

ZURES II



GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

GEFÖRDERT VOM

@ReinventingSociety/Loom

GANZ SCHÖN COOL HIER

Wie gelingt hitzeangepasste
Stadtentwicklung für alle?



Gemeinsamer Schlussbericht des ZURES II – Projekts

Anwendung und Verstetigung der zukunftsorientierten Klima- und Vulnerabilitätsszenarien in ausgewählten Instrumenten und Planungsprozessen – Modellstadt Ludwigsburg

Verbundpartner	Förderkennzeichen
Universität Stuttgart (IREUS)	01UR2013A
Technische Universität Dortmund (IRPUD)	01UR2013B
Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU)	01UR2013C
Hartz agl	01UR2013D
Stadt Ludwigsburg	01UR2013E
GEO-NET Umweltconsulting GmbH	01UR2013F

Laufzeit des Vorhabens

01.07.2020 – 31.10.2022

Berichtszeitraum

01.07.2021 – 31.10.2022

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Jörn Birkmann (IREUS)

Projektbearbeiter:innen: Franziska Göttsche (IREUS)

Prof. Dr. Stefan Greiving, Tanja Schnittfinke, Marisa Fuchs (IRPUD)

Prof. Dr. Matthias Garschagen, Antje Katzschner (LMU)

Dr. Björn Büter, Janko Löbig (GEO-NET)

Andrea Hartz, Sascha Saad, Svenja Dörrenbächer (agl)

Amely Krafft (Stadt Ludwigsburg)

Inhalt

1. Beschreibung der Aktivitäten & wichtigsten Ergebnisse nach Arbeitspaketen.....	10
A. Arbeitspaket I – Klimaanpassung auf gesamtstädtischer Ebene in Ludwigsburg	10
1. Hintergrund	10
1.1 Einordnung ins Gesamtprojekt.....	11
1.2 Vorgehensweise	11
2. Ergebnisse.....	40
2.1 Identifikation der Verstetigungsbereiche der Klima- und Vulnerabilitätsanalysen (Ist-Zustand) sowie der Klima- und Vulnerabilitätsszenarien.....	40
2.2 Formulierung raumspezifischer und szenariobasierter Ziele zur Klimaresilienz auf der gesamtstädtischen Ebene	55
2.3 Auswahl geeigneter Maßnahmen und Messung ihrer Wirksamkeit.....	61
B. Arbeitspaket II – Verstetigung auf der teilsräumlichen Ebene: Stadtteilentwicklungskonzepte (STEPS).....	72
1. Hintergrund	72
1.1 Einordnung ins Gesamtprojekt.....	72
1.2 Vorgehensweise	73
2. Ergebnisse.....	73
2.1 Identifikation der Anwendungsbereiche der Klima- und Verwundbarkeitsanalysen sowie der Klima- und Verwundbarkeitsszenarien bei der Bestandsaufnahme.....	73
2.2 Entwicklung möglicher Ziele und Maßnahmen zur klimaresilienten Stadtteilentwicklung.....	82
2.3 Beteiligung der Stadtverwaltung und der Bürger:innen vor Ort.....	88
2.4 Beurteilung der Wirksamkeit unterschiedlicher Maßnahmen der STEPs	93
2.5 Systematisierung der Erfahrungen, Erfolgsfaktoren und Hemmnisse	103
2.6 Ausblick - Umsetzung in den STEP-Gebieten	104
C. Arbeitspaket III – Weiterentwicklung von Leitbildern und Hilfestellungen zur Anpassung	105
1. Hintergrund	105
1.1 Einordnung ins Gesamtprojekt.....	105
1.2 Vorgehensweise	106
2. Ergebnisse.....	106
2.1 Ergebnisse der Dokumentenanalyse	106
2.2 städtische Online Befragung zu Leitbildern.....	107
2.3 Fachworkshop zur Nutzung von Vulnerabilitätsindikatoren zu Hitze zur Weiterentwicklung von Leitbildern und Hilfestellungen zur Anpassung	112

D. Arbeitspaket IV – Austausch und Transfer in die Modellstadt Ludwigsburg und in andere Städte	114
1. Hintergrund	114
1.1 Einordnung ins Gesamtprojekt.....	114
1.2 Vorgehensweise	115
2. Ergebnisse.....	116
2.1 Transfer und Austausch in der Stadt Ludwigsburg.....	116
2.3 Transfer in andere Städte.....	123
2.4 Abschlusskonferenz.....	161
E. Arbeitspaket V – Synthese und Dissemination	167
F. Arbeitspaket VI - Koordination	172
2. Wichtigste Position des zahlenmäßigen Nachweises	182
3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten	182
4. Verwertbarkeit der Ergebnisse im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans	182
5. Bekanntgewordene Fortschritte von dritter Seite.....	183
6. Erfolge und geplante Veröffentlichungen aus ZURES II	184
7. Literatur	185

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vorgehen Hotspotanalyse Tag.....	17
Abbildung 2: Vorgehen Hotspotanalyse Nacht.....	18
Abbildung 3: Bioklimatische Situation im Wirkungsraum, RCP 8.5 Tag.....	18
Abbildung 4: Bioklimatische Situation im Wirkungsraum, RCP 8.5 Nacht.....	19
Abbildung 5: Flächennutzung in den belasteten Wirkungsräumen am Tag.....	21
Abbildung 6: Flächennutzung in den belasteten Wirkungsräumen in der Nacht.....	21
Abbildung 7: Gesellschaftliche Vulnerabilität Tag.....	22
Abbildung 8: Gesellschaftliche Vulnerabilität Nacht.....	22
Abbildung 9: Subjektive Wahrnehmung von Hitze (min. 25% der Beantwortungen).....	22
Abbildung 10: ungünstige und sehr ungünstige humanbioklimatische Situation RCP 2.6 Tag.....	23
Abbildung 11: ungünstige und sehr ungünstige humanbioklimatische Situation RCP 2.6 Nacht.....	23
Abbildung 12: Schematischer Zielentwicklungsprozess, eigene Darstellung.....	24
Abbildung 13: Zusammenbringen verschiedener ausgewählter Ansätze zur Entwicklung und Formulierung der Hitzeanpassungsziele, eigene Darstellung.....	25
Abbildung 14 Anknüpfungspunkte für Klimaanpassung in den Masterplänen der Stadt Ludwigsburg	26
Abbildung 15: Poster als Arbeitsgrundlage für die Kleingruppendiskussionen, eigene Darstellung....	27
Abbildung 16: Zweiseitiger Validierungsbogen, eigene Darstellung.....	28
Abbildung 17: Schematische Darstellung der Vorgehensweise, eigene Darstellung.....	29
Abbildung 18 Antworten bezüglich dem Wunsch nach baulichen Maßnahmen.....	30
Abbildung 19 Antworten bezüglich dem Wunsch nach weiteren Maßnahmen.....	30
Abbildung 20: Fachworkshop am 09.06.22 zur Entwicklung von Hitzeanpassungsmaßnahmen, eigene Aufnahme.....	32
Abbildung 21: Veränderungen durch Anpassungsmaßnahmen am Beispiel eines Tagesverlaufs der Außentemperatur in zwei Meter Höhe (eigene Abbildung nach Stadt Berlin 2010).....	33
Abbildung 22: Wärmebelastung am Tag im Ist-Zustand in einem Ausschnitt der Stadt Ludwigsburg (verkürzte Legende).....	41
Abbildung 23: Bodennahe nächtliche Windgeschwindigkeit im Bereich des Alten Friedhofs (Erläuterungen siehe Text).....	42
Abbildung 24: Klimaanalysekarte Nacht (Ist-Zustand) in einem Ausschnitt der Stadt Ludwigsburg (verkürzte Legende).....	42
Abbildung 25: Klimaanalysekarte Nacht („Starker Klimawandel“) in einem Ausschnitt Ludwigsburgs (verkürzte Legende).....	43
Abbildung 26: PHK-Bewertungskarte Nacht (Ist-Zustand) in einem Ausschnitt der Stadt Ludwigsburg (verkürzte Legende).....	45
Abbildung 27: PHK-Bewertungskarte Tag („schwacher Klimawandel“) in einem Ausschnitt Ludwigsburgs (verkürzte Legende).....	45

Abbildung 28: Planungshinweiskarte Stadtklima in einem Ausschnitt der Stadt Ludwigsburg (verkürzte Legende).....	48
Abbildung 29 Gebiete mit hoher Wärmebelastung unter starkem Klimawandelszenario (= ungünstige und sehr ungünstige Wirkungsräume RCP 8.5).....	48
Abbildung 30 Gebiete mit Wärmebelastung unter starkem Klimawandelszenario (= ungünstige und sehr ungünstige Wirkungsräume RCP 8.5) + Wohnnutzung.....	49
Abbildung 31: Handlungsräume mit hoher Priorität Tag.....	50
Abbildung 32: Handlungsräume mit hoher Priorität Nacht.....	51
Abbildung 33: Handlungsräume mit höchster Priorität Tag.....	51
Abbildung 34: Handlungsräume mit höchster Priorität Nacht.....	52
Abbildung 35 Prioritäre Handlungsräume zur Implementierung von Maßnahmen (Tag- und Nachtsituation).....	52
Abbildung 36 Selbsteinschätzung des Governanceprozesses zum Thema Hitze in der Stadt durch die Stadt Ludwigsburg 2022 – Veränderungen zu ZURES I.....	54
Abbildung 37: Ausschnitt aus den PHK-Bewertungskarten Tag im Szenario „Starker Klimawandel“ ohne und mit Anpassungsmaßnahmen (der Stufen I bzw. II).....	71
Abbildung 38: klimatische Situation Tag und Nacht für den Stadtteil Mitte.....	76
Abbildung 39: klimatische Situation Tag und Nacht für den Stadtteil Oststadt.....	77
Abbildung 40: Akzeptanz von Maßnahmen.....	79
Abbildung 41: Potentiale für Grünflächen in der Innenstadt und Oststadt.....	83
Abbildung 42: Potentialflächen für Erholungsorte in Ludwigsburg.....	83
Abbildung 43: Strategie zwischen Regularien und Anreize.....	85
Abbildung 44: Planentwürfe für den Arsenalplatz (links; MANN Landschaftsarchitektur) und Bauskizze für den B-Plan „Hindenburgstraße 60“ (rechts; Stadt Ludwigsburg Stand 2021).....	86
Abbildung 45: Übersicht der in der Modellierung umgesetzten Anpassungsmaßnahmen (bzw. Landnutzungsänderungen) im Szenario Stufe I (zurückhaltendes Szenario).....	87
Abbildung 46: Übersicht der in der Modellierung umgesetzten Anpassungsmaßnahmen (bzw. Landnutzungsänderungen) im Szenario Stufe II (ambitioniertes Szenario).....	87
Abbildung 47: unterschiedliche Austauschformate mit der Stadtverwaltung und den Bürger:innen .	88
Abbildung 48: Eindrücke der Bürgerbeteiligung und Sensibilisierungsaktionen der Stadt Ludwigsburg.....	91
Abbildung 49: Stadtklimatische Wirkung kombinierter Anpassungsmaßnahmen mit beispielhaften Ausschnitten.....	97
Abbildung 50: Kriterien Dokumentenanalyse.....	106
Abbildung 51: Zusammenfassung der Ergebnisse.....	107
Abbildung 52: Arbeitspakete im Überblick.....	115
Abbildung 53: Angewandte Methodiken in AP IV.....	116

Abbildung 54: Ergebnis der Umfrage 1: Wie nehmen Sie Hitze in Ludwigsburg wahr? (34 Teilnehmende)	119
Abbildung 55: Ergebnis der Umfrage 2: Denken Sie, in Ludwigsburg wird genug für den Schutz der Bevölkerung vor Hitze unternommen? (34 Teilnehmende)	119
Abbildung 56: Ergebnis der Umfrage 3: Werden Sie Maßnahmen ergreifen, um sich besser vor Hitze zu schützen? (26 Teilnehmende)	120
Abbildung 57: Eindrücke der Bürgerbeteiligung Oststadt am 19. Oktober 2021	122
Abbildung 58: Befragte Kommunen und ihre Kreisangehörigkeit	123
Abbildung 59: Befragte Kommunen und ihre Einwohner:innenzahlen	124
Abbildung 60: Befragte und ihre Facheinheiten	124
Abbildung 61: Wie wird die thermische Belastung in Ihrer Stadt räumlich differenziert abgebildet?	125
Abbildung 62: Wie schätzen Sie die Bedeutung der Grundlagedaten ein?	125
Abbildung 63: In welcher räumlichen Auflösung wird die thermische Belastung analysiert?	126
Abbildung 64: Inwieweit wird die thermische Belastung in der Zukunft betrachtet?	126
Abbildung 65: Welche weiteren raumwirksamen Gefahren werden für die Gesamtstadt oder für Teilräume abgebildet?	127
Abbildung 66: Werden bei der Betrachtung der Auswirkungen thermischer Belastung vulnerable Gruppen berücksichtigt?	127
Abbildung 67: Welche Indikatoren werden zur Abbildung der Vulnerabilität der Bevölkerung gegenüber thermischer Belastung genutzt?	128
Abbildung 68: Welche Bedeutung messen Sie den Indikatoren bei?	129
Abbildung 69: Wie bilden Sie die Situation vulnerabler Gruppen kartographisch ab?	130
Abbildung 70: Wird bei vulnerablen Bevölkerungsgruppen auf spezifische Aspekte der Vulnerabilität eingegangen?	130
Abbildung 71: Wer stellt diese Daten zur Verfügung?	130
Abbildung 72: In welchen Formaten sollten diese Daten vorliegen?	131
Abbildung 73: Wo liegen Hemmnisse bei der Nutzung von Indikatoren?	131
Abbildung 74: Welche formellen und informellen Instrumente nehmen Bezug auf die thermische Belastung bzw. auf Maßnahmen zur Anpassung an diese?	132
Abbildung 75: Für wie relevant schätzen sie die Instrumente für die Anpassung an die Klimawandelfolgen (thermische Belastung) ein?	132
Abbildung 76: Für wie relevant schätzen Sie die folgenden Instrumente für eine angemessene Berücksichtigung vulnerabler Bevölkerungsgruppen in Bezug auf die thermische Belastung ein? ...	133
Abbildung 77: Anzahl und Veränderung der heißen Tage in den Fallstudienstädten	135
Abbildung 78: Anzahl und Veränderung der Tropennächte in den Fallstudienstädten	136
Abbildung 79: Rahmen in welchem eine "Vulnerabilitätsanalyse" durchgeführt wurde	150
Abbildung 80: Erfasste und verarbeitete Daten zur thermischen Belastung im Kontext der Vulnerabilitätsanalyse	151

Abbildung 81: Erfassung und Verarbeitung der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalysen.....	152
Abbildung 82: Erfasste und Verarbeitet Indikatoren im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse.....	153
Abbildung 83: Betrachtete und räumlich verortete Indikatoren (Gruppen).....	155
Abbildung 84: Erfassung und Verarbeitung der "Vulnerabilität"	156
Abbildung 85: Verknüpfung der Indikatoren	157
Abbildung 86: Dokumentation der Graphic-Recorderin	162
Abbildung 87: Eindrücke der Abschlusskonferenz am 13. September 2022 in Ludwigsburg	166
Abbildung 88: Zeitungsartikel zu "in Ludwigsburg wird es immer heißer."	168
Abbildung 89: Artikel in der Stuttgarter Zeitung von S. Armbruster	169
Abbildung 90: Aufbau und Verzahnung der Ludwigsburger Konzepte	175
Abbildung 91: SEK- Eindrücke (altes HF Wohnen, ksis-Steuerung, Handlungsfelder)	177
Abbildung 92: Beispiele zur räumlichen Perspektive anderer Städte (l.-r. Stadt Winterthur 2021, Stadt Karlsruhe 2016, Stadt Bern 2017.....)	178
Abbildung 93. Eindrücke STEP- Eglosheim 2021 (Stadt Ludwigsburg 2021).....	180

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Methodik und Aussagekraft der Stadtklimamodellierungen in ZURES I und II.	14
Tabelle 2: In den stadtklimatischen Modellierungen berücksichtigte Anpassungsmaßnahmen und deren methodischen bzw. fachlichen Hintergründe.....	35
Tabelle 3: In den Maßnahmen-Szenarien Stufe I sowie Stufe II umgesetzte Anpassungsmaßnahmen im gesamten Ludwigsburger Stadtgebiet (flächenhafte bzw. anzahlbezogene Betrachtung).	39
Tabelle 4: Abgestimmte Vorgaben für die zufällige Verteilung von Anpassungsmaßnahmen der Stufe I (zurückhaltendes Szenario) im Ludwigsburger Stadtgebiet (ohne Innen- und Oststadt), wobei zwischen den Räumen mit Handlungsprioritäten aus der Hotspotanalyse unterschieden wird.	39
Tabelle 5: Abgestimmte Vorgaben für die zufällige Verteilung von Anpassungsmaßnahmen der Stufe II (ambitioniertes Szenario) im Ludwigsburger Stadtgebiet (ohne Innen- und Oststadt), wobei zwischen den Räumen mit Handlungsprioritäten aus der Hotspotanalyse unterschieden wird.	39
Tabelle 6: Allgemeine stadtklimatische Planungshinweise zu den Handlungsprioritäten im Wirkraum.	46
Tabelle 7: Allgemeine stadtklimatische Planungshinweise zum Schutzbedarf im Ausgleichsraum.	47
Tabelle 8: Wirkung der Maßnahmen-Szenarien auf die nächtliche Lufttemperatur (T04) und Wärmebelastung am Tage (PET) in verschiedenen Räumen für die beiden Klimawandel-Szenarien..	69
Tabelle 9: Anteile ungünstig bzw. sehr ungünstig bewerteter Flächen in verschiedenen Räumen in den PHK-Bewertungskarten Nacht sowie Tag im Bestand sowie den Klimawandel-Szenarien mit und ohne Maßnahmen (keine, Stufe I, Stufe II).	70
Tabelle 10: Wirkung der Maßnahmen-Szenarien auf die nächtliche Lufttemperatur (T04) und Wärmebelastung am Tage (PET) in der Innen- und Oststadt für die beiden Klimawandel-Szenarien.	94

Tabelle 11: Stadtklimatische Wirkung verschiedener Anpassungsmaßnahmen mit beispielhaften Ausschnitten.....	95
Tabelle 12: Stadtklimatische Wirkung kombinierter Anpassungsmaßnahmen mit beispielhaften Ausschnitten.....	96
Tabelle 13: Selbsteinschätzung des Governanceprozesses im Rahmen der STEP-Projektteams zum Thema Hitze in der Stadt Ludwigsburg im Juni 2022	102
Tabelle 14: Überblick und Intention der Befragung.....	108
Tabelle 15: Intention zur Formulierung eines Leitbildes.....	109
Tabelle 16: Strategisches Leitbild.....	109
Tabelle 17: Strategisches Leitbild: explizite Nennung von Hitzestress	110
Tabelle 18: Strategisches Leitbild: Hitzestress nicht explizit benannt	111
Tabelle 19: Operative Ziele.....	111
Tabelle 20: „Ludwigsburg in heißen Zeiten“ – Veranstaltungsprogramm	116
Tabelle 21: „Ein Blick in die Zukunft – Ideen für heiße Zeiten“ – Veranstaltungsprogramm	120
Tabelle 22: Fachworkshop AP III und IV – Veranstaltungsprogramm.....	159
Tabelle 23: Abschlusskonferenz – Veranstaltungsprogramm.....	161
Tabelle 24: Steckbrief A - Stadtentwicklungskonzept (SEK) & Strategieprozess Ludwigsburg geht weiter	176
Tabelle 25: Steckbrief B - räumliche Perspektive Ludwigsburg	177
Tabelle 26: Steckbrief C - Stadtteilentwicklungskonzepte (STEP).....	179
Tabelle 27: Steckbrief D - tägliches Verwaltungshandeln	181

1. Beschreibung der Aktivitäten & wichtigsten Ergebnisse nach Arbeitspaketen

Der vorliegende Schlussbericht umfasst den Zeitraum vom 1.07.2020 bis zum 31.10.2022. Im Folgenden werden die wesentlichen, erzielten Ergebnisse und Aktivitäten des ZURES II-Projekts, orientiert an den Arbeitspaketen, im Detail dargestellt.

A. Arbeitspaket I – Klimaanpassung auf gesamtstädtischer Ebene in Ludwigsburg

1. Hintergrund

Das Arbeitspaket I umfasst die Verwendung von Stadtklimaanalysen über die Untersuchung von Vulnerabilitäten hin zur Planungshinweiskarte und Verortung von Handlungsprioritäten für die Formulierung stadtplanerischer Ziele und Maßnahmen zur Klimaresilienz auf gesamtstädtischer Ebene. Dabei setzt die Verstetigung am aktuellen strategischen Stadtentwicklungsprozess der Stadt Ludwigsburg an und liefert einen Fachbeitrag und eine wichtige Informationsgrundlage für die räumliche Entwicklung der Stadt.

Im Jahr 2020 wurde der Strategieprozess „Ludwigsburg geht weiter“ initiiert, der unter anderem das Ziel hat ein Gesamtkonzept für die Stadt mit einer räumlichen Darstellung zu erarbeiten. Bausteine des strategischen Stadtentwicklungsprozesses sind dabei zum Beispiel die Aktualisierung der Ziele des SEKs, die Weiterentwicklung der gesamtstädtischen Bürgerbeteiligung, die Erarbeitung von Prioritäten- und räumliche Schwerpunktsetzung und die Verknüpfung der Haushaltsplanung mit den Zielen des SEKs. Es gilt daher, die Gesamtstadt auf ihre Vulnerabilität in Bezug auf Hitze zu untersuchen und eine gesamtstädtische räumliche Darstellung zu entwickeln, um zu identifizieren, an welcher Stelle die Stadt Ludwigsburg Maßnahmen umsetzen muss, um die (vulnerable) Bevölkerung aber auch Tourist:innen und Arbeitnehmende zu schützen.

Um dies zu erreichen, setzt die Verstetigung auf gesamtstädtischer Ebene auf die Integration von neuen Informationen sowie auf die Vereinbarung von Zielen und geeigneten Maßnahmen. Basierend auf ZURES I kommen hochauflösende klimatische Modellierungen der heutigen und zukünftigen Hitzebelastung Ludwigsburgs und weiterentwickelte Analysen zur Vulnerabilität, die räumliche Dynamiken und alltägliche Aufenthaltsorte mit beachten, zum Einsatz. Diese Erkenntnisse dienen einerseits dem Stadtentwicklungsprozess als Bestandsaufnahme, andererseits unterstützen sie den Prozess der Zielformulierung und Maßnahmenentwicklung und zeigen Handlungsprioritäten auf.

Die Formulierung raumspezifischer und szenariobasierter Ziele zur Klimaresilienz auf gesamtstädtischer Ebene ist aufgrund der Handlungsbedarfe und –prioritäten für die verschiedenen Handlungsfelder der Stadtentwicklung zu entscheiden. Die Zielsetzungen setzen am Output an und lassen den Akteur:innen Freiheiten bei der Wahl der Mittel. Dies greift den in ZURES I entwickelten Ansatz auf und überlässt den Akteur:innen die Entscheidung, wie das Ziel der Klimaresilienz über eine Verringerung der stadtklimatischen Belastung und über die Verringerung der Vulnerabilität erreicht werden soll – auch vor dem Hintergrund unterschiedlicher Zukunftsszenarien. Die angestrebten Ziele zu einer klimaangepassten Stadt wurden möglichst quantifiziert, um ihre Erreichung überprüfen zu können. Im Sinne der Praxisorientierung wurde bei der Zielformulierung eine Verstetigung der ZURES I-Erkenntnisse insbesondere bezogen auf die räumliche Perspektive angestrebt. Die räumliche Perspektive bildet eine wichtige Informationsgrundlage für die räumliche Entwicklung der Stadt Ludwigsburg.

Um die vereinbarten Ziele erreichen zu können, werden geeignete Maßnahmen ausgewählt. Diese werden vor dem Hintergrund der Klima- und Vulnerabilitätsanalysen und Szenarien hinsichtlich ihrer Möglichkeiten und Grenzen diskutiert. Die Beurteilung der Wirksamkeit baulicher Maßnahmen im Bereich des Hitzestresses konnte dabei modelliert werden, die Bedeutung der Maßnahmen zur gesellschaftlichen Verwundbarkeitsreduzierung wurde gemeinsam mit der Stadtverwaltung diskutiert, um so zusätzlich die integrative Perspektive zu stärken.

1.1 Einordnung ins Gesamtprojekt

In Ludwigsburg hat die nachhaltige Stadtentwicklung eine lange Tradition. Das sogenannte Stadtentwicklungskonzept (SEK) stellt dabei den übergeordneten Rahmen dar. Das SEK enthält Ziele und Maßnahmen für die gesamtstädtische Entwicklung. Dabei wird in sogenannten Handlungsfeldern agiert, die gewisse Themenbereiche beinhalten. Das Thema Hitzeanpassung fällt in das Handlungsfeld 11 (HF) mit dem Titel „Klima & Energie“. Das ZURES II-Projekt hat dabei wichtige Arbeit geleistet um die Hitzeanpassungsziele für das HF 11 zu formulieren. Diese Ziele werden Ende 2022 gemeinsam mit zahlreichen anderen Zielen vom Gemeinderat der Stadt Ludwigsburg beschlossen und dienen somit als Richtschnur für das zukünftige Verwaltungshandeln.

Die Analysen auf der Gesamtstädtischen Ebene dienen dafür als wichtige Planungsgrundlage, da durch die Stadtklimaanalysen und die Planungshinweiskarte (PHK) aufgezeigt wird, in welchen Bereichen besonders hoher Handlungsdruck besteht um die Hitzeanpassungsziele zu erreichen. Darüber hinaus hilft die Karte im Planungsalltag dabei bei Vorhaben abzuwägen, ob die geplante Bebauung auf die Ziele zur Hitzeanpassung einzahlen oder nicht und stellt eine wichtige Grundlage im stadtplanerischen Abwägungsprozess dar.

Im ZURES II-Projekt wurden außerdem Maßnahmen abgeleitet, die auf die Zielerreichung einzahlen. Im Zuge des SEKs werden die Maßnahmen in das städtische Management Programm KSIS übernommen um zu wissen, wie viele der angestrebten Maßnahmen bereits abgearbeitet wurden und was der jeweilige Sachstand ist. Somit werden die durch ZURE II vorgeschlagenen Maßnahmen in den Arbeitsalltag der Stadt übernommen und regelmäßig geprüft.

1.2 Vorgehensweise

Identifikation der Verstetigungsbereiche der Klima- und Vulnerabilitätsanalysen (Ist-Zustand) sowie der Klima- und Vulnerabilitätsszenarien

Grundlagen der hochaufgelösten Klimamodellierungen

In ZURES II werden stadtklimatische Ziele für die Hitzeanpassung und den Kaltlufthaushalt in Ludwigsburg definiert (siehe Kapitel C). Dafür ist die Kenntnis der gegenwärtigen und zukünftig projizierten stadtklimatischen Situation in Ludwigsburg eine wichtige Basis, die in ZURES I mit den Ergebnissen der drei gesamtstädtischen Klimamodellierungen gelegt wurde (Ist-Zustand, zwei Zukunftsszenarien). Darüber hinaus ist es für die Formulierung von Zielen erforderlich, die räumliche Wirksamkeit verschiedener Maßnahmen(-kombinationen) zur Anpassung im Ludwigsburger Stadtgebiet abbilden und quantifizieren zu können. Daher werden in ZURES II in Abstimmung mit den kommunalen Akteur:innen Maßnahmenszenarien erarbeitet und in die Zukunftsmodellläufe integriert.

Ursprünglich waren für die Klimamodellierungen im Arbeitspaket 1 (gesamtstädtisch) und Arbeitspaket 2 (teilstädtisch) unterschiedliche räumliche Auflösungen vorgesehen. Die gesamtstädtischen Maßnahmenszenarien sollten in die mesoskaligen Klimamodellierungen aus ZURES I integriert werden. Diese entsprechen mit einer horizontalen räumlichen Auflösung von 25 m

nach wie vor dem Stand der Technik bei gesamtstädtischen Klimaanalysen, vermögen jedoch keine explizite Auflösung von Gebäuden oder Grünstrukturen vorzunehmen und können Maßnahmen nur begrenzt berücksichtigen. Auf teilstädtischer Ebene waren daher separate mikroskalige Klimamodellierungen geplant (Auflösung ≤ 10 m), in denen Maßnahmen gezielt aufgenommen werden können.

Dank einer gestiegenen Rechenleistung und höher aufgelösten Eingangsdaten sind mikroskalige Klimamodellierungen mittlerweile auch für eine gesamte Stadt möglich und wurden von GEO-NET in den letzten Jahren in mehreren Städten in 10 m-Auflösung erfolgreich durchgeführt (Stadt Berlin 2015, Kanton Genf 2020, Stadt Bonn 2020, Stadt Meerbusch 2020). Dieser erweiterte Stand der Technik bei Klimaanalysen bietet für die Fragestellungen in ZURES II einen erheblichen Mehrwert und wurde im Projekt umgesetzt. Dabei lag dem Klimamodell eine horizontale Auflösung von 5 m zugrunde, die bei teilstädtischer Betrachtung bereits Praxis ist, für gesamtstädtische Klimaanalysen in Deutschland zum damaligen Zeitpunkt jedoch ein Novum darstellte. Mit der höheren Auflösung kann die Wirkung von Maßnahmen noch besser abgebildet werden. Da die in ZURES I durchgeführten Klimamodellierungen mit der höheren Auflösung neu gerechnet wurden, kann zudem die gesamtstädtische sowie teilstädtische Ebene in derselben Modellrechnung untersucht werden.

Methodik der Klimaanalyse Ist-Zustand

Für die Klimamodellierung in höherer Auflösung kam dasselbe Modell zum Einsatz (FITNAH-3D). Dabei wurden die Eingangsdaten aus ZURES I als Grundlage übernommen und mit von der Stadt Ludwigsburg zur Verfügung gestellten, aktuelleren sowie höher aufgelösten Daten ergänzt. Folgend werden die wesentlichen Unterschiede im Vergleich zur Eingangsdatenaufbereitung in ZURES I herausgestellt (siehe auch Tabelle 1).

Genau wie in ZURES I liegt der Modellierung eine autochthone sommerliche Wetterlage zugrunde. Durch eine Weiterentwicklung von FITNAH-3D konnte die Strömung in der Modellierung durch die Ergebnisse einer überregionalen Modellierung angetrieben werden (sogenanntes Nesting).

Die Umrisse und Höhen von Gebäuden wurden von der Stadt Ludwigsburg zur Verfügung gestellt und konnten in das Modell implementiert werden. Zur Erfassung von Bäumen wurden RGBI-Luftbilder in den Vegetationsindex Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) überführt. Über einen NDVI-Schwellwert konnten Bäume automatisiert von vegetationslosen Flächen getrennt und somit in Kombination mit der Strukturhöhe Baumstandorte identifiziert werden. Dieses Vorgehen hat den Vorteil, dass auch Bäume im privaten Bestand erfasst werden, die i. d. R. kein Bestandteil öffentlicher Baumkataster sind. Bei der vorgegebenen Modellauflösung war es nicht möglich, sehr kleinkronige Bäume separat im Raster auszuweisen (Kronendurchmesser bis 2,5 m), wobei die verschattende Wirkung solcher (i. d. R. jungen und noch im Wuchs befindlichen) Bäume gering ist.

Methodik der Klimaanalyse in den Zukunftsszenarien

Neben dem aktuellen Stadtklima wurde mittels der Modellrechnungen auch das zukünftige Ludwigsburger Stadtklima im Jahr 2035 in zwei verschiedenen Szenarien simuliert. Die Stellschrauben zur Bestimmung des zukünftigen Stadtklimas bestehen in Landnutzungsänderungen (Eingangsdaten der Modellierung) sowie klimatischer Änderungen infolge des Klimawandels (Rahmenbedingungen des Modells).

Für beide Zukunftsszenarien wurde dieselbe Landnutzung verwendet, die ein mögliches Siedlungswachstum in Ludwigsburg bis 2035 abbildet. Dabei wurde angenommen, dass potentielle wohnbauliche und gewerbliche Entwicklungsflächen bebaut, Baulücken geschlossen und bestimmte Gebäude um eine Etage aufgestockt werden. Die Auswahl und Abgrenzung dieser Flächenkulisse

erfolgte in enger Abstimmung mit dem Fachbereich Stadtplanung und Vermessung sowie dem Referat Stadtentwicklung, Klima und Internationales¹. Teilweise gab es Planentwürfe für die Entwicklungsflächen, die eine flächenscharfe Übersetzung in das Modell ermöglichten (bspw. Rahmenplan Fuchshof, Planentwurf Gämsenberg) oder ausreichend konkrete Vorgaben in Bebauungsplänen, um eine charakteristische Gebäudekörperstellung annehmen zu können (z.B. Waldäcker III, Arbeitsstand 2021). Für die Baulücken und die meisten Entwicklungsflächen lagen keine Pläne vor, sodass die zukünftige Bebauung in den Flächen über eine zufällige Verteilung der Landnutzung anhand bestimmter Vorgaben umgesetzt wurde (sogenannter Mischpixel-Ansatz). So wurde bspw. für die möglichen gewerblichen Entwicklungsflächen in Oßweil eine vergleichbare Bebauung wie im angrenzenden Gewerbebestand angenommen: Im Gewerbebestand wurden die prozentualen Anteile an Gebäuden, Versiegelung, Bäumen, Rasenflächen, etc. ermittelt und auf die Entwicklungsflächen übertragen. Ähnlich verhält es sich bspw. bei der möglichen wohnbaulichen Erweiterung östlich von Poppenweiler, die in einer vergleichbaren Bauweise wie in Poppenweiler in das Modell übersetzt wurde (vornehmlich Einfamilienhäuser und Doppelhaushälften). Durch den Mischpixel-Ansatz entsteht folglich eine zufällig verteilte Landnutzung in den Entwicklungsflächen, die in dieser Form nicht umgesetzt würde, aber über die gesamte Fläche gesehen das klimatische Geschehen und ihre Wirkung auf das Stadtklima widerspiegelt. Auf dieser Basis können die einzelnen Entwicklungsflächen hinsichtlich ihrer Stadtklimaverträglichkeit untersucht und bewertet werden (siehe Planungshinweiskarte).

Die zweite Stellschraube für die Zukunfts-Szenarien betrifft die erwarteten Änderungen durch den Klimawandel. Die Auflösung regionaler Klimamodelle hat sich in den letzten Jahren so weit erhöht, dass für Ludwigsburg Aussagen getroffen werden können, wie sich der Klimawandel etwa auf die Temperatur, Trockenheit oder den Niederschlag auswirkt. Dennoch besteht beim Blick in die Zukunft zwangsläufig eine gewisse Unsicherheit, wie stark die jeweiligen Klimaänderungen tatsächlich auftreten². Aus diesem Grund wird für das zukünftige Stadtklima in Ludwigsburg 2035 in zwei verschiedene Szenarien „schwacher Klimawandel“ und „starker Klimawandel“ unterschieden. Die beiden Szenarien können als *best case*- bzw. *worst case*-Varianten verstanden werden und es gilt als äußerst wahrscheinlich, dass sich die tatsächlich eintretenden Klimaänderungen in Ludwigsburg innerhalb der beiden Szenarien bewegen. Im „schwachen Klimawandel“ wird die Temperatur zu Beginn der Modellrechnung um 0,74 °C, im „starken Klimawandel“ um 2,17 °C erhöht³. Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Temperatur gelten in der Wissenschaft als sehr robust. In Bezug auf die Trockenheit sind die Unsicherheiten größer, doch lässt sich ein Trend zunehmender sommerlicher Trockenheit erkennen, der auch für die Stadtklimatologie von Belang sein kann. Daher wurde in ZURES II geprüft, ob die Startbedingungen des Klimamodells auf eine zunehmende Trockenheit eingestellt werden müssen. Für die Frage wurde die Expertise der Abteilung „Grünflächen und Ökologie“ einbezogen. Auf Basis von beobachteten Daten zur Bodenfeuchte, den projizierten Auswirkungen des Klimawandels auf die klimatische Wasserbilanz und den Erfahrungen der städtischen Verwaltung aus den trockenen Sommern der letzten Jahre wurde gemeinsam festgelegt,

¹ Die Flächenkulisse entspricht weitgehend den bereits in ZURES I aufgenommenen Entwicklungsvorhaben, wobei einzelne Vorhaben entsprechend des aktuellen Planungsstands angepasst, neu aufgenommen oder entfernt wurden

² Die Unsicherheit ergibt sich aus der Spannweite der Ergebnisse verschiedener Klimamodelle. Insb. langfristig hängen die real eintretenden Klimaänderungen zudem wesentlich vom zukünftigen globalen Treibhausgas-Ausstoß ab.

³ Die Ergebnisse zum erwarteten Klimawandel stützen sich auf ein Modellensemble der EURO-CORDEX-Initiative, das die RCP-Szenarien des Weltklimarates (IPCC) als verschiedene Entwicklungspfade der Treibhausgas-Emissionen berücksichtigt.

Die für die Modellierung verwendete Klimaänderungssignal der Temperatur ergibt sich als Differenz der sommerlichen Temperaturen zwischen der Zukunftsperiode 2021-2050 (Bezugsjahr 2035) und der Referenzperiode 1971-2000. Für den „schwachen Klimawandel“ beruht das Änderungssignal auf dem 15. Perzentil aller Modellläufe des RCP 2.6, für den „starken Klimawandel“ auf dem 85. Perzentil des RCP 8.5.

dass sich die Trockenheit in einer geänderten Bodenfeuchte zum Start der Modellierung widerspiegelt (in beiden Zukunftsszenarien 30 % statt 60 % Bodenfeuchte wie in der Modellierung des Ist-Zustands). Die Umsetzung der Bodenfeuchte im Klimamodell ist ein vereinfachender Ansatz, der in Zukunft weiterer Forschung und Entwicklung bedarf (bspw. Berücksichtigung verschiedener Bodentypen, Verbesserung des Bodenwärmestroms im Modell, etc.). Zudem wird infolge der Trockenheit von einem Ausfall von Straßenbäumen ausgegangen. Auch innerhalb von Grünflächen wird es zum Ausfall von Bäumen kommen, doch sind Straßenbäume stärker gefährdet (weniger Wurzelraum, höhere Temperaturen, Emissionen aus dem Verkehr, etc.), sodass deren Ausfall wahrscheinlicher ist. Auf Basis einer Berechnung der Abteilung „Grünflächen und Ökologie“ fallen in den Szenarien schwacher bzw. starker Klimawandel 6 % bzw. 8 % der Straßenbäume aus. Da nicht bekannt ist, welche Standorte dies sein werden, wird dies im Modell über eine zufällige Verteilung gelöst (die Nutzungsklasse „Baum über Versiegelung“ wird jeweils in die Klasse „Versiegelung“ geändert).

Tabelle 1: Methodik und Aussagekraft der Stadtklimamodellierungen in ZURES I und II.

	ZURES I	ZURES II
Modell	FITNAH-3D	FITNAH-3D
Horizontale Auflösung (Größe einer Rasterzelle)	25 m x 25 m	5 m x 5 m
Eingangsdaten	Siedlungs- und freiraumbezogene Landnutzungsklassen, über die u.a. der Versiegelungsgrad, Grün- und Gebäudeanteil sowie die Strukturhöhe parametrisiert wird (u. a. Blockrand-, Reihenhausbebauung, Straßen, Gewässer, Freiland, Gehölz, Wald)	Rasterzellengenaue Abbildung der tatsächlichen Landnutzung, d.h. Gebäude und Bäume können raumkonkret im Modell aufgelöst werden
Meteorologische Rahmenbedingungen	Untersuchungsgebiet über die Stadtgrenze hinaus gewählt, um regionale Strömungsprozesse erfassen zu können	Infolge einer Weiterentwicklung des Modells Nesting in überregionales Strömungssystem möglich (Antrieb aus den Ergebnissen einer großräumigen Modellierung)
Ergebnisse	Bodennahe Lufttemperatur Wärmeineffekt wird dargestellt, Differenzierung der Überwärmung zwischen verschiedenen Bebauungstypen, Wirkung von größeren Grünstrukturen innerhalb von Baublöcken wird erfasst (z.B. begrünter Innenhof)	Bodennahe Lufttemperatur Wärmeineffekt wird dargestellt, Differenzierung der Überwärmung zwischen verschiedenen Bebauungstypen, Wirkung auch kleinerer Grünstrukturen innerhalb von Baublöcken wird erfasst
Nacht-Situation	Kaltluftströmungsfeld Über den Kaltluftvolumenstrom werden lokale und regionale Ausgleichsströmungen erfasst (Flurwinde, Hangabwinde, Kaltluftleitbahnen, etc.). Auch in Bezug auf die bodennahe Windgeschwindigkeit werden die	Kaltluftströmungsfeld Über den Kaltluftvolumenstrom werden lokale und regionale Ausgleichsströmungen erfasst (Flurwinde, Hangabwinde, Kaltluftleitbahnen, etc.).

	relevanten Strömungsachsen erfasst. Innerhalb von Baublöcken eingeschränkte Differenzierung, da Barrieren (insb. Gebäude) nicht konkret verortet.	Auch in Bezug auf die bodennahe Windgeschwindigkeit werden die relevanten Strömungsachsen erfasst. Innerhalb von Baublöcken kann die Strömung kleinräumig und die Wirkung von Gebäude als Barrieren dargestellt werden.
Ergebnisse Tag-Situation	Vergleich der Belastung auf Baublock-Ebene eingeschränkt möglich, jedoch keine Differenzierung innerhalb von Baublöcken, auf Plätzen oder im Straßenraum, da die PET als Index für die Wärmebelastung wesentlich über die Verschattung gesteuert wird.	Deutlich differenziertere Darstellung durch raumkonkrete Berücksichtigung von Bäumen und Gebäuden. Kleinräumige Betrachtung möglich wie bspw. die kühlende Wirkung einzelner Bäume im Straßenraum oder die Aufenthaltsqualität innerhalb von Grünflächen (Park im Vergleich zu einer Wiese)
Modellierung Stadtklimatischer Anpassungsmaßnahmen	Umsetzung von Maßnahmen auf regionaler bis Quartiers-Ebene möglich (bspw. Grünachsen zur Verbesserung der Kaltluftströmung) Innerhalb von Baublöcken sehr eingeschränkte Modellierung von Maßnahmen möglich (bspw. Entsiegelung)	Zusätzlich Umsetzung vielfältiger Anpassungsmaßnahmen im Modell möglich: Bäume, gebäudebezogene Maßnahmen (Dach- und Fassadenbegrünung), Teilentsiegelung, Verschattung durch Sonnensegel, Erhöhung der Albedo von Straßen, Verdunstungskühlung durch bspw. Zerstäuber
	Auswirkungen des Klimawandels können in das Modell implementiert werden (Temperaturzunahme, Trockenheit)	Auswirkungen des Klimawandels können in das Modell implementiert werden (Temperaturzunahme, Trockenheit)
Modellierung von Zukunftsszenarien	Städtebauliche Entwicklungen können über die genannten Landnutzungs-klassen aufgenommen werden. Ein Vergleich zwischen verschiedenen Planungen ist eingeschränkt möglich (bspw. unterschiedliche Dichten, Freihaltung von Flächen). Auswirkungen innerhalb und außerhalb der Planung werden eingeschränkt erfasst, insb. in Bezug auf die Kaltluftströmung.	Städtebauliche Entwicklungen können raumkonkret in das Modell aufgenommen werden. Damit ist ein Vergleich verschiedener Planungen möglich (z.B. Gebäudeausrichtung, Freiraumkonzepte). Auswirkungen innerhalb und außerhalb der Planung werden erfasst.
Verwendbarkeit im Projekt	Hotspots der nächtlichen Überwärmung können abgebildet werden. Hotspots der Wärmebelastung am Tag durch die Verknüpfung der Modellergebnisse mit dem Baumkataster möglich. Für den Kaltfluthaushalt wichtige Flächen (Kaltluftentstehungsgebiete, Leitbahnen, etc.) und Wälder sowie Parks als wichtige Ausgleichsräume am Tag werden erfasst.	Differenziertere Darstellung der Hot Spots der nächtlichen Überwärmung und insb. Wärmebelastung am Tag möglich. Für den Kaltfluthaushalt wichtige Flächen (Kaltluftentstehungsgebiete, Leitbahnen, etc.) werden erfasst. Neben Wäldern und Parks können auch kleinräumige Grünstrukturen als wichtige Ausgleichsräume am Tag erfasst werden.

Modellierung der Zukunftsszenarien möglich.

Modellierung der Zukunftsszenarien möglich.

Gesamtstädtische Maßnahmen nicht bzw. nur eingeschränkt modellierbar.

Für Teilräume separate Modellrechnung in höherer Auflösung nötig.

Anpassungsmaßnahmen können in die Modellrechnung aufgenommen werden. Gesamtstädtische und teilräumliche Maßnahmen in derselben Modellauflösung (direkte Vergleichbarkeit), was ein erheblicher Mehrwert für das Projekt bedeutet.

Mehrwert für die Vulnerabilitätsanalyse durch die höhere Auflösung und insb. genauere Erfassung der Wärmebelastung am Tag

Erweiterte Vulnerabilitätsanalyse und Identifikation von Räumen mit Handlungspriorität

ZURES I zeigte bereits, dass Hitzebelastung in allen städtischen Hauptfunktionen – Wohnen, Arbeiten, Einkaufen, Freizeit und Mobilität – ein Problem darstellt. Die Bedeutung von Parks und Grünflächen als Rückzugsorte nimmt aufgrund der Erholungsfunktion zu. Die Haushaltsbefragung zeigte, dass rund siebzig Prozent der Befragten Hitzewellen als ein persönliches Risiko wahrnehmen. Insbesondere die Innenstadt und die öffentlichen Verkehrsmittel werden währenddessen von den meisten als Orte der Belastung genannt. Auch verwandte Studien weisen darauf hin, dass Probleme von Hitzebelastung ausgehen, „die sich im Kontext des sozialen Alltagslebens entfalten, und dass eine Reihe von individuellen und sozialen Merkmalen, die mit Gesundheit und städtischen Raumstrukturen interagieren, den subjektiven Hitzestress und das Bewältigungsverhalten beeinflussen“ (Kunz-Plapp et al. 2016: 979). Hitzebelastung spielt dabei nicht nur zuhause oder am Arbeitsplatz eine Rolle, sondern betrifft meist den gesamten Alltag (ebd.: 987). Häufig wird nicht die Wohnung als der Ort genannt, an dem die deutlichste Belastung empfunden wird, sondern vielmehr wird Hitze im öffentlichen Raum und bei zurückgelegten Wegen als belastend empfunden (Großmann et al. 2012: 63). Des Weiteren wird auf Orte verwiesen, die häufig ungeschützt der Sonne ausgesetzt sind, wie unbegrünte innerstädtische Straßenschluchten, große versiegelte Plätze und Haltestellen des Öffentlichen Personennahverkehr (Reiter et al. 2018). Dementsprechend müssen „Aktionsräume der Menschen, ihre Alltagswege und Aufenthaltsorte [...] wesentlich stärker beachtet werden“ (Großmann et al. 2012: 66). Gleichzeitig haben Kommunen im öffentlichen Raum, im Gegensatz zum privaten Raum, große Handlungsspielräume, um Anpassungsmaßnahmen zur Reduzierung von Hitzestress zu implementieren und sollten somit den Alltagswegen und Aufenthaltsorten der Menschen vermehrt Aufmerksamkeit schenken.

Weiterhin muss beachtet werden, dass Personen sich nicht nur im direkten Umkreis ihrer Wohnung aufhalten. Diese Einschränkung sehen auch Philipp & Chow (2020) und erkennen, dass Vulnerabilität gegenüber Hitzestress nicht physisch an statistische Bezirke gebunden ist, sondern dass Menschen sich über künstliche geografische Grenzen hinwegbewegen und somit Gebieten mit unterschiedlicher Hitzeexposition zu unterschiedlichen Tageszeiten ausgesetzt sind. Diese Problematik ist nicht nur bei Hitze zu erkennen, sondern zeigt sich auch bei anderen Umweltbelastungen. Dies legen Riedel et al. (2014) in ihrer Studie zu Umweltgerechtigkeit und Lärm dar, indem sie das Wohnquartier als ein „social construct“ bezeichnen und die Notwendigkeit für „information on participants‘ daily activity patterns“ (ebd.: 1417) hervorheben.

Basierend auf den Ergebnissen aus ZURES I, den Klimamodellierungen und ergänzenden Untersuchungen zur Exposition und Vulnerabilität wird eine Hotspotanalyse durchgeführt und Räume mit Handlungspriorität identifiziert. Dies soll als ein Fachbeitrag in die Entwicklung der räumlichen Perspektive eingehen und Prioritäten für die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen zur Reduktion von Hitze aufzeigen. Vergleichbare Analysen lassen sich in aktuellen Klimaanpassungsstrategien der Städte Karlsruhe, Freiburg und Zürich finden (Stadt Karlsruhe 2015; Stadt Freiburg i. Br. 2019; Stadt Zürich 2020).

In der Hotspotanalyse wurden Räume mit besonderem Handlungsbedarf im Bezug zu Hitzestress identifiziert. Hierfür wurde zwischen der Stadt der Nacht und der Stadt am Tag unterschieden, da zum einen, wie zuvor beschrieben, Nutzer:innen sich je nach Tageszeit an verschiedenen Orten (nachts zuhause oder tagsüber meist an anderen Orten) aufhalten und zum anderen, da verschiedene Maßnahmen ihre Wirkung im Laufe des Tages unterschiedlich entfalten. Mit dem Ziel sowohl die Überhitzung im Stadtgebiet zu vermeiden als auch vulnerable Gruppen gezielt zu entlasten, flossen sowohl klimatische (human-bioklimatische Belastungssituation) als auch nichtklimatische Kriterien (Flächennutzung, insbesondere soziale Infrastrukturen, Orte des täglichen Bedarfs und Orte der Arbeit, demographische Faktoren und die subjektive Wahrnehmung von Hitzestress von Befragten) in die Beurteilung ein.

Für die Tagsituation (siehe Abbildung 1) bieten Gebiete mit hoher Wärmebelastung unter dem Szenario eines starken Klimawandels (RCP 8.5) die Grundlage. In diesen Gebieten wurden im Anschluss soziale Infrastrukturen, Orte des täglichen Bedarfs und Stadtviertel mit hoher gesellschaftlicher Vulnerabilität hervorgehoben. Zusätzlich wurden, unabhängig von der Klimamodellierung, Orte, die während der Befragung im Sommer 2021 von der Bevölkerung als Orte mit hohem wahrgenommenen Hitzestress identifiziert wurden, in die zweite Hotspotkategorie mit aufgenommen. Diese Gebiete wurden dann wiederum darauf untersucht, welche von ihnen selbst im Falle eines schwachen Klimawandels (RCP 2.6) eine hohe Wärmebelastung aufweisen würden.

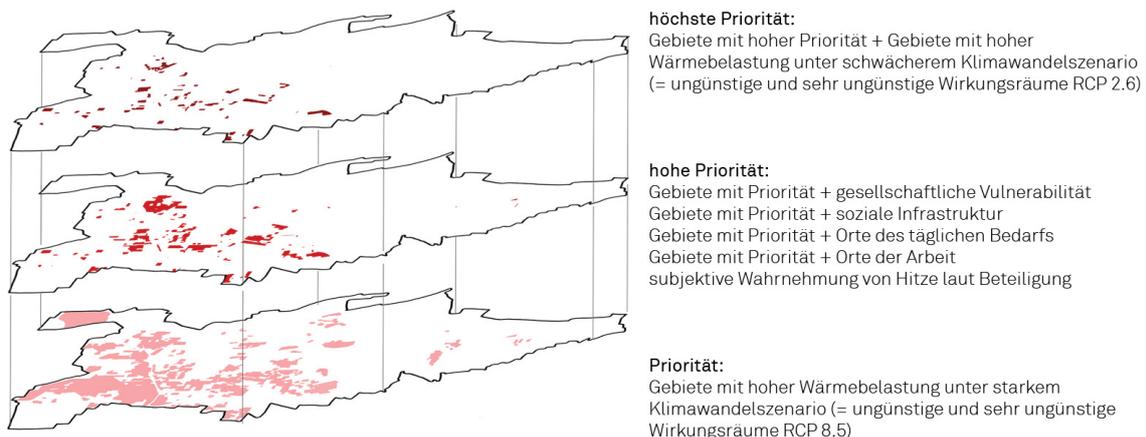


Abbildung 1: Vorgehen Hotspotanalyse Tag

Die Hotspotanalyse der Nacht (siehe Abbildung 2) nimmt dagegen nur die Gebiete mit hoher Wärmebelastung unter dem Szenario eines starken Klimawandels (RCP 8.5) und mit Wohnnutzung als Grundlage, da sich die überwiegende Anzahl der Bevölkerung nachts zuhause aufhält. Die zweite Hotspotkategorie bilden Orte in diesen Gebieten, die entweder eine hohe gesellschaftliche Vulnerabilität oder auch unter schwachem Klimawandel (RCP 2.6) eine hohe Wärmebelastung

aufweisen. Im letzten Schritt wurden diese beiden Gebiete verschnitten und untersucht, welche Gebiete sowohl eine hohe Exposition als auch eine hohe Vulnerabilität aufweisen.

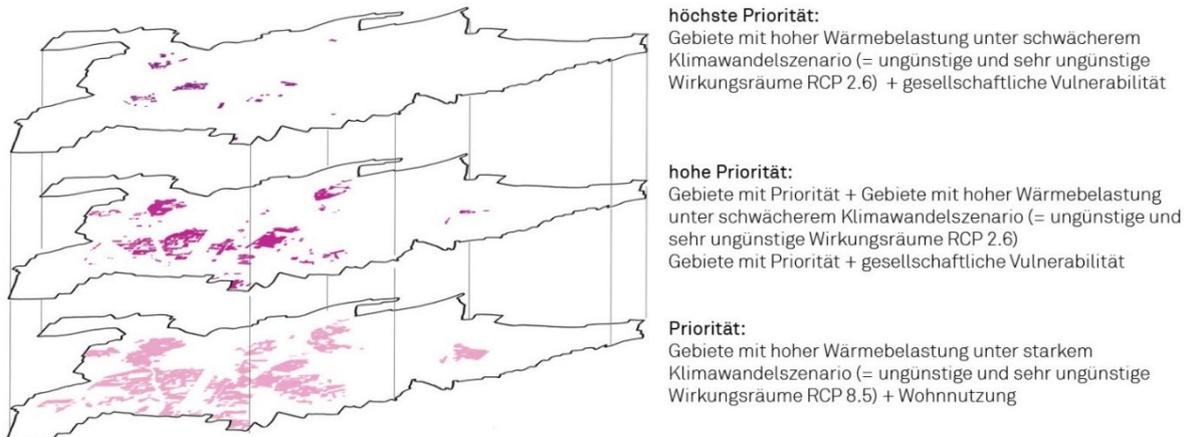


Abbildung 2: Vorgehen Hotspotanalyse Nacht

Schritt 1: Exposition - Klimatische Belastung RCP 8.5

Grundlage der Betrachtung bilden zunächst die Gebiete, in denen Handlungsansätze zur Verbesserung der bioklimatischen Situation notwendig sind (Gebiete mit den Kategorien „ungünstig“ und „sehr ungünstig“ in den klimatischen Bewertungskarten RCP 8.5 Tag sowie Nacht).

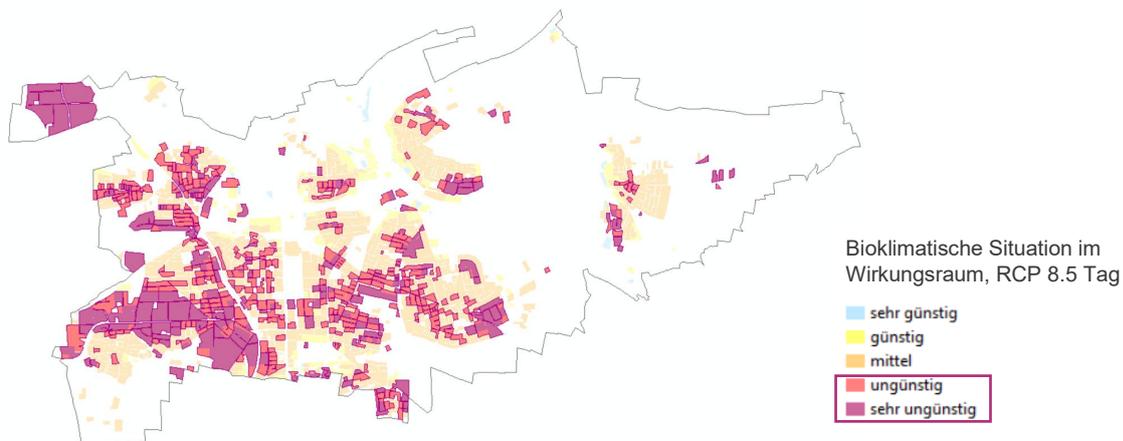


Abbildung 3: Bioklimatische Situation im Wirkungsraum, RCP 8.5 Tag

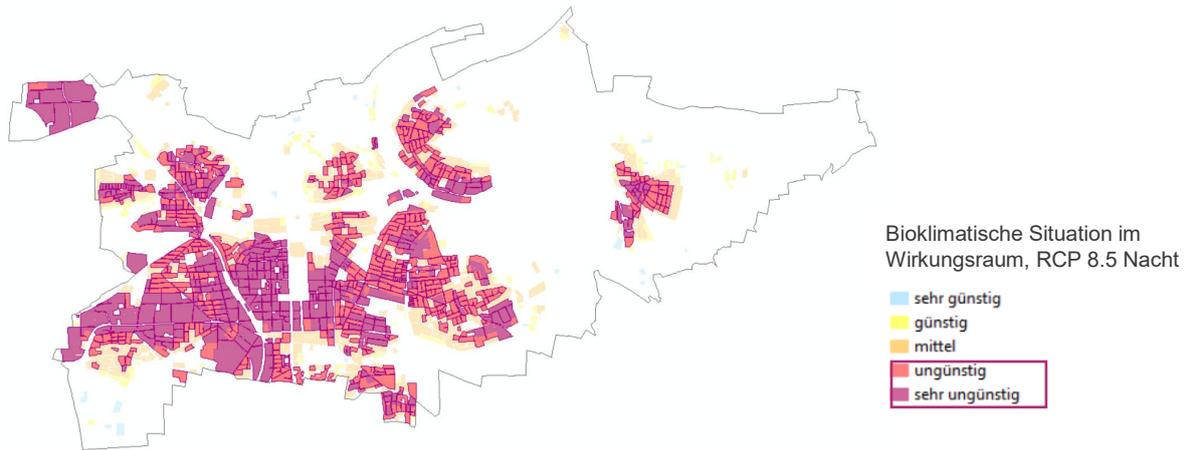


Abbildung 4: Bioklimatische Situation im Wirkungsraum, RCP 8.5 Nacht

Schritt 2: Flächennutzung

Die Vulnerabilitätsanalyse dient dazu, diejenigen Bereiche in Ludwigshafen zu identifizieren, in denen die Wärmebelastung und die Vulnerabilität der Bevölkerung besonders hoch sind und die Umsetzung von hitzemindernden Maßnahmen zeitlich prioritär ist. Zur Bestimmung der Flächennutzungen innerhalb der belasteten Wirkungsräume werden Daten des Amtlichen Liegenschaftskataster Informationssystem ALKIS Baden-Württembergs mit Geodaten der Stadtverwaltung sowie Satellitenbildern verglichen. Während einer Ortsbesichtigung konnten weitere Unstimmigkeiten geklärt werden. Zudem diente die Rücksprache mit den Mitarbeiter:innen der Stadt Ludwigshafen dazu, die Ergebnisse zu sichern. Zunächst wurde sich auf die verschiedenen Funktionen der Stadt für den Menschen (Wohnen, Zusammenleben, Arbeiten, Versorgung, Mobilität, Erholung und Bildung) konzentriert, es zeigte sich jedoch schnell, dass eine weitere Ausdifferenzierung sinnvoll war. Basierend auf den Eingangsdaten und dem Ziel, den Alltag der Menschen mit einer Bandbreite an Handlungen widerspiegeln zu können wurden, und gleichzeitig eine angebrachte Ebene der Abstraktion beizubehalten, werden folgende Kategorien gewählt (siehe Abbildung 6):

- Wohngebiete
- Betreutes Wohnen (Senioren- und Pflegeheime)
- Vorrangig Industrie-, Gewerbe- und Büronutzung
- Mischgebiet mit Fokus Wohnen und Arbeiten
- Verwaltungsgebäude
- Einkaufsmöglichkeiten
- Mischgebiet mit Fokus Wohnen und Einkaufen
- Soziale Einrichtungen wie Kindergärten, Kirchengemeinden und sonstige Gemeinbedarfseinrichtungen
- Bildungseinrichtungen
- Krankenhäuser
- Freizeiteinrichtungen
- Bahnhöfe
- Grünflächen
- Öffentliche Plätze

Die Kategorien Mischgebiete mit Fokus Wohnen und Arbeiten oder Wohnen und Einkaufen weisen tagsüber auf eine heterogene Nutzung hin (z.B. Einzelhandel im Erdgeschoss und Wohnnutzung in den

darüber liegenden Geschossen), werden in der Karte zur Nacht (siehe Abbildung 7) jedoch nur als Wohnnutzung dargestellt.

Es wurde sich weiterhin dazu entschieden, einzelne Kategorien nicht sofort zusammenzufassen, wie zum Beispiel Einrichtungen des Gemeinbedarfs, wie Schulen und Kirchen sowie sonstigen kirchlichen, sozialen, gesundheitlichen und kulturellen Zwecken dienende Gebäuden und Flächen für Sport- und Spielanlagen (§5 Abs. 2 Nr. 2 BauGB) oder Nahversorgung im weiteren Sinne, sondern zunächst getrennt darzustellen. Dies ermöglicht in zukünftigen Schritten weiterhin eine Betrachtung nach verschiedenen (vulnerablen) Zielgruppen oder Nutzungszwecken. Ebenso mögen davon abhängig unterschiedliche Maßnahmen zur Anpassung an Hitze oder die Reduzierung von Vulnerabilität angebracht sein.

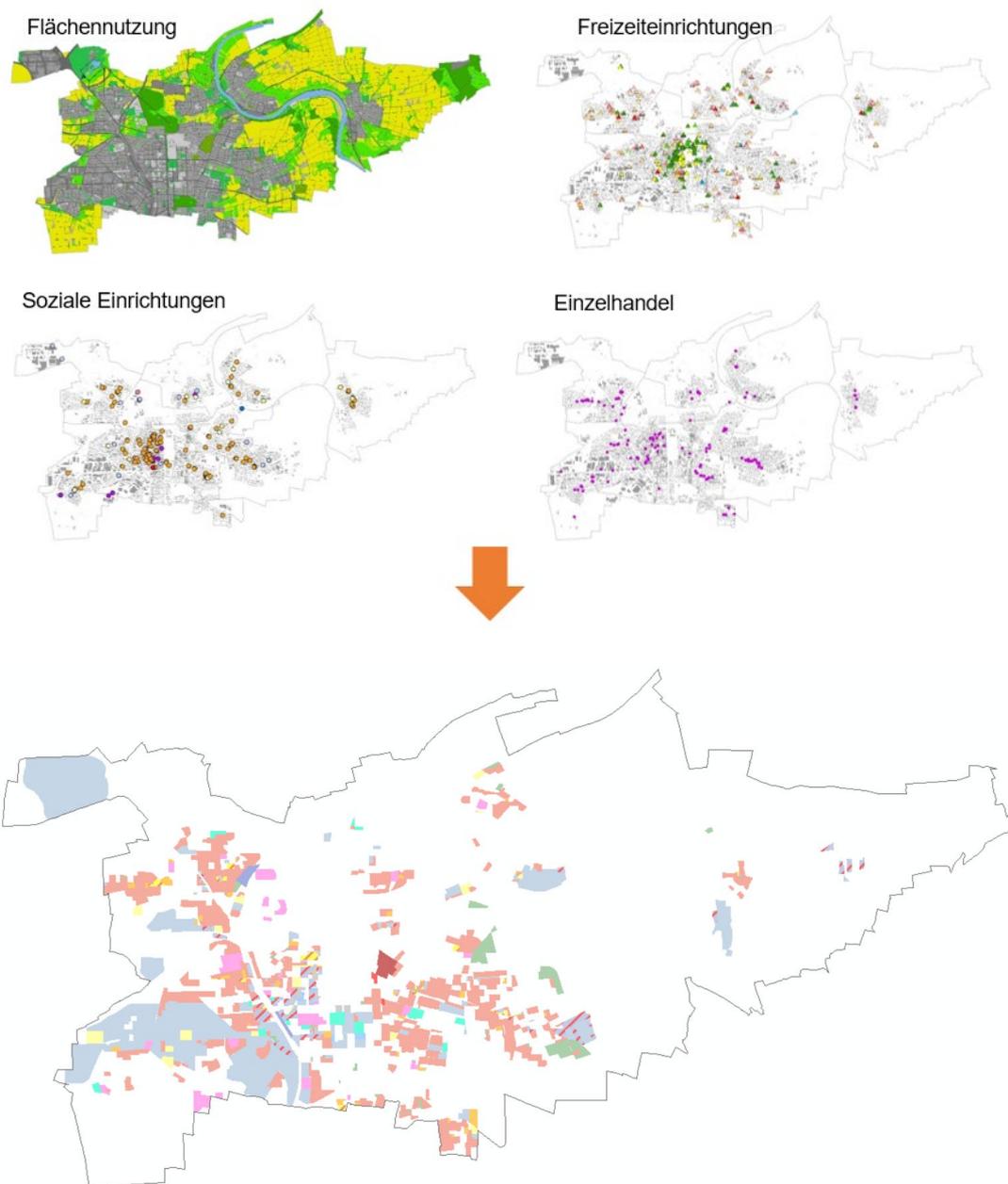




Abbildung 5: Flächennutzung in den belasteten Wirkungsräumen am Tag

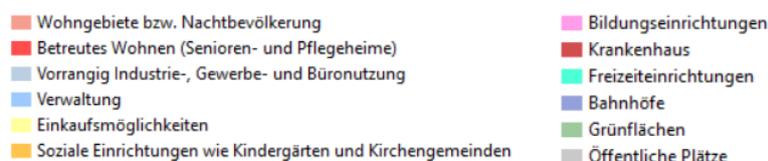
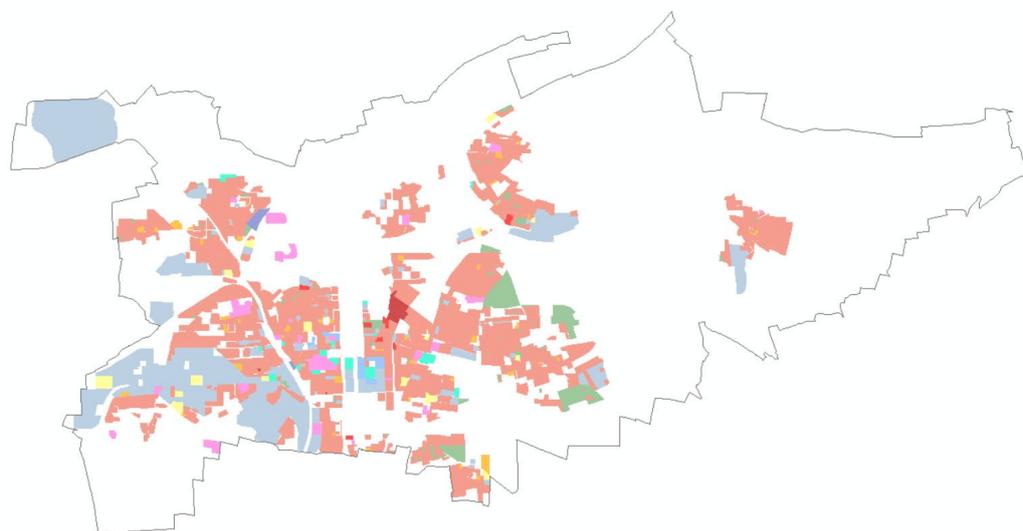


Abbildung 6: Flächennutzung in den belasteten Wirkungsräumen in der Nacht

Schritt 3: Gesellschaftliche Vulnerabilität

Um die gesellschaftliche Vulnerabilität im Sinne der Verteilung vulnerabler Gruppen im Stadtgebiet in der Hotspotanalyse zu berücksichtigen, wurden Daten zum Anteil der älteren Bevölkerung (über 65-Jahre) und Empfänger:innen von Transferleistungen (SGB II) herangezogen. Dazu wurden die Ergebnisse der Vulnerabilitätsszenarien aus ZURES I benutzt und sich nach Absprache mit der Stadtverwaltung auf das Szenario geeignet, welches eine starke Kontinuität der bisherigen Trends und Strukturen annehmen. Dazu werden neben der Fortschreibung aktueller Entwicklungen potentielle Entwicklungsflächen mit Wohnraum mitgedacht. Die Alterung setzt an der Basisszenarioberechnung an und benutzt diese jeweils für den neuen Wohnraum. Die Zahl der SGB II-Empfänger:innen wächst moderat und jeweils 10 – 20% des neuen Stadtgebiets wird als Sozialwohnungen angenommen. Für die Hotspotanalyse wurden die Top 10 der Stadtteile mit höchster Vulnerabilität ausgewählt und mit den Flächen der Wärmebelastung verschnitten (siehe Abbildung 8, Abbildung 9).

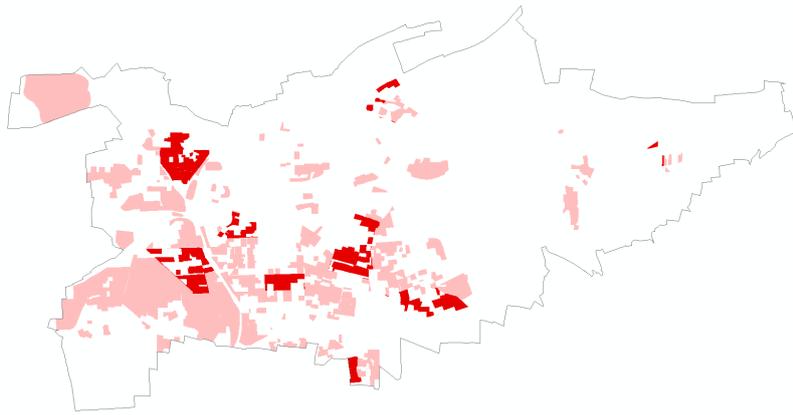


Abbildung 7: Gesellschaftliche Vulnerabilität Tag

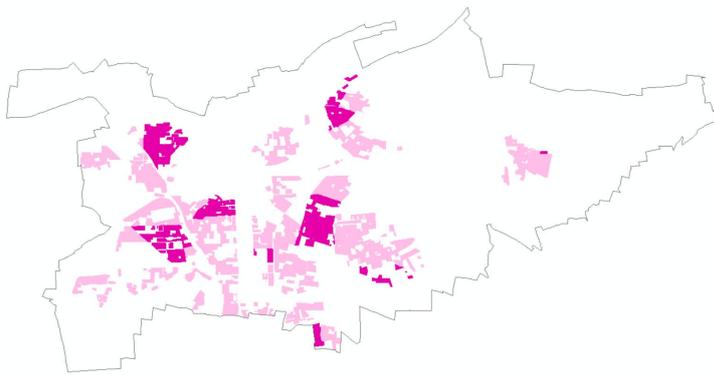


Abbildung 8: Gesellschaftliche Vulnerabilität Nacht

Schritt 4: Subjektive Wahrnehmung

Die subjektive Wahrnehmung von hitzebelasteten Orten der Bevölkerung geht als eine weitere Komponente in die Hotspotanalyse mit ein (siehe Abbildung 10). Hierzu wurde im Sommer 2021 eine webGIS-basierte Onlineumfrage durchgeführt, bei der Teilnehmende unter anderem die von ihnen als heiß empfundenen Orte in Ludwigsburg räumlich verorten konnten. Hierbei nannten die Befragten eine Vielzahl von individuellen Orten, größere Gebiete und bestimmte Strecken im ganzen Stadtgebiet. Die Nennungen werden zunächst überlagert und dann aggregiert. In die Hotspotanalyse gehen die Flächen mit ein, die von mindestens 25% der Teilnehmenden eingezeichnet wurden.

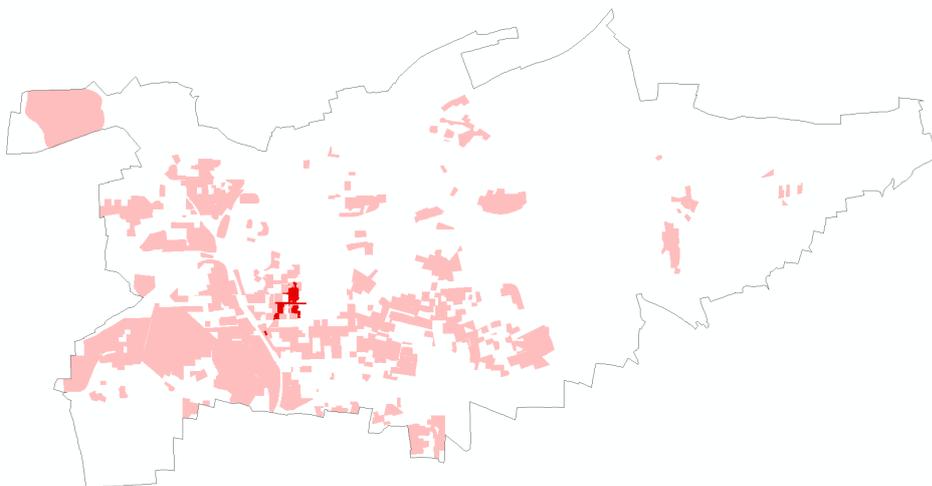


Abbildung 9: Subjektive Wahrnehmung von Hitze (min. 25% der Beantwortungen)

Schritt 5: Exposition – Klimatische Belastung RCP 2.6

Die klimatische Belastung unter dem Klimawandelszenario RCP 2.6 ist sowohl für die Handlungsräume mit hoher Priorität in der Nacht als auch für die mit höchster Priorität am Tag relevant. Hierzu werden die Flächen mit den Kategorien ungünstig und sehr ungünstige humanbioklimatische Situation laut den Bewertungskarten herangezogen. So können eben jene Orte besonders hervorgehoben werden, an denen selbst bei einem schwachen Klimawandel Anpassungsmaßnahmen umgesetzt werden müssen.

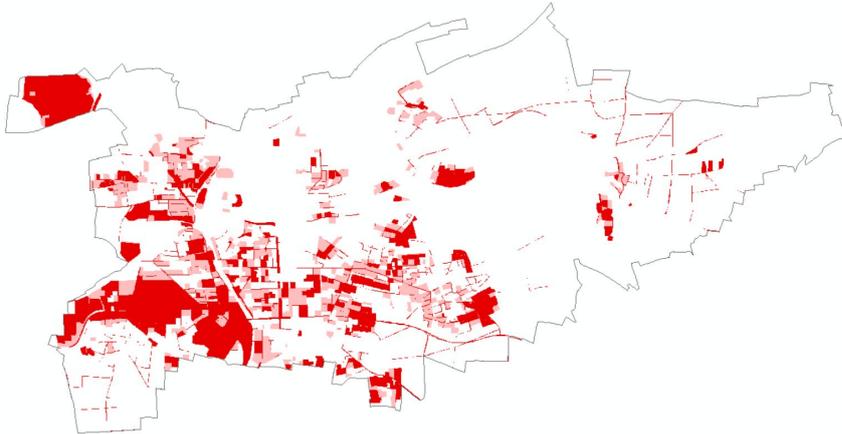


Abbildung 10: ungünstige und sehr ungünstige humanbioklimatische Situation RCP 2.6 Tag

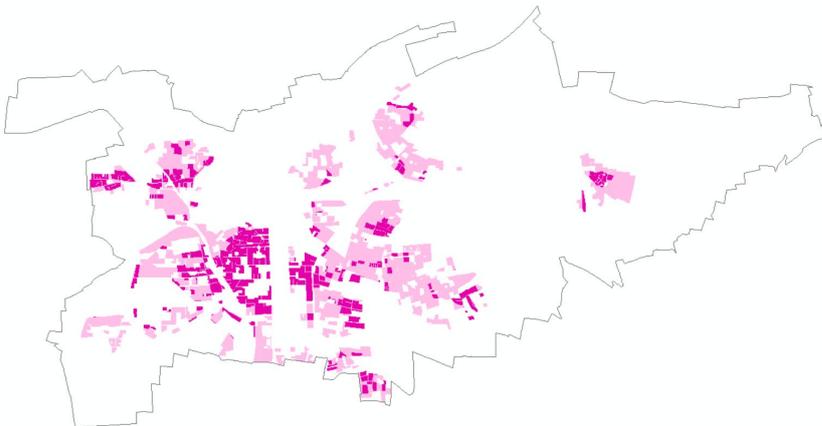


Abbildung 11: ungünstige und sehr ungünstige humanbioklimatische Situation RCP 2.6 Nacht

Governance Analyse

Wie schon in ZURES I ist Ziel der Governance Analyse, städtisches Verwaltungshandeln im Themenfeld Hitzeanpassung und klimaresiliente Stadtentwicklung zu bewerten. Das Ergebnis hilft zu beurteilen, inwieweit die Prinzipien einer Good Governance zur Verringerung von Vulnerabilitäten und Erhöhung der Resilienz vor dem Hintergrund sich verändernder sozialökologischer Prozesse erfüllt und wo Handlungsbedarf besteht.

Für die Bewertung des Governance-Prozesses wurde das in ZURES I entwickelte Indikatorensystem verwendet, das sich an die aus der Betriebswirtschaft bekannte Balanced Scorecard anlehnt. Es bietet den mit dem Themenfeld Hitze in der Stadt befassten kommunalen Akteuren in der Stadtverwaltung die Möglichkeit, ihr Handeln einzuschätzen, zu dokumentieren und zu steuern. Der Indikatorensatz umfasst prozedurale als auch methodische Aspekte, die sowohl allgemein anwendbar als auch speziell auf das Thema Hitze zugeschnitten sind. Die Qualität des Prozesses wurde anhand von 13 Kategorien

bewertet und mittels der Kennzeichnung in einem Ampelsystem visualisiert. Der niedrigste Erreichungsgrad wird dabei in roter Farbe dargestellt, der höchste, der gleichzeitig einen optimalen Zielzustand repräsentiert, in blauer Farbe. Dazwischen gliedern sich abgestufte Erreichungsgrade, die in orange, gelb und grün dargestellt werden.

Formulierung raumspezifischer und szenariobasierter Ziele zur Klimaresilienz auf der gesamtstädtischen Ebene

Der Zielentwicklungsprozess beruhte stets auf einer intensiven inter- und transdisziplinären Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Wissenschaftler:innen und Praxismitarbeiter:innen der Stadtverwaltung in Ludwigsburg, die aufgrund des normativen Charakters der Ziele elementar war. In Folge der intensiven Zusammenarbeit war der Zielentwicklungsprozess durch mehrere Entwicklungs- und Überarbeitungsschleifen geprägt (siehe Abbildung 13). Einen wesentlichen Meilenstein der transdisziplinären Zusammenarbeit stellte der Fachworkshop mit Mitarbeiter:innen aller relevanter Fachbereiche dar, indem ein entwickelter Entwurf eines Zielkatalogs in einer intensiven Diskussion aus Perspektive der Planungspraxis überprüft und gemeinsam weiterentwickelt wurde.

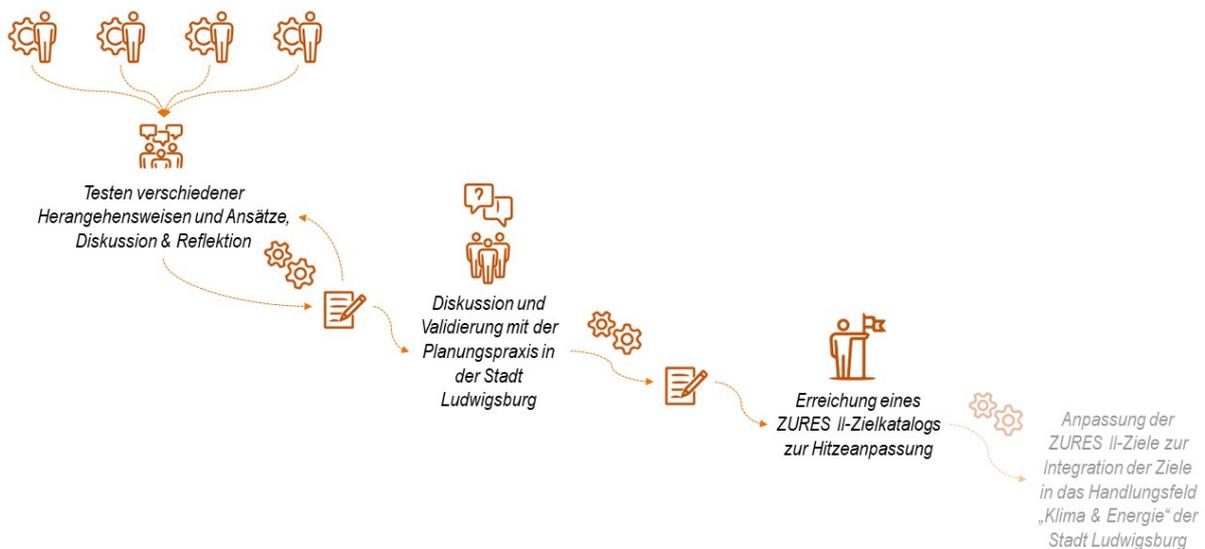


Abbildung 12: Schematischer Zielentwicklungsprozess, eigene Darstellung

Während der Zielentwicklung verwendet das Projekt-Konsortium verschiedene konzeptionelle, methodische und praxisbezogene Ansätze, die zu verschiedenen Formen von Entwürfen und Zwischenergebnissen geführt haben (siehe Abbildung 17). Eines der Zwischenergebnisse bildet die Grundlage des Fachworkshops vom 20.10.2021 (siehe Kapitel 27).

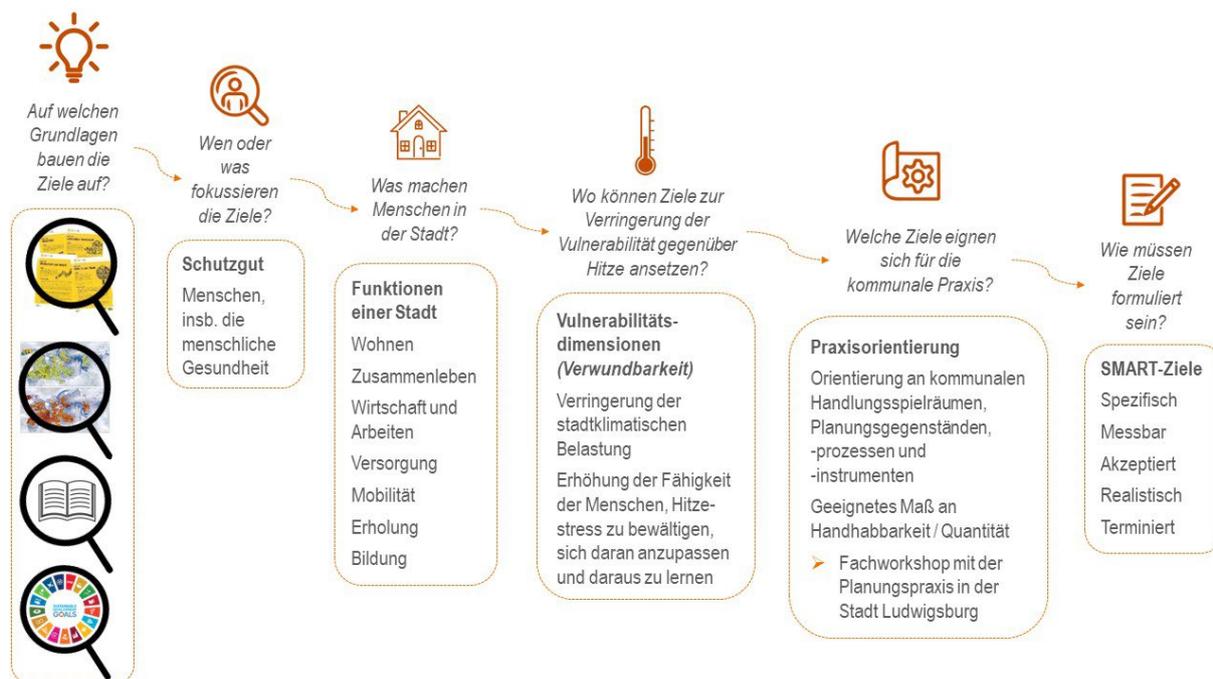


Abbildung 13: Zusammenbringen verschiedener ausgewählter Ansätze zur Entwicklung und Formulierung der Hitzeanpassungsziele, eigene Darstellung

Dokumentenanalyse

Interviews mit Vertreter:innen der Stadtverwaltung Ludwigsburg während ZURES I ließen darauf schließen, dass eine Anpassung an Hitzestress bisher nur in wenigen Fällen explizit Gegenstand der ämterübergreifenden Zusammenarbeit sei. Diese konzentrierte sich zudem weitestgehend auf bauliche Maßnahmen und noch zu selten auf eine Bewusstseinsbildung der Bevölkerung. Aus den Gesprächen ließ sich weiterhin der konkrete Wunsch ablesen, Klimaschutz und Klimaanpassung integrierter zu denken und die vorhandene Zusammenarbeit auszubauen. Potentielle Anknüpfungspunkte hierzu lassen sich bereits bei der zentralen Koordination zum Thema Klimaanpassung finden, welche in der Stabstelle Klima, Energie und Europa angesiedelt ist. Außerdem ordnet das Klimaanpassungskonzept (KliK) den verschiedenen Fachbereichen zwar recht klare Verantwortlichkeiten für unterschiedliche Klimaanpassungsmaßnahmen zu, die Umsetzung ist jedoch noch abstrakt (Stadt Ludwigsburg 2016).

Um aktuelle Verantwortlichkeiten und Ziele der Stadt Ludwigsburg zu beleuchten, wurde eine Dokumentenanalyse der aktuellen Masterpläne durchgeführt. Diese verdeutlicht den aktuellen Stand der Leitsätze und strategischen Ziele der einzelnen Handlungsfelder, zeigt auf, in welchen dieser Handlungsfeldern Klimaanpassung bisher und in welchem Ausmaß eine Rolle spielt und lässt außerdem potentielle Synergien zu weiteren Maßnahmen der Stadtentwicklung erkennen. Die Masterpläne sind im kommunalen Steuerungs- und Informationssystem (KSIS) frei zugänglich und umfassen die folgenden Masterpläne:

1. Attraktives Wohnen
2. Kulturelles Leben
3. Wirtschaft und Arbeit
4. Vitale Stadtteile
5. Lebendige Innenstadt
6. Zusammenleben von Generationen und Kulturen
7. Grün in der Stadt
8. Mobilität

- 9. Bildung und Betreuung
- 10. Sport und Gesundheit
- 11. Klima und Energie

Die dort festgelegten Leitsätze und strategischen Ziele wurden bezüglich ihrer bisherigen Zielformulierungen als Beitrag zu einer resilienten und klimaangepassten Stadtentwicklung bewertet. Dies geschah zum einen nach ihrer Ausdrücklichkeit: werden Aspekte der Klimaanpassung explizit genannt oder stehen Ziele nur implizit im Zusammenhang und bieten potenzielle Anknüpfungspunkte. Zum anderen wurde nach Art der Zielformulierungen unterschieden: beziehen diese sich auf baulich-physische, strukturelle, soziale, politisch-administrative oder symbolische Veränderungen. Weiterhin wurde festgestellt, inwiefern sich die Ziele bereits operationalisierbar und durch konkret messbare Ergebnisse überprüfen lassen oder ob sie vielmehr qualitative Aussagen treffen.

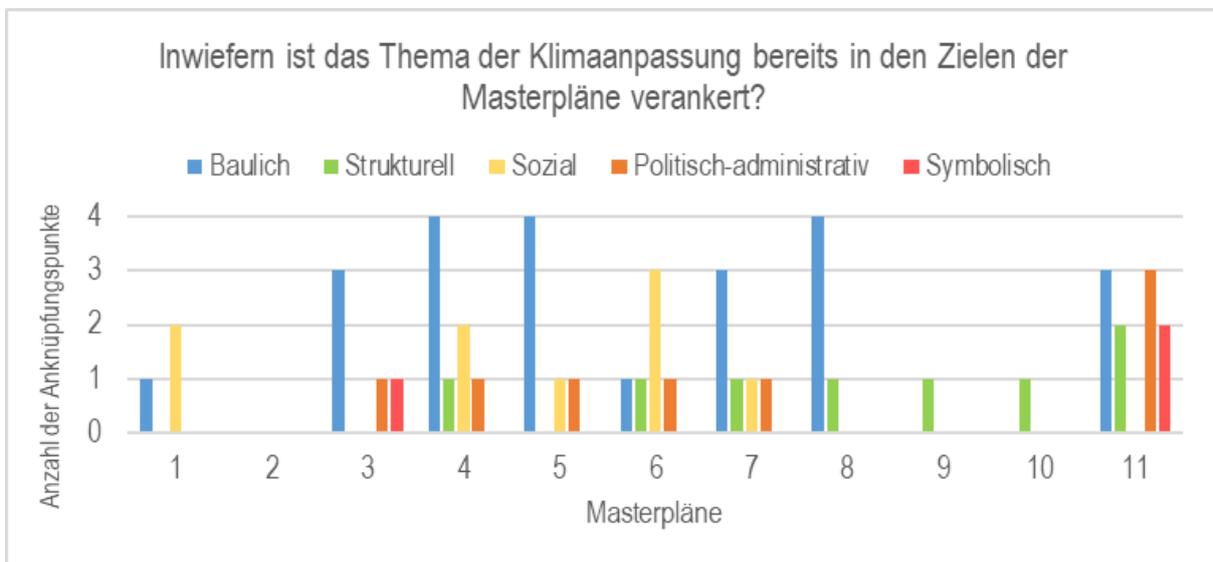


Abbildung 14 Anknüpfungspunkte für Klimaanpassung in den Masterplänen der Stadt Ludwigsburg

Klimatische Modellierungen, erweiterte Vulnerabilitätsanalyse und Handlungsprioritäten

Die im Rahmen des Projekts durchgeführten klimatischen Modellierungen, erweiterte Vulnerabilitätsanalyse und Identifikation der Handlungsprioritäten dienen ebenso wie die Ergebnisse der Dokumentenanalyse als Grundlage für die Hitzeanpassungsziele.

SMART-Ansatz

Die Formulierung der Hitzeanpassungsziele wird mithilfe der SMART-Methode durchgeführt. Bei der SMART-Technik dienen folgende Fragestellungen als Hilfestellung:

- S** Spezifisch konkret: Ist das Ziel konkret formuliert?
- M** Messbar: Kann man objektiv erkennen, ob das Ziel erreicht ist? Gibt es Messzahlen/Kenngrößen?
- A** Aktiv beeinflussbar: Kann die Zielerreichung von den Projektmitgliedern beeinflusst werden?
- R** Realistisch: Ist das Ziel anspruchsvoll, aber auch erreichbar?
- T** Terminiert: Sind die Termine klar festgelegt?

Fachworkshop mit Vertreter:innen der Stadtverwaltung

Am 20.10.2021 wurden die Zwischenergebnisse der Hitzeanpassungsziele in einem zweistündigen Fachworkshop mit einer interdisziplinären Gruppe aus städtischen Mitarbeiter:innen diskutiert und validiert. Ziel des Workshops war die Überprüfung der (Alltags-)Eignung des entwickelten Zielkatalogs zur Hitzeanpassung. Das anvisierte Ergebnis war ein gemeinsam abgestimmter gesamtstädtischer Zielkatalog zur Hitzeanpassung.

Der Ablauf des Fachworkshops sah eine Einführung in das ZURES-Projekt sowie in die Thematik der Klima- und Hitzeanpassung vor. Allgemeine Rückfragen der Teilnehmenden zum Projekt und Verständnisfragen zu den zur Diskussion stehenden Zielen wurden im Plenum beantwortet. Anschließend folgte eine tiefe gehende Diskussion und Überprüfung der Ziele in drei interdisziplinär zusammengestellten Kleingruppen. Die Diskussionen innerhalb der Kleingruppen wurden durch ein Arbeitsposter (siehe Abbildung 16) sowie einen individuellen Validierungsbogen (siehe Abbildung 17) begleitet. Der Validierungsbogen fokussierte die 1) Plausibilität, 2) Anwendbarkeit im persönlichen Arbeitsalltag und 3) Mess-/Überprüfbarkeit der vorgeschlagenen Ziele.

ZURES II Workshop „Zielkatalog zur Hitzeanpassung – wo entwickelt sich Ludwigsburg hin?“, 20.10.2021		ZURES II
Zielkatalog zur Hitzeanpassung in Ludwigsburg		
	Diese Aspekte sind angemessen berücksichtigt und sind unbedingt beizubehalten:	Diese Aspekte sind nicht angemessen berücksichtigt und/oder fehlen:
<p>Leitsatz Klimaanpassung: Die Stadt Ludwigsburg ist im Jahr 2035 eine lebenswerte, zukunftsfähige und klimagerechte Stadt, die allen Menschen ermöglicht, ihren Alltag mit den Klimaveränderungen selbstbestimmt und unter gesunden Lebensbedingungen zu gestalten.</p>		
<p>Alle Menschen wohnen, leben, arbeiten und bewegen sich im Jahr 2035 ohne Hitzestress in Ludwigsburg.</p>		
<p>Im Jahr 2035 gibt es keine sehr ungünstigen humanbioklimatischen Situationen mehr in bewohnten Gebieten.</p>		
<p>Im Jahr 2035 gibt es keine sehr ungünstigen humanbioklimatischen Situationen mehr auf häufig frequentierten Straßen, Wegen und Plätzen.</p>		
<p>Öffentliche Grün- und Freiflächen mit einer hohen Aufenthaltsqualität sind für alle Menschen fußläufig und barrierefrei in max. 300 m erreichbar.</p>		
<p>Die Klimafunktion aller Grünflächen mit mindestens „hoher Bedeutung“ bleibt erhalten, auch im Falle einer baulichen Entwicklung.</p>		
<p>Ab 2027 werden bauliche Vorhaben, die besonders vulnerable Bevölkerungsgruppen betreffen, so gestaltet, dass die humanbioklimatische Situation dort tags und nachts günstig oder besser ist. Zudem werden sämtliche Bauvorhaben in dessen Umfeld so gestaltet, dass sich die humanbioklimatische Situation für die besonders vulnerablen Bevölkerungsgruppen nicht verschlechtert.</p>		
<p>Im Jahr 2035 sind soziale Infrastruktureinrichtungen im Bestand an Hitze angepasst, insbesondere Einrichtungen in Gebieten mit einer sehr ungünstigen humanbioklimatischen Situation.</p>		
<p>Im Jahr 2027 sind alle Menschen und Institutionen in Ludwigsburg über die Risiken durch Hitze informiert und werden unterstützt, sich an Hitzestress anzupassen.</p>		
<p>Im Jahr 2027 gibt es eine etablierte und zielgruppenspezifische Kommunikationsstrategie, die die Stadtbevölkerung vor Hitzewellen warnt und Informationen zum Eigenschutz verbreitet.</p>		
<p>Die Entscheidungstragenden in relevanten Bereichen wie Politik, Verwaltung, Bildung, Betreuung, Gesundheit und Arbeit sind im Jahr 2027 über die Risiken durch Hitze für ihren Zuständigkeitsbereich informiert und kennen Maßnahmen, die zur Abmilderung ergriffen werden können.</p>		
<p>Im Jahr 2027 haben alle Menschen Zugang zu bedarfsgerechten Angeboten, die der sozialen Versorgung der Bevölkerung dienen, strukturellen sozialen Benachteiligungen entgegenwirken, die Chancengleichheit fördern und somit die Ludwigsburger:innen unterstützen/befähigen, sich an Hitze anpassen zu können.</p>		

Abbildung 15: Poster als Arbeitsgrundlage für die Kleingruppendiskussionen, eigene Darstellung

ZURES II Workshop „Zielkatalog zur Hitzeanpassung, wo entwickelt sich Ludwigsburg hin?“, 20.10.2021 – Validierungsbogen

ZURES II

Ziele	(Bedingte) Zustimmung oder Ablehnung			Wenn bedingte Zustimmung, dann unter der folgenden Prämisse und/oder Anpassung:	Weitere Anmerkungen zur 1) Plausibilität, 2) Anwendbarkeit im persönlichen Arbeitsalltag und 3) Mess-/Überprüfbarkeit
Leitsatz Klimaanpassung Die Stadt Ludwigsburg ist im Jahr 2035 eine lebenswerte, zukunftsfähige und klimagerechte Stadt, die allen Menschen ermöglicht, ihren Alltag mit den Klimaveränderungen selbstbestimmt und unter gesunden Lebensbedingungen zu gestalten.					
Alle Menschen wohnen, leben, arbeiten und bewegen sich im Jahr 2035 ohne Hitzestress in Ludwigsburg.					
Im Jahr 2035 gibt es keine sehr ungünstigen humanbioklimatischen Situationen mehr in bewohnten Gebieten.					
Im Jahr 2035 gibt es keine sehr ungünstigen humanbioklimatischen Situationen mehr auf häufig frequentierten Straßen, Wegen und Plätzen.					
Öffentliche Grün- und Freiflächen mit einer hohen Aufenthaltsqualität sind für alle Menschen fußläufig und barrierefrei in max. 300 m erreichbar.					
Die Klimafunktion aller Grünflächen mit mindestens „hoher Bedeutung“ bleibt erhalten, auch im Falle einer baulichen Entwicklung.					

Abbildung 16: Zweiseitiger Validierungsbogen, eigene Darstellung

Sowohl die beschrifteten Gruppenposter (n = 3) als auch die ausgefüllten individuellen Validierungsbogen (n = 9) wurden qualitativ ausgewertet. Auf eine quantitative Auswertung der Validierungsbogen wird aufgrund deren geringeren Nutzung verzichtet. Die qualitative Auswertung orientierte sich an der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2010). Diese Methode wird überwiegend in der Sozialforschung angewendet und setzt sich zum Ziel, erhobenes Material systematisch zu verstehen und anschließend interpretieren zu können. Dabei wird die Inhaltsanalyse eng an den konkreten Untersuchungsgegenstand und die Fragestellung angepasst. Dadurch kann man Codes bilden, entlang derer das Informationsmaterial gesichtet werden kann. Nach Mayring (2010) sind mehrere Analyse- und Codierebenen vorgesehen, jedoch wurde in dieser Untersuchung dieser Schritt reduziert, da die verwendeten Validierungsbogen und Arbeitsposter größtenteils induktiv Kontext- und Auswertungseinheiten vorgeben. Es ergaben sich folgende induktiv gebildeten Codes:

- Struktur/Aufbau
- Formulierung
- Inhaltlicher Fokus
- Räumlicher Fokus
- Zeitlicher Fokus
- Messbarkeit/Überprüfbarkeit
- Ergänzungen
- Realistische Zielsetzung
- Verknüpfung mit anderen Planungsinstrumenten
- Konflikte
- Weiteres

Im Anschluss an die Auswertung des Materials mithilfe der Codes folgte die Interpretation. Mayring (2010) unterscheidet dabei zwischen der Zusammenfassung, Explikation und Strukturierung. In dieser Untersuchung wurde die strukturierende Interpretation des Materials angewendet, mithilfe derer nach vorher festgelegten Kriterien oder Indikatoren Passagen aus dem Material herausgefiltert werden, um einen Querschnitt des Materials erstellen zu können.

Auswahl geeigneter Maßnahmen und Messung ihrer Wirksamkeit

Maßnahmen sind im Allgemeinen Handlungen oder Regelungen mit einem bestimmten Wirkungsziel. In der Planungspraxis gibt es jedoch keine einfache, disziplinen- und ressortübergreifende Definition des Begriffs Maßnahme, sodass das Begriffsverständnis kontextspezifischen Interpretationen entsprechend spezifischen Zielen im entsprechenden Geltungsbereich unterliegt (Umweltbundesamt 2011).

- *Das Maßnahmenverständnis im ZURES II-Projekt folgt einem wirkungs- bzw. outcome-orientierten Verständnis; Maßnahmen sind nicht unmittelbar mit Umsetzungsinstrumenten verknüpft. In der Hierarchie der strategischen Planung liegen die Maßnahmen im Sinne des ZURES II-Verständnisses unterhalb der langfristigen strategischen Ebene und oberhalb der durchführungsbezogenen, operativen Ebene. Letzteres beschreibt im Sinne des ZURES II-Verständnisses „Aufgaben“.*

Somit übernimmt das ZURES II-Verständnis die im Klik-System der Stadt Ludwigsburg verwendeten Begriffe.

Die Entwicklung gesamtstädtischer Maßnahmen zur Hitzeanpassung ist eng verknüpft mit den für die Stadt Ludwigsburg entwickelten Zielen und baut in weiten Teilen auf Ergebnissen des ZURES I-Projekts auf, darunter z. B. klimatische Modellierungen und Vulnerabilitätsanalysen, die Handlungsbedarfe und -prioritäten identifizieren und verorten.

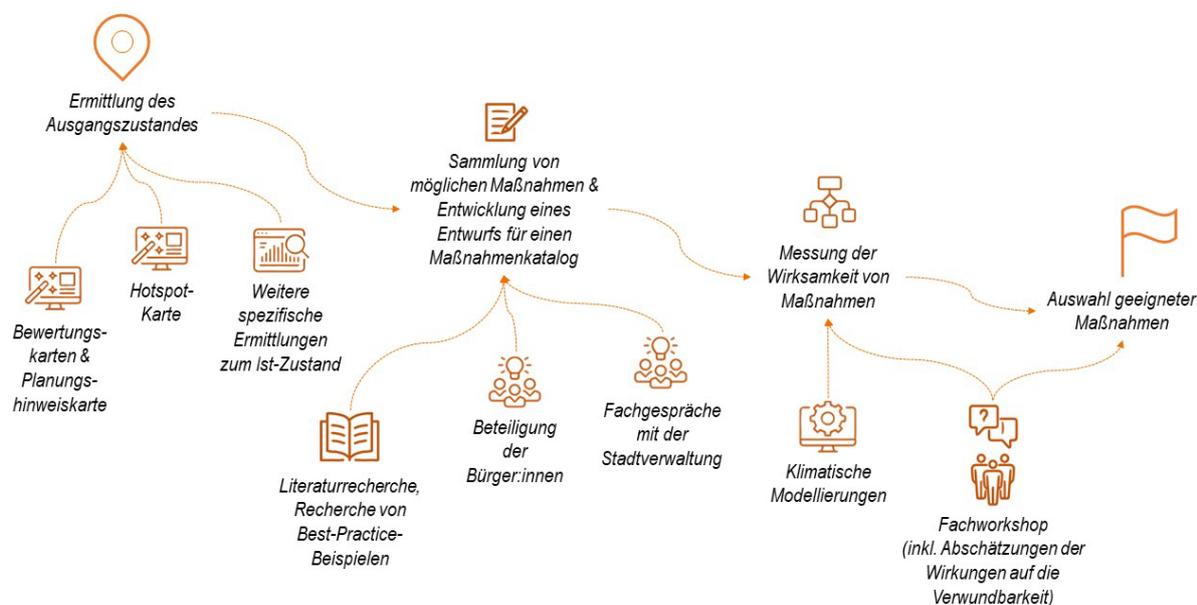


Abbildung 17: Schematische Darstellung der Vorgehensweise, eigene Darstellung

Zur Entwicklung von gesamtstädtischen Maßnahmen und deren klimatischen Modellierung bzw. Wirkungsabschätzung werden verschiedene methodische Vorgehensweisen angewendet, die im Nachfolgenden erläutert werden.

Online-Befragung der Bürger:innen hinsichtlich ihrer Akzeptanz von ausgewählten Maßnahmen und zur Erhebung von Maßnahmenvorschlägen

Im Sommer 2020 wurde eine Online-Befragung zur subjektiven Wahrnehmung von Hitzestress durchgeführt, die neben der Verortung von als heiß empfundenen Orten auch zur Ableitung von Maßnahmen diente. Die 332 Teilnehmenden wurden einerseits danach befragt, wie sinnvoll sie die vom ZURES-Team vorgeschlagenen Maßnahmen einschätzen, und andererseits bestand die Möglichkeit, in einem offenen Textfeld weitere Maßnahmen vorzuschlagen. Darüber hinaus wurden im Rahmen der Online-Befragung als heiß und als kühl empfundene Orte erhoben sowie den Teilnehmenden die Möglichkeit gegeben, für diese Orte konkrete Verbesserungsvorschläge zu nennen.

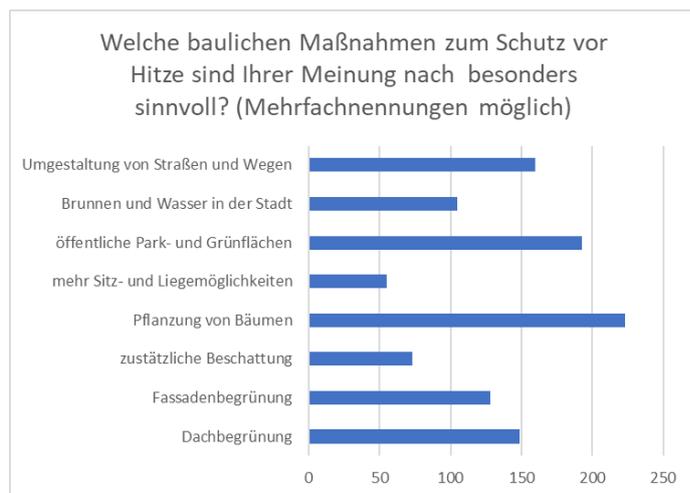


Abbildung 18 Antworten bezüglich dem Wunsch nach baulichen Maßnahmen

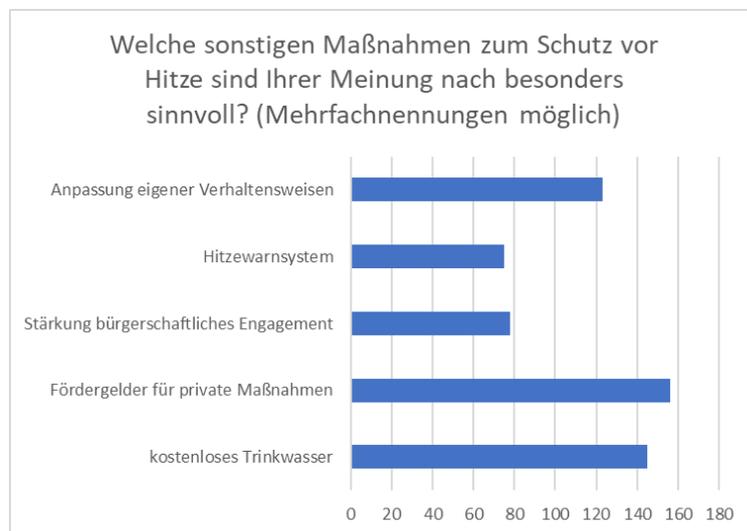


Abbildung 19 Antworten bezüglich dem Wunsch nach weiteren Maßnahmen

Zukunftsgespräch Ludwigsburg in heißen Zeiten

Im Zuge des *Dialogsommers* führte ZURES II gemeinsam mit der Stabsstelle Klima & Energie am 08.07.20 eine zweistündige digitale Beteiligungsveranstaltung unter dem Titel *Zukunftsgespräch Ludwigsburg in heißen Zeiten* durch. Die rund 50 Teilnehmenden setzten sich aus ausgewählten Ludwigsburger:innen, die als zufällig gezogene Stichprobe aus dem Melderegister ermittelt wurden, sowie weiteren Interessensvertreter:innen und Verwaltungsakteur:innen zusammen. Während der Veranstaltung tauschten sich die Teilnehmenden in vier parallelen Arbeitsgruppen zum Thema Hitze

in Ludwigsburg aus, insbesondere darüber, wie Hitze in der Stadt wahrgenommen wird und wie mit Hitze an unterschiedlichen Orten in Ludwigsburg umgegangen werden kann/soll. Die Hinweise aus dem Zukunftsgespräch flossen in die Maßnahmenentwicklung im Rahmen von ZURES II ein.

Gruppendiskussion mit Vertreter:innen der Stadtverwaltung

Am 13.01.2022 nahm ein Teil des ZURES II-Konsortiums an einem Fachforum mit 27 Vertreter:innen der Stadtverwaltung Ludwigsburg teil. In dem Fachforum präsentierte das ZURES II-Konsortium die aktuellen stadtklimatischen Analysen, die vorläufigen Ergebnisse zur Untersuchung der subjektiven Wahrnehmung von Hitze (siehe Ergebnisbericht Nr. 06) sowie die Möglichkeiten und Grenzen einer Modellierung von klimatischen Effekten gesamtstädtischer Maßnahmen. Anschließend wurde eine Gruppendiskussion durchgeführt – geleitet von der Fragestellung, welches Modellierungsvorgehen auf gesamtstädtischer Ebene für ihre jeweilige Arbeitsaufgaben sinnvoll ist. Die Gruppendiskussion dauerte inkl. Input rund eine Stunde und wurde protokolliert.

Fachgespräch zum Thema Wohnen

Am 01.04.2022 führten zwei Mitglieder des ZURES II-Konsortiums ein einstündiges Fachgespräch mit einer Vertreterin der Geschäftsstelle Wohnen. Das Gespräch ähnelte in Teilen dem Vorgehen eines leitfadengestützten Interviews und thematisierte die zentralen Akteur:innen sowie die aktuellen Tätigkeiten, Instrumente und Bedarfe im Bereich Wohnen. Das Gespräch wurde protokolliert und floss in die Entwicklung eines Entwurfs eines Maßnahmenkatalogs ein, der im Rahmen eines Fachworkshops (siehe Unterkapitel 2.3.5.) diskutiert und validiert wird.

Fachworkshop mit Vertreter:innen der Stadtverwaltung

Am 09.06.2022 veranstaltete das ZURES II-Konsortium einen zweistündigen Fachworkshop mit insgesamt 15 Vertreter:innen aus verschiedenen Fachbereichen der Stadtverwaltung Ludwigsburg (Stadtplanungsamt, Klimaanpassung, Soziales, Grünflächen und Ökologie, Sport und Gesundheit und Nachhaltige Mobilität) zur Überprüfung und Diskussion von geeigneten Maßnahmen. Den Teilnehmenden wurden zuerst die Ergebnisse eines „realistischen“ Szenarios einer stadtklimatischen Modellierung von verschiedenen Anpassungsmaßnahmen (d. h. Pflanzung von Bäumen, Entsiegelung, Fassaden- und Dachbegrünungen, Erhöhung des Albedowertes von Straßen) sowie die Ergebnisse der erweiterten Vulnerabilitätsanalyse zur Identifizierung von Gebieten mit besonderer Handlungspriorität präsentiert. Anschließend wurden an zwei Gruppentischen mit Akteur:innen aus verschiedenen Fachbereichen – davon einer mit einer gesamtstädtischen und einer mit einer stadtteilbezogenen Perspektive – Maßnahmen zur Hitzeanpassung gesammelt, diskutiert und bewertet. Der Fachworkshop wurde protokolliert und ausgewertet.



Abbildung 20: Fachworkshop am 09.06.22 zur Entwicklung von Hitzeanpassungsmaßnahmen, eigene Aufnahme

Literatur zur stadtklimatischen Wirksamkeit von Anpassungsmaßnahmen

Die Fragestellung, welche stadtklimatische Wirksamkeit verschiedene Anpassungsmaßnahmen nach sich ziehen, ist zentral für deren zielgerichtete Anwendung. Im Folgenden wird auf den heutigen Wissensstand zur Maßnahmenwirksamkeit eingegangen. Angesichts der hohen Dynamik in den Untersuchungen zur Maßnahmenwirksamkeit ist dieses Kapitel nicht als abschließende Antwort dieser Fragestellung zu verstehen, soll aber als repräsentativer Überblick des derzeitigen Forschungsstands dienen. Im Folgekapitel wird aufgezeigt, welche Maßnahmen im Rahmen von ZURES II modelliert werden, um daraus weitere Kenntnisse zur Maßnahmenwirksamkeit ziehen zu können.

Bei der stadtklimatischen Wirksamkeit von Anpassungsmaßnahmen muss beachtet werden, dass die jeweiligen Maßnahmen zeitlich und räumlich unterschiedlich wirken können, also bspw. nur am Tag oder nur in der Nacht als stadtklimatisch günstig einzustufen sind und/oder sich nur auf ihr Nahumfeld oder auch quartiersweit bis hin zu regional auswirken können. Da zudem Wechselwirkungen zwischen den Maßnahmen untereinander sowie zu anderen Handlungsfeldern bestehen (Luftreinhaltung, Sturmgefahren, Starkregenvorsorge, etc.), gibt es angesichts der Komplexität noch keine umfassende und gleichzeitig eindeutige Zusammenschau zur Wirksamkeit einzelner Maßnahmen. Allerdings existiert eine Vielzahl an wissenschaftlichen Veröffentlichungen und praxisbezogenen Projekten, in denen einzelne Maßnahmen bzw. Maßnahmenbündel untersucht wurden. Diese Fallstudien liefern für viele planerischen Fragestellungen hilfreiche Hinweise, beantworten jedoch nicht alle Detailfragen und stellen i. d. R. vereinfachende Ansätze dar (oftmals werden bspw. nur die zeitlichen oder räumlichen Auswirkungen untersucht). Je nach Untersuchungsansatz⁴ werden bspw. für die Fassadenbegrünung in der Nacht keine Kühlungseffekte bis hin zu einer deutlichen Reduktion der bodennahen Lufttemperatur im Nahumfeld festgestellt (Hoelscher et al. 2016, Stadt Zürich 2020). Für die Situation am Tag und für das Innenraumklima der Gebäude gilt die Fassadenbegrünung dagegen als effektive Maßnahme zur Hitzereduzierung. Die Komplexität von Wirkungen zeigt sich auch bei Stadtbäumen, die durch ihre Verschattung und Verdunstung lokal zu einer deutlichen Reduktion der Hitzebelastung am Tag beitragen. Je nach Untergrund ist die bodennahe Lufttemperatur unter Bäumen nachts jedoch ähnlich oder meist sogar höher als im Umfeld, da das Kronendach die Wärmestrahlung zurückhält (WM BW 2022, Wujeska-Klause & Pfautsch 2020). Bäume sind zudem nicht an jedem Standort geeignet

⁴ Begrünung von Fassaden in allen oder nur bestimmten Himmelsrichtungen, Wo wird gemessen, etc.

(Leitungen im Boden, Windwurfgefahr bei Sturm, ggf. Strömungshindernis bei dichtem Bestand) und können die Luftqualität beeinflussen⁵.

Die Beispiele verdeutlichen, dass zum gegenwärtigen Zeitpunkt kaum allgemeingültige Aussagen zur Wirkung einzelner Maßnahmen möglich sind. Daher bleiben die folgenden Ausführungen bewusst auf der Ebene von qualitativen Hinweisen. Es ist jedoch zu erwarten, dass sich in den kommenden Jahren – angetrieben durch das weiter steigende gesellschaftliche Interesse – ein stetiger Erkenntnisgewinn entwickeln wird, der mittelfristig valide und umfassende quantitative Aussagen möglich machen wird – die Modellierungen in ZURES II sollen dazu einen wichtigen Beitrag liefern.

Zu den weitgehend gesicherten Erkenntnissen gehört die Feststellung, dass sich mit vielen der „klassischen“ stadtklimatischen Anpassungsmaßnahmen positive Effekte für den thermischen Komfort erzielen lassen (bspw. Stadt- und Straßenbäume, Entsiegelungen, vertikale Gebäudebegrünungen und die Erhöhung der Albedo von Oberflächen). Abbildung 22 veranschaulicht an einem Fallbeispiel aus dem Stadtentwicklungsplan Klima Berlin (Stadt Berlin 2010), dass sich die stärksten Wirkungen durch die kleinräumige Kombination von Maßnahmen ergeben. Der verkürzte Aristoteles-Grundsatz „Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile“ scheint auch für stadtklimatische Maßnahmen zu gelten. Die Abbildung verdeutlicht darüber hinaus eine weitere Erkenntnis, die mit hinreichender Sicherheit übertragbar sein dürfte: die klassischen Anpassungsmaßnahmen weisen insbesondere tagsüber eine deutliche Wirksamkeit auf, während sie in den Nachtstunden weniger bis kaum zur Abkühlung beitragen (Stadt Zürich 2020).

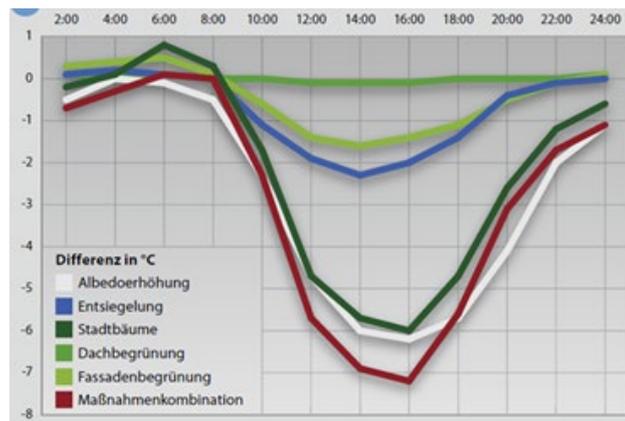


Abbildung 21: Veränderungen durch Anpassungsmaßnahmen am Beispiel eines Tagesverlaufs der Außentemperatur in zwei Meter Höhe (eigene Abbildung nach Stadt Berlin 2010)

Die Wirkung einer Dachbegrünung auf den Außenraum hängt wesentlich vom betrachteten Maßstab ab. Bei der Begrünung von Dächern auf hohen Gebäuden ist nur eine geringe bis keine stadtklimatische Wirkung auf den thermischen Komfort im Straßenraum nachweisbar (die Maßnahme ist „zu weit entfernt“). Für flache Gebäude bis ca. 5 m Höhe (bspw. Garagenhöfe) gibt es dagegen Hinweise, dass sich eine intensive Dachbegrünung positiv bis auf das bodennahe Umfeld auswirken kann (KURAS 2016). Auf Dachniveau sind unabhängig von der Gebäudehöhe positive Effekte mit einer Dachbegrünung verbunden, bspw. eine (mitunter deutliche) Reduktion der Oberflächentemperatur (TU Darmstadt 2013), die auch durch eine Erhöhung der Albedo erreicht werden kann („weiße Dächer“). Aus stadtklimatischer Sicht gibt es also verschiedene Möglichkeiten zur Dachgestaltung, um die Gebäudeenergie zu verbessern. Eine Dachbegrünung bietet darüber hinaus weitere Vorteile

⁵ Im Straßenraum ist durch Deposition und Filterung von Luftschadstoffen eine Verbesserung der Luftqualität möglich, unter Trockenstress können Bäume jedoch Aerosole abgeben, die zur Feinstaubbildung beitragen.

(Rückhalt von Regenwasser, Beitrag zur Biodiversität, etc.), die bei einer intensiven statt extensiver Begrünung stärker ausfallen.

Ein weiterer Punkt ist, dass blau-grüne Maßnahmen (die das Regenwassermanagement adressieren) insbesondere in der Nacht zu einer Erwärmung der Umgebung beitragen können. Dies betrifft bspw. offene Wasserflächen, die aufgrund ihrer Wärmespeicherung in den (späten) Sommermonaten häufig wärmer sind als die Luft im näheren Umkreis. In anderen räumlich-zeitlichen Kontexten kann die Maßnahme dagegen auch nachts sinnvoll sein. Zum Beispiel sind größere Fließgewässer in einer frühen Hitzeperiode (z. B. im Juni) oder in ihren Oberläufen auch den ganzen Sommer tendenziell kälter als die Umgebungsluft. Dies verdeutlicht, dass Maßnahmen immer im konkreten Kontext entwickelt werden sollten, um ungewünschte Effekte zu vermeiden (Stadt Berlin 2010).

Da die nächtliche Abkühlung durch Maßnahmen im Außenraum aufgrund des Bedarfs weiterer Siedlungsentwicklung und der Auswirkungen des Klimawandels nur bedingt möglich zu sein scheint, kommt zwei Maßnahmenpaketen eine besondere Bedeutung zu. Zum einen unterstreichen die genannten Erkenntnisse die hohe Relevanz von Erhaltung und Verbesserung der nächtlichen Durchlüftung des Stadtkörpers. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass die während Hitzeperioden zwar meist ebenfalls warme – aber im Vergleich zur Innentemperatur immer noch deutliche kühlere – Außenluft in die Quartiere und Gebäude hineinfließen kann. Mit Blick auf ein gesundes Innenraumklima rücken die Gebäude bzw. Maßnahmen zu ihrer Kühlung in den Fokus, da der passiven und vor allem aktiven Gebäudekühlung ein größeres Potential zugeschrieben wird als Maßnahmen im Außenraum (Buchin et al. 2016). Der baulich-technischen Gebäudekühlung haftet der Ruf der Umweltschädlichkeit an, wobei bereits nachhaltige Lösungen existieren bzw. sich in der fortgeschrittenen Entwicklungsphase befinden (z. B. Kompressionskältemaschinen oder Ab- und Adsorptionskältemaschinen, adiabatische (Abluft-)Kühlung; UBA 2020). Auch die in der DIN-Norm 4108-2 zum sommerlichen Wärmeschutz subsumierten Maßnahmen gehören in diesen wirksamen Maßnahmenkomplex (innovative Glastechniken, Außenjalousien, smarte Nachtlüftungssysteme; DIN 2013).

Den Gebäuden (inkl. ihrer Hülle und der installierten Haustechnik) kommt bei der Hitzevorsorge also eine zentrale Bedeutung zu. Die große Herausforderung liegt in der passgenauen Kombination mit anderen Maßnahmenpaketen, Strategien und Paradigmen – wie bspw. dem Schwammstadt-Ansatz, blau-grüner Infrastruktur, der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung oder der doppelten/dreifachen Innenentwicklung (UBA 2019). Dabei müssen individuelle Lösungen für die spezifischen Ausgangs- und Rahmenbedingungen in den Kommunen entwickelt werden.

Grundlagen der stadtklimatischen Modellierung von Anpassungsmaßnahmen

Die höhere horizontale Auflösung von 5 m und eine Weiterentwicklung des Modells FITNAH-3D erlaubt die Aufnahme weiterer stadtklimatischer Anpassungsmaßnahmen im Vergleich zu ZURES I. Folgend wird dargestellt, welche Maßnahmen in das Klimamodell aufgenommen wurden und auf die methodischen bzw. fachlichen Hintergründe eingegangen (siehe Tabelle 2). Die Ergebnisse der Modellierungen und die daraus gewonnenen Erkenntnisse zur Wirksamkeit werden in Kapitel 2.3.5 vorgestellt.

Die modellhafte Untersuchung enthält Maßnahmen, die sich auch günstig auf das Innenraumklima auswirken können (bspw. Dach- und Fassadenbegrünung). Das Klimamodell bezieht sich allerdings auf den Außenraum, sodass nur die Effekte der Maßnahmen auf den Außenraum beschrieben werden. Zusätzlich gibt es weitere Anpassungsmaßnahmen, deren Auswirkungen jedoch (noch) nicht modellierbar sind, sodass sie nicht in das Klimamodell aufgenommen wurden (z. B. Trinkwasserspender, Sitzgelegenheiten).

In ZURES II wurden Anpassungsmaßnahmen in zwei verschiedenen Stufen modelliert, die als zurückhaltendes Szenario (Stufe I) und ambitioniertes Szenario (Stufe II) beschrieben werden können. Ferner wurde räumlich dahingehend unterschieden, dass für die Ludwigsburger Innenstadt und Oststadt konkret verortbare Maßnahmen entwickelt wurden⁶ (bspw. wo wird entsiegelt, wo werden Bäume gepflanzt; siehe Kapitel 1.2 im Teil B). Selbst für zwei Stadtteile ist die räumlich genaue Abstimmung von Anpassungs-Szenarien eine große Herausforderung und für das gesamte Ludwigsburger Stadtgebiet nicht möglich, sofern der Anspruch besteht, dass sämtliche Maßnahmen eine realistische Chance auf Umsetzung haben. Daher wurden für das übrige Stadtgebiet Maßnahmen anhand bestimmter Vorgaben in zufälliger Art auf die der Modellierung zugrundeliegende Landnutzung verteilt. Auf diese Weise können zwar keine planerischen Detailbetrachtungen vorgenommen werden, weil nicht gewährleistet werden kann, dass die Maßnahmen tatsächlich umsetzbar wären (z.B. werden durch die zufällige Verteilung auch Gebäude mit Satteldach begrünt oder es findet eine Entsiegelung mitten auf den Straßen statt). Die flächenhaften Effekte von Anpassungsmaßnahmen etwa für die gesamte Stadt, auf Quartiersebene oder komplette Straßenzüge können jedoch bestimmt und exemplarische Aussagen zur räumlichen Auswirkung verschiedener Maßnahmenkombinationen getroffen werden.

Die zufällige Verteilung der Anpassungsmaßnahmen außerhalb der Ludwigsburger Innenstadt und Oststadt erfolgt differenziert nach den in der Hotspotanalyse bestimmten Räumen mit Handlungsprioritäten (siehe Kapitel A.1.2.1), wobei gilt: je höher die Handlungspriorität, desto intensiver die Umsetzung von Maßnahmen (für Stufe I siehe Tabelle 4, für Stufe II siehe Tabelle 5). Den Szenarien zukünftiger Landnutzung lag die Annahme zugrunde, dass ein gewisser Anteil der Straßenbäume infolge zunehmender sommerlicher Trockenheit ausfällt. In den beiden Anpassungs-Szenarien wird angenommen, dass die Bäume durch geeignete Maßnahmen erhalten bleiben. Zudem werden je nach Handlungsraum weitere Bäume gepflanzt.

Konstruktive Verschattungselemente wie Sonnensegel und Elemente bewegten Wasser wie Zerstäuber, Springbrunnen und Fontänen wurden nur in der Innenstadt und Oststadt als räumlich verortete Anpassungsmaßnahmen umgesetzt, da ihre stadtklimatische Wirkung jeweils sehr lokal ist und zudem nur bestimmte Orte für die Maßnahme infrage kommen, sodass eine zufällige Verteilung als nicht zielführend angesehen wurde.

Tabelle 2: In den stadtklimatischen Modellierungen berücksichtigte Anpassungsmaßnahmen und deren methodischen bzw. fachlichen Hintergründe.

Anpassungsmaßnahme	Methodische bzw. fachliche Hintergründe
Landnutzungsänderungen	Sämtliche Änderungen erfolgen zum Start der Modellierung und werden in der Modellphysik berücksichtigt.
Entsiegelung	Änderung der Landnutzungsklassen „Versiegelung / Straße“ bzw. „naturferner Boden“ in „Freiland / Rasen“.
Teilentiegelung	Änderung der Landnutzungs-kategorie „naturferner Boden“ in „Freiland / Rasen“.

⁶ Auch in der Innenstadt und Oststadt sind Räume mit Handlungsprioritäten vorhanden, die jedoch nicht zufällig, sondern mit abgestimmten und konkret verortbaren Maßnahmen gefüllt wurden.

Auf die Landnutzungsklassen „Freiland / Rasen“, „naturferner Boden“ bzw. „Versiegelung / Straße“ wird ein Baum gesetzt („Baum über Freiland/Rasen“, etc.). Die Höhe des Baumes und Breite der Baumkrone sind variabel. Für die Modellierung wurden in Abstimmung mit der Stadt Ludwigsburg drei „Standard-Bäume“ mit folgenden Dimensionen definiert:

Baumpflanzung

- Baum S (kleiner Straßenbaum):
Höhe = 8 m, Kronenraum = 5 x 5 m
- Baum M (mittlere Straßenbaum oder Baum auf Grünflächen):
Höhe = 12 m, Kronenraum = 10 x 5 m
- Baum L (großer Baum auf Grünflächen):
Höhe = 20 m, Kronenraum = 10 x 10 m

Abriss (oder Bau) eines Gebäudes

Änderung der Landnutzungsklasse „Gebäude“ in die gewünschte Landnutzung (oder umgekehrt).

Entstehung eines Gewässers (Teich, See, Fließgewässer)

Änderung der jeweiligen Landnutzungsklasse in „Gewässer“.

Gebäudebezogene Maßnahmen

Sämtliche Änderungen erfolgen zum Start der Modellierung und werden in der Modellphysik berücksichtigt.

Die Wirkung der Dachbegrünung auf den bodennahen Bereich hängt von der Höhe und Dachfläche des Gebäudes ab.

Dachbegrünung

Herausforderung / Forschungsbedarf: In der Modellierung wurde eine extensive Dachbegrünung angenommen. Verschiedene Substratdicken bzw. die Abgrenzung zu einer intensiven Dachbegrünung können (noch) nicht modelliert werden. Die Wirkung der Maßnahmen hängt zudem von Art, Farbe, Material, etc. des zu begrünenden Daches ab. Darüber herrschte keine Kenntnis – nicht einmal ob auf den Gebäuden überhaupt eine Dachbegrünung möglich ist (Flachdach oder Satteldach) – sodass bereits bei den Gebäuden ohne Maßnahme eine gewisse Unsicherheit herrscht.

Im Modell wurden alle Fassaden der Gebäude begrünt. Die Höhe der Gebäude hat als vereinfachende Annahme keine Auswirkungen auf den Effekt, da der bodennahe Bereich betrachtet wird.

Fassadenbegrünung

Herausforderung / Forschungsbedarf: In der Realität wird die Maßnahme bevorzugt an Süd- und Westfassaden, teilweise an Ost- und nur selten an Nordfassaden umgesetzt, was in der Modellierung (noch) nicht berücksichtigt werden konnte. Zudem ist die Wirkung der Fassadenbegrünung im Modell in alle Himmelsrichtungen dieselbe, wozu weiterer Forschungsbedarf besteht und ggf. Anpassungen im Modell erforderlich sind. Ferner besteht Forschungsbedarf, inwiefern die Gebäudehöhe bzw. Fassadenfläche eine Wirkung auf den bodennahen Bereich hat und inwiefern verschiedene Systeme (bodengebunden, indirekte Begrünung) von Fassadenbegrünung bzw. verschiedene Pflanzen unterschiedlich wirken.

Maßnahmen im öffentlichen Raum

**konstruktive
Verschattungselemente
(Sonnensegel)**

Die Verschattung führt zu einer Reduktion der Wärmebelastung am Tag. Sie tritt kleinräumig auf und variiert je nach Sonnenstand. Da die Modellierung den Sonnenhöchststand abbildet, wird vereinfachend davon ausgegangen, dass die Wirkung der Verschattung auf die Rasterzelle der Maßnahme begrenzt ist. Für die Nacht wurde kein Effekt der Verschattung angenommen, da es sich um einzelne, kleinräumige Maßnahmen handelt. Würde eine große Fläche von einem Sonnen-segel überspannt (bspw. ein ganzer Platz), hätte dies aufgrund der verminderten Ausstrahlung einen Einfluss auf die nächtliche bodennahe Lufttemperatur.

In der jeweiligen Rasterzelle wird die PET am Tag durch die Verschattung um 4,4 °C gesenkt. Der Wert wurde aus einer Untersuchung von Rossi et al. (2020) abgeleitet, in der die Wirkung von Sonnensegeln an verschiedenen Tagen gemessen wurde. Der hier verwendete Wert stellt den Mittelwert der (sich in einer großen Spannweite bewegenden) maximalen PET-Reduktion der Messungen dar.

Die Wirkung der Maßnahme ist nicht in die Modellphysik implementiert, sondern wird im Postprocessing umgesetzt.

Herausforderung / Forschungsbedarf: Es sind wenige Studien publik, die die Wirkung von Sonnensegeln bzw. Verschattungselementen untersuchen. Hierzu besteht weiterer Forschungsbedarf. Die Wirkung bspw. eines Sonnensegels ist zudem abhängig vom Material bzw. dessen Dichte. Weiterer Forschungsbedarf besteht hinsichtlich der Modellierung und der Berücksichtigung der Wirkung in der Modellphysik.

Erhöhung der Albedo von 0,3 („Versiegelung / Straße“) auf 0,6 für einen helleren Straßenbelag.

Die Änderung erfolgt zum Start der Modellierung und wird in der Modellphysik berücksichtigt.

**Erhöhung der Albedo von
Oberflächen
(hellerer Straßenbelag)**

Herausforderung / Forschungsbedarf: Im Bestand weisen Straßen bzw. versiegelte Flächen unterschiedliche Albedos auf (verschiedene Materialien, Farben, etc.). Dazu liegen jedoch keine geeigneten Daten vor, sodass eine pauschale Annahme für die Landnutzungs-kategorie „Versiegelung / Straße“ getroffen wird (Albedo = 0,3), woraus sich eine gewisse Unsicherheit ergibt. Die Umsetzung hellerer Straßenbeläge ist gleichfalls in verschiedenen Varianten möglich (Materialien, Farbe, etc.), sodass auch hierfür eine pauschale Annahme der Albedo getroffen wird.

Die Verdunstung bewegten Wassers führt zu einer Reduktion der Wärmebelastung am Tag. Die Wirkung hängt von der Höhe der Fontäne bzw. Intensität des Zerstäubers, der Sonneneinstrahlung und Umgebungstemperatur (an heißen Tagen stärkere Wirkung) sowie der Windrichtung und -geschwindigkeit ab – letzteres beeinflusst maßgeblich die räumliche Verteilung der Wirkung. In der Nacht wurde keine Wirkung der Maßnahme angenommen, da Zerstäuber bzw. Fontänen abgestellt werden können (und die Verdunstung nachts deutlich herabgesetzt ist).

**Elemente bewegten Wassers
(Zerstäuber, Springbrunnen,
Fontänen)**

In der jeweiligen Rasterzelle wird die PET durch die Maßnahme um 6,8 °C gesenkt. Der Wert wurde aus einer Untersuchung von Ulpiani et al. (2019b) abgeleitet und beschreibt den Mittelwert der gemessenen maximalen Kühlung der Lufttemperatur durch Sonnensegel bei ansonsten gleichen Bedingungen an zwei Standorten.

In den direkt angrenzenden Rasterzellen wird eine Abnahme der PET um ein Drittel der oben angegebenen Wirkung angenommen (-2,27 °C), um abzubilden, dass die Wirkung von Fontänen in deren Nahumfeld am stärksten ist und mit steigender Entfernung abnimmt (in 7 m Entfernung wurde noch eine schwache Wirkung nachgewiesen; Ulpiani et al. 2019a).

Die Wirkung der Maßnahme ist nicht in die Modellphysik implementiert, sondern wird im Postprocessing umgesetzt.

Herausforderung / Forschungsbedarf: Dass die Änderung der PET in der Modellierung der gemessenen Änderung der Lufttemperatur entspricht, ist

ein vereinfachender Ansatz, der eine gewisse Unsicherheit enthält, aber für die Modellierung in ZURES II als hinreichend genau eingeschätzt wird. In Bezug auf die Wirkung von Fontänen auf die PET gibt es eine modellbasierte Untersuchung von Chatzidimitriou et al. (2013), die eine prozentuale Abnahme der PET angibt. Ulpiani et al. (2019a) untersuchen die Wirkung von Fontänen auf die UTCI als weiteren bioklimatischen Index. Die Ergebnisse dieser beiden Studien sind folglich nicht direkt auf den Anwendungsfall in ZURES II übertragbar, doch lässt die Größenordnung der Effekte den Schluss zu, dass die in ZURES II angenommene Wirkung für Fontänen bzw. Zerstäuber plausibel scheint.

Darüber hinaus sind wenig Studien publik, die die Wirkung von Fontänen bzw. Zerstäubern untersuchen. Hierzu besteht weiterer Forschungsbedarf, insb. in Bezug auf die Unterschiede zwischen Fontänen, Brunnen, Zerstäubern, deren Intensität (bspw. Höhe der Fontäne) und den meteorologischen Bedingungen (insb. Windgeschwindigkeit und Windrichtung).

Im ambitionierten Maßnahmen-Szenario Stufe II wurde zudem die Annahme getroffen, dass die möglichen städtebaulichen Entwicklungsflächen und Baulücken aus stadtklimatischer Sicht optimiert werden. Wie in Kapitel A.1.2.1 beschrieben, wurde für die Flächen der Mischpixel-Ansatz verwendet, der anhand bestimmter Vorhaben eine zufällige Verteilung der Landnutzung in den Flächen vornimmt. Im Maßnahmen-Szenario Stufe II wurden die Vorgaben dahingehend geändert, dass bspw. der vorgegebene Versiegelungsgrad reduziert, eine höhere Anzahl an Bäumen angenommen und ein bestimmter Anteil an Gebäuden mit Dach- bzw. Fassadenbegrünung umgesetzt wurde (individuell für jede Entwicklungsfläche).

Um das Ausmaß der Maßnahmen-Szenarien einordnen zu können, wurden die Eingangsdaten der Modellierung statistisch ausgewertet hinsichtlich der Fläche bzw. Anzahl der verschiedenen Anpassungsmaßnahmen (Tabelle 3). So wurden in den Maßnahmen-Szenarien Stufe I bzw. Stufe II im gesamten Ludwigsburger Stadtgebiet (inkl. der Innenstadt und Oststadt) ca. 1.200 bzw. 4.000 neue Bäume gepflanzt und 420 bzw. 740 Gebäude mit einer Dachbegrünung versehen. Die Versiegelung nimmt im ambitionierten Maßnahmen-Szenario deutlich zu (von ca. 5 ha auf knapp 19 ha).

Tabelle 3: In den Maßnahmen-Szenarien Stufe I sowie Stufe II umgesetzte Anpassungsmaßnahmen im gesamten Ludwigsburger Stadtgebiet (flächenhafte bzw. anzahlbezogene Betrachtung).

	Stufe I	Stufe II
Entsiegelung	5,1 ha	18,7 ha
Bäume (Anzahl)	ca. 1.200	ca. 4.000
Dachbegrünung (Anzahl Gebäude)	420	740
Fassadenbegrünung (Anzahl Gebäude)	170	510
Straßen mit hellerem Belag	8,1 ha	8,6 ha
Sonnensegel	0,1 ha	0,2 ha
Zerstäuber, Fontänen, etc.	0,1 ha	0,1 ha

Tabelle 4: Abgestimmte Vorgaben für die zufällige Verteilung von Anpassungsmaßnahmen der Stufe I (zurückhaltendes Szenario) im Ludwigsburger Stadtgebiet (ohne Innen- und Oststadt), wobei zwischen den Räumen mit Handlungsprioritäten aus der Hotspotanalyse unterschieden wird.

	Bäume (Größe S / M)	Dach- begrünung	Fassaden- begrünung	Entsiegelung	Höhere Albedo
Ohne Handlungspriorität	Erhaltung des aktuellen Baumbestands	-	-	-	-
Mit Handlungspriorität	Erhaltung des aktuellen Baumbestands	5 % der Gebäude	-	-	5 % der Straßen
Hohe Handlungspriorität	Erhaltung und zusätzlich 10 % neue Bäume	5 % der Gebäude	5 % der Gebäude	-	5 % der Straßen
Höchste Handlungspriorität	Erhaltung und zusätzlich 20 % neue Bäume	10 % der Gebäude	10 % der Gebäude	5 % der versiegelten Fläche	5 % der Straßen

Tabelle 5: Abgestimmte Vorgaben für die zufällige Verteilung von Anpassungsmaßnahmen der Stufe II (ambitioniertes Szenario) im Ludwigsburger Stadtgebiet (ohne Innen- und Oststadt), wobei zwischen den Räumen mit Handlungsprioritäten aus der Hotspotanalyse unterschieden wird.

	Bäume (Größe S / M)	Dach- begrünung	Fassaden- begrünung	Entsiegelung	Höhere Albedo
Ohne Handlungspriorität	Erhaltung des aktuellen Baumbestands und zusätzlich 5 % neue Bäume	-	-	1 % der versiegelten Fläche	-
Mit Handlungspriorität	Erhaltung und zusätzlich 10 % neue Bäume	10 % der Gebäude	5 % der Gebäude	2,5 % der versiegelten Fläche	5 % der Straßen
Hohe Handlungspriorität	Erhaltung und zusätzlich 20 % neue Bäume	10 % der Gebäude	10 % der Gebäude	5 % der versiegelten Fläche	7,5 % der Straßen
Höchste Handlungspriorität	Erhaltung und zusätzlich 30 % neue Bäume	15 % der Gebäude	15 % der Gebäude	10 % der versiegelten Fläche	7,5 % der Straßen

2. Ergebnisse

Im Folgenden werden die zentralen Ergebnisse und Aktivitäten zur Verstetigung von hitzeangepassten Strategien auf der gesamtstädtischen Ebene dargelegt.

2.1 Identifikation der Verstetigungsbereiche der Klima- und Vulnerabilitätsanalysen (Ist-Zustand) sowie der Klima- und Vulnerabilitätsszenarien

Von der hochaufgelösten Klimamodellierung zur Planungshinweiskarte als Grundlage für die Maßnahmenfindung

Ergebnisse der Modellierung des Ist-Zustands

Das Modell liefert Ergebnisse für die Parameter Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit, Kaltluftvolumenstrom und Kaltluftproduktion (Nacht-Situation) sowie Wärmebelastung am Tag. Mit Ausnahme des Kaltluftvolumenstroms (Kaltluftströmung über die komplette untere Luftschicht) gelten sie für den bodennahen Aufenthaltsbereich des Menschen und betrachten die Zeitpunkte 04:00 Uhr für die Nacht (maximale Abkühlung) bzw. 14:00 Uhr für den Tag (maximale Einstrahlung). Im Folgenden werden die Vorteile der höheren Modellauflösung beispielhaft anhand der Wärmebelastung am Tag sowie der Klimaanalysekarte als zusammenfassende Darstellung des nächtlichen Prozessgeschehens abgebildet.

Zur Bewertung der Wärmebelastung am Tag werden in der Stadtklimatologie Indizes (Kenngrößen) verwendet, die Aussagen zur Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit sowie zu kurz- und langwelligen Strahlungsflüssen kombinieren. Wärmehaushaltsmodelle berechnen den Wärmeaustausch einer „Norm-Person“ mit der Umgebung und können so die Wärmebelastung eines Menschen abschätzen⁷. In der vorliegenden Untersuchung wird zur Beschreibung der Tag-Situation der humanbioklimatische Index PET (Physiologisch Äquivalente Temperatur; Matzarakis und Mayer 1996) verwendet. Gegenüber vergleichbaren Indizes hat die PET den Vorteil, aufgrund der °C-Einheit besser nachvollzogen werden zu können⁸. Darüber hinaus hat sich die PET in der Fachwelt zu einem „Quasi-Standard“ entwickelt, sodass sich die Ergebnisse mit denen anderer Städte vergleichen lassen. Wie die übrigen humanbiometeorologischen Indizes bezieht sich die PET auf außenklimatische Bedingungen und zeigt eine starke Abhängigkeit von der Strahlungstemperatur (Kuttler 1999). Mit Blick auf die Wärmebelastung ist sie damit vor allem für die Bewertung des Aufenthalts im Freien und am Tage einsetzbar. Für die PET existiert in der VDI-Richtlinie 3787, Blatt 9 (VDI 2004) eine absolute Bewertungsskala, die das thermische Empfinden und die physiologischen Belastungsstufen quantifizieren (z. B. Starke Wärmebelastung ab PET 35 °C).

Innerhalb des Stadtgebiets gibt es eine große Spannweite der PET. Flächenhaft heben sich bewaldete Gebiete mit den geringsten PET-Werten von meist unter 26 °C ab (keine bis schwache Wärmebelastung). Der Aufenthaltsbereich des Menschen liegt unterhalb des Kronendachs und ist somit vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt, sodass Flächen wie der Salonwald als Rückzugsorte an heißen Tagen dienen können (siehe Abbildung 23). Auch Gewässer weisen geringe PET-Werte auf und wirken tagsüber kühlend auf ihr nahes Umfeld. Innerhalb der Bebauung herrscht unter den gegebenen Annahmen eines autochthonen Sommertags (keine Bewölkung, d. h. ungehinderte Einstrahlung) vorwiegend eine starke Wärmebelastung. Dabei zeigt sich ein klarer Zusammenhang zum Baumbestand: je durch grüner ein Siedlungsraum und je mehr Bäume dort stehen, desto geringer ist

⁷ Energiebilanzmodelle für den menschlichen Wärmehaushalt bezogen auf das Temperaturempfinden einer Durchschnittsperson („Klima-Michel“, siehe Jendritzky 1990).

⁸ Beispiele für weitere Kenngrößen sind der PMV (Predicted Mean Vote) und UTCI (Universal Thermal Climate Index).

die Wärmebelastung am Tag. Die höchsten Werte sind über versiegelten Flächen ohne Verschattung wie bspw. Gewerbegebieten, Plätzen und im Straßenraum zu finden (starke bis extreme Wärmebelastung). Durch die ungehinderte Sonneneinstrahlung erreicht die thermische Belastung über unversiegelten Freiflächen ähnlich hohe Werte (z. B. Freiflächen des Blühenden Barock, Acker- und Wiesenflächen im Umland). Innerhalb des Stadtgebiets stellen Parks, Friedhöfe oder Grünzüge mit ihrer vergleichsweise geringen Wärmebelastung wichtige Rückzugsorte für die Bevölkerung dar (z. B. Bärenwiese, Alter Friedhof). Die höhere Modellauflösung erlaubt einer Differenzierung innerhalb von Baublöcken, sodass sich begrünte Innenhöfe und Gärten in der Karte optisch hervorheben. Die Vorteile werden zudem im Straßenraum sichtbar: innerhalb der Friedrichstraße bspw. fällt die Wärmebelastung im westlichen Teil (keine Bäume) höher aus als im östlichen Teil (einzelner Baumbestand). Noch geringer ist die Wärmebelastung in der mit vielen Bäumen bestandenen Jägerhofallee.

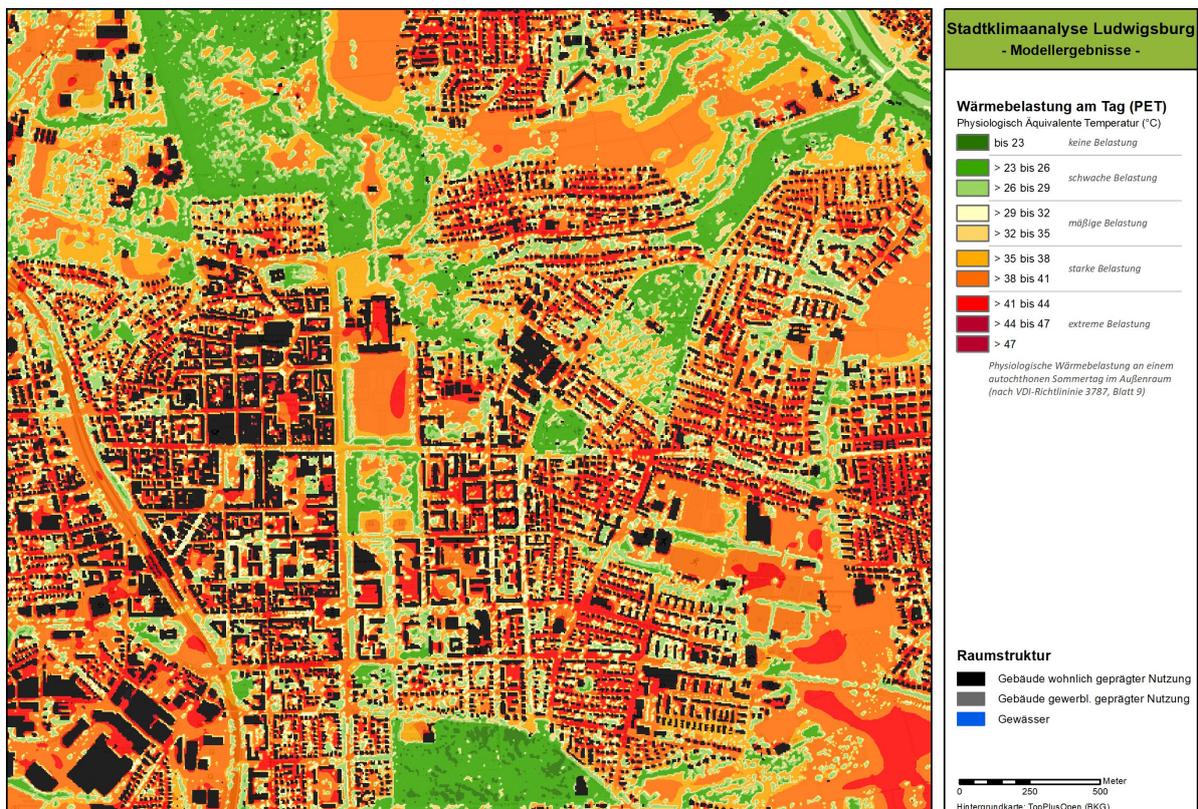


Abbildung 22: Wärmebelastung am Tag im Ist-Zustand in einem Ausschnitt der Stadt Ludwigsburg (verkürzte Legende)

In der **Klimaanalysekarte** sind für die Grün- und Freiflächen die Modellergebnisse des Kaltluftvolumenstroms in abgestufter Flächenfarbe dargestellt. Bei den Siedlungs- und Verkehrsflächen steht dagegen die nächtliche Überwärmung im Vordergrund (Lufttemperatur in 2 m ü. Gr.). Weiterhin ist das bodennahe Strömungsfeld ab einer als klimaökologisch wirksam angesehenen Windgeschwindigkeit von 0,1 m/s mit einer Pfeilsignatur abgebildet (in der Karte auf eine Auflösung von 100 m aggregiert). Neben dem modellierten Strömungsfeld sind in der Karte besondere Kaltluftprozesse hervorgehoben, die in Ludwigsburg eine wichtige Rolle spielen: Kaltluftentstehungsgebiete, Kaltluftleitbahnen, Kaltluftabflüsse und Parkwinde (siehe Abbildung 25).

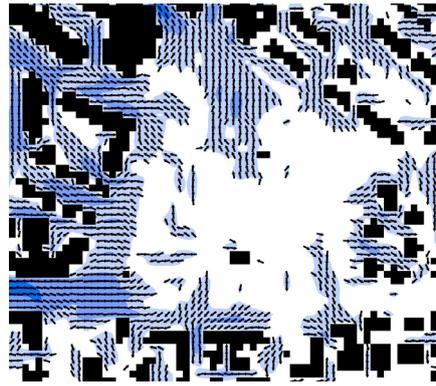


Abbildung 23: Bodennahe nächtliche Windgeschwindigkeit im Bereich des Alten Friedhofs (Erläuterungen siehe Text)

Im Vergleich zu den Ergebnissen aus ZURES I ergeben sich kleinräumige Änderungen im Temperatur- und Strömungsfeld, doch werden die wesentlichen Ausprägungen durch die höhere Modellauflösung bestätigt: der Stadtkern und die großflächigen Gewerbegebiete sind weiterhin die am stärksten überwärmten Bereiche („städtische Wärmeinseln“). Durch das Nesting in die übergeordnete Strömung ergeben sich Abweichungen im Kaltluftströmungsfeld und auch Änderungen bei einzelnen Kaltluftleitbahn-Pfeilen im Kartenbild, doch bleiben die für Ludwigsburg relevanten Leitbahn-Strukturen bestehen. Neu hinzugekommen sind sogenannte Parkwinde, die kühlende Ausgleichsströme aus einer Grünfläche in die umliegende Bebauung hervorheben. Abbildung 24 zeigt dies am Beispiel des Alten Friedhofs: die bodennahe nächtliche Windgeschwindigkeit fällt innerhalb des Baumbestands des Alten Friedhofs sehr gering aus (weiß dargestellt). An den Rändern des Alten Friedhofs strömt dagegen Kaltluft kreisförmig in die umliegende Bebauung (je dunkler der Blauton, desto höher die Windgeschwindigkeit; die Pfeile zeigen die Strömungsrichtung). In der Abbildung (Original 5 m-Modellauflösung) wird zudem die Wirkung von Gebäuden (schwarz dargestellt) als Strömungshindernis als weiterer Vorteil der höheren Modellauflösung deutlich.

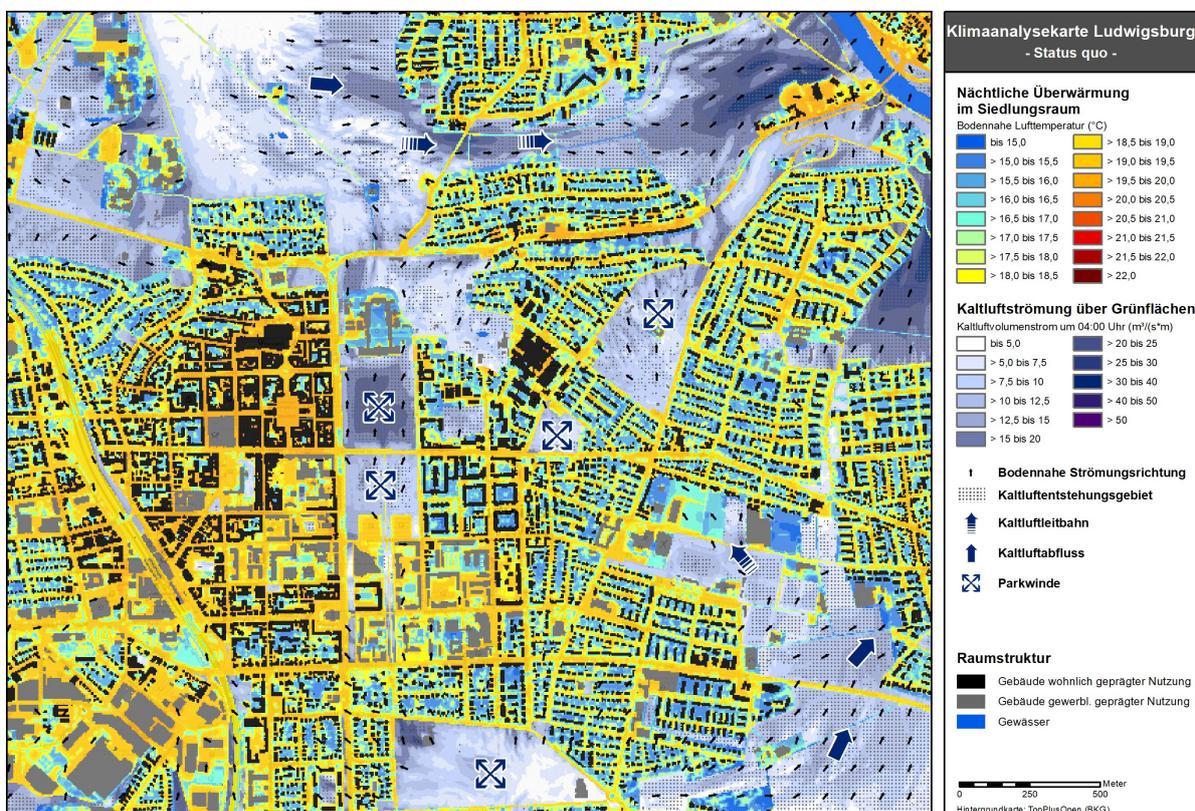


Abbildung 24: Klimaanalysekarte Nacht (Ist-Zustand) in einem Ausschnitt der Stadt Ludwigsburg (verkürzte Legende)

Ergebnisse der Zukunftsszenarien

Im Vergleich zu ZURES I sind die wesentlichen Erkenntnisse aus den Zukunftsmo­dellierungen unverändert. Außerhalb von Entwicklungsvorhaben ist eine flächendeckende Zunahme der nächtlichen Lufttemperatur, jedoch kaum ein Einfluss auf das Kaltluftströmungsfeld erkennbar (siehe Abbildung 26). Bauliche Entwicklungen können eine Innen- und Außenwirkung nach sich ziehen. Wird eine Frei- bzw. Grünflächen überplant, kommt es innerhalb der Entwicklungsfläche je nach Art und Ausgestaltung der Bebauung zu einer mehr oder weniger starken Zunahme der nächtlichen Lufttemperatur, die auch auf angrenzende Siedlungsräume abstrahlen kann. Zudem können Bauvorhaben als Strömungshindernis wirken, was sich insb. im Bereich von Kaltluftleitbahnen auf die umliegende Bestandsbebauung auswirken kann. In den Klimaanalysekarten wurde vermerkt, wenn durch Entwicklungsflächen die Funktion einer Kaltluftleitbahn eingeschränkt oder gefährdet sein kann. Eine weitergehende stadtklimatische Bewertung der Entwicklungsflächen wird im Zuge der Planungshinweiskarte vorgenommen. Auf dieser Basis können stadtklimatische Belange in der zukünftigen Siedlungsentwicklung Ludwigsburgs berücksichtigt werden – bspw. durch die Priorisierung von Flächen, die entwickelt werden, oder durch die Optimierung von Planungen, wenn stadtklimatische Konflikte erkennbar sind.

In Bezug auf die Wärmebelastung am Tag zeigen die Modellrechnungen ebenfalls eine flächenhafte Zunahme der PET, wobei die zunehmende Trockenheit zu verstärkenden Effekten führt. Dort, wo Straßenbäume ausfallen, kommt es kleinräumig zu einem deutlichen Anstieg der PET (keine Verschattung mehr). Die gesunkene Bodenfeuchte bewirkt, dass die PET über unversiegelten Freiflächen stärker zunimmt, da die Verdunstungsleistung der Böden im Vergleich zum Ist-Zustand abnimmt (jeweils ohne Abbildung). Dieses Ergebnis zeigt die Relevanz von Böden auch für das Stadtklima und unterstreicht den genannten weiteren Forschungs- und Entwicklungsbedarf.

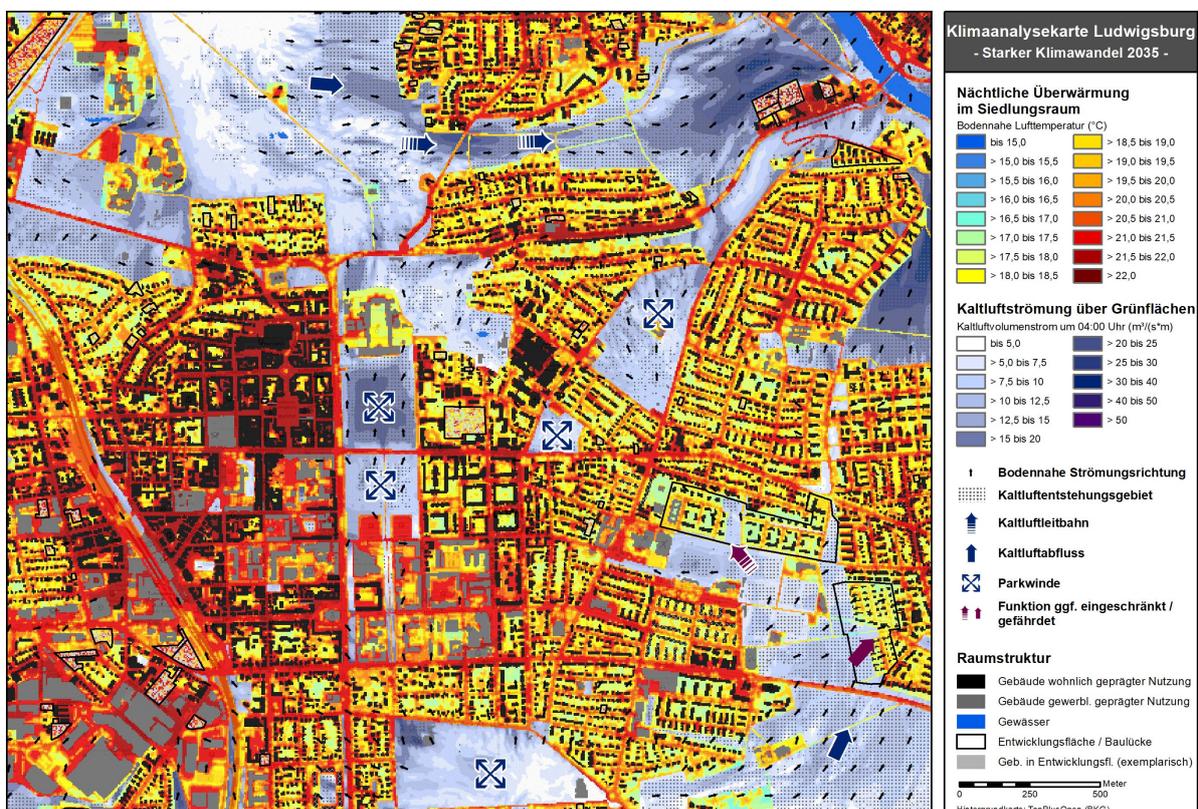


Abbildung 25: Klimaanalysekarte Nacht („Starker Klimawandel“) in einem Ausschnitt Ludwigsburgs (verkürzte Legende)

Erstellung der Planungshinweiskarte

Die gutachterliche Arbeit in den letzten Jahren hat gezeigt, dass die „planerische Übersetzung“ der Ergebnisse einer Klimaanalyse für die Städte immer wichtiger wird. Auf Grundlage dieser Erkenntnis wurde zum einen die Methodik zur Erstellung der Planungshinweiskarte (PHK) im Vergleich zu ZURES I weiterentwickelt. Zunächst wurden sechs PHK-Bewertungskarten erstellt, die jeweils für die Nacht- und Tag-Situation die drei Szenarien Ist-Zustand, schwacher und starker Klimawandel abbilden (vergleichbar mit den Planungshinweiskarten in ZURES I). Diese Bewertungskarten wurden im nächsten Schritt in einer gesamthaften Planungshinweiskarte gebündelt, die für die Verwaltung, aber auch Politik und Öffentlichkeit das zentrale Kartenwerk zur Beurteilung des Stadtklimas in Ludwigsburg sein soll. Zum anderen wurde die städtische Verwaltung noch stärker in den Prozess zur Erstellung der Planungshinweiskarte eingebunden, um das Verständnis für die Anwendbarkeit der Karten zu stärken.

In den PHK-Bewertungskarten wird die humanbioklimatische Situation im Siedlungsraum (sogenannter Wirkraum) bewertet. Gegenüber ZURES I wurde mit der höheren Modellauflösung die Bewertungsskala von fünf auf sieben Klassen erweitert (Sehr günstig – Günstig – Eher günstig – Mittel – Eher ungünstig – Ungünstig – Sehr ungünstig; siehe Abbildung 27). Die Bedeutung von Grün- und Freiflächen, landwirtschaftlichen Flächen sowie Wäldern bezieht sich in der Nacht auf deren Funktion für Wohngebiete (bspw. als Kaltluftentstehungs- oder Kaltlufttransportgebiete). Die Bewertung dieses sogenannten Ausgleichsraums erfolgt genau wie in ZURES I in fünf Klassen (Sehr gering bis Sehr hoch).

In der Tag-Situation wird die Wärmebelastung eines Menschen außerhalb von Gebäuden bewertet (siehe Abbildung 28). Mit der höheren Modellauflösung ist hier eine genauere Bewertung möglich (insb. durch die Berücksichtigung von Bäumen im Modell), bspw. im Straßenraum und auf öffentlichen Plätzen, aber auch von Grünflächen. Neben der thermischen Situation spielen für die Aufenthaltsqualität auf Grünflächen oder Plätzen weitere Kriterien wie die Zugänglichkeit und Erreichbarkeit, die Barrierefreiheit, die Lärmbelästigung sowie das Vorhandensein von Sitzgelegenheiten, Beleuchtung, Toiletten, etc. eine Rolle. Diese Aspekte wurden im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse in einer separaten Karte untersucht.

In der gemeinsamen Planungshinweiskarte Stadtklima wurden die Ergebnisse der sechs PHK-Bewertungskarten zusammengefasst, sodass auf den ersten Blick ersichtlich wird, welche Flächen einen hohen Schutzbedarf haben, wo in Ludwigsburg Maßnahmen zur Anpassung vorrangig umgesetzt werden sollten und wie die potentiellen Entwicklungsflächen aus stadtklimatischer Sicht einzuordnen sind (siehe Abbildung 29).

Im Wirkraum wird die stadtklimatische Handlungspriorität dargestellt. Die Bewertung beruht in bewohnten Gebieten hauptsächlich auf den Schlafbedingungen (nächtliche Überwärmung und Kaltluftfunktion), in unbewohnten Gebieten vorrangig auf der Aufenthaltsqualität im Außenraum. Die Handlungsprioritäten sollen eine Hilfestellung geben, in welchen Flächen Maßnahmen zur stadtklimatischen Anpassung besonders wichtig und bevorzugt anzugehen sind, ohne dass dadurch eine Reihenfolge der Maßnahmenumsetzung in den einzelnen Flächen vorgeschrieben wird (siehe Tabelle 6). Mit „klimaökologischen Standards“ sind u.a. eine geringe Versiegelung, das Einplanen von Bäumen mit ausreichend Wurzelraum und eine Dachbegrünung gemeint. Zu den darüberhinausgehenden „optimierenden Maßnahmen“ zählen je nach Vorhaben bspw. die Schaffung öffentlicher kühler Orte, das Freihalten von Durchlüftungssachsen, eine Fassadenbegrünung oder die stadtklimatische Aufwertung öffentlicher Räume durch Sonnensegel und Fontänen bzw. Brunnen. Zudem hebt die Karte Kaltlufteinwirkbereiche im Siedlungsraum hervor, also Bereiche mit einer hohen Kaltluftströmung bzw. -entstehung, die potentiell auch auf angrenzende Räume günstig wirken, sodass bei Vorhaben in diesen Bereichen die Kaltluft-Funktion der Flächen zu beachten ist (Grünflächen erhalten, Gebäudestellung beachten, etc.).

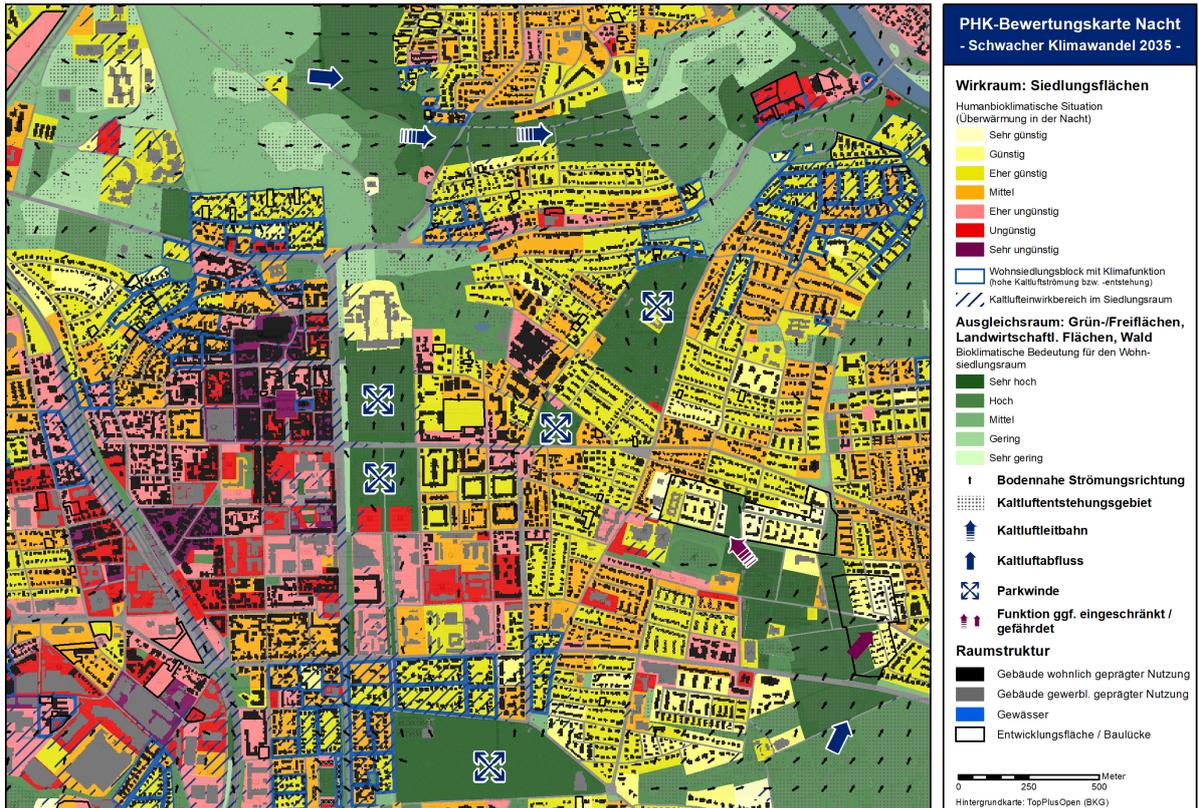


Abbildung 26: PHK-Bewertungskarte Nacht (Ist-Zustand) in einem Ausschnitt der Stadt Ludwigsburg (verkürzte Legende)

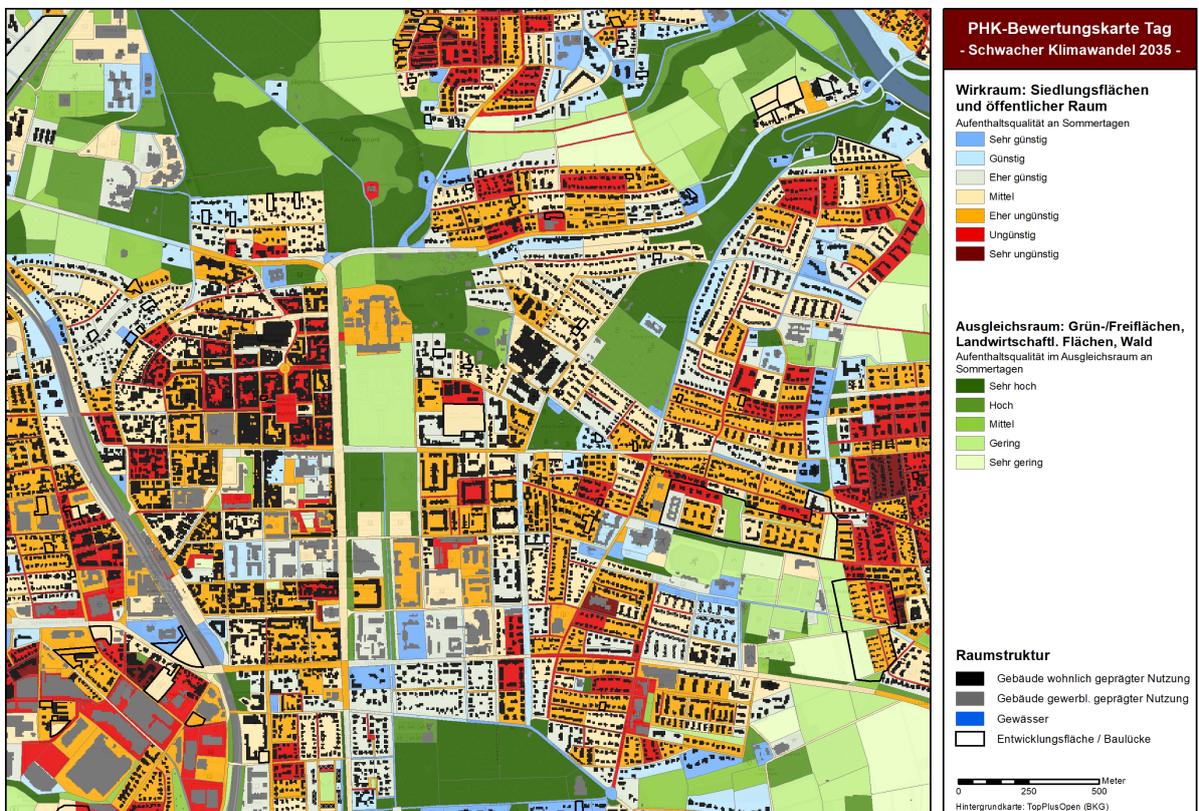


Abbildung 27: PHK-Bewertungskarte Tag („schwacher Klimawandel“) in einem Ausschnitt Ludwigsburgs (verkürzte Legende)

In der „erweiterten Vulnerabilitätsanalyse“ definierte Bereiche mit wichtiger Funktion (z.B. Soziale Infrastruktur, Bahnhof, Einkaufsmöglichkeiten) und / oder hoher Vulnerabilität (z.B. alte Menschen, Menschen mit geringem Einkommen) wurden in die Planungshinweiskarte aufgenommen⁹. Damit kann hervorgehoben werden, dass u.a. in Quartieren mit einem hohen Anteil hitze-empfindlicher Bevölkerungsgruppen oder bei stark frequentiertem Orte bzw. Wegebeziehungen (bspw. Einkaufsmöglichkeiten, Arbeitsstätten, soziale Einrichtungen, Verwaltungsgebäude) ebenfalls eine Handlungspriorität herrscht. Überlagern sich diese Bereiche mit hitzebelasteten Bereichen, ergibt sich daraus ein zusätzlicher Bedarf an Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel.

Die Aufnahme fachlich passender Ergebnisse aus anderen Untersuchungen verdeutlicht den zusammenfassenden Charakter, den die Planungshinweiskarte als zentrales Produkt einer Stadtklimaanalyse haben soll.

Tabelle 6: Allgemeine stadtklimatische Planungshinweise zu den Handlungsprioritäten im Wirkraum.

Bewertung im Wirkraum	Stadtklimatische Planungshinweise
Handlungspriorität 1 – 2	Maßnahmen zur Verbesserung der klimatischer Situation sind bei allen baulichen Entwicklungen und Sanierungen umzusetzen. Im Bestand ist die Möglichkeit entsprechender Maßnahmen sowie ggf. einer klimagerechten Gebäudekühlung zu prüfen.
Handlungspriorität 3 – 5	Bei Nachverdichtungen, baulichen Entwicklungen und im Zuge von Straßensanierungen sind über den klimaökologischen Standard hinausgehende, optimierende Maßnahmen umzusetzen (bspw. Entsiegelung, Fassadenbegrünung, Flächen mit hoher Aufenthaltsqualität schaffen).
Handlungspriorität 6 bzw. keine vorrangige Handlungspriorität	Klimaökologische Standards sind bei allen baul. Entwicklungen einzuhalten (Bäume, Dachbegrünung, geringe Versiegelung, etc.).

Grün- und Freiflächen, landwirtschaftliche Flächen und Wälder werden als stadtklimatischer Ausgleichsraum bezeichnet. Die Planungshinweiskarte gibt den stadtklimatischen Schutzbedarf dieser Flächen anhand ihrer Funktion für den Kaltlufthaushalt bzw. als Rückzugsorte an heißen Tagen wieder. In Abhängigkeit vom Schutzbedarf der Flächen ist deren stadtklimatische Funktion bei geplanten Entwicklungen zu prüfen – bei einem sehr hohen Schutzbedarf wird eine Entwicklung bspw. nur dann als stadtklimaverträglich gewertet, wenn ein Nachweis über die Erhaltung der jeweiligen Funktion erfolgt (siehe Tabelle 7).

Siedlungsnah und öffentlich zugängliche Grünflächen sowie Wälder mit einer hohen Aufenthaltsqualität sind in der Karte als Entlastungsräume hervorgehoben, die von der Bevölkerung an heißen Tagen aufgesucht werden können.

In der Planungshinweiskarte werden die potentiellen Entwicklungsflächen in Ludwigsburg anhand der Modellierung von Zukunfts-Szenarien untersucht. In Abhängigkeit der Bewertung vor einer Bebauung (Bedeutung der Grünfläche bei Außenentwicklungen bzw. bestehende thermische Belastung bei Innenentwicklungen) und der klimatischen Situation nach Umsetzung einer Bebauung wird eine stadtklimatische Bewertung vorgenommen.

⁹ In der Planungshinweiskarte sind die Bereiche mit wichtiger Funktion und / oder hoher Vulnerabilität nicht flächenscharf, sondern in aggregierter Form aufgenommen worden.

Tabelle 7: Allgemeine stadtklimatische Planungshinweise zum Schutzbedarf im Ausgleichsraum.

Bewertung im Ausgleichsraum	Stadtklimatische Planungshinweise
Sehr hoher Schutzbedarf	Bei Eingriffen in die Flächen ist die Erhaltung der jeweiligen stadtklimatischen Funktion nachzuweisen (bspw. Kaltlufttransport, Verschattung). Bauliche Entwicklungen sind klimafachlich zu begleiten. Je nach Art, Lage und Größe des Vorhabens kann dies über eine fachliche Stellungnahme oder modellhafte Untersuchung erfolgen.
Hoher Schutzbedarf	Bei Eingriffen in die Flächen ist die Erhaltung der jeweiligen stadtklimatischen Funktion anzustreben (bspw. Kaltlufttransport, Verschattung). Bei baulichen Entwicklungen ist eine klimafachliche Einschätzung vorzunehmen, bei größeren Vorhaben kann eine modellhafte Untersuchung erforderlich sein.
Erhöhter Schutzbedarf	Bei Eingriffen in die Flächen ist auf die jeweilige stadtklimatische Funktion zu achten (bspw. Kaltlufttransport, Verschattung). Bei größeren Vorhaben ist eine klimafachliche Begleitung anzustreben.
Keine besondere stadtklimatische Funktion	Die Flächen übernehmen für den derzeitigen Siedlungsraum keine besondere stadtklimatische Funktion (etwa als Park oder Kaltluftproduktionsfläche).

Unter den untersuchten Entwicklungsflächen sind nur einzelne zu finden, von deren (zumindest teilweisen) Entwicklung aus stadtklimatischer Sicht gänzlich abzuraten ist. Für den Großteil der Flächen sind jedoch Auswirkungen zu erkennen, die eine klimafachliche Begleitung der Planung notwendig erscheinen lassen. Dies gilt insbesondere, wenn die Entwicklungsflächen im Bereich von Kaltluftleitbahnen bzw. -abflüssen liegen. In diesem Fall ist in einem Gutachten die Klimaverträglichkeit des Vorhabens nachzuweisen (bspw. dass durch Grünachsen, Abstandsflächen und eine geeignete Bauweise die Funktion einer Kaltluftleitbahn erhalten bleibt). Außerhalb der wichtigen Kaltluft-Strukturen werden für viele Flächen, insb. angesichts der Folgen des Klimawandels, optimierende Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation empfohlen. In diesen Fällen sind bei der Planung geeignete stadtklimatische Anpassungsmaßnahmen umzusetzen, um die vorhabenbezogenen Auswirkungen zu mildern. In etwa 20 % der Fälle sind die vorgesehenen Planungen ohne optimierende Maßnahmen stadtklimaverträglich realisierbar, wobei zu einem „klimaökologischen Standard“ bei allen künftigen Entwicklungen in Ludwigsburg geraten wird.

Im Ergebnis dient die Planungshinweiskarte Stadtklima als zentrales Produkt der Klimaanalyse, um das Stadtklima beurteilen zu können. Auf Grundlage der Karte können klimatische belastete Bereiche sowie wertvolle Grünräume auf einen Blick identifiziert werden. Je nach Fragestellung und Fläche können daraus erste, allgemeine planerische Konsequenzen abgeleitet (Wo sind Maßnahmen zur Anpassung nötig? Wo sind bei geplanten Vorhaben stadtklimatische Belange besonders zu berücksichtigen?) und bei Bedarf die weiteren Kartenwerke herangezogen werden (Ist eine Fläche am Tag und/oder in der Nacht belastet? Sind Grünfläche für den Kaltfluthaushalt und/oder als Rückzugsorte an heißen Tagen von Bedeutung?).

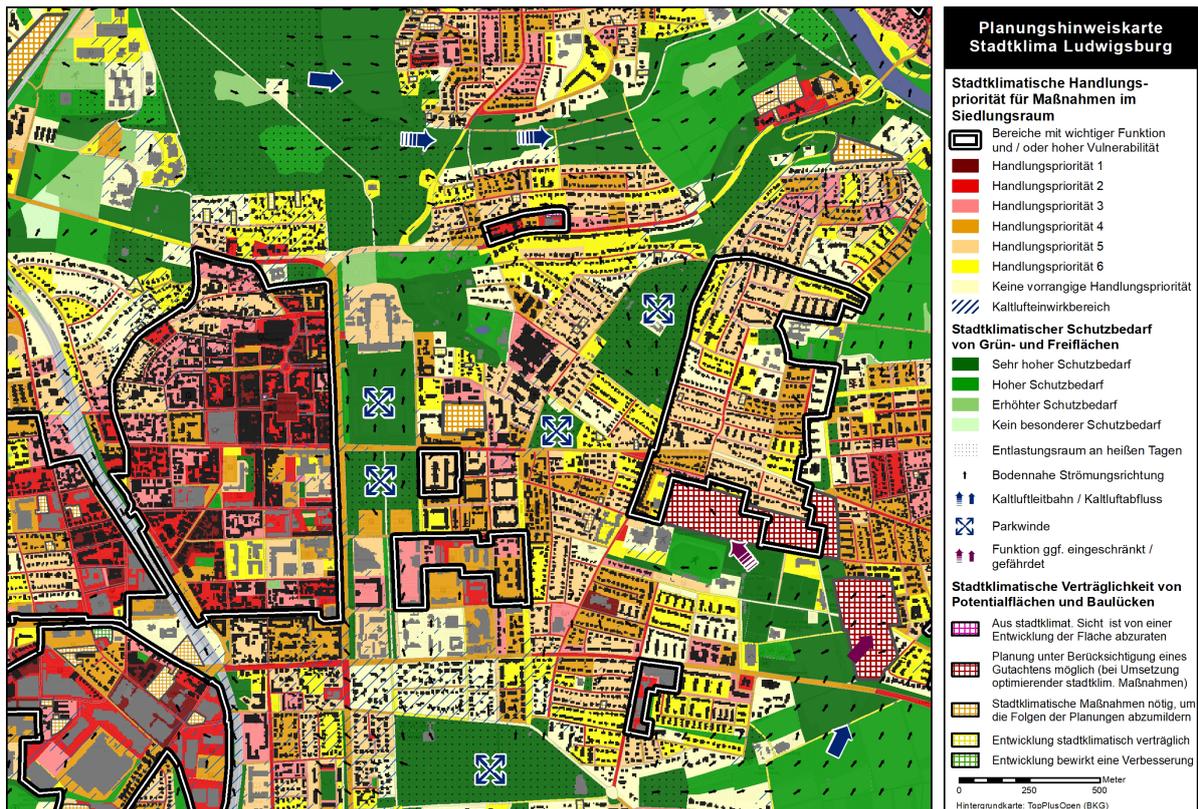


Abbildung 28: Planungshinweiskarte Stadtklima in einem Ausschnitt der Stadt Ludwigsburg (verkürzte Legende)

Erweiterte Analyse zu Vulnerabilitäten und Handlungsprioritäten

Gebiete mit Priorität

Für die Tagsituation bilden Gebiete mit hoher Wärmebelastung unter dem Szenario eines starken Klimawandels (RCP 8.5) die Grundlage. Die Hotspotanalyse der Nacht betrachtet im ersten Schritt dagegen nur die Gebiete mit Wohnnutzung und hoher Wärmebelastung (unter RCP 8.5), da sich die überwiegende Anzahl der Bevölkerung nachts zuhause aufhält. Die weiteren Handlungsräume mit hoher und höchster Priorität bauen auf diesen Gebieten auf und untersuchen sie weiter.

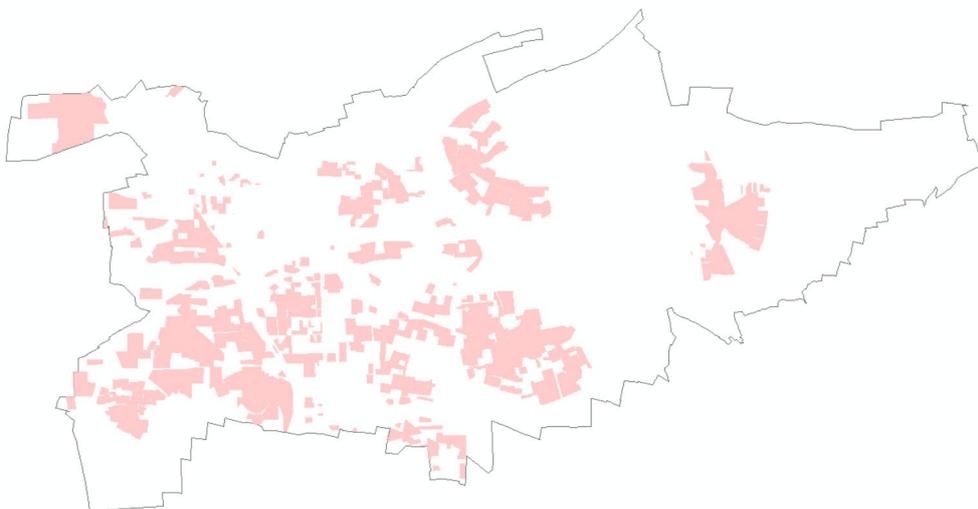


Abbildung 29 Gebiete mit hoher Wärmebelastung unter starkem Klimawandelszenario (= ungünstige und sehr ungünstige Wirkungsräume RCP 8.5)

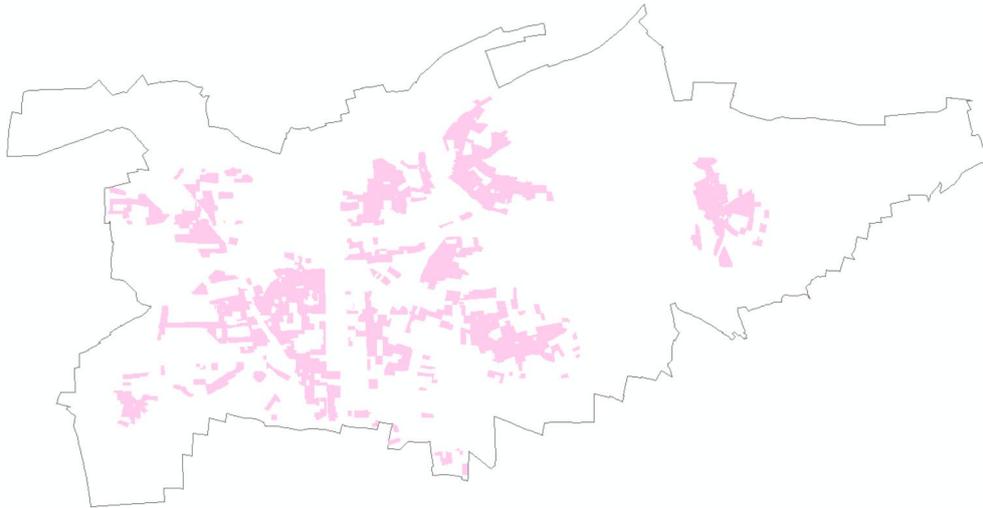


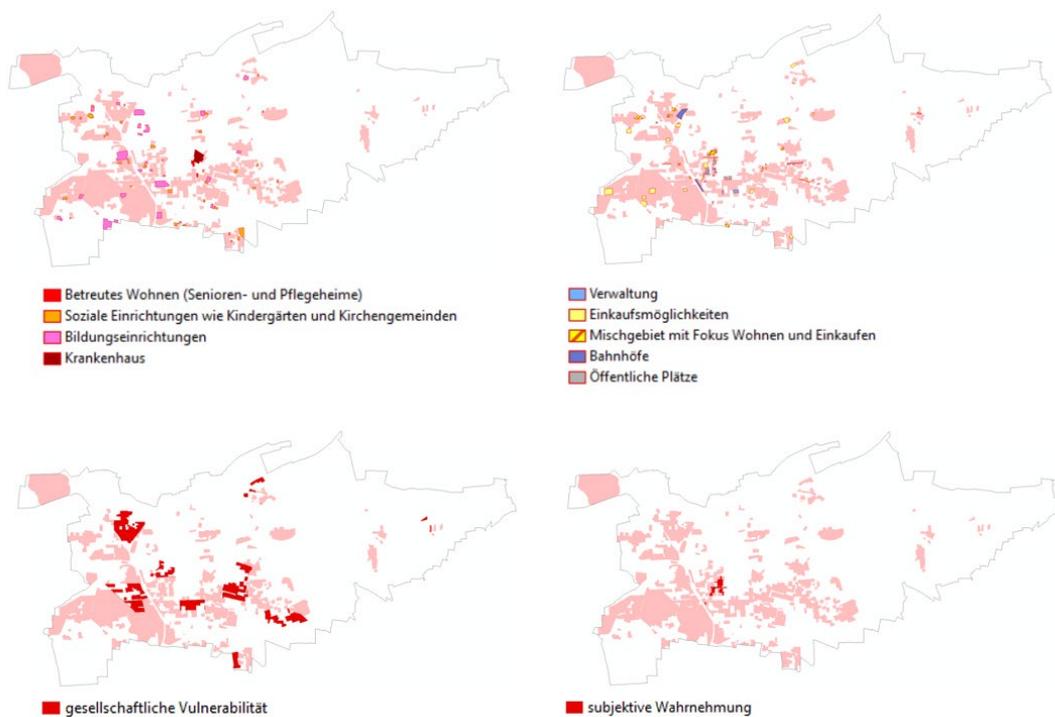
Abbildung 30 Gebiete mit Wärmebelastung unter starkem Klimawandelszenario (= ungünstige und sehr ungünstige Wirkungsräume RCP 8.5) + Wohnnutzung

Gebiete mit hoher Priorität

Folgende, zuvor erstellte, einzelnen Komponenten wurden für die Handlungsräume mit hoher Priorität jeweils für den Tag (siehe Abbildung 32) und die Nacht (siehe Abbildung 33) addiert.

Bei der Tagsituation gibt es folgende einzelne Komponenten:

- Gebiete mit Priorität + gesellschaftliche Vulnerabilität
- Gebiete mit Priorität + soziale Infrastruktur
- Gebiete mit Priorität + Orte des täglichen Bedarfs
- Gebiete mit Priorität + Orte der Arbeit
- subjektive Wahrnehmung von Hitze laut Beteiligung



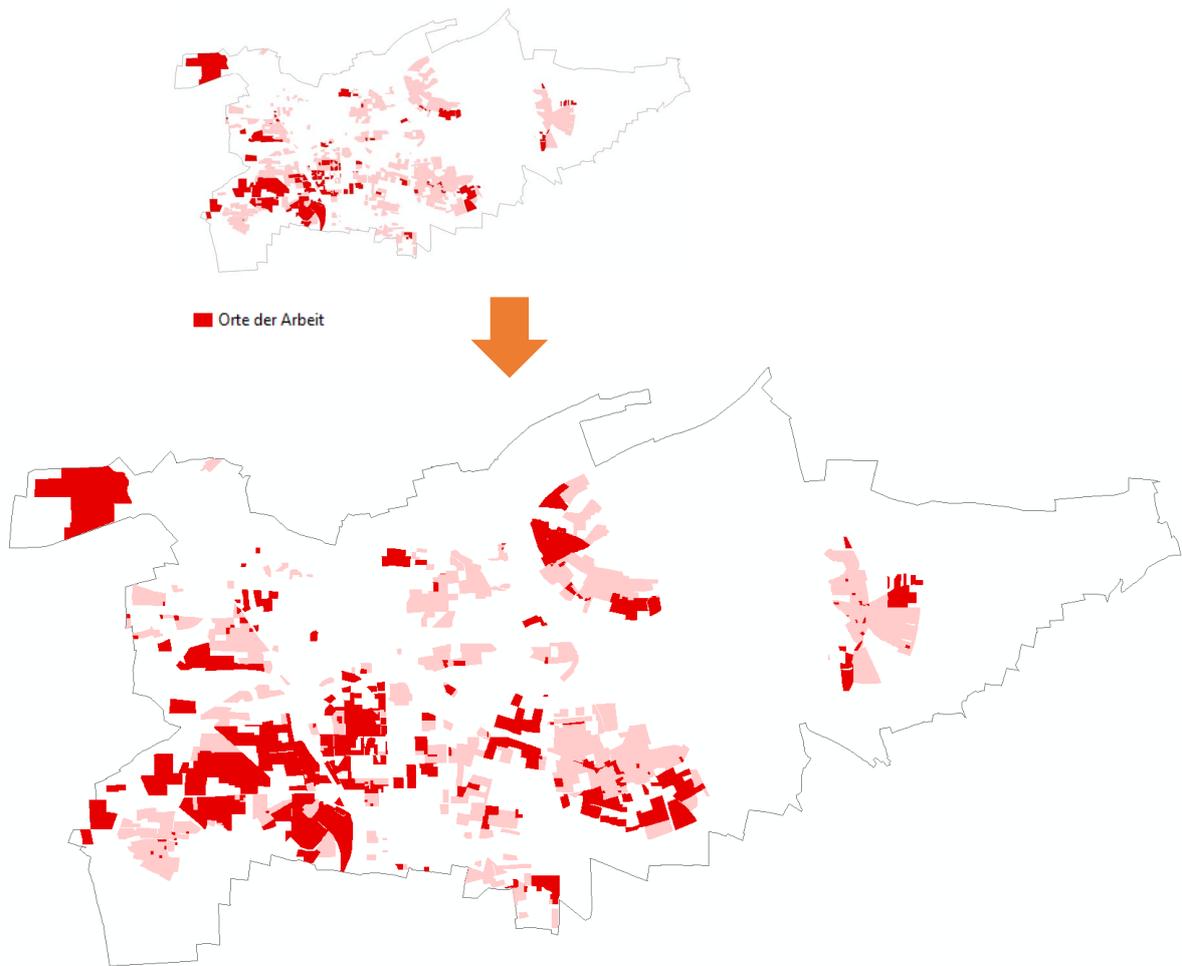
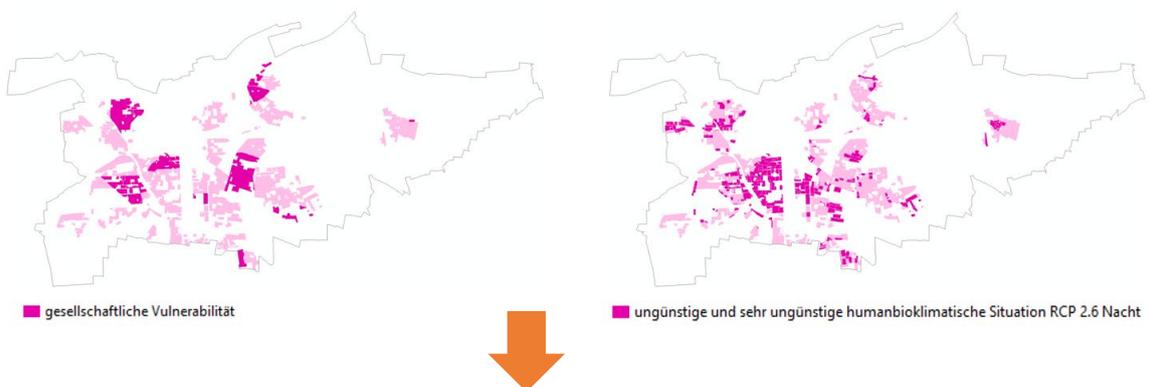


Abbildung 31: Handlungsräume mit hoher Priorität Tag

Bei der Nachtsituation gibt es folgende einzelne Komponenten:

- Gebiete mit Priorität + Gebiete mit hoher Wärmebelastung unter schwachem Klimawandelszenario (= ungünstige und sehr ungünstige Wirkungsräume RCP 2.6)
- Gebiete mit Priorität + gesellschaftliche Vulnerabilität



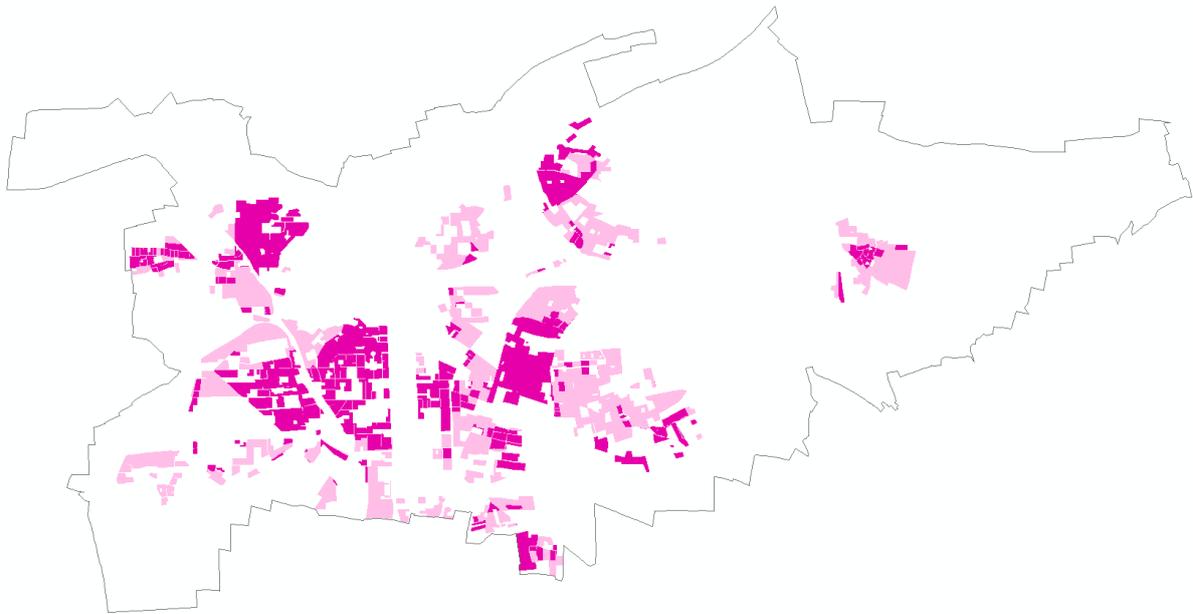


Abbildung 32: Handlungsräume mit hoher Priorität Nacht

Gebiete mit höchster Priorität

Um im letzten Schritt die Handlungsräume mit der höchsten Priorität zu identifizieren, wurden die einzelne Komponenten verschnitten. Bei der Tagsituation wurden die Räume mit hoher Priorität aufgezeigt, die also aufgrund ihrer Vulnerabilität oder subjektiven Bewertung durch die Bevölkerung relevant sind, und die zusätzlich auch bei einem schwachen Klimawandelszenario (RCP 2.6) in Zukunft mit hoher Wahrscheinlichkeit von Hitzebelastung betroffen sein werden (siehe Abbildung 34). In der Nacht dagegen wurden gesellschaftliche Vulnerabilität und das schwache Klimawandelszenario bisher getrennt betrachtet. Die Handlungsräume mit höchster Priorität zeigen jetzt jene Räume an, auf die beide Komponenten zutrifft (siehe Abbildung 35).

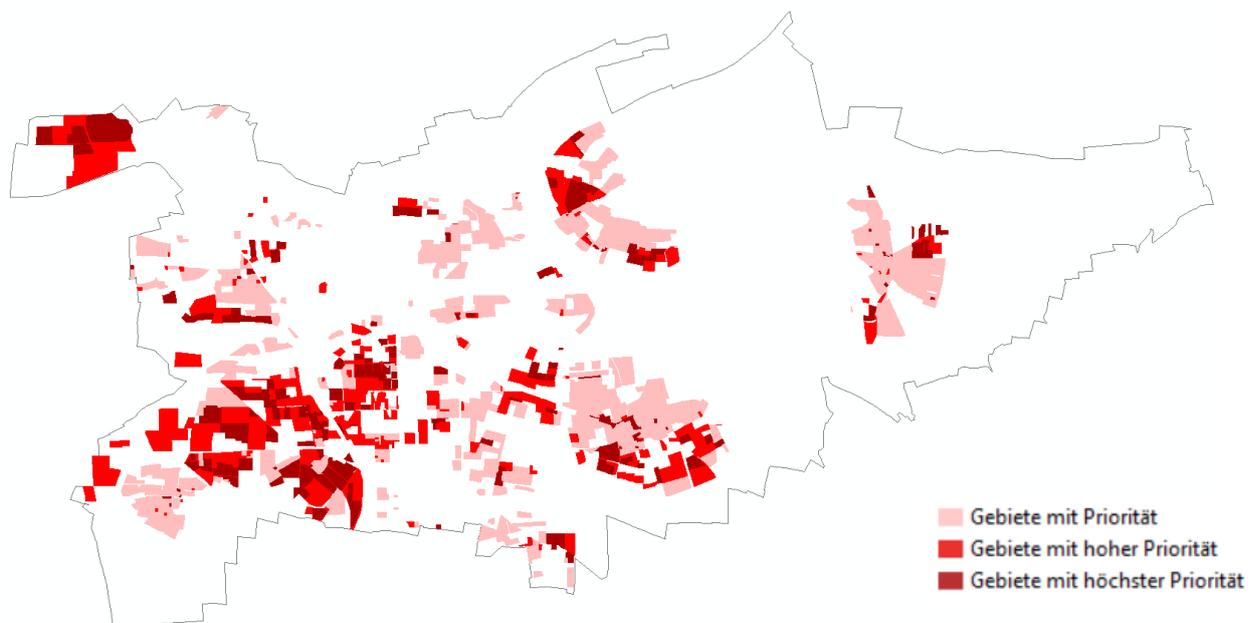


Abbildung 33: Handlungsräume mit höchster Priorität Tag

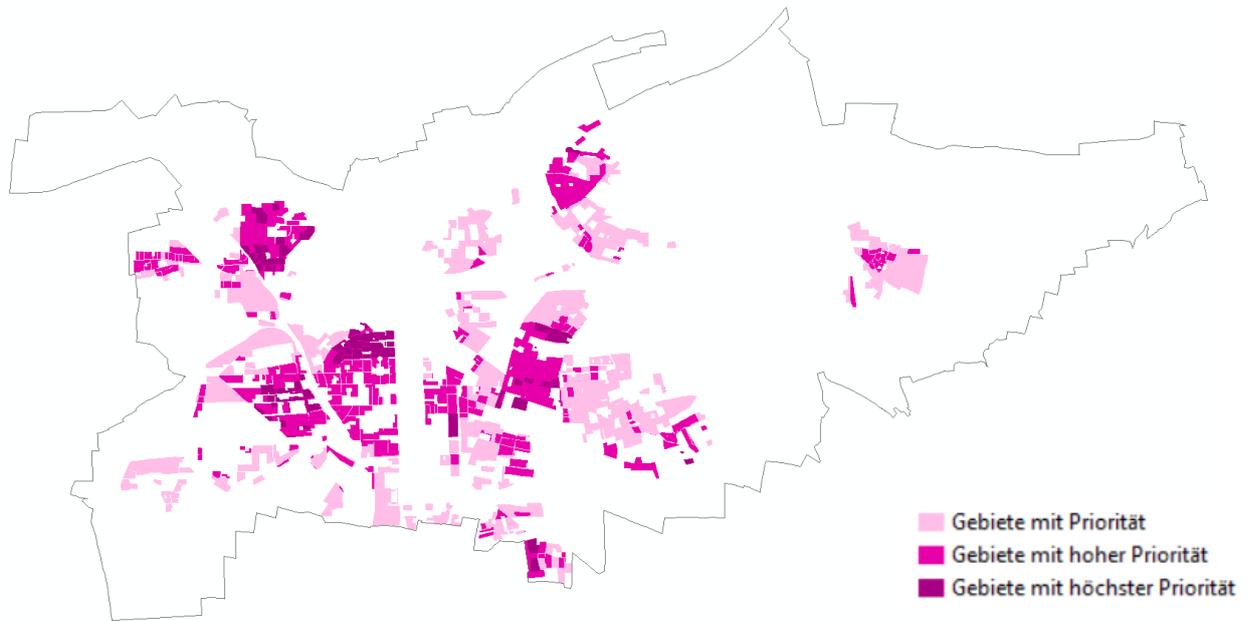


Abbildung 34: Handlungsräume mit höchster Priorität Nacht

Die Hotspotanalyse liefert einen Fachbeitrag zur räumlichen Perspektive, indem sie wichtige Gebiete und Orte in der Stadt hervorhebt, in denen es zu handeln gilt. Weiterhin werden insbesondere für die Handlungsräume mit hoher und höchster Priorität im weiteren Forschungsverlauf Maßnahmen zur Hitzeanpassung entwickelt und deren Wirkung durch modellhafte Rechenläufe und Fachworkshops abgeschätzt.

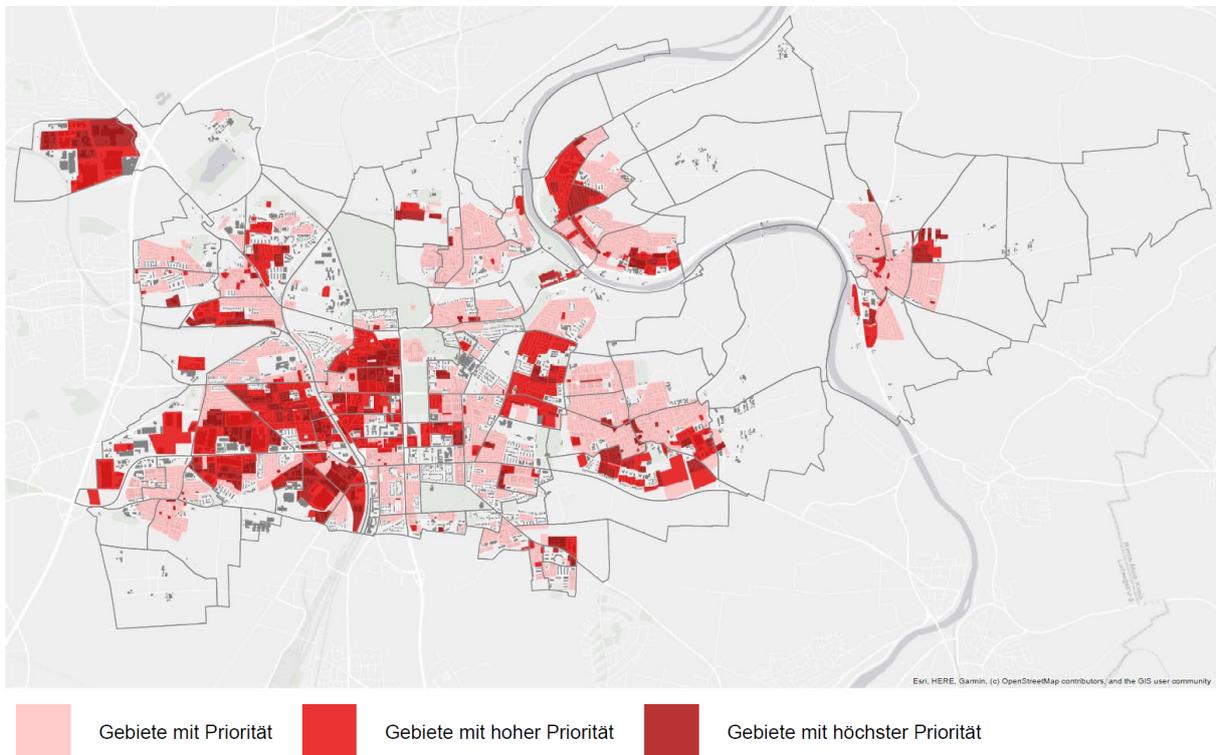


Abbildung 35 Prioritäre Handlungsräume zur Implementierung von Maßnahmen (Tag- und Nachtsituation)

Governance Analyse

Die Bewertung erfolgte durch Stadtverwaltungsmitarbeiter:innen des Teams Klima und Energie und des Fachbereichs Stadtplanung und Vermessung. Zu bemerken ist dabei, dass diese nur bedingt von den gleichen Personen wie in ZURES I durchgeführt wurde. Die Selbsteinschätzung wurde mit dem Ergebnis der Governance Analyse vom August 2019 verglichen.

Auffällig ist, dass insbesondere im Bereich der Akteure sich einige Verbesserungen wiederfinden lassen. Dies betrifft

- den Zugang zu relevanten Informationen für interne und externe Akteure wie z.B. Analyseergebnisse, politische Beschlüsse und Ziele und Leitbilder,
- den Umfang eines konstruktiven Dialogs mit relevanten Akteuren und
- die Akzeptanz der Akteure gegen über den Governance-Prozess (z.B. Beteiligung, Information, Kommunikation) im Themenfeld Hitze in der Stadt und den erzielten Ergebnissen).

Deutlich schlechter dagegen wurde das Vorhandensein von Leitbildern/Leitprinzipien im Themenfeld Hitze in der Stadt und deren Messbarkeit in einem Zielsystem sowie die Definition der Verantwortlichkeiten der relevanten Akteure im Themenfeld eingeschätzt. Diese Einschätzungen spiegeln sich im parallel zu ZURES II initiierten aktuellen Strategieprozess der Stadt Ludwigsburg wider, der die Aktualisierung der Ziele des SEKs, die Weiterentwicklung der gesamtstädtischen Bürgerbeteiligung, die Erarbeitung von Prioritäten- und räumliche Schwerpunktsetzung oder die Verknüpfung der Haushaltsplanung mit den Zielen des SEKs vorsieht. Auch die in ZURES II durchgeführte Dokumentenanalyse der Masterpläne ergab eine bisher unzureichende Beschäftigung mit Hitzeanpassung. Hierzu wurden im weiteren Verlauf raumspezifische und szenariobasierte Ziele zur Klimaresilienz aufgestellt.

Oberbegriff	Schlüsselbegriff	Schlüsselfrage	Leistungsindikator (Messsystem)					
			nicht vorhanden	teilweise vorhanden	überwiegend vorhanden	umfassend vorhanden	regelmäßig überarbeitet	keine Antwort
Basisinhalte (thematische Ziele und Grundsätze)	Ziele	Inwiefern bestehen verbindliche Ziele im Themenfeld Hitze in der Stadt und besteht Klarheit über die zu schützenden Subjekte/das Schutzgut?			X			
	Prinzipien	Inwiefern bestehen Leitbilder/Leitprinzipien im Themenfeld Hitze in der Stadt und lassen sich diese in einem Zielsystem messbar machen?	nicht vorhanden	teilweise vorhanden	überwiegend vorhanden	umfassend vorhanden	regelmäßig überarbeitet	keine Antwort
				X		X		
Prozess (Verantwortlichkeiten und Legitimation)	Verantwortlichkeitsgrundsatz	Inwiefern sind Verantwortlichkeiten der relevanten Akteure im Themenfeld Hitze in der Stadt definiert?	nicht definiert	teilweise definiert	überwiegend definiert	umfassend definiert	regelmäßig reflektiert	keine Antwort
					X		X	
Akteure	Repräsentanz	Inwiefern sind alle relevanten internen und externen Akteursgruppen (und ihre Repräsentanten bzw. Interessensvertreter) und deren Erwartungen bekannt?	nicht bekannt	teilweise bekannt	überwiegend bekannt	umfassend bekannt	regelmäßig überprüft	keine Antwort
				X				
Akteure	Zugang zu Informationen	Inwiefern sind relevante Informationen für alle internen und externen Akteure verfügbar? (z. B. Analyseergebnisse, politische Beschlüsse und Prioritäten, Ziele und Leitbilder)	nicht verfügbar	teilweise verfügbar	überwiegend verfügbar	umfassend verfügbar	regelmäßig überarbeitet	keine Antwort
				X	X			
	Dialog	In welchem Umfang wird ein konstruktiver Dialog mit den relevanten Akteuren geführt? (Im Fall von widerstreitenden Positionen beim Themenfeld Hitze in der Stadt)	nicht vorhanden	teilweise vorhanden	überwiegend vorhanden	umfassend vorhanden	regelmäßig reflektiert	keine Antwort
			X	X				
Koordination und Kooperation	Toleranz und Offenheit gegenüber dem Governance-Prozess, Maßnahmen und Ergebnissen	Inwiefern tolerieren/akzeptieren die Akteure bzw. Akteursgruppen den Governance-Prozess (z. B. Beteiligung, Information, Kommunikation) im Themenfeld Hitze in der Stadt und die erzielten Ergebnisse?	nicht toleriert	teilweise toleriert	überwiegend toleriert	umfassend toleriert	regelmäßig überarbeitet	keine Antwort
				X	X			
Koordination und Kooperation	Koordination	Inwiefern sind Entscheidungen und Aktivitäten im Themenfeld Hitze in der Stadt in formellen Verfahren innerhalb der Stadtverwaltung und mit den TÖBs koordiniert, sodass die relevanten Akteure gemeinsam o. g. Ziele erreichen?	nicht koordiniert	teilweise koordiniert	überwiegend koordiniert	umfassend koordiniert	regelmäßig reflektiert	keine Antwort
				X	X			
Ressourcen	Kooperation	Inwiefern besteht innerhalb der Stadtverwaltung und mit anderen Akteursgruppen eine gute Kooperation und Übereinkunft über Verantwortlichkeiten?	keine Kooperation	teilweise Kooperation	überwiegend gute Kooperation	umfassende Kooperation	regelmäßige Reflektion	keine Antwort
					X			
Ressourcen	Finanzielle Ressourcen	In welchem Umfang stimmen die verfügbaren finanziellen Ressourcen mit den Anforderungen an Aktivitäten im Themenfeld Hitze in der Stadt überein?	nicht vorhanden	teilweise übereinstimmend	überwiegend übereinstimmend	umfassend übereinstimmend	regelmäßig optimiert	keine Antwort
				X				
Ressourcen	Personelle Ressourcen	In welchem Umfang stimmen die Mitarbeiterressourcen (technische Qualifikation und Personenanzahl) mit den Anforderungen an Aktivitäten im Themenfeld Hitze in der Stadt überein?	nicht vorhanden	teilweise übereinstimmend	überwiegend übereinstimmend	umfassend übereinstimmend	regelmäßig optimiert	keine Antwort
					X			

Abbildung 36 Selbsteinschätzung des Governanceprozesses zum Thema Hitze in der Stadt durch die Stadt Ludwigsburg 2022 – Veränderungen zu ZURES I

2.2 Formulierung raumspezifischer und szenariobasierter Ziele zur Klimaresilienz auf der gesamtstädtischen Ebene

Die finale Überarbeitung der Anpassungsziele sieht einen dreistufigen Aufbau vor, der sich an dem verwaltungsinternen Klik-System der Stadt Ludwigsburg orientiert.

Leitsatz: Die Stadt Ludwigsburg ist im Jahr 2035 eine lebenswerte, zukunftsfähige und klimagerechte Stadt, die allen Menschen ermöglicht, ihren Alltag mit den Klimaveränderungen selbstbestimmt und gesund zu leben.

Strategisches Ziel 1: Alle Menschen wohnen, leben, arbeiten und bewegen sich im Jahr 2035 möglichst ohne Hitzestress in Ludwigsburg, d. h. ohne durch Hitze ausgelöste körperliche und mentale Beeinträchtigungen oder den Lebensalltag einschränkende Verhaltensanpassungen.

Operatives Ziel 1.1.: Im Jahr 2035 sind bewohnte Gebiete, häufig frequentierte und zentrale Straßen, Wege und Plätze keiner erhöhten Hitzebelastung ausgesetzt.¹⁰

Operatives Ziel 1.2.: Öffentliche Grün- und Freiflächen mit einer hohen Aufenthaltsqualität auch an heißen Tagen sind für alle Menschen fußläufig und barrierearm in max. 300 m erreichbar.

Neben ihrer klimaökologischen Funktion nehmen öffentliche Grün- und Freiflächen mit ihrer sozialen und Erholungsfunktion eine entscheidende Rolle für die Bewältigung von Hitzestress ein. Für die tägliche Erholung – insbesondere an heißen Tagen – ist dabei deren fußläufige Erreichbarkeit von hoher Bedeutung; die Erreichbarkeit beeinflusst entscheidend die Häufigkeit und Dauer des Aufenthalts auf einer Grün- und Freifläche (BBSR 2018). Aufgrund ihrer noch nicht oder nicht mehr uneingeschränkten Mobilität, ist die fußläufige Erreichbarkeit besonders relevant für Kinder und Jugendliche sowie für die angesichts des demografischen Wandels wachsende Gruppe der älteren Menschen.

Operatives Ziel 1.3.: Die Klimafunktion aller Kaltluftleitbahnen und Kaltluftentstehungsgebiete bleibt erhalten, auch im Falle einer baulichen Entwicklung.¹¹

Für die signifikante Kühlung von Siedlungsräumen insbesondere in der Nacht ist eine grüne Infrastruktur mit ihrer Funktion der Kaltluftentstehung und deren Transport über Leitbahnen

¹⁰ Eine erhöhte Hitzebelastung ist mit der Kategorie 5 „der sehr ungünstige Situation“ der Klimamodellierung gleichzusetzen.

¹¹ Die Klimafunktion ist mit der Kategorie „hohe Bedeutung“ der Klimamodellierung gleichzusetzen.

unerlässlich (Gesamtsystem Kaltluftentstehungsgebiet – Kaltluftabflussbahn bzw. Frischluftschneise). Um eine signifikante Kühlung zu gewährleisten, sind daher größere zusammenhängende Grünflächen mit ihrer Klimafunktion zu erhalten. Besonders erhaltenswert ist dabei grünes Freiland mit niedriger Vegetationsdecke (d. h. Felder, Wiesen, Brach- und Gartenland), das in der Nacht größenordnungsmäßig stündlich 10-12 m³ Kaltluft pro m² produziert (BMUB 2015; WM BW 2022). Gleichzeitig wird die abfließende Kaltluft auf grünen Freilandflächen nur in geringem Maße durch Hindernisse gebremst. Erhaltenswert sind ebenso größere zusammenhängende Waldgebiete (BMUB 2022). Diese kühlen in der Nacht ein größeres Luftvolumen ab, erreichen aufgrund der Baumkronen aber nicht die tiefen Temperaturen der Freiflächen. Dennoch sind insbesondere stadtnahe Waldgebiete aufgrund ihrer im Tagesgang der Lufttemperatur ausgleichenden Wirkung, die es ermöglicht, dass auch am Tage Kaltluft zugunsten des Siedlungsraumes erzeugt wird, zu erhalten (WM BW 2022).¹² Darüber hinaus sind die Klimafunktionen der folgenden Flächen zu erhalten:

- Flächen, die lokale, thermisch induzierter Windsysteme entstehen lassen und produzierte Kaltluft in den Siedlungsraum transportieren können – sogenannte „klimaaktive Flächen“¹³,
- Weitgehend hindernisfreie Hangeinschnitte (Klingen), die im Einzugsbereich von Kaltluftentstehungsgebieten liegen und zu Siedlungsgebieten führen (WM BW 2022).

Operatives Ziel 1.4.: Ab dem Jahr 2035 sind alle Stadtteile bedarfsgerecht mit sozialen Infrastruktureinrichtungen und Wohnungen mit Sozialbindung versorgt. Neubauten sind ab sofort und bestehende Bauten ab dem Jahr 2035 baulich/technisch an Hitze angepasst und liegen prioritär in Gebieten mit der geringsten Hitzebelastung.

Die soziale Infrastruktur bezeichnet nach Schubert (1995: 87) „im engeren Sinne die Gesamtheit der örtlichen sowie regionalen Dienste und Einrichtungen, die der sozialen Versorgung der Bevölkerung dienen.“ Sie gehört zu einer der wesentlichen staatlichen bzw. kommunalen Aufgaben der Daseinsvorsorge. Die Ausgestaltung und Ausstattung mit sozialen Infrastruktureinrichtungen und -diensten sind dabei abhängig von den lokalen Bedarfen der Bevölkerung. Zwar ist eine gute soziale Infrastruktur für alle Stadtnutzer:innen wichtig, doch kommt der Ausstattung einer Stadt mit einer sozialen Infrastruktur ebenso die erhebliche Verantwortung zu, soziale Vulnerabilitäten – auch gegenüber Hitzestress – bis zu einem gewissen Grad auszugleichen und die Bewältigungs- und Anpassungskapazität vulnerabler Menschen zu fördern. Konkret bedeutet das:

- Bildungseinrichtungen (Schulen, Aus- und Weiterbildungszentren, Beratungsstellen, Bibliotheken, etc.) können den Bildungsgrad der Menschen erhöhen und somit das Wissen um und Verständnis für Hitzesrisiken und entsprechende Bewältigungs- und Anpassungsmaßnahmen steigern.
- Ein hoher Bildungsgrad fördert die Chance auf ein gut entlohntes Arbeitsverhältnis erhöhen, wodurch die finanziellen Möglichkeiten für private Bewältigungs- und Anpassungsmaßnahmen steigen.
- Die Kinderbetreuung und Jugendpflege ermöglicht den Erziehenden verstärkt einer Lohnarbeit nachzugehen, um somit die finanziellen Möglichkeiten für private Bewältigungs- und Anpassungsmaßnahmen zu erhöhen.

¹² „Besonders günstig für die Abkühlung bei Tag sind Waldgebiete, die an Nord- und Osthängen geringer Sonneneinstrahlung unterliegen“ (WM BW 2022).

- Die Kinderbetreuung und Jugendpflege fördert nachhaltig soziale Netzwerke und erhöhte die Chance auf (dauerhaft) fürsorgende Beziehungen, die sich im Falle von Hitzestress um das Wohlbefinden sorgen.
- Bewegungsfördernde soziale Infrastrukturen (Fitnessangebote, Physiotherapie, Sportanlagen und -vereine, etc.) unterstützen präventiv die körperlichen Fähigkeiten mit Hitzestress umzugehen.
- Soziale Dienste sowie Betreuungseinrichtungen und -dienste der Gesundheitsversorgung, Senior:innenversorgung und für andere vulnerable Pflegebedürftige kümmern sich um das Wohlbefinden der Personen während einer Hitzewelle.
- Soziale Dienste sowie Betreuungseinrichtungen und -dienste der Gesundheitsversorgung, Senior:innenversorgung und für andere vulnerable Pflegebedürftige entlasten während Hitzeperioden die Personen, die sonst für die Betreuung verantwortlich sind.
- Rettungsdienste und Einrichtungen der Gesundheitsversorgung versorgen Menschen mit Vorerkrankungen, die sie vulnerable gegenüber Hitze machen, und Menschen mit akuten hitzebedingten Krankheiten.
- Soziale Infrastruktureinrichtungen sind Orte der Begegnung und können durch Interaktionen untereinander soziale Netzwerke fördern, aus denen verschiedene Ressourcen und Kapitale (Wissen, Unterstützung, etc.) generiert werden können.

Darüber hinaus kann unter sozialer Infrastruktur auch die Versorgung der Bevölkerung mit bezahlbarem Wohnraum gezählt werden, da bezahlbarer und angemessener Wohnraum gemäß Art. 11 des Internationalen Pakts über wirtschaftliche, soziale und kulturelle Rechte der Vereinten Nationen (1966) als Menschenrecht verstanden wird. Wie und unter welchen Bedingungen Menschen wohnen hat einen großen Einfluss auf deren Lebensqualität, u. a. mit Blick auf die Aspekte Gemeinschaft, Inklusion, Gesundheit und Sicherheit. Neben dem hohen Bedarf an angemessenen und bezahlbaren Wohnraum steigt auch mit zunehmendem Klimawandel und demografischen Wandel die Relevanz von generationenübergreifenden und/oder gemeinschaftlichen Wohnformen (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt 2015).

Strategisches Ziel 2: Ab dem Jahr 2027 sind alle Menschen und Institutionen in Ludwigsburg über die Risiken durch Hitze informiert und werden unterstützt, sich an Hitzestress anzupassen.

Operatives Ziel 2.1.: Ab dem Jahr 2027 wird die Stadtbevölkerung zielgruppengerecht vor unmittelbar anstehenden Hitzewellen gewarnt und über Möglichkeiten zum Eigenschutz und zur Eigenvorsorge informiert.

Operatives Ziel 2.2.: Die Entscheidungstragenden in relevanten Bereichen wie Politik, Verwaltung, Bildung, Betreuung, Gesundheit und Arbeit sind im Jahr 2027 über die Risiken durch Hitze für ihren Zuständigkeitsbereich informiert und kennen Maßnahmen, die zur Abmilderung ergriffen werden können.

Das hier präsentierte Ergebnis des Zielkatalogs ist in seiner aktuellen Form auch auf andere Städte mit ähnlichen Ausgangsbedingungen übertragbar.

Im Zuge der Zusammenführung verschiedener Interessen und Bedürfnisse sowie Zuständigkeits- und Verantwortungsbereiche – einhergehend mit einem unterschiedlichen Sprachduktus – aller Akteur:innen einer Stadtgesellschaft offenbarten sich bei der Zielentwicklung einige Herausforderungen. Diese sowie deren Lösung werden im Folgenden skizziert und diskutiert.

Wirkungsziele vs. Verfahrensziele vs. projektbezogene (Mindest-)Standards

Je nach Akteur:innengruppe (und ggf. deren Arbeitsstruktur) eignen sich in der Praxis unterschiedliche Zielarten. Alle Arten der Zielsetzungen haben Vor- und Nachteile, können sich im Einzelfall besser oder weniger eignen, aber in weiten Teilen auch gut miteinander kombiniert werden.

Fachbereiche, die überwiegend projektbezogen arbeiten, bevorzugen für eine einfache Integration der Zielsetzung in ihre alltäglichen Aufgaben eine Zielformulierung z. B. in Form von (Mindest-)Standards, die das jeweilige Vorhaben zu erfüllen hat. Solche Standards bieten eine klare und konkrete Orientierung für die Gestaltung der Vorhaben, können in der Umsetzung allerdings auch wenig flexibel auf lokale Rahmenbedingungen eingehen. Standards können daher die Arbeit der Verwaltungsmitarbeiter:innen erschweren. Gleichzeitig geht bei solchen vorhabensbezogenen Zielsetzungen eine größere, z. B. gesamtstädtische, Perspektive verloren. So können sich möglicherweise Konflikte ergeben, die bei einer reinen Vorhabensbetrachtung nicht entdeckt werden.

Für Fachbereiche, deren Aufgabenbereich stark durch (stark regulierte/gesetzliche) Verfahren und Prozesse geprägt sind, erleichtern Verfahrensziele die Umsetzung und Integration in die alltägliche Arbeitsstruktur. Dies gilt z. B. für die Bauleitplanung. Grundsätzlich haben Verfahrensziele den Vorteil, dass sie bereits am Ursprung einer Wirkungskette ansetzen. Allerdings unterscheiden sich in der Planungspraxis Verfahren und Prozesse zu sehr voneinander, als dass die Verfahrensziele allgemeingültig formuliert werden könnten. Somit wären für verschiedene Verfahren und Prozesse jeweils unterschiedliche Verfahrensziele zu definieren.

Im Gegensatz zu Verfahrenszielen setzen Wirkungsziele am Ende der Wirkungskette an. Dadurch, dass Wirkungsziele den jeweiligen Verwaltungsmitarbeiter:innen die Wahl des Mittels zur Zielerreichung überlassen, gewähren sie eine hohe Flexibilität (im Gegensatz zu vorhabens-/projektbezogenen Standards), was sich angesichts unterschiedlicher Klimawandel- und Verwundbarkeitsszenarien eignet. Allerdings geben Wirkungsziele dementsprechend weniger konkrete Handlungsorientierungen im Einzelfall, was in der Praxis ggf. aufwändigere Vorarbeiten notwendig macht. Jedoch können gemeinsame, für alle gleichermaßen gültige Wirkungsziele die fachübergreifende Zusammenarbeit fördern und leichter – auch nach außen – kommuniziert werden. Im Rahmen des ZURES II-Projekts wurden daher Wirkungsziele formuliert.

Umfang (scope) und Konkretheit der Ziele

Der Umfang der Ziele und somit auch deren Konkretheit wurden divers in der Wissenschaft und Praxis diskutiert. Die Herausforderung bestand darin, im Zielkatalog den Wechselwirkungen im Mensch-Umwelt-System Rechnung zu tragen, dabei die Ziele konkret und überprüfbar zu formulieren und gleichzeitig eine quantitative Handhabbarkeit zu gewährleisten. In einem besonderen Fokus stand dabei die gewünschte Integration der Schutzgüter Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt (§ 2 Abs.1 Nr. 2 UVPG).

Um eine Konkretheit (und weitgehende Messbarkeit) der Ziele sicherzustellen, fokussiert das ZURES II-Konsortium zwar vorrangig das Schutzgut Mensch, insbesondere die menschliche Gesundheit,

allerdings werden die Schutzgüter Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt verstärkt in der Maßnahmenentwicklung über Synergieeffekte durch *nature-based solutions* berücksichtigt.

Mess-/Überprüfbarkeit der Ziele

Je konkreter Ziele formuliert werden, desto leichter lässt sich deren Erreichung überprüfen. Vor dem Hintergrund dieser Intention bediente sich das ZURES II-Konsortium auch der SMART-Technik zur Formulierung der Ziele. Grundsätzlich wurde der Zielkatalog so angelegt, dass die operativen Ziele zur Erreichung des jeweiligen strategischen Ziels dienen. Das heißt, dass wenn die operativen Ziele erreicht werden, wird auch das dazugehörige strategische Ziel erreicht.

Herausforderungen bestehen vor allem in der Überprüfung qualitativer und/oder normativer Zielformulierungen (z. B. bei der Überprüfung einer hohen Aufenthaltsqualität von öffentlichen Grün- und Freiflächen). Diese erfordern zumeist unter allen Angehörigen der Stadtgesellschaft ein gemeinsames Verständnis in der Begrifflichkeit und ggf. eine gemeinsame Definition von Schwellen- oder Grenzwerten. Solche Prozesse können insbesondere angesichts ressortübergreifender Klimawandelherausforderungen und das Erfordernis einer interdisziplinären Herangehensweise aufgrund unterschiedlicher disziplinärer Regeln und individueller Subjektivitäten durch disziplinäre Ausbildungen und Wissensbestände sehr anspruchsvoll und langwierig sein.

Das ZURES II-Konsortium stellt daher Definition von Begrifflichkeiten – z. B. mittels der ergänzenden Handreichung zum Zielkatalog – sowie Empfehlungen zu möglichen methodischen Vorgehensweisen bzw. Indikatoren zur Verfügung, die für eine finale Überprüfung der Zielerreichung z. T. noch durch normative Werte durch die kommunalen Akteur:innen ergänzt werden können.

Verantwortungsbereiche und Einflussmöglichkeiten

In der konsequenten Umsetzung von Zielen, die parallel zur Zielentwicklung mitgedacht wird, können unklar definierte Verantwortungsbereiche und bedingte Einflussmöglichkeiten eine Herausforderung darstellen.

Bei querschnittsorientierten Zielen können Verantwortungsbereiche schon mal schwer benannt werden. Zwar gibt es für Klimaanpassung in der Stadtverwaltung Ludwigsburg eine eigene Stabsstelle, allerdings ist diese in der Umsetzung einerseits aufgrund des ressortübergreifenden Charakters der Klimawandelherausforderungen und andererseits aufgrund des fehlenden gesonderten Fachrechts auf die Zusammenarbeit mit den anderen Fachbereichen angewiesen. Wie oben geschrieben, können gemeinsame Wirkungsziele grundsätzlich die Zusammenarbeit und das gemeinsame Verantwortungsgefühl fördern, allerdings kann es bei unklar benannten Verantwortungsbereichen auch zu einer fehlenden Rechenschaftspflicht über den eigenen „herkömmlichen“ Aufgabenbereich hinauskommen. Eine solche Benennung von Verantwortlichkeiten sollte in der Unterlegung der Ziele mit Maßnahmen sichergestellt werden.

Darüber hinaus sind Verantwortungsbereiche auch im Zusammenhang mit Einflussmöglichkeiten zu diskutieren. Die Stadtverwaltung hat aufgrund des ihr zur Verfügung stehenden Instrumentariums nur bedingt Einfluss auf eine stringente Zielverfolgung. Dementsprechend sind für eine erfolgreiche Hitzeanpassung auch Bürger:innen, Gesellschaften, Projektträger:innen und Investor:innen sowie andere Akteur:innen der Stadtgesellschaft zur Verantwortung zu ziehen. Dazu stehen der Stadtverwaltung verschiedene Fördermöglichkeiten wie die Sensibilisierung oder die Schaffung von Anreizen zur Verfügung, die über das verbindliche Instrumentarium der Stadtverwaltung hinausgehen.

Vor diesem Hintergrund ist bei der Außenkommunikation der Ziele auch der Verantwortungsbereich der Stadtgesellschaft transparent zu kommunizieren. Mit dem Beschluss eines Zielkatalogs sollte aus

Sicht der Stadtverwaltung nicht der Eindruck eines ableitbaren Rechts für die Stadtgesellschaft entstehen, das ohne Pflichten einhergeht. Wobei gleichzeitig einzelne Maßnahmen für die Bürger:innenschaft keinen Zwang darstellen sollen. Auch ihnen ist bestenfalls das Mittel der Wahl zu überlassen oder Alternativen oder Anreize aufzuzeigen.

Realistische und finanzierbare Zielsetzung

In der Überprüfung des Zielkatalogs durch die Stadtverwaltungsmitarbeiter:innen wurden immer wieder auch Diskussionen bzgl. einer ambitionierten, „utopischen“ Zielsetzung und einer realistischen, finanzierbaren Zielsetzung geführt. Einige Mitarbeiter:innen der Stadtverwaltung befürchteten mit einer zu ambitionierten Zielsetzung insbesondere bzgl. des anvisierten Zeithorizonts eine Überforderung. Gleichzeitig unterstreicht eine zu wenig ambitionierte Zielsetzung nicht die Dringlichkeit des Handlungsbedarfs. Demzufolge galt es bei der Entwicklung des Zielkatalogs die *goldene Mitte* zwischen Ambition und Realismus (bzw. Finanzierbarkeit) zu finden.

Formulierung und verwendeter Sprachduktus

Da die Ziele allen Akteur:innen der Stadtgesellschaft dienen und alle mehr oder weniger für deren Erreichung verantwortlich sind, ist bei der Entwicklung und Formulierung eine Sprache zu wählen, die auch von allen Akteur:innen der Stadtgesellschaft verstanden wird. Dies kann aufgrund unterschiedlicher disziplinärer Ausbildungen und Wissensbeständen eine Herausforderung darstellen. Die Herausforderung ist besonders groß bei Begriffen, für die es keine einheitliche, allgemeingültige Definition gibt, sondern deren Verständnis auf normative Standpunkte und Wertevorstellungen oder politische Absichten beruhen, wie bspw. Klimagerechtigkeit, oder die in unterschiedlichen Disziplinen verschieden definiert werden.

Einerseits ist es wichtig deutlich zu machen, auf welches Verständnis man sich bezieht, da dies sonst zu Missverständnissen führen kann. Dies erfordert umfassende Definitionen und Beschreibungen. Andererseits ermöglicht es die Verwendung eines allgemeinen, vagen Verständnisses – wie es auch die Debatte um den Begriff Nachhaltigkeit zeigt – zwischen den verschiedenen Akteur:innen eine gemeinsame Basis zu finden, selbst wenn die Akteur:innen den Begriff aufgrund individueller Werte oder durch Kontextualisierung unterschiedlich definieren (Wuesler 2014; Meerow et al. 2016; Halla und Binder 2020).

Eine Unschärfe macht es jedoch schwierig, diese Begriffe zu operationalisieren oder allgemeine Indikatoren zu entwickeln (Pizzo 2015; Vale 2013). Halla und Binder (2020) schlagen eine mögliche Lösung vor, um alle Diskrepanzen in einer gemeinsamen Form zusammenzuführen: Anstatt zu versuchen, die Essenz der Begriffe in präzisen Vorschriften zu erfassen, kann ein transdisziplinäres Stakeholder-Team sie in grundlegende Kriterien übersetzen. Diese gemeinsamen Kriterien sollten sich sowohl auf normative Prinzipien (z.B. Gerechtigkeit, Inklusivität) als auch auf Eigenschaften wie Dynamik, Flexibilität, Ressourcenreichtum, Anpassungsfähigkeit oder Komplexität beziehen (siehe z. B. Sharifi und Yamagata 2016a; Christen und Schmidt 2012; Gibson und Hassan 2010; Waas et al. 2014).

Fazit und Ausblick

Die Formulierung von Zielen zur Hitzeanpassung ist angesichts mangels übergeordneter verbindlichen Schwellwerte sowie im politischen Kontext komplex und herausfordernd. Das ZURES II-Konsortium entwickelte in Zusammenarbeit mit lokalen Akteur:innen der Stadt Ludwigsburg und unter bestmöglicher Integration verschiedener Interessenlagen einen Vorschlag für einen Zielkatalog zur Hitzeanpassung, der so oder in ähnlicher Form auch auf andere Stadtkontexte anwendbar ist.

2.3 Auswahl geeigneter Maßnahmen und Messung ihrer Wirksamkeit

Aufbauend auf die ZURES I-Ergebnisse und ZURES II-Analysen und den Erkenntnissen der transdisziplinären Beteiligungsformate sind für Ludwigsburg die in diesem Kapitel beschriebenen Maßnahmen sinnvoll, die verschiedene Ansatzpunkte des Risiko- und Vulnerabilitätskonzepts des IPCC aufgreifen und an unterschiedlichen sozioökonomischen und politisch-institutionellen Handlungsansätzen ansetzen. Angesichts bestehender Wechselwirkungen im Stadt-Umwelt-System und der vielfältigen Interessen der Stadtnutzer:innen sind die zu ergreifenden Maßnahmen aufeinander abzustimmen.

Grüne Infrastruktur

Planungsrechtliche Sicherung von Kaltluftentstehungsgebiete und -leitbahnen

Bereits heute ist Ludwigsburg und die dort lebende Bevölkerung in den Sommermonaten von regelmäßigem Hitzestress betroffen, der angesichts des prognostizierten Klimawandels zunehmen wird (siehe Stadtklimaanalyse). Angesichts dieser Prognosen ist der Erhalt der Klimafunktionen aller bestehenden relevanten Kaltluftentstehungsgebiete und -leitbahnen unerlässlich.

Die klimatische Wirkung einer Grünfläche ist jeweils von ihrer Größe, Volumen und Lage in den Städten abhängig. Während auch jeder Baum und jede Dach- und Fassadenbegrünung die Aufheizung von Gebäuden vermindert, gilt grundsätzlich, dass die klimatische Wirkung größer ist, je größer eine zusammenhängende Grünfläche ist. Je größer das Grünvolumen ist, desto höher sind zudem die Transpirationsleistungen und die damit einhergehenden Abkühlungseffekte. Grüne, auch kleinere, Freiräume haben einen unmittelbaren Abkühlungseffekt, auch wenn dieser nur lokal begrenzt ist. Auch die Wirkung „größerer Parkanlagen für Kalt- und Frischluftproduktion reicht allerdings nicht weit in die angrenzend bebauten Quartiere hinein“ (BMUB 2015:55). Aus stadtklimatologischer Sicht wird daher vom Deutschen Wetterdienst eher ein Netz aus vielen kleineren anstatt aus wenigen großen Grünflächen empfohlen.

Die Hauptverantwortlichkeit für den Erhalt der Klimafunktion bestehender Kaltluftentstehungsgebiete und -leitbahnen liegt im Fachbereich Tiefbau und Grünflächen der Stadt Ludwigsburg in Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Stadtplanung und Vermessung, in dessen Aufgabenfeld auch die planungsrechtliche Sicherung.

Entwicklung eines Gründach-, Fassadenbegrünungs- und Entsiegelungskatasters

Gründächer, begrünte Fassaden und entsiegelte Flächen haben viele Vorteile für Gebäude, Mensch und Umwelt. Begrünte Dächer und Fassaden können im Sommer vor Hitze schützen und im Winter zur Dämmung beitragen. Zudem haben sie zusammen mit Entsiegelungen nicht nur einen thermischen Effekt, sondern haben auch Retentionspotenzial bei Starkregen und unterstützen die Bindung von CO₂ und Feinstaub.

Zur Wissensvermittlung und Planungsgrundlage ist ein Kataster, das objekt- und grundstücksbezogen die Potenziale für eine Dachbegrünung, Fassadenbegrünung und Entsiegelung wiedergibt, zu erstellen. Dieser ist bestenfalls mit Informationen zu möglichen Fördermitteln verknüpft. Adressat:innen sind sowohl die Stadtverwaltung als auch die interessierte Gesamtbevölkerung. Der Kataster informiert sowohl Planer:innen als auch Eigentümer:innen darüber, inwiefern Dachflächen und Fassaden für eine Begrünung geeignet sind und ein Entsiegelungspotenzial besteht. Die Stadt Ludwigsburg verfügt bereits über eine Bodenversiegelungskarte, die als Grundlage verwendet werden könnte. Die Federführung der Weiterentwicklung liegt dabei beim Fachbereich Klimaanpassung.

Monitoring und Evaluation: Informations- und Entscheidungsgrundlage/Planungsbelang Klima mehr Gewichtung geben

In der Abwägung von unterschiedlichen Planungsbelangen in Planungsprozessen kann nicht jedem Belang gefolgt werden. Hinzu kommt, dass es für den Planungsbelang Klima kein gesondertes Fachrecht gibt, das spezielle rechtliche Vorgaben formuliert. Dies räumt den Planer:innen und/oder Planungsträger:innen einen erheblichen Ermessensspielraum ein. Häufig ergeben sich aus konkurrierenden Flächen- und Raumnutzungsansprüchen widerstreitende Interessen¹⁴ und klimatische Belange können privaten Belangen (z. B. Dach- und Fassadenbegrünung) oder öffentlichen Belangen (z. B. Pflegeaufwand, infrastrukturelle Bedingungen) entgegenstehen (BMVBS 2013), sodass manches *weggewogen* werden kann (Schmidt-Eichstaedt 2019). Hier gilt es, die Wertigkeit dieser Belange durch fundierte Informationsgrundlagen und das Aufzeigen von Synergieeffekten zu stärken.

Klimafolgen-/Klimawirkungsmonitoring

Das Wissen über Veränderungen der aktuellen und zukünftigen Klimafolgen/-wirkungen durch umgesetzte Hitzeanpassungsmaßnahmen dient sowohl der Stadtverwaltung und Politik und trägt zur Sensibilisierung bei. Diese Veränderungen und Effekte können durch Modellierungen kontinuierlich überprüft werden. Ein solches Monitoring kann Teil der Informations- und Entscheidungsgrundlage für planerische Vorhaben im Rahmen der Umweltprüfung darstellen. Belastbare Informations- und Entscheidungsgrundlage für Hitzebetroffenheit können mikroklimatische Modellierungen des Planungsvorhaben sein, die mit Bevölkerungsdaten verschnitten werden, wobei dabei nicht nur die mikroklimatische Modellierung der favorisierten Planung maßgeblich ist, sondern ebenso die von Planungsalternativen, die eine geringere Beeinträchtigung vermuten lassen. Zudem sollte angesichts des fortschreitenden Klimawandels zukünftig nicht mehr nur die Beurteilung der Auswirkungen eines Planungsvorhabens auf das heutige Klima fokussiert werden, sondern mehr noch die Prüfung, ob das Planungsvorhaben auch unter einem sich wandelnden Klima noch tragfähig ist (UBA 2016). Zwei wirksame Instrumente stellen die Klimafestigkeitsprüfung (*Climate-Proofing*; siehe Fischer 2013; Birkmann et al. 2013), die Klimafolgenanalyse oder integrierte Klima- und Vulnerabilitätskarten (ZURES I und ZURES II) dar. Diese beiden Ansätze berücksichtigen den Umgang mit Unsicherheiten, indem Klimaszenarien entwickelt und entsprechende Analysen durchgeführt werden.

Klimaschutzmonitoring um Klimaanpassung erweitern

Die Stadt Ludwigsburg verfügt bereits über ein Monitoring ihrer Aktivitäten bezüglich Klimaschutz. Dieses ist durch Klimaanpassung zu erweitern oder analog dazu selbstständig aufzustellen. Im Rahmen des Monitorings werden Umsetzungsfortschritte und Erfolge von Hitzeanpassungsmaßnahmen regelmäßig überprüft und Planer:innen, Entscheidungsträger:innen und die Öffentlichkeit darüber informiert. Hierbei gilt es folgende Bereiche aufzuzeigen:

- aktueller Stand der Umsetzung von Maßnahmen zur Klimaanpassung
- Gelöste und offene Probleme in der Umsetzung
- Strategien zur Lösung von Problemen in der Umsetzung
- Aktueller Stand der Zielerreichung

¹⁴ Maßnahmen wie der Erhalt der Klimafunktion aller bestehenden Kaltluftentstehungsgebiete und -leitbahnen sowie die Schaffung eines engmaschigen Netzes aus öffentlichen Grün- und Freiflächen können aufgrund von Flächennutzungskonkurrenzen oftmals im Konflikt mit einer baulichen Entwicklung stehen. Zudem besteht bei einer baulichen Entwicklung die Herausforderung, die negativen Auswirkungen auf die Hitzebetroffenheit nicht zu erhöhen bzw. so gering wie möglich zu halten.

Klima-Check um Klimaanpassung erweitern

Beschlussvorlagen, die im Gemeinderat oder in den Ausschüssen in der Stadt Ludwigsburg diskutiert werden, beinhalten seit 2022 eine Einschätzung zu den klimatischen Auswirkungen der jeweiligen Planung. Dies verfolgt das Ziel, mehr Transparenz in den Entscheidungsprozess der Räte zu bringen, sodass Klimawirkungen der Vorhaben in Entscheidungen einbezogen werden können.

Dieses Instrument, welches sich bisher noch in der Testphase befindet, gilt es zu formalisieren und um Klimaanpassung zu erweitern. Dadurch können zusätzlich die Möglichkeiten eines Vorhabens, die negativen Folgen auf das Klima abzufedern, und sich zusätzlich an den Klimawandel anzupassen, hervorgehoben werden.

Siedlungsentwicklung

Sanierung von Siedlungsgebieten durch die Anpassung der baulichen Struktur an die Erfordernisse des Klimaschutzes und der Klimaanpassung

Durch die BauGB-Novelle 2013 wurde die Berücksichtigung der Belange des Klimaschutzes und der Klimaanpassung (§ 136 Abs. 2 S. 2 Nr. 1 BauGB) dem städtebaulichen Sanierungsrecht hinzugefügt. Städtebauliche Missstände liegen damit auch dann vor, wenn das Gebiet nach seiner vorhandenen Bebauung oder nach seiner sonstigen Beschaffenheit den allgemeinen Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse oder an die Sicherheit der in ihm wohnenden oder arbeitenden Menschen aus diesen Gründen nicht entspricht.

Städtische Sanierungsmaßnahmen sollen somit unter anderem auch dazu beitragen, dass die bauliche Struktur den Anforderungen an Klimaschutz und Klimaanpassung entspricht und nach sozialen, hygienischen, wirtschaftlichen und kulturellen Erfordernissen entwickelt wird. Das bedeutet einerseits, dass gebietsbezogene energetische Maßnahmen getroffen werden sollen, aber andererseits auch Maßnahmen umgesetzt werden, die sich positiv im Sinne der Anpassung an den Klimawandel auswirken, wie zum Beispiel die Vernetzung von Grünsystemen und Frischluftkorridoren und der Einsatz von lokaler grüner Infrastruktur zum Abbau von Hitzestress.

Für eine klimawandelgerechte Planung, ist dabei zu beachten, dass der sanierte Wohnraum auch für finanziell schwache Haushalte bezahlbar bleibt. Daher müssen Fördermöglichkeiten wie Städtebaufördermittel vom Bund und vom Land Baden-Württemberg mitgedacht werden.

Hitzeangepasstes Bauen: Entwicklung und Umsetzung von klimaanpassungsbezogenen baulichen Qualitätsstandards für sensible Infrastrukturen

Um den Schutz sowie die Versorgung und Betreuung von vulnerablen Menschen zu gewährleisten, werden bauliche Mindeststandards eingeführt. Diese gelten als Leitlinien für die Erstellung, Umsetzung, das Monitoring und die Evaluierung von einrichtungsinternen Konzepten zum Schutz von schutzbedürftigen Menschen. Hierzu gehören unter anderem Einrichtungen zur Kinderbetreuung, Wohneinrichtungen für ältere oder pflegebedürftige Menschen und die stationäre und ambulante gesundheitliche Versorgung von Patienten.

Die Entwicklung und Umsetzung von klimaanpassungsbezogenen baulichen Qualitätsstandards für sensible Infrastrukturen liegt dabei hauptverantwortlich bei der Stadt Ludwigsburg. Um Anreizstrukturen zu schaffen ist die Verknüpfung mit anderen Maßnahmen und Instrumenten wie mit Konzeptvergaben oder städtebaulichen Verträgen sinnvoll. Hierzu ist auch die Zusammenarbeit mit Betreiber:innen und Investor:innen anzustreben.

Umfassende Sensibilisierung der Stadtbevölkerung und von Entscheidungstragenden für Hitzerrisiken und Handlungsmöglichkeiten (in ihrem Zuständigkeitsbereich) zur Abmilderung

Das Maßnahmenfeld der Sensibilisierung und Information umfassten eine Reihe an einzelnen Maßnahmen und Instrumenten, die verschiedene Zielgruppen adressieren. In Kombination dienen diese der Erreichung mindestens einem der beiden folgenden ZURES II-Ziele:

Operatives Ziel 2.1.: Ab dem Jahr 2027 wird die Stadtbevölkerung zielgruppengerecht vor unmittelbar anstehenden Hitzewellen gewarnt und über Möglichkeiten zum Eigenschutz und zur Eigenvorsorge informiert.

Operatives Ziel 2.2.: Die Entscheidungstragenden in relevanten Bereichen wie Politik, Verwaltung, Bildung, Betreuung, Gesundheit und Arbeit sind im Jahr 2027 über die Risiken durch Hitze für ihren Zuständigkeitsbereich informiert und kennen Maßnahmen, die zur Abmilderung ergriffen werden können.

Entwicklung und Umsetzung eines Hitzewarnsystems in Kombination mit einem Hitzeinformationsplan

Ein Hitzewarnsystem basiert auf einem Schwellenwert, der rechtzeitig vor Hitze warnt. Dabei kann auf die Definition und dementsprechend die Warnungen des Deutschen Wetterdienstes zurückgegriffen werden. Die Ausrufung einer Hitzewarnung dient als Auslöser für die Anwendung eines Hitzeinformationsplans, der die institutionalisierte Risikokommunikation beim Eintreten einer Hitzewelle beschreibt und kurzfristige Präventions- und Akutmaßnahmen einläutet. Der Hitzeinformationsplan beinhaltet zwei wesentliche Bausteine:

- die Regelung des Informationsflusses (*Wer ist wann und wie von wem im Fall einer Hitzewarnung zu informieren?*) und
- die Aufklärung der Bevölkerung und weiterer Akteur:innen, die Sorge für vulnerable Bevölkerungsgruppen tragen, über die Risiken von Hitze und entsprechende Präventions-/Akutmaßnahmen (*Was ist im Fall einer Hitzewarnung zu tun?*).

Die Hauptverantwortlichkeiten des Hitzewarnsystems und des Hitzeinformationsplans liegen bei der Stadtverwaltung (z. B. FB Sport und Gesundheit, FB Klimaanpassung oder FB Gesellschaftliche Teilhabe, Soziales und Sport). An der Erstellung und Durchführung des Hitzeinformationsplans sind weisungsberechtigte Akteur:innen des Gesundheits- und Sozialwesens, des Katastrophenschutzes sowie Medienvertreter:innen zu beteiligen.

Die Hitzewarnungen sind multimedial¹⁵ zu kommunizieren, um alle Bevölkerungsgruppen sowie relevante Institutionen und Einrichtungen zu erreichen. Neben der Aufklärung über die Risiken von Hitze wird die Bevölkerung über entsprechende Präventions- und Akutmaßnahmen informiert, darunter

- Maßnahmen, um die Innenräume kühl zu halten bzw. das Eindringen von Hitze zu vermeiden
- Anpassungen des persönlichen Verhaltens (z. B. Art der Bekleidung, körperliche Tätigkeiten, Nahrungs- und Flüssigkeitszufuhr, ggf. Anpassungen der Medikation)
- Unterstützung der Mitmenschen (z. B. Einkaufshilfen, Trinkpatenschaften, Ersthilfemaßnahmen)
- Sofortmaßnahmen bei hitzebedingten Krankheiten.

¹⁵ darunter Funk, Fernsehen, Printmedien und digitale Medien, Ärzt:innen, Apotheker:innen, Sozialarbeiter:innen, Quartiersmanager:innen, etc.

Des Weiteren läutet eine kommunizierte Hitzewarnung im Rahmen des Hitzeinformationsplans eine Reihe weiterer Akutmaßnahmen ein, darunter z. B.

- die Einrichtung von temporären „Hitzestuben“ (insbesondere für Obdach- und Wohnungslose),
- die Installation temporärer Trinkwasserbrunnen oder andere Formen der (kostenfreien) Trinkwasserbereitstellung,
- das Betreiben eines „Hitzetelefon“¹⁶.

Insgesamt stellt das Hitzewarnsystem in Kombination mit einem Hitzeinformationsplan ein langfristiges Koordinations- und Organisationsinstrument dar, das bei einer Anwendung der Verringerung der Vulnerabilität aller Menschen dient.

Zielgruppenspezifische/-gerechte Informationskampagne für die Stadtbevölkerung

Die Informationskampagne beinhaltet mehrere aufeinander abgestimmte Teilmaßnahmen, die darauf ausgerichtet sind, die Stadtbevölkerung gezielt über Hitzersiken und Möglichkeiten der Eigenvorsorge zu informieren und somit zur Reduzierung ihrer Vulnerabilität gegenüber Hitze beitragen soll. Die Informationskampagne ist somit eine langfristige Maßnahme, ausgestaltet durch temporäre und/oder dauerhafte Präventionsmaßnahmen.

Informationsmaterial

Dazu können mehrere Medien wie Plakate im öffentlichen Raum, der bereits bestehende Hitzeflyer und/oder ähnliche analoge Materialien und digitale Plattformen genutzt werden. Die zu vermittelnden Informationen sind in mehreren Sprachen aufzuarbeiten, um auch die Bevölkerungsgruppen anzusprechen, deren Deutschkenntnisse nicht ausreichend sind.

Aktionstage in Schulen und Kindertageseinrichtungen

Neben solchen Medien können in Zusammenarbeit mit Schulen und Kindertageseinrichtungen regelmäßig (z. B. jährlich im Frühjahr) Aktionstage initiiert werden, die Kinder spielerisch über Hitze informieren und sensibilisieren. Dies können bspw. Projektwochen sein, die zielgruppengerecht gestaltet werden. Dazu können Klima- und Gesundheitsexpert:innen aus der Stadtverwaltung oder Klima-/Naturschutzorganisationen eingeladen werden.

Aktionstage im öffentlichen Raum

Zudem können unter Federführung der Stadtverwaltung (z. B. FB Klimaanpassung und/oder FB Sport und Gesundheit) kleinere Events, wie sie die Stadt Ludwigsburg auch bereits durchgeführt hat (z. B. Zukunftsgespräch Ludwigsburg in heißen Zeiten am 08.07.2021 oder der Hitzeaktionstag am 23.07.2022), im Rahmen der Informationskampagne eingebettet und verstetigt werden. Ziele solcher Veranstaltungen können sein: Sensibilisierung und Informationen über Hitzestress, -risiken und -anpassung. Mögliche Aktionen können sein: Fassaden und Plätze (temporär) begrünen, Wassererlebnisse, anreizschaffende Wettbewerbe/Auszeichnungen, etc.

Entwicklung einer Karte und einer App „Wie bewege ich mich kühl durch die Stadt?“ in Kombination mit Wegweisern im öffentlichen Raum

¹⁶ Die Bevölkerung wird durch gemeinnützige Sozialverbände und Ehrenamtliche telefonisch zu folgenden Themen beraten: Hitzewarnung, Apothekenlieferdienste, Einkaufshilfen, etc. Die Bereitschaft (Dauer des Beratungsangebots) wird bedarfsgerecht gestaltet.

„Wie bewege ich mich kühl durch die Stadt?“ zeigt Nutzer:innen sowohl kühle Erholungsorte als auch Hauptfußwege auf, um die Exposition durch Hitze zu verringern. Um möglichst viele Bevölkerungsgruppen bzw. die gesamte Bevölkerung (inkl. Tourist:innen und Pendler:innen) zu erreichen, kann dabei auf eine analoge und digitale Form gesetzt werden. Somit stellt die Entwicklung und Verbreitung des Kartenmaterials (in analoger Form oder eingebettet in eine App) eine langfristige Maßnahme dar, deren Nutzung aber vor allem in Sommermonaten und insbesondere akut während Hitzewellen steigt.

Karte mit Wegweisern im öffentlichen Raum

Unter Federführung des FB Klimaanpassung und in Zusammenarbeit mit den Fachbereichen Tiefbau und Grünflächen sowie Nachhaltige Mobilität wird eine analoge Karte erstellt, die einerseits kühlere Erholungsorte aufzeigt und andererseits beschattete/kühlere Wege dorthin. Die Karte kann an zentralen Orten aufgehängt und/oder in neues oder bestehendes Informationsmaterial (z. B. Tourismuskarten, digitaler Stadtplan) integriert werden. Ergänzend werden in der Stadt Wegweiser (Pfeile, Entfernungsangaben) angebracht, die zum nächsten Erholungsort führen.

Grundlage der Karte sind mikroskalige Modellierungsergebnisse von PET-Werten, die in regelmäßigen Abständen zu aktualisieren sind. Diese Aktualisierung liegt ebenfalls in der Federführung des FB Klimaanpassung. Das Kartenmaterial kann zudem in die **► Zielgruppenspezifische/-gerechte Informationskampagne für die Stadtbevölkerung** eingebettet werden.

App mit Routenführung auf Basis von Echtzeitdaten

Ähnlich wie die (analoge) Karte zeigt eine App „Wie bewege ich mich kühl durch die Stadt?“ den Nutzer:innen kühle Erholungsorte und Hauptfußwege. Vorbild kann dabei die App [EXTREMA](#) darstellen, die in Echtzeit die Stadtgebiete ausfindig machen kann, die während einer Hitzewelle besonders heiß und vergleichsweise kühl sind. [EXTREMA](#) verwendet Echtzeit-Satellitendaten zusammen mit anderen modell- und stadt-spezifischen Daten, um die Temperatur, die Luftfeuchtigkeit und den Unbehaglichkeitsindex in einem 1 x 1 km²-Raster zu schätzen. Die Temperaturschätzungen werden alle 5 Minuten aktualisiert und liefern Daten mit einer räumlichen und zeitlichen Auflösung, die bisher von keinem anderen Dienst bereitgestellt wird (National Observatory of Athens 2018). [EXTREMA](#) weist die folgenden Funktionen auf: Hitzerrisiko am aktuellen Standort und andere Standortabfragen (insbesondere bei der Fürsorge um Ältere und Kinder relevant, sofern deren Standorte den Nutzer:innen bekannt ist), kühle Orte, manuell hinzufügbare kühle Orte (inkl. Öffnungszeiten, Kapazitäten, Kontaktinformationen) sowie Warnungen für städtische Behörden (**► Entwicklung und Umsetzung eines Hitzewarnsystems in Kombination mit einem Hitzeinformationsplan**). Mit [EXTREMA global](#) befindet sich diese App derzeit im roll-out-Prozess.

Etablierung einer Informations- und Austauschrunde für Betreiber:innen sozialer Infrastrukturen zum Thema Hitzeanpassung

Betreiber:innen von sozialen Infrastrukturen (Schulen, Kindertageseinrichtungen, fach-/ärztlichen Praxen, Apotheken, Alten- und Pflegeheime und Pflegedienste, Jugendbetreuungseinrichtungen, Wohnungslosenhilfe, Suchtberatung, etc.) tauschen sich regelmäßig (z. B. halbjährlich) zu Möglichkeiten der Klimaanpassung und ihren Erfahrungen in ihren jeweiligen Bereichen aus und entwickeln bzw. initiieren (gemeinsame) Maßnahmen, die gezielt dem Schutz vulnerabler Menschen dient. Zu solchen Maßnahmen zählen neben einer möglichen Beteiligung im Rahmen der **► Zielgruppenspezifische/-gerechte Informationskampagne für die Stadtbevölkerung** insbesondere auch fachliche Schulungen des Personals im Sozial- und Gesundheitswesen.

Schulung des Personals im Sozialwesen

Das Personal im Sozialwesen wird regelmäßig (z. B. jährlich; bestenfalls im Frühjahr in Vorbereitung auf die Sommermonate) zu Hitzesrisiken, den Umgang mit hitzebedingten Krankheiten sowie Bewältigungs- und Anpassungsmaßnahmen geschult.

Schulung des Pflegepersonals im Gesundheitswesen

Zur Sensibilisierung von Akteur:innen im Gesundheitswesen und als Präventionsmaßnahme sind regelmäßige (z. B. jährlich; bestenfalls im Frühjahr in Vorbereitung auf die Sommermonate) Schulungen des Pflegepersonals durchzuführen. Diese schulen das Pflegepersonal hinsichtlich

- Symptomen hitzebedingter Krankheiten,
- Sofortmaßnahmen: notwendige Maßnahmen zur Erstversorgung bei auftretenden hitzebedingten Krankheitssymptomen,
- möglicher Wechsel- und Nebenwirkungen bestimmter Medikamente unter Hitzeeinfluss,
- allgemeiner Hitzeschutzmaßnahmen während des Sommers, darunter Maßnahmen, um den Wohn-/Aufenthaltsraum kühl zu halten,
- spezieller Hitzeschutzmaßnahmen für vulnerable Bevölkerungsgruppen, darunter die Überwachung der Vitalfunktionen und der Innenraumtemperatur.

Die Hauptverantwortung der regelmäßigen Schulung liegt bei der Leitung der jeweiligen Einrichtung, kann aber aus Ressourcengründen in Kooperation mit anderen Pflegeeinrichtungen im Rahmen der Informations- und Austauschrunde organisiert werden..

Informationskampagne für Arbeitgeber:innen

Arbeitgeber:innen werden mittels Informationskanäle bzw. -medien über Hitzeanpassungsmaßnahmen in ihrem Betrieb informiert. Die Informationen können bspw. über Broschüren oder Akteur:innenrunden vermittelt werden. Die bereitgestellten Informationen dienen der Reduzierung der Vulnerabilität der Arbeiter:innen und sind allgemeiner Natur sowie branchenspezifisch zu differenzieren, darunter Präventions- und Akutmaßnahmen wie z. B.:

- Angepasste, flexible Arbeits- und Pausenzeiten (z. B. Gleitzeitregelungen, Verlagerung körperlich stark beanspruchende Arbeitsvorgänge auf kühlere Tage bzw. Tageszeiten)
- Anpassung des Arbeitstempos an die Leistungsfähigkeit, Verzicht auf Leistungslohnsysteme in Hitzeperioden, Vermeidung von Tätigkeiten in direkter Sonne und/oder Verringerung der körperlichen Anforderungen der Arbeit durch z. B. den verstärkten Einsatz von technischen Hilfsmitteln
- Einsatz zusätzlicher Hilfskräfte
- Lockerung der Bekleidungsregeln: z. B. lockere bzw. körperbedeckende Bekleidung aus Baumwolle mit langen Ärmeln und Beinen als UV-Schutz, Kopfbedeckungen, Ohrenschutz, Nackenschutz, UV-Schutzbrille
- Bereitstellung von kühlen Pausen- bzw. Rückzugsräumen
- Verschattung von Arbeitsplätzen
- Lüftungseinrichtungen/Klimaanlagen, Einsatz mobiler Ventilatoren und Klimageräte

Die Informationskampagne ist grundsätzlich langfristiger/dauerhafter Natur, sollte jedoch jährlich im Frühjahr verstärkt kommuniziert bzw. angestoßen werden. Die Hauptverantwortlichkeiten für die Inhalte der Informationskampagne liegen in der Stadtverwaltung (bestenfalls in der Zusammenarbeit der Fachbereiche Klimaanpassung, Sport und Gesundheit sowie Wirtschaftsförderung).

Beratung von Immobilieneigentümer:innen in Belangen bzgl. hitzeangepasstem Wohn- und/oder Gewerberäumen

Die bestehenden Beratungsangebote für Immobilieneigentümer:innen¹⁷ werden vom FB Klimaanpassung in Zusammenarbeit der Initiator:innen der bestehenden Beratungsangebote speziell um Belange, Fragestellungen und Möglichkeiten rund um das Thema (bauliche) Hitzeanpassung ergänzt. Darunter befinden sich u. a. Informationen zu

- Dach- und Fassadenbegrünungen (Schutz vor Witterungseinflüssen, Verlängerung der Lebensdauer, Bindung von Staub, Filterung von Luftverunreinigungen und Verbesserung der Luftfeuchtigkeit)
- Isolierung von Gebäuden / Wärmedämmung
- Verschattung von Gebäuden durch z. B. Bäume
- Sonnenschutzvorrichtungen, die das Fenster von außen beschatten (z. B. Jalousien oder hinterlüftete Markisen)
- Sonnenschutzverglasungen (Blendschutz und Lichtfarbe sind zu beachten)

Je nach Umsetzungskosten der Hitzeanpassungsmaßnahmen werden die Beratungsinformationen direkt mit Fördermöglichkeiten verknüpft. Ähnlich wie die Informationskampagne für Arbeitgeber:innen sind die Beratungsangebote von Immobilieneigentümer:innen von langfristiger Natur und sollten bestenfalls zur Prävention insbesondere im Frühjahr verstärkt beworben werden. Darüber hinaus können die Informationen bei jedem Gebäude-/Grundstückskauf den Eigentümer:innen vermittelt werden.

Wirkungsmodellierungen von stadtklimatischen Anpassungsmaßnahmen

Die stadtklimatische Wirkung der modellierten Anpassungsmaßnahmen wird auf zwei verschiedenen räumlichen Ebenen betrachtet. In diesem Kapitel geht es um die gesamtstädtische Ebene bzw. die Effekte innerhalb der definierten Hotspots, für die die Änderungen der bodennahen Lufttemperatur in der Nacht und der Wärmebelastung am Tag in den Blick genommen werden. Zudem wird anhand der PHK-Bewertungskarten untersucht, ob die Maßnahmen das Ziel, zukünftig keine Bereiche mit erhöhter Hitzebelastung im Ludwigsburger Stadtgebiet zu haben, zu erfüllen vermögen. In Kapitel 2 im Teil B (teilräumliche Ebene) wird auf die lokale Wirksamkeit und Reichweite der verschiedenen Maßnahmen eingegangen.

Bei der gesamtstädtischen Betrachtung hängt die Wirksamkeit der Anpassungsmaßnahmen maßgeblich von den zufällig über das Stadtgebiet verteilten Maßnahmen ab, auch wenn die konkret verortbaren Maßnahmen der Innenstadt und Oststadt ebenfalls in den gesamtstädtischen Ergebnissen enthalten sind. Die aus der Hotspotanalyse abgeleiteten Räume mit Handlungsprioritäten enthalten jeweils nur zufällig verteilte Maßnahmen¹⁸. Aus den Änderungen der mittleren nächtlichen Lufttemperatur und der PET am Tag im gesamten Siedlungsraum sowie den Räumen mit hoher bzw. höchster Handlungspriorität können erste Erkenntnisse zur Wirksamkeit der Anpassungsmaßnahmen gezogen werden (siehe. Tabelle 8):

1. Generell zeigt sich eine kühlende Wirkung durch die Anpassungsmaßnahmen, wobei der Effekt am Tag stärker ausgeprägt ist als in der Nacht.

¹⁷ u. a. gibt es Beratungsangebote des Verbands der Haus-, Wohnungs- und Grundeigentümer Haus & Grund Region Ludwigsburg e.V.

¹⁸ Auch in der Innenstadt und Oststadt sind Räume mit Handlungsprioritäten vorhanden, die jedoch nicht zufällig, sondern mit abgestimmten und konkret verortbaren Maßnahmen gefüllt wurden.

2. Im Szenario „Starker Klimawandel“ fällt die kühlende Wirkung minimal höher aus als im „Schwachen Klimawandel“, doch sind die Unterschiede zu gering, um valide Aussagen treffen zu können.
3. Aufgrund der Methodik der Maßnahmen-Szenarien (Intensität der Maßnahmen abhängig von der Handlungspriorität und zudem in Stufe II höher als in Stufe I) ist es nur logisch, dass die deutlichste Wirkung in den Räumen mit höchster Handlungspriorität im ambitionierten Maßnahmen-Szenario (Stufe II) auftritt. Die darin erreichte mittlere Abkühlung von über 0,3 °C in der Nacht und über 1,1 °C PET am Tag zeigt, dass durch den Einsatz weitreichender Anpassungsmaßnahmen spürbare Effekte auf die Hitzebelastung erreicht werden können.

Tabelle 8: Wirkung der Maßnahmen-Szenarien auf die nächtliche Lufttemperatur (T04) und Wärmebelastung am Tage (PET) in verschiedenen Räumen für die beiden Klimawandel-Szenarien.

Maßnahmen Stufe I	Szenario Schwacher Klimawandel		Szenario Starker Klimawandel	
	Differenz T04 [°C]	Differenz PET [°C]	Differenz T04 [°C]	Differenz PET [°C]
Siedlungsraum	-0,03	-0,19	-0,03	-0,20
Räume mit hoher Handlungspriorität	-0,02	-0,39	-0,02	-0,41
Räume mit höchster Handlungspriorität	-0,14	-0,65	-0,14	-0,66
Maßnahmen Stufe II				
Siedlungsraum	-0,10	-0,61	-0,11	-0,63
Räume mit hoher Handlungspriorität	-0,17	-0,86	-0,17	-0,88
Räume mit höchster Handlungspriorität	-0,34	-1,14	-0,35	-1,15

In den PHK-Bewertungskarten wird die bioklimatische Belastung (Überwärmung in der Nacht bzw. Aufenthaltsqualität am Tag) in die Kategorien „Sehr günstig – Günstig – Eher günstig – Mittel – Eher ungünstig – Ungünstig – Sehr *ungünstig*“ eingestuft. Das im Prozess formulierte operative Ziel 1.1 „Im Jahr 2035 sind bewohnte Gebiete, häufig frequentierte und zentrale Straßen, Wege und Plätze keiner erhöhten Hitzebelastung ausgesetzt“ kann über die Flächenanteile der PHK-Bewertungskarten überprüft werden, wobei die „Bereiche mit einer erhöhten Hitzebelastung“ mit der Kategorie „sehr ungünstig“ gleichzusetzen sind.

Im Bestand sind in der Nacht keine und am Tag nur sehr wenige Flächen mit einer sehr ungünstigen Bewertung versehen (siehe Tabelle 9). Dies ist auf statistische Gründe bei der Abgrenzung der Kategorien über die verschiedenen Szenarien ohne und mit Klimawandel zurückzuführen¹⁹ und bedeutet nicht, dass es in Ludwigsburg nicht auch im Bestand Flächen mit einer hohen thermischen Belastung gibt (zu erkennen an den Anteilen ungünstig bewerteter Flächen in Tabelle 9). Während der Anteil sehr ungünstiger Flächen im gesamten Siedlungsraum im schwachen Klimawandel geringfügig steigt (ohne Anpassungsmaßnahmen 3,4 % in der Nacht und 3,9 % am Tag), ist im starken Klimawandel ein deutlicher Zuwachs der hochbelasteten Flächen zu verzeichnen (37 % in der Nacht und 20 % am Tag). In der Nacht kann nur eine begrenzte Wirkung durch die Anpassungsmaßnahmen erzielt werden (Flächenanteil sinkt von 37 % auf 34 % in Stufe II), wohingegen die Wirkung am Tag deutlicher ausfällt (Flächenanteil halbiert sich fast von 20 % auf 11 %; Tabelle 9, siehe auch Abbildung 38). In

¹⁹ Vereinfacht gesagt beruhen die Kategorien auf den Abweichungen zum Mittelwert der nächtlichen Lufttemperatur bzw. der PET, wobei der Mittelwert über den Bestand und starken Klimawandel gebildet wird.

Wohngebieten ist das Belastungsniveau deutlich geringer, was auf die typischerweise geringere Versiegelung und höheren Grünanteil im Vergleich zu Gewerbeflächen und dem Straßenraum zurückzuführen ist.

Tabelle 9: Anteile ungünstig bzw. sehr ungünstig bewerteter Flächen in verschiedenen Räumen in den PHK-Bewertungskarten Nacht sowie Tag im Bestand sowie den Klimawandel-Szenarien mit und ohne Maßnahmen (keine, Stufe I, Stufe II).

		Schwacher Klimawandel			Starker Klimawandel		
Anteil „ungünstig“ bewerteter Flächen							
Nacht	Bestand	keine	Stufe I	Stufe II	keine	Stufe I	Stufe II
Siedlungsraum gesamt	2,6 %	15 %	14 %	11 %	27 %	27 %	26 %
Wohngebiete	0,7 %	2,5 %	2,3 %	1,8 %	21 %	21 %	19 %
Tag							
Siedlungsraum gesamt	9,5 %	23 %	19 %	14 %	31 %	30 %	28 %
Wohngebiete	5,7 %	14 %	13 %	8,9 %	18 %	18 %	17 %
Anteil „sehr ungünstig“ bewerteter Flächen							
Nacht	Bestand	keine	Stufe I	Stufe II	keine	Stufe I	Stufe II
Siedlungsraum gesamt	-	3,4 %	2,9 %	1,8 %	37 %	36 %	34 %
Wohngebiete	-	0,8 %	0,8 %	0,8 %	9,4 %	9,2 %	8,4 %
Tag							
Siedlungsraum gesamt	0,3 %	3,9 %	2,6 %	1,1 %	20 %	16 %	11 %
Wohngebiete	0,02 %	2,2 %	1,5 %	0,3 %	13 %	11 %	6,6 %

In Bezug auf das Ziel, zukünftig keine Bereiche mit erhöhter Hitzebelastung im Ludwigsburger Stadtgebiet zu haben, kann festgehalten werden, dass das Ziel unter Einfluss eines starken Klimawandels (*worst case*-Szenario) selbst mit einem ambitionierten Maßnahmen-Szenario nicht erreicht wird, wenngleich die Maßnahmen geeignet sind, um das Belastungsniveau in Ludwigsburg deutlich zu senken. Im *best case*-Szenarios eines schwachen Klimawandels kann das Ziel als nahezu erfüllt angesehen werden, insbesondere wenn Wohngebiete betrachtet werden (0,8 % bzw. 0,3 % ungünstig bewerteter Flächen in der Nacht bzw. am Tag im ambitionierten Maßnahmen-Szenario).

Daraus folgt die stadtklimatische Empfehlung, zur Anpassung an den Klimawandel umfangreiche Maßnahmen vorzunehmen, die um weitere Maßnahmen zur Reduktion der Hitzebelastung der Bevölkerung, die nicht in den Modellrechnungen berücksichtigt werden konnten, ergänzt werden (Verbesserung des Innenraumklimas, verschattete Sitzgelegenheiten bieten, Bereitstellung von Trinkwasser, Warnung bei und Verhaltenshinweise in Hitzeperioden, etc.).

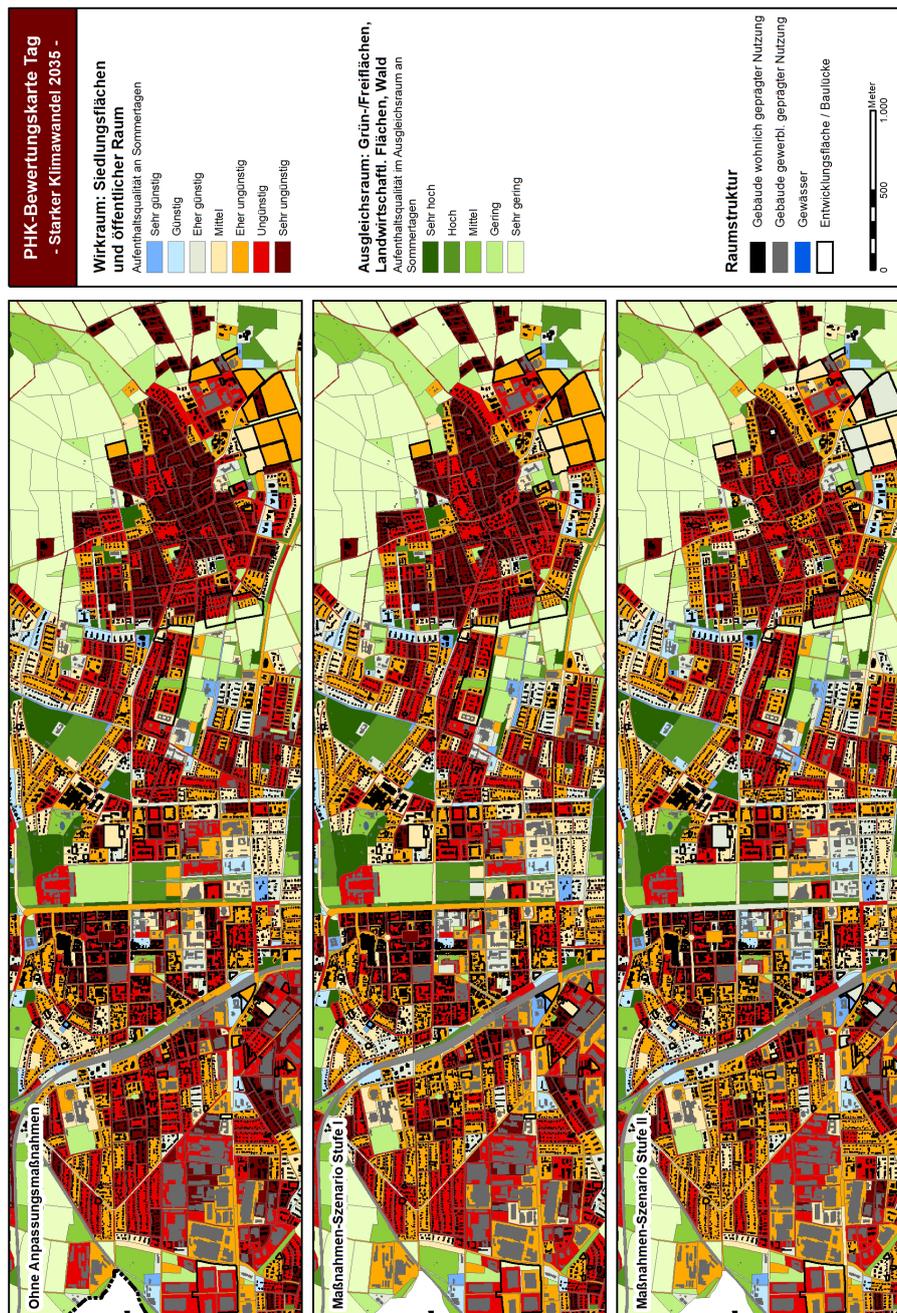


Abbildung 37: Ausschnitt aus den PHK-Bewertungskarten Tag im Szenario „Starker Klimawandel“ ohne und mit Anpassungsmaßnahmen (der Stufen I bzw. II)

Was folgt nun nach ZURES II?

Die in ZURES II erarbeitete Maßnahmen für die Gesamtstadt werden in das städtische Management Programm KSIS eingepflegt, den Zielen aus dem Handlungsfeld zugeordnet und mit Verantwortlichkeiten versehen. Sie ergänzen dabei die noch nicht im Klimaanpassungskonzept enthaltenen Maßnahmen der Stadt. In den nächsten Jahren werden die Maßnahmen dann sukzessive umgesetzt. In einem jährlichen Statusbericht kann der Fortschritt der Maßnahmen nachvollzogen werden.

B. Arbeitspaket II – Verstetigung auf der teilräumlichen Ebene: Stadtteilentwicklungskonzepte (STEPS)

1. Hintergrund

In ZURES I wurde die Geeignetheit der Stadtteilentwicklungskonzepte zur Anpassung an zukünftige Klima- und Gesellschaftsveränderungen erkannt. Die integrierte Perspektive zur Formulierung von ganzheitlichen Klimaanpassungsstrategien, d.h. sowohl die Betrachtung von Klima als auch gesellschaftlicher Verwundbarkeit bei der Entwicklung hitzeadaptiver Lösungen zu nutzen, ist in den STEPs möglich. Denn die STEPs bestimmen maßgeblich die Entwicklung der Stadtteile in Ludwigsburg für die nächsten 10 Jahre mit und durch ihren Aufbau gegliedert nach allen bedeutsamen Sektoren wie grüne Infrastrukturen, Mobilität, Wohnen, etc. erlauben die STEPs die Integration eines umfassenderen Risikoverständnisses.

Das AP II zielt daher auf die Integration und Umsetzung der in ZURES I entwickelten Produkte in die Stadtteilentwicklungskonzepte (STEPS) ab, die aufgrund ihres Aufbaus und ihrer Ausrichtung sowohl ökologische bzw. klimatische als auch soziale Ziele und Handlungsansätze gemeinsam auf Stadtteilebene implementieren lassen. Bei den Aufstellungsprozessen der STEPs Innenstadt und Oststadt soll das Thema der Klimaanpassung durch ZURES II systematisch in der Analyse, in der Zielsetzung und in der Maßnahmendefinition eingebracht werden. Zudem wurden die aus der Analysephase entwickelten Maßnahmenbündel auf ihre Wirksamkeit geprüft.

1.1 Einordnung ins Gesamtprojekt

Neben der gesamtstädtischen Ebene hat Ludwigsburg einen starken Fokus auf die Arbeit in den Stadtteilen. Dabei gibt es für jeden Stadtteil eine Koordinierende Person plus eine Person die sich um das Thema „Soziales“ im Stadtteil kümmert. Auf diesem Weg ist die Verwaltung eng in das Geschehen in den Stadtteilen eingebunden und kann auf die jeweiligen Bedürfnisse eingehen. Das übergeordnete SEK wird daher auf die Stadtteile „heruntergebrochen“. Anhand der übergeordneten Ziele werden spezielle Schwerpunkte und Stoßrichtungen für die sogenannten „STEP Gebiete“ formuliert.

In ZURES II wurden die STEP Gebiete Innen- und Oststadt im Detail betrachtet. Für diese Bereiche wurden aus den übergeordneten Zielen spezielle Maßnahmen für das STEP Gebiet abgeleitet. Diese Maßnahmen werden in die STEP (Stadtteilentwicklungspläne) für die Innenstadt und die Oststadt aufgenommen. Leider war es nicht möglich den STEP Prozess mit dem ZURES Prozess zu verzahnen, da der STEP Prozess deutlich langsamer verlaufen ist, als ursprünglich geplant. Dennoch konnten durch die aktive Zusammenarbeit mit den STEP-Projektgruppen u.a. bestehend aus den Fachbereich Mobilität, Soziales, Stadtplanung, Grünflächen, Klima und Energie und der Stadtteilbeauftragten, sowie der Einbindung der Zivilgesellschaft durch unterschiedlichste Formate wie z.B. Workshops, kartographische Umfragen, Stadtteilspaziergänge oder der aufsuchend Beteiligung durch das Beteiligungsmobil Ludwigsburg räumliche Handlungsnotwendigkeiten aus Klimaanpassungssicht ermittelt und Maßnahmen abgeleitet werden. Maßnahmen zur gesellschaftlichen Verwundbarkeitsreduzierung wurde hinsichtlich ihrer Möglichkeiten und Grenzen gemeinsam mit der Stadtverwaltung intensiv diskutiert. Zudem wurden Anpassungsszenarien zu baulichen, gestalterischen Maßnahmen im intensiven Dialog mit den STEP-Projektgruppen entwickelt und deren Wirkungsleistung modelliert. Diese Stadtteilebene ist aus Klimaanpassungssicht besonders bedeutsam, da Anpassungslösungen primär lokal spürbar sind.

1.2 Vorgehensweise

In einem ersten Schritt wurden die bereits bestehenden Planungskonzepte der Stadtteilentwicklungskonzepte hinsichtlich der Integrationsmöglichkeiten des ganzheitlichen Klimaanpassungsbelangs in Form einer Dokumentenanalyse betrachten. In Ergänzung wurden zudem das Klimaanpassungskonzept hinsichtlich der formulierten Zielsetzungen und der Maßnahmeneffizienz betrachtet. Hierbei wurde die Aufbau-logik des Dreiklangprinzips, bestehend aus der Bestandsaufnahme (Analysephase), der Zielsetzungen und der Maßnahmenentwicklungen erkannt. Für die Analysephase wurden unterschiedliche Wissensdimensionen zur Identifizierung von Anpassungsnotwendigkeiten verwendet. Hierfür wurden zum einen die in ZURES I und in ZURES II weiterentwickelten Klima- und Verwundbarkeitsanalyse sowie der Klima- und Verwundbarkeitsszenarien genutzt und zum anderen eine kartographische Bürger:innenumfrage (online und offline) zur Erfassung von subjektiven Hotspots und Coolspots durchgeführt. Zusätzlich wurden Vorortbegehungen mit den Stadtteilbeauftragten durchgeführt, um lokale Defizite und entsprechenden Anpassungserfordernisse ableiten zu können und die Vorortsituation von klimatischen und Verwundbarkeits-hotspots zu betrachten. Im Ergebnis wurden so Schwächen und Stärken des Stadtteiles aus Klimaanpassungssicht erkannt. Aufbauend auf den in Arbeitspaket I entwickelten Anpassungszielen wurde sich dem Thema der Maßnahmenentwicklungen gewidmet. Für die Entwicklung passgenauer und bedarfsgerechter adaptiver Lösungen für die Stadtteile Innenstadt und Oststadt wurden einerseits die vorgeschlagene Maßnahmen der Bürger:innenschaft durch die Online-Umfrage und durch die weiteren Bürgerbeteiligungsformate genutzt und andererseits durch die aktive Zusammenarbeit mit den STEP-Projektteams Innenstadt und Oststadt Maßnahmen erarbeitet. Die Informationen stammen unter anderem aus den folgenden Ämtern: Stadtplanung, Stadtentwicklung, Grünflächenamt, Mobilität, Soziales, Klima und Energie. Um die klimatische Wirkung von Maßnahmen modellieren zu können, mussten die Maßnahmen ganz konkret verortet werden. Dies war durchaus konflikt-haft u.a. durch begrenzte Flächenverfügbarkeiten, unterirdischen Infrastrukturen, Eigentumsverhältnisse, Praktikabilität auch aus der Finanzierungsperspektive, Emotionalität von Parkplätzen, sodass zwei Maßnahmenszenarien – eine zurückhaltende und eine ambitioniertere Variante – entwickelt wurden. Neben der Modellierung der Maßnahmen mit einer klimatischen Wirkung wurden die verwundbarkeitsreduzierenden Maßnahmen in einem Fachworkshop hinsichtlich ihrer Machbarkeit, Praktikabilität und auch auf Basis von bereits bestehenden Erfahrungswerten der STEP-Teams ermittelt. Abschließend wurde die Governance-analyse auf Basis der Score-Card-Methode auf der Ebene der Stadtteile durchgeführt. Zudem fand eine umfangreiche Literaturrecherche von Maßnahmen insbesondere zu kommunikativen und strategischen Maßnahmen statt.

2. Ergebnisse

Im Folgenden werden die wesentlichen Erkenntnisse und Aktivitäten des Arbeitspakets II zusammengefasst dargestellt.

2.1 Identifikation der Anwendungsbereiche der Klima- und Verwundbarkeitsanalysen sowie der Klima- und Verwundbarkeitsszenarien bei der Bestandsaufnahme

Stadtteilentwicklungskonzepte als Potential zur Förderung klimaresilienter Stadtteile

Auf Basis einer Dokumentenanalyse bisheriger verfasster Stadtteilentwicklungskonzepte der Stadt Ludwigsburg, zeigten sich in den bisher entwickelten STEPS in den Stadtteilen Grünbühl-Sonnenberg

(Stadt Ludwigsburg 2009) und Eglosheim (Stadt Ludwigsburg 2010, 2020) die Potentiale für die Integration der integrierten Perspektive einer klimaangepassten Stadtentwicklung durch die Betrachtung aller Handlungsfelder aus dem SEK der Stadt Ludwigsburg.

Zu den bisher entwickelten STEPs zählen der STEP Grünbühl-Sonnenberg (2009) (Stadt Ludwigsburg 2009), der STEP Eglosheim (2010) (Stadt Ludwigsburg 2010) und die Fortschreibung des STEPs Eglosheim (2020) (Stadt Ludwigsburg 2020). Bei der Betrachtung der STEPs ist markant, dass es dort eine Entwicklung hinsichtlich der Integration des Themas der Klimaanpassung gibt. Während in den ersten STEPs, insbesondere der Bereich Energie und Klimaschutz betrachtet wurde, ist das Thema in den aktuellsten STEPs-Zielformulierungen bereits deutlich präsenter. Dies liegt aber auch am Erstellungsjahr 2009/2010 der STEPs Grünbühl-Sonnenberg und Eglosheim begründet, im Vergleich die deutsche Anpassungsstrategie wurde im Jahr 2008 verabschiedet. Der Fokus liegt bei den früher erstellten STEPs hinsichtlich des Klimathemas auf den Aspekt des Klimaschutzes, mit dem Ziel den Energieverbrauch sowohl bei öffentlichen Gebäuden als auch bei privaten Haushalten zu senken. Hierfür sollen Energiekonzepte auf der Ebene der Quartiere geschaffen werden, sowie identifizierte Missstände im Bestand nicht nur die Bausubstanz, sondern auch die energetische Versorgung verbessert werden. Während in Grünbühl-Sonnenberg mit der Aufstellung eines Energiekonzeptes sich auf der Ebene der Strategieentwicklung bewegt, richten sich die Maßnahmen in Eglosheim neben konkreten Energiesparmaßnahmen an die Bürger:innenkommunikation. In dem STEP Grünbühl-Sonnenberg sind keine klimaangepassten Maßnahmen direkt erkennbar, aber Maßnahmen wie die Aufwertung der Grünflächen und die Entwicklung von Wohngebieten können bei „richtiger“ Gestaltung und Umsetzung zu klimaangepassten Maßnahmen zählen, werden so aber nicht direkt in den Unterlagen benannt. Im Dokument Eglosheim erfolgt die erstmalige Nennung des Begriffs Stadtklimas. Bei den Maßnahmen handelt es sich um bereits sehr konkrete Maßnahmen, wie z.B. die Freilegung des Riedgrabens, Patenschaften für Bäume auf den Streuobstwiesen. In den Plänen ist zudem die Aufwertung von Grün- und Erholungsflächen erkennbar. Dennoch ist das Thema der Klimaanpassung auch noch nicht erfasst und in den gesichteten Dokumenten aufgrund des zeitlichen Kontexts unterrepräsentiert. In dem aktuellsten STEP - der Fortschreibung des STEPs Eglosheim – dagegen wurden neben Klimaschutzziele wie die Steigerung des Anteils von Erneuerbaren Energien auch konkrete Klimaanpassungsziele formuliert, bspw. ist vermerkt, dass Klimaanpassungsmaßnahmen wie gegebenenfalls Dach- oder Fassadenbegrünung, Sonnenschutzelementen, Entsiegelung und Trinkbrunnen umzusetzen sind.

Durch eine neue strategische Ausrichtung und den damit neuen verbundenen Aufbau der STEPs im Jahr 2020 wurde aus einem Programm, das eher bereits bestehende Planungen als Resümee zusammenfasst, ein Programm, das als zukünftiges Handlungskonzept für die Stadtteilentwicklung gilt und somit die Entwicklungsrichtung für den Stadtteil vorgibt. Die STEPs sollen für jeden Stadtteil aufgestellt werden und sind Teil des SEKs. Hier werden unter Beteiligung der Betroffenen auf Stadtteilebene und der zuständigen Fachbereichsvertreter:innen die Ziele des gesamtstädtischen SEKs konkretisiert und mit den Bedürfnissen in den Stadtteilen abgestimmt. Alle Akteure sind aufgefordert, sich im Sinne der integrierten Stadtentwicklung, in den Prozess mit einzubringen. Der STEP- Aufbau besteht aus einem Dreiklangprinzip aus Analysen, Zielen und Maßnahmen zu jedem der 11 Handlungsfelder (Wohnen, Mobilität, Grün, etc.), die in Summe das Handlungskonzept bilden. Doch neben der Definition der STEPs als Planungsinstrument für die Stadtteile wird auch die Organisation der Arbeiten in den Stadtteilen als STEP- Arbeit bezeichnet. Für jeden Stadtteil sind zwei Stadtteilbeauftragte zuständig, die eine STEP- Beauftragte ist für die Gesamtkoordination für den

Stadtteil zuständig und befasst sich mit der Vernetzung und das Zusammenbringen aller Themen innerhalb der Stadtverwaltung. Im Gegensatz dazu ist die zweite STEP-Beauftragte für die Akteursvernetzung und die sozialen Themenfelder zuständig. Zusammen fungieren die STEP-Beauftragten als Schnittstelle zwischen der Verwaltung und der Bürger:innenschaft. Für die Stadtteilarbeit gibt es jeweils eine STEP-Arbeitsgruppen, bestehend aus den zwei STEP-Beauftragten für die sozialen und Stadtteilentwicklungsbelange, einem:r Gebietsplaner:in (Stadtplaner:in), einem:r Mobilitätsplaner:in, einem:r Grünflächenplaner:in und Klimaschutz- und –anpassungsmanager:in. Diese STEP-Projektteams sind somit maßgeblich für die Stadtteilentwicklung verantwortlich und versuchen somit die Entwicklungsziele der Gesamtstadt ortsspezifisch auf die Stadtteile zu transferieren und umzusetzen. Diese STEP-Projektteams wurden bei den ZURES-Arbeiten intensiv eingebunden

Bestandaufnahme – Erfassung von Schwächen und Stärken aus Sicht des Klimaanpassungsbelangs

Für die Identifizierung der Gebiete mit einem besonderen Handlungsbedarf in den Stadtteilen Innenstadt und Oststadt wurden die Analysen zum Klima und zur Vulnerabilität aus dem Arbeitspaket I verwendet. Zudem wurden Informationen aus der kartographischen Umfrage, aus den Formaten mit der Stadtverwaltung und den Bürger:innen verwendet. Die Ergebnisse werden in Stärken und Schwächen aus der Perspektive des Klimaanpassungsbelangs dargestellt.

Stadtklimatische Situation in den Stadtteilen Mitte und Oststadt

Mit der in ZURES II verwendeten höheren Modellauflösung (horizontale Auflösung 5 m) eignen sich die Ergebnisse der gesamtstädtischen Modellierung auch für teilräumliche Betrachtungen, sodass für die Methodik der Modellierung auf Kapitel A 1.2 im Arbeitspaket I verwiesen werden kann.

Im Ludwigsburger Stadtteil Mitte prägt sich der städtische Wärmeinseleffekt am deutlichsten aus. Aufgrund der hohen Bebauungsdichte und hoher Versiegelung in vielen Bereichen beträgt die nächtliche Überwärmung gegenüber dem unbebauten Umlande hier bis ca. 5 °C. Besonders überwärmt sind die zentralen Bereiche um den Marktplatz und den Marstall mit bodennahen nächtlichen Lufttemperaturen von 19 – 20 °C (siehe Abbildung 39 links). Ähnlich hohe Werte treten in Ludwigsburg nur in den großflächigen und stark versiegelten Gewerbegebieten auf (bspw. entlang der Porschestraße und Schwieberdinger Straße). Der Einfluss der Versiegelung zeigt sich im umgekehrten Fall in den überwiegend begrünten Innenhöfen, die sich weniger aufheizen und in der Nacht abkühlen, sodass hier vergleichsweise geringe Temperaturen erreicht werden (bspw. Blockrandbebauung an der Jakob-Ringler-Allee). Mit der Bärenwiese, dem Blühenden Barock und dem Märchengarten gibt es in der Innenstadt auch großflächige Grün- bzw. Freiflächen, auf denen Kaltluft produziert wird, von denen die angrenzende Bebauung profitiert (insbesondere die „Parkwinde“ aus dem Blühenden Barock und der Bärenwiese). Am Tag hängt die Wärmebelastung wesentlich von der Verschattung ab. Im Bereich der dichten Bebauung ergibt sich eine gewisse Verschattung durch die Gebäude, doch einen stärkeren Effekt haben Stadt- und Straßenbäume, die auf Plätzen und Wegen auch an heißen Tagen für ein angenehmes Aufenthaltsklima sorgen können (bspw. im Walckerpark und im Umfeld des Spielplatzes „Lokomotive“ neben dem Arsenalplatz; siehe Abbildung 39 rechts). Die Bärenwiese tritt als Park mit großkronigen Bäumen als Rückzugsort mit einer geringen Wärmebelastung hervor, während das Blühende Barock als unverschattete Freifläche eine hohe Wärmebelastung an heißen Sommertagen aufweist. Noch stärker fällt die Wärmebelastung im Bereich versiegelter Plätze und Straßen ohne Verschattung auf (bspw. Marktplatz).

In der Nacht sind die stadtklimatischen Bedingungen in der Oststadt relativ günstig einzustufen. Dank eines hohen Grünanteils in vielen Baublöcken können sich diese in der Nacht abkühlen, was den Wärmeinseleffekt mildert (siehe Abbildung 40 links). Eine stärkere Überwärmung ist im Straßenraum und einzelnen, stärker versiegelten Baublöcken auszumachen. Insbesondere auf den Freiflächen südlich von Ossweil wird Kaltluft produziert, die über den Grünzug und das Sportgelände um die Fuchshofstraße bis in das Stadtgebiet transportiert wird (Kaltluftabfluss und -leitbahn). Zudem sorgen städtische Grünflächen wie bspw. der Neue Friedhof und der Salonwald mit ihrer kühlenden Ausgleichsströmung in die umliegende Bebauung für eine wichtige stadtklimatische Funktion als Parkwinde. Am Tag zeigt sich eine sehr heterogene Wärmebelastung in der Oststadt. Der Salonwald oder parkähnliche Flächen wie der Alte Friedhof weisen genau wie mit vielen Bäumen bestandene Spielplätze (bspw. am Brahmweg) oder Wohngebiete (bspw. entlang der Comburgstraße) eine nur schwache Wärmebelastung an Sommertagen auf (siehe Abbildung 40 rechts). Auch Straßenräume mit einem hohen Baumbestand wie bspw. die Mainzer Allee sind durch relativ günstige Bedingungen am Tag gekennzeichnet. Dem stehen Bereiche mit einer starken bis extremen Wärmebelastung gegenüber, die insbesondere im Straßenraum (bspw. Hindenburgstraße), aber auch über unversiegelten Freiflächen vorzufinden sind (bspw. Sportflächen an der Fuchshofstraße). Eine erhöhte Belastung besteht zudem in Wohngebieten, die zwar begrünt sind, aber einen relativ geringen Baumanteil und/oder geringe Baumhöhen aufweisen (bspw. zwischen Friedrichstraße und Stettiner Straße).

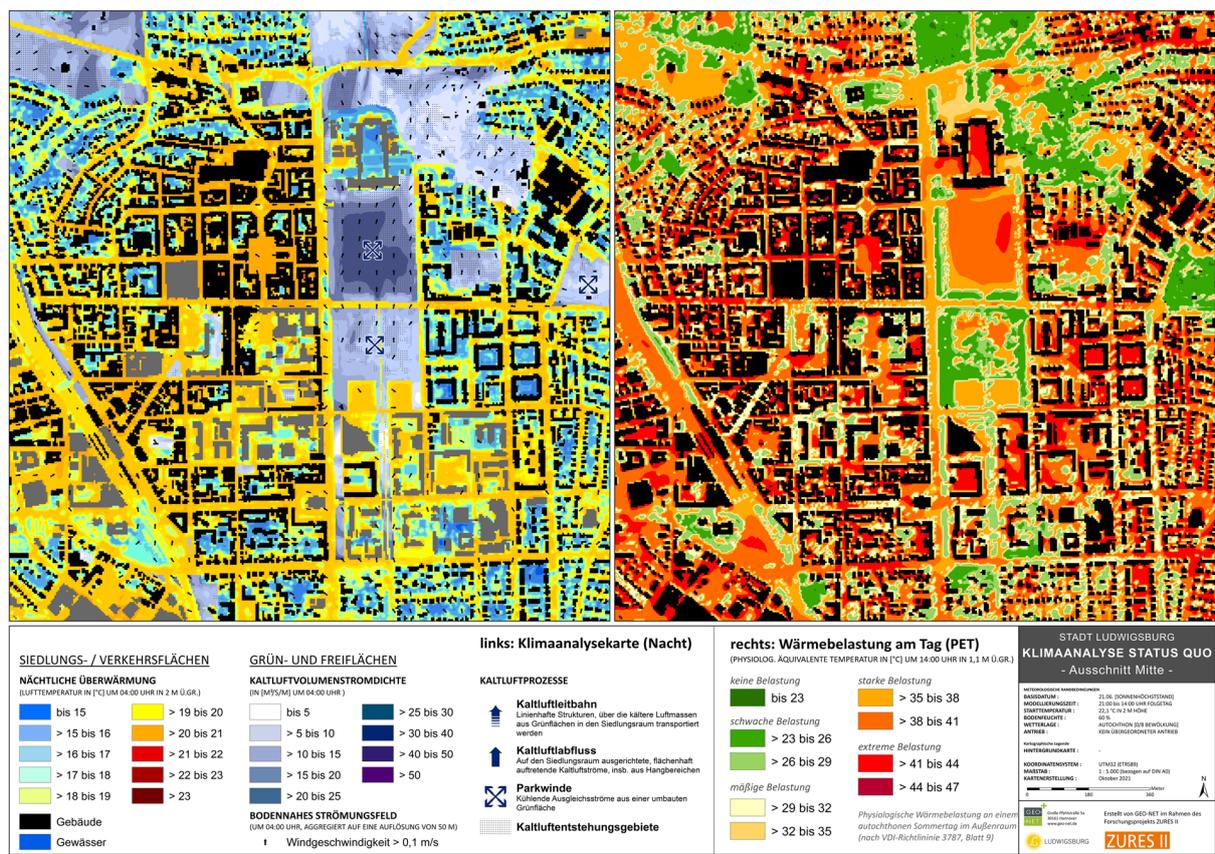


Abbildung 38: klimatische Situation Tag und Nacht für den Stadtteil Mitte

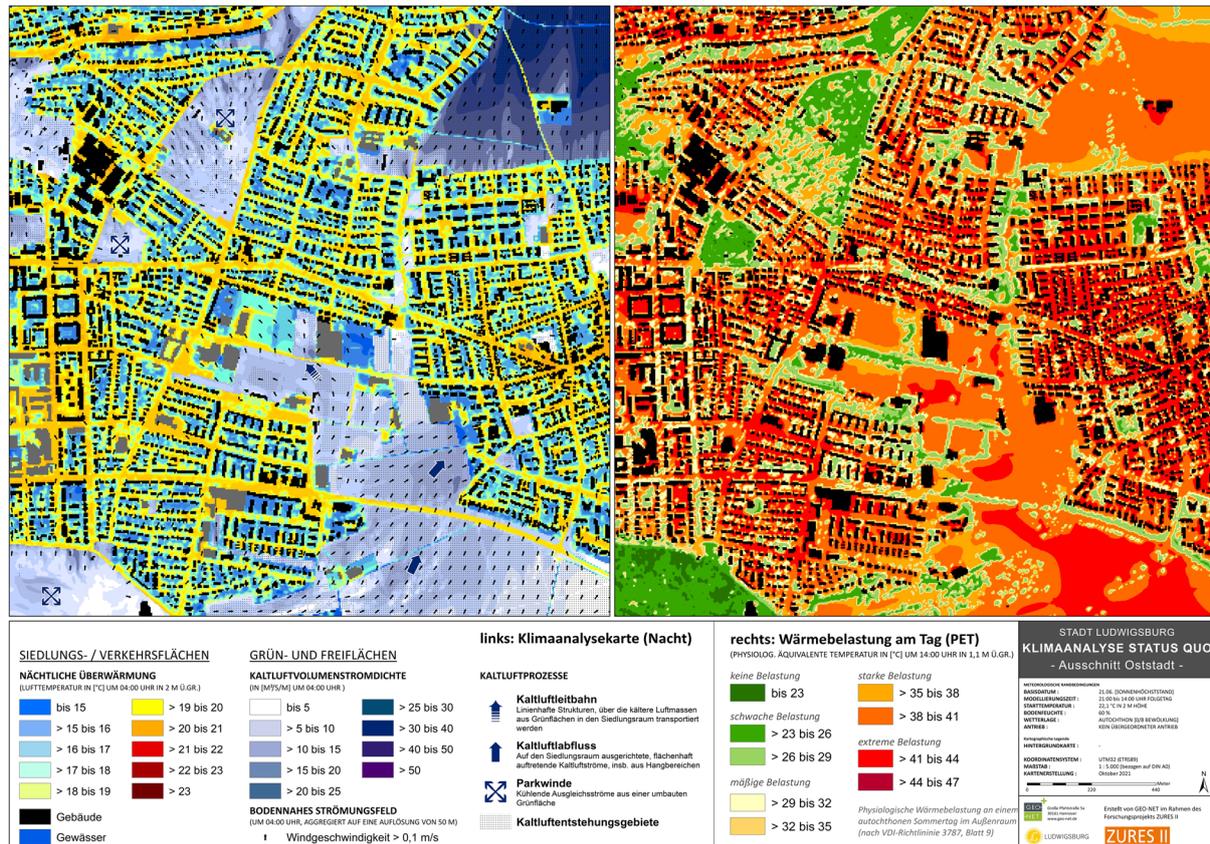


Abbildung 39: klimatische Situation Tag und Nacht für den Stadtteil Oststadt

Handlungsraum: Öffentliche Quartiersplätze in den Stadtteilen Innenstadt und Oststadt

Das Hitzeempfinden an verschiedenen Orten innerhalb der Stadt Ludwigsburg ist sehr differenziert. In der im Jahr 2018 durchgeführten Haushaltsbefragung zeigt sich eine deutliche Unterscheidung bei der Bewertung der Hitzewahrnehmung nach Orten. Neben einer hohen Belastung an den Wohnorten, wurde ebenfalls die Hitzebelastung in der Innenstadt als stark belastet beurteilt. Zur Konkretisierung dieser Ortsbezeichnungen auf lokale Räume in der Stadt Ludwigsburg wurde eine weitere kartographische Umfrage mit Stadtnutzer:innen durchgeführt. Bei der Befragung wurden sowohl heiße als auch kühle Orte markiert, mit dem Ziel ein besseres Verständnis von deren Aktivitäten und räumlichen Bewegungsmuster am Tag für die Implementierung von adaptiven Maßnahmen zu entwickeln. Die überwiegende Mehrheit der markierten heißen Orte sind in der Innenstadt lokalisiert, dies ist insbesondere durch den zentralisierten Stadtaufbau Ludwigsburg auch bedingt durch die Größe als Mittelstadt determiniert, obschon die planerischen Stadtentwicklungskonzepte die Stärkung von Stadtteilzentren in der Oststadt bestreben. Die von Hitze belasteten Orte konzentrieren sich dennoch primär in der Platzfolge vom Bahnhofplatz bis zum Marktplatz über weitere öffentliche urbane Plätze. Zum einem weisen diese Plätze eine besondere Stadtfunktionen auf, wie der Marktplatz oder der Rathaushof als Außenraum für Veranstaltungen wie z.B. dem Markt oder Stadtfesten, zum anderen handelt es sich bei den Plätzen um Parkplätze. Bei den Plätzen wie der Marktplatz oder der Rathaushof sind aufgrund der Marktfunktion, dem Denkmalschutz oder durch sich eine im Untergrund befindende Tiefgarage primär nur mobile Lösungen möglich.

Handlungsraum: Grünflächenversorgung in den Stadtteilen Innenstadt und Oststadt

Bei der kartographischen Umfrage wurde das Nutzungsverhalten der Bürger:innen von Grün-Erholungsflächen ermittelt. In Ludwigsburg zeigt sich, dass primär über 2/3 der Befragten den Favoritenpark, die Bärenwiese und den Märchengarten im Blühenden Barock aufsuchen, ob schon die Märchengraten nicht frei zugänglich ist. Zwei dieser Flächen liegen in dem Stadtteil der Innenstadt, die Bundesstraße 27 stellt hinsichtlich der Zugänglichkeit jedoch eine Barriere dar und trennt auch die Kernstadt von der Bärenwiese und dem Blühenden Barock. Diese Flächen werden in der Regel von den Befragten eher mehrmals in der Woche besucht mit einer durchschnittlichen Aufenthaltsdauer von bis zu 3h. Selbst bei den von den Befragten als gut bewertete Erholungsorten fehlt in Teilen die Ausstattungsvielfalt für verschiedene, soziale Gruppen. Bei der Bärenwiese wurde an Optimierungswünschen bspw. konkret mehr Sitzgelegenheit, Hängematten, ein Volleyballfeld oder ein kleines Caféronde benannt. Zudem gaben über 50% der Befragten an, dass es in Ludwigsburg nicht genügend attraktive Erholungsorte gibt. Dies bestätigt ebenfalls, nicht nur eine Qualifizierung von Grünflächen aus der rein klimaökologischen Sicht, sondern auch zur Steigerung der Aufenthaltsqualität vorzunehmen.

Die Oststadt selbst hat eher nur vereinzelt großflächige Grünstrukturen wie die Friedhöfe, das Sportareal und die an der Oststadt angrenzenden landwirtschaftlich geprägten Feldern. Zusätzlich besitzt die Oststadt im nördlichen Bereich einen Zugang zum Neckar. Des Weiteren gibt es kleinteilige Grünflächenstrukturen wie Spielplätze oder Formen des Abstandsgrüns. Bei den Abstandsgrünflächen, tendenziell gestaltet mit Bäumen und Rasenflächen, werden an mehreren Orten als Potential für Pocketparks gesehen. Die aus stadtklimatischer Sicht schon als positiv zu bewertenden Flächen können mit zugeführten Nutzungen und gestalterische Ergänzungen zur Verbesserung der Ästhetik aufgewertet werden. Die gewählten Orte formen das Freiflächenkonzept „Grünerring“ aus. Bei den Kinderspielplätzen fehlen in Teilen natürliche oder künstliche Beschattung, Bestandspflege oder die Materialien der Spielgeräte heizen sich auf. Bei aktuell einem Spielplatz wird das Wasserelement genutzt. Das insbesondere von Jugendlichen und Sportler:innen genutzte Sportareal ist von Bäumen umkreist, jedoch gibt es bei den einzelnen Sportbereichen wie beim Skaterpark aktuell keine Verschattungen, sodass durch den hohen Versiegelungsgrad dort starke Hitzebelastungen zu verzeichnen sind. Potentiale zur Entwicklung neuer Grünflächen sind aktuell Parkplatzflächen am Berliner-Platz und am Kasernenhof. Hinsichtlich des Baumbestands sind im Oststadtteil alte Alleenstrukturen und Platanen auf dem Friedhof hervorzuheben. Bei der Online-Befragung selbst gaben nur wenige Befragte kühle Erholungsorte in der Oststadt an, dazu zählten die Friedhöfe, Grünflächen am Neckar, Bereiche vom Sportareal und die Alleen vom Berliner Platz zu den Feldern, die häufig als Jogging-Strecke oder fürs Spaziergehen genutzt werden. Die Mehrheit gab jedoch an primär Grünflächen außerhalb der Oststadt wie die Bärenwiese oder den Favoriten-Park als Erholungsort an heißen Tagen oder den privaten Garten/ Balkon zu nutzen.

Darüber hinaus konnten die Befragten Maßnahmen bewerten. Im Umgang mit der zunehmenden Hitze wurden primär die Pflanzung von Bäumen als auch die Entwicklung von frei zugänglichen öffentlichen Park- und Grünflächen als wichtig erachtet. Begrünungsmaßnahmen am Objekt wie Fassadenbegrünung werden von 53% der Befragten und Dachbegrünung von 57% der Befragten als sinnvoll beurteilt. Während Maßnahmen zur natürlichen Beschattung in Form von Baumpflanzungen als sehr sinnig (mehr als 95%) erachtet werden, werden künstliche Beschattungsmaßnahmen in Form von Sonnenschirmen oder Sonnensegeln nur von 35% der Befragten als sinnvoll bewertet. Neben Maßnahmen, die die grüne Infrastruktur betreffen, wurden auch Maßnahmen zur blauen Infrastruktur bewertet. Diese halten nur 45% der Befragten als sinnvolle Maßnahmen im Umgang mit Hitze. Bei Maßnahmen nicht gestalterischer Art werden insbesondere kostenloses Trinkwasser mit 64% und die finanzielle Unterstützung mittels Fördergelder für private Maßnahmen wie Fassadenbegrünung, energetische Sanierungen mit 64% als sinnvoll bewertet. Weitere Maßnahmen wie die Anpassung des Verhaltens an Hitzetagen halten nur 52% für sinnvoll. Die Etablierung eines Hitzewarnsystems und die Stärkung des bürgerschaftlichen Engagements werden von den Befragten mit 32% als weniger wichtig erachtet.

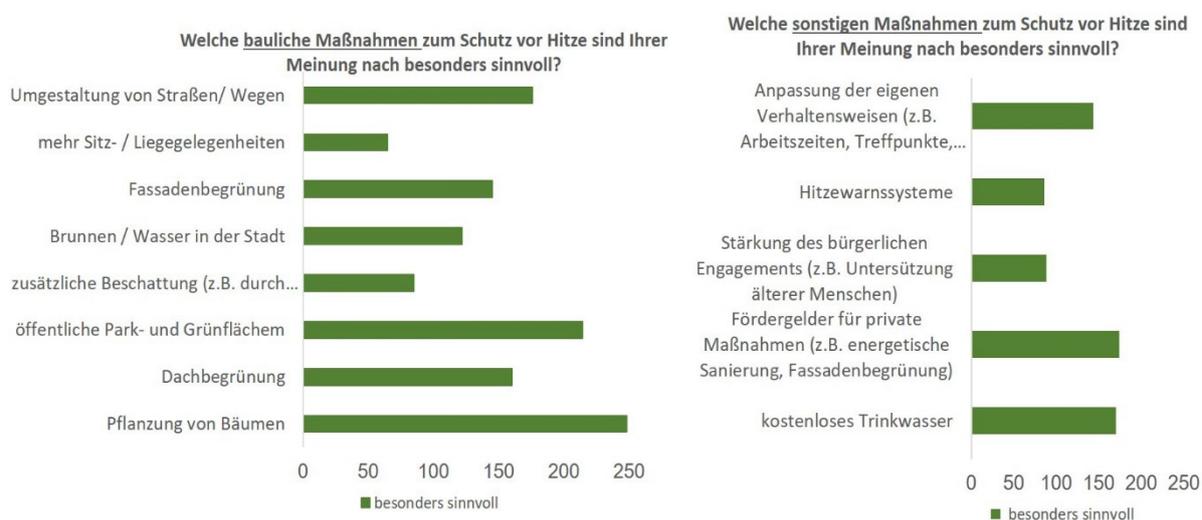


Abbildung 40: Akzeptanz von Maßnahmen

Handlungsfeld: Mobilität in den Stadtteilen Innenstadt und Oststadt

Als ein weiterer wichtiger Handlungsraum ist der Straßenraum in der Innen- und Oststadt zu benennen. In der Innenstadt wurden aus Hitzestressgründen primär bedeutsame Wegeverbindungen vom Bahnhof zur Kernstadt (z.B. Myliusstraße, B27, Wilhelmstraße) als defizitär betrachtet. Als positiv werden dahingehen die alten Alleenstrukturen (z.B. Königsallee, Allee auf der Bärenwiese) benannt.

In der Oststadt sind bedeutsame Straßen wie die Hindenburgstraße oder Danzigerstraße aber auch die zentralen und direkten Querachsen in die Innenstadt wie die Friedrichstraße, Friedrich-Ebert-Straße und Schorndorferstraße von starker Hitzebelastung betroffen. Dies wurde zusätzlich durch die Hitzeumfrage bestätigt, dass die Querstraßen auch von den Stadtnutzer:innen als besonders heiße Orte wahrgenommen werden. Insbesondere die Friedrich-Ebert-Straße, die als Fahrradstraße, insbesondere für die Radfahrer:innen und Fußgänger:innen, als zentrale Wegeverbindung zwischen der Innenstadt und Oststadt fungiert, bedarf klimawirksame Maßnahmen. Klimaangepasste Straßenräume sind daher bedeutend, damit auch in Zukunft Stadtnutzer:innen, ohne sich extremer

Hitzebelastungen auszusetzen, sich durch den Stadtraum bewegen können. Insbesondere zentrale Wegeverbindungen zu Erholungsflächen sind in Teilen noch unzureichend beschattet. Dies manifestierte sich nicht nur durch die Befragung, sondern auch durch die geführten Dialoggesprächen. Durch das Fehlen an Begegnungsorten und das Fehlen an freien Flächen zur Gestaltung in der Oststadt sind primär größere Parkplätze wie der Berliner Platz aber auch weniger häufig benutzte Parkplätze an den Friedhöfen oder an überdimensionierten Straßen als Potential zur Entsiegelung und zur Gestaltung von attraktiven Begegnungsorten bewertet. Ein langfristiges Projekt der Stadt befasst sich mit einer Stadtbahn durch die Oststadt als Querverbindung zur Innenstadt und nach Oßweil. Entsiegelungsmöglichkeiten werden daher auf der Strecke aktuell nicht gesehen, jedoch reduziert die Stadtbahn den MIV und ist hinsichtlich des Mobilitätswandels und zur Erreichung der Klimaschutzziele im Verkehrsbereich notwendig.

Abschließend wurde der wichtige Ankerpunkt des Bahnhofplatzes (Bus- und Bahnhof) als defizitär betrachtet, der durch die hohen Pendlerströme aus und nach Ludwigsburg besonders hoch frequentiert wird. Zusätzlich wurden tendenziell Bushaltestellen von den Bürger:innen als Hotspots wahrgenommen, da die sich durch ihre Gestaltung (Glasbau) und durch zu wenig Beschattung stark aufheizen.

Handlungsfeld: Sensible Infrastrukturen in den Stadtteilen Innenstadt und Oststadt

Besonders schutzwürdig sind zudem auch sensible Infrastrukturen. Die Bildungsstandorte der Oststadt wie z.B. das Areal der Oststadtschule oder der Schulcampus der Innenstadt sind aufgrund der Kubatur solcher Sonderbauten und auch aufgrund des tendenziell eher hohen Versiegelungsgrades der Schulhöfe bereits heute von starker Hitzebelastung betroffen. Für Kinder und Jugendlichen die rund 1/3 ihres Tages auf dem Schulgelände wegbringen, und auch eher zu den sensitiven Gruppen gehören, ist die Aufwertung von Schulhofflächen durch Beschattungselemente, Grünstrukturen etc. bedeutend. Auch Schulgebäude selbst sollten hinsichtlich der Adaptivität gegenüber Hitze optimiert werden. Bei der Optimierung dieser Flächen ist jedoch zu betonen, dass diese nicht in Konkurrenz zu Aufwertungsmaßnahmen wie die Errichtung von Basketballplätzen (weitere Versiegelung) stehen sollten. Kinder und auch Jugendliche sind zudem zentrale Multiplikatoren bei der Kommunikationsstrategie im Umgang mit dem Klimawandel – sowohl für den Klimaschutz als auch für die Klimaanpassung - dieses Potential wird noch eher weniger bei der Verbreitung von Informationen zu Verhaltensweisen an Hitzetagen und zu Klimaanpassungswissen genutzt.

Handlungsfeld Wohnen in den Stadtteilen Innenstadt und Oststadt

Die Innenstadt ist primär durch geschlossene und geöffnete Blockrandbebauung geprägt, durch die Baudichte, die Kubatur und durch den hohen Grad an Versiegelung ist dort die Hitzebelastung höher als bei anderen Bebauungstypologien. In den Klimaanalysen erkennt man die Bedeutung der grünen Innenhöfe, diese sind zu schützen und zu qualifizieren.

Der Stadtteil Ost ist maßgeblich durch die städtische Funktion des Wohnens geprägt, vielfach sind hier die Flächen nicht in der kommunalen und öffentlichen Hand. Es sind dort unterschiedlichen Bebauungstypologien vorzufinden, nachfolgend werden markante Bebauungstypologien benannt. Die 60er Zeilenbauten am Sportareal weisen kleinteilige Begrünungsstrukturen auf, diese werden jedoch aktuell eher weniger aufgrund fehlender Ausgestaltung, fehlender Zonierung etc. genutzt, obschon diese aus stadtklimatischer Sicht als positiv bewertet werden. Die Objekte selbst verfügen meist über Loggien, zur Beschattung der Loggien werden Sonnenschutzelemente wie Vorhänge, Markisen und Sonnenschirme verwendet. In diesem Viertel leben eher finanzschwächere Haushalte, auch die

Vulnerabilitätsszenarien zeigen sich dort persistente Strukturen von finanzschwächeren Haushalten. Die Anpassungskapazität ist dort geringer, daher ist es umso wichtiger die dortigen Eigentümer:innen über die Aufwertungsmöglichkeiten hinsichtlich des Zwischengrüns und am Objekt zu informieren, aber auch als Stadt fußläufigen Zugang zu qualitativen Grünräume für die dort lebenden Bevölkerung zu entwickeln. Bei den Neubauten an der Kastanienallee besteht die Gebäudetypologie aus einer Kombination aus kleinparzelligen Stadthäusern. Die Zwischenräume sind deutlich begrünt, die Gebäude selbst weisen adaptive Maßnahmen am Objekt wie Dachbegrünung, helle Fassadenwände, Sonnenschutz auf. Die Hauptzufahrtsstraße ist zwar überdimensioniert, jedoch durch einen Mittelstreifen mit Straßenbäumen und Parkplätzen zониert. Noch sind die Bäume sehr jung und haben kleinere Baumkronen, sodass die Baufelder noch in der Klimanalyse eher starker Hitzebelastung ausgesetzt sind. Bei den Gesprächen mit den dortigen Anwohner:innen wurde das Viertel auch basierend auf der subjektiven Wahrnehmung als Hitze-belastend identifiziert, jedoch weist die dort lebende Stadtgesellschaft eine erhöhte Anpassungskapazität durch finanzielle Mittel, Bildung, etc. auf, sodass dieses Viertel eher als weniger prioritär bei dem Handlungsprogramm gesehen wird.

Im Schloßlesfeld-Quartier zeigt sich eher eine aufgelockerte Bebauung mit Einfamilienhäusern mit Garten. Auf Basis der Klimanalysen sind dort eher nur mittlere Hitzebelastungen zu erwarten. Jedoch sind in dem Stadtviertel rund 1/3 der Bevölkerung über 64 Jahre alt, viele auch alleinlebend. Hier sind aus Anpassungsgründen daher Maßnahmen an Hitzetagen wie Hitzetelefone, etc. wichtig, die es aktuell noch nicht gibt. Zusätzlich ist die Versorgung des täglichen Bedarfs (Lebensmittel, etc.) defizitär (1*Bäcker, 1*kleinere russischer Lebensmittelmarkt). Die nächsten üblichen Lebensmittelmärkten sind 35 Minuten fußläufig oder 15-20 Minuten per Bus erreichbar. Daher sind hier Themenfelder wie Beschattung von Haltestellen, Barrierefreiheit im ÖPNV und altersgerechte Fußwegeverbindungen (Barrierefreiheit, Beschattung, Sitzgelegenheiten, etc.) in die Innenstadt bedeutsame Themenfelder. Östlich der Bärenwiese sind eher dicht geprägte geschlossenen Blockrandbebauung vorzufinden, die durch die Kubatur und den Versiegelungsgrad eine höhere Hitzebelastung aufweisen. Die Innenhöfe sind bereits sehr begrünt und geben kaum Raum für Veränderungen außer vereinzelter Baumpflanzungen und zusätzlicher Nutzungszuführung in Form von Kinderspielgeräten etc., sodass hier eher adaptive Maßnahmen am Objekt bedeutsam sind. Im Wohnprojekt Fuchshof entstehen knapp 500 Wohneinheiten mit einer gemischten Bebauungsstruktur (Zeilenbauten, Punktbauten, Townhäusern). Der Rahmenplan sieht eine große öffentliche Parkfläche zentriert im Areal vor, dieser wird bis zum Sportareal vergrößert, sodass die Sportplätze dort entsiegelt und an anderer Position auf dem Sportareal platziert werden. Zusätzlich ist Dachbegrünung verpflichtend, die Fassadenfarbe ist hell und es werden Wasserelemente integriert, sodass bezüglich der klimawirksamen Maßnahmen als Verbesserungsvorschlag nur Fassadenbegrünung aufgenommen werden kann. Darüber hinaus entsteht hier ein autoarmes Viertel und hat daher weniger versiegelte Fläche für den MIV als in anderen Stadtteilbereichen.

Sensibilisierung und Kommunikation

Bei den unterschiedlichen Beteiligungsformaten und den damit entstandenen vielfältige Gesprächen mit Bürger:innen zeigte sich die Herausforderung im Umgang mit Hitzestress. Der finanzielle Schaden und die gesundheitliche Folgen sind für Bürger:innen nicht gut fassbar und kommunizierbar. An den Tagen der aufsuchenden Bevölkerung waren es nur durchschnittliche Sommertemperaturen und bewölkt, zudem gab es im Sommer 2021 nur wenige Hitzetage in Ludwigsburg, sodass in den Gesprächen auch häufig triviale Aussagen wie „Welcher Sommer?“, „Ich wünschte es wäre wärmer“ aufkamen. Dies beschreibt gut die Problematik des Verdrängens und Vergessens von solchen

Wetterextremen, obschon das Jahr 2021 Hitze-Wetterextremen in Kanada/Nordamerika oder Südeuropa aufwies, wird die lokale und individuelle Betroffenheit verkannt. Daher ist es ebenso wie mehr grüne Infrastrukturen auch die Aufklärung zur Gefährdung von Hitzestress, die Bereitstellung von Informationen zu Verhaltensweisen an heißen Tagen und zu individuellen Anpassungsmöglichkeiten bedeutsam. Der Hitzeaktionstag im Juli 2022 fand mitten in einer Hitzewelle statt, die Teilnehmenden erkannten daher ihre Betroffenheit, sehen ihre eigene Handlungsmöglichkeiten jedoch limitiert und sehen daher die Verantwortungspflicht bei der Stadt Ludwigsburg.

2.2 Entwicklung möglicher Ziele und Maßnahmen zur klimaresilienten Stadtteilentwicklung

Im Rahmen des ZURES II – Projekts wurden integrierte Maßnahmen zur Hitzeanpassung für die Stadtteile Innenstadt und Oststadt entwickelt, die zur Erreichung der vereinbarten Ziele beitragen. Der intensive Zieldiskurs in enger Zusammenarbeit zwischen den Arbeitspaket 1-3 beteiligten ZURES-Akteuren ist in detaillierter Ausführung im Kapitel A.2.2 zu entnehmen. Die enge Zusammenarbeit erfolgte von den ersten Ideen über die Entwicklung eines Zielbaumes mit über 100 Ziele zu den fixierten ZURES 2 -Anpassungszielen durch die Schärfung und der Reduzierung des Zielbaums sowie der Validierung durch den städtischen Verwaltungsworkshop am 20. Oktober 2021. Die Maßnahmenauswahl basiert auf den Erkenntnissen der lokalen, klimatischen Informationen für die Gegenwart und die Zukunft verknüpft mit einem Landnutzungsszenario und auf den Erkenntnissen der Vulnerabilitätsinformationen für heute und in der Zukunft und der Ableitung von Handlungsbedarfen und -prioritäten. In Ergänzung wurden weitere stadtteilbezogene Analysen zu Bildungsstandorten, Mobilität und Ähnliches durchgeführt. Im intensiven Dialog zwischen Wissenschaft, Praxis und Bürger:innenschaft wurden die stadtteilbezogenen Maßnahmen entwickelt. Hierfür wurden unterschiedliche Beteiligungsformate durchgeführt, um lokales Wissen und die individuelle Betroffenheit sowie Maßnahmenideen der städtischen Bevölkerung und der Stadtnutzer:innen bei der Entwicklung des Maßnahmenkatalogs zu integrieren (siehe Kapitel 2.3 im Teilbereich B). Darüber hinaus gab es Austauschformate mit den STEP-Projektteams bestehend aus den Fachbereichen Stadtplanung, Mobilität, Soziales, Grünflächen und den STEP-Beauftragten, um passgenau und umsetzbare Maßnahmen zu entwickeln. Hierfür wurde bspw. gemeinsam mit dem ZURES-Team an Luftbildern Maßnahmen eingezeichnet, abgewogen und diskutiert. Ziel ist es, dass der final abgestimmte Maßnahmenkatalog praxisnah, aber sowohl Maßnahmen zur Reduktion des Klimas als auch Maßnahmen zur Reduktion der Verwundbarkeit orientiert an dem Risiko- und Vulnerabilitätskonzepts des IPCC (2014) kombiniert.

Entwicklung von Maßnahmen mit den Bürger:innen und der Stadtverwaltung

Im Folgenden werden zentralen Erkenntnisse zu der Maßnahmenentwicklung beschrieben. Jedoch mit dem Hinweis, dass viele dieser Maßnahmen aus grauer und formeller Literatur bekannt sind, primär der herausfordernde ortspezifische Kontext, der die Implementierung von Maßnahmen hemmt oder fördert, liegt im Fokus dieser Betrachtung.

Die Analysen (siehe Kapitel 2.1) zeigten die Notwendigkeit neue, qualitative Grünflächen in der Innenstadt und Oststadt zu entwickeln. Die Potentialanalyse zeigte im Wesentlichen vier Standorte auf, bei diesen Flächen handelt es sich aktuell jedoch um Parkplätze (siehe Abbildung 42). Für den Arsenalplatz gibt es von der Stadt Ludwigsburg bereits städtebaulichen Entwürfe. Bei der Entwicklung dieser zeigte sich, dass die Reduktion von Stellplätzen stets noch ein emotionales Thema ist. Zudem sind ausreichend zur Verfügung stehende Stellplätze für den Einzelhandel in der Innenstadt essentiell. Unbeschadet dessen wurden im Rahmen des ZURES-Projekts ebenso auch die weiteren Parkplätze fiktiv entfernt und zu grünen Erholungsorten entwickelt und modelliert.

Bei der Gestaltung des Arsenalplatzes (1) wurden die städtebaulichen Entwürfe genutzt. Am Berliner Platz (2) und am Karlsplatz (3) wurden Maßnahmen zur Umgestaltung des Parkplatzes zu einem qualifizierten öffentlichen Raum entwickelt. Dazu zählen u.a. Begrünungsmaßnahmen, Entsiegelungsmaßnahmen, Stadtmobiliar, etc. Die Bärenwiese soll durch die Begrünung und Entsiegelung der Parkplätze erweitert werden. Da es dort jedoch einen Bedarf an Parkplätzen gibt, wird im unteren Quadranten ein Parkhaus platziert.



Abbildung 41: Potentiale für Grünflächen in der Innenstadt und Oststadt



Arsenalplatz



Berlinerplatz



Karlsplatz



Bärenwiese - Parkplatz

Abbildung 42: Potentialflächen für Erholungsorte in Ludwigsburg

Zur Begegnung solcher Not-in-my-backyard-Effekte (NIMBY-Effekte) verfügt die Stadt Ludwigsburg positive Erfahrungen mit Pop-Up-Maßnahmen, um mit solchen temporären Lösungen im Stadtraum dem NIMBY-Effekt zu begegnen und so soziale und klimatischen Wirkungen aufzuzeigen.

Primär wurden zu dem die Platzfolge vom Bahnhofplatz über den Marktplatz zum Rathaushof aus Klimaanpassungssicht als defizitär betrachtet. Hier sind jedoch nur mobile Lösungen möglich, um dort den Raum auch für Veranstaltungen nutzen zu können. Das heißt, dort wurden primär Beschattungsinstallation wie Sonnenschirme (mit einer großen Spannweite) und kombinierte, mobile Lösungen, die sowohl Mobiliar als auch Bepflanzung erlauben, als Maßnahmenempfehlungen formuliert. Durch die limitierte Möglichkeit, dort Begrünungsmaßnahmen zu implementieren, wurde

zudem die Idee der Fassadenbegrünung an den Kirchen diskutiert. Der Marktplatz ist von zwei Kirchen gerahmt und hätte somit auf den zum Marktplatz zugewandten großen Wandflächen erhebliche Fassadenbegrünungspotentiale. Aufgrund der Gestaltungssatzung für Gebäude am Marktplatz und dem limitierten Handlungsspielraum der Stadt Ludwigsburg wurde diese Idee aber nicht weiterverfolgt.

Für den Mobilitätsbereich wurden überdimensionierte Straßen erfasst und deren Straßenquerschnitte mit Begrünung und Baumbepflanzung modifiziert. Hierfür wurde die Fahrbahnbreite reduziert. Die Wilhelmstraße und die B27 wurden zu einem Grünenband für Fußgänger:innen und Fahrradfahrer:innen, ähnlich zu Plänen den Sanierungsideen der Champs-Élysées entwickelt. Primär lag der Fokus bei der Maßnahmendiskussion auch auf der Attraktivitätssteigerung des ÖPNVs und des Radfahrens. Das heißt, hierbei wurden Maßnahmen wie die autofreie Innenstadt oder breitere Radwege diskutiert. Zeitgleich wurde von der Stadt Ludwigsburg ein neues Mobilitätskonzept erstellt, das bereits viele dieser Maßnahmen inkludiert hat. Als Antwort auf die hitzebelastete Situation an Bushaltestellen sind diese neu mit künstlicher oder natürlicher Beschattung zu gestalten.

Zu den identifizierten Hotspots aus dem Bereich der sensiblen Infrastrukturen wurden hierfür Beschattungs- und Begrünungsmaßnahmen diskutiert und verortet, mit dem Ziel auf deren Außenflächen kleine Erholungsasien zu entwickeln. Die Platzierung des Themas wie die klimadaptive Gestaltung des Außenraums und des Gebäudeobjekts bei Neubauten von sozialen Einrichtungen wird als wichtig eingestuft. Häufig werden solche Maßnahmen zur Reduzierung der Kosten im Laufe der Planung eingestellt. Aus diesem Grund ist auch die Sensibilisierung solcher Akteure trotz der bereits bestehenden Auflagestandards solcher sensitiven Infrastrukturen als bedeutsam betrachtet. Kinder und auch Jugendliche sind zudem zentrale Multiplikatoren bei der Kommunikationsstrategie im Umgang mit dem Klimawandel, sowohl für den Klimaschutz als auch für die Klimaanpassung, dieses Potential wird noch eher weniger bei der Verbreitung von Informationen zu Verhaltensweisen an Hitzetagen und zu Klimaanpassungswissen genutzt. Gezielte und kreative Wissenskampagnen zum richtigen Verhalten bei Hitze /Schulklassenwettbewerbe/ Aktionstage werden daher als wichtig erachtet. Beispiele hierfür sind u.a. Klimaanpassungsprojektwochen, bei denen die Stadtverwaltung als Experte eingeladen wird und mit Schüler:innen gemeinsam Klimaanpassung betreibt, in dem etwas gebaut (Sonnenschutz), etwas begrünt (urban gardening) oder ein Hitzeaktionsplans aufgestellt wird. Dies sollte in Kooperation mit dem Fachbereich Bürgerschaftliches Engagement und den Schulen erfolgen. Als Testort wird der Schulcampus an der Seestraße vorgeschlagen.

In der Innenstadt zeigte sich die Bedeutung der grünen Innenhöfe, vielfach erreicht die Stadt anfragen, die vorhandene Blockinnenbereiche zu bebauen. Damit sich die Situation in der Innenstadt klimatisch nicht weiter verschärft und damit sich das lokale Klima und die Wohnqualität nicht verschlechtert, wurde der Rahmenplan „Grüne Innenhöfe“ zur Sicherung der dieser Grünstrukturen entwickelt. Die Bedeutung solcher grünen Innenhöfe ist der Bürger:innenschaft durch zielgruppengerechte Informationskampagnen näher zu bringen. In der Oststadt bedarf es dahingehend die Qualifizierung des Zwischengrüns bei der Zeilenbebauung. Als Kommune, im Bestand Maßnahmen zu implementieren, ist durch die limitierten Handlungsmöglichkeiten herausfordernd, u.a. da viele dieser Flächen nicht in der kommunalen Hand liegen. Aus diesem Grund ist es umso bedeutsamer, die Chance bei Neuplanung nicht zu unterschätzen und die Klimaanpassungsmaßnahmen direkt mitzudenken. Denn dort ist die Steuerungsmöglichkeit durch den B-Plan gegeben. Als Ergänzung sollten Kommunikationsmaßnahmen wie „Runde Tische“ bei solche Arealentwicklungen genutzt werden, um die Bedeutung dieser Maßnahmen zu kommunizieren und die erhöhten Kosten als Investitionskosten für die Zukunft zu vermitteln.

Durch die limitierte Handlungsmöglichkeit im Bestand als Kommune wurden in dem Maßnahmenworkshop vielfach die Sensibilisierungs- und Kommunikationsmaßnahmen, die sonst häufig eher als schwache Maßnahmen gehandelt werden, als bedeutsam bewertet. Aufklärung und Wissensvermittlung ist jedoch essentiell. Wie in vielen weiteren politischen Problemfeldern gibt es zudem zwei politische Ansätze (siehe Abbildung 43). Entweder es werden Regularien genutzt, um die Implementierung von Maßnahmen zu verpflichten, oder es werden Anreize gesetzt, sodass die Maßnahmen freiwillig umgesetzt werden. In der Diskussion mit der Stadtverwaltung auf der Ebene STEPs wird der freiwillige Ansatz bevorzugt.

 Regularien	 Anreize
Satzung für Fassadengrün Verpflichtende Fassadenbegrünung an 1/5 der Hausfronten bei Neubauten, die mindestens eine 7,50 Gebäudehöhe haben.	finanzielle Unterstützung Durch eigene kommunale Förderprogramme bei Dach-, Fassaden- oder Innenhof-Begrünung
Hitzeminderungsnachweis z.B. bei Arealüberbauungen Besonders gute klimaadaptive Gestaltung und zweckmäßige Ausstattung und Ausrüstung im Umgang mit der Hitzebelastung und Schaffung von kleinen bioklimatischen bedeutsamen Flächen.	Beratung zu Hitzeanpassungs-sanierungen am Objekt /Außenraum Aufzeigen der Möglichkeiten, Aufzeigen der Fördermöglichkeiten, Hilfestellungen bei den Anträgen
Richtlinie zur Gestaltung des öffentlichen Raumes Interne Entwicklung einer Richtlinie mit Vorgaben zur bioklimatischen guten Oberflächengestaltung, Beschattung, Begrünung, Sitzplätzen, etc.	Öffentlich-wirksame Kommunikation von umgesetzten Beispielen Kommunikation von umgesetzten Maßnahmen auf einer Plattform, im newsletter oder Initiierung eines Wettbewerbsformat

Abbildung 43: Strategie zwischen Regularien und Anreize

klimaresiliente Maßnahmenzenarien

Im Bereich der Ludwigsburger Innenstadt und Oststadt wurden für das **zurückhaltende (Stufe I)** sowie **ambitionierte Maßnahmen-Szenario (Stufe II)** in enger Abstimmung mit den räumlich zuständigen Fachvertreter:innen aus der Stadtverwaltung konkret, verortbare Maßnahmen entwickelt. Die methodischen Grundlagen der Maßnahmen-Modellierung werden in Kapitel 1.2 in Teil A beschrieben.

Auf Basis der unterschiedlichen, dargestellten Wissensbezüge zur Entwicklung bedarfsorientierter Maßnahmenlösungen wurden zwei Anpassungsszenarien entwickelt. Das zurückhaltende (Stufe I) Maßnahmenzenario sowie das ambitionierte (Stufe II) Szenario unterscheiden sich zum einen in der Anzahl der optimierten Fläche aus Anpassungssicht und in der Art der Ausgestaltung der Flächen. Vor allem bei herausfordernden Flächen wurde im Stufe II-Szenario der Grad der Ausgestaltung optimiert. Bei der partizipativen Bearbeitung mit den STEP-Projektteams zeigte sich, wie komplex und konfliktreich die Verortung von Maßnahmen sich darstellen kann. Denn für die Wirkungsmodellierungen bedarf es ganz konkrete Maßnahmenaussagen zu bspw. den Entsiegelungsflächen, Beschattungsinstrumenten und Baumpflanzungen. Die Anpassungsszenarien wurden daher iterativ modelliert.

Nachdem bei der Stufe I - Modellierung nur eine Auflösung von fünf Prozent der klimatischen sehr ungünstigen Flächen beim schwachen Klimawandel erfolgte, war es das Ziel des ambitionierten Szenarios, die durch den schwachen Klimawandel bedingten, zusätzlichen hitzebelasteten Flächen aus der Kategorie sehr ungünstig und ungünstig aufzulösen. Als ersten Schritt wurden daher für sämtliche

Entwicklungsflächen und Baulücken in den Stadtteilen Innenstadt und Oststadt Annahmen aus Klimaanpassungssicht optimiert. Dazu zählt der Prozentsatz der Dachbegrünung, Fassadenbegrünung, Rasen, Versiegelung und die Baumanzahl, mit dem Ziel solche neuen Entwicklungsflächen direkt möglichst hitzeangepasst und zukunftsfähig zu gestalten. Im zweiten Schritt wurden die bereits in Stufe I modellierten Flächen in ihrer Ausgestaltung noch weiter optimiert. Dazu zählen u.a. ein höherer Entsiegelungsgrad und eine höhere Anzahl an Bäumen im öffentlichen Räumen, wie z.B. im Kasernenhof aber auch die intensivere Verschattung von Straßenräumen. In den Anpassungszielen ist u.a. formuliert, dass die Stadt als positives Beispiel vorangehen möchte und eine Art Vorbildfunktion beim Aufzeigen von Klimaanpassungslösungen übernimmt. Aus diesem Grund wurden sämtliche kommunale Gebäude in den STEP-Gebieten klimawirksamer gestaltet. Zu solchen Gebäuden gehören u.a. Verwaltungsgebäude, Schulen, Kindergärten. Darüber hinaus zeigte sich in den Diskursen mit der Stadtverwaltung und den Bürger:innen, dass in der Innenstadt die Wilhelmstraße aber auch die B27 langfristig umgestaltet werden sollten, sodass der motorisierte Individualverkehr sich in diesen Räumen reduziert und die Gestaltung für Fußgänger:innen und Radfahrer:innen optimiert wird.

Konkret für das Modell bedeutet das, dass zum einen Entwürfe von städtebaulichen Vorhaben wie bspw. des Arsenalplatzes, des B-Plans „Hindenburgstraße 60“ (siehe Abbildung 44) oder des ZOB (ohne Abb.) im Modell umgesetzt wurden. Daher finden sich in den Maßnahmen-Szenarien teilweise auch neu hinzugekommene Gebäude oder kleinräumige Flächen, die durch die Umgestaltung der Areale versiegelt werden. Zum anderen wurden Maßnahmen wie Bäume und (Teil-)Entsiegelung im öffentlichen Raum umgesetzt. Dies erfolgte entlang von Straßenzügen sowie an bestimmten Orten flächenhaft (z.B. Parkplatz Bärenwiese, Karlsplatz, Akademiehof: siehe Abbildung 45). An exponierten Plätzen wurden zusätzlich Sonnensegel und Wasserspiele (Zerstäuber/Fontänen) umgesetzt (z.B. Marktplatz, Rathausplatz, Kaufland-Vorplatz in der Oststadt). Insbesondere im ambitionierten Maßnahmen-Szenario wurden einige Verwaltungsgebäude mit einer Dach- und/oder Fassadenbegrünung versehen (siehe Abbildung 46). Unter dem deutlich höheren Ausmaß an umgesetzten Maßnahmen im Szenario Stufe II sind die Baumpflanzungen entlang der B27 sowie in der Wilhelmstraße hervorzuheben.

Die Anpassungsmaßnahmen beschränken sich auf den öffentlichen Raum, da die Stadt Ludwigsburg nur hier unmittelbar Zugriff hat (oder erlangen kann). Maßnahmen im privaten Raum sind für eine wirksame stadtklimatische Anpassung an den Klimawandel gleichermaßen von Bedeutung, wurden in den betrachteten Szenarien jedoch nicht umgesetzt.



Abbildung 44: Planentwürfe für den Arsenalplatz (links; MANN Landschaftsarchitektur) und Bauskizze für den B-Plan „Hindenburgstraße 60“ (rechts; Stadt Ludwigsburg Stand 2021)

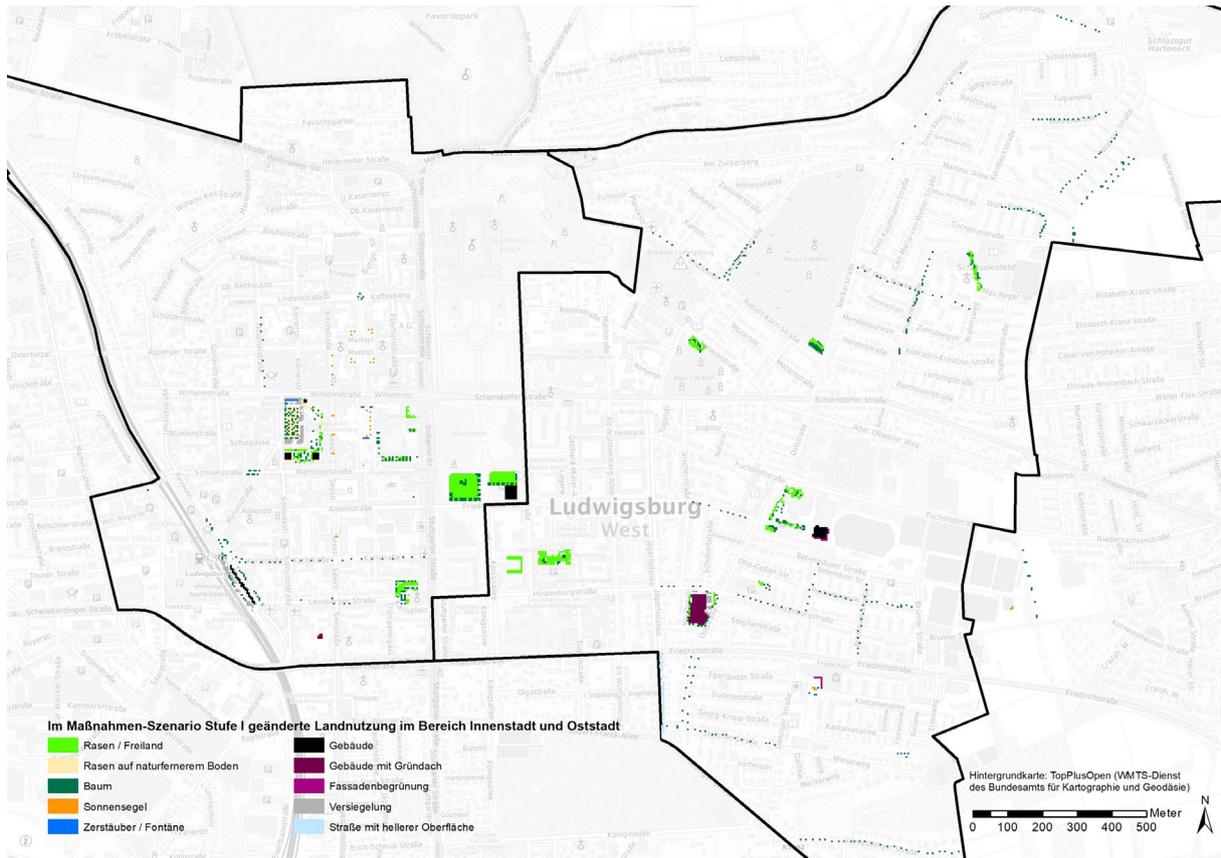


Abbildung 45: Übersicht der in der Modellierung umgesetzten Anpassungsmaßnahmen (bzw. Landnutzungsänderungen) im Szenario Stufe I (zurückhaltendes Szenario)

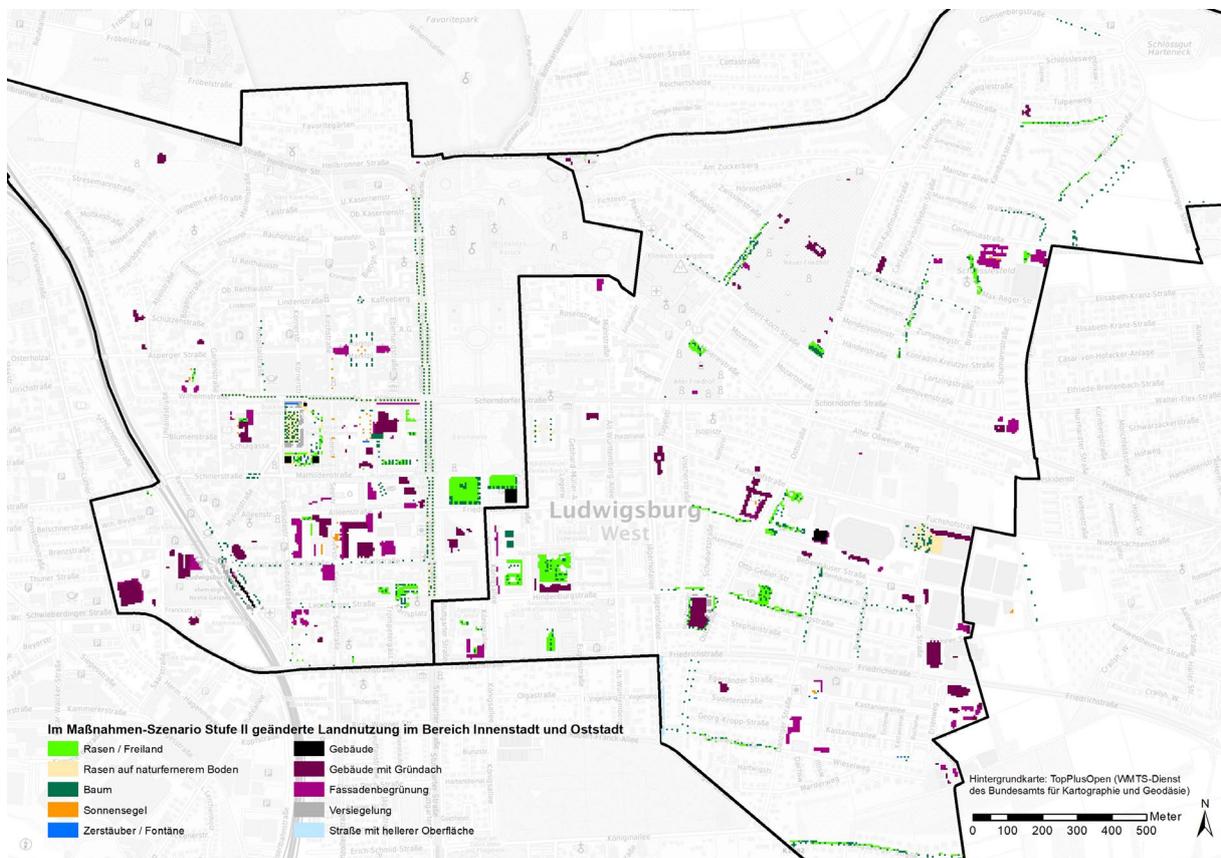


Abbildung 46: Übersicht der in der Modellierung umgesetzten Anpassungsmaßnahmen (bzw. Landnutzungsänderungen) im Szenario Stufe II (ambitioniertes Szenario)

2.3 Beteiligung der Stadtverwaltung und der Bürger:innen vor Ort

Bei der Entwicklung eines Klimaanpassungshandlungskonzepts für die Stadtteilentwicklungskonzepte in den Stadtteilen Innenstadt und Oststadt ist der Austausch mit der Stadtverwaltung und den Bürger:innen bedeutsam, um anwendungsorientierte und praxisnahe Lösungen für die Stadtteile zu entwickeln. In dem ZURES II -Projekt wurden hierfür unterschiedliche Austauschformate durchgeführt (siehe Abbildung 47).



Abbildung 47: unterschiedliche Austauschformate mit der Stadtverwaltung und den Bürger:innen

Austauschformate mit den Bürger:innen

Im Folgenden werden die zentralen Austauschformate mit den Bürger:innen Ludwigsburgs im Rahmen des ZURES II-Projekts beschrieben:

Hitzeumfrage als Partizipatives Mapping von Juli – September 2021

Die Hitzeumfrage wurde auf der mein-LB-homepage platziert, auf der alle Beteiligungsmöglichkeiten der Stadt aufgelistet und Online-Beteiligungen stattfinden. Für die Umfrage selbst wurde das Tool „Maptionnaire“ genutzt, sodass die Einzeichnung von konkreten Orten möglich war. Die „mein-LB-Hitze“ Seite hatte über 1000 Aufrufe, auch wenn die Umfrage selbst nur von ca. 300 Personen vollständig mit ins Gesamt über 1000 markierten Orten ausgefüllt wurde.

Die Umfrage diente zur Erfassung der subjektiven Hitzewahrnehmungen, die Stadtnutzer:innen konnten selbstständig konkrete Orte, Bereiche und Strecken einzeichnen, an den Hitzestress empfunden wird und solche die der Erholung dienen. Zusätzlich ermöglicht das Umfragetool die Verschneidung von eingezeichneten Orten mit demographischen Angaben und weiterführenden Fragen zur Häufigkeit, Zweck, Dauer und Verbesserungsvorschlägen. Darüber hinaus wurden klimaangepasste Maßnahmen bewertet und es konnten eigene Klimaanpassungsmaßnahmen vorgeschlagen werden. Mittels dieser Umfrage konnte das lokale Wissen der Stadtnutzer:innen in die Analyse sowohl auf der gesamtstädtischen Ebene (siehe Hotspotanalysen) als auch auf der teilträumlichen Ebene bei der Maßnahmenentwicklung integriert werden. Üblicherweise werden

hierfür Workshops genutzt, dies war jedoch durch die eingeschränkte Veranstaltungstätigkeit im Pandemiejahr 2021 nicht möglich, sodass für die Integration des lokalen Expertenwissens der Stadtnutzer:innen für ZURES-Ergebnisse die dargelegte Hitzeumfrage genutzt wurde.

Aufsuchende Beteiligung mit dem Beteiligungsmobil 4. bis 06. August 2021

Als Ergänzung zur Hitzeumfrage, um auch Erfahrungswerte der älteren Bevölkerung und der sozialen Gruppen, die an einer Online-Umfrage durch z.B. fehlenden Zugang zu Computern oder fehlendem technischen Wissen eher seltener an Online-Beteiligungsformaten teilnehmen, zu erlangen, fand eine aufsuchende Beteiligung in den Stadtteilen Innen- und Oststadt mit Hilfe des städtischen „Beteiligungsmobil“ vom 4. bis zum 06. August 2021 statt. Bei diesem Mobil handelt es sich um ein E-Bike mit Anhänger, welcher schnell und einfach zu einem Infostand umgebaut werden kann. Um möglichst viele Personen zu erreichen, wurde der Infostand an insgesamt fünf unterschiedlichen Orten an stark frequentierten Plätzen in den Stadtteilen Innenstadt sowie der Oststadt aufgestellt. Bei der aufsuchenden Beteiligung nahmen IREUS, IRPUD und die Stadt Ludwigsburg teil.

Analog zu der Hitzeumfrage war das Ziel der aufsuchenden Beteiligung besonders heiße und kühle Orte in der Stadt zu lokalisieren. Es fand somit eine Erhebung der subjektiven Wahrnehmung der Hitzebelastung statt. Die Antworten der Bürger:innen wurden in einem Stadtplan händisch eingezeichnet. Darüber hinaus konnte die Bürger:innenschaft mit Hilfe von Klebepunkten Klimaanpassungsmaßnahmen bewerten. Eine Liste mit Beispielen und Bildern wurde dafür vorgegeben. Zusätzlich konnten noch freie Anregungen zu klimaangepassten Lösungen gegeben werden.

Inszenierter Stadtteilspaziergang + Maßnahmenworkshop am 18./ 19.10.2021

Um die Bürger:innenschaft möglichst niederschwellig in die Maßnahmenentwicklung einzubinden, wurde ein inszenierter Stadtteilspaziergang als Methode gewählt. Die Idee hinter diesem Format war es, die teils sehr fachlich anspruchsvollen Informationen rund um die Klima- und Vulnerabilitätsszenarien und die Auswirkungen auf die Stadt möglichst unterhaltsam zu vermitteln. Aus diesem Grund wurden zwei Schauspieler:innen der ADK Ludwigsburg als „Forscher aus der Zukunft“ engagiert. Die beiden Schauspieler:innen waren Zeitreisende Forscher:innen, die auf ihrem Spaziergang durch die Stadt den Bürger:innen kurze Geschichten zu den Plätzen und den Orten aus der Zukunft berichteten. So wurden die Folgen des Klimawandels und die möglichen Maßnahmen zur Anpassung in rund 45 Minuten auf einem Spaziergang durch den Stadtteil vermittelt. Die Auswahl der Orte basierte auf den Erkenntnissen der Klima- und Hotspotanalysen als auch auf den Erkenntnissen der Umfrage. Im Anschluss an den inszenierten Stadtspaziergang zeichneten die beteiligten Bürger:innen in Luftbildern Maßnahmen in das STEP-Gebiet ein und bewerteten die Maßnahmen aus verschiedener Perspektive. Hierbei wurden vorrangig bauliche Maßnahmen verortet. Detailliertere Ausführungen zu der Indoor-Veranstaltung nach dem Spaziergang sind dem Kapitel Teil D zu entnehmen.

Sensibilisierung als Vorstufe zur Beteiligung

Aus der Erfahrung in Ludwigsburg aber auch von anderen Kommunen wird deutlich, dass viele Bürger:innen in den Kommunen sich noch nicht mit dem Thema Klimaanpassung auseinandergesetzt haben. Das Thema Klimaschutz ist deutlich häufiger in den Medien und daher auch präsenter im Alltag der meisten Bürger:innen. Das Thema der Klimaanpassung ist primär nur in akuten Hitzeperioden oder Katastrophenfällen in den Medien präsent. Das hat sich auch bei der Kommentierung der Anpassungsziele über die Online-Plattform „meinLB“ gezeigt. Beim Thema Klimaschutz gab es doppelt so viele Textfeldrückmeldungen, wie beim Thema Klimaanpassung.

Die Beteiligungsveranstaltungen zum Thema Hitzeanpassung, die in Ludwigsburg durchgeführt wurden, waren eher schwach besucht. Dabei hat die Einladung von Zufallsbürger:innen (Zukunftsgespräch „Ludwigsburg in heißen Zeiten“) sich als zielführender erwiesen, als ein offenes Format (inszenierte Stadtspaziergänge) zum dem alle Einwohnenden eingeladen waren. Die Stadt Ludwigsburg ist daher zum Schluss gekommen, dass es wichtig ist, für das Thema der Hitzeanpassung zu sensibilisieren. Sobald dann eine größere Anzahl an Bürger:innen sich für das Thema interessiert, macht es Sinn, die Bürger:innenschaft zur Klimaanpassung auch aktiv zu beteiligen.

Hitzeaktionstag in Ludwigsburg

Aus diesem Grund fand am 23. Juli 2022 der erste Hitzeaktionstag auf dem Rathaushof in Ludwigsburg statt. Ziel war es die Bürger:innen auf das Thema Hitzeanpassung aufmerksam zu machen. Drei große, mit gelben Stoffen bespannte Elemente sorgten für schattige Plätze, Liegestühle luden zum Verweilen ein, Wassersprinkler und Planschbecken brachten kühles Nass für alle mitten in die Stadt. Kinder konnten sich ihre individuelle Schirmmütze als Sonnenschutz basteln. Das ZURES II – Projekt war mit einem Infostand vor Ort und hat über das Projekt und die Ergebnisse berichtet. Über 100 Teilnehmenden waren am Aktionstag vor Ort und genossen die kühle Erfrischung auf dem Rathaushof.

Pop-Up-Maßnahmen im Stadtgebiet

Sogenannte Pop-Up-Maßnahmen scheinen eine gute Möglichkeit, um die Bevölkerung niederschwellig an Veränderungen heranzuführen. Aus diesem Grund führt die Stadt Ludwigsburg an unterschiedlichen Stellen in der Stadt temporäre Veränderungen durch, um die Bevölkerung für die Themen zu sensibilisieren. Vor allem in der Innenstadt wurde dieses Format in den letzten beiden Jahren durchgeführt. Dabei wurden jeweils an stark durch Hitze belasteten Gebieten Parkplätze in temporär, begrünte Flächen umgewandelt. Das Ziel ist, auf diesem Weg zu zeigen, wie sich die Aufenthaltsqualität steigert, wenn stark versiegelte Plätze mit grüner Infrastruktur und Sitzmöglichkeiten ausgestattet werden. Da die Pop-Up-Maßnahmen recht gut von der Stadtbevölkerung angenommen werden, sollen solche temporären Maßnahmen auch weiterhin durchgeführt werden.

Entwicklung eines Zukunftsbildes

Vielfach werden über kleinere Lösungen wie Entsiegelungsmaßnahmen oder die Standortpotentiale von Bäumen diskutiert, sogenannte Zukunftsbilder helfen dabei Impulse für die Möglichkeiten der Anpassung zu setzen, die damit verbundenen Chance das Stadtbild maßgeblich zu verändern und somit die Lebensqualität in Städten zu erhöhen. Der Fachbereich Klima und Energie hat daher ein sogenanntes Zukunftsbild in Auftrag gegeben (siehe Abbildung 48).



Abbildung 48: Eindrücke der Bürgerbeteiligung und Sensibilisierungsaktionen der Stadt Ludwigsburg

Austauschformate mit der Stadtverwaltung

Über die gesamte Projektlaufzeit gab es eine intensive Ämterbeteiligung bei der Entwicklung von Lösungsansätzen für die Stadtteile in der Innenstadt und Oststadt. Zu diesen zählten u.a. Vorortbegehungen, Online-Workshops mit den STEP-Projektteams und die Workshops in Präsenz zu den Anpassungszielen und dem Maßnahmendiskurs.

Anpassungszielworkshop

Die Entwicklung der Anpassungsziele war eine arbeitspaketübergreifende Aktivität, bei dem dargelegten Stadtverwaltungsworkshop waren die STEP-Beauftragten für die Innenstadt und Oststadt sowie weitere städtischen Mitarbeiter:innen aus den STEP-Projektteams aktiv am Diskurs beteiligt (siehe Bereich A Kapitel 2.2.). Für die STEP-Teams waren z. B. folgende Aspekte wichtig:

- Verwendung einfacher, verständlicher Sprache: Die STEP-Beauftragten dienen als Schnittstelle zwischen Verwaltung, Politik und den Bürger:innen und sind die direkten Ansprechpartner:innen in den Stadtteilen, sodass für Sie die niedrigschwellige Kommunikation mit den Bürgern besonders wichtig ist.
- Anpassungen der Grünflächenerreichbarkeit in den Stadtteilen: Ein ambitioniertes Ziel zur Entwicklung und zur Erhaltung von Grünflächen als Erholungsorte wurde als besonders wichtig empfunden, um in dichten Stadtteilen einen Handlungsdruck zu schaffen und Freiflächen/ Baulücken nicht stets nur als Baufläche zu nutzen, sondern auch als mögliche Entwicklungsfläche für Grünflächen/ Erholungsorte zu betrachten.
- Bedenken hinsichtlich der Ableitungsmöglichkeiten von Rechten: Durch den engen Kontakt der STEP-Beauftragten mit den Bürger:innen gab es Bedenken, ob aus den Zielen Bürger:innen Schutzrechte durch das subjektive Empfinden von Hitzestress ableiten können.
- eigenes Planungshindernis, das durch die Ziele punktuelle kleinere Verbesserungsmaßnahmen in den Stadtteilen wie bspw. die Errichtung eines Basketballplatz auf dem Schulhof, da es sich hierbei um eine Versiegelung einer Fläche handelt, gehemmt werden.
- Bedeutung von Anpassungszielen zugesprochen: Die Verankerung von städtischen Klimawandelanpassungszielen hilft dabei das Thema der Klimaanpassung auf der Agenda zu priorisieren, das Thema auch bei Planungen von Projekten stets mitzudenken und einen einheitlichen Umgang Personal unabhängig zu entwickeln.

Maßnahmendiskurs

Die STEP-Projektteams waren aktiv bei der Entwicklung des „zurückhaltenden“ und „ambitionierten“ Maßnahmenzenario beteiligt. Hierfür bedurfte es ganz konkrete Verortungen von Maßnahmen. Insbesondere bei den baulichen, gestalterischen Maßnahmen wie z.B. der Baumpflanzung, Fassadenbegrünung, Entsiegelung waren explizite Aussagen für die Eingangsdaten der Wirkungsmodellierung notwendig. Konkret bedeutet das, dass beim Beispiel Baumpflanzung es Aussagen zur Verortung, zur Anzahl, zur Baumkronengröße und zur Gestaltung des Untergrunds (Rasen/ Bepflanzung, etc) bedarf. Herausfordernd waren hierbei bspw. die Eigentumsverhältnisse, insbesondere bei einem primär von Wohnen geprägten Stadtteil wie der Oststadt, sind die Handlungsgebiete für kommunale, baulich- gestalterischen Maßnahmen limitiert. Ein wichtiger Handlungsraum neben der Gestaltung von Quartiersplätzen stellt der Straßenraum dar. In der Praxis nimmt der motorisierte Individualverkehr jedoch noch eine bedeutende Rolle ein, sodass es gut abgewogen werden musste, wo Baumpflanzungen oder Erweiterungen des Fußweges vorgenommen

werden konnten. Insbesondere bei überdimensionierten Straßen und wichtigen Wegeverbindungsachsen zu Grünflächen hat sich bspw. das Projektteam Oststadt intensiv mit dem Straßenraum auseinandergesetzt, um realistische Angaben hinsichtlich Straßenbäumen und weiteren modellierbaren Maßnahmen im Straßenraum zu ermitteln. Zusätzlich sind es in der Oststadt aber auch Innenstadt primär nur Parkplätze, die bei den Maßnahmen entsiegelt werden, um Erholungsräume oder Begegnungsräume zu schaffen, ob schon für Stadtnutzer:innen die Reduzierung von Parkplätzen stets noch ein Konfliktthema ist. Neben den baulich-gestalterisch Maßnahmen wurden die weiteren Maßnahmen zur Sensibilisierung, zur Kommunikation, zu Governance-Instrumenten und zur Gestaltung des öffentlichen Raumes aktiv hinsichtlich ihrer Praktikabilität, Machbarkeit und Nutzen für die Stadtteile bewertet. Im Kern zeigte sich eindeutige Mehrbedarf an Sensibilisierungsmaßnahmen zur Stärkung des Bewusstseins sowohl bei der Stadtverwaltung als auch bei der Bürger:innenschaft für die Erfordernis hitzeangepasste Stadtteilentwicklung zu betreiben. Vielfach gibt es auch bereits schon solche Maßnahmen, diese sollten nur öffentlichkeitswirksamer kommuniziert werden. Zusätzlich zeigte sich der Bedarf etablierte Instrumente wie die der STEPs hinsichtlich ihrer Bedeutung und ihres Nutzens bei solche einem Transformationsprozess innerhalb der Stadtverwaltung zu stärken.

Eine konkrete Auflistung der wesentlichen durchgeführten Veranstaltungen im Rahmen des ZURES-Projekts sind im Teilbereich F aufgeführt.

2.4 Beurteilung der Wirksamkeit unterschiedlicher Maßnahmen der STEPs

lokalklimatische Wirkung von stadtklimatischen Anpassungsmaßnahmen

Eine flächenhafte Betrachtung der Wirkung der Anpassungsmaßnahmen zeigt in der Innenstadt und Oststadt eine moderate kühlende Wirkung am Tag (ca. $-0,5$ °C PET im Maßnahmen-Szenario Stufe II) und geringe Reduzierung der Überwärmung in der Nacht (ca. $-0,1$ °C; siehe Tabelle 10). Dies ist darauf zurückzuführen, dass räumlich konkret verortbare Maßnahmen abgestimmt wurden, die sich im Einflussbereich der Stadtverwaltung befinden (öffentlicher Raum, kommunale bzw. öffentliche Liegenschaften). Anders als bei der zufälligen Verteilung von Anpassungsmaßnahmen außerhalb der Innenstadt und Oststadt wurden somit (die mindestens genauso wichtigen) private Flächen und Gebäuden bei der Maßnahmenfindung ausgeklammert.

Der Fokus dieses Kapitels liegt daher nicht auf flächenhaften Aussagen, sondern den lokalklimatischen Wirkungen der Maßnahmen, um ihre Effekte und Reichweite aufzeigen zu können. Da keine einzelnen Modellrechnungen für jede Maßnahme durchgeführt wurden, beinhalten die Ergebnisse die Effekte aller Maßnahmen. Es werden jedoch Beispiele gewählt, anhand derer die singuläre Wirkung der Maßnahmen veranschaulicht werden kann. Zudem wird auf die Kombination mehrerer Anpassungsmaßnahmen an verschiedenen Orten eingegangen.

Tabelle 11,12 fassen die wichtigsten Wirkungen der einzelnen Maßnahmen anhand beispielhafter Ausschnitte im Stadtgebiet zusammen. Dabei wird wiederum deutlich, dass am Tag ein breites Set von Anpassungsmaßnahmen zur Hitzevorsorge im Stadtgebiet besteht. Insbesondere **Bäume** zeigen sich dabei sehr wirksam, da sie sowohl Verschattung bieten als auch für Verdunstungskühlung sorgen. Die Effekte hängen wesentlich von der Größe des Baums bzw. der Baumkrone ab. Zudem kann eine Verdunstung in vollem Maße nur bei gesunden und mit ausreichend Wasser versorgten Bäumen eintreten²⁰.

²⁰ Zu beachten ist zudem, dass bestimmte Baumarten unter Trockenstress flüchtige organische Substanzen emittieren (BVOC = Biogenic Volatile Organic Compounds), die einen Vorläuferstoff für die Bildung bodennahen Ozons (Sommersmog) darstellen können (GFZ 2023).

Nicht jeder Standort in einer Stadt eignet sich für Bäume (bspw. Leitungen im Boden, Nutzung von Plätzen für Märkte u.a., Zufahrten für die Feuerwehr), sodass Alternativen gefragt sind. Diese bestehen in Form von **Sonnensegeln** oder anderen konstruktiven Elementen, die für eine lokale Verschattung sorgen und den Vorteil haben, dass sie temporär genutzt werden können (bspw. saisonal oder nur an heißen Tagen). **Wasserspiele** wie Zerstäuber, Fontänen und Brunnen können ebenfalls temporär eingesetzt werden und über die Verdunstung für eine Kühlung an heißen Tagen sorgen. Ihr Effekt wird durch die solare Einstrahlung, Temperatur, Windgeschwindigkeit und Windrichtung sowie der Intensität bzw. Höhe der Wasserspiele gesteuert, ist im unmittelbaren Nahbereich am stärksten und nimmt mit steigender Entfernung rasch ab.

Tabelle 10: Wirkung der Maßnahmen-Szenarien auf die nächtliche Lufttemperatur (T04) und Wärmebelastung am Tage (PET) in der Innen- und Oststadt für die beiden Klimawandel-Szenarien.

Maßnahmen Stufe I	Szenario Schwacher Klimawandel		Szenario Starker Klimawandel	
	Differenz T04 [°C]	Differenz PET [°C]	Differenz T04 [°C]	Differenz PET [°C]
Innenstadt und Oststadt	-0,04	-0,16	-0,04	-0,18
Maßnahmen Stufe II				
Innenstadt und Oststadt	-0,09	-0,47	-0,09	-0,48

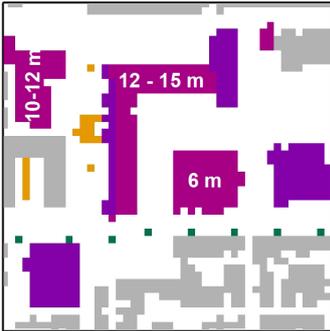
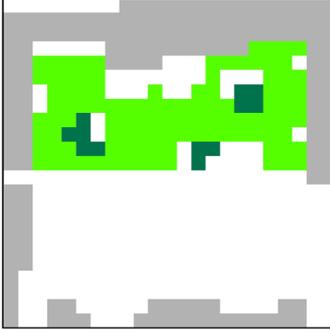
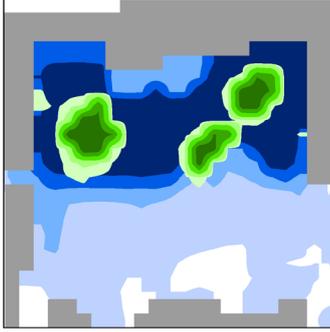
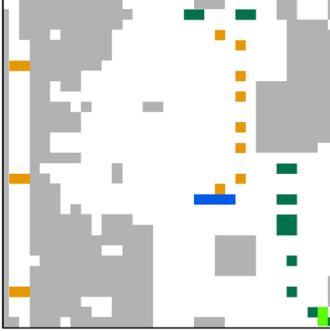
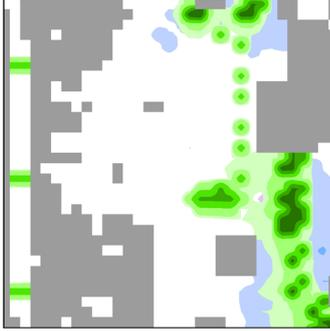
Die Begrünung von Gebäuden ist eine weitere Maßnahme zur Reduktion der Wärmebelastung am Tag. Sie bietet zusätzlich Vorteile für das Innenraumklima (sowie Synergien zur Starkregenvorsorge, Biodiversität, Lärminderung, etc.), doch werden in dieser Untersuchung die Effekte auf den Außenraum in den Blick genommen. Dabei zeigt sich, dass eine **Fassadenbegrünung** wirksamer in Bezug auf die Reduzierung der Wärmebelastung im bodennahen Bereich ist als eine Dachbegrünung. Insbesondere im direkten Nahbereich der Gebäude wirkt eine Begrünung der Fassaden kühlend. Bei einer großflächigen Umsetzung zeigt sich im Umfeld der Gebäude ebenfalls eine leichte Kühlwirkung. Zwangsläufig ist die Wirkung einer **Dachbegrünung** auf den bodennahen Bereich bei niedrigen Gebäuden stärker als bei hohen Gebäuden. Ihre hauptsächliche Wirkung entfaltet sie auf Dachniveau (geringere Oberflächentemperatur auf dem Dach, Kühlwirkung auf das nahe Gebäudeumfeld). In der Nacht erzielen die genannten Maßnahmen eine nur geringe bis keine Wirkung auf das Temperaturniveau (unterhalb der Baumkrone ist sogar eine leichte Temperaturzunahme möglich). Die **Entsiegelung** von Flächen ist dagegen eine sehr effektive Maßnahme zur Reduktion der nächtlichen Überwärmung. Im Bereich der Entsiegelungen ist eine deutliche Abnahme der Lufttemperatur zu verzeichnen und bei großflächiger Umsetzung kann die Maßnahme selbst im Umfeld zu einer leichten Kühlwirkung führen. Die Wirkung einer Entsiegelung am Tag ist differenzierter zu sehen. Mit ausreichend Wasser versorgte Flächen können über die Verdunstung und eine geringere Oberflächentemperatur die Wärmebelastung am Tag senken. Bei intensiver Einstrahlung (wie in der betrachteten autochthonen Wetterlage) wird die Wärmebelastung wesentlich über die Verschattung gesteuert, sodass der Effekt einer Entsiegelung gering ausfällt.

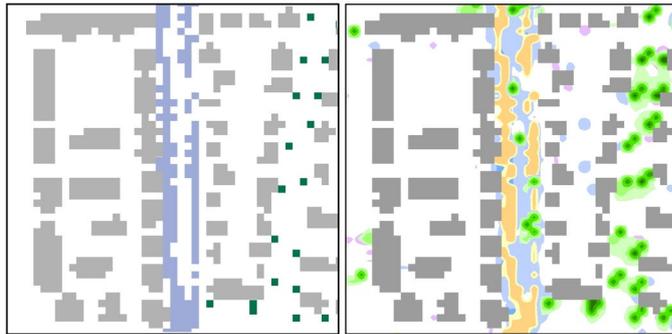
Die stadtklimatische Wirkung eines **helleren Straßenbelags** bzw. der Oberfläche von Plätzen ist komplex. Durch den helleren Belag wird mehr Strahlung reflektiert (höhere Albedo), sodass sich die Straße weniger aufheizt und in der Nacht weniger Wärme abgibt (leichte Kühlwirkung). Am Tag steigt die Wärmebelastung dagegen leicht an, da die erhöhte (Rück-)Strahlung die Wirkung geringerer Oberflächentemperaturen in der Regel übersteigt, wobei der Effekt je nach Größe und Ausrichtung der Maßnahmenfläche variieren kann. Der zugrundeliegende Betrachtungszeitpunkt für die Tagsituation ist 14:00 Uhr, was einen hohen Sonnenstand und intensive Einstrahlung bedeuteten. Die in der Nacht

auftretende Kühlwirkung der Maßnahme fängt vermutlich bereits in den späteren Nachmittagsstunden an, wenn die solare Einstrahlung abnimmt und der Effekt geringerer Oberflächentemperaturen überwiegt.

Die aus der Literatur bekannte Schlussfolgerung wird durch die vorgenommenen Modellrechnungen bestätigt: Durch die **Kombination verschiedener Maßnahmen** kann die stärkste Kühlwirkung erreicht werden, was in Tabelle 12 anhand von zwei beispielhaften Plätzen in Ludwigsburg veranschaulicht wird. Insbesondere bei einer *großflächigen Umsetzung* von Entsiegelungen sowie Begrünungs- und Verschattungsmaßnahmen ist sowohl am Tag als auch in der Nacht eine deutliche Kühlwirkung möglich (siehe auch Abbildung 49). Die Beispiele zeigen, dass sich mindestens lokal die Folgen des Klimawandels mildern, ausgleichen oder sogar überkompensieren lassen. Gerade in der Nacht und bei Eintritt des Szenarios „Starker Klimawandel“ wird es jedoch weiterhin Bereiche mit einer hohen thermischen Belastung geben. Daraus folgt die stadtklimatische Empfehlung, zur Anpassung an den Klimawandel umfangreiche Maßnahmen vorzunehmen, die um weitere Maßnahmen zur Reduktion der Hitzebelastung, die nicht in den Modellrechnungen berücksichtigt werden konnten, ergänzt werden (Verbesserung des Innenraumklimas, verschattete Sitzgelegenheiten, Bereitstellung von Trinkwasser, Warnung bei und Verhaltenshinweise in Hitzeperioden, etc.). Zudem besteht hinsichtlich der Wirkung einiger Maßnahmen (hellerer Straßenbelag) und der Umsetzung im Modell (bspw. Gebäudebegrünung) weiterer Forschungsbedarf.

Tabelle 11: Stadtklimatische Wirkung verschiedener Anpassungsmaßnahmen mit beispielhaften Ausschnitten.

Maßnahmen-Verortung	Maßnahmen-Wirkung	
		Gebäudebegrünung <ul style="list-style-type: none"> – Am Tag Kühlwirkung direkt am Gebäude (Fassadenbegrünung mit stärkerem Effekt (bis ca. 6 °C PET)) – Wirkung von Dachgrün bei niedrigen Gebäuden stärker (bis ca. 4 °C PET) – Bei großflächiger Umsetzung geringe Kühlwirkung im Umfeld der Gebäude (ca. 1 – 2 °C PET; Reichweite bis ca. 50 m) – Nachts sehr geringer Effekt
		Entsiegelung <ul style="list-style-type: none"> – Sehr wirksam in der Nacht (bis zu 4 °C Abkühlung am Ort der Maßnahme) – Im Nahumfeld leichte Abkühlung (0,1 – 0,5 °C; max. Reichweite ca. 60 m) – Am Tag geringer Effekt
		Verschattung und Wasserspiele <ul style="list-style-type: none"> – Am Tag Verschattung insb. durch Bäume (Abkühlung bis > 10 °C PET) und Sonnensegel (bis ca. 5 °C PET) lokal sehr wirksam – Wasserspiele senken ebenfalls die Hitzebelastung am Tag (lokal bis ca. 7 °C) – Nachts einzig bei Bäumen ein Effekt (leichte Temperaturzunahme unter dem Kronendach möglich)

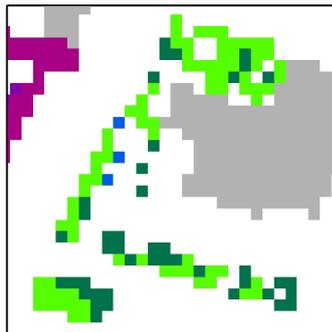


Hellerer Straßenbelag

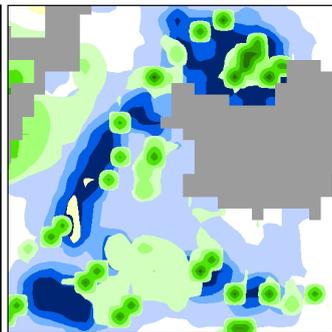
- Nächtliche Überwärmung im Straßen-raum sinkt leicht (Abkühlung ca. 0,1 – 0,6 °C infolge höherer Reflektion)
- Am Tag tendenziell leicht höhere Wärmebelastung (bis 2 °C PET infolge erhöhter Rückstrahlung)
- Effekte können je nach Größe und Ausrichtung der Fläche variieren

Tabelle 12: Stadtklimatische Wirkung kombinierter Anpassungsmaßnahmen mit beispielhaften Ausschnitten.

Maßnahmen-Verortung

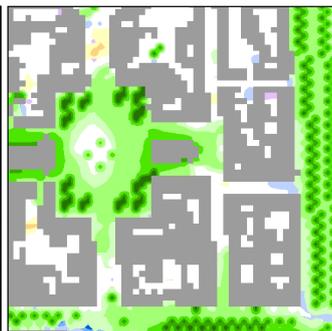
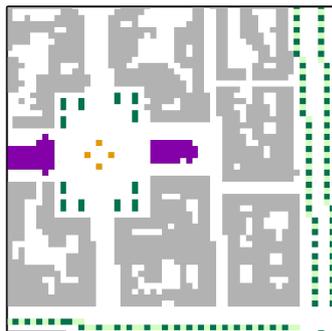


Maßnahmen-Wirkung



Maßnahmenkombination

- Die Kombination und großflächige Umsetzung von Maßnahmen führt zu den stärksten Effekten
- Im oberen Beispiel wird durch Entsiegelungen, Baumpflanzungen und Wasserspielen eine flächenhafte Abkühlung in der Nacht erreicht und mehrere Rückzugsorte an heißen Tagen geschaffen
- Im unteren Beispiel bewirken Baumpflanzungen, Sonnensegel und eine Fassadenbegrünung an zwei Gebäuden die flächenhafte Abkühlung des gesamten Platzes am Tag
- Die Umgestaltung in eine Allee sorgt für eine deutliche Reduzierung der Wärmebelastung am Tag im gesamten Straßenraum (rechter Bildrand)



Verortung stadtklimatischer Maßnahmen in Ludwigsburg

- Baumpflanzung
- Entsiegelung
- Teil-Entsiegelung
- Straße mit hellerem Belag
- Gebäude mit Gründach
- Gebäude mit Fassaden- bzw. Dach- und Fassadenbegrünung
- Sonnensegel
- Gewässer / Zerstäuber

Änderung der Wärmebelastung am Tag [PET in °C]

- 9 und kleiner
- > -9 bis -6
- > -6 bis -3
- > -3 bis -1
- > -1 bis -0,5
- > -0,5 bis 0,5
- > 0,5 bis 1
- > 1 bis 3
- > 3

Änderung der bodennahen nächtlichen Lufttemperatur [°C]

- 2 und kleiner
- > -2 bis -1
- > -1 bis -0,5
- > -0,5 bis -0,1
- > -0,1 bis 0,1
- > 0,1 bis 0,5
- > 0,5 bis 1
- > 1

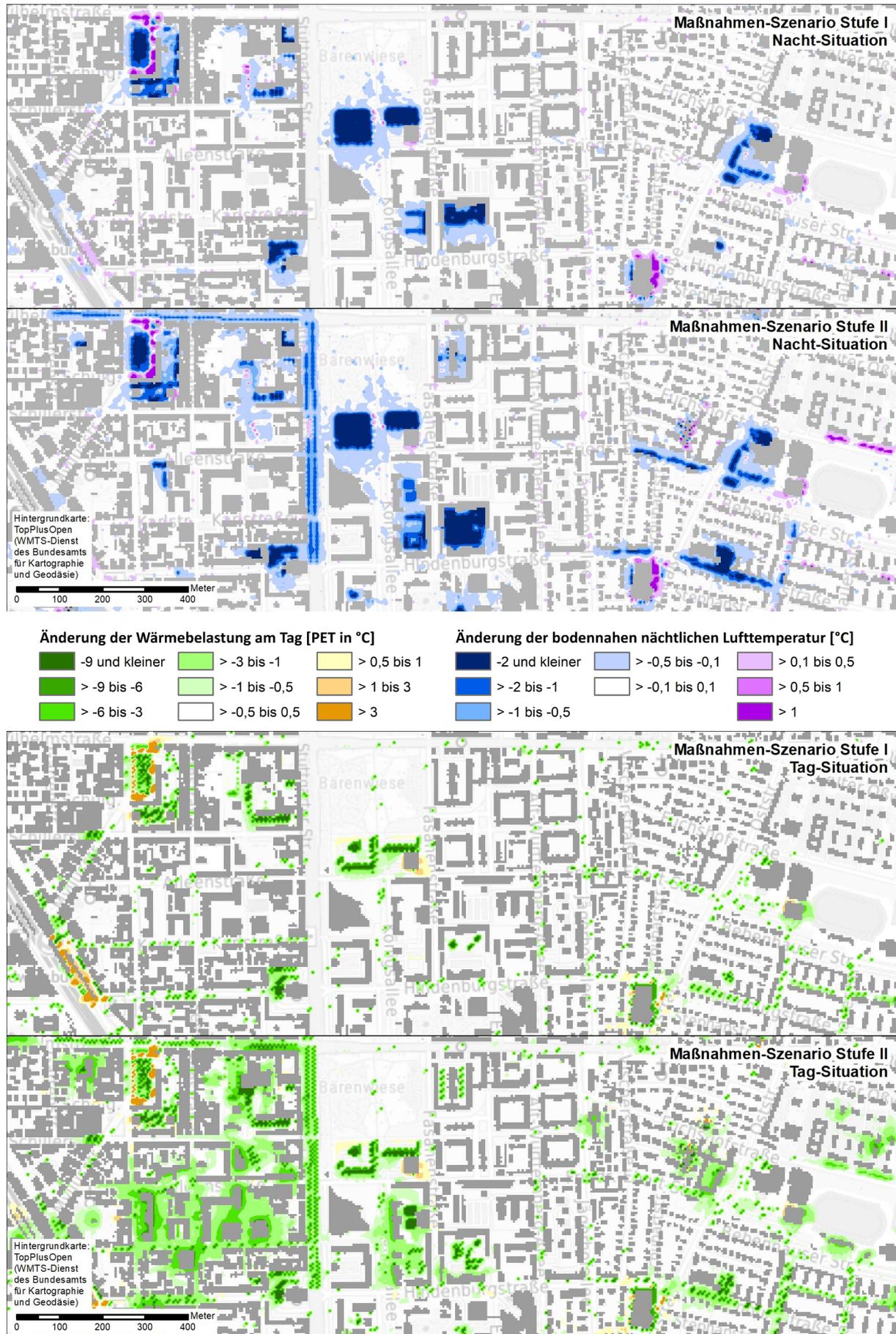


Abbildung 49: Stadtklimatische Wirkung kombinierter Anpassungsmaßnahmen mit beispielhaften Ausschnitten.

Praktikabilität und Machbarkeit von Maßnahmen

Im Rahmen der intensiven STEP-Team-Beteiligung wurden Maßnahmen hinsichtlich ihrer Machbarkeit, Praktikabilität und deren potentiellen Wirkungen bewertet. Die Hitzeanpassungsmaßnahmen wurden hierfür in Governance -Maßnahmen, in Sensibilisierung- und Kommunikationsmaßnahmen und in baulich, gestalterische Maßnahmen gegliedert. Die Ergebnisse der Workshops wurden dokumentiert, die zentralen Erkenntnisse werden im Folgenden dargestellt.

Steuerungs-Governance-Maßnahmen

Richtlinien zur Stärkung der Verbindlichkeit des Klimaanpassungsbelangs, wie z.B. durch einen Hitzeminderungsnachweis bei Arealüberbauungen und bei Gestaltungsplänen oder einer Richtlinie zur Gestaltung zum öffentlichen Raum mit Vorgaben zur bioklimatischen guten Oberflächengestaltung, Beschattung, Begrünung, wird eher als „schwierig“ bewertet. Durch fehlende finanzielle, personelle und zeitliche Ressourcen können solche Nachweise nicht geprüft werden und führen somit auch nicht zur konsequenten Umsetzung. Zudem gibt es bereits eine hohe Anzahl an Vorgaben bei der Planung, der durch die Richtlinien entstehender bürokratischer Aufwand ist damit zu groß. Bei externen Akteuren kann dies zudem zu einer schlechteren Standortbewertung führen, wenn ihre Arealvision durch eine zu hohe Anzahl an Richtlinien limitiert und zu höheren Kosten führen. Bei einer reinen internen Verwendung solcher Richtlinien würde zum einen die gestalterische Freiheit eingeschränkt sowie eigene kreative Planungsideen gehemmt und zum anderen wird der Ansatz der bedarfsgerechten Planung leicht vermindert.

Für das Monitoring über die Fortschreitung von umgesetzten, klimaangepassten Maßnahmen soll auf bestehende Tools und Instrumente der Stadt Ludwigsburg zurückgegriffen werden. Für die Stadtteile soll daher das Instrument der STEPs wieder gestärkt werden, denn dort könnten die aufgesetzten Handlungsprogramme für die Stadtteile evaluiert werden. Die Entwicklung neuer digitaler Tools, die Erfolge der Umsetzung quantitativ, z.B. durch Angaben von Entsiegelungsmaßnahmen in Flächenangaben oder die Anzahl an Baumpflanzungen angeben, ist durch zeitliche, finanzielle und personelle Kapazitäten nicht machbar. Es wird eher als erforderlich gesehen, das Bewusstsein für den Klimaanpassungsbelang in der Verwaltung, aber auch die Identifikation mit bestehenden städtischen Tools und Zielen zu stärken.

Vielfach wurden die finanziellen Ressourcen für die Umsetzung solcher Hitzeanpassungsmaßnahmen als defizitär bewertet, es bedarf hierfür u.a. gezielte Förderprogramme für die Bestandsentwicklung, um Eigentümer:innen finanziell bei Sanierungsprojekten unterstützen zu können. Bei der Umsetzung von kommunalen Maßnahmen sind zudem die laufenden Kosten z.B. bei der Grünpflege und bei der Bewässerung herausfordernd, sodass die Reformierung von Förderungen als essentiell erachtet wird. Denn aktuell sind primär ausschließlich Investitionskosten förderfähig.

Trotz der hohen Investitionskosten wird die Entwicklung eines Katasters für den Teilbereich Innenstadt und Oststadt, der die Bestandssituation von begrünten Dächern, Fassaden und weiteren entsiegelten Flächen erfasst, aber eben auch die Potentiale für den Teilbereich Innenstadt/ Oststadt aufzeigt, als eine Maßnahmen mit einer hohen Wirkungskraft bezeichnet. Denn so können Akteure aktiv und gezielt kontaktiert werden. Auch die Verbindung mit einer Satzung und einer Förderkulisse wie im Beispiel Mannheim wird als positiv beurteilt (Stadt Mannheim 2019).

Sensibilisierungs- und Kommunikationsmaßnahmen

Klimaanpassung ist eine kollektive Gesellschaftsaufgabe, daher sind Kommunikationsmaßnahmen zur Sensibilisierung der Stadtbevölkerung essentiell. Zum einen Bedarf es frei zugängliche und niedrighschwellige Informationen im Allgemeinen zum fortschreitenden Klimawandel, aber eben auch zur Hitzeentwicklung in Ludwigsburg und zum anderen bedarf es das Aufzeigen von Lösungen, die durch die Bevölkerung umsetzbar ist. Zu solchen Lösungen zählen u.a. Verhaltensanpassungen an akuten Hitzetagen wie die ausreichende Flüssigkeitszunahme, die Anpassung an Arbeitszeiten, das nächtliche Lüften, etc., die vielfach unterschätzt werden, aber auch bauliche Maßnahmen wie ein außenliegender Sonnenschutz oder Begrünungsmaßnahmen. Solche Informationen müssen zielgruppenspezifisch aufbereitet werden und sowohl analog als auch digital verfügbar sein. Darüber hinaus bedarf es auch der aktiven Bewerbung von bereits kommunal umgesetzten Lösungen: hierzu zählt bspw. aktiv die frei zugänglichen Trinkwasserspender aber auch die kostenlosen Refill-Angebote für Trinkwasser in verschiedenen Gastronomie- und Einzelhandelsbetrieben zu stärken oder das kühlen Erholungsorten in der Stadt aufzuzeigen. Aber auch zur Steigerung der Akzeptanz von solchen klimaangepassten Lösungen sind Kommunikationsstrategien zur Sensibilisierung der Bevölkerung erforderlich, vielfach handelte es sich bei den Begrünungspotentialen in der Innenstadt und Oststadt um Parkplätze, die Reduktion solcher ist häufig konfliktreich. Temporäre Pop-Maßnahmen, die die zukünftige Nutzungs- und Gestaltungsmöglichkeit solch eines öffentlichen Raumes aufzeigen, zeigen auch die Wirkung solch eines Begegnungsortes für den Stadtteil auch hinsichtlich der Stärkung des Nachbarschaftsgefühls auf und können so NIMBY-Phänomene determinieren. Vielfach werden über kleinere Lösungen wie Entsiegelungsmaßnahmen oder die Standortpotentiale von Bäumen diskutiert, sogenannte Zukunftsbilder helfen dabei Impulse für die Möglichkeiten der Anpassung zu setzen, die damit verbundenen Chance das Stadtbild maßgeblich zu verändern und somit die Lebensqualität in Städten zu erhöhen.

Neben der Sensibilisierung der Bevölkerung sind auch Akteure im Gesundheits- und Sozialwesen wie z.B. Schulen, Altenheime oder Kindergärten über Anpassungsoptionen aber auch über durch hitzeinduzierte gesundheitliche Symptome und Krankheiten zu informieren. Zudem Bedarf es ein Art Hitzefrühwarnsystem durch verschiedene Informationskanäle, sodass insbesondere auch gerade diese Akteure von sensiblen Infrastrukturen über anstehende Hitzetage gewarnt werden.

Entscheidend für die Umsetzung von hitzeadaptiven Maßnahmen sind Akteure der Politik und der Wirtschaft, zur Sensibilisierung solcher Akteure helfen zum einen die entwickelten Planungsgrundlagen wie z.B. die Klimaanalysen und -szenarien aber auch die Wirkungsmodellierungen von potentiellen Maßnahmen. In den Wirkungsmodellierungen zeigte sich, dass das Ursprungsziel, alle Hotspots mit den Maßnahmen aufzulösen, nicht erreicht werden konnte, obschon in dem Maßnahmenset des ambitionierten Szenarios auch visionärere Maßnahmen wie die Umgestaltung der Bundesstraße im Innenstadtbereich zu einem Grünenband für Fußgänger und Fahrradfahrer – ähnlich zu den Sanierungsplänen der Champs-Élysées, entwickelt wurden. Für die Planung bedeutet das, das Klimaanpassungsmaßnahmen nicht mehr, wie häufig üblich, als Einzelmaßnahmen in Form von Huckepackverfahren umgesetzt werden sollten, sondern eher als Sets und in konzentrierter Form, sodass sich kühle Muster durch den Stadtraum ziehen. Denn insbesondere mit dem fortschreitenden Klimawandel führen Flickenteppich-Lösungen nicht mehr zu gewünschten Abkühlungseffekten im Stadtraum. Zudem zeigen die Ergebnisse der Wirkungsmodellierungen die Bedeutung der häufig als eher unwichtig erachteten Sensibilisierungs- und Kommunikationsmaßnahmen zur Befähigung der

Stakeholder und Bürger:innen auf, die eigenen Betroffenheit zu erkennen und daher auch eigene Klimaanpassungsmaßnahmen umzusetzen.

Baulich-gestalterische Maßnahmen

Primär wurden die modellierbaren baulich-gestalterischen Maßnahmen, in dem vorigen Kapitel aufgeführt. Zu diesen zählen u.a. die Umgestaltung von Parkplätzen zu Erholungsasen, die Beschattung von Hauptwegeverbindungen durch Alleestrukturen oder die Beschattung durch Sonnensegel in der Fußgängerzone. Aber auch die Steigerung der Aufenthaltsqualität von Erholungsräumen oder öffentlichen Räumen durch das Zuführen verschiedener Nutzungen wie z.B. Sportgeräte, Bouleflächen, Kinderspielplätze oder urban-gardening und weiterer Ausstattungsmerkmale wie genügend Sitz- und Liegegelegenheiten, Kleingastronomie ist den Stadtnutzer:innen wichtig. Dies zeigte u.a. auch die kartographische Befragung aber auch die Gespräche bei der aufsuchenden Beteiligung, da gerade solche Räume frequenter genutzt werden.

Auch wurde die Situation an Bushaltestellen als hitzebelastete Orte identifiziert, in Ludwigsburg ist die Gestaltung der Bushaltestellen an ein externes Büro vergeben. Dies könnte als Chance genutzt werden, die Bushaltestellen klimagerechter und attraktiver zu gestalten. Bei der Entwicklung von Gestaltungsvorgaben der neuen Bushaltestellen und der Prozessvergabe sollte ein über die Fachbereichsgrenzen fördernder Austausch etabliert werden. Dadurch dass die externe Vergabe und die damit verbundenen Kosten eh üblich sind und der Vergabegegenstand nur optimiert wird, wird die Umsetzungschance als hoch beurteilt. Zusätzlich können so durch den Skaleneffekt eine hohe Anzahl an kleinräumigen Hotspots aufgelöst und die Attraktivität des ÖPNVs gesteigert werden.

Die Nutzung blauer Infrastruktur wird sehr different von den Akteuren bewertet. Bei den Stadtnutzer:innen sind solche Maßnahmen beliebt, bei der Stadtverwaltung werden diese jedoch different bewertet. Der öffentliche Raum wird durch erlebbare und nutzbare Wasserelemente qualifiziert, Wasserspiele fungieren als soziale, bauliche und klimaökologische Maßnahmen. Vorzugsweise werden diese mit Grün- und Verschattungselemente kombiniert. Die Finanzierungskosten sind jedoch immens hoch, sodass solche Vorhaben häufig nur durch Finanzpaten, bspw. Unternehmen, finanzierbar sind. Zudem werden solche Wasserelemente in Trockenphasen als problematisch betrachtet, da das knappe Wasser dann eher für die Bewässerung von Pflanzen sowie Bäumen und zur Erhaltung der Kühlungsfunktion dieser verwendet werden sollte.

In Summe zeigte sich erneut, dass primär fehlende finanzielle und personelle Ressourcen die Umsetzung von Maßnahmen hemmen. Aus diesem Grund ist der Bedarf an Förderprogramme gerade für die konkrete Implementierung von Maßnahmen erforderlich. Zudem sind gerade daher auch wirtschaftliche Akteure in den Stadtteilen für die Anpassungsnotwendigkeiten zu sensibilisieren und hinsichtlich ihrer Anpassungsoptionen aufzuklären.

Governance-Analyse der STEP-Projektteams

Für die Bewertung des Governance-Prozesses innerhalb der STEP-Teams wurde das Indikatorensystem aus ZURES I verwendet, welches sich an die aus der Betriebswirtschaft bekannte Balanced Scorecard anlehnt und auf Governance-Prinzipien beruht. Den mit dem Themenfeld Hitze in der Stadt befassten kommunalen Akteuren bietet es die Möglichkeit, den Governance-Prozess zu messen, zu dokumentieren und zu steuern. Der Indikatorensatz umfasst prozedurale als auch methodische Aspekte, die sowohl allgemein anwendbar als auch speziell auf das Thema Hitze zugeschnitten sind. Die Qualität des Prozesses wurde anhand von 13 Kategorien bewertet und mittels der Kennzeichnung

in einem Ampelsystem visualisiert. Der niedrigste Erreichungsgrad wird dabei in roter Farbe dargestellt, der höchste, welcher gleichzeitig einen optimalen Zielzustand repräsentiert, in blauer Farbe. Dazwischen gliedern sich abgestufte Erreichungsgrade, die in orange, gelb und grün dargestellt werden. Die Bewertung erfolgte durch Stadtverwaltungsmitarbeiter:innen der STEP-Projektteams bestehend aus den Fachbereichen STEP-Beauftragte, Stadtplanung, Mobilität, Soziales und Klima/Energie. Die in Teilen sehr differenzierten Antworten sind durch den entwickelten Mittelwert auch zur Wahrung der Anonymität nicht mehr erkennbar. Unbeschadet dessen zeigt sich, dass in großen Teilen die Indikatoren als überwiegend vorhanden bewertet wurden. Das heißt, die Grundlage für eine gute und erfolgreiche Zusammenarbeit in den fachbereichsübergreifenden STEP-Projektteams ist gesetzt. Vor allem die gute Kooperation und die Übereinkunft über Verantwortlichkeiten wird als positiv bewertet. Als nur teilweise vorhanden wurde der Dialog mit externen Akteuren, der Messbarkeit von Zielen und die finanziellen Ressourcen für die Umsetzung von Hitzeanpassungsmaßnahmen bewertet. Auch in dem Dialogprozess mit den Ämtern wurden häufig die fehlenden finanziellen Mittel zur Umsetzung solcher Maßnahmen als große Herausforderung benannt, da es neben den Investitionskosten auch langjährige Pflegekosten gibt. In den Befragten STEP-Teams sind noch keine Stadtteilentwicklungskonzepte vorhanden, sodass der Zieldialog auf Stadtteilebene mit der Verwaltung, Politik und Zivilgesellschaft noch nicht fixiert wurde. Hier ist als wichtiger Hinweis noch zu benennen, dass durch das ZURES II -Projekt der Fachbereich Klima und Energie nun Teil der STEP-Projektteams Innenstadt und Oststadt ist, sodass der Klimaanpassungsbelang bei Projektvorhaben in den STEP-Gebieten stetig eingebracht wird.

Tabelle 13: Selbsteinschätzung des Governanceprozesses im Rahmen der STEP-Projektteams zum Thema Hitze in der Stadt Ludwigsburg im Juni 2022

Oberbegriff	Schlüsselbegriff	Schlüsselfrage	Leistungsindikator (Messsystem)					
			nicht vorhanden	teilweise vorhanden	überwiegend vorhanden	umfassend vorhanden	regelmäßig überarbeitet	keine Antwort
Basisinhalte (thematische Ziele und Grundsätze)	Ziele	Inwiefern bestehen verbindliche Ziele im Themenfeld Hitze in Ihrem Stadtteil (STEP) und besteht Klarheit über die zu schützenden Subjekte/das Schutzgut?	nicht vorhanden	teilweise vorhanden	überwiegend vorhanden	umfassend vorhanden	regelmäßig überarbeitet	keine Antwort
	Prinzipien	Inwiefern bestehen Leitbilder/Leitprinzipien im Themenfeld Hitze in Ihrem Stadtteil (STEP) und lassen sich diese in einem Zielsystem messbar machen?	nicht vorhanden	teilweise vorhanden	überwiegend vorhanden	umfassend vorhanden	regelmäßig überarbeitet	keine Antwort
	Vertrauen	Inwiefern besteht eine Atmosphäre gegenseitigen Vertrauens und Glaubwürdigkeit zwischen den Akteuren im Themenfeld Hitze in Ihrem Stadtteil?	nicht vorhanden	teilweise vorhanden	überwiegend vorhanden	umfassend vorhanden	regelmäßig reflektiert	keine Antwort
Prozess (Verantwortlichkeiten und Legitimation)	Verantwortlichkeitsgrundsatz	Inwiefern sind Verantwortlichkeiten der relevanten Akteure im Themenfeld Hitze in Ihrem Stadtteil (STEP) definiert?	nicht definiert	teilweise definiert	überwiegend definiert	umfassend definiert	regelmäßig optimiert	keine Antwort
	Begründbarkeit/Legitimation	Inwieweit sind Aktivitäten im Themenfeld Hitze in Ihrem Stadtteil (STEP) im kommunalen Verwaltungshandeln legitimiert und priorisiert?	nicht legitimiert; keine Priorität	teilweise legitimiert; geringe Priorität	überwiegend legitimiert; mittlere Priorität	umfassend legitimiert; hohe Priorität	regelmäßig reflektiert	keine Antwort
Akteure	Repräsentanz	Inwiefern sind alle relevanten internen und externen Akteursgruppen (und ihre Repräsentanten bzw. Interessensvertreter) und deren Erwartungen bekannt?	nicht bekannt	teilweise bekannt	überwiegend bekannt	umfassend bekannt	regelmäßig überprüft	keine Antwort
	Zugang zu Informationen	Inwiefern sind relevante Informationen für alle internen und externen Akteure verfügbar? (z. B. Analyseergebnisse, politische Beschlüsse und Prioritäten, Ziele und Leitbilder)	nicht verfügbar	teilweise verfügbar	überwiegend verfügbar	umfassend verfügbar	regelmäßig überarbeitet	keine Antwort
	Dialog	In welchem Umfang wird ein konstruktiver Dialog mit den relevanten Akteuren geführt? (Im Fall von widerstreitenden Positionen beim Themenfeld Hitze in Ihrem Stadtteil)	nicht vorhanden	teilweise vorhanden	überwiegend vorhanden	umfassend vorhanden	regelmäßig reflektiert	keine Antwort
	Toleranz und Offenheit gegenüber dem Governance-Prozess, Maßnahmen und Ergebnissen	Inwiefern tolerieren/akzeptieren die Akteure bzw. Akteursgruppen den Governance-Prozess (z. B. Beteiligung, Information, Kommunikation) im Themenfeld Hitze in Ihrem Stadtteil (STEP) und die erzielten Ergebnisse?	nicht toleriert	teilweise toleriert	überwiegend toleriert	umfassend toleriert	regelmäßig überarbeitet	keine Antwort
Koordination und Kooperation	Koordination	Inwiefern sind Entscheidungen und Aktivitäten im Themenfeld Hitze in Ihrem Stadtteil (STEP) in formellen Verfahren innerhalb der Stadtverwaltung und mit den TÖBs koordiniert, sodass die relevanten Akteure gemeinsam o. g. Ziele erreichen?	nicht koordiniert	teilweise koordiniert	überwiegend koordiniert	umfassend koordiniert	regelmäßig reflektiert	keine Antwort
	Kooperation	Inwiefern besteht innerhalb des STEP-Projektteams und mit anderen Akteursgruppen eine gute Kooperation und Übereinkunft über Verantwortlichkeiten?	keine Kooperation	teilweise Kooperation	überwiegend gute Kooperation	umfassende Kooperation	regelmäßige Reflektion	keine Antwort
Ressourcen	Finanzielle Ressourcen	In welchem Umfang stimmen die verfügbaren finanziellen Ressourcen mit den Anforderungen an Aktivitäten im Themenfeld Hitze in Ihrem Stadtteil (STEP) überein?	nicht vorhanden	teilweise übereinstimmend	überwiegend übereinstimmend	umfassend übereinstimmend	regelmäßig optimiert	keine Antwort
	Personelle Ressourcen	In welchem Umfang stimmen die Mitarbeiterressourcen (technische Qualifikation und Personenanzahl) mit den Anforderungen an Aktivitäten im Themenfeld Hitze in Ihrem Stadtteil (STEP) überein?	nicht vorhanden	teilweise übereinstimmend	überwiegend übereinstimmend	umfassend übereinstimmend	regelmäßig optimiert	keine Antwort

2.5 Systematisierung der Erfahrungen, Erfolgsfaktoren und Hemmnisse

In der Verstetigungsphase zur Integration der integrierten Perspektive, d.h. sowohl die Verwundbarkeits- als auch die Klimadimension, in das informelle Planungsinstrument der Stadtteilentwicklungskonzepte auf teilräumlicher Ebene zeigten sich u.a. folgende zentrale Erfolgsfaktoren, Hemmnisse und Erfahrungen:

Erfolgsfaktoren

- Die transparente Darstellung der Methodik sowohl bei den Klimaanalysen und -szenarien als auch bei den Verwundbarkeitsanalysen und -szenarien ist essentiell. Hierfür ist insbesondere die Einbindung der Stadtverwaltung bedeutsam.
- Die Entwicklung von Klimaanpassungszielen an städtische Gesamtzielprozesse wie z.B. an einem Leitbildprozess oder an einem Stadtentwicklungskonzept anzuknüpfen, ist empfehlenswert. Zum einen erfolgt bei solchen Prozessen eine umfassende Beteiligung der Stadtverwaltung, zum anderen werden dadurch auch die Synergien zu anderen Fachbereichen deutlich. Im Kern können so Ziele vereinbart werden.
- Auf der Ebene der Stadtteile können die Bürger:innen einfacher ihre konkrete Betroffenheit ableiten und Maßnahmen mitentwickelt werden, da solche, insbesondere die Nutzungsanforderungen bei der Gestaltung des öffentlichen Raumes, mit dem lokalen Wissen bedarfsgerecht optimiert werden können, so kann das Thema Anpassung niedrigschwellig und an Anwendungsbeispielen den Bürger:innen näher gebracht werden.
- Hitzeanpassung ist direkt als Querschnittsthema bei Konzepten oder Planungsvorhaben mitzudenken - nicht nur auf strategischer Ebene, sondern eben auch bei konkreten Umsetzungsmaßnahmen. Aus diesem Grund wird die Einführung von Projektgruppen auf der Stadtteilebene, die aus verschiedenen Fachbereichen wie z.B. Stadtplanung, Grünflächen, Mobilität und eben der Klimaanpassung bestehen, als ein fördernder Faktor bewertet.
- Genügend finanzielle Ressourcen für die konkrete Umsetzung von Maßnahmen ist essentiell.
- Häufig wird das Thema der Klimaanpassung nur durch eine einzelne Personalstelle besetzt, aus diesem Grund müssen auch in der Verwaltung die Fachbereiche für das Thema Klimawandelfolgen sensibilisiert werden, um das Thema direkt in ihren Fachbereichen zu integrieren. Hierdurch wird die integrierte Perspektive gestärkt.
- Für die Entwicklung von Stadtteilkonzepten ist essentiell, dass die rahmengebende Strategie der Gesamtstadt in Form eines Leitbilds oder einer räumlichen Perspektive bereits vorhanden ist, sodass die breiten Entwicklungsleitlinien der Stadtentwicklung bereits durch die Stadtverwaltung, die Politik und der Zivilgesellschaft ausgehandelt wurden.

Hemmnisse

- Die unterschiedliche Detailschärfe der Daten der Klima- und Verwundbarkeitsplanwerke ist stets noch herausfordernd. Die verwendeten Verwundbarkeitsplanwerke basierten auf kleinräumigen Daten auf der Ebene Stadtviertel und sind somit an statistischen Grenzen gebunden. Durch die neuen Zensusdaten (100m*100m), die Ende 2023 veröffentlicht werden, erhalten Datengrundlagen für Verwundbarkeitsanalysen einen deutlichen Qualitätssprung.
- Konkrete messbare Anpassungsziele zu formulieren, die quantitativ ermittelbar sind, ohne einen gesetzlichen Rahmen ist herausfordernd, da die Rechtssicherheit nicht gegeben ist. Ohne die

Formulierung zumindest räumlicher Anpassungsziele ist jedoch der Fortschritt und die Zielerreichung einer angepassten Stadtgesellschaft nicht validierbar.

- Durch die limitierten, finanziellen Mittel werden Lösungen eher in Grenzen betrachtet und die transformative Umgestaltung des Stadtbilds bspw. der Sanierung der Bundesstraße in ein Grünes Band für Fußgänger:innen und Radfahrer:innen gehemmt.
- Bei der Diskussion von Maßnahmen, die die Verwundbarkeit reduzieren, setzt man sich neben Fragen der Grünflächenreichbarkeit auch häufig mit großen gesellschaftlichen Fragen wie Armut, Bildung, Gerechtigkeit und Segregationsprozessen auseinander. Dies führt schnell zur Überforderung.
- Es hat sich gezeigt, dass ein sehr großer Personalbedarf für die Erstellung der STEPs benötigt wird, da dieser leider nicht entsprechend zur Verfügung stand, konnte der STEP Prozess nicht wie geplant umgesetzt werden. Es scheint daher sinnvoll genügend Geldmittel einzuplanen, um externe Büros als Unterstützung für die Erarbeitung der STEPs beauftragen zu können.
- Grundsätzlich benötigt es ausreichend finanzielle Mittel, um die geplanten Maßnahmen umzusetzen. Die Stadt Ludwigsburg hat nicht genug finanzielle Kapazitäten und ist auf die Förderung von Hitzeanpassungsmaßnahmen von Land, Bund oder EU angewiesen.
- Ein weiteres Hemmnis stellt die personelle Knappheit im Bereich Grünpflege dar. Wenn Maßnahmen umgesetzt werden, bringen diese meist einen größeren Pflegeaufwand mit sich. Die Stadt hat leider nicht ausreichend Mittel und Personal, um die Folgekosten über mehrere Jahre zu tragen. Dies führt dazu, dass Maßnahmen gar nicht erst umgesetzt werden.
- Darüber hinaus besteht häufig das Problem, dass die Stadt nur über einen Teil der Flächen verfügt, in denen Maßnahmen umgesetzt werden müssen. Großteils handelt es sich um private Flächen und Gebäude, an denen Maßnahmen zur Anpassung ergriffen werden müssten. Hier kann die Stadt lediglich Sensibilisieren oder Fördermittel zur Verfügung stellen.

2.6 Ausblick - Umsetzung in den STEP-Gebieten

Die STEPs sind der Übertrag des SEK auf die Stadtteile. Die gesamtstädtischen Ziele werden dabei auf die Gegebenheiten in den Stadtteilen angepasst. Somit kann auf die unterschiedlichen Bedürfnisse vor Ort eingegangen werden. Geplant war die Erstellung der STEPs Innenstadt und Oststadt für die Jahre 2020-2022. Leider konnte dies auf Grund mangelnder personeller Kapazitäten und wegen Corona nicht wie geplant umgesetzt werden. Die STEPS stehen noch ganz am Anfang des Prozesses und ZURES II ist bereits abgeschlossen. Dies bedeutet aber nicht, dass die ZURES II Ergebnisse ungenutzt bleiben. Durch das ZURES II Projekt ist das Team Klima und Energie nun Teil der Projektgruppe Innenstadt und der Projektgruppe Oststadt. Somit werden die Themen der Hitzeanpassung dauerhaft in die Arbeit des Stadtteils eingebracht. Darüber hinaus sind die Analyseergebnisse bereits in die Bestandsaufnahmen für die beiden STEPs eingegangen.

Die durch ZURES II entstandenen Maßnahmenkataloge werden in den Prozess der STEP-Erstellung einfließen. Das bedeutet, dass die Hitzemaßnahmen eine wichtige Rolle in den STEPs einnehmen werden. Die Maßnahmen werden auch im Zuge der STEP-Erstellung nochmal mit der Bürger:innenschaft diskutiert. Das Thema der Bürgerbeteiligung ist auch in den Stadtteilen ein relevantes Thema. Gemeinsam mit der Bürger:innenschaft werden die Maßnahmen für die STEPS diskutiert und priorisiert, dass am Ende für jedes Handlungsfeld Maßnahmenkataloge vorliegen. Die Vorschläge aus ZURES II werden dabei im Handlungsfeld „Klima & Energie“ und „Grün in der Stadt“ in den jeweiligen Maßnahmenkatalog als Vorschlag übernommen.

Durch ZURES II wurde deutlich, dass am Berliner Platz in der Oststadt eine Dringlichkeit besteht Maßnahmen zur Hitzeanpassung vorzunehmen. Auf Wunsch der Bevölkerung in der Oststadt soll nun der stark durch Hitze belastete Berliner Platz in der Oststadt im Sommer mit einer Pop-Up-Aktion aufgewertet werden. Dabei geht es wesentlich um die Schaffung von Schatten und Sitzmöglichkeiten. Die Pop-Up-Maßnahme ist für den Sommer 2023 geplant.

C. Arbeitspaket III – Weiterentwicklung von Leitbildern und Hilfestellungen zur Anpassung

In Arbeitspaket III wurden aufbauend auf den Erkenntnissen der ersten ZURES-Phase Hilfestellungen für die Entwicklung von Leitbildern abgeleitet, konkretisiert und für die Nutzung aufbereitet. Die LMU leitete dieses Arbeitspakets und führt in ihm den größten Anteil der Arbeiten durch.

1. Hintergrund

ZURES II zielte auf die Anwendung, Verfestigung und Weiterentwicklung der neuen Methoden und Instrumente einer zukunftsorientierten Vulnerabilitäts- und Risikoabschätzung von städtischen Räumen gegenüber Hitzestress am Beispiel der Stadt Ludwigsburg ab. Die Erprobung der Nutzbarkeit der Methoden zeigt, dass die Klimaanalysen relativ gut in die Bewertung neuer Bauflächen einfließen können. Schwieriger ist es solche Instrumente zu finden, die beide Perspektiven – d. h. Klimawandel und gesellschaftliche Verwundbarkeit – heute und in der Zukunft zielgerichtet nutzen können. Das Teilvorhaben der LMU (Ludwig-Maximilians-Universität München) baut auf den Erkenntnissen der ersten Projektphase des ZURES-Projektes auf und fokussiert sich in der Verfestigungsphase auf die Weiterentwicklung, Implementierung und Entwicklung von Lösungsvorschlägen für eine hitzeresiliente Stadtentwicklung. Der Beitrag der LMU wird insbesondere darin bestehen, Wissensgrundlagen für die Ausformulierung von Leitbildern einer hitzeresilienten Stadt aufzubereiten und somit Hilfestellungen für die Erstellung von Stadtentwicklungsplänen (STEPS) zu bieten.

1.1 Einordnung ins Gesamtprojekt

Bislang gibt es keine standardisierten stadtklimatischen Vorgaben, wie z.B. zur Luftreinhaltung oder zu Lärm. Aus diesem Grund ist es wichtig, die Reduzierung der Hitzebelastung in eigene, konkrete Ziele sowie Maßnahmen zu verankern, um das Thema in die Planungsprozesse zu integrieren. Das Leitbild kann dabei ein erster Schritt zur Sensibilisierung und Fokussierung auf entsprechende Ziele sein. Eine Online-Befragung im Projekt ZURES I im Jahr 2018 von 42 deutschen Städten hat gezeigt, dass einige Städte bereits wichtige Schritte in Richtung einer Formulierung von Leitbildern hinsichtlich der Klimawandelanpassung – inklusive der Hitzesommerkürzung – eingeleitet haben. Der Hitzesommer 2022 hat dem Thema noch einmal mehr Relevanz verliehen.

Ergebnisse einer Dokumentenanalyse, Online Befragung und Expert:innen-Workshops zeigen, dass der Bedarf sowie der daraus resultierende Entstehungsprozess von Leitbildern in den analysierten Städten sehr unterschiedlich sind. Damit verbunden sind auch eine Priorisierung der Ziele sowie der politische Prozess. So gibt es Städte, die sich einem externen Prozess mit maßgeblichen öffentlichen Beteiligungsverfahren und der Beteiligung von Expert:innen stellen, während andere Städte das Leitbild vornehmlich mittels interner Prozesse entwickeln.

Gemein ist allen Prozessen, dass das Leitbild als Endprodukt nicht die wesentliche Rolle einnimmt, wohl aber der Prozess zur gemeinsamen Findung. Das Leitbild wird als eine normative, gesamtheitliche

Vorstellung von Stadtentwicklung definiert. Diese ist in der Regel unscharf und offen für neue Bedeutungen, dadurch aber auch nicht bindend. Sie ist jedoch hilfreich, um verschiedene Belange unter einem Dach zu vereinen, und somit eine gemeinsame Strategie für eine ganzheitliche Stadtentwicklung zu finden.

Im Jahr 2021 wurde eine weitere Online Umfrage durchgeführt, für welche jeweils alle deutschen Städte mit einer Bevölkerungszahl über 50.000 EW angeschrieben wurden. Die Befragung mit dem Fokus auf Leitbildern gliedert sich in sechs Themenbereiche.

1.2 Vorgehensweise

Die in ZURES I generierten Ergebnisse der Online-Befragung mit deutschen Städten haben gezeigt, dass einige Städte bereits wichtige Schritte in Richtung einer Formulierung von Leitbildern hinsichtlich der Klimawandelanpassung – inklusive der Hitzesikoreduzierung – eingeleitet haben. Auch wenn – oder gerade, weil – diese bislang die Ausnahme darstellen, werden in diesem Arbeitspaket Erfahrungen ausgewählter Best Practice-Städte gesammelt und zur Information des momentan anlaufenden STEP-Prozesses in Ludwigsburg aufbereitet. Hierzu wurden die entsprechenden Leitbilder in einer Dokumentenanalyse ausgewertet.

Dabei wurde nicht nur auf Erfahrungen im Hinblick auf Maßnahmenkataloge und Planungsinstrumente geachtet, sondern auch auf prozedurale Fragen der Leitbildfindung. Ein wesentlicher Aspekt ist dabei die Frage nach einer Verstetigung und Umsetzung. Um dieses Ziel zu erreichen wurden Leitbilder nachhaltiger Stadtentwicklung - induktiv und deduktiv – ausgewertet. Um nicht nur erfolgreiche Umsetzungen herauszuarbeiten, sondern auch auf Hemmnissen einzugehen, wurde sich zunächst nicht auf reine Best Practice fokussiert. Wie zu erwarten, ist die Literatur zu Beispielen nicht erfolgreicher Implementierung nicht sonderlich ergiebig, weshalb im Jahr 2021 eine Umfrage durchgeführt wurde. Die Dokumentenanalyse fokussierte sich auf Best Practice-Beispiele.

2. Ergebnisse

Im Folgenden werden die zentralen Ergebnisse zu dem Instrument der Leitbilder dargestellt.

2.1 Ergebnisse der Dokumentenanalyse

Für die Analyse von Best Practice-Beispielen der hitzebezogenen Leitbildformulierung wurde eine Auswertung von acht Leitbildern vorgenommen. Folgende Städte wurden dabei genauer untersucht: Frankfurt, Berlin, Kassel, Fulda, Erfurt, Jena, Darmstadt und Köln. Dies geschah anhand der in Abbildung 50 dargestellten Kriterien.



Abbildung 50: Kriterien Dokumentenanalyse

Die Ergebnisse zeigen, dass der Bedarf sowie der daraus resultierende Entstehungsprozess von Leitbildern in den analysierten Städten sehr unterschiedlich sind. Damit verbunden sind auch eine Priorisierung der Ziele sowie der politische Prozess. So gibt es Städte, z.B. Frankfurt, die sich einem externen Prozess mit maßgeblichen öffentlichen Beteiligungsverfahren und der Beteiligung von Experten stellten, während andere Städte das Leitbild vornehmlich mittels interner Prozesse definieren.

Die Ergebnisse der Literaturrecherche und Dokumentanalyse zeigen, dass sich auch die Operationalisierung der Ziele und verbundenen Maßnahmen unterschiedlich darstellt. Die Verankerung des Themas in verschiedenen Strategien und Handlungsfeldern und die Definition konkreter Ziele, z.B. Erhaltung Kaltluftentstehungsgebiete, unterstützt eine positive Zielerreichung.

Die Zuständigkeiten für die Zielerreichung stellen ebenfalls einen wichtigen Faktor dar. Generell lässt sich feststellen, dass eine nachhaltige Stadtentwicklung die Zusammenarbeit vieler Abteilungen in den Städten zur Folge hat. Häufig bedeutet dies Interessenskonflikte und einen hohen Koordinationsaufwand. Hier sind somit ein starkes Commitment der Städte und ein ganzheitliches Verständnis von Nachhaltigkeit wichtig.



Abbildung 51: Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, dass der Erfolg einer integrativen nachhaltigen Stadtplanung mit einer konkreten Operationalisierung und Überprüfung der Ergebnisse einhergeht. Zudem unterstützen klare Zuständigkeiten und die Verbindlichkeit des Leitbildes dies. Hemmnisse konnten aufgrund der Dokumentenanalyse nicht identifiziert werden, hierfür wurde eine Online Befragung durchgeführt und mit Experteninterviews ergänzt.

2.2 städtische Online Befragung zu Leitbildern

Wie in Teilbereich D detailliert beschrieben, wurde im Rahmen des ZURES-II Projektes eine Online Umfrage durchgeführt, für welche jeweils alle deutschen Städte mit einer Bevölkerungszahl über 50.000 EW angeschrieben wurden. Da sich die Befragung in zwei Arbeitspaketen an dieselben Städte richtete, wurde entschieden, diese gemeinsam durchzuführen, um als Projekt geschlossen aufzutreten. Der Fragebogen wurde aufgrund der geringen Beteiligung in der ersten Phase (30.

September bis 29. Oktober 2021) geringfügig angepasst und die Städte erneut angeschrieben (29. November bis zum 17. Dezember). Die Anpassungen im Fragebogen bezogen sich nicht auf das Themenfeld „Leitbild“.

Der Fragebogen wurde aufgrund der Vielfalt an Themen an unterschiedliche Akteur:innen in den Stadtverwaltungen versendet (detaillierte Beschreibung der Befragung sowie Stichprobe unter Teil D Kapitel 2.1 ONLINE Befragung zur Umsetzung von Vulnerabilitätsuntersuchungen und deren Anwendungen in weiteren Städten und Gemeinden).

Wie in Tabelle 14 dargestellt, gliedert sich die Befragung zu den Leitbildern in sechs Themenbereiche. Diese basieren auf der Ende 2020 und Anfang 2021 durchgeführten Dokumentenanalyse und Literaturrecherchen sowie Gesprächen mit Vertreter:innen der Stadt Ludwigsburg. Ein besonderes Interesse galt dabei den strategischen und operativen Zielen der formulierten Leitbilder.

22 der Städte, welche die Befragung beendet haben, hatten ein Leitbild. Die Städte, welche diese Frage verneint haben, wurden ebenfalls zu dem Grund befragt. Keiner der Städte hat diese Frage jedoch beantwortet. Dies wurde im Rahmen der Experteninterviews verstärkt erhoben.

Tabelle 14: Überblick und Intention der Befragung

Befragung Leitbilder nachhaltiger Stadtentwicklung (N=42)	
6 Themenfelder	
	Rahmenbedingungen
	Politischer Entstehungsprozess
	Zuständigkeiten
	Generelle Leitbilder
	Strategische Ziele
	Operative Ziele

Bereits anhand der Dokumentenanalyse wurde ersichtlich, dass Erfahrungen prozeduraler Fragen der Leitbildfindung eine wesentliche Rolle einnehmen. Diese Aussage bestätigt sich sowohl in der Frage nach der Intention zur Formulierung eines Leitbilds als auch in den beteiligten Institutionen.

Zentrales Ergebnis, welches sich bereits in der Dokumentenanalyse abzeichnete, ist, dass das Leitbild als Endprodukt nicht die wesentliche Rolle spielt, wohl aber der Prozess zur gemeinsamen Findung. Das Leitbild wird als eine normative, gesamtheitliche Vorstellung von Stadtentwicklung definiert. Diese ist in der Regel unscharf und offen für neue Bedeutungen, dadurch aber auch nicht bindend. Sie ist jedoch hilfreich, um verschiedene Belange unter einem Dach zu vereinen, und somit eine gemeinsame Strategie für eine ganzheitliche Stadtentwicklung zu finden.

Die Intentionen sind vielfältig und lassen sich grob in drei Kategorien unterteilen. (siehe Tabelle 15). Schaut man weiterhin in die Antworten zur Frage „Welche Institutionen (intern/extern) oder Abteilungen (intern/extern) wurden in den Prozess eingebunden?“ zeichnet sich eine große Vielfalt beteiligter Akteure ab. Häufig war die gesamte Stadtverwaltung eingebunden, „Alle Fachbereiche der Stadtverwaltung“; „Alle in der Stadt und den städtischen Gesellschaften in der Stadtentwicklung tätigen Bereiche und Gesellschaften“ Verwaltung ("alle"), „Gesamte Stadtverwaltung und ggf. Tochterunternehmen“. Meist waren die Fachabteilungen zu Klimaschutz und –anpassung in den Prozess eingebunden, „Fachbereiche; Umwelt, Klima; Stadtplanung; Grünplanung“, aber auch öffentliche Beteiligung „Umfangreiche Beteiligung der Öffentlichkeit und Träger öffentlicher Belange“, „plus ein breit angelegter Beteiligungsprozess der Mannheimer Stadtgesellschaft initiiert mit Einbindung von Unternehmen, Institutionen, Initiativen, Vereinen, Hochschulen, Selbsthilfegruppen

sowie 2500 Mannheimer Bürger:innen“, „lokale Akteur:innen und Träger:innen öffentlicher Belange“ oder „externe Beteiligung und Bürgerbeteiligung“.

Tabelle 15: Intention zur Formulierung eines Leitbildes

Intention zur Formulierung eines Leitbildes	
Rahmen für weitere Prozesse	
	Stadtplanung und -entwicklung mit einer klar nachvollziehbaren Struktur
	Formulierung eines gemeinsamen Verständnisses
	Ganzheitliche Stadtentwicklungsplanung → Zielformulierung im Rahmen der gesamtstädtischen Stadtentwicklung
	Ganzheitliche, nachhaltige Entwicklung; Bedarf eines ausgeprägten Leitbilds für Klimaaspekte
	Erstellung "Integriertes Stadtentwicklungskonzept & Klimaschutzkonzept"
	Definition eines Handlungsrahmens der Stadtverwaltung für die kommenden Jahre
	Gemeinsamer Orientierungsrahmen der Stadtentwicklung für die identifizierten Herausforderungen, Ziele und Handlungsfelder
Bündelung von Aktivitäten	
	Erste spürbare Auswirkungen des Klimawandels in der Region und Stadt; Bündelung aller bereits aktiven Tätigkeiten unterschiedlicher Bereiche
	Der Stadt nimmt die ökologischen Herausforderungen der Zukunft an. Mit der Umsetzung nationaler und internationaler Klimaschutzprogramme kommen moderne energieeffiziente Technologien ebenso zum Einsatz wie der Ausbau erneuerbarer Energien. Die technische Innovationskraft der Stadt und ihrer Unternehmen hilft dabei, energieeffizient und ressourcenschonend zu produzieren und Luftschadstoffe zu minimieren. Mit einer umweltverträglichen Organisation des Stadtverkehrs, Flächenentsiegelung und Flächenrecycling sind wichtige Bausteine einer ökologischen Stadtentwicklung gesetzt. Der Stadt ist nach Umweltmaßstäben ein vorbildlicher Produktionsstandort.
Politik	
	politischer Druck Grünen/Bündnis 90
	Reaktion auf Klimakrise, politischer Druck
	SDG Prozess und die Frage, wie die Bürger:innen in 2030 leben wollen
	Förderaufruf "Zukunft Stadtgrün" als Anlass zur Formulierung des ISEK Stadtgrün für Wiesbaden

Betrachtet man die strategischen Ziele des Leitbildes, so orientiert sich diese häufig an bereits bestehenden Strategien und lässt sich thematisch in die – eng verbundenen – Kategorien Reduktion von Emissionen, Klimaneutralität, Klimaanpassung Resilienz und Gerechtigkeit einordnen (siehe Tabelle 16)

Tabelle 16: Strategisches Leitbild

Strategische Ziele des Leitbildes	
Emissionen reduzieren	
	Klimaschutzkonzept, zum Beispiel die Minderung des CO ₂ Ausstoßes sowie die Klimaanpassung
	Verringerung der CO ₂ Emissionen
Klimaneutralität	
	Klimaneutral 2045

	Klimaneutralität bis 2050
	langfristige Klimaneutralität
Resilienz	
	Widerstandsfähigkeit von Gebäuden, Infrastrukturen, öffentlichen Räumen, Grün- und Freiflächen sowie Gewässern gegenüber weiteren Klimaänderungen (sog. „Resilienz“),
	Anpassung von Land-, Wald- und Forstwirtschaft
	Befähigung der Bevölkerung, energiesparend, maßvoll und bewusst zu Leben und damit einen Beitrag zur Ressourcenschonung zu leisten
Klimaanpassung	
	Erarbeitung einer Klimavorsorgestrategie
	Optimierung der Klimaanpassung
	Insgesamt 8 übergeordnete und 31 Ziele - in regelmäßiger Fortschreibung
	Nachhaltiges Handeln
	Klimaanpassung, Erhalt der biologischen Vielfalt, soziale Integration, Erhaltung der Lebensqualität trotz Innenverdichtung, zivilgesellschaftliche Teilhabe; und die Umweltbildung
	Die Klimaanpassungsstrategie soll dazu beitragen, langfristig gute Lebens- und Arbeitsbedingungen sowie die Wettbewerbsfähigkeit in der Region zu erhalten. Ziel ist es, die Robustheit und die Klimatoleranz der beiden Städte langfristig zu erhöhen, damit die Anfälligkeit gegenüber den Auswirkungen der projizierten Klimaveränderungen gemindert wird. Dazu wurden insgesamt 19 Teilziele für die Wirkungsfelder Mensch, Umwelt, Gebäude und Infrastruktur sowie übergreifende Ziele in einem Zielkatalog formuliert.
Gerechtigkeit	
	Bildungsgerechtigkeit zu gewährleisten und Armut zu verhindern; urbane Lebensqualität mit hoher Sicherheit zu bieten; Gleichstellung herzustellen; demokratisches Engagement und Beteiligung zu stärken; Digitalität und Innovation als Voraussetzungen für Unternehmen und Zukunftsfähigkeit; klimagerechte Stadt; Internationale Zusammenarbeit

Befragt nach „Ist Hitzestress zu reduzieren ein explizites strategisches Ziel?“ haben acht der Städte ganz klare Umsetzungen – Hitzeaktionsplan, Reduktion von Aufheizung, Erhöhung des thermischen Komforts und die Unterstützung der Bevölkerung bei der Bewältigung extremer humanbioklimatischer Belastungen – genannt. Gleichzeitig wird das Ziel auch implizit über Entsiegelung oder den Hinweis formuliert, dass weitere Konzepte erforderlich sind. Vergleicht man diese Ergebnisse mit denen, die Hitzestress als kein explizites Ziel genannt haben, wird ersichtlich, dass es als ein integrierter Aspekt gesehen wird (siehe Tabelle 17). Daraus lässt sich schließen, dass das Thema generell als eine in der Stadtplanung verankertes Ziel angesehen wird.

Tabelle 17: Strategisches Leitbild: explizite Nennung von Hitzestress

Strategisches Ziel – Reduktion Hitzestress explizites Ziel (8 Städte)	
	Sind im IKSK als Teilziele im Bereich Klimaanpassung formuliert
	Entsiegelung
	Entwicklung eines Hitzeaktionsplan ; Hitzeangepasste Stadtentwicklung; Hitzevorsorge
	Reduktion von Aufheizung u. hitzebedingten gesundheitlichen Auswirkungen
	Der thermische Komfort in der Innenstadt, den Siedlungsbereichen und im Außenbereich wird erhöht
	als Ziel formuliert mit dem Hinweis dass Konzepte erforderlich sind

	<p>Mehrere Ziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Unterstützung der Bevölkerung bei der Bewältigung extremer humanbioklimatischer Belastungen – Erhöhung der Resistenz sowie Schutz von Bäumen und anderen Anpflanzungen gegenüber Hitze- und Trockenstress – Schutz der Gewässergüte und des Gewässerzustandes zur Vermeidung und zum Ausgleich ökologischer Belastungen durch Trockenheit und Hitze – Vermeidung bzw. Reduzierung der Aufheizung exponierter Verkehrs- und Freiflächen
--	--

Tabelle 18: Strategisches Leitbild: Hitzestress nicht explizit benannt

Strategisches Ziel – Reduktion Hitzestress kein explizites Ziel	
	In anderen Zielen integriert
	generelles Ziel: Resilienz
	Hitzestress wird über verschiedene andere Aspekte indirekt abgedeckt, z. B. Integration von Klimaanpassung in die BLP, bei Gesundheitsschutz und -vorsorge oder durch den Erhalt von Stadtnatur
	es fällt in den Punkt resiliente Stadt und wird dort mit behandelt
	➔ häufig als integriertes Ziel interpretiert

Eine kritische Frage in der Erstellung des Leitbildes ist die Operationalisierung, da es sonst, wie oben genannt, ein unverbindliches Ziel bleiben kann. Dies war die Intention nach operativen Zielen zu fragen. Anhand der Nennungen wird offensichtlich, dass sich einige der Städte bereits intensiv damit auseinandergesetzt haben – 41 Maßnahmen, 18 Leitbildprojekte, Definition von Handlungsfeldern – andere Städte haben Berichtspflichten, Koordinierungsstellen und Arbeitsgruppen eingerichtet.

Tabelle 19: Operative Ziele

Operative Ziele	
	Benennung von Akteuren (Stadtverwaltung, Stadtwerke, Wohnungsgesellschaften)
	Im Kontext der Strategie wurden Maßnahmen (recht unkonkrete) erarbeitet
	Ein regelmäßiger Bericht soll vorgelegt werden.
	Koordinierungsstelle; themenspez. Arbeitsgruppen
Konkrete Maßnahmenplanung	
	41 Maßnahmen
	Maßnahmenkatalog; Teilnahme am eca Zertifizierung
	18 Leitprojekte, in denen Maßnahmen gebündelt werden, werden den 12 Handlungsfeldern zugeordnet
	Es wurden 39 Maßnahmen innerhalb des Fördergebiets entwickelt.
	Für die Operationalisierung der Ziele wurden Schlüsselmaßnahmen entwickelt, die als prioritäre Maßnahmen für die Umsetzung der Anpassungsstrategie als besonders zielführend angesehen werden und aus Gründen der Dringlichkeit oder des Leuchtturmeffekts vorrangig vorbereitet werden sollten.

2.3 Fachworkshop zur Nutzung von Vulnerabilitätsindikatoren zu Hitze zur Weiterentwicklung von Leitbildern und Hilfestellungen zur Anpassung

Im Anschluss an die Online Befragung fand am 24. Juni 2022 ein gemeinsam mit Arbeitspaket VI durchgeführter Online Workshop statt. Die Intention des Workshops war eine tiefe gehende Diskussion der Ergebnisse aus der Befragung mit den Kommunen, um vor allem folgende Fragen zu diskutieren:

- Welche Relevanz hat die Formulierung eines Leitbildes aus Ihrer Perspektive?
- In welchem Verhältnis steht der Prozess zu den Zielen eines Leitbildes?
- Wie schätzen Sie die Operationalisierung der im Leitbild formulierten Ziele ein?
- Was sind Gründe sich kein übergreifendes Leitbild zu geben?

Eingeladen waren die Kommunen, die in Arbeitspaket VI für die Fallstudien zu Vulnerabilitätsanalysen und verwandter Konzepte zu Hitze gewählt wurden.

In der Diskussion wurde deutlich, dass die Relevanz eines Leitbildes vor allem darin gesehen wird, durch die damit angestoßenen Diskussionen ein Gesamtverständnis aller daran beteiligten zu erzeugen. Dies bestätigt die Ergebnisse aus der Online Befragung sowie der anfänglichen Dokumentenanalyse. Die Frage, in welchem Verhältnis der Prozess im Vergleich zu den Zielen steht, wurde sehr unterschiedlich gewertet. Aufgrund der meist sehr ganzheitlichen Betrachtung bindet ein Leitbildprozess viele Ressourcen. Somit ist es wichtig, von vornherein die Relevanz und das Ziel des Prozesses zu kommunizieren, um ein gemeinsames Verständnis zu generieren. Hinsichtlich der Operationalisierung waren sich die Teilnehmenden einig, dass diese von Beginn an mit bedacht werden muss, um die darin festgelegten Ziele erreichen zu können. Ansonsten bleibt es oft zu abstrakt.

Nicht diskutiert werden konnte der Aspekt, sich kein Leitbild gegeben zu haben, da alle anwesenden Teilnehmenden von Kommunen mit Leitbild kamen

Fazit und Ableitung von Empfehlungen

Grundlegend lassen sich die Ergebnisse in folgenden Aussagen zusammenfassen:

- Leitbilder dienen dem Prozess und der Förderung von Klimazielen in die Planung.
- Die meist partizipative Erarbeitung dient einem breiten Verständnis und Akzeptanz des Themas.
- Leitbilder bedeuten eine Verpflichtung und Rückendeckung der Leitung für die formulierten Ziele.
- Leitbilder bedeuten eine klare Zielformulierung.
- Leitbilder führen zu einer besseren Passung mit Förderinstrumenten.

Wichtig im Prozess der Leitbilderstellung ist zunächst die **Begriffsklärung**. Diese bezieht sich zum einen auf den Begriff des Leitbildes als die „Vision“, aber im Weiteren auch der Definition eines gemeinsamen Vokabulars. An dem Prozess sind unterschiedliche Abteilungen der Verwaltungen beteiligt, die wiederum unterschiedliche disziplinäre Hintergründe haben und damit ein je eigenes Vokabular. Hier gilt es ein gemeinsames Verständnis zu finden. Darüber hinaus ist wichtig, dass die **Kommunikation** zwischen den Akteur:innen während des gesamten Prozesses aufrecht erhalten wird. Diese dient einem gemeinsamen Konsens sowie einer langfristigen **Akzeptanz** des erarbeiteten Leitbildes.

Ebenfalls als sehr relevant hat sich die Frage der **Zuständigkeit**, sowohl auf übergeordneter als auch auf der jeweiligen Abteilungsebene, herausgestellt. Daran geknüpft sind gleich mehrere Empfehlungen. (1) Ein solcher Prozess erfordert **personelle und finanzielle Kapazitäten**. Und somit eine **Priorisierung** innerhalb der zuständigen Abteilungen (oder äquivalent). Eine solche Priorisierung bedeutet zunächst vor allem einen klaren Auftrag aus Politik und Verwaltungsleitung, und damit

einhergehend im Folgenden eine Priorisierung in den Abteilungen (oder äquivalent) und die Bereitstellung personeller Ressourcen. (2) Damit einher gehen eine klare **Rollen- und Aufgabenverteilung**.

Wie eingangs erläutert, ist die Erstellung eines Leitbildes in erster Linie ein Prozess, der einem gemeinsamen Gesamtverständnis und einer gemeinsamen „Vision“ dient. Somit ist **Partizipation** sämtlicher Akteur:innen wichtig. Dazu gehört ebenfalls das Einbeziehen und ein direktes Ansprechen der Bevölkerung.

Um eine **Operationalisierung** zu ermöglichen und nicht erneut ein Leitbild „für die Schublade zu schreiben“ (Zitat einer Teilnehmenden der Abschlussveranstaltung), ist es wichtig zu einem möglichst frühen Zeitpunkt Handlungsfelder, Ziele und Maßnahmen mitzudenken. Dabei gilt es auch deren Messbarkeit, mögliche Datengrundlagen und eine Zusammenarbeit der in den Verwaltungen beteiligten Akteur:innen zu gewährleisten. Empfohlen werden zudem einfache und verständliche Konzepte und greifbare und kreative Maßnahmen.

Wie bereits aus sämtlichen Vorarbeiten ersichtlich, ist ein zentraler Aspekt des Leitbildes die **Verbindlichkeit**. Diese kann nach Erkenntnissen aus der Online Befragung und der Fachworkshops durch die genannten Empfehlungen erreicht werden.

D. Arbeitspaket IV – Austausch und Transfer in die Modellstadt Ludwigsburg und in andere Städte

1. Hintergrund

Durch die Forschung im ZURES-Projekt (erste Phase 2016-2019, ZURES I) konnten neue Methoden für eine auf Resilienz zielende Stadtentwicklung gegenüber Hitzestress erarbeitet werden. Diese erfassen und bewerten neben dem kleinräumigen Wandel der klimatischen Situation auch zukünftige Veränderungen sozialer Verwundbarkeit. Damit können die bisher nebeneinanderstehenden Belange einer klimaorientierten bzw. einer sozialen Stadtentwicklung verknüpft werden.

Im Rahmen des Folgeprojektes ZURES II wird die planungspraktische Nutzbarkeit dieser neuen Ansätze vertieft. In ZURES II sollen methodisch-instrumentelle Aspekte der Übertragbarkeit beleuchtet werden. Es werden Förderfaktoren und Hemmnisse hinsichtlich der Nutzbarkeit und der Akzeptanz bei der Verwendung von Verwundbarkeitsindikatoren für die Planungsinstrumente erkundet. Diese Analyse wird über eine Expert:innenbefragung (Akteur:innen in den Handlungsfeldern Statistik, Umweltprüfung, Umweltgerechtigkeit, Sozialraumanalyse) als auch über eine Auswertung von Fallstudien vorgenommen. Darüber hinaus wird die Einbindung dieser Konzepte in die Instrumente der räumlichen Planung erfragt.

1.1 Einordnung ins Gesamtprojekt

Das Arbeitspaket IV diene dem Austausch und Transfer in die Stadt Ludwigsburg und in andere Städte und wurde in vier Teilbausteine gegliedert:

Teilbaustein 1: Transfer und Austausch in der Stadt Ludwigsburg

Teilbaustein 2: Transfer in andere Städte

Teilbaustein 3: Fachgespräch – Validierung

Teilbaustein 4: Transfer – Abschlusskonferenz

Bezogen auf den gesamtstädtischen Planungsstrategien wie das SEK und die räumliche Perspektive wurden im Teilbaustein 1 geeignete Maßnahmen auf Grundlage der raumspezifischen szenariobasierten Ziele formuliert, abgestimmt sowie deren Wirksamkeit und Reichweite im Rahmen von Veranstaltungen diskutiert. Die inhaltliche Vorbereitung (gemeinsam mit anderen Partnern), die Durchführung und Dokumentation wurden dabei im Arbeitspaket IV.1 verortet. Ziel dabei war auch die Akzeptanz unterschiedlicher Maßnahmenbündel in der Bevölkerung zu erkunden. Die in ZURES II erarbeiteten Daten eignen sich jedoch insgesamt als Grundlage für eine derartige Planung.

Die Übertragbarkeit der Erkenntnisse aus ZURES I und II kann nur gewährleistet werden, wenn die Ergebnisse auch in anderen kommunalen Kontexten Wirksamkeit entfalten. Während Arbeitspaket III primär auf die Übertragbarkeit der Leitbild- und Zielfindung abzielte, wurden im Arbeitspaket IV – Teilbaustein 2 – auch methodische und instrumentelle Aspekte der Übertragbarkeit beleuchtet.

Im Teilbaustein 3 standen die Vorstellung, Diskussion und Reflexion der erarbeiteten Ergebnisse aus dem Arbeitspaket III.3 (Eignung und Weiterentwicklung bestehender Planungsziele für die hitzeresiliente Stadt) und dem Arbeitspaket IV.1 und 2 im Vordergrund. Die Ergebnisse dienten der Validierung und Übertragbarkeit auf andere Kommunen.

Die Ergebnisse aus ZURES I und II wurden einem breiten Kreis in der Abschlusskonferenz vorgestellt. Die Veranstaltung richtete sich an Akteure aus Wissenschaft und Praxis, insbesondere auf kommunaler Ebene. Gemeinsam wurden die Ergebnisse des ZURES-Projekts aus Phase I und II diskutiert. Das Arbeitspaket IV.5 beinhaltete die organisatorische Durchführung der Abschlusskonferenz.

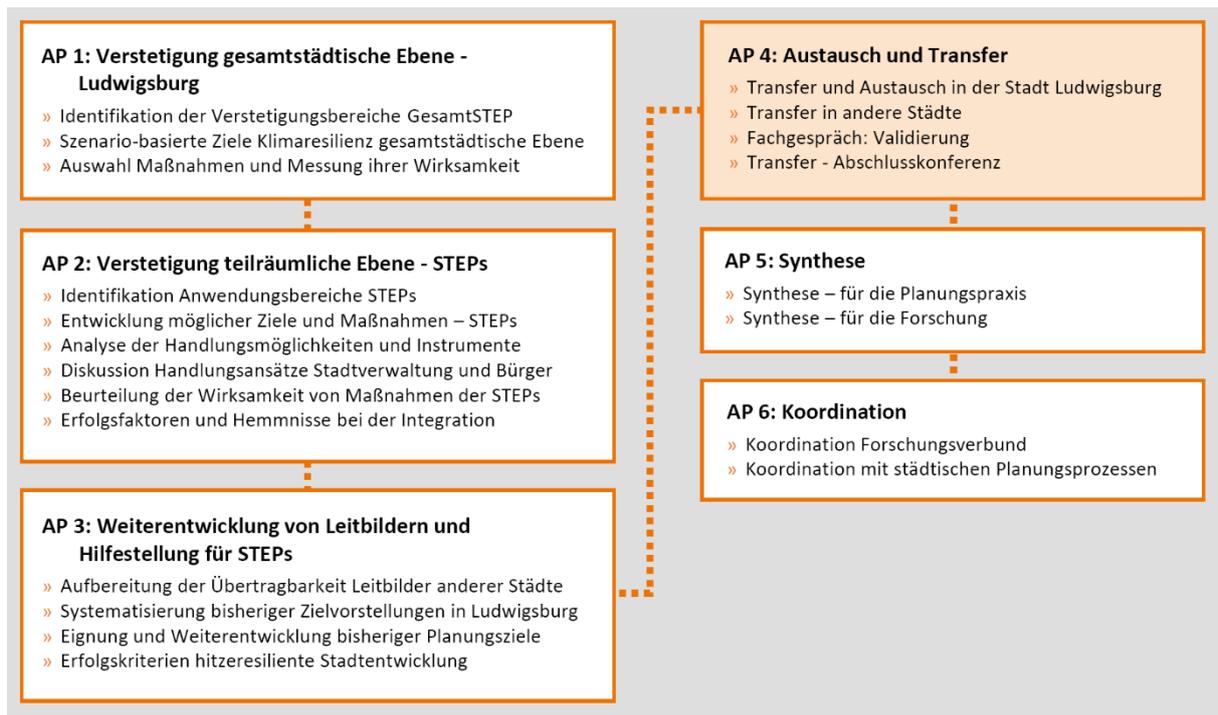


Abbildung 52: Arbeitspakete im Überblick

1.2 Vorgehensweise

Methodisch sollte die Frage der Übertragbarkeit und Nutzbarkeit von Verwundbarkeitsindikatoren in den Instrumenten der räumlichen Planung über Analysen im Rahmen der ersten drei Teilbausteinen erkundet und durch den vierten Teilbaustein vorgestellt und diskutiert werden:

Der erste Teilbaustein beinhaltete die Umsetzung im Gesamtstadtentwicklungsplan (GesamtSTEP) und in den Stadtteilentwicklungsplänen (STEP) Innenstadt und Oststadt von Ludwigsburg, diese konnten jedoch nicht weiterverfolgt werden, da der GesamtSTEP als auch die STEPs Innenstadt und Oststadt noch nicht zur Umsetzung kamen. Mit Ausnahme zweier Workshops (siehe IV.2.1) wurden daher die weiteren Ressourcen darauf verwendet, die Arbeitspakete IV 2.1 und IV 2.2 intensiver zu bearbeiten.

Teilbaustein 2 wurde über eine Onlinebefragung aller Kommunen über 50.000 Einwohner:innen (EW) in Deutschland realisiert und diente der Erkundung der Datengrundlagen und Konzepte zur Erfassung der Gefahren und zur Vulnerabilität thermischer Belastung in den Städten und Gemeinden. Zudem sollten bundesweit Erfolgsfaktoren und Hemmnisse im Umgang mit der Erarbeitung von Vulnerabilitätskonzepten oder verwandter Konzepte (Risikoanalysen, Betroffenheitsanalysen) und die Anwendung von Elementen aus diesen Konzepten in Planungsinstrumenten durch die Analyse exemplarischer Fallstudienstädte ermittelt werden. In diesem Zusammenhang wurden Expertenbefragungen zu den Fallstudienstädten durchgeführt.

Im Teilbaustein 3 wurden im Rahmen eines Fachworkshops die Ergebnisse aus dem Arbeitspaket III und dem Arbeitspaket IV der Umfrage und der Fallstudienauswertung vorgestellt und mit ausgewählten Kommunen und Expert:innen diskutiert und validiert. Das Format des Wissenschaft-Praxis-Dialogs hat sich in ZURES I bewährt und wurde daher für die Querschnittsdiskussion und den Transfer nach innen (Stadt Ludwigsburg) und außen (weitere Kommunen) auch in ZURES II verwendet.

Die Abschlusskonferenz (Teilbaustein 4) beinhaltete die Vorstellung und Diskussion der Ergebnisse des gesamten ZURES II-Projektes mit Akteuren aus Wissenschaft und Praxis, insbesondere auf

kommunaler Ebene. Durch Impulsvorträge wurden die Ergebnisse des Projektes den Teilnehmenden präsentiert und in gemeinsamen Runden diskutiert.

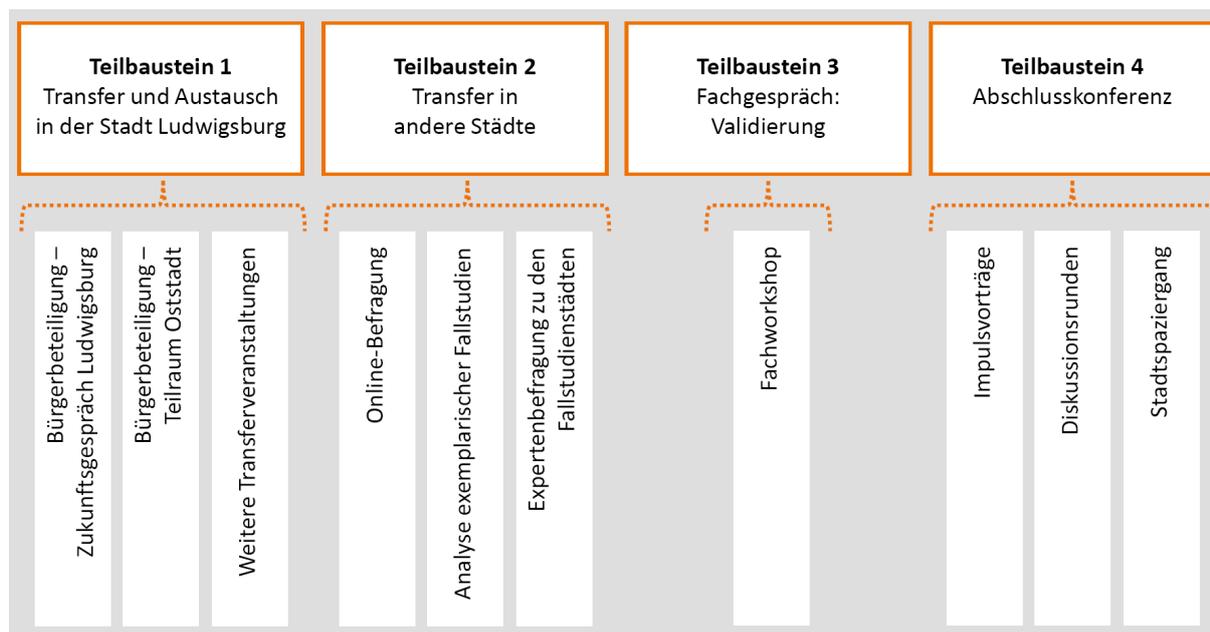


Abbildung 53: Angewandte Methodiken in AP IV

2. Ergebnisse

2.1 Transfer und Austausch in der Stadt Ludwigsburg

Zukunftsgespräch Ludwigsburg – „Ludwigsburg in heißen Zeiten“ am 8. Juli 2021

Ziel, Programm und Teilnehmende

Im Mittelpunkt des Zukunftsgesprächs, welches online über Zoom stattfand, stand das Thema Hitze in Ludwigsburg. In vier parallelen Arbeitsgruppen hatten die Teilnehmenden die Gelegenheit, sich vertieft auszutauschen. Im Rahmen der gemeinsamen Diskussion sollten Eindrücke und Anregungen gesammelt werden, wie Hitze in der Stadt wahrgenommen wird und wie mit Hitze an unterschiedlichen Orten in Ludwigsburg umgegangen werden kann. Die Ergebnisse flossen in den weiteren Bearbeitungsprozess ein und sollten dazu beitragen, Lösungen zu finden.

Tabelle 20: „Ludwigsburg in heißen Zeiten“ – Veranstaltungsprogramm

16:00	Begrüßung und Einführung
16:15	Gesprächsrunde: Welche Erfahrungen haben Sie bisher mit Hitze in Ludwigsburg gemacht?
16:35	(1) Stadtklimaanalyse Ludwigsburg – wie heiß ist es wo? (2) Wie heiß wird es werden? (3) Welche Maßnahmen sind zur Reduktion von Hitze sinnvoll? (4) Rückfragen und Umfrage
17:00	Diskussion in Arbeitsgruppen – Lösungsansätze
17:40	Ergebnissicherung und Diskussion im Plenum
17:55	Was ist schon bedacht, was fehlt?
18:00	Ende der Veranstaltung

Die rund 50 Teilnehmenden setzten sich aus ausgewählten Bürger:innen der Stadt Ludwigsburg, die als zufällig gezogene Stichprobe aus dem Melderegister ermittelt wurden, sowie Interessensvertreter:innen und Verwaltungsakteur:innen zusammen. Gastgeber war die Stadt Ludwigsburg, das Auftragnehmerteam übernahm die Moderation.

Begrüßung und Einführung

Oberbürgermeister Dr. Matthias Knecht begrüßte die Teilnehmenden zum Zukunftsgespräch im Forschungsprojekt ZURES II. Auch in der Stadt Ludwigsburg sind die Auswirkungen des Klimawandels spürbar und Hitze, Platzregen oder extreme Unwetterereignisse längst im Alltag der Menschen sowie als Handlungsschwerpunkte in der Verwaltung angekommen. Daher sei die Entwicklung ganzheitlicher Lösungen und Ansätze unter Einbeziehung der Erfahrungen und Anregungen der Bewohner:innen und Akteure vor Ort ein zentrales Anliegen, um die Lebens- und Aufenthaltsqualität in Ludwigsburg auch in klimaherausfordernden Zeiten zu erhalten bzw. zu erhöhen.

Andrea Hartz (Planungsbüro agl Hartz • Saad • Wendl; ZURES-Forschungsteam) erläuterte den Ablauf der Veranstaltung und erklärte die Arbeitsweise in den Arbeitsgruppen. Im Anschluss stellte Prof. Dr.-Ing. Jörn Birkmann (Universität Stuttgart; Leiter des ZURES-Projektes) das ZURES-Forschungsteam vor und warf einen Rückblick auf das ZURES I-Projekt, u.a. auf die Ergebnisse einer Haushaltsbefragung in Ludwigsburg. So geht aus den Ergebnissen hervor, welche gesundheitlichen Probleme bei starker Hitzebelastung auftreten oder welche Altersgruppen davon besonders betroffen sind. In ZURES I wurde für die Stadt Ludwigsburg ein spezifisches Datenset zum Thema Hitze erhoben. In ZURES II soll die direkte Anwendung der im Vorgängerprojekt entwickelten Methoden gegenüber Hitzestress erfolgen und passgenaue Anpassungsstrategien im Umgang mit Hitze für die Stadt Ludwigsburg erarbeitet werden. Dabei wies Herr Birkmann darauf hin, dass in der Region, aber auch in der Stadt Ludwigsburg bereits gute Projekte und Ansätze vorhanden sind, wie mit den Themen Hitze und Starkregengefährdung im Zusammenhang mit dem Klimawandel umgegangen werden kann.

Gesprächsrunde:

Welche Erfahrungen haben Sie bisher mit Hitze in Ludwigsburg gemacht?

Im Rahmen der Gesprächsrunde wurde aus unterschiedlichen Perspektiven aufgezeigt, wie Hitze in der Stadt Ludwigsburg wahrgenommen wird.

Markus Fischer, Citymanager Ludwigsburger Innenstadt (LUIS) e.V., berichtete, dass das Thema Hitze insbesondere in der Innenstadt von hoher Bedeutung ist. Der Marktplatz sei bekannt für sein mediterranes Flair und ziehe viele Besucher:innen an. Jedoch werde am Beispiel der Außengastronomie deutlich, dass vor allem an heißen Tagen Hitze die Aufenthaltsqualität negativ beeinträchtigt und die Innenstadt weniger stark frequentiert bzw. sonnenexponierte Angebote weniger nachgefragt würden. Als Reaktion von Handel und Gastronomie darauf wären künftig bspw. veränderte Öffnungszeiten oder eine „Siesta“ denkbar. Die Auswirkungen des Klimawandels seien für Städte ein wichtiges Thema. Sie sollten Lösungswege ausloten, wie mit Hitze umzugehen ist und welche Anpassungsmaßnahmen getroffen werden können. Für die Innenstadt von Ludwigsburg spiele dabei auch die Baustruktur eine wichtige Rolle.

Christine Becker, Teamleitung Seniorenarbeit bei der Stadt Ludwigsburg, rückte in ihrem Beitrag Senior:innen in den Fokus. Hitze und heiße Tage seien für diese Zielgruppe besonders anstrengend. Ältere Menschen verspürten weniger Durst, zusätzlich belasteten Medikamenteneinnahmen den

Kreislauf bei Hitze. Ähnlich wie in der Innenstadt zeichne sich in der Begegnungsstätte eine geringere Anzahl an Besucher:innen bei Hitze ab. Hierbei spiele nicht nur die Hitze am Wohnort oder am Treffpunkt eine Rolle, sondern auch die Belastung durch Hitze auf dem Weg zur Begegnungsstätte oder zu anderen Angeboten sei ein wichtiger Faktor. Das Team des Seniorenbüros biete präventive Informationsangebote z.B. über Plakate an und stelle den Besucher:innen Getränke zur Verfügung.

Elmar Kunz, stellvertretender Geschäftsführer Tourismus & Events Ludwigsburg, führte aus, dass auch in der Reise- und Tourismusbranche das Thema Hitze bzw. der Umgang mit Hitze inzwischen ein fester Bestandteil ist. Bspw. würden im Sommer klimatisierte Unterkünfte stärker nachgefragt bzw. gezielt damit beworben. Darüber hinaus würden an heißen Tagen Freizeitangebote in Wassernähe und an Steillagen sowie Aktivitäten in den Abendstunden stärker nachgefragt als Angebote in der Innenstadt oder in der Mittagshitze. Von Seiten der Tourismusakteure werde versucht, auf das veränderte Verhalten zu reagieren und auch die „Entdeckerlust“ der Bevölkerung nach grünen und schattigen Plätzen zu befördern.

Stadtklimaanalyse Ludwigsburg – wie heiß ist es wo? Wie heiß wird es werden?

Janko Löbig (GEO-NET Umweltconsulting GmbH; ZURES-Forschungsteam) gab einen Überblick über die Ergebnisse der Stadtklimaanalyse Ludwigsburg. Auch in Ludwigsburg ist ein starker städtischer Wärmeinseleffekt zu beobachten, d.h. in der Nacht kühlen Grünflächen stärker ab als der Siedlungsraum. Mithilfe der Analyse konnte nachgewiesen werden, dass aus zentralen Grünflächen in der Nacht bodennahe Kaltluft in die Siedlungsbereiche strömt und zudem übergeordnete Kaltluftströmungen von außen in der Stadt vorhanden sind. Auswirkungen auf den Kaltluftstrom ergeben sich laut den Ergebnissen der Analyse eher durch städtebauliche Entwicklungen als aus dem Einfluss des Klimawandels. Durch diese Erkenntnisse können bspw. Hinweise zur Gestaltung der Bauflächen abgeleitet werden.

Für die Wärmebelastung im Außenbereich ist die Verschattung ein wesentlicher Faktor, durch Beschattung entstehe ein angenehmeres Außenklima und auch Gewässer wirken am Tag positiv auf die Umgebung. Bäume sorgen für günstige Bedingungen und verringern die Wärmebelastung. Zwar werden auch unversiegelte Flächen ohne Schatten heiß, jedoch erfolgt in der Nacht hier eine Kaltluftbildung.

Welche Maßnahmen sind zur Reduktion von Hitze sinnvoll?

Die Stadt Ludwigsburg ist eine der ersten Kommunen, die ein Klimaanpassungskonzept aufgestellt hat. Dabei sind Hitze und Starkregen die wichtigsten Themenschwerpunkte für Ludwigsburg. Amely Krafft (Stabsstelle Klima, Energie und Europa der Stadt Ludwigsburg; ZURES-Forschungsteam) erläuterte in ihrem Beitrag, dass darin eine Vielzahl an Maßnahmen enthalten sind, die auch bereits in der Stadt umgesetzt werden. Bspw. würden im Stadtgebiet im Sinne einer hitzeangepassten Begrünung hitzeresistente Bäume und Pflanzen eingesetzt. Die Gestaltung mit dem Element Wasser spiele v.a. in der Innenstadt eine Rolle. Auch Standorte für Trinkbrunnen befänden sich aktuell in der Planung. Flexibles Mobiliar in der Stadt ermögliche den Bewohner- und Besucher:innen Sitzgelegenheiten an die Witterung angepasst zu verstellen und trage so zur Aufenthaltsqualität bei.

Frau Krafft wies die Teilnehmenden auf den Informationsflyer der Stabsstelle Klima, Energie und Europa der Stadt Ludwigsburg „Tipps für heiße Zeiten“ hin. Dieser enthalte nicht nur Hinweise für nützliche Verhaltensweisen bei hohen Temperaturen, sondern auch kühle Rückzugsmöglichkeiten, um der Hitze zu entfliehen.

Umfragen unter den Teilnehmenden zum Thema Hitze

Im Rahmen von zwei Umfragen wurden die Teilnehmenden zu ihrer Wahrnehmung von Hitze sowie zum Empfinden bezüglich der Maßnahmen zum Schutz vor Hitze in Ludwigsburg befragt. Die Mehrheit der Teilnehmenden empfindet die Hitze in Ludwigsburg als unangenehm, vereinzelt sogar als sehr unangenehm. Auch die Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor Hitze sind nach Aussagen der Teilnehmenden noch ausbaufähig.

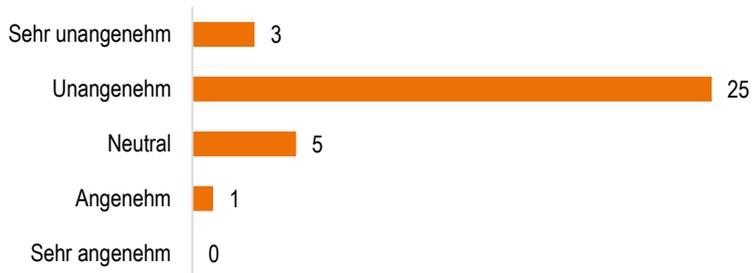


Abbildung 54: Ergebnis der Umfrage 1: Wie nehmen Sie Hitze in Ludwigsburg wahr? (34 Teilnehmende)

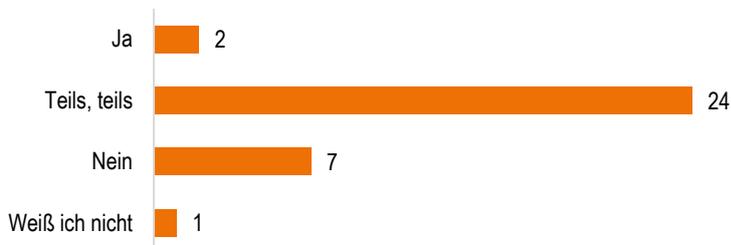


Abbildung 55: Ergebnis der Umfrage 2: Denken Sie, in Ludwigsburg wird genug für den Schutz der Bevölkerung vor Hitze unternommen? (34 Teilnehmende)

Diskussion in Arbeitsgruppen – Lösungsansätze

In vier parallelen Arbeitsgruppen tauschten die Teilnehmenden ihre Erfahrungen zum Thema „Hitze in Ludwigsburg“ aus. Vertreter:innen des ZURES II-Teams moderierten die Diskussion und dokumentierten die Hinweise und Anregungen. Jede Gruppe diskutierte rd. 30 Minuten Lösungsansätze zu folgenden Aspekten:

- Hitze im Quartier (in der Wohnung, im Park, in der Schule, in der Kita, auf dem Spielplatz)
- Hitze im Straßenraum, in Bus und Bahn
- Hitze an der Arbeitsstätte und in Einrichtungen
- Hitze und soziale Ungleichheit

In den Arbeitsgruppen erfolgte zunächst eine kurze Vorstellungsrunde. Die Moderator:innen der Arbeitsgruppen stellten die Ergebnisse im Anschluss an die Gruppenarbeitsphase im Plenum vor.

In den Gruppen wurde eine Vielzahl an Hinweisen und Erfahrungen ausgetauscht. Dabei wurden sowohl die stadtreionale Ebene als auch die Quartiersebene sowie die Ebene der Gebäude im Zusammenhang mit Hitze thematisiert. Darüber hinaus benannten die Teilnehmenden konkrete Orte, die aus ihrer Sicht besonders hitzeexponiert sind oder auch als Rückzugsorte an heißen Tagen dienen können. Als besonders hitzeempfindliche Gruppe bzw. Einrichtung wurden auch Kinder und Schulen angesprochen. In allen Gruppen wurde die Erhöhung des Grünflächenanteils in der Stadt diskutiert. Insbesondere Baumpflanzungen wurden in diesem Zusammenhang angesprochen. Zugleich wurden

kreative Maßnahmen angeregt wie Sonnensegel, über die eine zusätzliche Beschattung erfolgen kann, ggf. auch bis die Bäume eine gewisse Größe erreicht haben. Aus den Ergebnissen der Arbeitsgruppen wurde deutlich, dass die Klimaanpassung der wichtigen Erholungsräume in Ludwigsburg nach Auffassung der Teilnehmenden aktuell nicht zwingend gegeben sein muss, aber als wichtiges Zukunftsthema auch im Zusammenhang mit Lebens- und Aufenthaltsqualität in der Stadt weiter voranzutreiben ist.

Was ist schon bedacht, was fehlt? – Ein Ausblick

Steffen Weeber, Stabsstelle Klima, Energie und Europa der Stadt Ludwigsburg, bedankte sich bei den Teilnehmenden für die lebhafte Diskussion und die vielen Anregungen bzw. Ansatzpunkte, die im Rahmen des Zukunftsgesprächs benannt wurden. In der Stadt Ludwigsburg seien aktuell viele öffentliche Plätze versiegelt, aber es bestünden bereits Planungen – bspw. zum Ehrenhof oder Arsenalplatz – Flächen zu entsiegeln und zu begrünen. An anderen Plätzen in der Stadt wie Rathaus- oder Marktplatz sei dies jedoch nicht so einfach umsetzbar, da diese unterschiedliche Nutzungen vereinten, die alle spezifische Anforderungen an die Flächen aufwiesen. Hier sei es entscheidend kreative Maßnahmen zu treffen, um einerseits einen Beitrag zur Klimaanpassung zu leisten und andererseits alle Nutzungen auch weiterhin zu ermöglichen. Die zahlreichen Anregungen zum Thema Mobilität würden an die entsprechende Fachabteilung der Stadt weitergeleitet.

Zum Abschluss der Veranstaltung wurde eine weitere Umfrage durchgeführt. Die Mehrheit der Teilnehmenden gab an, Maßnahmen ergreifen zu wollen, um sich künftig besser vor Hitze zu schützen.

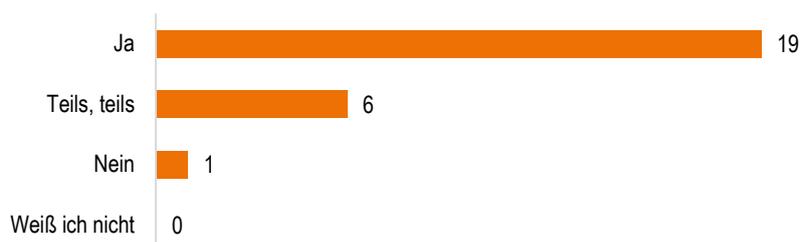


Abbildung 56: Ergebnis der Umfrage 3: Werden Sie Maßnahmen ergreifen, um sich besser vor Hitze zu schützen? (26 Teilnehmende)

Bürgerbeteiligung Teilraum Oststadt am 19. Oktober 2021

Ziel, Programm und Teilnehmende

An der Bürgerbeteiligung in der Oststadt am 19. Oktober 2021 nahmen insgesamt zehn interessierte Bürger:innen teil. Im Anschluss an den Stadtpaziergang wurden Maßnahmen für eine hitzeangepasste Stadtentwicklung aus unterschiedlichen Perspektiven heraus erörtert. In dem sich anschließenden Reality-Check wurden die Maßnahmen noch einmal kritisch hinterfragt und machbare Maßnahmen hervorgehoben. Die Ergebnisse der Veranstaltung sollen in die Erarbeitung des STEP für die Oststadt miteinfließen. Auf Grund der geringen Teilnehmendenzahl sind die Ergebnisse jedoch nicht repräsentativ und konnten daher nur als Vorschläge mit aufgenommen werden.

Tabelle 21: „Ein Blick in die Zukunft – Ideen für heiße Zeiten“ – Veranstaltungsprogramm

16:30	Begrüßung
16:45	Stadtpaziergang durch die Oststadt
17:45	(1) Vorstellung der Klimaanalysekarten

	(2) Ideen Café: Maßnahmen für eine hitzeangepasste Stadtentwicklung Maßnahmenentwicklung konkret vor Ort
	(3) Reality-Check: Perspektivenwechsel
	(4) Ausblick
19:00	Ende der Veranstaltung

Stadtspaziergang durch die Oststadt

Mit einem Spaziergang durch die Oststadt wurden die Teilnehmenden auf die Thematik des Workshops eingestimmt. Student:innen der „Akademie für darstellende Kunst“ in Ludwigsburg führten die Teilnehmenden durch den Stadtteil und erzählten Geschichten und Anekdoten zu den Stationen des Spaziergangs, die etwas mit der Wahrnehmung oder dem Verhalten unterschiedlicher Personengruppen bei Hitzewellen zu tun haben.

Vorstellung der Klimaanalysekarten

Im Anschluss an den Stadtspaziergang versammelten sich Teilnehmenden in der Mensa der Justinus-Kerner-Gemeinschaftsschule. Dort stellte Janko Löbig die Klimaanalysekarten für die Stadt Ludwigsburg, mit gezieltem Blick auf die Oststadt vor. Dabei erläuterte er, wo durch die Analyse Hitze-Hot-Spots im Stadtteil festzustellen sind und welche Teile weniger mit dem Thema Hitze konfrontiert sind. Die Teilnehmenden zeigten großes Interesse an den Klimaanalysekarten, sodass eine rege Gesprächsrunde entstand.

Ideen Café: Maßnahmen für eine hitzeangepasste Stadtentwicklung und Reality-Check: Perspektivenwechsel

Im anschließenden Ideen-Café und im Reality-Check sammelten die Teilnehmenden Ideen, welche Maßnahmen in der Oststadt dazu beitragen können den Stadtteil an zunehmende heiße Tage anzupassen und die Anwohner:innen vor Hitze zu schützen. Dabei wurden verschiedene Personengruppen betrachtet und aus deren Perspektive Maßnahmen formuliert.

Im Bereich des **Einzelhandels** wurde angeregt, in allen Geschäften Wasserspender für die Kundschaft zur Verfügung zu stellen. Außerdem sollte die Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum vor den Geschäften erhöht werden, bspw. durch schattenspendende Bäume. Zusätzlich regten die Teilnehmenden an, die Öffnungszeiten der Geschäfte an die hohen Temperaturen anzupassen, und so zum Beispiel in den heißesten Mittagsstunden eine „Siesta“ einzulegen. Durch die Behebung der Leerstände in der Oststraße könnten die Wege für die Kund:innen reduziert werden. Zur besseren Erreichbarkeit der Geschäfte schlugen die Teilnehmenden vor, die Frequenz des ÖPNV zu erhöhen sowie Kurzzeitparkplätze in der Nähe der Geschäfte einzurichten.

Im **Straßenraum** sollten grüne Vorgärten als Teil dieses gesehen werden. Wenn auf Parkplätze in den Straßen nicht verzichtet werden kann, so wurde angeregt die Hausfassaden zu begrünen, um auf diese Weise den Grünanteil zu erhöhen. Zusätzlich wurde vorgeschlagen Alleen für Autofahrer zu errichten, damit diese vor Hitze geschützt werden.

Als Maßnahmen, um v.a. die **älteren Generationen** vor Hitze zu schützen, wurde vorgeschlagen, in der Kastanienallee wieder Sitzbänke aufzustellen, um so schattige Sitzmöglichkeiten für Fußgänger:innen zu bieten. Ebenfalls seien mehr Straßenquerungen nötig, um den Aufenthalt im Freien an heißen Tagen zu verkürzen.

Für **Jugendliche** sollten laut Teilnehmenden mehr öffentliche Treffpunkte erhalten und geschaffen werden, in Kombination mit der Erhaltung von Grünflächen. Es wurde angeregt, den Kaufland-Platz umzugestalten und dort Bäume zu pflanzen sowie einen Brunnen zu errichten. An vielgenutzten

Treffpunkten sollten laut Teilnehmenden öffentliche Trinkwasserspender installiert werden. Um schnell und sicher zu den Treffpunkten gelangen zu können, wurde vorgeschlagen, die Fahrradwege und -verbindungen auszubauen und zu beschatten.

Die Inbetriebnahme einer klimatisierten Niederflurstadtbahn wurde vor allem für **Menschen mit Beeinträchtigungen** als wesentliche Maßnahme angeführt. Im **Allgemeinen** wurde angemerkt, dass die Öffentlichkeitsarbeit zur Sensibilisierung der Bevölkerung gegenüber den Gefahren durch Hitze ein wesentlicher Baustein sei.



Abbildung 57: Eindrücke der Bürgerbeteiligung Oststadt am 19. Oktober 2021

Zusätzlich wurde das Thema im Rahmen von weiteren Veranstaltungen in der Stadt Ludwigsburg aufgegriffen und thematisiert. Im Arbeitspaket V sind die durchgeführten Veranstaltungen in Form einer Auflistung aufgeführt.

2.3 Transfer in andere Städte

Online-Befragung zur Umsetzung von Vulnerabilitätsuntersuchungen und deren Anwendungen in weiteren Städten und Gemeinden

Ziel der Umfrage war es herauszufinden, welche Instrumente bereits in den Städten genutzt werden, um Klima- und Vulnerabilitätsszenarien darzustellen. Zusätzlich sollten durch die Befragungsergebnisse Fallbeispiele identifiziert werden.

Im Projektkontext wurden zwei Umfragen durchgeführt, für welche jeweils alle deutschen Städte mit einer Bevölkerungszahl über 50.000 EW eingeladen wurden. Der Fragebogen richtete sich an unterschiedliche Akteur:innen, die die Themenstellung aus verschiedenen Perspektiven beleuchten sollten. Daher wurden Vertreter:innen unterschiedlicher Fach- und Orientierungseinheiten einer Stadt/Gemeinde angesprochen. In Summe wurden 727 Personen persönlich angeschrieben und eingeladen, an der Befragung teilzunehmen. Zusätzlich wurden diese gebeten, den Fragebogen an weitere interessierte Vertreter:innen der Städte und Gemeinden weiterzuleiten.

Die erste Umfrage umfasste den Zeitraum vom 30. September bis 29. Oktober 2021 und beinhaltete vier Fragen zu allgemeinen Angaben, 16 Fragen zum Teil „Methodik der Vulnerabilitätsanalyse und Instrumente der Umsetzung“ und 15 Fragen zum Teil „Leitbilder nachhaltiger Stadtplanung“. An dieser Umfrage nahmen insgesamt 188 Personen teil. In der Auswertung wurden lediglich Rückläufe mit mindestens zehn beantworteten Fragen berücksichtigt. Daher konnten nur 96 Fragebögen in die Auswertung des Teils „Methodik der Vulnerabilitätsanalyse und Instrumente der Umsetzung“ miteinbezogen werden.

Da die Beteiligung an der ersten Umfrage sehr gering ausfiel, wurde im Zeitraum vom 29. November bis zum 17. Dezember eine zweite Umfrage mit denselben Themenblöcken durchgeführt. Allerdings wurde für die zweite Umfrage der Fragebogen gekürzt, sodass zum Thema „Methodik der Vulnerabilitätsanalyse und Instrumente der Umsetzung“ nur noch zehn Fragen gestellt wurden. Damit sollte die Bereitschaft zur Teilnahme an der Umfrage gesteigert werden. Allerdings konnten für diese Umfrage nur 42 Rückläufe verzeichnet werden, wovon lediglich 23 mit in die Auswertung miteinbezogen wurden, da in den übrigen Rückläufen weniger als zehn Antworten zum Thema „Methodik der Vulnerabilitätsanalyse und Instrumente der Umsetzung“ gegeben wurden.

Im Folgenden werden erste Ergebnisse der Umfrage vorgestellt:

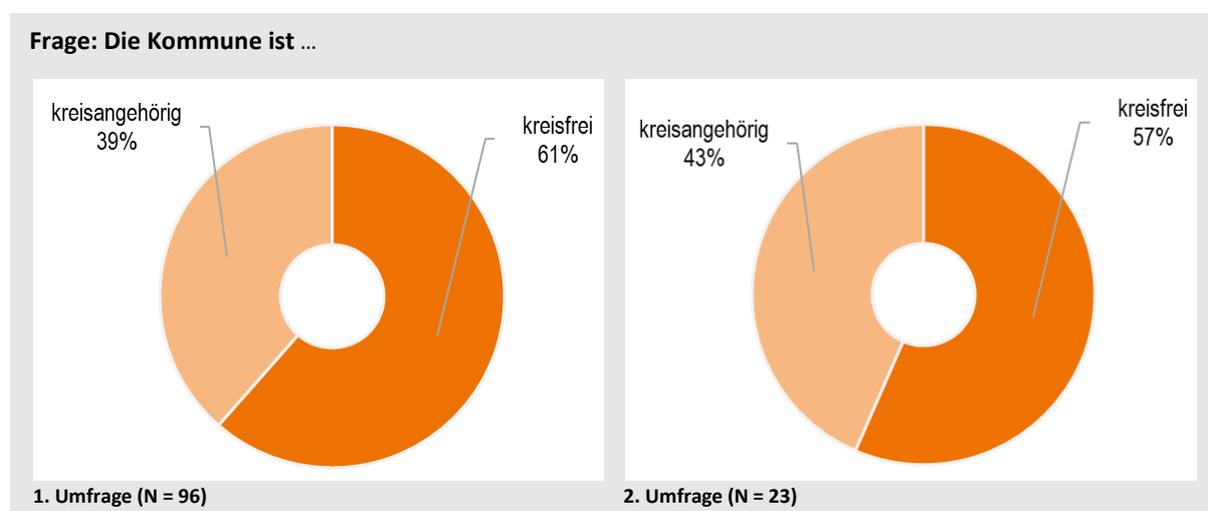


Abbildung 58: Befragte Kommunen und ihre Kreisangehörigkeit

Im Rahmen der ersten Umfrage gaben 61% an, dass die Kommune kreisfrei ist; die restlichen 39% sind kreisangehörig.

Eine ähnliche Antwortrate zeigt auch die Auswertung der zweiten Umfrage. Hier nahmen 57% kreisfreie und 43% kreisangehörige Kommunen teil.

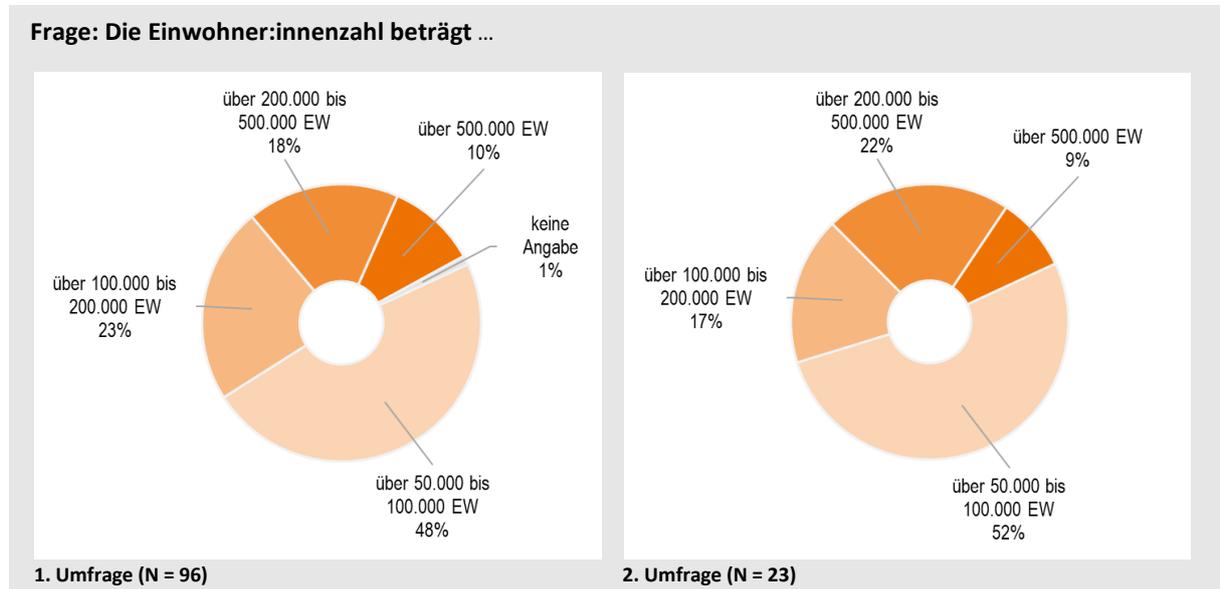


Abbildung 59: Befragte Kommunen und ihre Einwohner:innenzahlen

Auf die Frage nach der Einwohner:innenzahl (EW-Zahl) gaben in der ersten Umfrage 48% an, dass die EW-Zahl zwischen 50.000 und 100.000 EW beträgt. Mit 23% sind die Städte mit über 100.000 bis 200.000 EW am zweitstärksten vertreten. Städte mit über 200.000 bis 500.000 EW kommen auf 18%, Städte mit über 500.000 EW auf 10%. Lediglich 1% der Befragten machten zu dieser Frage keine Angaben.

Auch in der zweiten Umfrage ergab sich eine ähnliche Verteilung der Antworten: 52% – über 50.000 bis 100.000 EW; 22% – über 200.000 bis 500.000 EW; 17% – über 100.000 bis 200.000 EW und 9% – über 500.000 EW.

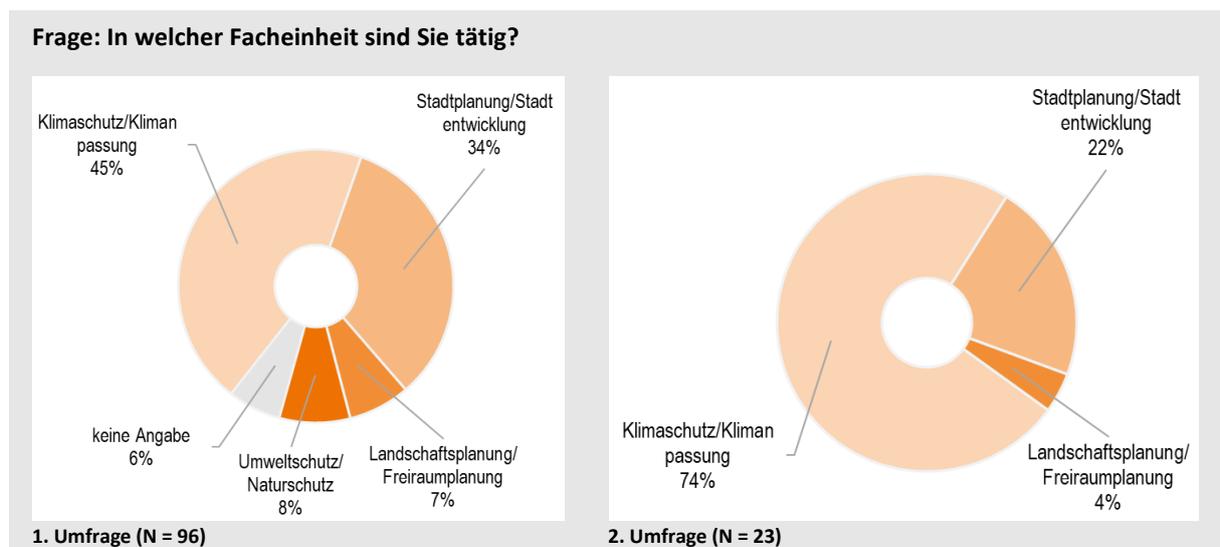


Abbildung 60: Befragte und ihre Facheinheiten

Mit Blick auf die erste Umfrage sind die meisten der Befragten im Klimaschutz und der Klimaanpassung (45%) tätig. 34% gaben an, in der Stadtplanung und Stadtentwicklung beschäftigt zu sein. Die Bereiche

Landschafts- und Freiraumplanung sowie Umwelt- und Naturschutz wurden lediglich von acht bzw. sieben Prozent der Befragten als Tätigkeitsfeld angegeben. Sechs Prozent machten keine Angaben, in welcher Facheinheit sie beschäftigt sind.

In der zweiten Umfrage machten die Befragten vorrangig die Angabe in der Facheinheit Klimaschutz und Klimaanpassung (74%) tätig zu sein. Die Einheit Stadtplanung und Stadtentwicklung war mit 22% vertreten, der Bereich Landschaft- und Freiraumplanung mit vier Prozent. Keiner der Befragten ist laut Ergebnissen in der Facheinheit Umwelt- und Naturschutz tätig.

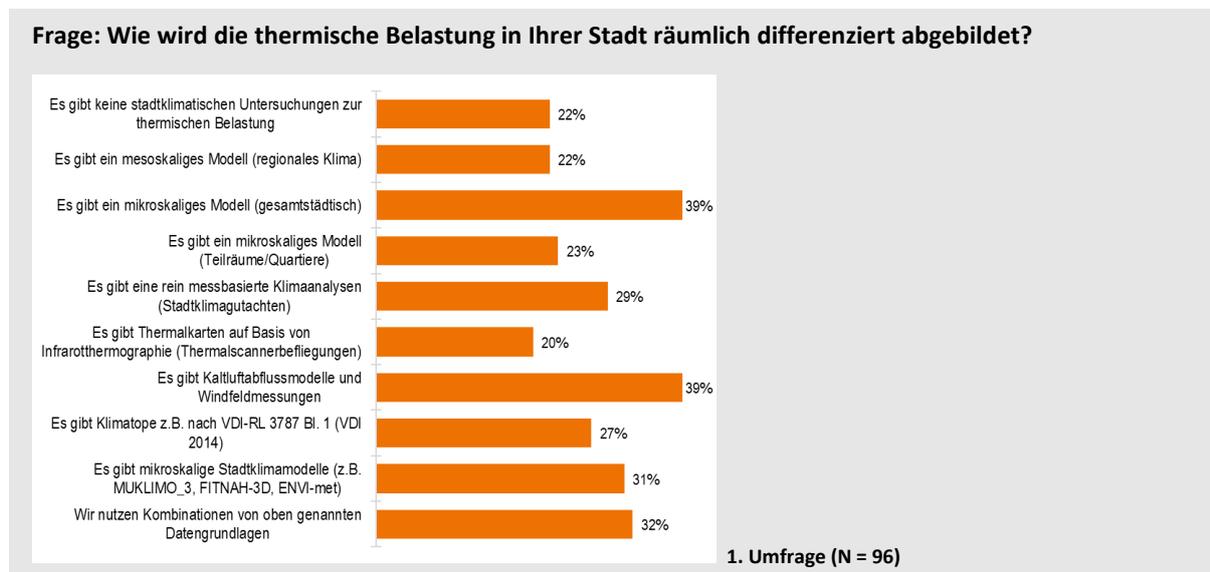


Abbildung 61: Wie wird die thermische Belastung in Ihrer Stadt räumlich differenziert abgebildet?

Auf die Frage, wie die thermische Belastung in der Stadt räumlich differenziert abgebildet wird, wurde in 39% der Rückläufe angegeben, dass es ein mikroskaliges Modell auf gesamstädtischer Ebene gibt. Ebenfalls machten 39% die Angabe, dass Kaltluftabflussmodelle und Windfeldmessungen vorhanden sind. 32% der Befragten nutzen Kombinationen der genannten Datengrundlagen und in 22% gibt es keine stadtklimatische Untersuchung zur thermischen Belastung der Stadt. In den Zusatzantworten wurde deutlich, dass viele der Städte auf die Daten des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) zurückgreifen. Diese Frage wurde nur in der ersten Umfrage gestellt.

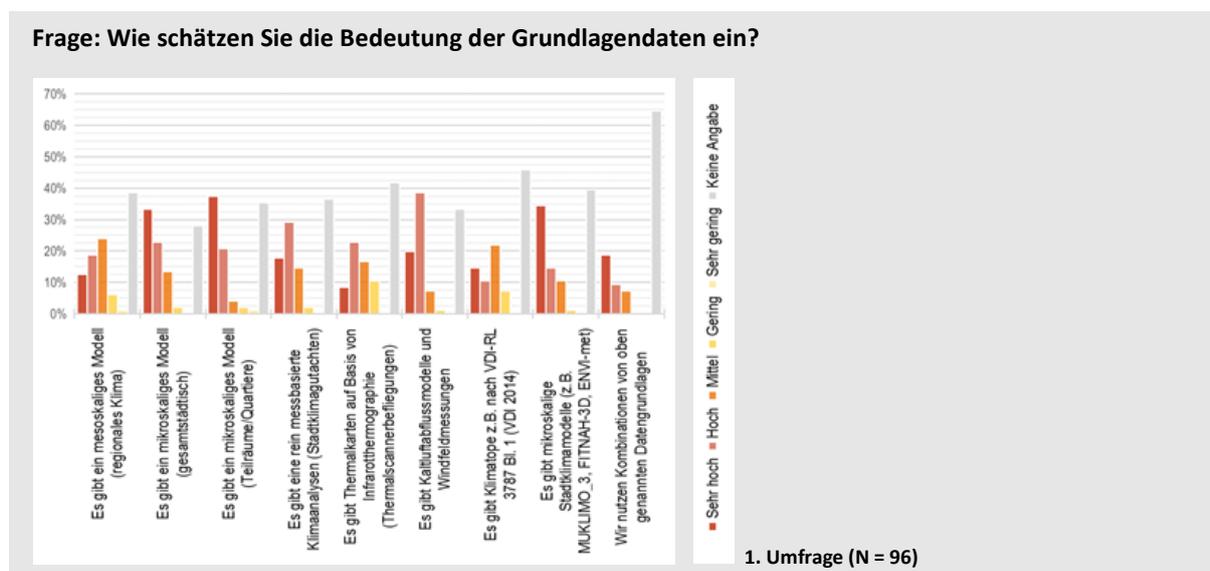


Abbildung 62: Wie schätzen Sie die Bedeutung der Grundlegendaten ein?

Die nächste Frage beschäftigte sich mit der Bedeutung der Grundlagendaten. Einem mikroskaligen Modell auf Teilraum- oder Quartiersebene messen 28% der Befragten eine sehr hohe Bedeutung bei. 21 % der Befragten schätzten die Bedeutung diese Grundlagendaten als hoch ein. Auch die Bedeutung mikroskaliger Stadtklimamodelle wird von 34% der Beteiligten als sehr hoch eingeschätzt. Den mikroskaligen Modellen auf gesamtstädtischer Ebene wird ebenfalls von 33% der Befragten eine hohe Bedeutung zugeschrieben. Kaltluftabflussmodelle und Windfeldmessungen werden von 39% mit hoher Bedeutung bewertet. Insgesamt machten zu den jeweiligen Datengrundlagen mehr als 30% keine Angaben zur Einschätzung der Bedeutung. Vor allem bei der Abfrage zu der Kombination der verschiedenen Grundlagendaten machten 65% der Befragten keine Angabe. Die Zusatzantworten zeigen, dass in einigen Städten die abgefragten Daten noch nicht vorliegen oder erst in der Bearbeitung sind, wodurch eine Einschätzung als schwierig eingestuft wird.

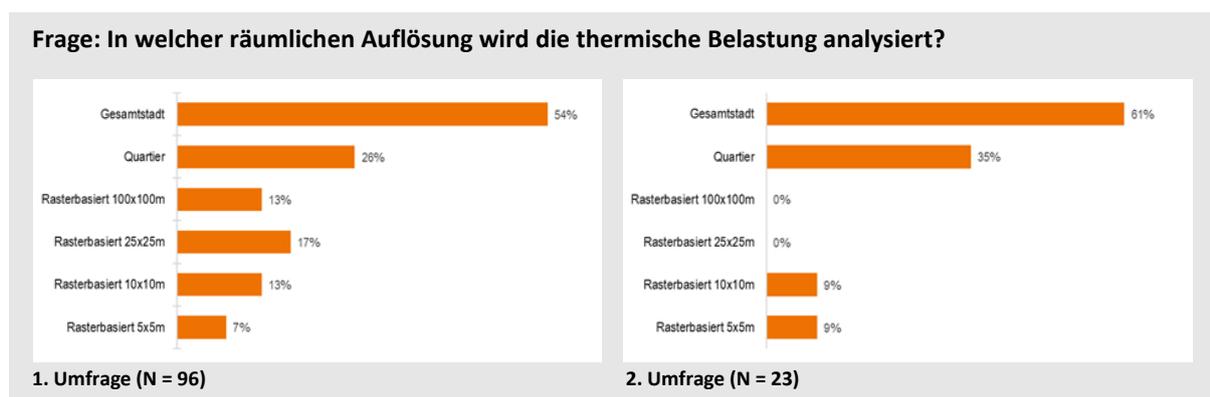


Abbildung 63: In welcher räumlichen Auflösung wird die thermische Belastung analysiert?

Sowohl im Rahmen der ersten, als auch der zweiten Umfrage gab die Mehrheit an, dass die thermische Belastung auf Ebene der Gesamtstadt analysiert wird. An zweiter Stelle kommt in beiden Umfragen die räumliche Auflösung „Quartier“. Die rasterbasierte 25x25-Meter-Auflösung sowie die 100x100-Meter-Auflösung wurden nur in Umfrage 1 als Analyse-Auflösung angegeben.

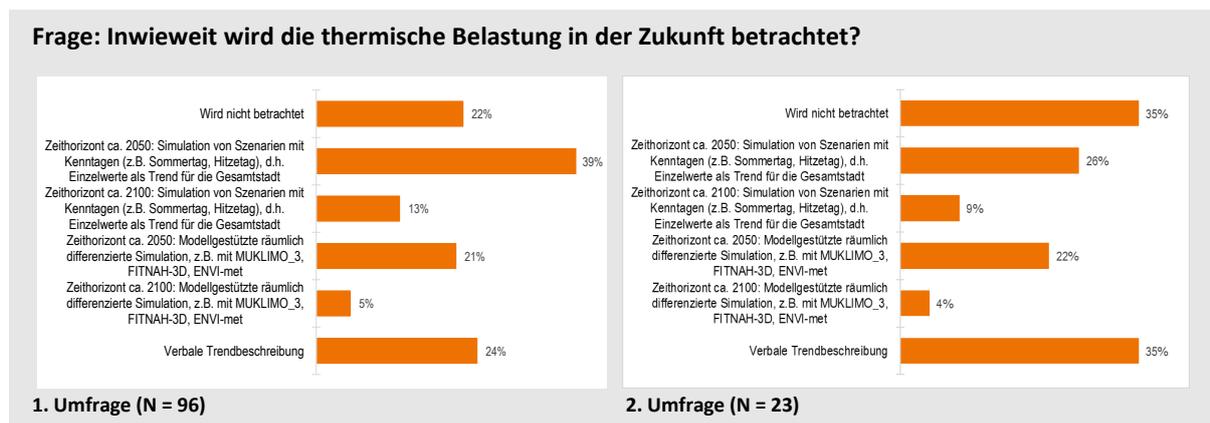


Abbildung 64: Inwieweit wird die thermische Belastung in der Zukunft betrachtet?

Auf die Frage, inwieweit die thermische Belastung in der Zukunft betrachtet wird, antworteten die Befragten der ersten Umfrage vornehmlich, dass im Zeithorizont bis ca. 2050 thermische Belastung durch die Simulation von Szenarien mit Kenntagen, d.h. Einzelwerten als Trend für die Gesamtstadt, berücksichtigt wird. Zudem findet bei 24% der Befragten eine verbale Trendbeschreibung statt; mit Blick auf die zweite Befragung sogar bei 35% der Antwortenden. Ebenfalls gaben 22% bzw. 35% an, dass die thermische Belastung in der Zukunft nicht betrachtet wird.

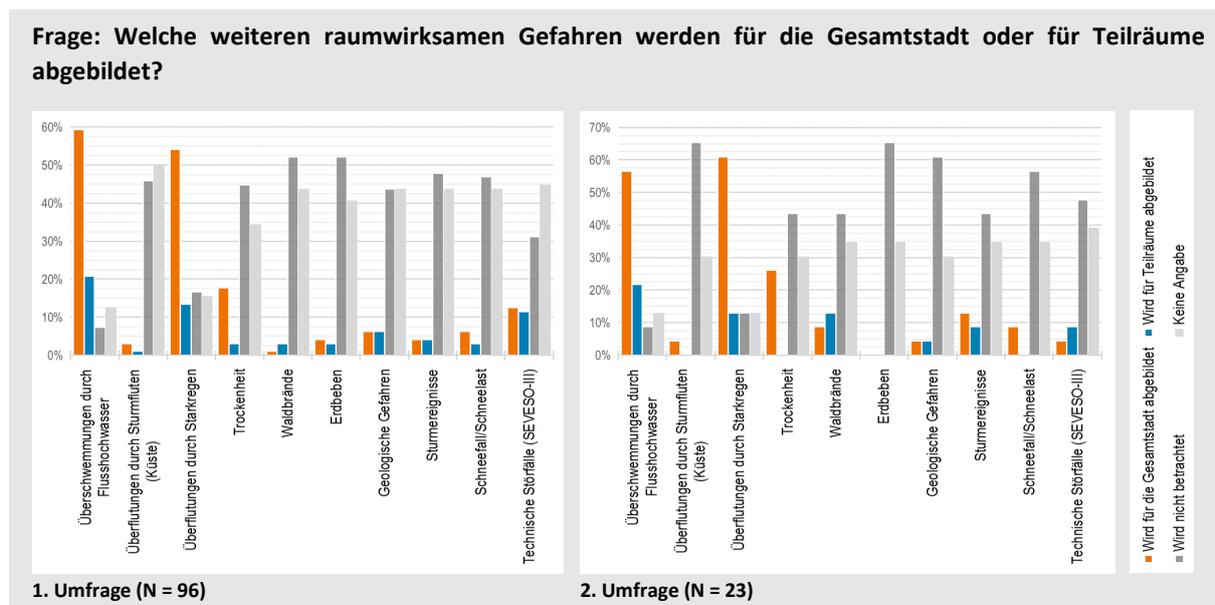


Abbildung 65: Welche weiteren raumwirksamen Gefahren werden für die Gesamtstadt oder für Teilräume abgebildet?

Mit Blick auf die Frage, welche raumwirksamen Gefahren für die Gesamtstadt oder für Teilräume abgebildet werden, gaben in der ersten Befragung 59% an, dass die Gefahren von Überschwemmungen durch Flusshochwasser für die Gesamtstadt dargestellt werden. Ebenfalls werden auf gesamtstädtischer Ebene häufig Gefahren durch Überflutungen durch Starkregen abgebildet. Auf Ebene der Teilräume findet laut den Befragten eine Betrachtung von raumwirksamen Gefahren kaum statt; wenn Gefahren betrachtet werden, so sind dies überwiegend Gefahren wie Überschwemmungen durch Flusshochwasser, Überflutungen durch Starkregen sowie technische Störfälle. Insgesamt gab die Mehrheit der Antwortenden bei allen aufgelisteten Gefahren an, dass – mit Ausnahme bei „Überflutung durch Starkregen“ – keine Abbildung für die Gesamtstadt oder Teilräume erfolgt. Ganz ähnliche Ergebnisse lieferte auch die zweite Umfrage.

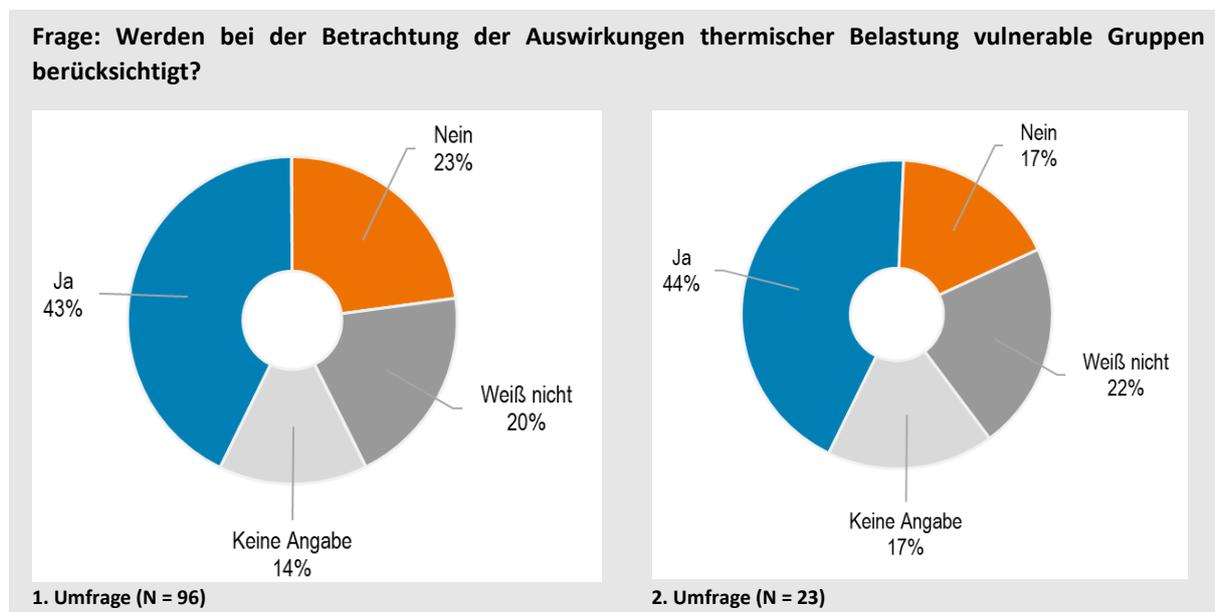


Abbildung 66: Werden bei der Betrachtung der Auswirkungen thermischer Belastung vulnerable Gruppen berücksichtigt?

Im Befragungsschwerpunkt zu den Datengrundlagen und Konzepten – Vulnerabilität wurde in beiden Umfragen die Frage nach der Berücksichtigung von vulnerablen Gruppen bei der Betrachtung der Auswirkungen thermischer Belastung gestellt. Die Antworten fielen in beiden Umfragen sehr ähnlich

aus. Die Mehrheit (43 bzw. 44 %) der Befragten gaben an, dass vulnerable Gruppen Berücksichtigung finden, die Antwortmöglichkeiten „Nein“ und „Weiß nicht“ wurden vergleichsweise häufig angegeben: 14 bzw. 17% der Befragten gaben zu dieser Frage keine Antwort.

Frage: Welche Indikatoren werden zur Abbildung der Vulnerabilität der Bevölkerung gegenüber thermischer Belastung genutzt?

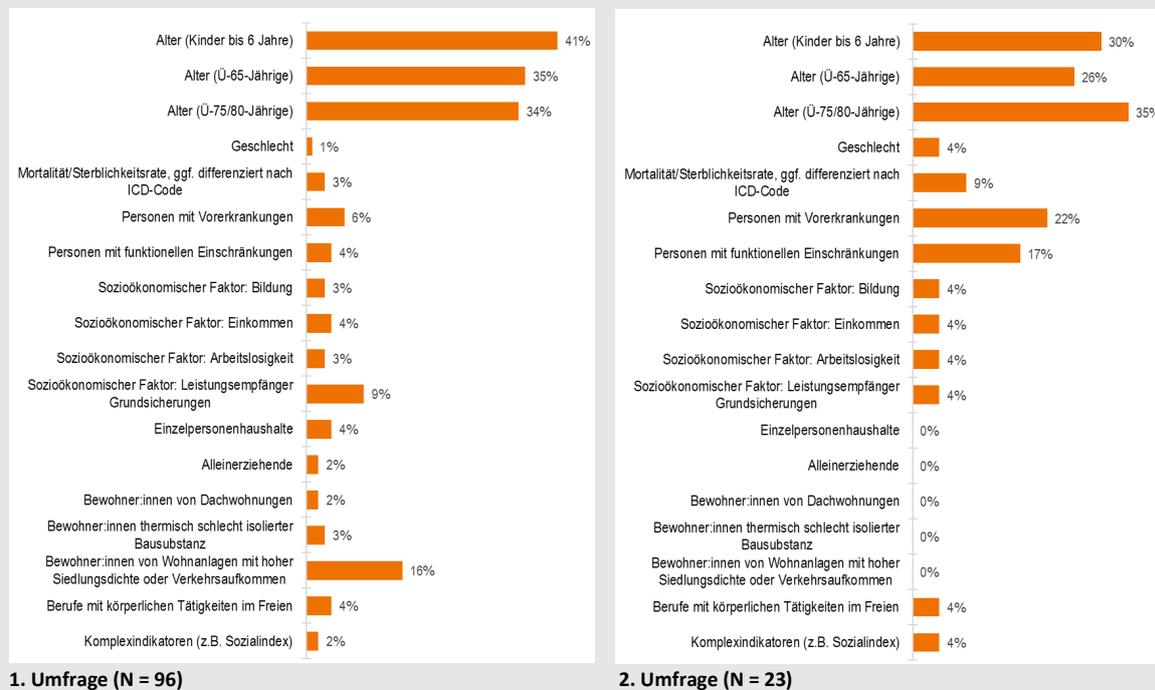


Abbildung 67: Welche Indikatoren werden zur Abbildung der Vulnerabilität der Bevölkerung gegenüber thermischer Belastung genutzt?

Zur Abbildung der Vulnerabilität der Bevölkerung gegenüber thermischer Belastung wird als Indikator überwiegend das Alter mit der Differenzierung zwischen Kinder bis 6 Jahre, über 65-Jährige und über 75/80-Jährige herangezogen. In der zweiten Umfrage wurden zudem zu 22% Personen mit Vorerkrankungen als Indikator benannt. Am seltensten werden laut Umfrage Alleinerziehende sowie Bewohner:innen von Dachwohnungen berücksichtigt. Aus den Zusatzantworten geht hervor, dass in vielen Städten solche Indikatoren noch nicht definiert worden sind, die Erarbeitung aber angedacht ist.

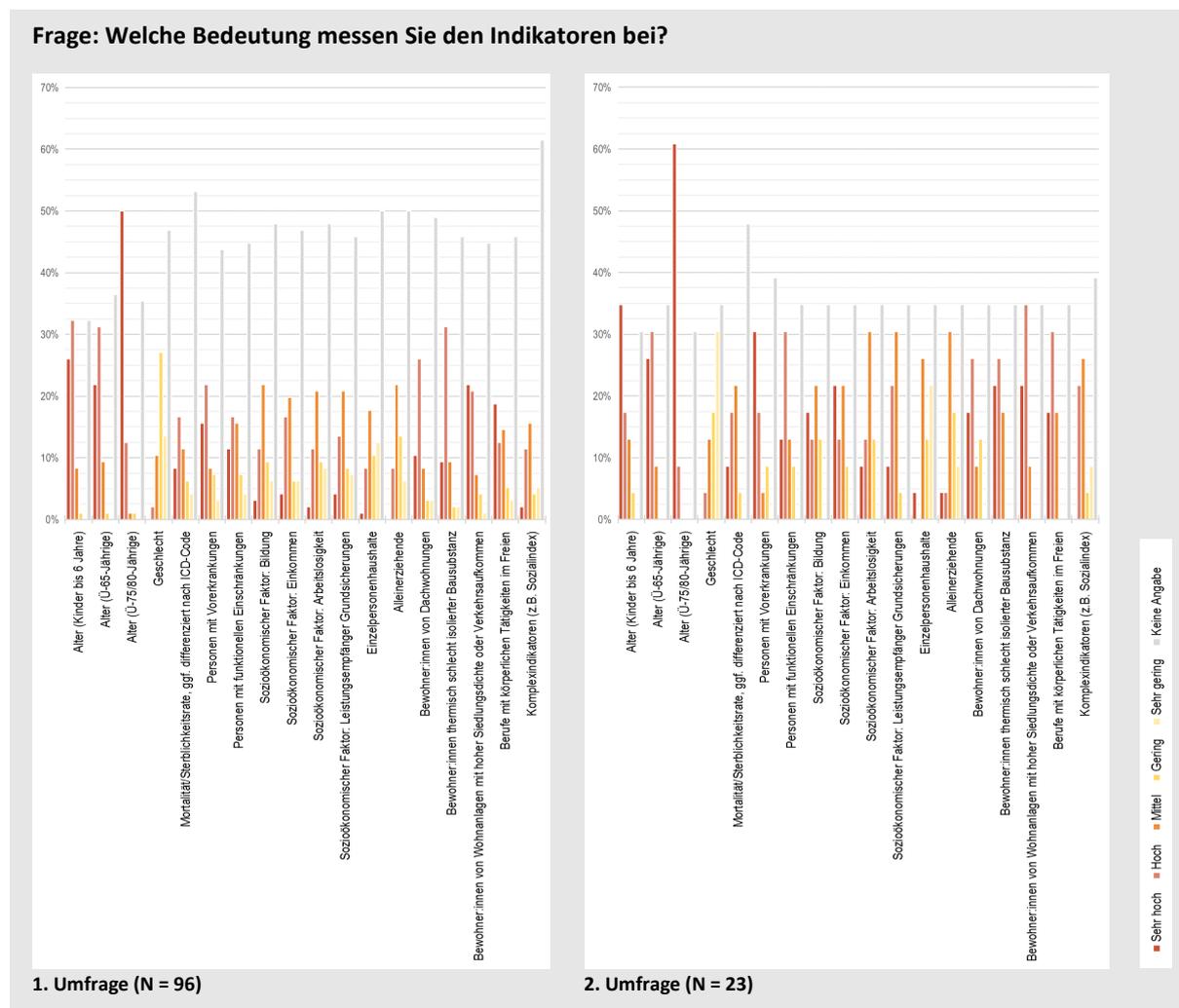


Abbildung 68: Welche Bedeutung messen Sie den Indikatoren bei?

Auch mit Blick auf die Bedeutung der Indikatoren, sticht der Indikator „Alter“ mit seiner Unterscheidung zwischen Kinder bis 6 Jahre, über 65-Jährige sowie über 75/80-Jährige hervor. Diesen Indikatoren wird in beiden Umfragen überwiegend eine hohe bis sehr hohe Bedeutung zugesprochen. Ebenfalls werden die Indikatoren „Bewohner:innen thermisch schlecht isolierter Bausubstanz“, „Bewohner:innen von Wohnanlagen mit hoher Siedlungsdichte oder Verkehrsaufkommen“ sowie „Berufe mit körperlicher Tätigkeit im Freien“ als weitere Indikatoren mit einer hohen bis sehr hohen Bedeutung angesehen. Das Geschlecht beurteilen die Befragten hingegen weitestgehend als Indikator mit einer geringen bis sehr geringen Bedeutung zur Abbildung der Vulnerabilität. Insgesamt fällt auf, dass weitestgehend über die Hälfte der Befragten zu dieser Frage keine Angaben machte.

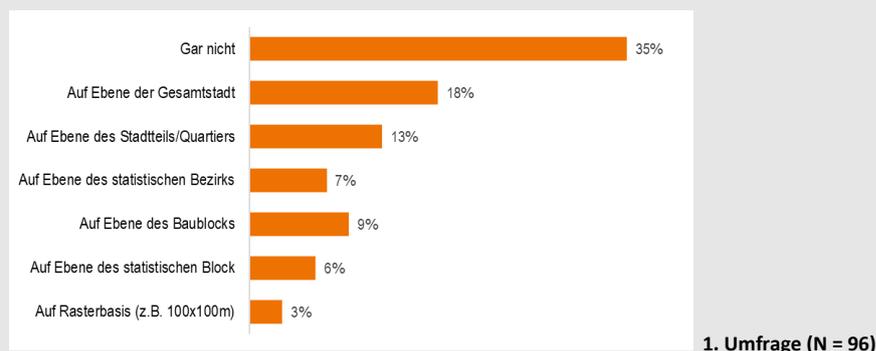
Frage: Wie bilden Sie die Situation vulnerabler Gruppen kartographisch ab?

Abbildung 69: Wie bilden Sie die Situation vulnerabler Gruppen kartographisch ab?

Auf die Frage, wie die Situation vulnerabler Gruppen kartographisch abgebildet wird, gab mit 35% die Mehrheit der Befragten an, dass keine Abbildung erfolgt. Bei 18% der Befragten erfolgt die Abbildung über die Ebene der Gesamtstadt, bei 13% auf Ebene des Stadtteils oder des Quartiers. Als zusätzliche Antworten wurden Punktinformationen zu stationären Einrichtungen, eigene Planungsräume sowie Klimatope genannt.

Frage: Wird bei vulnerablen Bevölkerungsgruppen auf spezifische Aspekte der Vulnerabilität eingegangen? So bspw. bei der thermischen Belastung auf ...

Abbildung 70: Wird bei vulnerablen Bevölkerungsgruppen auf spezifische Aspekte der Vulnerabilität eingegangen?

Hinsichtlich der Frage, ob bei vulnerablen Bevölkerungsgruppen auf spezifische Aspekte der Vulnerabilität eingegangen wird, antworteten 27 bzw. 26% der Befragten, dass mit Blick auf die thermische Belastung die Empfindlichkeit spezifischer Bevölkerungsgruppen berücksichtigt wird. In der ersten Umfrage wurde zusätzlich von 23% der Antwortenden die Stärke der Exposition als ein weiterer spezifischer Aspekt genannt. Die Zusatzantworten greifen als weitere Aspekte Hilflosigkeit sowie Klimabetroffenheit, im Sinne besonderer Anpassungsbedarfe auf. Außerdem wurde durch die Zusatzantworten sichtbar, dass dieses Thema in viele Städten noch keine Behandlung erfährt.

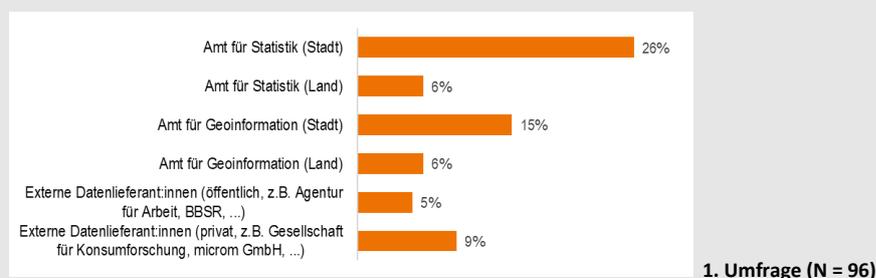
Frage: Wer stellt diese Daten zur Verfügung?

Abbildung 71: Wer stellt diese Daten zur Verfügung?

Daten zur Vulnerabilität werden laut Befragung am häufigsten von Amt für Statistik der Städte zur Verfügung gestellt. Aber auch über das Amt für Geoinformatik der Städte gelangen die Befragten an die nötigen Datengrundlagen. Mit neun Prozent stellen private externe Datenlieferant:innen die dritthäufigste Anlaufstelle für Daten dar. Als zusätzliche Antworten wurden genannt: Regionalverband, Kreisverwaltung, Amt für Umweltschutz, ressourcenübergreifende städtische AG, DWD.

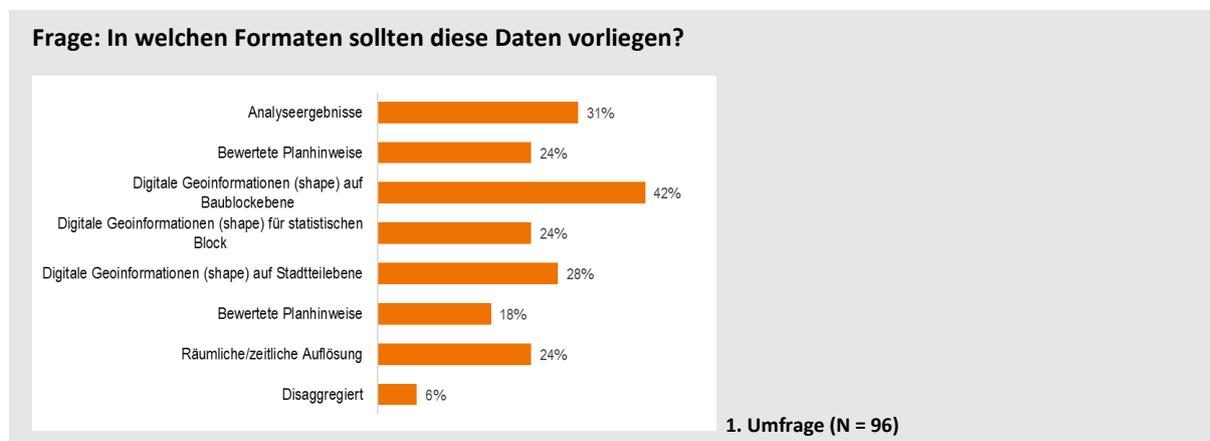


Abbildung 72: In welchen Formaten sollten diese Daten vorliegen?

Auf die Frage, in welchen Formaten die Daten vorliegen sollen, gaben 42% Befragten an, dass es wünschenswert sei, wenn die Daten als digitale Geoinformationen in Form von Shapes auf Baublockebene vorliegen würden. Weiter wurden mit 31% die Analyseergebnisse gewählt sowie mit 28% die digitalen Geoinformationen (Shapes) auf Stadtteilebene. Als Zusatzantwort wurde die Aufbereitung in Form von Indikatoren genannt.

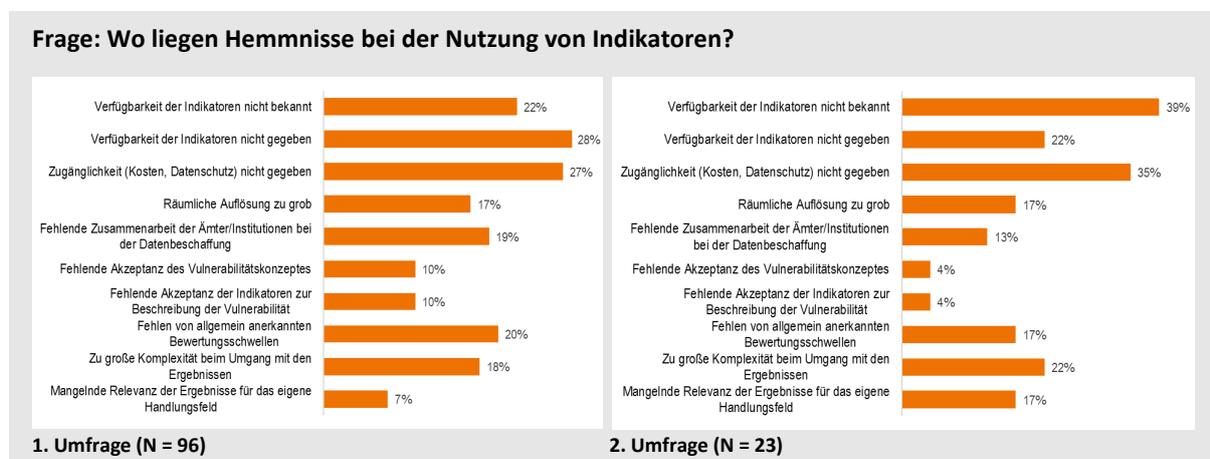


Abbildung 73: Wo liegen Hemmnisse bei der Nutzung von Indikatoren?

Mit Blick auf die Hemmnisse bei der Nutzung von Indikatoren gaben in der ersten Umfrage 28% als meistgenanntes Hemmnis die nicht gegebene Verfügbarkeit der Indikatoren an. In der zweiten Umfrage wurde diese Antwortmöglichkeit von 22% der Befragten gewählt. Am zweithäufigsten wurde im Rahmen der ersten sowie der zweiten Umfrage als Hemmnis die nicht gegebene Zugänglichkeit aufgrund von Kosten oder Datenschutzgründen genannt. In der zweiten Umfrage belegt das Unwissen über die Verfügbarkeit der Indikatoren den ersten Platz der Hemmnisse. Die Zusatzantworten nennen v.a fehlende personelle Ressourcen.

Frage: Welche formellen und informellen Instrumente nehmen Bezug auf die thermische Belastung bzw. auf Maßnahmen zur Anpassung an diese? Werden gegenüber der thermischen Belastung besonders vulnerable Bevölkerungsgruppen spezifisch berücksichtigt?

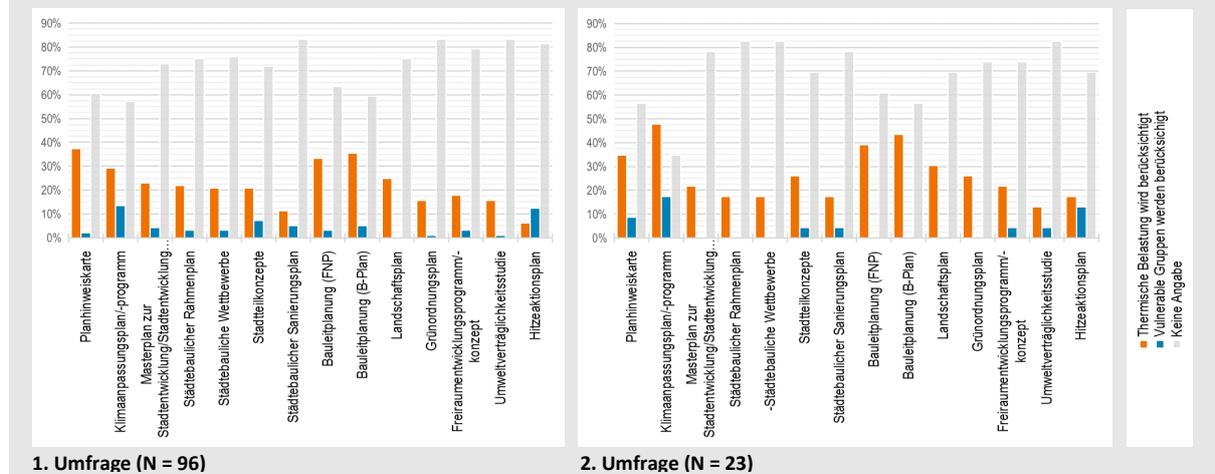


Abbildung 74: Welche formellen und informellen Instrumente nehmen Bezug auf die thermische Belastung bzw. auf Maßnahmen zur Anpassung an diese?

Zu den formellen und informellen Instrumenten, die Bezug zur thermischen Belastung bzw. auf Maßnahmen zur Anpassung an diese nehmen, machten die meisten Teilnehmenden keine Angaben. Wurde eine Antwort gegeben, so gab der größte Teil an, dass die thermische Belastung in Planhinweiskarten und der Bauleitplanung durch Bebauungspläne sowie Flächennutzungspläne berücksichtigt wird. Auf vulnerable Gruppen wird in den bisherigen formellen und informellen Instrumenten nur wenig Bezug genommen; laut den Befragten in wenigen Fällen in Klimaanpassungsplänen und -programmen sowie in Hitzeaktionsplänen. Auch in der zweiten Umfrage konnten ganz ähnliche Ergebnisse verzeichnet werden. Hier wurden im Unterschied zur ersten Umfrage die Klimaanpassungspläne und -programme verstärkt als Instrument zur Berücksichtigung der thermischen Belastung angegeben.

Frage: Für wie relevant schätzen sie die Instrumente für die Anpassung an die Klimawandelfolgen (thermische Belastung) ein?

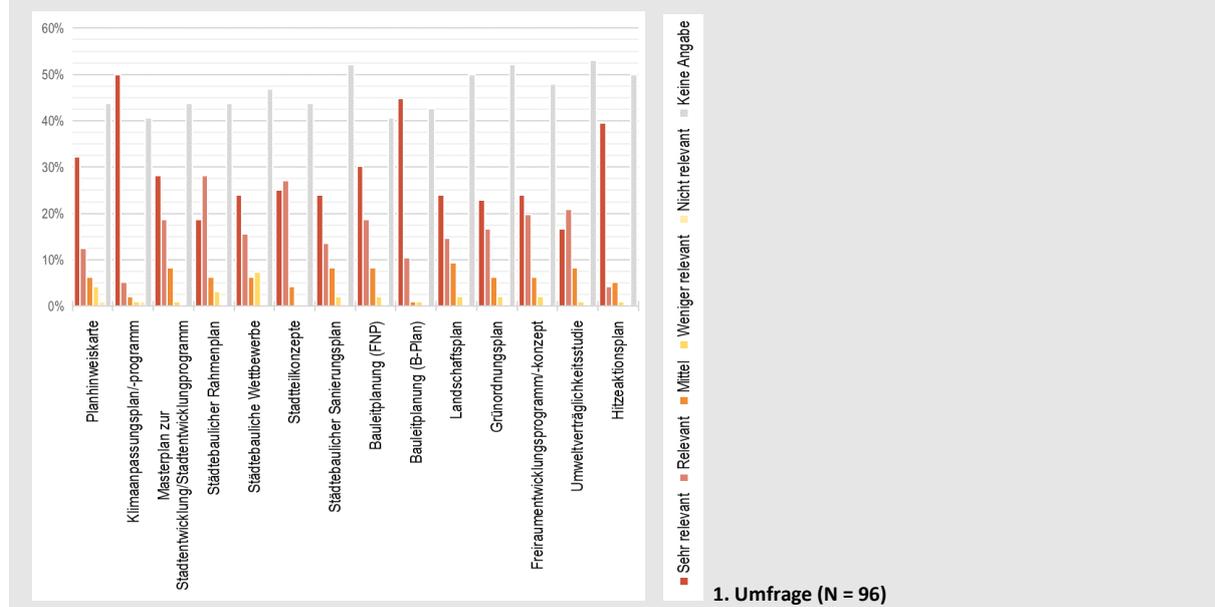


Abbildung 75: Für wie relevant schätzen sie die Instrumente für die Anpassung an die Klimawandelfolgen (thermische Belastung) ein?

Bei der Einschätzung der Relevanz der Instrumente für die Anpassung an die Klimawandelfolgen, schätzt ein Großteil der Befragten v.a. die Klimaanpassungspläne und -programme, die Bauleitplanung mit Blick auf Bebauungspläne sowie die Hitzeaktionspläne als sehr relevant ein. Die restlichen Instrumente werden auch überwiegend als sehr relevant bzw. relevant eingeschätzt.

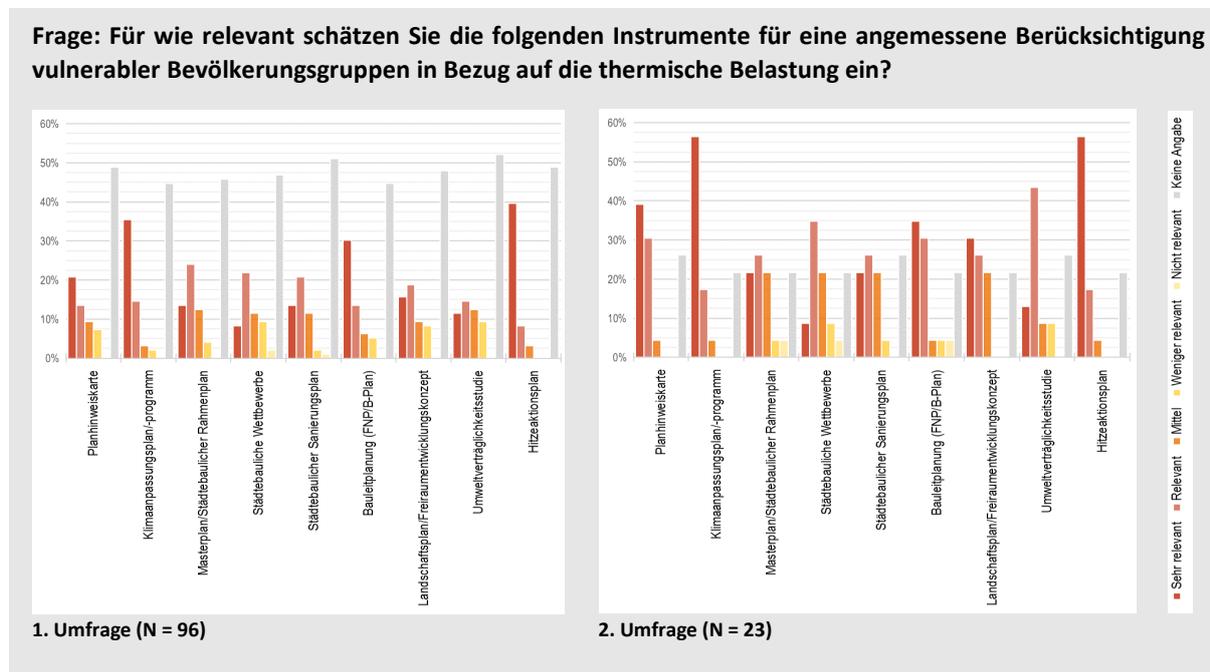


Abbildung 76: Für wie relevant schätzen Sie die folgenden Instrumente für eine angemessene Berücksichtigung vulnerabler Bevölkerungsgruppen in Bezug auf die thermische Belastung ein?

Auf die Frage, für wie relevant bestimmte Instrumente für eine angemessene Berücksichtigung vulnerabler Gruppen in Bezug auf die thermische Belastung eingeschätzt werden, machten im Rahmen der ersten Umfrage größtenteils 50% der Befragten keine Angabe. Die ausgefüllten Fragebögen schreiben vorrangig den Klimaanpassungsplänen- und -programmen, der Bauleitplanung sowie den Hitzeaktionsplänen eine sehr hohe Relevanz zu. In der zweiten Umfrage wurden zusätzlich noch die Planhinweiskarten als sehr relevant eingestuft. Insgesamt wurden in der zweiten Umfrage häufiger mehr Instrumente als sehr relevant bzw. relevant eingestuft als in der ersten Umfrage. Als Zusatzantworten wurden städtebauliche Verträge und politische Beschlüsse genannt.

Auf Grund der geringen Beteiligung an den beiden Umfragen können die Ergebnisse nicht verallgemeinert werden. Vielmehr bilden sie exemplarische Aspekte ab. Telefonische Hinweise einiger Befragter deuten darauf hin, dass der Aufwand zur Beantwortung der Fragen (der ersten Befragung) zu groß gewesen sei. Abgesehen von der Anzahl der zu beantwortenden Fragen fiel es offensichtlich schwer, die Fragen ohne weitere Einbindung anderer Fachstellen zu beantworten. Der Aufwand hierfür war einfach zu groß. Eine mögliche Interpretation seitens des Forschungsnehmers ist, dass gerade eine Zusammenführung und Verknüpfung von Daten aus unterschiedlichen Fachstellen (Statistik, Umwelt, Stadtplanung, Klima) keine geübte Praxis in vielen Kommunen darstellt.

Analyse exemplarischer Fallstudien zum Einsatz von Instrumenten mit Komponenten der Vulnerabilitätsanalyse bzw. verwandter Konzepte

Um den Einsatz von Instrumenten mit Komponenten von Vulnerabilitätsanalysen bzw. verwandten Konzepten in Deutschland beispielhaft zu untersuchen wurden neun Fallstudienstädte betrachtet.

Aufgrund des exemplarischen Charakters der Fallstudien wurde eine Internetrecherche durchgeführt, um ausgehend von bereits umgesetzten Verfahren mit unterschiedlichen Planungsinstrumenten (mit Vulnerabilitätskomponente) Kommunen als mögliche Fallstudienstädte zu erfassen. Kriterien zur Erfassung der exemplarischen Fallstudienstädte waren dabei:

1. Räumlich differenzierte Klimaanalyse zur thermischen Belastung/Klimaanpassungskonzept/o-ä. vorhanden
2. Kleinräumige Daten zur Vulnerabilität der Bevölkerung vorhanden
3. Sozialökologische Indikatoren ohne Instrumentenbezug verfügbar
4. Verwundbarkeitsanalyse zur thermischen Belastung, z. B. Stadtklimaanalyse, Klimaanpassungskonzept
5. Instrumente der räumlichen Planung mit Verwundbarkeitskomponente, z. B. STEP, ISEK, Masterplan etc.
6. Sonstige Instrumente mit Verwundbarkeitskomponente, z. B. Hitzeaktionsplan, Umweltgerechtigkeitskonzept etc.

Aus der Internetrecherche resultierend wurden die Städte Berlin (B), Erfurt (EF), Freiburg im Breisgau (FR), Kassel (KS), Leipzig (L), Mannheim (MA), Osnabrück (OS), Reutlingen (RT), Wiesbaden (WI) und Worms (WO) als Fallstudien untersucht. Für die vertiefte Analyse der Fallstudien wurden zudem Interviews mit Vertreter:innen der Fallstudienstädte durchgeführt.

Da in den Städten sich der Begriff der Vulnerabilität unterschiedlich definiert, orientiert sich die Auswertung der Fallstudienstädte nicht an den Begrifflichkeiten der jeweiligen Studien, sondern an einer Einstufung nach Birkmann et al. 2013. Damit solle eine Vergleichbarkeit zwischen den Städten hergestellt werden. Neben der Vulnerabilität wurden auch ähnliche Aspekte, wie bspw. die Klimagerechtigkeit betrachtet.

Das Konzept zur Vulnerabilität stützt sich nach Birkmann et al. 2013 auf drei Bausteine:

- Sensitivität bzw. Empfindlichkeit
- Bewältigungskapazität (unmittelbare Belastungsreduktion)
- Mittel- und langfristige Anpassungskapazität

Bei Betrachtung der Veränderung der heißen Tage und Tropennächte in den Fallstudienstädten wird deutlich, dass diese teilweise schon heute von starken Hitzebelastungen betroffen sind. Diese Belastung wird auch zukünftig weiter zunehmen. Die Abbildung 77 und Abbildung 78 werfen einen Blick auf die heißen Tage und Tropennächte im Jahr 2021 und stellen dar, inwieweit sich diese bis zum Ende des 21. Jahrhunderts verändern werden.

Mit insgesamt heute schon neun heißen Tagen pro Jahr und einem voraussichtlichen Anstieg um 6,8 Tagen liegt Mannheim an der Spitze der untersuchten Städte. Die Stadt Worms verzeichnete 2021 8,7 heiße Tage. Diese werden bis zum Ende des 21. Jahrhunderts aller Voraussicht nach um 6,5 Tage pro Jahr ansteigen. Ein deutlicher Anstieg wird auch für Wiesbaden prognostiziert (+5,1), im Vergleich zu 7,3 heiße Tage 2021. Die Karten verdeutlichen, dass sich die am stärksten durch Zunahme von Hitzetagen belasteten Regionen in Deutschland im Rhein-Main-Gebiet, bzw. entlang der Rheinschiene konzentrieren. Eine Zunahme um jeweils 4,5 heiße Tage wird für drei der untersuchten Städte

prognostiziert. Diese sind Freiburg im Breisgau mit insgesamt 5,7 im Jahr 2021, Berlin mit 7,9 und Leipzig mit 7,5 heißen Tagen. Geringere Belastungen können in Osnabrück (4,5 / +3,0 heiße Tage), Reutlingen (1,9 / +2,9 heiße Tage) sowie Erfurt (4,3 / +02,8 heiße Tage) verzeichnet werden. Die Stadt mit den wenigsten heißen Tagen (2,9) ist Kassel, bis zum Ende des 21. Jahrhunderts werden diese lediglich um 2,0 zunehmen.

Mit Blick auf die Tropennächte ist die geringste prognostizierte Zunahme von 0,7 Tagen in Kassel verortet, wobei die Anzahl 2021 bei null Tropennächten lag. Auch in Osnabrück liegt die aktuelle Zahl der Tropennächte bei geringen 0,1 Tagen im Jahr. Die Zunahme soll bei 0,9 bis Ende des 21. Jahrhundert liegen. Ebenso wie Kassel wurden 2021 keine Tropennächte für Reutlingen und Erfurt erfasst, beiden wird jedoch eine Zunahme von 1,3 prognostiziert. Obwohl Wiesbaden bei den voraussichtlichen heißen Tagen unter den hier betrachteten Fallstudienstädten weit vorne liegt, liegen die derzeit Tropennächte bei 0,3 und die Prognose bei einer Zunahme um 1,8. Im Vergleich dazu sind bei den Spitzenreitern der heißen Tage Mannheim und Worms die Prognosen ebenso für die Tropennächte höher. 2021 gab es in Mannheim 0,5 dieser Nächte, eine Zunahme von 3,1 wird erwartet. Worms lag 2021 bei 0,4 Tropennächten und erwartet eine Zunahme von 2,8 bis Ende des 21. Jahrhunderts. Eine ähnliche Entwicklung wird für Freiburg mit einer Zunahme um 2,9 bei 0,2 Nächten im Jahr 2021 prognostiziert. Im Mittelfeld dazu liegen erneut Berlin mit 0,6 Tropennächten 2021 bei erwarteter Zunahme um 2,3 und Leipzig mit 0,2 Tropennächten 2021 und einer wahrscheinlichen Zunahme um 2,1 Tropennächte.

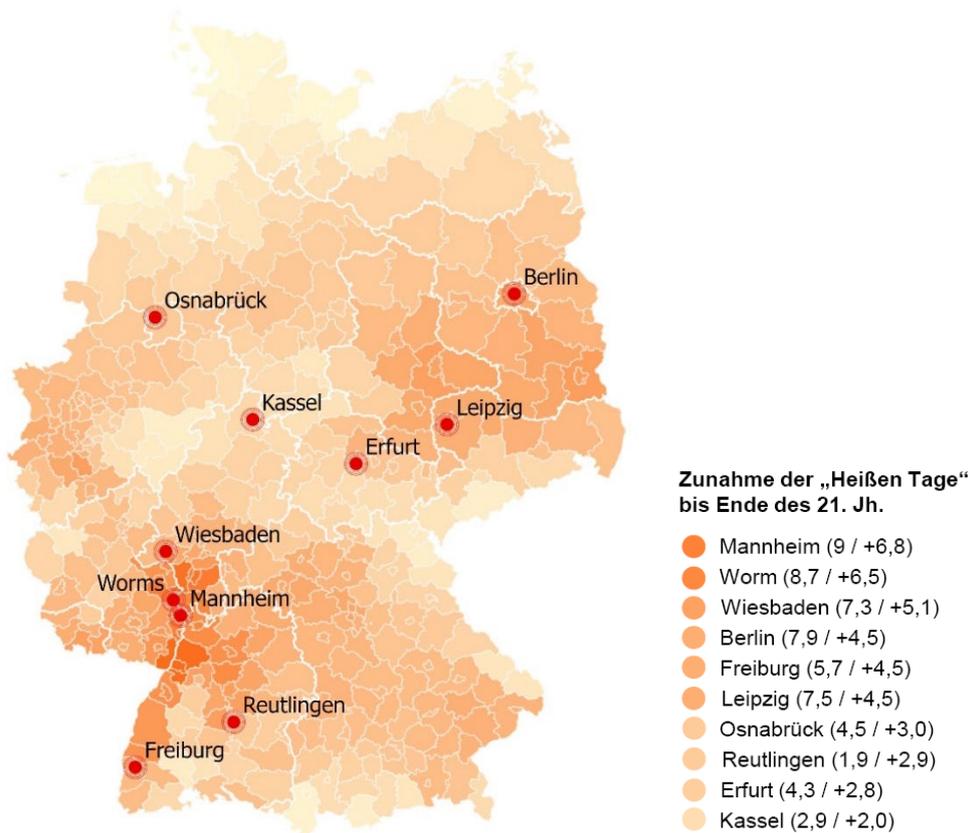


Abbildung 77: Anzahl und Veränderung der heißen Tage in den Fallstudienstädten

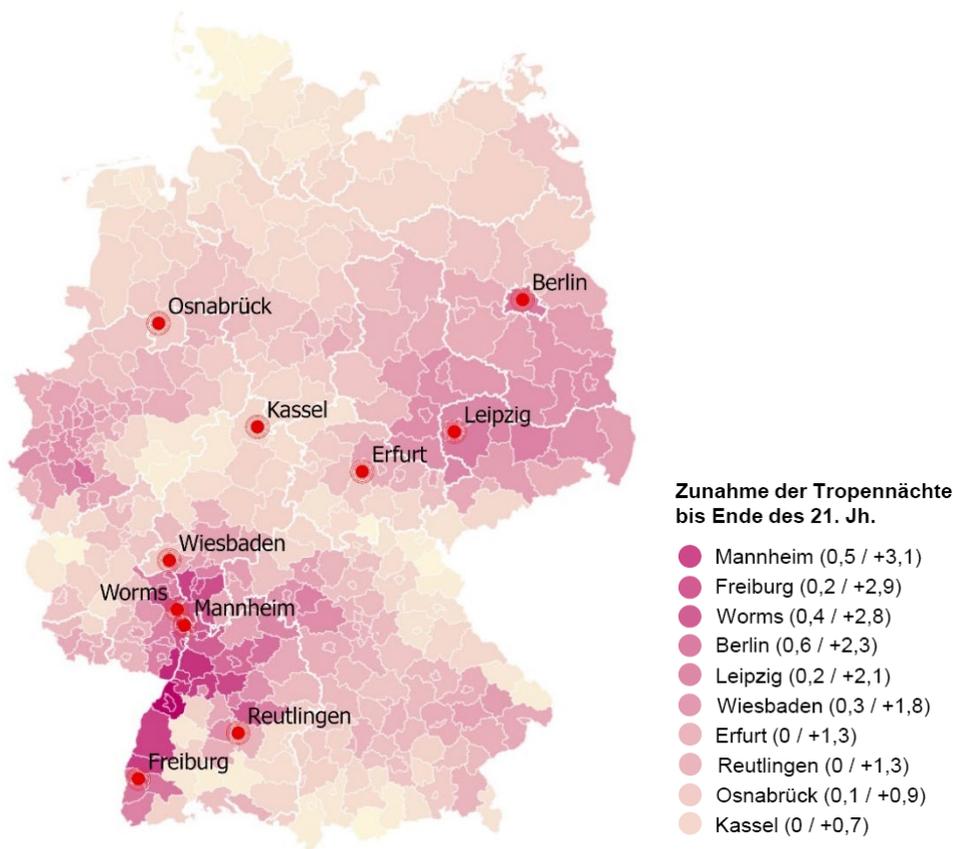


Abbildung 78: Anzahl und Veränderung der Tropennächte in den Fallstudienstädten

Anhand von Steckbriefen und Auswertungsrastern wurden die Fallstädte hinsichtlich ihrer Anwendung und Inhalte von Vulnerabilitätsanalysen untersucht. Diese finden sich in ausführlicher Form in einer Dokumentation. Nachfolgend sind die Zusammenfassungen der Steckbriefe dargelegt.

Berlin

Kenndaten zur Stadt

Berlin ist mit über 3,7 Mio. EW die bevölkerungsreichste und mit einer Gesamtfläche von 89.112 ha die flächengrößte Stadt Deutschlands (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 24.8.2022). Die Stadt hat eine positive Bevölkerungsentwicklung – im Jahr 2021 stieg die Einwohner:innenzahl um 16.241 EW im Vergleich zum Vorjahr. Mit einer Bevölkerungsdichte von 4.112 EW/km² ist Berlin nach München die am dichtesten besiedelte Stadt Deutschlands. (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 23.8.2022) 55% der Fläche wird als Siedlungsfläche genutzt, auf die Verkehrsflächen fällt 18% des Stadtgebiets. Vegetations- und Gewässerflächen nehmen insgesamt 24.214 ha des Stadtgebiets ein. Die Länge der Stadtgrenze beträgt 234 km. (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 22.8.2022)

Hitzeprofil der Stadt

Berlin gehört zu den wärmsten Regionen Deutschlands. Diese Regionen weisen die höchsten Temperaturen, die meisten Hitzetage sowie tropischen Nächte auf. Für diese Region ist der größte Zuwachs an heißen Tagen und tropischen Nächten zu erwarten (UBA 2021: 103f).

Die höchste Temperatur in Berlin wurde im Juni 2019 mit 38,6°C erreicht. In dem Zeitraum 1971-2000 traten im Jahr durchschnittlich acht bis zehn Hitzetage auf. 2020 wurde an 17 Tagen ein Temperaturwert über 30°C am Flughafen Tegel gemessen. Laut dem RCP4.5-Szenario ist eine Zunahme von zehn bis 14 heißen Tagen jährlich im Vergleich zum Normalwert 1971-2000 bis zum Jahr 2030 zu erwarten (DWD deutscher Klimaatlas).

Im Jahr 2020 wurde im Raum Berlin zwischen 450 und 550 mm Niederschlag gemessen. Die Normalwerte des Niederschlags in dem Zeitraum 1971-2000 liegen zwischen 550 und 600 mm von zehn bis 14 Hitzetagen bis zum Jahr 2060 (DWD 24.8.2022).

Analysierte Programme, Konzepte und Pläne

- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, 2016: Stadtentwicklungsplan Klima. KONKRET. Klimaanpassung in der Wachsenden Stadt. Berlin.
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Berlin, 2019a: Monitoring soziale Stadtentwicklung Langfassung. Berlin.
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Berlin, 2019b: Monitoring soziale Stadtentwicklung Kurzfassung. Berlin.
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen, 18.3.2022: Umweltatlas. Zugriff: <https://www.berlin.de/umweltatlas/>.
- Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, 2019: Basisbericht Umweltgerechtigkeit. Grundlagen für die sozialräumliche Umweltpolitik. Berlin.

Interviewpartnerin

Christina Koglin-Fanenbruck

Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz

Referat Umweltpolitik, Umweltförderung

Schlüsseldokument

Die Umweltgerechtigkeitskonzeption beinhaltet eine sozialräumlich orientierte Umweltbelastungsanalyse, die als Grundlage für integrierte Strategien und Maßnahmen in den Sektoren Stadtentwicklung, Städtebau, Umwelt und Gesundheit dient.

Wesentliche Ergebnisse

- Rahmen der Durchführung der Vulnerabilitätsanalyse: Umweltgerechtigkeitskonzeption
- Erfasste und verarbeitete Daten zur thermischen Belastung im Kontext der Vulnerabilitätsanalyse: Tag-Situation (Ist-Zustand und mehrere Szenarien)
- Erfassung und Verarbeitung der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Bioklimaindikatoren und Hot-Spots
- Räumliche Auflösung der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Rastern und statistischen Einheiten
- Erfasste und verarbeitete Indikatoren im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Sensitivität und Bewältigungskapazität im Ist-Zustand
- Verarbeitete und verortete Indikatoren (Gruppen) mit Blick auf die Vulnerabilität: Bevölkerungsdichte, Mehrfachbelastungen, Hot-Spots, Sozialindex, Grünversorgung
- Erfassung und Verarbeitung der Vulnerabilität der Bevölkerung: Statistische Einheiten, die Bewertungsschwellen basieren auf einer statistischen Herleitung basierend auf dem lokalen Wertenniveau in Anlehnung an VDI 3785 Blatt 1 o.ä.
- Verknüpfung der Indikatoren der thermischen Belastung mit Indikatoren der Sensitivität, Bewältigungs- und Anpassungskapazität: Überlagerung

Erfurt

Kenndaten zur Stadt

Erfurt liegt im Zentrum Deutschlands am südlichen Rand des Thüringer Beckens, im weiten Tal der Gera. In Erfurt leben 214.174 Menschen, wovon die Mehrheit zwischen 25 und 45 Jahre alt ist. Die Bevölkerungsdichte beträgt 794 EW/km². Die Stadt dehnt sich über eine Gesamtfläche von knapp 27.000 ha aus und gliedert sich in 53 Stadtteile. Die meiste Fläche fällt dabei auf Landwirtschafts- und Grünflächen – diese betragen 16.457 bzw. 4.422 ha. Die Wohnflächen erstrecken sich insgesamt über 1.360 ha. Innerhalb der Stadt beträgt der Höhenunterschied 272 m. Der höchste Punkt liegt mit 430 m ü. NN im Südosten der Stadt, der tiefste Punkt befindet sich im Norden mit einer Höhe von 158 m ü. NN. Der große Höhenunterschied ist der Lage an dem Übergang vom Thüringer Becken zum Vorland des Thüringer Waldes geschuldet. (Landeshauptstadt Erfurt 24.08.2022)

Hitzeprofil der Stadt

Erfurt zählt zu den wärmsten Städten in Thüringen mit einer Jahresmitteltemperatur von 10,5°C in der Kernstadt. Die Kernstadt befindet sich in einer Kessellage, weshalb sich die Temperaturen zum Teil von den Stadtrandgebieten deutlich unterscheiden und die Anzahl der Sommer- und Hitzetage höher liegt. Im Sommer 2018 wurden in der Kernstadt 51 Hitzetage aufgezeichnet, in dem Umland kamen Hitzetage im selben Jahr 17-mal vor. 2020 handelte es sich bei sechs bis zwölf Tagen um heiße Tage, bei dem Bezugszeitraum 1971-2000 werden vier bis sechs Tage in Erfurt als heiße Tage angezeigt. Die Anzahl der Hitzetage und tropischer Nächte wird laut DWD zukünftig überdurchschnittlich stark ansteigen. Laut dem RCP4.5-Szenario wird die Anzahl der Hitzetage bis zum Jahr 2100 um bis zu 18 Tage zunehmen. (DWD 24.8.2022)

Analysierte Programme, Konzepte und Pläne

- Landeshauptstadt Erfurt, 2018: Klimagerechtes Flächenmanagement der Landeshauptstadt Erfurt. Gesamtstädtische Klimaanalyse mit Bewertungskatalog, Planungsempfehlungen und Integration der zukünftigen baulichen sowie klimatischen Veränderungen. Erfurt.
- Landeshauptstadt Erfurt, 2020: Sozialstrukturatlas 2020 zur Beschreibung der Lebenslagen der Erfurter Bevölkerung. Erfurt.

Interviewpartner

Guido Spohr

Stadt Erfurt, Umwelt- und Naturschutzamt

Schlüsseldokument

Die von der Stadt Erfurt initiierte gesamtstädtische Klimaanalyse hat die Aufgabe, die Auswirkungen des prognostizierten Klimawandels und die Veränderungen in der Bebauungsstruktur zu detektieren und für die Klimaanpassung relevante Planungshinweise und Anpassungsmaßnahmen daraus abzuleiten.

Wesentliche Ergebnisse

- Rahmen der Durchführung der Vulnerabilitätsanalyse: Klimaanpassungskonzept
- Erfasste und verarbeitete Daten zur thermischen Belastung im Kontext der Vulnerabilitätsanalyse: Tag/Nacht-Situation (Ist-Zustand), integriert über Klimatope/Überwärmungsbereiche
- Erfassung und Verarbeitung der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Klimatop/Überwärmungsbereich, Bioklimaindikator, Nächtliche Lufttemperatur

- Räumliche Auflösung der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Raster, Klimatop
- Bewertungsschwellen der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Herleitung aus Fachliteratur, Akteursbasierte Vereinbarung
- Erfasste und verarbeitete Indikatoren im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Sensitivität
- Verarbeitete und verortete Indikatoren (Gruppen) mit Blick auf die Vulnerabilität: Bevölkerungsdichte, Alterskohorten Kinder u6 und Ältere ü65
- Erfassung und Verarbeitung der Vulnerabilität der Bevölkerung: Statistische Einheit – Bewertungsschwellen: Normativ, Statische Herleitung basierend auf dem lokalen Wertenniveau in Anlehnung an VDI 3785 Blatt 1 o.ä.
- Verknüpfung der Indikatoren der thermischen Belastung mit Indikatoren der Sensitivität, Bewältigungs- und Anpassungskapazität: Matrix

Freiburg im Breisgau

Kenndaten zur Stadt

Die Stadt Freiburg im Breisgau liegt auf 278 m ü. NN und ist mit ca. 231.000 EW in 28 Stadtteilen und einer Fläche von rund 153 km² die viertgrößte Stadt in Baden-Württemberg. Freiburg liegt an der Dreisam und befindet sich im Übergang von der Rheinebene zum Schwarzwald. Der Höhenunterschied innerhalb der Stadtfläche beträgt über 1.000 m. Von den 15.307 ha werden rund 10.000 ha von Wald und landwirtschaftlichen Nutzflächen eingenommen. Hinzu kommen 1.645 ha Wohnflächen, 1.469 ha Verkehrsflächen, 730 ha Industrie- und Gewerbeflächen sowie 670 ha Fläche für Sport, Freizeit und Erholung. (Stadt Freiburg im Breisgau 24.8.2022)

Hitzeprofil der Stadt

Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 9,8°C (1971-2000) und wird im Zeitraum von 2021 bis 2025 auf 11,1°C ansteigen (Stadt Freiburg im Breisgau 24.8.2022). Freiburg gehört zu den wärmsten Regionen in Deutschlands. Bezogen auf die Klimaraumtypen der Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 gehört Freiburg zum Klimaraumtyp „Wärmste Region“. Dieser weist die „höchsten mittleren Temperaturen und meisten Hitzetage und tropischen Nächte in Deutschland auf“ (UBA 2021: 103f). Daneben ist mit dem größten Zuwachs an heißen Tagen und Tropennächten in Deutschland zu rechnen. Gleichzeitig kann der mittlere Niederschlag im Winter relativ stark zunehmen (ebd.: 103f). Die Anzahl der heißen Tage (>30 °C) liegt bei 21 bis 24 Tagen seit dem Jahr 2000. Der DWD Klimaatlas (DWD 24.8.2022) gibt die Anzahl der heißen Tage für die Referenzperiode (1971-2000) mit 10-12 Tagen/Jahr an, für den Zeitraum 2023 bis 2100 werden für das RCP4.5-Szenario 22 bis 26 Tage angegeben.

Analysierte Programme, Konzepte und Pläne

- Stadt Freiburg im Breisgau (Hrsg.), 2019: Klimaanpassungskonzept. Ein Entwicklungskonzept für das Handlungsfeld „Hitze“. Freiburg i. Br..
- Stadt Freiburg im Breisgau (Hrsg.), 2018: Klimaanpassungskonzept. Ein Entwicklungskonzept für das Handlungsfeld „Hitze“. Maßnahmenplan. Freiburg i. Br..
- Stadt Freiburg im Breisgau, 2021a: Sozialbericht 2020. Freiburg i. Br..
- Stadt Freiburg im Breisgau, 2021b: Stadtbezirksatlas. Freiburg i. Br..
- Stadt Freiburg im Breisgau, 18.3.2022a: FR.ITZ Dashboards. Klicken + durchblicken: Stadtbezirks-Statistik anschaulich. Zugriff: <https://www.freiburg.de/pb/1700270.html>.
- Stadt Freiburg im Breisgau, 18.3.2022b: Sozialdatenatlas. Zugriff: <https://fritz.freiburg.de/sozialberichts atlas/produktiv/atlas.html>.

Schlüsseldokument

Das Klimaanpassungskonzept KLAK ist ein gesamtstädtisches Konzept zum Umgang mit den bestehenden und zukünftigen Hitzebelastung in Freiburg. Neben einer Klimanalyse für die Ist-Situation wird auch ein Klimaszenario für die zukünftige Temperaturentwicklung bis 2050 betrachtet. Die sich aus der Klimawirkung ergebende thermische Belastung wird im Hinblick auf die Betroffenheit der Siedlungs- und Freiraumstrukturen sowie der Bevölkerung einschließlich vulnerabler Gruppen betrachtet. Zudem wurde eine Strategie zusammen mit einem Maßnahmenkatalog zur Reduzierung/Beschränkung der aktuellen und zukünftigen Risiken erarbeitet. Zukünftige Siedlungsentwicklungen sind jedoch nicht im Klimaanpassungskonzept berücksichtigt.

Wesentliche Ergebnisse

- Rahmen der Durchführung der Vulnerabilitätsanalyse: Klimaanpassungskonzept
- Erfasste und verarbeitete Daten zur thermischen Belastung im Kontext der Vulnerabilitätsanalyse: Tag-Situation (Ist-Zustand, Szenario), Nacht-Situation (Ist-Zustand, Szenario), Tag/Nacht-Situation (Ist-Zustand)
- Erfassung und Verarbeitung der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Bioklimaindikator, Nächtliche Lufttemperatur
- Räumliche Auflösung der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Raster, Siedlungs- und Freiflächenstrukturtypen
- Bewertungsschwellen der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Herleitung aus Fachliteratur, Akteursbasierte Vereinbarung
- Erfasste und verarbeitete Indikatoren im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Sensitivität, Bewältigungskapazität (Ist-Zustand, Szenario)
- Verarbeitete und verortete Indikatoren (Gruppen) mit Blick auf die Vulnerabilität: Bevölkerungsdichte, Alterskohorte Kinder u6 und ü80, Empfindliche Einrichtungen, Hot-Spot/Komplexbildung, Erreichbarkeit von Freiräumen, Grünversorgung
- Erfassung und Verarbeitung der Vulnerabilität der Bevölkerung: Statistische Einheit, Siedlungsstrukturtyp – Bewertungsschwellen: Normativ, Statische Herleitung basierend auf dem lokalen Wertenniveau in Anlehnung an VDI 3785 Blatt 1 o.ä.
- Verknüpfung der Indikatoren der thermischen Belastung mit Indikatoren der Sensitivität, Bewältigungs- und Anpassungskapazität: Überlagerung, Matrix

Kassel

Kenndaten zur Stadt

Die Stadt Kassel liegt in Nordhessen im Kasseler Becken, nahe der niedersächsischen sowie thüringischen Grenze. In den vergangenen Jahren erlebte die Stadt einen Bevölkerungsrückgang und zählte im Jahr 2020 204.059 EW im Stadtgebiet. Der Altersdurchschnitt liegt dabei bei 42,7 Jahren. Die Stadt gliedert sich in 23 Stadtteile (Stadt Kassel 2021: 5). Die Gesamtfläche beträgt 106 km³ davon gehen 41,7% auf Siedlungsflächen und 13,6% auf Verkehrsflächen zurück. 36% der Stadt nehmen Wald- und Wasserflächen ein (Stadt Kassel 2022: 1).

Hitzeprofil der Stadt

Der mittlere Jahresdurchschnitt in den Jahren 1981-2010 betrug 9,1°C. Die Stadt verzeichnete in dem Jahr 2020 acht bis zehn heiße Tage (UBA 24.08.2022). In der Region wird es zukünftig vergleichsweise zu einem moderaten Temperaturanstieg kommen, die Temperaturextreme werden aber im Vergleich

zu den Küstenregionen deutlich häufiger vorkommen (UBA 2021: 103f). Laut dem RCP4.5-Szenario wird die Anzahl der Hitzetage zum Jahr 2060 um sechs bis zehn Tage zunehmen.

Der Jahresniederschlag betrug im Jahr 2020 zwischen 450 und 550 mm. Das durchschnittliche Jahresmittel in dem Zeitraum 1971-2000 lag zwischen 600 und 700 mm. Ein weiterer Rückgang der Niederschlagsmenge bei einer steigenden Häufigkeit der Extremwetterereignisse ist zu erwarten (DWD 24.8.2022).

Analysierte Programme, Konzepte und Pläne

- Böhme, Christa; Franke, Thomas; Preuß, Thomas, 2019: Umsetzung einer integrierten Strategie zu Umweltgerechtigkeit – Pilotprojekt in deutschen Kommunen; Abschlussbericht. Umwelt & Gesundheit, 02-2019. Kassel.
- Kreisausschuss des Landkreises Kassel (Hrsg.), 2018: Sozialatlas 2018. Landkreis Kassel. 4. Auflage. Kassel.
- Magistrat der Stadt Kassel (Hrsg.), 2020: Umweltgerechtigkeit. Umsetzung einer integrierten Strategie zu Umweltgerechtigkeit – Pilotprojekt in deutschen Kommunen. Forschung-Praxis-Projekt. Zwischenbericht. Kassel.
- Stadt Kassel – Umwelt- und Gartenamt, 2018: Zukunft Stadtgrün. Integriertes Stadtentwicklungskonzept. Integriertes städtebauliches Entwicklungskonzept (ISEK). Kassel.

Interviewpartnerin

Dr. Anja Starick, Umwelt- und Gartenamt

Schlüsseldokument

Die integrierte Strategie zur Umweltgerechtigkeit zielt darauf ab, das Handlungsfeld Umweltgerechtigkeit als strategische Verknüpfung von Umwelt und Gesundheit im Gesamtkontext der Stadtentwicklung zu etablieren und die ressortübergreifende Zusammenarbeit in dem Handlungsfeld auszubauen. Der Zwischenbericht zeigt auf, welche Grundlagen und Strukturen bis dato hierzu geschaffen wurden.

Wesentliche Ergebnisse

- Rahmen der Durchführung der Vulnerabilitätsanalyse: Umweltgerechtigkeitskonzeption
- Erfasste und verarbeitete Daten zur thermischen Belastung im Kontext der Vulnerabilitätsanalyse: Tag/Nacht-Situation, integriert in Klimatope (Ist-Zustand)
- Erfassung und Verarbeitung der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Klimatop/Überwärmungsbereich
- Räumliche Auflösung der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Klimatop
- Bewertungsschwellen der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Normbasiert (VDI)
- Erfasste und verarbeitete Indikatoren im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Bewältigungskapazität (Ist-Zustand)
- Verarbeitete und verortete Indikatoren (Gruppen) mit Blick auf die Vulnerabilität: Bevölkerungsdichte, Mehrfachbelastung, Hot-Spot/Komplexbildung, Sozialindex, Erreichbarkeit von Freiräumen
- Erfassung und Verarbeitung der Vulnerabilität der Bevölkerung: Statistische Einheit – Bewertungsschwelle: Statische Herleitung
- Verknüpfung der Indikatoren der thermischen Belastung mit Indikatoren der Sensitivität, Bewältigungs- und Anpassungskapazität: Matrix

Leipzig

Kenndaten zur Stadt

Die Stadt Leipzig liegt in einer Tieflandbucht im nordwestlichen Gebiet des Freistaats Sachsen an den Flüssen Elster Pleiße und Parthe. 615.539 EW waren im Jahr 2021 mit einem Haupt- oder Nebenwohnsitz in der Stadt Leipzig gemeldet. Leipzig erlebt seit 20 Jahren eine positive Bevölkerungsentwicklung, auch wenn die Zahlen jährlich nur gering ansteigen. Die Stadtfläche umfasst 29.781 km² und ist in zehn Bezirke und 63 Ortsteile aufgeteilt. Der Höhenunterschied innerhalb der Stadt beträgt 90 m und der höchste Punkt liegt mit 184 m ü. NN an der Deponie Seehausen. 16,7 % der Flächen fallen auf Wohnflächen; Sport-, Freizeit- und Erholungsflächen nehmen 11,9% der Stadtfläche ein. (Stadt Leipzig 2021: 8)

Hitzeprofil der Stadt

Das Jahresmittel der Temperatur betrug 2016 10,4°C. Im Jahr 2020 stieg der Wert auf 11,3°C. Die absolut höchste Lufttemperatur der letzten Jahre in Leipzig wurde im Jahr 2018 mit 38,3°C erreicht. (Stadt Leipzig 2021:12) Die Anzahl der heißen Tage und Tropennächte steigt überdurchschnittlich an. In dem Zeitraum 1991-2000 gab es pro Jahr acht bis zehn Heiße Tage, im Jahr 2020 waren es bereits 15. Den absoluten Rekord stellte das Jahr 2018 mit 29 Heißen Tagen auf. Bei vier bis sechs Nächten im Sommer 2020 in Leipzig handelte es sich um Tropennächte. Laut dem RCP4,5-Szenario werden die heißen Tage bis zum Jahr 2060 um zehn bis 14 Tage im Vergleich zum Zeitraum 1971-2000 zunehmen (DWD 24.8.2022).

Analysierte Programme, Konzepte und Pläne

- Stadt Leipzig, 2016: Klimawandel. Anpassungsstrategie für Leipzig. Leipzig.
- Stadt Leipzig, 2018: Leipzig 2030. Stadtentwicklungskonzept. Fachkonzept Freiraum und Umwelt. Leipzig.
- agl Hartz • Saad • Wendl, 2020b: Masterplan Grün der Stadt Leipzig. Urbane grün-blaue Infrastruktur (UGBI). Analysen. Konzepte. Im Auftrag der Stadt Leipzig. Saarbrücken. unveröffentlicht.
- Stadt Leipzig, 2021a: Sozialreport 2021. Leipzig.
- Stadt Leipzig, 2021b: Statistisches Jahrbuch 2021. 51. Ausgabe. Leipzig.
- Stadt Leipzig, 1.3.2021: Daten der Ortsbezirke der Stadt Leipzig. Zugriff: <https://statistik.leipzig.de/statdist/index.aspx>.
- Stadtplanungsamt Leipzig, 2019: Stadtklimaanalyse Leipzig 2019. Abschlussbericht. Phase 1. Leipzig.

Schlüsseldokument

Der Masterplan Grün als informelles Instrument stellt einen wesentlichen Baustein dar, um die Stadtentwicklung von Leipzig nachhaltig und resilient zu gestalten.

In Zusammenhang mit der Betrachtung der Multifunktionalität der Freiräume und dem Schwerpunkt Klimaanpassung spielt das Thema thermische Belastung eine wichtige Rolle. Die Leistungen und Potentiale der Urbanen Grünen Infrastruktur (UGBI) hinsichtlich (der Reduktion) der thermischen Belastung werden analysiert. Da Freiräume insbesondere von der Wohn- und arbeitenden Bevölkerung vor Ort genutzt werden, wurden vor dem Hintergrund des Schwerpunktes Umweltgerechtigkeit auch unterschiedlich vulnerable Bevölkerungsgruppen gegenüber thermischer Belastung in die Analysen einbezogen

Wesentliche Ergebnisse

- Rahmen der Durchführung der Vulnerabilitätsanalyse: Freiraumkonzeption
- Erfasste und verarbeitete Daten zur thermischen Belastung: Tag-Situation, Nacht-Situation, Tag/Nacht-Situation (jeweils im Ist-Zustand)
- Erfassung und Verarbeitung der thermischen Belastung: Bioklimaindikator, Nächtliche Lufttemperatur, Hot-Spots
- Räumliche Auflösung der thermischen Belastung: Siedlungs- und Freiflächenstrukturtypen
- Bewertungsschwellen der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Normbasiert (VDI), Herleitung aus Fachliteratur, Akteursbasierte Vereinbarung
- Erfasste und verarbeitete Indikatoren im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Sensitivität, Bewältigungskapazität (jeweils im Ist-Zustand)
- Verarbeitete und verortete Indikatoren (Gruppen) mit Blick auf die Vulnerabilität: Bevölkerungsdichte, Alterskohorten Kinder u6 und Hochaltrige ü80, Hot-Spots/Komplexbildung, SGB II-Empfänger, Alleinerziehende, Mobilitätseingeschränkte Gruppen, Geringe Grünraumversorgung, Erreichbarkeit von freiräumen, Grünversorgung
- Erfassung und Verarbeitung der Vulnerabilität der Bevölkerung: Statistische Einheit, Siedlungsstrukturtyp – Bewertungsschwellen: Statische Herleitung, Akteursbasierte Vereinbarung
- Verknüpfung der Indikatoren der thermischen Belastung mit Indikatoren der Sensitivität, Bewältigungs- und Anpassungskapazität: Matrix

Mannheim

Kenndaten zur Stadt

Die Stadt Mannheim liegt im Dreiländereck Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und Hessen und bildet das Zentrum der Metropolregion Rhein-Neckar. Durch die Lage in der oberrheinischen Tiefebene ist der tiefste Punkt bei 57 m ü. NN. Die maximale Höhe liegt bei 146 m ü. NN. Die Universitätsstadt befindet sich im nördlichen Oberrheingebiet an der Mündung des Neckars in den Rhein. Die Bevölkerung der Stadt beträgt 322.038 EW. Im Jahr 2021 erlebte Mannheim mehr Zuzüge als Fortzüge und bis zum Jahr 2050 ist ein Bevölkerungswachstum von über 5% zu erwarten. Die Stadt ist räumlich in 17 Stadtbezirke und 38 Stadtteile gegliedert. Die Gesamtfläche beträgt 145 km², davon gehen 41,7% auf Siedlungsflächen und 24% auf Verkehrsflächen zurück. 36% der Stadt nehmen Vegetationsflächen ein. (Stadt Mannheim 24.8.2022)

Hitzeprofil der Stadt

Das Gebiet des Oberrheingrabens mit der Stadt Mannheim gehört zu den trockensten Gebieten Deutschlands, was auch zukünftig so bleiben und sich noch weiter ausbauen wird. Die fortschreitende Erwärmung und der Rückgang der Niederschlagsmenge liegen dabei im deutschen Durchschnitt. Die Anzahl der Hitzetage und Sommertage steigen überdurchschnittlich. (UBA 2021: 103f)

Die Jahresmitteltemperatur in Mannheim in dem Zeitraum 1971-2000 betrug 10,9°C und lag somit 1,6°C über dem deutschen Durchschnitt. Im Jahr 2022 beträgt die Temperaturabweichung von dem Normalwert 1971-2000 zwei bis vier Grad. (Stadt Mannheim 2021: 6) 2020 traten in Mannheim 18 bis 21 heiße Tage auf, was die wärmere Lage der Stadt im Vergleich zum bundesweiten Mittel mit neun heißen Tagen pro Jahr unterstreicht. In den Jahren 1971-2000 handelte es sich bei bis zu zwölf Tagen um heiße Tage. Die Anzahl der Tropennächte stieg ebenfalls bis zum Jahr 2020 auf drei bis fünf pro Jahr. (UBA 24.8.2022)

Analysierte Programme, Konzepte und Pläne

- Stadt Mannheim, 2019: Konzept „Anpassung an den Klimawandel in Mannheim“. Darmstadt.
- Stadt Mannheim, 2021a: Anpassung an den Klimawandel in Mannheim. Mannheimer Hitzeaktionsplan. Mannheim.
- Stadt Mannheim, 2021b: Erstellung eines Hitzeaktionsplans mit gezielten Maßnahmen für die Stadt Mannheim. Beteiligungsworkshop II. Mannheim.
- Stadt Mannheim, 2021c: Stadtklimaanalyse Mannheim 2020. Mannheim.
- Stadtverwaltung Mannheim, 2010: Stadtklimaanalyse Mannheim 2010. Mannheim.

Interviewpartnerin

Alexandra Idler, Fachbereich Klima, Natur, Umwelt

Schlüsseldokument

Das Konzept „Anpassung an den Klimawandel in Mannheim“ dient als wichtige strategische Entscheidungsgrundlage und Planungshilfe für Klimaschutz und Klimafolgenanpassung in Mannheim. Das Konzept zeigt die Betroffenheit durch Klimawandel in Mannheim auf, definiert Anpassungsziele und identifiziert 71 Maßnahmen in den relevanten Handlungsfeldern, bspw. Gesundheit, Grünflächen und Stadtstruktur.“ (Stadt Mannheim 24.8.2022). Der „Mannheimer Hitzeaktionsplan“ fokussiert in besonderem Maße die Vulnerabilität der Bevölkerung gegenüber thermischer Belastung (Stadt Mannheim 2021).

Wesentliche Ergebnisse

- Rahmen der Durchführung der Vulnerabilitätsanalyse: Klimaanpassungskonzept, Hitzeaktionsplan
- Erfasste und verarbeitete Daten zur thermischen Belastung im Kontext der Vulnerabilitätsanalyse: Nacht-Situation (Ist-Zustand)
- Erfassung und Verarbeitung der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Klimatop/Überwärmungsbereich, Bioklimaindikator, Nächtliche Lufttemperatur
- Räumliche Auflösung der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Raster, Klimatop
- Bewertungsschwellen der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Herleitung aus Fachliteratur
- Erfasste und verarbeitete Indikatoren im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Sensitivität (Ist-Zustand)
- Verarbeitete und verortete Indikatoren (Gruppen) mit Blick auf die Vulnerabilität: Bevölkerungsdichte, Alterskohorten Kinder u6 und Ältere ü65, Empfindliche Einrichtungen
- Erfassung und Verarbeitung der Vulnerabilität der Bevölkerung: Statistische Einheit, Baublock, Siedlungsstrukturtyp – Bewertungsschwellen: Normativ, Statische Herleitung basierend auf Akteursbasierte Vereinbarung
- Verknüpfung der Indikatoren der thermischen Belastung mit Indikatoren der Sensitivität, Bewältigungs- und Anpassungskapazität: Überlagerung, Verbal argumentativ begründet

Osnabrück**Kenndaten zur Stadt**

Osnabrück liegt im niedersächsischen Bergland in der Höhenlage 69 m ü. NN. Im dem Stadtteil Westerberg wird eine Höhe von über 110 m ü. NN erreicht. Die Stadt liegt im westlichen Niedersachsen

an der Grenze zum Nordrhein-Westfalen. In Osnabrück waren mit einem Hauptwohnsitz im Jahr 2020 168.286 EW gemeldet (Stadt Osnabrück 2021: 13). Die Stadt teilt sich in 23 Stadtteile auf 120 km² auf. Die bevölkerungsreichsten Stadtteile sind dabei Westerberg, Wüste, Schölerberg und Schinkel. Die Bevölkerungsdichte beträgt 14,1 EW/km². (Stadt Osnabrück 24.08.2022)

Hitzeprofil der Stadt

In dem Zeitraum 1952-2015 hat sich die durchschnittliche Jahrestemperatur in der Stadt pro Dekade um 1,4°C erhöht. Die Anzahl an heißen Tagen hat sich verdreifacht. Im Jahr 2020 sind neun bis zwölf Hitzetage aufgetreten, bei bis zu zwei Nächten in dem Jahr handelte es sich um Tropennächte. Sommertage kamen in dem Jahr an zehn bis 45 Tagen vor. Laut dem Klimaszenario RCP4.5 wird sich diese Anzahl bis zum Jahr 2060 um weitere 21 bis 27 Tage zunehmen. (DWD 24.8.2022)

Analysierte Programme, Konzepte und Pläne

- Stadt Osnabrück, 2017: Konzept zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels der Stadt Osnabrück. Teil A: Stadtklimaanalyse. Osnabrück.
- Stadt Osnabrück, 2021: Sozialmonitoring 2021.Osnabrücker Beiträge zur Stadtforschung. Osnabrück.
- Stadt Osnabrück, 1.3.2022: Stadtklimaanalysekarte. Zugriff: <http://geo.osnabrueck.de/stadtklima/?i=map>.
- Stadt Osnabrück (Hrsg.), 2022: Ein Freiraumkonzept für die Stadt Osnabrück. Osnabrück.

Schlüsseldokument

Das Freiraumentwicklungskonzept „Urbaner Freiraum im (Klima-)Wandel“ (FEK) der Stadt Osnabrück zielt auf die Versorgung mit Grün- und Freiräumen zur Gewährleistung unterschiedlicher Ökosystemdienstleistungen wie insbesondere für die Klimaanpassung, die Artenvielfalt die Erholung und die Gesundheit aller Menschen sowie das Naturerleben in der Stadt. So wird insbesondere die Freiraumversorgung in Verbindung mit der thermischen Belastungssituation für die Allgemeinbevölkerung sowie vulnerable Gruppen thematisiert und zielgruppenspezifische Handlungsbedarfe abgeleitet.“ (agl 2022)

Wesentliche Ergebnisse

- Rahmen der Durchführung der Vulnerabilitätsanalyse: Freiraumkonzeption
- Erfasste und verarbeitete Daten zur thermischen Belastung im Kontext der Vulnerabilitätsanalyse: Tag-Situation, Nacht-Situation, Tag/Nacht-Situation (jeweils im Ist-Zustand)
- Erfassung und Verarbeitung der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Bioklima Indikator, Nächtliche Lufttemperatur, Hot-Spots
- Räumliche Auflösung der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Siedlungs- und Freiflächenstrukturtypen
- Bewertungsschwellen der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Normbasiert (VDI), Herleitung aus Fachliteratur, Akteursbasierte Vereinbarung
- Erfasste und verarbeitete Indikatoren im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Sensitivität, Bewältigungskapazität (jeweils im Ist-Zustand)
- Verarbeitete und verortete Indikatoren (Gruppen) mit Blick auf die Vulnerabilität: Bevölkerungsdichte, Alterskohorten Kinder u6 und Hochaltrige ü80, Hot-Spot/Komplexbildung, Sozialindex, Mobilitätseingeschränkte Gruppen, Geringe Grünversorgung und mobilitätseingeschränkte Gruppen, Erreichbarkeit von Freiräumen, Grünversorgung

- Erfassung und Verarbeitung der Vulnerabilität der Bevölkerung: Statistische Einheit, Siedlungsstrukturtyp – Bewertungsschwellen: Statische Herleitung, Akteursbasierte Vereinbarung
- Verknüpfung der Indikatoren der thermischen Belastung mit Indikatoren der Sensitivität, Bewältigungs- und Anpassungskapazität: Matrix

Reutlingen

Kenndaten zur Stadt

Die Kreisstadt Reutlingen liegt im Zentrum Baden-Württembergs am Fuß der schwäbischen Alb. Die höchste Stelle der Stadt befindet sich in 869 m ü. NN bei Roßberg und die tiefste in 290 m ü. NN bei Neckar in der Mittelstadt. Zu Reutlingen gehören zwölf Stadtbezirke. Die Stadt verzeichnet 115.365 EW im Januar 2022, wovon über die Hälfte im Stadtteil Reutlingen-Mitte leben. Die Stadt erstreckt sich über eine Fläche von 87 km². (Stadt Reutlingen 24.8.2022)

Hitzeprofil der Stadt

Das Klima in Baden-Württemberg wird sich in Zukunft voraussichtlich mit am stärksten erwärmen; es wird deutlich mehr Hitzetage geben. Im Sommer ist außerdem mit zurückgehenden Niederschlägen und häufigeren Trockenperioden zu rechnen. (UBA 2020: 103f)

Die Jahresmitteltemperatur lag in der Referenzperiode 1971-2000 zwischen 7,8°C und 8,8°C. In dem Zeitraum 1981-2010 betrug die mittlere Temperatur 7,4°C und lag damit unter dem Durchschnitt. Trotz des zukünftig hohen Anstiegs der Temperaturen, wird die Jahresmitteltemperatur unter dem bundesweiten Durchschnitt bleiben. (LUBW 2020: 13) Im Jahr 2020 wurden zwischen 12 und 18 Tagen die Tageshöchsttemperatur von 30°C überschritten. Sommertage traten in dem Jahr an 70 bis 75 Tagen auf. Das Klimaszenario RCP4.5 zeigt bis zum Jahr 2060 einen Anstieg von 21 bis 27 Tagen im Vergleich zu dem Referenzzeitraum 1971-2000. (DWD, deutscher Klimaatlas)

Analysierte Programme, Konzepte und Pläne

- agl Hartz • Saad • Wendl, 2020a: Hitzestress und menschliche Gesundheit. Verwundbarkeitsanalyse für die Stadt Reutlingen – Kurzfassung. Saarbrücken.
- LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (Hrsg.), 2020: Vulnerabilitätsanalyse „Hitzestress und menschliche Gesundheit“ am Beispiel der Stadt Reutlingen. Reihe KLIMOPASS-Berichte. Karlsruhe.
- Stadt Reutlingen, 2021: Im Spiegel der Statistik 2020. Reutlingen.

Schlüsseldokument

„Die Vulnerabilitätsstudie betrachtet in erster Linie die Verwundbarkeit von Risikogruppen bei hohen Außentemperaturen sowie einer hohen Wärmebelastung von Innenräumen. Hierzu wurde eine Simulation des Innenraumklimas durchgeführt. In der Untersuchung wurde nicht nur die Gesamtstadt Reutlingen betrachtet, sondern auch eine kleinräumige Betrachtung auf Quartiers- und Objektebene vorgenommen. Die räumliche Differenzierung sollte helfen, Unterschiede in der Verwundbarkeit gegenüber thermischer Belastung aufzuzeigen, die stadtstrukturell begründet werden können. Die Ergebnisse liefern eine planerische Grundlage, um zielgerichtete, zielgruppenspezifische und priorisierte Anpassungserfordernisse und daraus abzuleitende Maßnahmen zu entwickeln.“ (agl 2020: 9).

Wesentliche Ergebnisse

- Rahmen der Durchführung der Vulnerabilitätsanalyse: Klimaanpassungskonzept, Eigenständige Analyse
- Erfasste und verarbeitete Daten zur thermischen Belastung im Kontext der Vulnerabilitätsanalyse: Tag-Situation, Tag/Nacht-Situation, integriert in Klimatopen (jeweils im Ist-Zustand)
- Erfassung und Verarbeitung der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Klimatop/Überwärmungsbereich, Bioklimaindikator, Innenraumbelastung
- Räumliche Auflösung der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Klimatop
- Bewertungsschwellen der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Normbasiert (VDI)
- Erfasste und verarbeitete Indikatoren im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Sensitivität, Bewältigungskapazität (Ist-Zustand und Szenario)
- Verarbeitete und verortete Indikatoren (Gruppen) mit Blick auf die Vulnerabilität: Bevölkerungsdichte, Beschäftigtendichte, Alterskohorten Kinder u6, Ältere ü65 und Hochaltrige ü80, Empfindliche Einrichtungen, Alleinstehende Senior:innen, Erreichbarkeit von Freiräumen, Grünversorgung
- Erfassung und Verarbeitung der Vulnerabilität der Bevölkerung: Baublock, Siedlungsstrukturtyp – Bewertungsschwellen: Normativ, Statische Herleitung, Akteursbasierte Vereinbarung
- Verknüpfung der Indikatoren der thermischen Belastung mit Indikatoren der Sensitivität, Bewältigungs- und Anpassungskapazität: Überlagerung, Matrix

Wiesbaden

Kenndaten zur Stadt

Die Kurstadt Wiesbaden liegt am rechten Rheinufer angrenzend an die rheinland-pfälzische Landeshauptstadt Mainz. Im Norden der Stadt erstreckt sich das Mittelgebirge Taunus, die Innenstadt hingegen liegt in einer Talmulde. Das Stadtgebiet umfasst eine Fläche von 20.360 ha. Davon sind 5.400 ha Wald und knapp 1.000 ha Grünanlagen. Die Siedlungs- und Verkehrsflächen nehmen mit 8.198,1 ha 40,3 % der Gesamtfläche ein. Der höchste Punkt mit 608 m ü. NN ist der Rheinhöhenweg nahe „Hohe Wurzel“. Der tiefste Punkt liegt an der Hafeneinfahrt Schierstein mit 83 m ü. NN. (Stadt Wiesbaden 2022: 5f) Insgesamt leben 291.160 Menschen in Wiesbaden, die sich auf 26 Bezirke verteilen. Die Mehrheit der Bevölkerung (28,8%) ist dabei zwischen 18 und 39 Jahre alt. (Stadt Wiesbaden 2022: 19)

Hitzeprofil der Stadt

Das Rhein-Main-Gebiet gehört zu den wärmsten Regionen Deutschlands. Diese Gebiete weisen die höchsten Temperaturen und die meisten heißen Tage und tropische Nächte auf. (UBA 2021: 103f) In dem Zeitraum 1971-2000 überschritt durchschnittlich an acht bis zehn Tagen die Maximaltemperatur die 30°C-Grenze. Im Jahr 2020 traten an 15 bis 18 Tagen Hitzetage auf. Zukünftig werden die heißen Tage und tropischen Nächte weiter zunehmen (DWD 24.8.2022). Laut dem RCP4.5-Szenario werden sich die Anzahl der heißen Tage bis zum Jahr 2060 um 14 bis 18 Tage im Vergleich zum Referenzzeitraum 1971-2000 erhöhen (DWD 24.8.2022).

Analysierte Programme, Konzepte und Pläne

- HLNUG - Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (Hrsg.), 2019: Kommunale Klimaanpassung – Hitze und Gesundheit -. Ein Methodenbaukasten. Klimawandel in Hessen – Schwerpunktthema. Wiesbaden.

- Landeshauptstadt Wiesbaden, 1.3.2022: Landschaftsplan der Stadt Wiesbaden. Fachgutachten Stadtklima. Stand 2021. Zugriff: <https://www.gpm-webgis-10.de/geoapp/wiesbaden/landschaftsplan/>.
- LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (Hrsg.), 2020: Vulnerabilitätsanalyse „Hitze stress und menschliche Gesundheit“ am Beispiel der Stadt Reutlingen. Reihe KLIMOPASS-Berichte. Karlsruhe.
- Noppel, H., 2017: 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. Hrsg.: Deutscher Wetterdienst. Offenbach am Main: Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes. (Berichte des Deutschen Wetterdienstes; 249).

Interviewpartner:innen

Wilfried Probst, Markus Karrer, Katja Wölfinger, Umweltamt Wiesbaden

Schlüsseldokument

„Das Projekt KLIMPRAX Stadtklima mit den Modellkommunen Wiesbaden und Mainz greift das Thema Hitze in der Stadt und Gesundheit, in Verbindung mit dem Web-GIS basierenden Landschaftsplan, auf. Es gibt Empfehlungen, wie Kommunen den temperaturbedingten Veränderungen des Klimas und den damit verbundenen Auswirkungen auf die Gesundheit der Menschen in der Stadt Rechnung tragen können und wie die Umsetzung in Planungsprozessen gelingen kann.“ (HLNUG 2019: I)

Wesentliche Ergebnisse

- Rahmen der Durchführung der Vulnerabilitätsanalyse: Freiraumkonzeption
- Erfasste und verarbeitete Daten zur thermischen Belastung im Kontext der Vulnerabilitätsanalyse: Nacht-Situation (Ist-Zustand)
- Erfassung und Verarbeitung der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Kenntage „Tropennächte“
- Räumliche Auflösung der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Raster
- Bewertungsschwellen der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Normbasiert (VDI)
- Erfasste und verarbeitete Indikatoren im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Sensitivität (Ist-Zustand)
- Verarbeitete und verortete Indikatoren (Gruppen) mit Blick auf die Vulnerabilität: Alterskohorten Kinder u6 und Hochaltrige ü80
- Erfassung und Verarbeitung der Vulnerabilität der Bevölkerung: Raster, Statistische Einheit – Bewertungsschwelle: Normativ
- Verknüpfung der Indikatoren der thermischen Belastung mit Indikatoren der Sensitivität, Bewältigungs- und Anpassungskapazität: Matrix

Worms

Kenndaten zur Stadt

Worms ist eine Großstadt im südöstlichen Rheinland-Pfalz und liegt am linken Rheinufer in der oberrheinischen Tiefebene. Die kreisfreie Stadt Worms, auch bekannt als Nibelungenstadt gliedert sich in 13 Stadtteile und hat 87.029 EW mit einem Hauptsitz in der Stadt. Im Jahr 2021 verzeichnete Worms eine positive Bevölkerungsentwicklung mit einem Bevölkerungssaldo von 498. Der tiefste Punkt der

Stadt mit 86,5 m ü. NN befindet sich am Ibersheimer Wert. Der höchste Punkt liegt 167 m ü. NN an der Gemarkungsgrenze Worms-Pfeddersheim/Flörsheim-Dalsheim. Die Gesamtfläche der Stadt beträgt 109 km² mit einer Rheinufer-Länge von 20 km. (Stadt Worms 24.8.2022)

Hitzeprofil der Stadt

Worms gehört zu den wärmsten Regionen Deutschlands. Zwischen 18 und 24 heiße Tage wurden im Jahr 2020 verzeichnet. Dieser Wert liegt über dem bundesweiten Durchschnitt und wird auch in Zukunft voraussichtlich überdurchschnittlich zunehmen. Auch die Anzahl der Tropennächte steigt stark. 2020 sind in der Region zwischen drei und sechs Tropennächte aufgetreten, der Normalwert in dem Zeitraum 1971-2000 liegt bei ein bis zwei Tropennächten jährlich. Die Anzahl der Sommernächte lag 2020 bei einem Maximum von 85 Tage. (UBA 24.8.2022)

Analysierte Programme, Konzepte und Pläne

- Stadtverwaltung Worms, 2016: KLAK Worms handelt. Konzept zur Anpassung an den Klimawandel. Worms.

Schlüsseldokument

Grundlage für das Konzept und die darin enthaltenen Maßnahmen ist eine Vulnerabilitätsanalyse in der die bisherigen Erfahrungen klimabedingter Auswirkungen und deren Folgen auf die Kommune zusammengestellt und analysiert wurden.

Diese Untersuchung ist der Anlass für eine Bestandsaufnahme, die prüft, in welchen Bereichen oder Aufgaben die Kommune besonders verletzlich ist und/oder wie sich diese künftig klimawandelbedingt verändern können.

Wesentliche Ergebnisse

- Rahmen der Durchführung der Vulnerabilitätsanalyse: Klimaanpassungskonzept
- Erfasste und verarbeitete Daten zur thermischen Belastung im Kontext der Vulnerabilitätsanalyse: Tag-Situation (Ist-Zustand)
- Erfassung und Verarbeitung der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Klimatop/Überwärmungsbereich
- Räumliche Auflösung der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Raster
- Bewertungsschwellen der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Akteursbasierte Vereinbarung
- Erfasste und verarbeitete Indikatoren im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse: Sensitivität (Ist-Zustand)
- Verarbeitete und verortete Indikatoren (Gruppen) mit Blick auf die Vulnerabilität: Alterskohorten Kinder u6, Ältere ü65 und Hochaltrige ü80
- Erfassung und Verarbeitung der Vulnerabilität der Bevölkerung: Akteursbasierte Vereinbarung
- Verknüpfung der Indikatoren der thermischen Belastung mit Indikatoren der Sensitivität, Bewältigungs- und Anpassungskapazität: Matrix, Verbal argumentativ begründet

Die synthetische Betrachtung der Fallstudien erfolgt anhand nachfolgender Fragestellungen. Die Antwortkategorien wurden dabei visualisiert, um eine übersichtliche Synthese darzustellen. Die Kürzel der Städte finden sich in allen Antwortfeldern, jeweils zutreffende Felder wurden farblich markiert.

Frage 1: In welchem Rahmen wurde eine „Vulnerabilitätsanalyse“ durchgeführt?

In den Städten Erfurt, Freiburg, Mannheim, Reutlingen und Worms wurden die Vulnerabilitätsanalysen im Rahmen der Klimaanpassungskonzepte aufgegriffen. Mannheim erstellte zusätzlich noch einen Hitzeaktionsplan, in dessen Rahmen eine Vulnerabilitätsanalyse durchgeführt wurde. Eine eigenständige Vulnerabilitätsanalyse in Zusammenhang mit dem Klimaanpassungskonzept wurde in Reutlingen erstellt. Berlin und Kassel haben die Umweltgerechtigkeitskonzeptionen genutzt, um das Thema der Vulnerabilität aufzugreifen. Leipzig, Osnabrück und Wiesbaden haben die Vulnerabilitätsanalyse im Rahmen ihres jeweiligen Freiraumkonzepts bzw. Landschaftsplans durchgeführt.

Ergebnisthese:

- In Konzepten und Planwerken zur Vulnerabilität, Umweltgerechtigkeit, zur Freiraumplanung und Hitzeanpassung wird die thermische Belastung zunehmend thematisiert. Diese Konzepte und Planwerke unterscheiden sich inhaltlich im Hinblick auf die Zielstellungen, die Operationalisierung wird jedoch recht ähnlich vorgenommen.

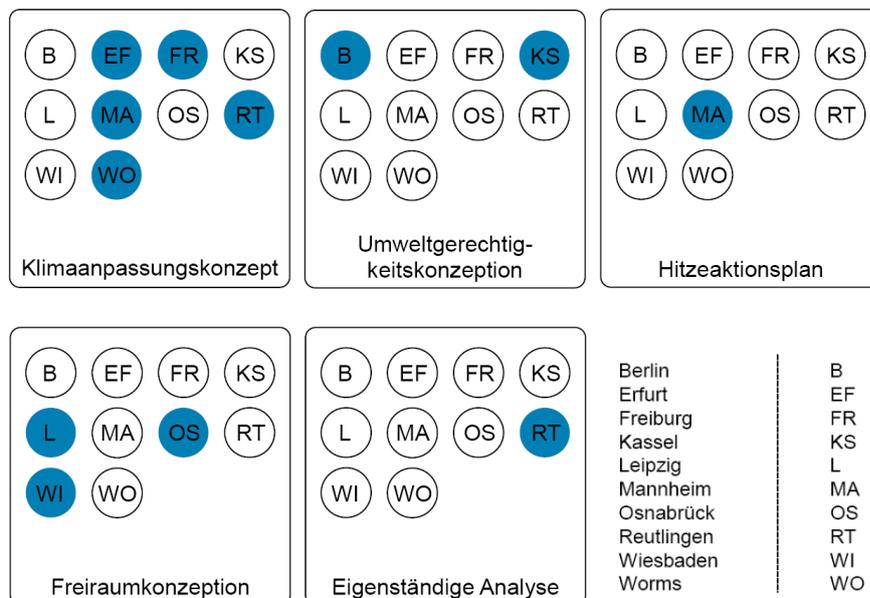


Abbildung 79: Rahmen in welchem eine "Vulnerabilitätsanalyse" durchgeführt wurde

Frage 2: Welche Daten zur thermischen Belastung wurden im Kontext der Vulnerabilitätsanalyse erfasst und verarbeitet?

Das Auswertungsraster dieser Frage beinhaltet die Tag-, die Nacht- sowie die Tag/Nacht-Situation, verschnitten mit den zeitlichen Dimensionen, unterschieden in: Ist-Zustand, Szenario, mehrere Szenarien und Klimaszenarien mit integrierter baulicher Entwicklung.

Die Mehrzahl der untersuchten Städte betrachten im Kontext der Vulnerabilitätsanalyse vor allem den Ist-Zustand. Mit Blick auf die Tag-Situation sind lediglich in den Städte Freiburg ein Szenario und Berlin mehrere Szenarien vorhanden. Für die Nacht-Situation erstellte alleinig Freiburg ein Szenario, für die Tag/Nacht-Situation liegen in allen untersuchten Städten keine Szenarien vor. Ebenfalls werden in keiner der Fallstudienstädte Klimaszenarien mit integrierter baulicher Entwicklung fokussiert.

Ergebnisthese:

- Obwohl häufig Klimamodellierungen nicht nur für den IST-Zustand, sondern auch für Szenarien der Zukunft vorliegen, werden Vulnerabilitätsstudien meist für den IST-Zustand vorgenommen. Szenarien zu/für empfindlichen/sozial benachteiligten Bevölkerungsgruppen gelingen aufgrund der verfügbaren Daten nur für die Bevölkerungsentwicklung (Dichte) insgesamt, bzw. für Ältere Menschen (ü65/ü80), da diese im Alter weniger häufig umziehen.

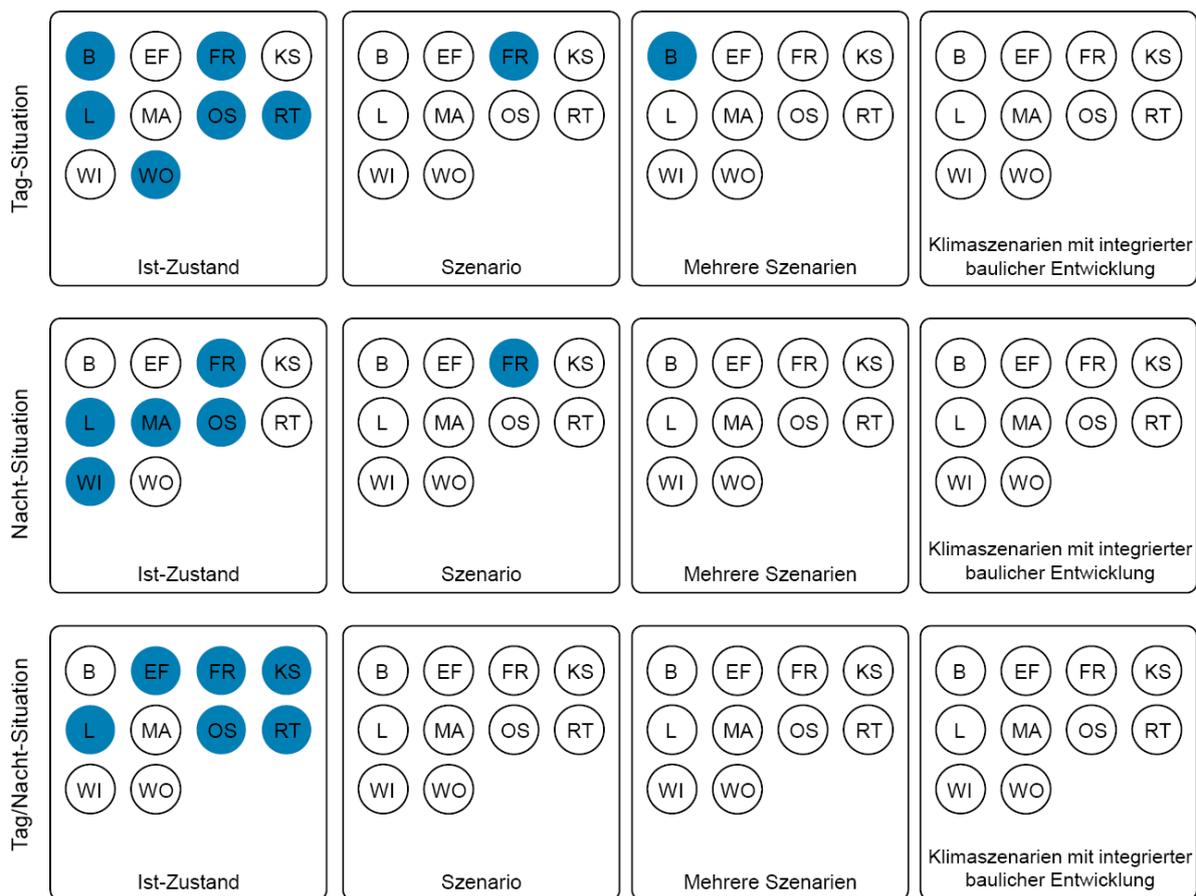


Abbildung 80: Erfasste und verarbeitete Daten zur thermischen Belastung im Kontext der Vulnerabilitätsanalyse

Frage 3: Wie wurde die thermische Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse erfasst und verarbeitet?

Hier werden die Indikatoren der thermischen Belastung betrachtet sowie deren räumliche Auflösung und Bewertungsschwellen.

Die am häufigsten von den untersuchten Städten verwendeten Indikatoren im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse sind die Bioklima-indikatoren (z.B. PET), die Klimatope/Überwärmungsbereich sowie die nächtliche Lufttemperatur. Erfurt und Mannheim verwendeten zur Erfassung der thermischen Belastung alle drei Indikatoren. In den wenigsten Fällen (Berlin, Leipzig und Osnabrück) wurden Hot-Spots abgebildet, um Extremwerte der thermischen Belastung zu beziehen. Kenntage der Tropennächte wurden nur von Wiesbaden als Indikator verwendet, die Innenraumbelastung nur in Reutlingen aufgegriffen.

Die räumliche Auflösung der thermischen Belastung zeigt Unterschiede in der Bearbeitung und der Darstellung. Mehrheitlich erfolgt die Modellierung in den Fallstudienstädte auf Grundlage von Rasterdaten. Erfurt und Mannheim stellen die Daten zusätzlich noch in Klimatopen dar, ebenso wie

Kassel und Reutlingen. Auf Ebene der Siedlungs- und Freiflächenstrukturtypen wird die thermische Belastung in den Städten Freiburg, Leipzig, Osnabrück und Reutlingen dargestellt. Lediglich Berlin verwendet die statistischen Einheiten für die Abbildung der thermischen Belastung.

Die Bewertungsschwellen der Indikatoren sind in Kassel, Leipzig, Osnabrück, Reutlingen und Wiesbaden normbasiert. An Fachliteratur orientiert und damit nicht normbasiert sind die Bewertungsschwellen in Erfurt, Kassel, Leipzig, Mannheim und Osnabrück. Eine Vereinbarung mit Akteuren zur Erörterung der Bewertung fand in Erfurt, Freiburg, Leipzig, Osnabrück und Worms statt.

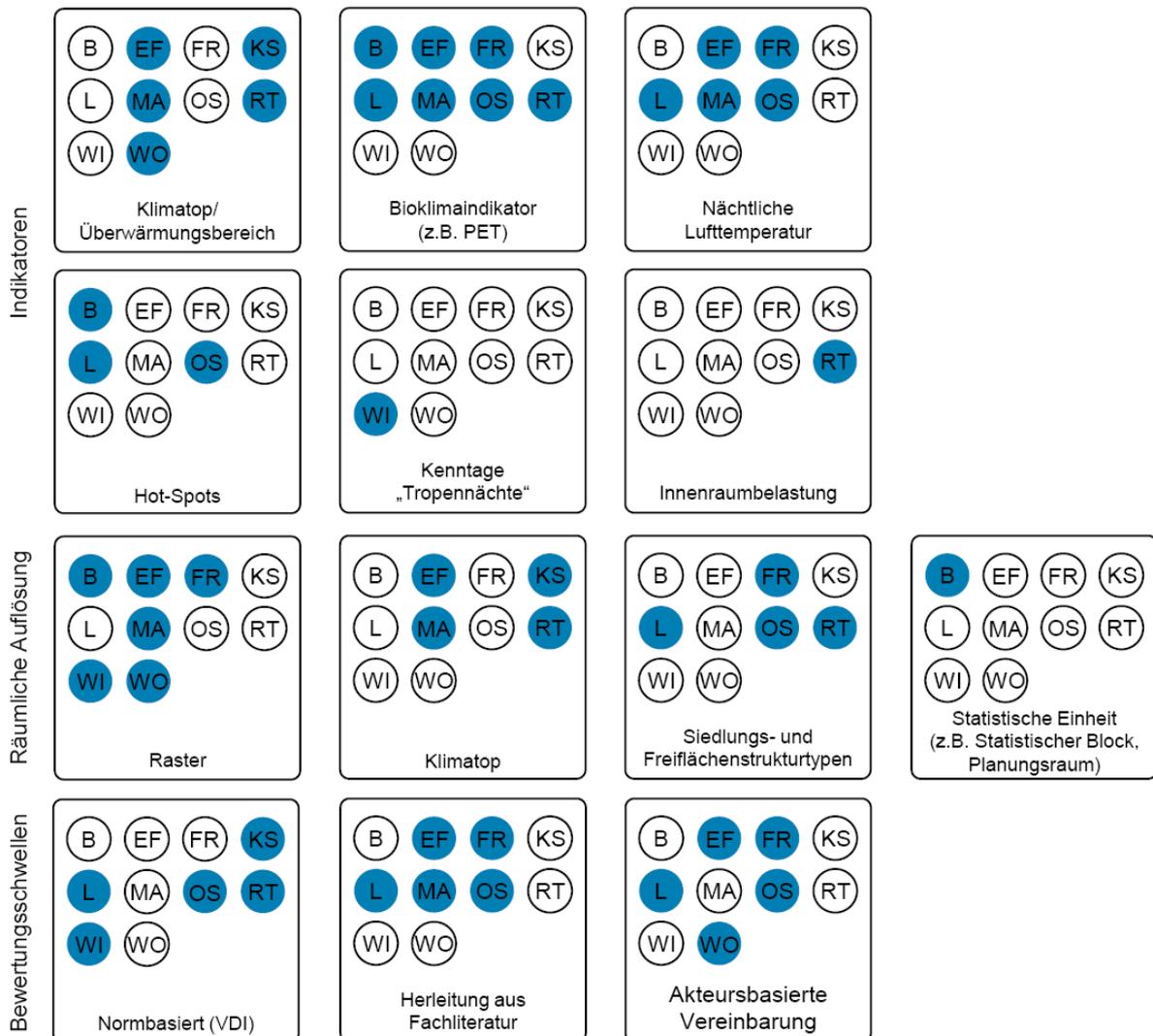


Abbildung 81: Erfassung und Verarbeitung der thermischen Belastung im Rahmen der Vulnerabilitätsanalysen

Frage 4: Welche Indikatoren wurden bei der Vulnerabilitätsanalyse erfasst und verarbeitet?

Im Rahmen dieser Fragestellung wurde einerseits die Indikatorendimension und andererseits die zeitliche Dimension berücksichtigt.

Zumeist wurde die Sensitivität angesprochen, welche im späteren Verlauf mit der Betroffenheit zusammengeführt wurde. Diese kann gut über Indikatorensets ausgewertet werden, wie die soziale oder bauliche Struktur. Die Sensitivität wurde in allen untersuchten Städten, außer Kassel, betrachtet. Die Bewältigungskapazität wurde von den Städten Berlin, Leipzig, Freiburg, Kassel, Osnabrück und

Reutlingen erfasst und verarbeitet. Diese beschreibt alle Maßnahmen, Strukturen und Einrichtungen, welche akut verfügbar sind. Keine der Städte hat sich - mit Blick auf die Indikatorendimension - mit der Anpassungskapazität beschäftigt, die beschreibt welche Maßnahmen zur Anpassung in Zukunft noch getroffen werden können, bisher aber noch keine Beachtung gefunden haben. Diese städtischen Ressourcen bleiben in den Studien derzeit noch unbeachtet.

Alle Kommunen mit Ausnahme von Erfurt haben in der zeitlichen Dimension den Ist-Zustand bewertet. Dabei haben Freiburg und Reutlingen (Reutlingen nur exemplarisch) zusätzlich ein Szenario einbezogen.

Ergebnisthese:

- Das Vulnerabilitätskonzept unterscheidet mehrere Aspekte: Sensitivität, Bewältigungskapazität und Anpassungskapazität. Die einzelnen Aspekte werden von Konzept zu Konzept unterschiedlich aufgefasst und operationalisiert. Die Operationalisierung erfolgt in keinem der untersuchten Fallstudien für alle Faktoren (Sensitivität, Bewältigungskapazität, Anpassungskapazität). Häufig werden einfache und leicht zugängliche Indikatoren genutzt, um die Vulnerabilität abzubilden, ggfs. sollen in nachfolgenden Projekten weitere Indikatoren hinzugezogen werden.

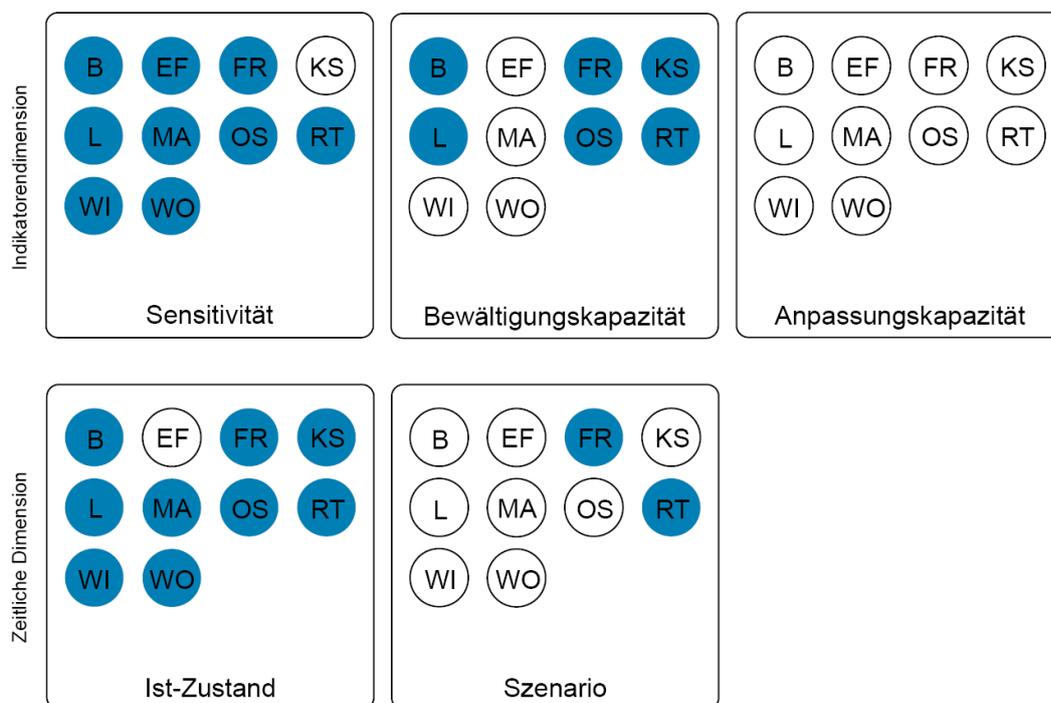


Abbildung 82: Erfasste und Verarbeitete Indikatoren im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse

Frage 5: Welche Indikatoren (Gruppen) wurden mit Blick auf die Vulnerabilität verarbeitet und räumlich verortet?

Mit dieser Fragestellung wurde untersucht, welche Indikatoren (Gruppen) mit Blick auf die Vulnerabilität verarbeitet und räumlich verortet wurden. Dafür wurden die folgenden Themenschwerpunkte betrachtet: Dichte, Sensitive Gruppen, unterstützungsbedürftige Gruppen (sozial), unterstützungsbedürftige Gruppen (Lebenssituation) sowie Ressourcenansätze.

Im Themenschwerpunkt „Dichte“ zogen alle untersuchten Städte, außer Wiesbaden und Worms, die Bevölkerungsdichte mit in ihre Vulnerabilitätsanalyse ein. Zusätzlich dazu verarbeitete Reutlingen noch die Beschäftigtendichte.

Vor allem aus dem Themenschwerpunkt „Sensitive Gruppen“ nutzen die Fallstudienstädte viele Indikatoren. Von den meisten Städten wurde die Gruppe der „Alterskohorte Kinder u6“ verarbeitet und räumlich verortet, gefolgt von der Gruppe „Alterskohorte Hochaltrige ü80“. Die der Kinder mit Altersangaben u6 wurde von allen Kommunen abgesehen von Berlin und Kassel eingebracht, Ältere ü65 sind in Erfurt, Mannheim, Reutlingen und Worms mit aufgenommen worden und Hochaltrige ü80 wurden entweder zusätzlich oder extra von Freiburg, Leipzig, Osnabrück, Reutlingen, Wiesbaden und Worms in die Analyse integriert. Freiburg, Mannheim und Reutlingen zogen zusätzlich empfindliche Einrichtungen in die Analyse mit ein. Mehrfachbelastungen wie Lärm, Luft, usw. wurden in die Analysen von Berlin und Kassel integriert. Auch haben einige Städte (Berlin, Freiburg, Kassel, Leipzig, Osnabrück) eine Komplexbildung vorgenommen, wobei die Sensitivität aus näheren empfindlichen Bevölkerungsgruppen oder aus näheren Umweltbelastungen abgeleitet wurde. Zusätzliche Einzelindikatoren sind an dieser Stelle nicht weiter aufgenommen worden. Besonders die Städte Freiburg und Reutlingen bringen eine Vielzahl an Indikatoren aus dem Themenschwerpunkt „Sensitive Gruppen“ in die Vulnerabilitätsanalyse mit ein.

Die unterstützungsbedürftigen Gruppen wurden nach sozialen Kriterien und Lebenssituation unterteilt. Der Sozialindex wurde von Berlin, Kassel und Osnabrück, Empfänger:innen nach SGB II lediglich von Leipzig und Wohnungslose von keiner Kommune erfasst.

Der Indikator „Unterstützungsbedürftige Gruppen (Lebenssituation)“ umfasst Alleinerziehende (in Leipzig berücksichtigt), Alleinstehende Senior:innen (aufgenommen von Reutlingen) sowie Mobilitätseingeschränkten Gruppen und die Überschneidung dieser Gruppe mit geringer Grünraumversorgung, die jeweils in Leipzig und Osnabrück verarbeitet und verortet wurden.

Die Erreichbarkeit von Freiräumen wird im Thema Ressourcenansätzen aufgeführt und von den Städten Freiburg, Kassel, Leipzig, Osnabrück und Reutlingen behandelt. Die Grünraumversorgung findet in den Analysen von Berlin, Freiburg, Leipzig, Osnabrück und Reutlingen Berücksichtigung. Soziale und kulturelle Einrichtungen sind in den Fallstudien von keiner Kommune aufgenommen worden.

Ergebnisthesen:

- In Bezug auf die Exposition werden unterschiedliche Indikatoren zur Abbildung der thermischen Belastung genutzt, die alle geeignet sind, die Exposition vulnerabler Gruppen räumlich differenziert darzustellen.
- Obwohl die Konzepte durchaus komplexe Zusammenhänge thematisieren, werden bei der Operationalisierung meist einfache Methodiken gewählt. In der Regel wird die Betroffenheit exponierter Bevölkerungsgruppen betrachtet. Abgesehen von der Gesamtbevölkerung sind meist besonders empfindliche Bevölkerungsgruppen oder unterstützungsbedürftige Bevölkerungsgruppen berücksichtigt.
- Indikatoren zur sozialen Lage der Bevölkerung werden in Ihrer Relevanz unterschiedlich bewertet. Der in der Literatur beschriebene Zusammenhang von sozialer Ungleichheit und gesundheitlicher Vulnerabilität wird einerseits im Sinne empfindlicher Bevölkerungsgruppen gegenüber der thermischen Belastung aufgefasst. Daneben werden sozial schwächere Bevölkerungsgruppen als unterstützungsbedürftig angesehen, um etwa Maßnahmen gegen Hitzebelastung zu finanzieren (eingeschränkte Bewältigungskapazität).

- Umweltgerechtigkeit zielt dabei auf ungleiche Lebensverhältnisse. Sozialindizes beschreiben dies gut. So kann bereits ein einzelner Indikator Antwort auf die Fragestellung geben. Der Faktor Sensitivität beim Vulnerabilitätskonzept zielt dabei auf unterschiedlich empfindliche Gruppen/Einrichtungen. Daher bedarf es im Idealfall mehrerer Indikatoren zur Abbildung.
- Während die Empfindlichkeit (empfindliche/unterstützungsbedürftige Bevölkerung/soziale Einrichtungen) häufig mit Hilfe von Indikatoren operationalisiert wird, gibt es nur vereinzelt Indikatoren zur Erfassung der Bewältigungskapazität (z.B. Grünerreichbarkeit/ Grünversorgung im freiraumplanerischen Kontext oder soziale Einrichtungen für unterstützungsbedürftige, sozial benachteiligte Gruppen).
- In Vulnerabilitätskonzepten, konkret beim Instrument des Hitzeaktionsplans, wird teilweise unterschieden, ob die Unterstützungsbedürftigkeit sich auf die akute Belastungssituation bezieht oder auf generelle Belastungen. So werden etwa wohnungslose Menschen als akut unterstützungsbedürftig angesehen, Menschen mit geringem Einkommen/Einnahmen wie etwa Empfänger:innen von Mindestsicherungsleistungen dagegen nicht.
- Mehrfachbelastungen werden v.a. in Umweltgerechtigkeitskonzepten thematisiert. Mit diesen werden auch Indexwerte verknüpft, die mehrere soziale Benachteiligungen repräsentieren. In den Vulnerabilitätsstudien ist dies eher nicht der Fall.

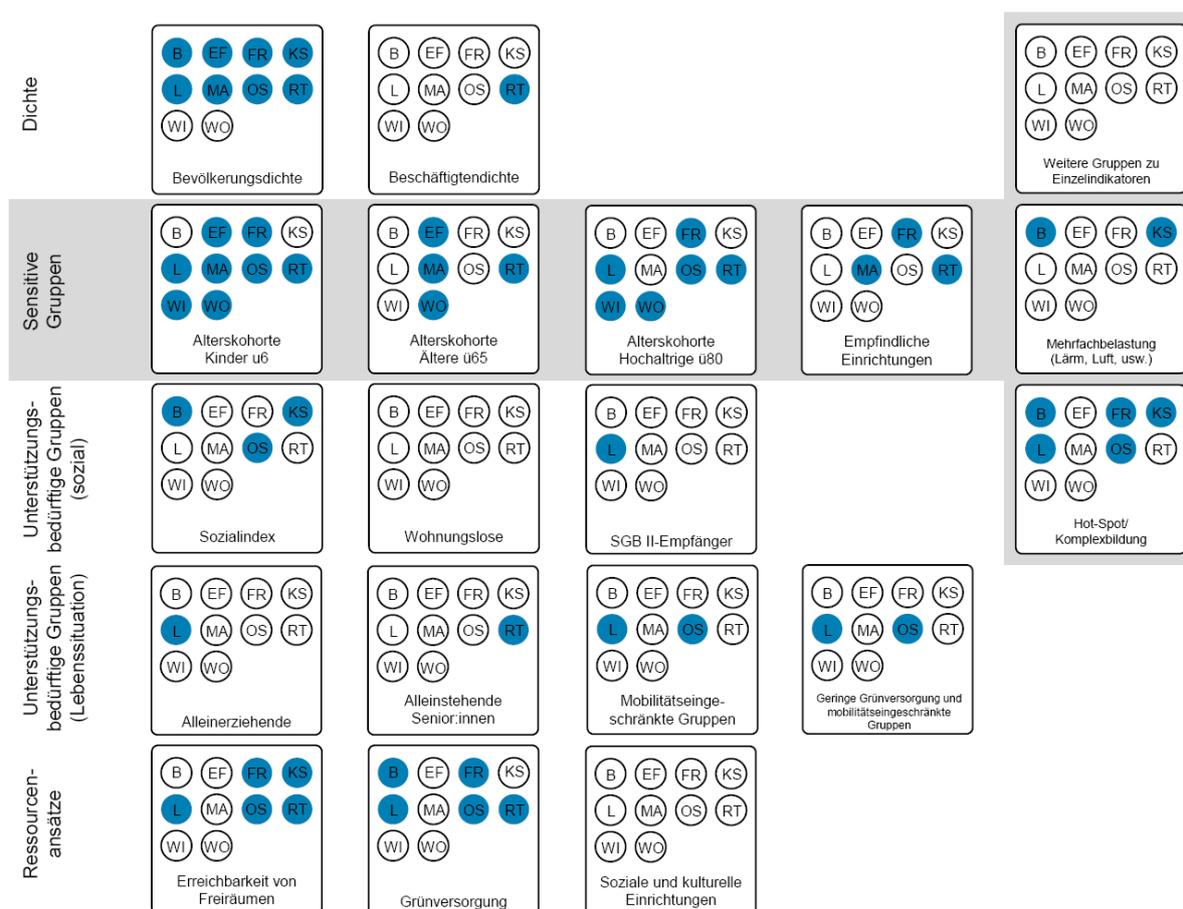


Abbildung 83: Betrachtete und räumlich verortete Indikatoren (Gruppen)

Frage 6: Wie wurde die „Vulnerabilität“ der Bevölkerung erfasst und verarbeitet?

Zur Erfassung der Vulnerabilität der Bevölkerung werden die räumliche Auflösung und die Bewertungsschwellen betrachtet.

Die räumliche Auflösung ist abhängig von den bereitgestellten Daten durch die Statistischen Ämter. Die Vulnerabilität kann mit der Auflösung auf Rasterebenen, durch statistische Einheiten, auf Baublockebenen oder durch Siedlungsstrukturtypen dargestellt werden. Die Rasterdarstellung wird ausschließlich von der Stadt Wiesbaden genutzt, während fast alle – mit Ausnahme von Worms und Reutlingen – die statistische Einheit gewählt haben. Die Auflösung auf Baublockebene ist in den Analysen von Mannheim und Reutlingen zu finden. Um planerisch mit Daten analog zu Instrumenten der Planung arbeiten zu können, wählten Freiburg, Leipzig, Mannheim, Osnabrück und Reutlingen außerdem die Darstellung auf Ebene der Siedlungsstrukturtypen.

Bewertungsschwellen sind meist nicht direkt vorhanden und werden daher oft normativ bestimmt. Im Rahmen der untersuchten Städte ist das auch in den Analysen von Erfurt, Freiburg, Mannheim, Reutlingen und Wiesbaden der Fall. Die Einteilung über statistische Herleitung haben alle Städte außer Wiesbaden und Worms verwendet. Da keine richtigen Normen existieren, ist eine akteursbasierte Vereinbarung wichtig, um die Akzeptanz in der Verwaltung bei expliziter Abstimmung zu gewährleisten.

Ergebnisthese:

- » Bewertungsschwellen zur Bewertung der Vulnerabilitätsfaktoren (Empfindlichkeit/Betroffenheit) werden häufig statistisch begründet abgeleitet, da keine normierten Bewertungsschwellen existieren. Akteursbasierte Vereinbarungen dieser Schwellen sind wichtig für die Akzeptanz der Bewertung.

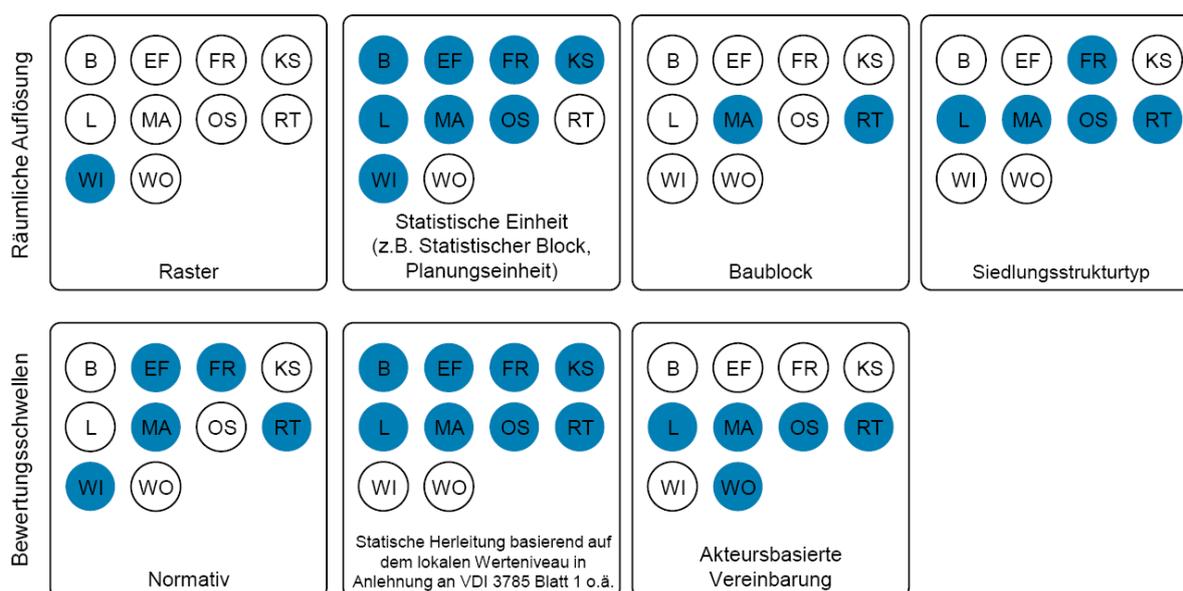


Abbildung 84: Erfassung und Verarbeitung der "Vulnerabilität"

Frage 7: Wie werden die Indikatoren der thermischen Belastung mit Indikatoren der Sensitivität, Bewältigungs- und Anpassungskapazität verknüpft?

Bei der Verknüpfung der thermischen Belastung mit den Faktoren der Vulnerabilität ist die meistgenutzte Methode die Darstellung von Bewertungsschemata wie Matrizes. Dies benutzen Erfurt, Freiburg, Kassel, Leipzig, Osnabrück, Reutlingen, Wiesbaden und Worms. Berlin, Mannheim, Erfurt und

Reutlingen nutzten teilweise zusätzlich die Darstellung durch Überlagerung. Mannheim und Worms begründeten die Ergebnisse außerdem verbal argumentativ.

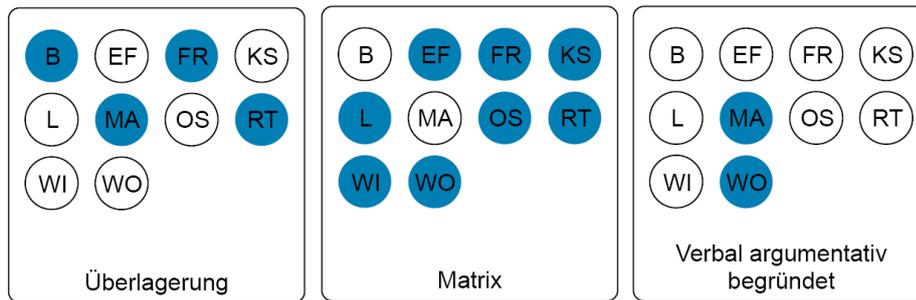


Abbildung 85: Verknüpfung der Indikatoren

Ergebnisthese:

- In den Studien ist die Beschreibung der Methodik oftmals intransparent, da keine präzise Beschreibung der einzelnen Arbeitsschritte erfolgt. In der Regel liegen Bewertungsregeln z.B. in Form von Matrizes o.ä. vor, diese werden jedoch nicht immer kommuniziert.

Schlussfolgerungen

Aus der Auswertung der Fallstudienstädte wurden 17 Thesen abgeleitet, welche die Ergebnisse der Auswertung zusammenfassen sollen:

1. In Konzepten und Planwerken zur Vulnerabilität, Umweltgerechtigkeit, zur Freiraumplanung und Hitzeanpassung wird die thermische Belastung zunehmend thematisiert. Diese Konzepte und Planwerke unterscheiden sich inhaltlich im Hinblick auf die Zielstellungen, die Operationalisierung wird jedoch recht ähnlich vorgenommen.
2. Umweltgerechtigkeit zielt dabei auf ungleiche Lebensverhältnisse. Sozialindizes beschreiben dies gut. So kann bereits ein einzelner Indikator Antwort auf die Fragestellung geben. Der Faktor Sensitivität beim Vulnerabilitätskonzept zielt dabei auf unterschiedlich empfindliche Gruppen/Einrichtungen. Daher bedarf es im Idealfall mehrerer Indikatoren zur Abbildung.
3. Auch die Konzepte zur Vulnerabilität unterscheiden sich. Die Faktoren Sensitivität, Bewältigungskapazität und Anpassungskapazität werden unterschiedlich aufgefasst und operationalisiert.
4. Obwohl die Konzepte durchaus komplexe Zusammenhänge thematisieren werden bei der Operationalisierung meist einfache Methodiken gewählt. In der Regel wird die Betroffenheit exponierter Bevölkerungsgruppen betrachtet. Abgesehen von der Gesamtbevölkerung sind meist besonders empfindliche Bevölkerungsgruppen oder unterstützungsbedürftige Bevölkerungsgruppen berücksichtigt.
5. In den Studien ist die Beschreibung der Methodik oftmals intransparent, da keine präzise Beschreibung der einzelnen Arbeitsschritte erfolgt. In der Regel liegen Bewertungsregeln z.B. in Form von Matrizes o.ä. vor, diese werden jedoch nicht immer kommuniziert.
6. Es werden unterschiedliche Indikatoren zur thermischen Belastung genutzt, die alle geeignet sind, die Exposition vulnerabler Gruppen räumlich differenziert darzustellen.
7. Obwohl häufig Klimamodellierungen nicht nur für den IST-Zustand, sondern auch für Szenarien der Zukunft vorliegen, werden Vulnerabilitätsstudien meist für den IST-Zustand vorgenommen. Szenarien zu empfindlichen/sozial benachteiligten Bevölkerungsgruppen gelingen aufgrund der verfügbaren Daten nur für die Bevölkerungsentwicklung (Dichte) insgesamt, bzw. für Ältere Menschen (ü65/ü80), da diese im Alter weniger häufig umziehen.

8. Indikatoren zur sozialen Lage der Bevölkerung werden in Ihrer Relevanz unterschiedlich bewertet. Der in der Literatur beschriebene Zusammenhang von sozialer Ungleichheit und gesundheitlicher Vulnerabilität wird einerseits im Sinne empfindlicher Bevölkerungsgruppen gegenüber der thermischen Belastung aufgefasst. Daneben werden sozial schwächere Bevölkerungsgruppen als unterstützungsbedürftig angesehen, um etwa Maßnahmen gegen Hitzebelastung zu finanzieren (eingeschränkte Bewältigungskapazität).
9. Das Vulnerabilitätskonzept unterscheidet unterschiedliche Bausteine als Beitrag zur Vulnerabilität. Die Operationalisierung erfolgt in keinem der untersuchten Fallstudien für alle drei Faktoren (Sensitivität, Bewältigungskapazität, Anpassungskapazität).
10. Während die Empfindlichkeit (empfindliche/unterstützungsbedürftige Bevölkerung/soziale Einrichtungen) häufig mit Hilfe von Indikatoren operationalisiert wird, gibt es nur vereinzelt Indikatoren zur Erfassung der Bewältigungskapazität (z.B. Grünerreichbarkeit/Grünversorgung im freiraumplanerischen Kontext oder soziale Einrichtungen für unterstützungsbedürftige, sozial benachteiligte Gruppen). Ein Ansatz zur Beschreibung aller drei Faktoren beschreibt der HNLUG 2019 Handlungsleitfaden KLIMPRAX. Die Umsetzung im Fallbeispiel erfolgte jedoch nur für empfindliche Gruppen.
11. In Vulnerabilitätskonzepten, konkret beim Instrument des Hitzeaktionsplans wird teilweise unterschieden, ob die Unterstützungsbedürftigkeit sich auf die akute Belastungssituation bezieht oder auf generelle Belastungen. So werden etwa wohnungslose Menschen als akut unterstützungsbedürftig angesehen, Menschen mit geringem Einkommen/Einnahmen wie etwa Empfänger von Mindestsicherungsleistungen dagegen nicht.
12. Mehrfachbelastungen werden v.a. in Umweltgerechtigkeitskonzepten thematisiert. Mit diesen werden auch Indexwerte verknüpft, die mehrere soziale Benachteiligungen repräsentieren. In den Vulnerabilitätsstudien ist dies eher nicht der Fall.
13. Hitzeaktionspläne erfordern nicht immer eine räumliche Verortung der vulnerablen Gruppen, da eine Ansprache der betroffenen Gruppen eher auf verhaltensbezogene Maßnahmen abzielt und die Adressierung der Gruppen über Netzwerke und zielgruppengerichtete Kommunikationskanäle erfolgt.
14. Die Operationalisierung der Vulnerabilität/Umweltgerechtigkeit im Zusammenhang mit thermischer Belastung ist abhängig von den Rahmenbedingungen, die die Kommunen setzen: Häufig werden zunächst einfache und leicht zugängliche Indikatoren genutzt, um die Vulnerabilität abzubilden, ggfs. sollen in nachfolgenden Projekten weitere Indikatoren hinzugezogen werden. Personelle und finanzielle Ressourcen spielen hierbei eine Rolle.
15. Die Auswahl der Indikatoren ist auch abhängig von der Zielstellung der Instrumente:
 - Grundlagen schaffen, um erstmalig Vulnerabilität/Umweltgerechtigkeit abzubilden
 - Maßnahmenentwicklung für die weitere städtebauliche und freiraumbezogene Entwicklung
 - Maßnahmenentwicklung für verhaltensbezogene Änderungen zum Schutz der Bevölkerung auf individueller Basis oder für soziale Einrichtungen.
 - Mit den Ergebnissen/mit den Instrumenten die eigene oder aber ämterübergreifende Handlungsebenen (Stadtplanung/Freiraumplanung/Gesundheit- und Soziales usw.) zu adressieren
16. Das Potential zur Nutzung der erarbeiteten Daten zur Vulnerabilität/Umweltgerechtigkeit ist noch nicht voll ausgeschöpft. Es fehlt an einem Mainstreaming zur Nutzung der Informationen in den unterschiedlichen Fachbereichen (Gesamtplanung/Fachplanung/Sozialplanung/Gesundheitsplanung). Klimaanpassung und damit verbunden die Berücksichtigung vulnerabler Gruppen wird als Querschnittsaufgabe noch nicht überall wahrgenommen.

17. Bewertungsschwellen zur Bewertung der Vulnerabilitätsfaktoren (Empfindlichkeit/Betroffenheit) werden häufig statistisch begründet abgeleitet, da keine normierten Bewertungsschwellen existieren. Akteursbasierte Vereinbarungen dieser Schwellen sind wichtig für die Akzeptanz der Bewertung.

Fachworkshop Nutzung von Vulnerabilitätsindikatoren zu Hitze in Instrumenten der Stadtentwicklung und Weiterentwicklung von Leitbildern und Hilfestellungen zur Anpassung

Im Rahmen des Fachworkshops zu den Arbeitspaketen III und IV am 24. Juni 2022, wurden zum einen die Ergebnisse der Online-Umfrage und die der Fallstudienstädte den Teilnehmenden präsentiert und diskutiert, zum andern wurde das Thema Leitbilder und daraus resultierende Ziele für eine hitzeresiliente Stadt erörtert.

9:00	Begrüßung und Einführung
9:15	Fallstudien zu Vulnerabilitätsanalysen und verwandter Konzepte zu Hitze
9:30	Diskussion zu Erfolgsfaktoren und Hemmnissen in der Übertragbarkeit <ul style="list-style-type: none"> » Welche Hemmnisse sehen Sie in der Verwendung der Vulnerabilitätsindikatoren gegenüber Hitze? » Durch welche Stellschrauben kann der Vulnerabilitätsansatz für die Instrumente der Stadtentwicklung optimiert werden? » In welchen Instrumenten würden Sie Vulnerabilitätsanalysen aufgreifen und nutzen wollen?
10:30	Pause
10:45	Leitbilder und daraus resultierende Ziele für die hitzeresiliente Stadt – Ergebnisse einer Online-Befragung
11:00	Diskussion zu Erfolgsfaktoren und Hemmnissen in der Übertragbarkeit <ul style="list-style-type: none"> » Welche Relevanz hat die Formulierung eines Leitbildes aus Ihrer Perspektive? » In welchem Verhältnis steht der Prozess zu den Zielen eines Leitbildes? » Wie schätzen Sie die Operationalisierung der im Leitbild formulierten Ziele ein? » Was sind Gründe sich kein übergreifendes Leitbild zu geben?
12:00	Ende der Veranstaltung

Tabelle 22: Fachworkshop AP III und IV – Veranstaltungsprogramm

Nach einer kurzen Einführung durch Andrea Hartz (agl) in das ZURES II-Projekt, präsentierte Svenja Dörrenbächer (agl) die Auswertungsergebnisse der Online-Umfrage (siehe Kapitel D.2.2.1). Im Anschluss daran stellte Sascha Saad (agl) die Auswertungsergebnisse der untersuchten Fallstudienstädte und die dazugehörigen Ergebnisthesen vor (siehe Kapitel D.2.2.2).

In der darauffolgenden Diskussion zu Erfolgsfaktoren und Hemmnissen in der Übertragbarkeit konnten nachfolgende Ergebnisse festgehalten werden:

Datenverfügbarkeit

- Häufig dürfen hochaufgelöste Daten zu vulnerablen Bevölkerungsgruppen auf Grund des Datenschutzes von den Städten nicht herausgegeben werden. Somit würde die Arbeit zur Erstellung von entsprechend hochaufgelösten Karten im Rahmen von externen Büros erschwert. Jedoch würde dies in der Praxis unterschiedlich gehandhabt, manche Kommunen geben Daten auf Baublockebene, bis zu einer Auflösung von sieben Einwohner:innen heraus, andere nur Daten auf Ebene der statistischen Blöcke.

IST-Zustand und Szenarien

- Auf Grund des Arbeitsaufwandes, u.a. im Rahmen der Zusammenführung verschiedener Datensätze, wurde in vielen Städten bisher nur der Ist-Zustand abgebildet. Darüber hinaus bestünde die Tendenz nur mit wenigen, exemplarischen Indikatoren zu arbeiten, statt mit der Bandbreite der zur Verfügung stehenden Daten.
- Politische Entscheidungen würden häufig auf Grundlage von Ist-Zuständen getroffen, es sei aber wichtig Entscheidungen mit Blick auf die Zukunft zu treffen und daher mit Zukunftsvisionen zu arbeiten.
- Szenarien haben meistens eine enorme Bandbreite. Daher sei es wichtig, mehrere Szenarien zu betrachten und nicht nur ein einziges zu fokussieren.

Zusammenarbeit und Kommunikation

- Häufig fehle die Zusammenarbeit und die Kommunikation zwischen den Ämtern. Hier spielen auch die unterschiedlichen Kompetenzen eine wichtige Rolle.
- Es bedürfe viel Erfahrung um ein solch komplexes Thema in der Stadt zu managen. Sinnvoll sei es daher eine zentrale Datenverwaltung einzurichten, um Informationen aus mehreren Sektoren für die gesamte Stadtverwaltung zugänglich zu machen
- Das Thema der Vulnerabilität ist ein Querschnittsthema, dass nur sektorenübergreifend in Stadtverwaltungen behandelt werden kann. Die sektorenübergreifende Arbeit innerhalb der Stadtverwaltungen gestaltete sich jedoch häufig noch schwierig.
- Mit den statistischen Daten könnten nicht alle relevanten Sachverhalte abgebildet werden. Daher sei die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Sektoren wie Stadtplanung, Jugend, Bildung, Soziales, Gesundheit, usw. wichtig.

Instrumente

- In der Regel würden die Daten zur Vulnerabilität nicht in weiteren Instrumenten aufgegriffen, eine Ausnahme bildeten Freiraumentwicklungskonzepte. Beispielhaft soll im Rahmen des Freiraumentwicklungskonzeptes der Stadt Osnabrück auch in den nächsten Jahren mit diesem Instrument weitergearbeitet werden. Nichtsdestotrotz sollten, mit Blick auf die Planung, bspw. die Sozialdaten in verschiedene Konzepte der Stadt einfließen. Von zentraler Bedeutung sei bspw. das Einbringen der Sozialdaten in das Stadtentwicklungs-programm, welches zurzeit erstellt wird. Hier sei es auch ratsam Zukunftsvisionen abzubilden.

Sonstiges

- Um als Stadt Prioritäten und Schwerpunkte setzen zu können, sei es besser lediglich eine Auswahl an sensitiven Gruppen darzustellen. So könne das Tätigwerden, mit Blick auf personelle und finanzielle Aspekte, besser bestimmt und konkretisiert werden. Nichtsdestotrotz müsse immer die gesamte Stadt im Blick behalten werden.
- Als vulnerable Gruppen müssten auch solche Personengruppen angesehen werden, die nicht die Möglichkeit haben bei Hitze zuhause zu bleiben, da sie z.B. zur Arbeit oder die Kinder zur Schule bringen müssen.
- Oft wird vergessen, dass Gewerbegebiete auch Arbeitsorte sind. In diesen gibt es meist keine verschatteten Arbeitswege oder Warte-, Pausenbereiche. Ebenso seien die Menschen dort häufig extremen Temperaturen im Innenbereich ausgesetzt.
- Vulnerabilitätsanalysen sollten auch mit Blick auf die Tag- und Nachtsituation differenziert betrachtete werden.
- Bewegungsräume sollten unbedingt mitbetrachtet werden.
- Mehrfachbelastungen würden häufig nicht bzw. nicht hinreichend berücksichtigt.

- Viele Städte stünden unter dem Druck weiter verdichten zu müssen, wodurch die Zeit fehle sich dem Thema der Anpassung zu widmen.

2.4 Abschlusskonferenz

Ziel, Programm und Teilnehmende

Am 13. September 2022 fand die Abschlusskonferenz zum ZURES II-Projekt von 10:00 bis 16:00 Uhr in Ludwigsburg statt. Unter dem Slogan „GANZ SCHÖN HEISS HIER – Der Weg zur hitzeangepassten Stadtentwicklung – ein Lösungsdialog zwischen Forschung und Praxis“ wurden die Ergebnisse des Projektes im Rahmen von vier Fokusthemen vorgestellt. Zwei externe Fachbeiträge ergänzten das Präsentationsportfolio. Im Nachgang zu jedem Fokus hatten die insgesamt 34 Teilnehmenden die Möglichkeit, sich im Rahmen von Diskussionsrunden zu den vorgestellten Ergebnissen auszutauschen. In einem Stadtspaziergang wurden den Teilnehmenden klimaangepasste Planungsbeispiele in der Stadt Ludwigsburg vorgestellt. Die gesamte Abschlusskonferenz wurde von einer Graphic-Recorderin begleitet und dokumentiert.

10:00	Begrüßung und Einführung
10:15	Fokus 1: Abbildung der Hitzebelastung in den Städten <ul style="list-style-type: none"> » Impulsvortrag „Von Wärmeinseln und Kaltluftbahnen in Ludwigsburg“ » Impulsvortrag „Klimaanalysekarten als Tool für die Stadtentwicklung“ Diskussionsrunde
11:15	Pause
11:30	Fokus 2: Vulnerabilität <ul style="list-style-type: none"> » Impulsvortrag „Vulnerabilitätsanalysen im Vergleich“ » Impulsvortrag „Erweiterte Vulnerabilitätsanalyse: Gebiete mit besonderer Handlungspriorität“ » Impulsvortrag „KLIMPRAX-Projekt“ Diskussionsrunde
12:30	Klimaangepasste Planungsbeispiele in der Stadt
13:15	Mittagspause
14:00	Fokus 3: Leitbilder und Ziele <ul style="list-style-type: none"> » Impulsvortrag „Hitzebelastung und Vulnerabilität im Rahmen der Leitbildentwicklung“ » Impulsvortrag „Partizipative Erarbeitung der hitzebezogenen Klimaanpassungsziele für die Stadt Ludwigsburg“ Diskussionsrunde
15:00	Fokus 4: Maßnahmen und ihre Effekte <ul style="list-style-type: none"> » Impulsvortrag „Partizipative Erarbeitung von Maßnahmen und ihre Effekte“ » Impulsvortrag „Modellierung von Maßnahmeneffekten“ Diskussionsrunde
16:00	Ende der Veranstaltung

Tabelle 23: Abschlusskonferenz – Veranstaltungsprogramm



Abbildung 86: Dokumentation der Graphic-Recorderin

Impulsvortrag: „Klimaanalysekarten als Tool für die Stadtentwicklung“

Jessica Löffler (Stadt Bonn) befasste sich in ihrem Impulsvortrag mit dem Thema „Klimaanalysekarten als Tool für die Stadtentwicklung“. Für die Stadt Bonn wurde bereits im Rahmen des ZURES I-Projektes eine solche Klimaanalysekarte und darauf basierende eine Planungshinweis Karte mit Handlungsempfehlungen entwickelt. Seit diese Planungshinweis Karte in der Stadt Bonn zur Verfügung stehe, würde diese sehr rege genutzt und Detailgutachten bei Bedarf als ergänzende Entscheidungsgrundlage erstellt werden.

Der zentrale Prozess in der Stadtverwaltung im Bereich der Stadtentwicklung sei die Bauleitplanung. Die Stadt Bonn habe zusätzlich zu den gängigen Phasen des Prozesses zwei zusätzliche Phasen – 0 und 1 – vorgeschaltet. Die Phase 0 würde als die Jour-Fix-Bauleitplanung bezeichnet und sei eine informelle Runde, in der anstehende Planungen in einer sehr frühen Phase besprochen werden. In dieser Phase bestehe die Möglichkeit, auch grundsätzliche Bedenken zur Planung einzubringen. Die Phase 1 bezeichne den Zielbeschluss. Hierbei wird ein Beschluss befasst, der eingebracht würde, um der Politik ein grundsätzliches OK für eine Planung abzugeben.

Als weitere relevante Sparte im Bereich der Planung nannte Jessica Löffler die Wettbewerbe. Hier würde die Umweltverwaltung der Stadt Bonn bereits sehr früh mit in den Prozess involviert werden. Bereits bei den ersten Gesprächen mit dem Vorhabenträger und im Rahmen der Vorbereitung der Auslobung sei die Umweltverwaltung beteiligt.

Insgesamt sei die Umweltverwaltung in allen genannten Verfahren im Bereich der Stadtentwicklung beteiligt und könne die stadtklimatischen Belange auf Basis der ZURES I-Ergebnisse einbringen.

An Hand von verschiedenen Beispielen aus der Praxis zeigte Jessica Löffler auf, welche Maßnahmen bereits in der Stadt Bonn zum Thema Klimaschutz und -anpassung in den letzten Jahren konkret angegangen und umgesetzt wurden. Dabei betonte sie, dass das Thema Klimaanpassung, gerade mit Blick auf Hitzeanpassung, bis zum Jahr 2016 noch keinen hohen Stellenwert in der Stadtverwaltung hatte. Vielmehr lag damals der Fokus im Bereich der Starkregenvorsorge, da es bereits zu Starkregenereignissen in Bonn gekommen war. Zum jetzigen Zeitpunkt hätte sich die Situation geändert und das mittlerweile eigenständige Sachgebiet sei mit vier Mitarbeitenden besetzt und beschäftigte sich mit folgenden Themen:

- Erstellung eines integrierten Anpassungskonzeptes
- Thema Schwammstadt
- Thema Hitze-Aktionsplan
- Entwicklung eines Bonner Freiraumplans
- Baumkonzept

Zum Thema Forschungsprojekte erläuterte Jessica Löffler, dass im Anschluss an das ZURES I-Projekt ein eigenes Anschlussprojekt „Mutabor“ gestartet wurde. Im Rahmen dieses Projektes wurden nochmals drei verschiedene Klimaszenarien für die Jahre 2035 und 2040 für die Stadt Bonn modelliert, um der Frage nachzugehen: „Wie viel Anpassung ist möglich und wo sind die Grenzen?“. Die drei Szenarien beschreiben 1) die Umsetzung von Maßnahmen, die dem Pfad „weiter wie bisher“ entsprechen, 2) die Konzentration auf Hitze-Hotspots und die Maßnahmenumsetzung in diesen Bereichen sowie 3) die fiktive Realisierung aller technisch machbaren Maßnahmen ohne Berücksichtigung der wirtschaftlichen Aspekte.

Mit Blick auf die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen stelle sich laut Jessica Löffler immer die Frage, ob diese Maßnahmen ausreichend sind, um den Klimaänderungen zu begegnen oder ob nicht doch radikalere Maßnahmen getroffen werden müssten. Da die Hitze-Hotspots jedoch meist in den historischen Innenstädten vorzufinden sind, sei es fragwürdig, ob städtebauliche Eingriffe dort ergriffen werden sollten und diese gesellschaftsfähig sind, um Veränderungen im Sinne des Stadtklimas herbeizuführen.

Des Weiteren ging Jessica Löffler auf die Problematik der Finanzierung von Ideen aus der Verwaltung ein. Da Bonn immer in Doppelhaushalten planen müsse, könnten Ideen nur sehr zeitverzögert umgesetzt werden. Mit Blick auf den Klimawandel sei dies ein akutes Problem, da der Klimawandel schneller voranschreite als die Umsetzungen der Ideen.

Über Festsetzungen der Bauleitplanung sei es möglich, Lösungen zu sichern, damit diese verbindlich umgesetzt werden. Jedoch sei es nicht möglich, auf diesem Wege neue, gute Lösungen zu finden. Hierbei könne jedoch die Festlegung von verbindlichen Zielen weiterhelfen.

Impulsvortrag „KLIMPRAX-Projekt“

Prof. Dr. Henny Annette Grewe (Hochschule Fulda) stellte das KLIMPRAX-Projekt vor, welches in den Jahren 2017 bis 2019 gemeinsam von den Bundesländern Hessen und Rheinland-Pfalz durchgeführt wurde. Ziel des KLIMAPRAX-Projektes war es, eine Methodik zur Betroffenheitsbewertung von Stadtgebieten (aktuell und zukünftig) als Grundlage für kommunale Planungsprozesse zu entwickeln. Kooperierende Städte waren dabei Wiesbaden und Mainz.

Als Betroffenheit wurden in diesem Zusammenhang die Sensitivität zusammen mit der klimatischen Belastung definiert. Ziehe man von der Betroffenheit die Anpassungskapazität ab, so erhalte man die Vulnerabilität eines Gebietes.

Frau Prof. Dr. Grewe merkte an, dass im Rahmen des Projektes zur Bestimmung der Risikogruppen gegenüber Hitze eine ältere Übersicht des Robert Koch Institutes herangezogen wurde. In dieser Übersicht wurden damals jedoch noch nicht die Risikogruppe der Schwangeren und Menschen in prekären Lebenslagen und Armut aufgeführt.

Auf Grundlage der vorhandenen Daten in den Städten Mainz und Wiesbaden wurden Basisindikatoren für die weitere Untersuchung im Rahmen des KLIMPRAX-Projektes festgelegt. Anschließend wurde die Sensitivität der statistischen Blöcke durch eine Klassifizierung und Bewertung der Basisindikatoren ermittelt. Wichtig zu erwähnen sei, dass es dabei allerdings keine Referenz- und Schwellenwerte gab, sodass nur innerstädtische Vergleiche möglich seien. Jeder Indikator wurde in zehn gleichgroße Klassen (Dezile) eingeteilt. Die jeweiligen Räume wurden anhand des Sensitivitätsgrades der Basisindikatoren bewertet:

- Extrem sensibles Gebiet: Hochaltrigendichte Klassen 8 bis 10 und Kinderdichte Klasse 10 und Armutsdichte Klasse 10
- Hoch sensibles Gebiet: Hochaltrigendichte Klassen 8 bis 10 und Kinderdichte Klasse 10 oder Armutsdichte Klasse 10
- Sensitives Gebiet: Hochaltrigendichte Klassen 8 bis 10 oder Kinderdichte Klasse 10 und / oder Armutsdichte Klassen 10
- Weniger sensibles Gebiet: keines der Kriterien ist zutreffend

Frau Prof. Dr. Grewe erläuterte, dass die Vorausschau (Zukunftsszenarien) mit Blick auf die Sensitivität sich als sehr schwierig erwies, da keinerlei Erkenntnisse vorlagen, wie sich eine Stadt zukünftig verändern wird. Auf dieser Grundlage wurde die (literaturbasierte) Annahme formuliert, dass die Generation 60plus sich weniger mobil verhalten würde und eher am selben Ort wohnen bliebe als jüngere Generationen. Zusätzlich wurden die Sterbewahrscheinlichkeit und der Alterungsprozess berechnet sowie die Annahme formuliert, dass eine gleiche Verteilung von Männern und Frauen in der jeweiligen Altersgruppe vorherrsche. Dass diese Annahme falsch sei, sei den beteiligten Akteur:innen bewusst gewesen, es sei aber nicht anders ermittelbar gewesen. Auf Grundlage dieser Annahme wurde für das Jahr 2031 das Sensitivitätsszenario für die Hochaltrigen dargestellt. In diesem Szenario wurden bereits deutliche Unterschiede der Sensitivität (Stand 2016) zur Sensitivität in der Zukunft deutlich.

Um die Betroffenheit der ermittelten Sensitivität darstellen zu können, wurde diese mit den Klimadaten überlagert, so Frau Prof. Dr. Grewe. Auch hier gab es Klimadaten für die Tag-, Nachtsituation sowie szenarische Annahmen.

Diskussion in Kleingruppen

Im Anschluss an die Fokusthemen drei und vier konnten die Teilnehmenden sich zu den präsentierten Ergebnissen und ihren Erfahrungen aus der Praxis anhand von Leitfragen in Kleingruppen austauschen. Die Ergebnisse aus den Kleingruppendiskussionen sind nachfolgend dargestellt:

Diskussionsrunde Fokus 3: Leitbilder und Ziele (Ergebnisse)

1) Wo liegen Hemmnisse und was sind Voraussetzungen für die Erarbeitung von Leitbildern und bei der Abwägung im Rahmen von Planungsprozessen?

- Gemeinsamen Konsens und Grundlage finden
- Aushandlungsprozesse und Abstimmungen
- Überprüfung der Akzeptanz
- Finanzielle und personelle Ressourcen zur Umsetzung

- Klare Rollen- und Aufgabenverteilung
 - Kommunikation zwischen den Akteur:innen
 - Vereinheitlichung/ Anpassung der Leitbilder
 - Rolle der Politik
- 2) Was sind die wichtigsten Aspekte im Prozess der Zielfindung für eine hitzeangepasste Stadtentwicklung?
- Beteiligte Akteure und personelle Ressourcen
 - Kommunikation und offener Dialog zur Einigung
 - Richtwerte und Grundlagen zur Datenverarbeitung
 - Transparenz und Austausch
 - Finanzielle Ressourcen
 - Festlegung der Ziele und Leitbilder
- 3) Was sind/ wären „Innovationen“ bei der Zielfindung für eine hitzeangepasste Stadtentwicklung?
- Einfache, verständliche Konzepte
 - Künstliche Intelligenz und neueste Trends
 - Strategien, Richtlinien und Vorgaben
 - Direktes Ansprechen und Integration der Bevölkerung
 - Greifbare und kreative Maßnahmen
 - Personelle und finanzielle Ressourcen
 - Praxisbezug durch Modellierung

Diskussionsrunde Fokus 4: Maßnahmen und ihre Effekte (Ergebnisse)

- 1) Welche Maßnahmen funktionieren gut in den Kommunen und aus welchen Gründen?
- Förderkonzepte als Anreiz
 - Rechtliche Vorgaben und Regularien
 - Festigung von Maßnahmen und profitieren von den Effekten
 - Dachbegrünung als Pflicht?
 - Schutz und Neupflanzung von Bäumen
 - Austausch mit Bevölkerung und Berücksichtigung deren Wünsche
 - Simple Konzepte ohne Aufwand
- 2) Wo sehen Sie Chancen und Herausforderungen für die Modellierung von Maßnahmeneffekten und zur Reduzierung von Vulnerabilität?
- Berücksichtigung des Kostenaufwands
 - Untersuchung der Machbarkeit mit kontinuierlicher Anpassung der Maßnahmen
 - Anschaulichkeit der Maßnahmen generieren
- 3) Wen müsste man bei der Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen mitnehmen?
- Beteiligung gilt für jeden
 - Investor:innen
 - Einbindung der Politik mit entsprechenden (Fach-) Vertreter:innen
 - Privateigentümer:innen von Grundstücken und Immobilien
 - Bauherr:innen und die zuständigen Ämter
 - Bewusstsein schaffen und tatsächlich Handeln



Abbildung 87: Eindrücke der Abschlusskonferenz am 13. September 2022 in Ludwigsburg

E. Arbeitspaket V – Synthese und Dissemination

Das Arbeitspaket V hat zum Ziel die Ergebnisse aller Arbeitspaketaktivitäten sowohl für die Planungspraxis als auch für den Forschungsdiskurs über zukünftige Klimaanpassungsforschung in Form von Publikationen und Fachbeiträgen aufzuarbeiten. Dabei geht es einerseits um den Transfer und den Austausch bezüglich der Verstetigung der neuen Methoden und Informationen innerhalb der Stadt Ludwigsburg und insbesondere hier im Rahmen ausgewählter Planungsinstrumente und Planungsprozesse (siehe Arbeitspakete I und II). Andererseits soll ein Transfer der Erkenntnisse über das Projekt hinweg erfolgen. Das Arbeitspaket IV widmet sich daher querschnittsorientiert zu den anderen Arbeitspaketen dem Erkenntnistransfer und begleitet diese Arbeitsphasen. Die Auflistung, der im Rahmen von ZURES II durchgeführten Formaten zur Beteiligung der Stadtverwaltung Ludwigsburg, der Bürger: innen und weiteren Kommunen, ist im Arbeitspaket 6 enthalten.

V.1 Synthese – für die Planungspraxis

Für die Planungspraxis sind folgende Berichte und Broschüren im Rahmen des ZURES II-Projekts entwickelt worden, die u.a. Anforderungen für eine zielgerichtete Integration und Verstetigung von Klimaanpassung in die Stadtentwicklung beschreiben:

- Projekt ZURES II-Konsortium (2022): GANZ SCHÖN COOL HIER. Wie gelingt hitzeangepasste Stadtentwicklung für alle? (Faltbroschüre). Ludwigsburg.
- Projekt ZURES II-Konsortium (2022): GANZ SCHÖN HEISS HIER: Der Weg zur hitzeangepassten Stadtentwicklung in Ludwigsburg ein Lösungsdialog zwischen Praxis und Forschung – Dokumentation Abschlusskonferenz 13. September 2022.
- Projekt ZURES II-Konsortium (2023): GANZ SCHÖN HEISS HIER: Lösungsansätze für eine hitzeangepasste Stadtentwicklung (Abschlussbroschüre). Saarbrücken. (Online-Publikation geplant 2023)

Nachfolgend sind zudem Berichte und Interviews mit Bezug zu ZURES in der Presse und Öffentlichkeitsarbeit (Auswahl) aufgeführt:

- Birkmann J., Löbig J., Schwarz. A. (19.07.2021): Klimawandel: So heiß wird es im Jahr 2035 in Ludwigsburg. Temperaturen wie in Rom erwartet. Artikel und Videos der Interviews im SWR Aktuell. Abrufbar unter: <https://www.swr.de/swraktuell/baden-wuerttemberg/stuttgart/so-heiss-ist-es-im-jahr-2035-in-ludwigsburg-100.html>
- Garschagen, M. (28.02.2021): Klimawandel: „Die bisherigen Risiko-Abschätzungen waren zu optimistisch“. Interview mit Prof. Matthias Garschagen im LMU News Room. Abrufbar unter: <https://www.lmu.de/de/newsroom/newsuebersicht/news/klimawandel-die-bisherigen-risikoabschaetzungen-waren-zu-optimistisch.html>
- Garschagen, M. (09.07.2021): Klimawandel-Forscher: Extremes Wetter wird in Bayern häufiger. Interview BR24 Rundschau. Abrufbar unter: <https://www.br.de/nachrichten/bayern/klimawandel-forscher-extremes-wetter-wird-in-bayern-haeufiger,ScdefZQ>
- Garschagen, M. (03.08.2021): Klimaforscher: "Wir sehen jetzt die Vorboten des Klimawandels". Interview mit Prof. Matthias Garschagen in der Augsburger Allgemeinen. Abrufbar unter: <https://www.augsburger-allgemeine.de/politik/Interview-Klimaforscher-Wir-sehen-jetzt-die-Vorboten-des-Klimawandels-id60099331.html>
- Garschagen, M. (14.08.2021): Meine Stadt, mein Haus, meine Hitzeinsel. Artikel inklusive Zitaten in der Frankfurter Allgemeinen. Abrufbar unter: <https://www.faz.net/aktuell/politik/inland/anpassung-an-den-klimawandel-staedte-sind-hitzeinseln-17484182.html>

- Katzschner A. (2021): Gesundheitliche Auswirkungen von Hitzestress in der Stadt: Vulnerable Gruppen und Lösungsansätze. In: Stadtpunkte Thema. Informationen zur Gesundheitsförderung, Ausgabe 02.
- Stadt Ludwigsburg (2021): STEP – Spaziergang in der Oststadt. In: STEP-Newsletter. Abrufbar unter: <https://www.ludwigsburg.de/start/stadt+entwickeln/artikel+step+-+stadtsparziergang+in+der+oststadt.html>
- Birkmann J. (19.07.2023): Hitzeschutz für Städte: Gebäude auf Stelzen? In: zdf heute live. Abrufbar unter: <https://www.zdf.de/nachrichten/zdfheute-live/raumplanungsexperte-klimawandel-staedte-video-100.html>
- Unterschiedliche Zeitungsartikel in der lokalen Presse in Ludwigsburg:
 - (a) Walf, C. (05.07.2022): In Ludwigsburg wird es immer heißer. Klimawandel. In: Ludwigsburger Zeitung, S.5.

MONTAG, 5. JULI 2021

Stadt Ludwigsburg

5

WWW.LKZ.DE



KLIMAWANDEL

In Ludwigsburg wird es immer heißer

Der Klimawandel und immer mehr Bauwerke sorgen dafür, dass es in der Stadt immer heißer wird. Zeitweise im Ludwigsburg jetzt detaillierte Karten der Wärmebelastung erstellen lassen. Die verheißern für die Zukunft nichts Gutes.

VON CHRISTINA WALF

Im Klima wie in Südamerika, Temperaturen von 40 Grad und mehr drückt über dem Boden und sind es wenig Schatten – das sind die Assoziationen für Ludwigsburg. Das alles passiert nicht vielleicht und auch nicht erst in 100 Jahren. Das alles ist ein Blick in die nahe Zukunft.

Im vom Bund getragenen Forschungsprojekt Zeno (Zukunftsimmer: Vulnerabilitäts- und Risikoprüfung) hat die Stadt jetzt meteorologische Karten mit der Wärmebelastung in Ludwigsburg erstellen lassen. Sie zeigen zwar schon, wie stark die Stadt schon heute unter der Hitze leidet. Gleichzeitig wurden Karten mit unterschiedlichen Zukunftsszenarien für das Jahr 2035 berechnet. Das eine Szenario (sogar) zeigt, was ein stromschwacher Klimawandel und einer Erweichung von 0,74 Grad aus. Das andere sogar von einer Erweichung von 2,17 Grad. „Wir wissen nicht im Detail, wie sich das Klima entwickelt, aber es ist sehr wahrscheinlich, dass es zwischen diesen beiden Limiten liegt“, so die Leiterin von der Firma Geo-Nis, die das Gutachten im Auftrag der Stadt erstellt hat.

Über 40 Grad auf den Feldern

Die Berechnungen zeigen zudem bereits für die Gegenwart eine enorme Wärmebelastung. Insofern werden die Temperaturen eines Meter über dem Boden an einem Juni-Tag (22,1 Grad). Überall dort, wo keine Bäume stehen, steigt die Luft schnell auf über 30 Grad auf und die Stadt verwandelt sich in einen Glutofen. Angenehm kühlt es nur im Forstpark, im Salzerwald und entlang der Ludwigsburger Allee. Denn nur dort gibt es Schatten. „Die Bäume sind entscheidend“, erklärt auch Jörg bei der Präsentation seiner Ergebnisse im Bauausschuss.

Das erklärt auch, warum sich die Luft über Grünflächen und Feldern stark aufheizt. Dort fehlt es an Schatten. Nichts ist so heiß und trocken dann aber sehr wichtig für die Temperatur in der Stadt. Denn sie kühlen schneller ab als bebauten Flächen und sorgen dadurch für Kaltluft.

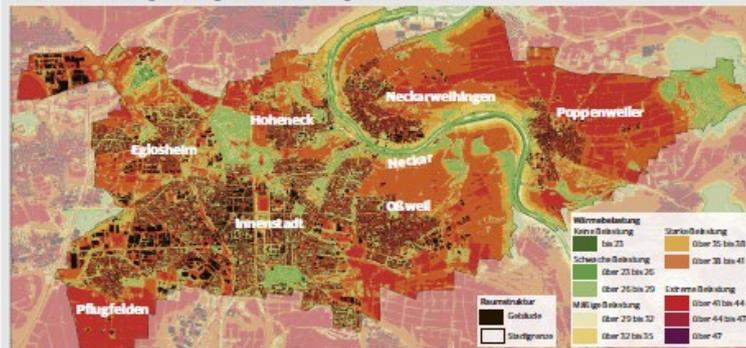
Die Prognose für 2035 zeigt, dass viele schattensichere Flächen sich an einem sonnigen Juni-Tag auf weit über 40 Grad aufheizen werden. Neben landwirtschaftlichen Flächen sind davon in der Innenstadt der Marktplatz, der Schlosshof oder das Bücherei-Bereich betroffen.

Die Lebensqualität soll nicht sinken

„Diese Vorlage muss für uns ein letzter Weckruf sein. Egal, was wir tun, dieses Szenario wird sich so entwickeln“, lautet die hitzige Erkenntnis von Ulrike Bauer (Grüne). Die Stadt brauche ein Sofortprogramm, um Flächen zu entsiegeln, und müsse jeden Neubau überdenken. Zudem müssten mehr Bäume gepflanzt werden – zum Beispiel eine zweite Baumreihe in der Wilhelmstraße. Außerdem schlägt Bauer mehr private Fassadenentzwei-CDU-Stadtrat Mark Braunstein ist wichtig, dass die Verwaltung die Bürger mit Ehrlichkeit und Transparenz auf dem Weg, der nun folgt, miteinbezieht. Denn ab sofort müsse man jeden Neubau genau abwägen. In diesem Zusammenhang kritisiert Braunstein mehrere Bauprojekte der jüngsten Vorjahrsperiode – etwa die neue Kita auf der Schloßstraße der Schlosshofschule.

Andreas Reibacker (Freie Wähler) zieht aus der Klimastudie vor allem einen Schluss: „Wir müssen höher bauen. Nur so können wir einer zusätzlichen Flächenvergrößerung entgegenwirken.“ Zudem müssten die Außenbereiche der

Aktuelle Wärmebelastung in Grad, tagsüber an einem Juni-Tag (22,1 Grad) um 14 Uhr



Wärmebelastung im Jahr 2035 in Grad, Szenario schwacher Klimawandel, an einem Juni-Tag (22,8 Grad) um 14 Uhr



Stadt vor weiterer Bebauung geschützt werden. Die Ludwigsburger Innenstadt könnte man dagegen kaum noch weiter bepflanzen. „Ludwigsburg ist schon sehr grün.“ Margit Lappin von der SPD fragt sich vor allem: „Was können wir machen?“ Sie fordert konkrete Vorschläge, wie die Stadt, zum Beispiel über die Bauplanung, mehr für das städtische Klima kann. Sebastian Haug (DIEU) stellt sich ebenfalls viele Fragen. „Müssen wir weitere Neubaugebiete jetzt liegen lassen?“ Oder: „Wie können wir die verbleibende Fläche verteidigen?“ Und dann kam noch der Aufruf von Epa Burkhardt. Die 83-jährige Stadträtin der Bürgergruppe Laub, die seit vier Jahren im Gemeinderat sitzt und nach wochenlanger Absenkerzeit zum ersten Mal wieder an einer Sitzung teilnehmen konnte, erlebte ein kleines Wunder. Seit 80 Jahren kämpft Burkhardt um jeden Baum und wurde dafür im Gemeinderat oft belächelt. Ganz anders die Situation am Donnerstag. Selbst als CDU-Stadträtin

angestrichelter konnte man den Respekt spüren, der Burkhardt entgegengebracht wurde. Sie nutzte die Aufmerksamkeit, um ihren Standort wieder etwaa darzulegen. „Ludwigsburg hat den Klimawandel lange nicht ernst genommen. Die Stadt ist zu sehr in alten Denkmustern verhaftet. Das muss sich ändern. Wir können nicht ständig neue Umweltschergen. Wir wissen, was zu tun ist.“

Laus Bürgermeisterin Andrea Schwarz sollte jetzt Instruktionen herausgefordert werden, die am meisten Effekt gegen die Hitze verpacken. Wie der Wohnungsbaubereich sei die Stadt in einer ständigen Abwärtspump. Auf der einen Seite müsse die hohe Nachfrage nach Wohnraum bedient werden. Auf der anderen Seite müsse über die Vertraglichkeit von Neubauten – auch für das Klima in der Stadt – nachgedacht werden. Ziel sei es, so die Verwaltung, die Bevölkerung vor Hitzestress zu schützen und trotz Hitze eine hohe Lebensqualität in der Stadt zu bieten.“

KOMMENTAR Besorgter Blick in die Zukunft

Man hat die Hitze nicht zu spüren. Schon dieser Juni hat einige Tage, die einen Aufenthalt draußen praktisch unmöglich gemacht haben. Und in naher Zukunft wird es noch schlimmer werden – unabhängig davon wie engagiert wir heute gegen den Klimawandel kämpfen. Was also ist zu tun? Kurzfristig bleibt Ludwigsburg nichts anderes übrig, als für mehr Schatten und weniger Versiegelung zu sorgen.

Schatten gibt es – steht man vor Sonnenschirmen über Schulhöfen und kleinen Plätzen ab – nur durch Bäume, Bäume und noch mehr Bäume. Sie sind für die Innenstadt wichtig, aber auch außerhalb. Die Coronakrise hat gezeigt, wie wichtig die Felder und Wälder vor der Stadt für die Nachkühlung sind. Aber entlang der Fildeswege sind praktisch keine Bäume mehr. Kein Wunder, dass dort großflächige Hitzeinseln entstehen, die einer schattierten Wiese gleichen.

Noch komplizierter wird es beim Thema Versiegelung. Ludwigsburg wird weiter wachsen. Ein Ende des Drucks auf



den Wohnungsdruck ist nicht in Sicht. Wenn dabei möglichst wenig Fläche verbraucht werden soll, müssen die Wohnstätten kleiner und die Gebäude höher werden. Diese Form der Verdichtung bringt allerdings neue Probleme. Nur wenn die Nachbarn darüber nicht sprechen, wenn direkt neben dem eigenen Grundstück ein neuer Wohnblock entsteht.

Es ist eine große und schwierige Aufgabe, die sich die Verwaltung, Stadträte und Bürger gemeinsam stellen müssen. Einen einfachen, idealen Weg wird es dabei nicht geben. Es gibt getragene Gründe, sorgenvoll auf diese Zukunft zu schauen. Aber am Ende könnte auf diesem Weg eine Stadt entstehen, die besser als jetzt für die Herausforderungen des 21. Jahrhunderts gerüstet ist – auch für die große Hitze.

Abbildung 88: Zeitungsartikel zu "in Ludwigsburg wird es immer heißer."

- (b) Armbruster, S. (1./02.10.2022): Was tun gegen die zunehmende Hitze in Ludwigsburg?
Interview: Durch die immer dichtere Bebauung ist es in Städten heißer als auf dem Land. Drei Experte denken über Lösungen nach. In: Stuttgarter Zeitung, Nr.228.

STUTTGARTER ZEITUNG
Nr. 228 | Samstag/Sonntag, 1./2. Oktober 2022

Was tun gegen die zunehmende Hitze in Ludwigsburg?

Interview Durch die immer dichtere Bebauung ist es in Städten heißer als auf dem Land. Drei Experten denken über Lösungen nach.

In den Städten wird es immer heißer. Das liegt nicht nur am Klimawandel, sondern auch an der dichteren Bebauung. Aber was kann man tun, wenn Wohnraum dringend benötigt wird? Wir sprachen darüber mit Andrea Schwarz, Baubürgermeisterin, Sebastian Mannl, Bürgermeister für Mobilität, Sicherheit und Tiefbau und Amely Krafft vom Team Klima und Energie der Stadt Ludwigsburg.

Frau Schwarz, als vor einiger Zeit der Grünen-Ministerpräsident Kretschmann zu Besuch im Rathaus war, haben Sie anhand einer Temperaturkarte von Ludwigsburg gezeigt, wie wichtig Bäume und Grünflächen sind, um die Hitze in der Stadt zu reduzieren. Andererseits wird immer mehr nachverdichtet, um mehr Wohnraum zu schaffen. Gibt es denn Zahlen, wie viele Bäume in Ludwigsburg in den letzten zehn Jahren für Bauvorhaben gefällt und wie viel Fläche versiegelt worden ist?

Andrea Schwarz Das kann man leider nicht ermitteln, weil darunter auch viele private Bäume sind, und darüber führen wir keine Statistik. Seit einem starken Jahr gibt es jedoch in Ludwigsburg die Baumschutzsatzung, die Bäume ab einem bestimmten Stammumfang in besonderem Maße vor dem Fällen schützt. Das spielt bei Bauanfragen eine Rolle.

Heißt das, dass ein Bauherr im Zweifelsfall nicht oder nur kleiner bauen kann?

Andrea Schwarz Nein, wenn an dieser Stelle Baurecht besteht, zum Beispiel durch ein Baufenster, darf der Baum auch gefällt werden, wenn es nicht anders geht. Aber es muss vorher genehmigt werden, und es muss Ersatz geschaffen werden.

Mit anderen Worten: Im Zweifelsfall sind Wohnungen doch wichtiger als die Erhaltung großer Bäume?

Andrea Schwarz Die Baumschutzsatzung kann nicht in bestehendes Baurecht eingreifen, minimiert aber die Eingriffe. Das ist ein klassischer Zielkonflikt. Die Stadt hat schon vor einiger Zeit entschieden, die Siedlungserweiterung auf ein Minimum herunterzuschrauben, um die Wiesen und Felder zu schonen. Andererseits herrscht große Wohnungsnot, und die Frage ist, wo man neue Wohnungen bauen kann. Ludwigsburg hatte da noch das Glück, im Innenbereich großes Potenzial zu haben mit der Umwidmung der Kasernen...

Quadratur des Kreises. Wie wollen Sie das erreichen?

Andrea Schwarz Durch Entsiegelung, Dachbegrünung, Fassadenbegrünung. Wir haben dafür zum Beispiel den Rahmenplan grüne Innenhöfe und planen außerdem eine Begrünungssatzung.

Können Sie das näher erläutern?

Andrea Schwarz Die Begrünungssatzung würde es ermöglichen, bei Bauvorhaben vorzuschreiben, wo beispielsweise Bäume gepflanzt werden müssen. Der Rahmenplan wurde entwickelt, weil es in der Innenstadt größtenteils sehr alte Bebauungspläne gibt, sodass die Stadt nichts in der Hand hatte, um die Wünsche von Bauherren entsprechend zu leiten. So wurden immer mal wieder grüne Innenhöfe zugebaut. Um da mehr Einfluss zu nehmen, könnte man über die ganze Innenstadt einen neuen Bebauungsplan legen, was aber ein enormer Arbeitsaufwand wäre – oder man bewertet ein Bauvorhaben entlang des Rahmenplans. Der legt fest, wo Gebäude erweitert werden dürfen, wo man Flächen, die bislang größtenteils versiegelt sind, beispielsweise mit einer Tiefgarage unterbauen darf, wenn man oben begrünt, und welche grünen Bereiche erhalten werden sollen. Der Plan ist eine politische Willensbekundung.

„Die Stadt strebt eine doppelte Entwicklung innerorts an – mehr Wohnungen, aber zugleich auch mehr Grün als vorher.“

Andrea Schwarz, Baubürgermeisterin

Was bedeutet das?

Andrea Schwarz Das heißt, wenn wir einen Bauherren nicht von dem Rahmenplan überzeugen können, müssten wir doch einen Bebauungsplan machen.

Sebastian Mannl Was aber bisher noch nicht vorgekommen ist. Wir kamen bislang immer zu einem gemeinsamen Ergebnis. Wir beraten die Bauherren, wollen aber das Wohnen in der Stadt auch nicht verunmöglichen.

Nun gibt es aber nicht nur die Innenstadt mit den alten Innenhöfen, sondern auch ältere kleine Häuser, oft in den äußeren Stadtbereichen, die zunehmend abgerissen und durch große Mehrfamilienhäuser ersetzt werden, wodurch die bislang recht großen Gärten verschwinden. Die können auch nicht durch ein paar Alibibüsche ersetzt werden.

Amely Krafft Man muss aber auch sehen, dass die Gärten oft gar nicht groß genug sind, um für das Mikroklima etwas zu bewirken. Da kann es besser sein, hier Wohnraum zu schaffen und an anderer Stelle öffentliches Grün aufzuwerten, was dann für alle zugänglich ist. Das ist eine Abwägungssache.
Andrea Schwarz Und es ist auch wirtschaft-



Andrea Schwarz, Sebastian Mannl und Amely Krafft (von rechts) mit einer Temperaturkarte der Stadt Ludwigsburg
Foto: Simon Gornelle

DREI EXPERTEN, EIN GEMEINSAMES ZIEL

Andrea Schwarz Die Stadtplanerin und Architektin ist seit stark zwei Jahren Bürgermeisterin für Stadtentwicklung, Hochbau und Liegenschaften der Stadt Ludwigsburg. Zuvor leitete die gebürtige Beilsteinerin das Amt für Stadtentwicklung in Bietigheim-Bissingen.

Sebastian Mannl Er hat im November des vergangenen Jahres sein Amt als Bürgermeister für Mobilität, Sicherheit und Tiefbau bei der Stadt Ludwigsburg angetreten. Zu den Aufgabenbereichen des Diplom-Bauingenieurs gehören auch die Grünflächen in der Stadt.

Amely Krafft Die Expertin gehört dem Team „Klima und Energie“ der Stadt Ludwigsburg an. Schwerpunkte ihrer Arbeit sind Projekte, bei denen es vor allem um die Widerstandsfähigkeit der Stadt gegen Hitze stress geht (ZURES II, Urban GreenUp).sar

letzten zehn Jahren etwa 1000 neue Bäume pflanzen.

Am Fuchshof investieren allerdings auch große Bauträger, und mein Eindruck ist, dass diese das, was rechtlich bebaubar ist, bis zum Maximum ausnutzen, weil man mit Außenflächen nicht viel Geld verdienen kann...

Andrea Schwarz Bei den Gesprächen, die ich führe, habe ich den gegenteiligen Eindruck. Die Bauträger sind sich darüber im Klaren, dass die Qualität der Freiräume bei verdichtetem Bauen sehr wichtig ist. Im Fall des

noch tagsüber im Freien aufhalten kann. Dafür sind Bäume wichtig. Deshalb wollen wir auch auf dem Arsenalplatz, einem der heißesten Orte in der Stadt, 37 neue Bäume pflanzen. Damit es bei Nacht abkühlt, braucht man dagegen freie, unversiegelte Flächen. Und da bringen dann die Rasenflächen etwas, weil sich dort die kühle Nachtluft besser verbreiten kann als unter Bäumen mit ihrem Laubdach. Das heißt, wir brauchen beides in der Stadt.

Stichwort Entsiegelung: Kann man schon sagen, ob die Entsiegelung des

Abbildung 89: Artikel in der Stuttgarter Zeitung von S. Armbruster

V.2 Synthese – für die Forschung

Des Weiteren war ZURES II unter anderem auch an Konferenzen zur Vernetzung mit Partnern aus der Forschung und Praxis beteiligt. Für die Forschung wurden folgende wissenschaftliche Berichte und Fachbeiträge im Rahmen des ZURES II-Projekts entwickelt:

Wissenschaftliche Fachvorträge ausschließlich oder teilweise zu ZURES:

- Garschagen, M., Fekete, A., Fuchs, S. (07.10.2021): Transformation in der Geographischen Klima-anpassungs- und Risikoforschung: Neuerungen, Perspektiven, Fragen. Podiumsdiskussion, AK Naturgefahren/Naturrisiken. GeoWoche2021 der Deutschen Gesellschaft für Geographie (DGfG).
- Garschagen, M., Fekete, A., Fuchs, S. (08.10.2021): Transformationen im Umgang mit Risiken: Empirische Fälle und Fragen. Interaktive Vortrags- und Diskussions Sitzung, AK Naturgefahren/Naturrisiken. GeoWoche2021 der Deutschen Gesellschaft für Geographie (DGfG).
- Garschagen, M. (26.10.2021): Geography: Climate Change and Urban Development. Workshop. 5. LMU-Chan Scientific Forum 2021
- Birkmann J. (16.06.2021): Neue digitale Werkzeuge für Kommunen - die Fördermaßnahme RegiKlim. BMBF – Vernetzungstreffen. #Digital mit Hitze umgehen.
- Schnittfinke T. (28.07.2022): „Using participatory mapping of subjective heat perception for tailor-made, heat-adapted urban development“, Vortragspräsentation beim AESOP Congress 2022 in Tartu, Estland.
- Katzschner, A. et al. (2022): “Communicating dimensions of vulnerability with respect to heat stress” auf der EGU 2022 in Wien, Österreich.
- Schnittfinke T., Götsche F. (13.02.2023): „Partizipatives Mapping als Erhebungstool von subjektiver Hitzewahrnehmung für eine passgenaue, hitzeangepasste Stadtentwicklung“, Vortragspräsentation bei der 6. Dortmunder Konferenz 02/2023.

Wissenschaftliche Beiträge in Vorbereitung aus ZURES II (Publikationsplan)

- Schnittfinke, T.; Götsche, F.; Löbig, J.; Birkmann, J.; Greiving, S. (2023): Assessing vulnerability and identifying spatial hotspots of heat stress to inform priorities for adaptation measures. In: atmosphere 2022/2023, 13 - (in Vorbereitung: abstract akzeptiert, Manuskripteinreichung bis Juni 2023)
- Götsche, F.; Schnittfinke, T.; Fuchs, M., Katzschner, A.; Garschagen, M.; Birkmann, J.; Greiving, S. (2023) heat-adapted urban development based on Participatory mapping: more or better qualified green spaces?: a case study of Ludwigsburg, Germany (2023). In: sustainability 2023 – Special Issue Climate Change, Adaptation and Disaster Risk Reduction – Planning Perspectives (in Vorbereitung: Manuskripteinreichung bis September 2023)
- Katzschner A., Garschagen M., (in Vorbereitung): Prozess und Strategie der Leitbildformulierung in deutschen Städten. Journal noch nicht definiert.

Wissenschaftliche Beiträge aus ZURES I - veröffentlicht nach Ende des Projekts:

- Birkmann, J.; Sauter, H.; Garschagen, M.; Fleischhauer, M.; Puntub, W.; Klose, C.; Burkhardt, A.; Götsche, F.; Laranjeira, K.; Müller, J.; Büter, B. (2021): New methods for local vulnerability scenarios to heat stress to inform urban planning—case study City of Ludwigsburg/Germany. In: Climatic Change 165, 37. DOI: 10.1007/s10584-021-03005-3. Link zum Dokument: <https://rdcu.be/ckORR>
- Laranjeira, K.; Götsche, F.; Birkmann, J.; Garschagen, M. (2021): Heat vulnerability and adaptive capacities: findings of a household survey in Ludwigsburg, BW, Germany. Springer. Climatic Change 166: 14. DOI: 10.1007/s10584-021-03103-2. Link zum Dokument: <https://rdcu.be/ckmkf>
- Puntub, W.; Schnittfinke, T.; Fleischhauer, M.; Birkmann, J.; Garschagen, M.; Sandholz, S.; Wannewitz, M. (2022): Linking science and practice in participatory future-oriented assessment

and planning of human heat stress vulnerability in Bonn, Germany, Journal of Environmental Planning and Management, DOI: 10.1080/09640568.2022.2043260 .

- Sandholz, S.; Sett, D.; Greco, A.; Wannewitz, M.; Garschagen, M. (2021): Rethinking urban heat stress: Assessing risk and adaptation options across socioeconomic groups in Bonn, Germany. Urban Climate, volume 37, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.100857>.

F. Arbeitspaket VI - Koordination

Das Arbeitspaket VI umfasst die Koordination, die stetige Kommunikation und das Projektmanagement des Verbundprojekts ZURES II. Das Arbeitspaket war die vollständige Projektperiode tätig. Nachfolgend sind die Projektmanagementaktivitäten im ZURES-Projekt (Arbeitspaket VI.1) und die drei städtischen Prozesse – SEK, räumliche Perspektive und STEPs, in denen die ZURES-Ergebnisse verstetigt und integriert werden, beschrieben (Arbeitspaket VI.2).

VI.1 Koordination der Prozesse im Forschungsverbund

Im Folgenden sind die zentralen Projektmanagementaktivitäten und Veranstaltungsformen benannt:

(a) Im Verbundteam

- stetige Kommunikation durch das Projektmanagement und Sicherung der Arbeitsstruktur
- Kick-off-Veranstaltung des ZURES II-Projekts aller Partner online am 6. Juli 2020 zur Besprechung von Themen wie die Arbeitsorganisation in Coronazeiten, den Kooperationsvertrag, die Projektmanagementtools und den allgemeinen Fahrplan der Arbeitspaketaktivitäten
- Vernetzung und Abstimmungen mit allen Partnern unter anderem durch regelmäßige stattfindende Webkonferenzen (ca. alle zwei Wochen) über das Webex-Tool
- Vorortbegehungen in den Stadtteilen Innenstadt und Oststadt mit den Stadtteilbeauftragten
- Zusätzlicher regelmäßiger Austausch mit der Stadt Ludwigsburg und mit den Partnern bei arbeitspaketübergreifenden Aufgaben
- Nutzung des Tools „Conceptboard“ für die Erarbeitung und Problemlösung einzelner Inhalte und für die Validierung von Zwischenergebnissen
- Nutzung der Austauschplattform bw.sync&share zum erleichterten, gemeinsamen Arbeiten an Inhalten und Dokumenten
- Diskussion und Impulse für gemeinsame Publikationen aus dem Projekt (siehe Kapitel APV)
- Kommunikation des Projekts innerhalb der Forschungseinrichtungen und insbesondere Austausch mit weiteren Projekten wie SynVer*Z, RESI-Extrem II, KAHR, WIRKSAM etc. mit ähnlichen Bezügen

(b) mit den städtischen Mitarbeiter:innen Ludwigsburgs

- ZURES II – Auftaktworkshop mit den Beauftragten des SEKs und der räumlichen Perspektive am 07. August 2020 online zum aktuellen Stand und zur weiteren Vorgehensweise beim räumlichen Leitbildprozess der Stadt Ludwigsburg zur Synchronisation mit dem ZURES-Prozess
- ZURES II – Auftaktworkshop mit den STEP-Beauftragten am 11. September 2020 online zum aktuellen Stand und zur weiteren Vorgehensweise der Stadtteilentwicklungsprozesse in den Stadtteilen Oststadt und Innenstadt
- ZURES II – Auftaktworkshop mit Schlüsselakteuren der Stadt Ludwigsburg am 8. Dezember 2020 online zur Vereinheitlichung des Kenntnisstands über die erzielten ZURES I –Erkenntnisse, zur Schärfung der Arbeitspaketaktivitäten und zur Synchronisation der ZURES-Prozesse mit den städtischen Planungsprozessen
- ZURES II im Ausschuss für Stadtentwicklung, Hochbau und Liegenschaften am 01. Juli 2021 online zu „Stadtklimaanalyse Ludwigsburg – Ergebnisse der Modellierung“
- ZURES II – Fachworkshop am 20. Oktober 2021 in Ludwigsburg „Zielkatalog zur Hitzeanpassung – wo entwickelt sich Ludwigsburg hin? Austausch zum Zielkatalog zur Hitzeanpassung in Ludwigsburg“
- ZURES II – Fachworkshop mit der Projektgruppe Oststadt am 17. Dezember 2021 online zu „Maßnahmen zur Hitzeanpassung – wo sollen Maßnahmen in der Oststadt implementiert werden? Austausch zur Verortung von Maßnahmen in der Oststadt?“

- ZURES II – Fachworkshop (Fortsetzung) mit der Projektgruppe Oststadt am 20. Januar 2022 online zu „Maßnahmen zur Hitzeanpassung – wo sollen Maßnahmen in der Oststadt implementiert werden? Austausch zur Verortung von Maßnahmen in der Oststadt?“
- ZURES II – Fachworkshop mit der Projektgruppe Innenstadt am 27. Januar 2022 online zu „Maßnahmen zur Hitzeanpassung – wo sollen Maßnahmen in der Innenstadt implementiert werden? Austausch zur Verortung von Maßnahmen in der Innenstadt?“
- ZURES II – Fachworkshop (Fortsetzung) mit der Projektgruppe Innenstadt am 10. Februar 2022 online zu „Maßnahmen zur Hitzeanpassung – wo sollen Maßnahmen in der Innenstadt implementiert werden? Austausch zur Verortung von Maßnahmen in der Innenstadt?“
- ZURES II im Fachforum Ludwigsburg am 24. Februar 2022 online zu „von den Modellierungsergebnissen zur Synthesekarte ‚Stadtlima Planungshinweiskarte‘“
- ZURES II im Fachforum Ludwigsburg am 05. Mai 2022 online zu „Hotspotanalyse basierend auf den Klima- und Vulnerabilitätszenarien – Identifizierung von prioritären Handlungsgebieten?“
- ZURES II – Fachworkshop am 09. Juni 2022 in Ludwigsburg „Gesamtstadt, Innenstadt und Oststadt – Diskussion und Bewertung von drei Maßnahmenkatalog für eine hitzeangepasste Stadtentwicklung: Wie entwickelt sich die Stadt / der Stadtteil klimaangepasst?“
- ZURES II im Fachforum Ludwigsburg am 25. August 2022 online zu „Vorstellung des finalen Entwurfs der Planungshinweiskarte Stadtklima“

(c) mit den Bürger:innen und Interessensverbänden Ludwigsburgs

- ZURES II – digitale Beteiligungsveranstaltung am 08. Juli 2021 online „Zukunftsgespräch Ludwigsburg in heißen Zeiten im Zuge des Trialogsommers“
- ZURE II – aufsuchende Beteiligung mit dem Ludwigsburger Beteiligungsmobil an unterschiedlichen Orten in der Ludwigsburger Oststadt und Innenstadt als Offline-Format und als Ergänzung zur Online-Bürger:innenumfrage vom 04.-06. August 2021
- ZURES II – Bürger:innenworkshop am 18. Oktober 2021 in der Innenstadt Ludwigsburg „Ein Blick in die Zukunft – Ideen für heiße Zeiten“ als Vermerk die Innenstadtveranstaltung musste aufgrund zu geringer Teilnehmerzahl kurzfristig abgesagt werden
- ZURES II – Bürger:innenworkshop mit einem inszenieren Spaziergang am 19. Oktober 2021 in der Oststadt Ludwigsburg „Ein Blick in die Zukunft – Ideen für heiße Zeiten“
- Hitzeaktionstag Ludwigsburg am 23. Juli 2022 auf dem Rathaus Hof Ludwigsburg „Ludwigsburg kühlt sich ab“

(d) mit weiteren Akteuren (Kommunen, Verbänden, Landkreise, etc.)

- ZURES II – Fachworkshop am 24. Juni 2023 online „Nutzung von Vulnerabilitätsindikatoren zu Hitze in Instrumenten der Stadtentwicklung und Weiterentwicklung von Leitbildern und Hilfestellungen zur Anpassung“
- ZURES II – Abschlusskonferenz am 13. September 2022 in Ludwigsburg „GANZ SCHÖN HEISS HIER: Der Weg zur hitzeangepassten Stadtentwicklung – ein Lösungsdialo g zwischen Praxis und Forschung“

(e) mit weiteren BMBF-Forschungsprojekten

- SynVer*Z: Austausch und Vernetzung im Rahmen des Synthese- und Vernetzungsprojekts Zukunftsstadt (SynVer*Z), u.a. im Rahmen Fachaustauschs am 19. Mai 2022 online zu „Nachhaltige Stadt- und Quartiersentwicklung in der Zukunftsstadt. Anpassungsbedarfe im planerischen Instrumentarium seitens des Bundes und der Länder“

VI.2 Koordination mit städtischen Planungsprozessen

Das ZURES II- Projekt verfolgte das Ziel, die Ergebnisse aus ZURES I anwendungsorientiert zu verstetigen, weiterzuentwickeln und in zwei städtische Planungsprozesse der Stadt Ludwigsburg zu integrieren. Auf der einen Seite wird ZURES einen Fachbeitrag zum städtischen Gesamtstrategieprozess zur klimaangepassten Stadtentwicklung, auf der anderen Seite einen Beitrag für die STEPs in den Stadtteilen Innenstadt und Oststadt leisten. In Abbildung 90 ist der Aufbau und die Verzahnung der Planungskonzepte der Stadt Ludwigsburg dargestellt, die in Summe die Entwicklungsrichtungen für eine lebenswerte, zukunftsfähige und klimaangepasste Stadt Ludwigsburg manifestieren.

Baustein A, das SEK, als eine Art Gesamtstrategieprozess wurden die aktuellen 11 Masterplänen zu unterschiedlichen Themenfeldern wie z. B. Wohnen, Grün in der Stadt oder Mobilität, die gemeinsam das SEK bilden, weiterentwickelt. In einem Dialog mit Bürger:innen, der Stadtverwaltung und der Politik wurde die zukünftige Stadtvision für Ludwigsburg neu gestaltet. Konkret wurden aus den ZURES Projekt die entwickelten integrierten Anpassungsziele primär unter dem Handlungsfeld 11 „Klima und Energie“ aber auch in Teilen in den anderen für eine klimaangepasste Entwicklung bedeutenden Sektoren übernommen. Zudem gleicht der Gesamtstrategieprozess dem Instrument des Leitbilds, sodass Erkenntnisse aus den Analysen der Leitbildprozesse anderer Städte aus dem Arbeitspaket III als Hinweise bei der Planung genutzt werden.

An den Entwicklungsrichtlinien gebunden Planungskonzept Baustein A knüpft der Baustein B, die räumliche Perspektive, an, welche Entwicklungsrichtlinien zusammengefasst verräumlicht und kartographisch in unterschiedlichen Layern (Inhaltsebenen) der Stadt darstellt. Die räumliche Perspektive hat einen informellen FNP-Charakter. In dieser räumlichen Perspektive werden ZURES II – Informationen als Layer integriert.

Die Inhalte dieser zwei gesamtstädtischen Planungskonzepte werden jeweils auf die Stadtteile passgenau an den Bedürfnissen und Eigenheiten der Stadtteile transferiert und bilden dann als Stadtteilentwicklungskonzept das Zukunftsprogramm des Stadtteils. Ziel ist es für jeden Stadtteil ein Stadtteilentwicklungskonzept zu entwickeln. Im Rahmen des ZURES-Projekts wurden die Stadtteile Innenstadt und Oststadt betrachtet und die entwickelten ZURES-Erkenntnisse werden in die Stadtteilentwicklungskonzepte integriert.

Diese drei Planungskonzepte bilden gemeinsam das Planungsgerüst der Stadt Ludwigsburg zur Sicherung und Verbesserung der Lebensqualität für die Stadtnutzer:innen aber auch zur zukunftsfähigen Gestaltung der Stadt im Umgang mit den zentralen, urbanen Herausforderungen wie Bevölkerungswachstum und dem damit verbundenen Druck auf dem Wohnungsmarkt, dem Mobilitätswandel, dem Gesellschaftswandel und dem Klimawandel.

Nachfolgend werden kurz die genannten städtischen Planungskonzepte im Format eines Steckbriefs skizziert.

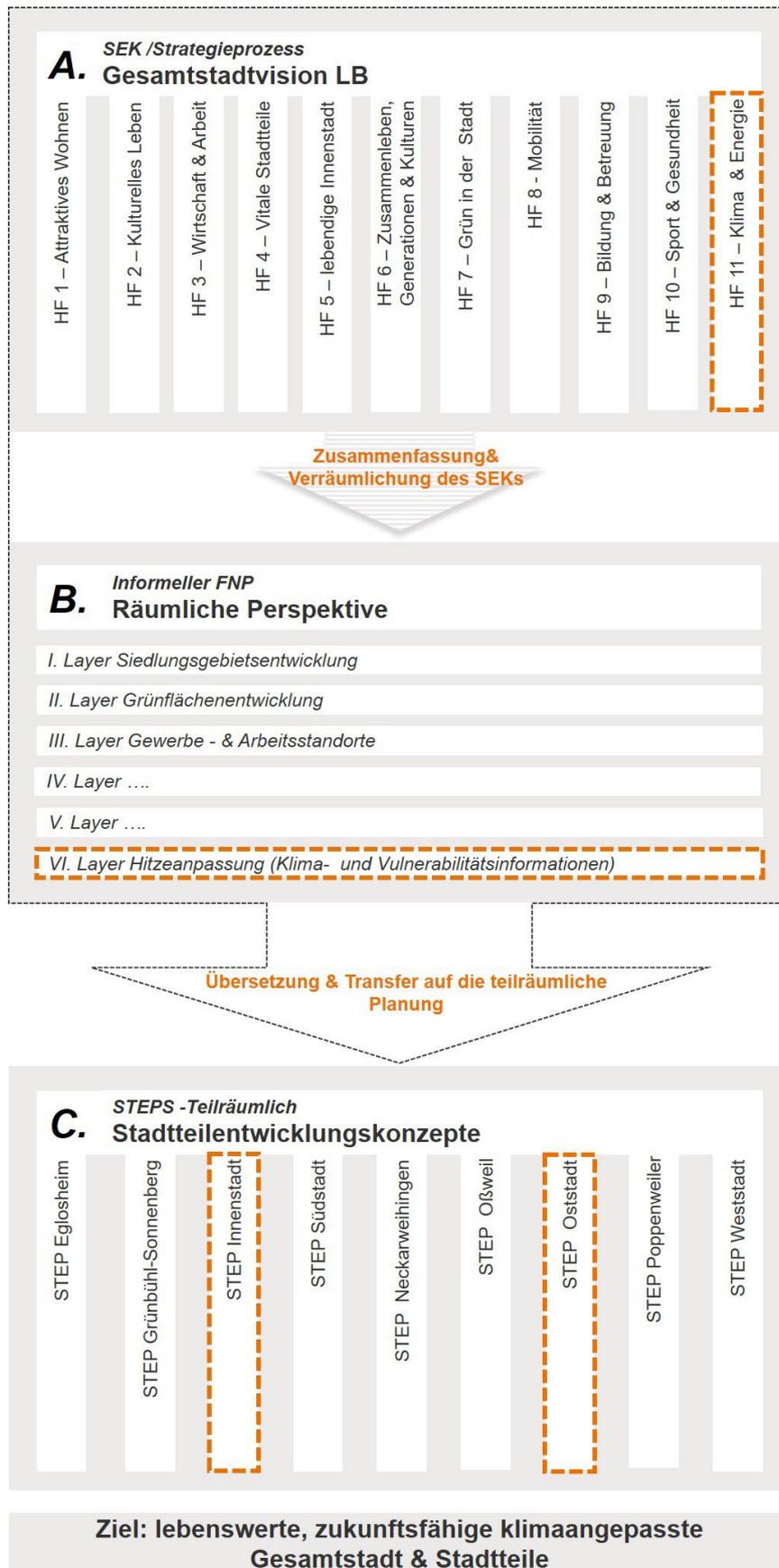


Abbildung 90: Aufbau und Verzahnung der Ludwigsburger Konzepte

Tabelle 24: Steckbrief A - Stadtentwicklungskonzept (SEK) & Strategieprozess Ludwigsburg geht weiter

A: Stadtentwicklungskonzept (SEK) & Strategieprozess Ludwigsburg geht weiter

Inhalt: Ziel- & Maßnahmensystem für alle Bereiche der Stadt; Beteiligungs- und Kommunikationsprozess zur Überarbeitung	Verantwortung: FB 61 Stadtplanung Stadt Ludwigsburg
Zeitraum: Sommer 2020 bis Ende 2022	Beteiligte: Politik, Stadtverwaltung, Bürger:innen
Instrument: ähnelt einem Leitbild	Ebene: Gesamtstadt

Beschreibung

Das SEK, das aus elf Masterplänen zu unterschiedlichen Themenfelder wie z.B. Wohnen, Grün in der Stadt oder Mobilität besteht, ist Rahmen gebend für die zukünftige Entwicklung der Stadt Ludwigsburg. Im Vordergrund bei der Fortschreibung des Stadtentwicklungskonzeptes steht die Entwicklung eines Zukunftsprogrammes bei den Fragestellungen wie „Wie wollen wir in Zukunft in Ludwigsburg leben? Wie gestalten wir Ludwigsburg grüner, produktiver und gerechter? Wie gehen wir mit den Herausforderungen wie Wohnungsmangel, Klimawandel, Verkehrswende, etc um?“ aber auch „wie können wir das solidarische Miteinander fördern?“ fokussiert werden. Im Dialog zwischen Stadtverwaltung, Gemeinderat und Bürger:innen wurde das aktuelle SEK hinsichtlich seiner Leitbilder, Ziele und Projekte überprüft und bei Bedarf nachgesteuert, verändert und erweitert. Das heißt, die Masterpläne und die darin enthaltenen Ziele wurden grundsätzlich überarbeitet. In diesem Zusammenhang übertrug die Stadtverwaltung die Masterpläne in Handlungsfelder und plante einerseits eine Vereinheitlichung der Zielsetzungen (d. h. einheitliche „Flughöhe“) über die Handlungsfelder hinweg sowie andererseits eine Hinterlegung der formulierten Ziele mit Indikatoren zur Messung und Überprüfung einer Zielerreichung. Nach der Entwicklung der Ziele im Stadtverwaltungsdialo g konnten die Ziel über die Bürgerbeteiligungsplattform Ludwigsburg von den Bürger:innen kommentiert und bewertet werden. Diese Umfrage befindet sich aktuell in der Auswertung durch die entsprechenden städtischen Fachbereiche.

Aufbau & Struktur

Die Stadt Ludwigsburg hat bereits eine längere Tradition in der Formulierung von Zielen, die in der Regel im Zuge des Stadtentwicklungsprozesses gemeinsam mit der Bürger:innenschaft erarbeitet und in Form von themenspezifischen Masterplänen (neu: Handlungsfelder) festgehalten werden. Jeder Masterplan enthält jeweils strategische und operative Ziele; letztere dienen dazu, das jeweilige übergeordnete strategische Ziel zu erreichen. Maßnahmen und Aufgaben können nur an operative Ziele angeknüpft werden. Die Ziele und Maßnahmen kommuniziert die Verwaltung transparent über die städtische Webseite an die Öffentlichkeit. Gleichzeitig erfolgt ein Reporting über die umgesetzten Ziele und Maßnahmen im Kommunalen Steuerungs- und Informationssystem (KSIS). Die Stadt Ludwigsburg verfügt daher bereits über Ziele im Bereich der Klimaanpassung, in die nun auch die in ZURES II entwickelten Ziele der Hitzeanpassung integriert wurden.



Abbildung 91: SEK- Eindrücke (altes HF Wohnen, ksis-Steuerung, Handlungsfelder)

Fazit

Im Zuge dessen finden auch die Ziele, die in ZURES II erarbeitet wurden, Eingang in das Handlungsfeld 11 „Klima & Energie“. Die Zielstruktur der ZURES II-Ziele musste dabei etwas angepasst werden, da das Handlungsfeld „Klima & Energie“ weitaus umfassender als das von ZURES II fokussierte Thema Hitzeanpassung ist und das Handlungsfeld „Klima & Energie“ maximal fünf strategische und fünf operative beinhalten soll. Daher mussten die ZURES II-Ziele etwas zusammengefasst und „ausgedünnt“ werden.

Tabelle 25: Steckbrief B - räumliche Perspektive Ludwigsburg

B: räumliches Perspektive Ludwigsburg

Inhalt: Transfer & Verräumlichung der Zukunftsstrategie in einen Planwerk
Zeitraum: Herbst 2021 bis Ende 2023

Instrument: informelles Planungsinstrument (ähnelt einem informellen FNP)

Verantwortung: Referat 05 „Nachhaltige Stadtentwicklung“

Beteiligte: Politik, Stadtverwaltung, Bürger:innen, externes Planungsbüro

Ebene: Gesamtstadt

Beschreibung

Der Flächennutzungsplan der Stadt Ludwigsburg ist bereits über 30 Jahre alt. Dieser ist somit veraltet und kann nicht als aktueller Entwicklungsplan für die Stadt Ludwigsburg dienen. Aus diesem Grund benötigt Ludwigsburg dringend ein räumliches Planwerk, um die städtischen Entwicklungen der nächsten Jahre visuell festzuhalten. Der Prozess zur Überarbeitung des FNP ist sehr formal und zeitintensiv, daher wurde entschieden, ein informelles Planungsinstrument zu erarbeiten. Dieses soll die Gesamtstadtvision des SEKs räumlich konkret übersetzen und so Leitlinien festlegen, wie Ludwigsburg sich in Zukunft entwickeln soll. Dieses informelle Instrument wird in Ludwigsburg als die „Räumliche Perspektive“ (kurz: RP) bezeichnet. Es ist vergleichbar mit den räumlichen Leitbildern aus Städten wie Winterthur und Karlsruhe. Die Arbeit an der RP findet später statt, als dies ursprünglich geplant war. Der Abseitsbeginn war im Herbst 2021. Ziel war es ursprünglich die Erarbeitung der RP und das ZURES Projekt zeitlich eng zu verknüpfen. Dies ist aufgrund des späteren Arbeitsbeginns an der RP nicht möglich. Trotzdem kann die RP wie geplant sehr gut von dem Forschungsprojekt profitieren.

Aufbau & Struktur

Für die Erarbeitung der „Räumlichen Perspektive“ wurde ein externes Planungsbüro beauftragt. Das Büro begleitet den Prozess und berät und stellt die Erkenntnisse visuell dar. Die Erarbeitungsphase ist eng an die Arbeit der Verwaltung gekoppelt. Eine Arbeitsgruppe trifft sich alle zwei Wochen zur Arbeit an der „Räumlichen Perspektive“. In dieser AG wurden auch die Ergebnisse aus dem ZURES II Projekt vorgestellt und ist in Form der Mitarbeitenden des ZURES Projekts in der Projektgruppe vertreten. Die erarbeiteten Elemente, wie die Grünflächenanalyse, die Hotspotkarte und die Klimaanalysen dienen als wichtige Grundlage für die Erstellung der räumlichen Perspektive. Das Thema der Hitzeanpassung wird als Querschnittsthema in allen Bereichen der RP berücksichtigt. Die RP besteht aus verschiedenen Layern zu wichtigen Entwicklungspfaden der Stadt Ludwigsburg.



Abbildung 92: Beispiele zur räumlichen Perspektive anderer Städte (l.-r. Stadt Winterthur 2021, Stadt Karlsruhe 2016, Stadt Bern 2017)

Fazit

Das ZURES II Projekt liefert somit wichtige Beiträge für die Erarbeitung der Räumliche Perspektive. Klima- und Vulnerabilitätsinformationen werden in die Layer der Stadt integriert. Hierfür fand auch ein direkter Austausch mit dem externen Planungsbüro statt, damit die Analysen aus dem Forschungsprojekt auf die Bedürfnisse der RP zugeschnitten werden können.

Tabelle 26: Steckbrief C - Stadtteilentwicklungskonzepte (STEP)

C: Stadtteilentwicklungskonzepte (STEPS)

Inhalt: Ziele und Maßnahmen für den jeweiligen Stadtteil, Orientiert sich an den Handlungsfeldern des SEK.

Verantwortung: FB 60 Bürgerbüro Bauen

Zeitraum: Erarbeitungsdauer ca. 1,5 Jahre
Geltung: ca. 10 Jahre

Beteiligte: Politik, Stadtverwaltung, Bürger:innen

Instrument: ähnelt einem INSEK

Ebene: Stadtteile

Beschreibung

In Ludwigsburg wird das beschriebene Stadtentwicklungskonzept (SEK) mit Hilfe der Stadtteilbeauftragten in den jeweiligen Stadtteilen umgesetzt. Da die Ziele auf der gesamtstädtischen Ebene recht allgemein sind, wird für jeden Stadtteil ein STEP erarbeitet. In diesen STEPs werden die Ziele auf der Stadtteilebene konkretisiert und gemeinsam mit der Bürger:innenschaft Maßnahmen abgeleitet.

Unter Berücksichtigung der gesamtstädtischen Zielsetzungen soll der STEP die räumlichen, sozialen und wirtschaftlichen Verflechtungen des jeweiligen Stadtteils darstellen und analysieren. Abgeleitet aus dieser räumlichen Situation des jeweiligen Stadtteils und aus den übergeordneten Zielen des Stadtentwicklungskonzeptes soll der STEP darüber hinaus spezifische Zielsetzungen für den jeweiligen Stadtteil entwickeln und darstellen. Aus diesen Zielen sind dann konkrete Maßnahmen abzuleiten. Bereits getroffene Maßnahmen aus den einzelnen Masterplänen zum SEK müssen berücksichtigt werden. Dabei visualisiert und konkretisiert der STEP die strategischen Ziele des Stadtentwicklungskonzeptes. Er ist die planerische Gesamtschau und setzt den Rahmen für die räumliche, soziale und wirtschaftliche Planung.

Aufbau & Struktur

Ein STEP besteht aus einem Analyseteil zu den unterschiedlichen Handlungsfeldern der Stadt, Zielen, die in den Handlungsfeldern (Masterplänen) erreicht werden sollen, und Maßnahmen, die zeitlich priorisiert werden. Die Maßnahmen werden in einem Planwerk räumlich dargestellt.

Bei der Erarbeitung der STEPs hat der Stadtteilbeauftragte die Gesamtkoordination des STEP innerhalb der Stadtverwaltung inne. Der STEP wird jedoch innerhalb der Verwaltung gemeinschaftlich mit anderen Fachbereichen entwickelt. Dazu gehören z.B. noch der Fachbereich städtebauliche Planung und der Fachbereich nachhaltige Mobilität. Je nach Anforderungen des Stadtteils wird die Projektgruppe um weitere Fachbereiche ergänzt. Alle STEPs werden zudem in einem Dialog zwischen Verwaltung, Politik und der Bürger:innenschaft erarbeitet. Bereits bei der Bestandsanalyse werden die Stärken und Schwächen des Stadtteils mit der Bürger:innenschaft diskutiert.



Ziele und Maßnahmen STEP Eglosheim Masterplan 11 – Klima und Energie

Ziele

1. Im Rahmen der Umsetzung des Quartierskonzepts Eglosheim West sind Maßnahmen zur Klimaanpassung wie Dach- und Fassadenbegrünung, Sonnenschutz am Gebäude, Entsiegelung sowie die Installation von Trinkbrunnen mit zu betrachten und ggf. umzusetzen.
2. Bis 2030 soll in Eglosheim ein Netzzusammenschluss erfolgen, der Ausbau erweitert und der Eglosheimer Westen an die Fernwärme angebunden werden
3. Steigerung des Anteils Erneuerbarer Energien insbesondere Ausbau PV für Eglosheim

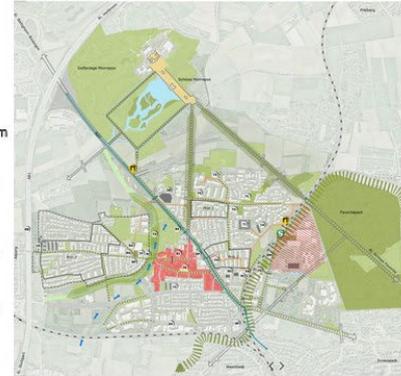


Abbildung 93. Eindrücke STEP- Eglosheim 2021 (Stadt Ludwigsburg 2021)

Fazit

Die STEPs sind der Übertrag des SEK auf die Stadtteile. Die gesamtstädtischen Ziele werden dabei auf die Gegebenheiten in den Stadtteilen angepasst. Somit kann auf die unterschiedlichen Bedürfnisse vor Ort eingegangen werden. Geplant war die Erstellung der STEPs Innenstadt und Oststadt für die Jahre 2020-2022. Leider konnte dies auf Grund mangelnder personeller Kapazitäten und wegen Corona nicht wie geplant umgesetzt werden. Die STEPS stehen noch ganz am Anfang des Prozesses und ZURES II ist bereits abgeschlossen. Dies bedeutet aber nicht, dass die ZURES II Ergebnisse ungenutzt bleiben. Durch das ZURES II Projekt ist das Team Klima & Energie nun Teil der Projektgruppe Innenstadt und der Projektgruppe Oststadt. Somit werden die Themen der Hitzeanpassung dauerhaft in die Arbeit des Stadtteils eingebracht. Darüber hinaus sind die Analyseergebnisse bereits in die Bestandsaufnahmen für die beiden STEPs eingegangen.

Die durch ZURES II entstandenen Maßnahmenkataloge werden in den Prozess der STEP-Erstellung einfließen. Das bedeutet, dass die Hitzemaßnahmen eine wichtige Rolle in den STEPs einnehmen werden. Die Maßnahmen werden auch im Zuge der STEP-Erstellung nochmal mit der Bürger:innenschaft diskutiert. Das Thema der Bürgerbeteiligung ist auch in den Stadtteilen ein relevantes Thema. Gemeinsam mit der Bürger:innenschaft werden die Maßnahmen für die STEPS diskutiert und priorisiert, dass am Ende für jedes Handlungsfeld Maßnahmenkataloge vorliegen. Die Vorschläge aus ZURES II werden dabei im Handlungsfeld „Klima & Energie“ und „Grün in der Stadt“ in den jeweiligen Maßnahmenkatalog als Vorschlag übernommen werden. Welche Maßnahmen dann am Ende noch Bestand haben, wird die Beteiligung vor Ort zeigen. Darüber hinaus wurden die Ergebnisse in der STEP-Arbeit u.a. zur Identifizierung von Standorten für die Pop-Up-Maßnahmen genutzt oder für das Aktionsprogramm hitzeangepasste Innenstadt.

Tabelle 27: Steckbrief D - tägliches Verwaltungshandeln

D: tägliches Verwaltungshandeln

Inhalt: Sensibilisierung der städtischen Verwaltung zum Thema Hitzeanpassung bei Arbeitsgruppen, Workshops, etc durch die ZURES-Stelle

Verantwortung: FB Klima und Energie

Zeitraum: seit 2016

Beteiligte: Politik, Stadtverwaltung, Bürger:innen

Instrument: LB-Projektenwicklungen, B-Plan, etc.

Ebene: Gesamtstädtisch, Stadtviertel, Projektgebiete

Beschreibung

Die Stadt Ludwigsburg nutzt die Analysen aus dem ZURES Projekt für die tägliche Arbeit. Die Stadtplaner:innen ziehen die Karten zur Rate, wenn neue Gebiete entwickeln werden sollen. So wird geprüft, wie stark die Gebiete bereits belastet sind und welche Maßnahmen ergriffen müssen im Fall einer Entwicklung, um die Belastung zu reduzieren.

Darüber hinaus prüft die Stelle „Klima & Energie“ in den Bauleitplanungen als „TÖP“, welche Auswirkungen die Planung auf das Mikroklima hat. Hierfür werden die Klimaanalysen aus dem ZURES-Projekt verwendet, um eine fachliche Bewertung durchführen zu können.

2. Wichtigste Position des zahlenmäßigen Nachweises

Der Kostenrahmen wurde entsprechend des Förderantrags eingehalten. Im ZURES II-Projekt war der wesentliche Teil der Kosten durch Personalausgaben entstanden. Eine differenziertere Darstellung der Kostenverteilung wird in den jeweiligen Verwendungsnachweisen der einzelnen Verbundpartner aufgezeigt.

3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten

Die durchgeführten Forschungsarbeiten im Verbundprojekt ZURES II sowie die dafür aufgewendeten Ressourcen waren erforderlich und angemessen, da sie für die Erreichung der im Projektantrag formulierten Ziele notwendig waren und auch vorher in der Kostenplanung detailliert begründet wurden. Insgesamt konnte der Großteil der angestrebten Zielsetzungen und Ergebnisse umgesetzt werden, wobei einige Ergebnisse, wenn sie auch nicht entsprechend der Projektbeschreibung erreicht wurden, zumeist dennoch hinsichtlich ihres eigentlichen Zwecks in anderer Form/Vorgehensweisen wie z.B. der Maptionnaire-Umfrage anstatt der Bürgerworkshops in der Corona-Hochphase 2021 realisiert wurden. Ursächlich hierfür ist vor allem die Corona-Pandemie und der damit verbundenen Einschränkungen im Veranstaltungstätigkeitsbereich.

4. Verwertbarkeit der Ergebnisse im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans

Das ZURES II Projektverbund strebt keine gewinnorientierte Verwertung der Ergebnisse des Projekts im **wirtschaftlichen Sinne** an, zumal der Zielmarkt für ZURES II primär im öffentlichen Bereich, insbesondere im Bereich des Anpassungs- und Risikomanagements auf städtischer Ebene, zu sehen ist. Die langfristige Nutzung der Erkenntnisse aus dem ZURES-Projekt erfolgt auf der kommunalen Ebene und in Beiträgen zu kommunalen Entscheidungsprozessen in Bezug auf Klimaanpassung und integrierter Stadtentwicklung. Die Verwertung der Ergebnisse in Ludwigsburg sieht vor, die Erkenntnisse zukünftig in deren kommunalen Arbeit zur Klimaanpassung zu nutzen, mit dem Ziel auch zukünftig die Lebensqualität in Ludwigsburg zu sichern. Hierfür werden die Erkenntnisse aus ZURES neben dem Gebrauch im alltäglichen Verwaltungshandeln wie z.B. bei Stellungnahmen bei B-Plänen auch konkret in den folgenden Planungsinstrumente zur Stadtentwicklung genutzt: (a) Stadtentwicklungskonzept, (b) räumliche Perspektive und (c) Stadtteilarbeit und Stadtteilentwicklungskonzepte.

Die **wissenschaftlichen und technischen Erfolgsaussichten** werden als positiv und vielseitig beurteilt. Die Ergebnisse basieren auf einer Reihe an innovativen und methodischen Ansätzen aus ZURES I wie den kleinräumigen Klima- und Vulnerabilitätsszenarien, diese wurden bedarfsgerecht und anwendungsorientiert qualifiziert sowie modifiziert (z.B. Hotspotskategorisierungen, Synthese der PHKs). Im Sinne des Dreiklangprinzips – bestehend aus Analysen, Zielen und Maßnahmen – wurden u.a. die entwickelten Informationen zum Klima und zur Vulnerabilität, abgebildet für die Gegenwart und Zukunft, für die Planungsinstrumente auf der gesamtstädtischen Planungsebene (SEK, räumliche Perspektive) und auf der teilräumlichen Ebene (STEPs) genutzt. Auch die weiteren Arbeiten u.a. zu der kartographischen Umfrage aber auch zu dem Screening von Anwendungsfällen hinsichtlich des Gebrauchs und Nutzens von Klima- und Vulnerabilitätsinformationen in formellen und informellen Planungsinstrumenten bieten sowohl methodische als auch inhaltliche Hinweise für weiteren Forschungsbedarf, insbesondere der systematischen Integration solcher Information in die

Kommunalplanung zur Stärkung des Belangs Klimaanpassung. Die wissenschaftlichen Erfolgsaussichten wurden durch die an den universitären Einrichtungen bestehende Infrastruktur zur Wissensverbreitung und Aufbereitung gestärkt. Bei der Vorstellung von Projektergebnissen auf internationalen und nationalen Fachkonferenzen (AESOP congress 2022, EGU 2022, Dortmunder Konferenz 2023, etc). Für die Verbreitung der Ergebnisse werden zu dem in nationalen und internationalen Fachzeitschriften u.a. im Special Issue „Climate Chance, Adaptation und Disaster Risk Reduction – Planning Perspectives“ der Fachzeitschrift „Sustainability“ publiziert (Siehe Publikationsliste). Die wissenschaftlichen Erkenntnisse wurden zu dem bereits in Abschlussarbeiten und Lehrveranstaltungen u.a. im Seminar „Klimaanpassungsmaßnahmen im Außen- und Innenraum“ und in der Vorlesung „Raum- und Umweltplanung“ verwendet. Auch zukünftig werden die Erkenntnisse in die Lehre eingebunden.

Auch die **Anschlussfähigkeit** wird als positiv beurteilt. Die Ergebnisse umfassen eine direkte Integration in die städtischen Prozesse der Stadt Ludwigsburg. Zum einen war die Stadt Ludwigsburg durch die ZURES-Stellenbesetzung aktiv mitwirkend bei allen Arbeiten und Aktivitäten umfassend involviert und zum anderen durch die zahlreichen Veranstaltungsformaten u.a. zur Diskussion von Ergebnissen in dem Ludwigsburger Planer:innenforum, den STEP-Projektgruppen und den weiteren ZURES-Workshops die Akteure der Stadtverwaltung Ludwigsburg intensiv beteiligt, sodass nachhaltig Wissen im Bereich der Klimaanpassung vermittelt wurde. Konkret wurden u.a. die Anpassungsziele in das Stadtentwicklungskonzept (SEK) übernommen. In Teilen werden die Ergebnisse in die räumliche Perspektive der Stadt Ludwigsburg, entwickelt durch ein Planungsbüro, integriert und die Erkenntnisse in die STEP-Projektarbeit kurzfristig durch die Pop-Up-Maßnahme am Hotspot Berliner Platz und langfristig in die Stadtteilentwicklungskonzepte (STEP) eingebunden. Darüber hinaus werden die Ergebnisse aus ZURES II auch bei weiteren Forschungsprojekten genutzt, bspw. ganz konkret beim ISAP-Projekt, bei dem u.a. die Entwicklung von Vulnerabilitätsszenarien oder die Wirksamkeit von Anpassungsmaßnahmen eine bedeutende Rolle auf stadt-regionaler Ebene einnimmt. Auch die Fragen zur Anwendung solcher Informationen in informellen Planungsinstrumenten wie z.B. Rahmenplan wird weitergeforscht.

5. Bekanntgewordene Fortschritte von dritter Seite

Bisher bestehen keine Erkenntnisse über Ergebnisse anderer Projekte, die die erzielten Ergebnisse des ZURES II-Projekt disqualifizieren würden. Gerade der in der Recherche, in persönliche Gespräche und im Austausch mit externen Akteuren (u.a. Abschlussveranstaltung) deutlich gewordene weiterer Forschungsbedarf im Bereich der Szenarien zu Vulnerabilität und Klima, zur Wirksamkeit von Anpassungsmaßnahmen, zu Kommunikationsstrategien und zur systematischen Integration in bestehende Planungsinstrumente unterstreicht die Relevanz des Projekts. Zwar gibt es Erkenntnisse anderer Forschungseinrichtungen zur Vulnerabilitäts- und Risikoanalysen, die ebenfalls auch differenzierte Zukünfte in Form von Szenarien aufspannen, und anderer Kommunen, die das Thema Klimaanpassung in informelle Planungsinstrumente (z.B. Rahmenplan Talgrund West Stuttgart, Rahmenplan Stadtklima Winterthur) integrierten, die eine ähnliche Zielsetzung haben, jedoch sind vor allem die integrierte Betrachtung von Klima und Gesellschaft hinsichtlich des Klimaanpassungsbelangs angewendet in informellen Planungsinstrumenten auf gesamtstädtischer und teilräumlicher Ebene als besonders innovativ anzusehen.

6. Erfolgte und geplante Veröffentlichungen aus ZURES II

Projekt ZURES II-Konsortium (2022): GANZ SCHÖN COOL HIER. Wie gelingt hitzeangepasste Stadtentwicklung für alle? (Faltbroschüre). Ludwigsburg.

Projekt ZURES II-Konsortium (2023): GANZ SCHÖN HEISS HIER: Lösungsansätze für eine hitzeangepasste Stadtentwicklung (Abschlussbroschüre). Saarbrücken. (Online-Publikation geplant 2023)

Schnittfinke, T.; Götsche, F.; Löbig, J.; Birkmann, J.; Greiving, S. (2023): Assessing vulnerability and identifying spatial hotspots of heat stress to inform priorities for adaptation measures. In: atmosphere 2022/2023, 13 - (in Vorbereitung: abstract akzeptiert, Manuskripteinreichung bis Juni 2023)

Götsche, F.; Schnittfinke, T.; Fuchs, M., Katzschner, A.; Birkmann, J.; Greiving, S. (2023) heat-adapted urban development based on Participatory mapping: more or better qualified green spaces?: a case study of Ludwigsburg, Germany (2023). In: sustainability 2023 – Special Issue Climate Change, Adaptation and Disaster Risk Reduction – Planning Perspectives (in Vorbereitung: Manuskripteinreichung bis September 2023)

7. Literatur

- agl Hartz • Saad • Wendl (2020a): Hitzestress und menschliche Gesundheit. Verwundbarkeitsanalyse für die Stadt Reutlingen – Kurzfassung. Saarbrücken.
- agl Hartz • Saad • Wendl (2020b): Masterplan Grün der Stadt Leipzig. Urbane grün-blaue Infrastruktur (UGBI). Analysen. Konzepte. Im Auftrag der Stadt Leipzig. Saarbrücken. unveröffentlicht.
- Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (22.8.2022): Flächenerhebung 2020 in Berlin. Online, verfügbar unter: <https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/248-2021>.
- Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (23.8.2022): 2021, Bevölkerungsstand. Jahresergebnisse. Online, verfügbar unter: <https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/a-i-3-j>.
- Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (24.8.2022): 2021, Wanderungen. Jahresergebnisse. Online, verfügbar unter: <https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/a-iii-2-j>.
- BauGB – Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 9 des Gesetzes vom 10. September 2021 (BGBl. I S. 4147) geändert worden ist.
- BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hg.) (2018): Handlungsziele für Stadtgrün und deren empirische Evidenz. Bundesinstitut für Bau- Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen für Bauwesen und Raumordnung (BBR): Bonn.
- Birkmann, J.; Böhm, H. R.; Buchholz, F.; Büscher, D.; Daschkeit, A.; Ebert, S.; Fleischhauer, M.; Frommer, B.; Köhler, S.; Kufeld, W.; Lenz, S.; Overbeck, G.; Schanze, J.; Schlipf, S.; Sommerfeldt, P.; Stock, M.; Vollmer, M.; Walkenhorst, O. (2013): Glossar Klimawandel und Raumentwicklung. E-Paper der ARL, Bd. 10. 2. überarbeitete Fassung. Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung.
- Birkmann, J.; Böhm, H.; Buchholz, F.; Büscher, D.; Daschkeit, A.; Ebert, S.; Fleischhauer, M.; Frommer, B.; Köhler, S.; Kufeld, W.; Lenz, S.; Overbeck, G.; Schanz, J.; Schlipf, S.; Sommerfeldt, P.; Stock, M.; Vollmer, M.; Walkenhorst, O. (2013): Glossar. Klimawandel und Raumentwicklung. 2., überarbeitete Fassung. Hannover.
- BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hg.) (2015): Grün in der Stadt – Für eine lebenswerte Zukunft: Grünbuch Stadtgrün. Bonn.
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hg.) (2013): Planungsbezogene Empfehlungen zur Klimaanpassung auf Basis der Maßnahmen des Stadtklimalotsen. BMVBS-Online-Publikation, Nr. 25.
- Böhme, C.; Franke, T.; Preuß, T. (2019): Umsetzung einer integrierten Strategie zu Umweltgerechtigkeit – Pilotprojekt in deutschen Kommunen; Abschlussbericht. Umwelt & Gesundheit, 02-2019. Kassel.
- Buchin, O., M.-T. Hoelscher, F. Meier, T. Nehls, F. Ziegler (2016): Evaluation of the health-risk reduction potential of counter measures to urban heat islands. Energy and Buildings 114: 27-37.
- Chatzidimitriou, A.; Liveris, P.; Bruse, M.; Topli, L. (2013): Urban Redevelopment and Microclimate Improvement: A Design Project in Thessaloniki, Greece. PLEA2013 Conference-Paper.
- Christen, M.; Schmidt, S. (2012): A Formal Framework for Conceptions of Sustainability - a Theoretical Contribution to the Discourse in Sustainable Development. In: Sust Dev 20 (6), S. 400–410. DOI: 10.1002/sd.518.

- DIN – Deutsches Institut für Normung (2013): DIN 4108-2:2013-02. Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz.
- DWD Deutscher Wetterdienst (24.8.2022): Deutscher Klimaatlas. Online verfügbar unter: https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas_node.html.
- Fischer, C. (2013): Grundlagen und Grundstrukturen eines Klimawandelanpassungsrechts. Recht der Nachhaltigen Entwicklung, Bd. 12. Tübingen: Mohr Siebeck.
- GFZ – Helmholtz-Zentrum Potsdam / Deutsches GeoForschungsZentrum (Hrsg.; 2023): Wissensplattform Erde und Umwelt (ESKP): Nicht jede Baumart optimal für das Stadtklima. Online: <https://www.eskp.de/klimawandel/nicht-jede-baumart-optimal-fuer-das-stadtklima-935880/>
- Gibson, R. B.; Hassan, S.(2010): Sustainability assessment. Criteria and processes. London, Sterling, VA: Routledge. Online verfügbar unter <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&AN=142635>.
- Großmann, K.; Franck, U.; Krüger, M.; Schlink, U.; Schwarz, N.; Stark, K. (2012): Soziale Dimensionen von Hitzebelastung in Grossstädten. disP - The Planning Review, 48 (4). S. 56–68.
- Halla, P.; Binder, C. R. (2020): Sustainability Assessment. Introduction and Framework. In: C. R. Binder, R. Wyss und E. Massaro (Hg.): Sustainability Assessment of Urban Systems: Cambridge University Press, S. 7–29.
- HLNUG Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (Hrsg.) (2019): Kommunale Klimaanpassung – Hitze und Gesundheit -. Ein Methodenbaukasten. Klimawandel in Hessen – Schwerpunktthema. Wiesbaden.
- Hoelscher, M.-T., T. Nehls, B. Jänicke, G. Wessolek (2016): Quantifying cooling effects of facade greening: Shading, transpiration and insulation. Energy and Buildings 114: 283-290.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hg.) (2014): Climate change 2014 Impacts, adaptation, and vulnerability. Working Group II contribution to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change: Part A: Global and sectoral aspects. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jendritzky, G., et al. (1990): Methodik zur raumbezogenen Bewertung der thermischen Komponente im Bioklima des Menschen (Fortgeschriebenes Klima-Michel-Modell). Beitr. Akad. Raumforsch. Landesplan. Nr. 114.
- Kanton Genf – République et canton de Genève, Département du territoire Service cantonal du développement durable (2020): Situation climato-écologique du canton de Genève. Analyse climatique sur la base d'un modèle. Erstellt durch GEO-NET Umwelt-consulting (Hannover). Online: <https://ge.ch/sitg/actualites/analyse-climatique-du-canton-de-geneve>
- Kreisausschuss des Landkreises Kassel (Hrsg.), 2018: Sozialatlas 2018. Landkreis Kassel. 4. Auflage. Kassel.
- Kunz-Plapp, T.; Hackenbruch, J.; Schipper, J. (2016): Factors of subjective heat stress of urban citizens in contexts of everyday life. Natural Hazards and Earth System Sciences, 16 (4). S. 977–994.
- KURAS (2016 – Forschungsprojekt "Konzepte für urbane Regenwasserbewirtschaftung und Abwassersysteme". Durch das BMBF im Rahmenprogramm „FONA - Forschung für nachhaltige Entwicklungen“ gefördert. Online: <http://www.kuras-projekt.de>

- Kuttler, W. (1999): Human-biometeorologische Bewertung stadtklimatologischer Erkenntnisse für die Planungspraxis. In: Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Institut für Meteorologie der Universität Leipzig und dem Institut für Troposphärenforschung e.V. Leipzig. Band 13.
- Landeshauptstadt Erfurt (2018): Klimagerechtes Flächenmanagement der Landeshauptstadt Erfurt. Gesamtstädtische Klimaanalyse mit Bewertungskatalog, Planungsempfehlungen und Integration der zukünftigen baulichen sowie klimatischen Veränderungen. Erfurt.
- Landeshauptstadt Erfurt (2020): Sozialstrukturatlas 2020 zur Beschreibung der Lebenslagen der Erfurter Bevölkerung. Erfurt.
- Landeshauptstadt Erfurt (24.08.2022): Daten und Fakten zur Landeshauptstadt Erfurt. Online verfügbar unter: <https://www.erfurt.de/ef/de/rathaus/daten/zahlen/index.html>.
- Landeshauptstadt Wiesbaden (1.3.2022): Landschaftsplan der Stadt Wiesbaden. Fachgutachten Stadtklima. Stand 2021. Online verfügbar unter: <https://www.gpm-webgis-10.de/geoapp/wiesbaden/landschaftsplan/>.
- LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (Hrsg.) (2020): Vulnerabilitätsanalyse „Hitzestress und menschliche Gesundheit“ am Beispiel der Stadt Reutlingen. Reihe KLIMOPASS-Berichte. Karlsruhe.
- Magistrat der Stadt Kassel (Hrsg.) (2020): Umweltgerechtigkeit. Umsetzung einer integrierten Strategie zu Umweltgerechtigkeit – Pilotprojekt in deutschen Kommunen. Forschung-Praxis-Projekt. Zwischenbericht. Kassel.
- Matzarakis, A.; Mayer H. (1996): Another kind of environmental stress: Thermal stress. WHO Newsletter No. 18: 7-10.
- Mayring, P (2010): Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken. Weinheim [u.a.]: Beltz.
- Meerow, S.; Newell, J. P.; Stults, M. (2016): Defining urban resilience. A review. In: Landsc Urban Plan 147, S. 38–49. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2015.11.011.
- National Observatory of Athens (2018): About the Service. Online verfügbar unter: <https://extrema.space/>
- Noppel, H. (2017): 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. Hrsg.: Deutscher Wetterdienst. Offenbach am Main: Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes. (Berichte des Deutschen Wetterdienstes; 249).
- Philipp, C. H.; Chow, W.T.L. (2020): Urban Heat Vulnerability Analysis for Singapore: D 2.4 – Vulnerability Map. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000419689>.
- Pizzo, B. (2015): Problematizing resilience: Implications for planning theory and practice. In: Cities 43, S. 133–140. DOI: 10.1016/j.cities.2014.11.015.
- Reiter, J.; Dittmer, C.; Lorenz, D.; Voss, M. (2018): Katastrophen und Katastrophenvorsorge in Jena aus Sicht der Bevölkerung. <https://doi.org/10.17169/refubium-1322>.
- Riedel, N.; Scheiner, J.; Müller, G.; Köckler, H. (2014): Assessing the relationship between objective and subjective indicators of residential exposure to road traffic noise in the context of environmental justice. Journal of Environmental Planning and Management, 57 (9). S. 1398–1421.

- Rossi, F.; Cardinali, M.; Gambelli, A.; Filipponi, M.; Castellani, B.; Nicolini, A. (2020): Outdoor thermal comfort improvements due to innovative solar awning solutions: An experimental campaign. *Energy and Buildings*. 225.
- Schmidt-Eichstaedt, G. (2019): Bauleitplanung. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hg.): *Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung*. Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung, 139–160.
- Schubert, H. (1995): Soziale Infrastruktur. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) (Hg.): *Handwörterbuch der Raumordnung*. Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung, S. 847-851.
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (Hg.) (2015): Soziale Infrastruktur/Bildungsinstitutionen. *Stadt der Zukunft - Stadt der Vielfalt*, 8. Berlin.
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, 2016: *Stadtentwicklungsplan Klima. KONKRET. Klimaanpassung in der Wachsenden Stadt*. Berlin.
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Berlin, 2019a: *Monitoring soziale Stadtentwicklung Langfassung*. Berlin.
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Berlin, 2019b: *Monitoring soziale Stadtentwicklung Kurzfassung*. Berlin.
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen, 18.3.2022: *Umweltatlas*. Zugriff: <https://www.berlin.de/umweltatlas/>.
- Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, 2019: *Basisbericht Umweltgerechtigkeit. Grundlagen für die sozialräumliche Umweltpolitik*. Berlin.
- Sharifi, A.; Yamagata, Y. (2016): Urban Resilience Assessment: Multiple Dimensions, Criteria, and Indicators. In: Y. Yamagata und H. Maruyama (Hg.): *Urban Resilience*, Bd. 105. Cham: Springer International Publishing (Advanced Sciences and Technologies for Security Applications), S. 259–276.
- Stadt Berlin – Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (2015): EFRE Projekt 027 – Stadtklima. Abschlussbericht. In Zusammenarbeit mit GEO-NET Umweltconsulting (Hannover). Online: <https://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/ib410.htm>
- Stadt Berlin – Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (2010): *Stadtentwicklungsplan Klima. Urbane Lebensqualität im Klimawandel sichern*.
- Stadt Bonn – Amt für Umwelt, Verbraucherschutz und Lokale Agenda (2020): *Stadtklimaanalyse Bonn 2019. Grundlagen, Methoden, Ergebnisse*. Erstellt durch GEO-NET Umweltconsulting (Hannover). Online: <https://www.bonn.de/themen-entdecken/umwelt-natur/projekte-zur-klimaanpassung.php#ZURES>
- Stadt Freiburg i. Br. (2019): *Klimaanpassungskonzept. Ein Entwicklungskonzept für das Handlungsfeld "Hitze"*. Freiburg. Verfügbar unter https://www.freiburg.de/pb/site/Freiburg/get/documents_E-1465143323/freiburg/daten/bauen/stadtplanung/Klimaanpassung/201013_KLAK_Bericht-digital.pdf.
- Stadt Freiburg im Breisgau (18.3.2022a): *FR.ITZ Dashboards. Klicken + durchblicken: Stadtbezirks-Statistik anschaulich*. Online verfügbar unter: <https://www.freiburg.de/pb/1700270.html>.

- Stadt Freiburg im Breisgau (18.3.2022b): Sozialdatenatlas. Online verfügbar unter: <https://fritz.freiburg.de/sozialberichts atlas/produktiv/atlas.html>.
- Stadt Freiburg im Breisgau (2021): Sozialbericht 2020. Freiburg i. Br..
- Stadt Freiburg im Breisgau (2021): Stadtbezirksatlas. Freiburg i. Br..
- Stadt Freiburg im Breisgau (24.8.2022): FR.ITZ online – Informationen, Trends und Zahlen. Online verfügbar unter: <https://fritz.freiburg.de/Informationsportal/#app/startpage>.
- Stadt Freiburg im Breisgau (Hrsg.) (2019): Klimaanpassungskonzept. Ein Entwicklungskonzept für das Handlungsfeld „Hitze“. Freiburg i. Br..
- Stadt Freiburg im Breisgau (Hrsg.), 2018: Klimaanpassungskonzept. Ein Entwicklungskonzept für das Handlungsfeld „Hitze“. Maßnahmenplan. Freiburg i. Br..
- Stadt Karlsruhe (2015): Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung. Anpassungskomplex "Hitze". Karlsruhe. Online verfügbar unter: https://www.karlsruhe.de/b3/bauen/projekte/klimaanpassung/HF_sections/content/ZZICX0Pvquj3Xx/ZZm2CEM87ZaAB8/Begleitheft%20Teil%201.pdf.
- Stadt Kassel – Umwelt- und Gartenamt (2018): Zukunft Stadtgrün. Integriertes Stadtentwicklungskonzept. Integriertes städtebauliches Entwicklungskonzept (ISEK). Kassel.
- Stadt Kassel (2021): Kassel. Documenta Stadt. Statistische Informationen. Jahresbericht 2020. Zahlen, Daten und Fakten aus der Fachstelle Statistik Kassel. Kassel.
- Stadt Kassel (2022): Kassel. Documenta Stadt. Daten und Fakten 2021. Flyer. Kassel.
- Stadt Leipzig (1.3.2021): Daten der Ortsbezirke der Stadt Leipzig. Online verfügbar unter: <https://statistik.leipzig.de/statdist/index.aspx>.
- Stadt Leipzig (2016): Klimawandel. Anpassungsstrategie für Leipzig. Leipzig.
- Stadt Leipzig (2018): Leipzig 2030. Stadtentwicklungskonzept. Fachkonzept Freiraum und Umwelt. Leipzig.
- Stadt Leipzig (2021a): Sozialreport 2021. Leipzig.
- Stadt Leipzig (2021b): Statistisches Jahrbuch 2021. 51. Ausgabe. Leipzig.
- Stadt Ludwigsburg (2009): Stadtteilentwicklungsplan Grünbühl/ Sonnenberg. Ludwigsburg.
- Stadt Ludwigsburg (2010): Stadtteilentwicklungsplan Eglosheim. Ludwigsburg.
- Stadt Ludwigsburg (2016): Strategisches Fachkonzept Klimaanpassung (KliK). Online verfügbar unter: https://www.ludwigsburg.de/site/Ludwigsburg-Internet2020/get/params_E2075545087/17958810/Klimaanpassungskonzept_Ludwigsburg_160426.pdf.
- Stadt Ludwigsburg (2021): Stadtteilentwicklungskonzept Eglosheim. Ludwigsburg. Online verfügbar unter: <https://meinlb.de/eglosheim/>
- Stadt Ludwigsburg (Hg.) (2016): Informationsvorlage Nr. 294/16 vom 24.08.2016. Online verfügbar unter <https://ris.ludwigsburg.de/bi/getfile.php?id=153952&type=do>
- Stadt Mannheim (2019): Konzept „Anpassung an den Klimawandel in Mannheim“. Mannheim. Online verfügbar unter: https://www.mannheim.de/sites/default/files/2019-04/Konzept_Anpassung%20an%20den%20Klimawandel%20in%20Mannheim_final.pdf

- Stadt Mannheim (2019): Konzept „Anpassung an den Klimawandel in Mannheim“. Darmstadt.
- Stadt Mannheim (2021a): Anpassung an den Klimawandel in Mannheim. Mannheimer Hitzeaktionsplan. Mannheim.
- Stadt Mannheim (2021b): Erstellung eines Hitzeaktionsplans mit gezielten Maßnahmen für die Stadt Mannheim. Beteiligungsworkshop II. Mannheim.
- Stadt Mannheim (2021c): Stadtklimaanalyse Mannheim 2020. Mannheim.
- Stadt Mannheim (24.8.2022a): Daten und Fakten. Online verfügbar unter: <https://www.mannheim.de/de/stadt-gestalten/daten-und-fakten>.
- Stadt Mannheim (24.8.2022b): Klimafolgenanpassung. Konzept „Anpassung an den Klimawandel in Mannheim“. Online verfügbar unter: <https://www.mannheim.de/de/service-bieten/mannheim-auf-klimakurs/klimafolgenanpassung>.
- Stadt Meerbusch – Dezernat III Umwelt und Klimaschutz (2020): Klimafolgenanpassung in Meerbusch. Erstellt durch MUST Städtebau (Köln) in Kooperation mit GEO-NET Umweltconsulting (Hannover). Online verfügbar unter: <https://meerbusch.de/wir-in-meerbusch/umwelt-und-klimaschutz/klimaschutz-und-klimaanpassung.html>
- Stadt Osnabrück (Hrsg.) (2022): Ein Freiraumkonzept für die Stadt Osnabrück. Osnabrück.
- Stadt Osnabrück (1.3.2022): Stadtklimaanalysekarte. Online verfügbar unter: <http://geo.osnabrueck.de/stadtklima/?i=map>.
- Stadt Osnabrück (2017): Konzept zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels der Stadt Osnabrück. Teil A: Stadtklimaanalyse. Osnabrück.
- Stadt Osnabrück (2021): Sozialmonitoring 2021. Osnabrücker Beiträge zur Stadtforschung. Osnabrück.
- Stadt Osnabrück (22.8.2022): Wetter und Stadtklima in Osnabrück. Online verfügbar unter: <https://www.osnabrueck.de/gruen/stadtklima/stadtklima/wetter-und-klimadaten-in-osnabrueck>.
- Stadt Osnabrück. (24.8.2022): KOSMOS. Kommunales Statistik- und Monitoringprogramm Osnabrück.
- Stadt Reutlingen (2021): Im Spiegel der Statistik 2020. Reutlingen.
- Stadt Reutlingen (24.8.2022): Daten und Fakten. Online verfügbar unter: <https://www.reutlingen.de/de/Leben/UnsereStadt/DatenFakten#:~:text=Reutlingen%20ist%20eine%20gro%C3%9Ffe%20Kreisstadt,Ulm%20in%2057%20Kilometer%20Entfernung>.
- Stadt Wiesbaden. Amt für Statistik und Stadtforschung (2022): Statistisches Jahrbuch 2021. Stadtgebiet und Fläche. Wiesbaden.
- Stadt Worms (24.8.2022): Statistiken zu Worms. Basisdaten. Online verfügbar unter: <https://www.worms.de/neu-de/wirtschaft-foerdern/statistiken.php>.
- Stadt Zürich (2020): Fachplanung Hitzeminderung. Programm Klimaanpassung. Zürich. Online verfügbar unter: https://www.stadt-zuerich.ch/content/dam/stzh/zed/Deutsch/gsz_2/publikationen/planung-und-bau/fachplanung-hitzeminderung/FPH_Bericht_2020_low.pdf.
- Stadtplanungsamt Leipzig (2019): Stadtklimaanalyse Leipzig 2019. Abschlussbericht. Phase 1. Leipzig.
- Stadtverwaltung Mannheim (2010): Stadtklimaanalyse Mannheim 2010. Mannheim.

- Stadtverwaltung Worms (2016): KLAKE Worms handelt. Konzept zur Anpassung an den Klimawandel. Worms.
- TU Darmstadt - Technische Universität Darmstadt (Hrsg., 2013): Gebäude, Begrünung und Energie – Potenziale und Wechselwirkungen. Interdisziplinärer Leitfaden als Planungshilfe zur Nutzung energetischer, klimatischer und gestalterischer Potenziale sowie zu den Wechselwirkungen von Gebäude, Bauwerksbegrünung und Gebäudeumfeld. Abschlussbericht. In Kooperation mit der Technischen Universität Braunschweig.
- UBA – Umweltbundesamt (2019): Untersuchung der Potentiale für die Nutzung von Regenwasser zur Verdunstungskühlung in Städten. UBA-Texte. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/untersuchung-der-potentiale-fuer-die-nutzung-von>
- UBA – Umweltbundesamt (Hg.) (2016): Klimaanpassung in der räumlichen Planung (Praxishilfe). Starkregen, Hochwasser, Massenbewegungen, Hitze, Dürre - Gestaltungsmöglichkeiten der Raumordnung und Bauleitplanung.
- UBA Umweltbundesamt (Hrsg.) (2021): Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland. Kurzfassung. Dessau-Roßlau.
- UBA Umweltbundesamt (24.8.2022): Gesundheitsrisiken durch Hitze. Interaktive Karte. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-gesundheit/gesundheitsrisiken-durch-hitze#indikatoren-der-lufttemperatur-heisse-tage-und-tropennachte>.
- UBA – Umweltbundesamt (2020): Gebäudeklimatisierung. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/fluorierte-treibhausgase-fckw/anwendungsbereiche-emissionsminderung/gebäudeklimatisierung>
- Ulpiani, G.; Di Giuseppe, E.; Perna, C.; D'orazio, M.; Zinzi, M. (2019a): Thermal comfort improvement in urban spaces with water spray systems: Field measurements and survey. Building and Environment. Volume 156.
- Ulpiani, G.; Perna, C.; Zinzi, M. (2019b): Water nebulization to counteract urban overheating: Development and experimental test of a smart logic to maximize energy efficiency and outdoor environmental quality. Applied Energy. 239. 1091–1113.
- UVPG – Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. März 2021 (BGBl. I S. 540), das durch Artikel 14 des Gesetzes vom 10. September 2021 (BGBl. I S. 4147) geändert worden ist.
- Vale, L. J. (2013): The politics of resilient cities: whose resilience and whose city? In: Build Res Inf 42 (2), S. 191–201. DOI: 10.1080/09613218.2014.850602.
- VDI (2004): Verein Deutscher Ingenieure: VDI-Richtlinie 3787 Blatt 9. Umweltmeteorologie. Berücksichtigung von Klima und Lufthygiene in räumlichen Planungen.
- Waas, T.; Hugé, J.; Block, T.; Wright, T.; Benitez-Capistros, F.; Verbruggen, A. (2014): Sustainability Assessment and Indicators: Tools in a Decision-Making Strategy for Sustainable Development. In: Sustainability 6 (9), S. 5512–5534. DOI: 10.3390/su6095512.
- WM BW – Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg (Hg.) (2022): Städtebauliche Klimafibel online. Online verfügbar unter <https://www.staedtebauliche-klimafibel.de/?p=0> (zugegriffen am 23.03.2022)

Wujeska-Klause, A., S. Pfautsch (2020): The Best Urban Trees for Daytime Cooling Leave Nights Slightly Warmer. *Forests* 11(9):945.