



ÖFFENTLICHE BESCHLUSSVORLAGE

Amt/Eigenbetrieb:

69 Umweltamt

Beteiligt:

Betreff:

Abschlussbericht "Integriertes Klimaanpassungskonzept Stadt Hagen"

Beratungsfolge:

20.03.2019 Ausschuss für Umwelt, Stadtsauberkeit, Sicherheit und Mobilität

Beschlussfassung:

Ausschuss für Umwelt, Stadtsauberkeit, Sicherheit und Mobilität

Beschlussvorschlag:

Der Umweltausschuss nimmt den Abschlussbericht des "Integrierten Klimaanpassungskonzeptes Stadt Hagen" zur Kenntnis.



Kurzfassung

-entfällt -

Begründung

In der Projektlaufzeit vom 01.09.2015 bis 31.08.2018 wurde das Klimaanpassungskonzept für die Stadt Hagen (InKlaH) als sogenanntes „kommunales Leuchtturmvorhaben“ im Rahmen der Förderung von Maßnahmen zur Klimaanpassung vom Bundesumweltministerium erarbeitet. Im Fokus steht die integrierte Betrachtung der beiden Trends Klimawandel und demographischer Wandel und deren Auswirkungen und Wechselwirkungen in Hagen.

Das Projekt wurde nach dreijähriger Laufzeit am 31.08.2018 abgeschlossen. Die zentralen Ergebnisse wurden bereits im Umweltausschuss beraten sowie der Öffentlichkeit im Rahmen einer Abschlussveranstaltung in der VHS am 10.07.2018 vorgestellt. Die Verwaltung hat den Bericht nunmehr gemeinsam mit den Projektpartnern veröffentlicht. Die finale Fassung des Berichts ist im Amtsinformationssystem der Stadt Hagen als Anlage beigelegt.

Das Klimaanpassungskonzept für die Stadt Hagen wurde im Rahmen der Förderung von Maßnahmen zur Klimaanpassung vom Bundesumweltministerium mit 60% gefördert.

Das Finanzvolumen aller beteiligten Projektpartner betrug insgesamt 280.000 €. Zudem wurde die Stadt Hagen mit einer ½ Personalstelle über die Projektlaufzeit von drei Jahren gefördert. Der erforderliche städtische Eigenanteil konnte zu 100% über städtisches Personal eingebracht werden.

Partner bei der Erarbeitung des Verbundprojektes waren das Institut für Raumplanung (IRPUD) der Technischen Universität Dortmund sowie der Regionalverband Ruhr (RVR) mit dem Team Klimaschutz und Klimaanpassung und die Stadt Hagen mit dem Umweltamt, die zusammen den Lenkungskreis des Projektes bildeten.

Der formelle Verwendungsnachweis wurde fristgerecht bis zum 28.02.2019 beim Fördermittelgeber Projektträger Jülich eingereicht.



Inklusion von Menschen mit Behinderung

Belange von Menschen mit Behinderung

(Bitte ankreuzen und Teile, die nicht benötigt werden löschen.)

☒ sind nicht betroffen

Finanzielle Auswirkungen

(Bitte ankreuzen und Teile, die nicht benötigt werden löschen.)

☒ Es entstehen keine finanziellen und personellen Auswirkungen

gez.

Thomas Huyeng
Beigeordneter



Verfügung / Unterschriften

Veröffentlichung

Ja

Nein, gesperrt bis einschließlich _____

Oberbürgermeister

Gesehen:

Erster Beigeordneter
und Stadtkämmerer

Stadtsyndikus

Beigeordnete/r

Amt/Eigenbetrieb:

Die Betriebsleitung
Gegenzeichen:

Beschlussausfertigungen sind zu übersenden an:

Amt/Eigenbetrieb:

Anzahl:



INTEGRIERTES KLIMAANPASSUNGSKONZEPT STADT HAGEN

ABSCHLUSSBERICHT ZUM VORHABEN:

Verbundprojekt:

DAS: Integriertes Klimaanpassungskonzept Hagen

Die Erstellung des Integrierten Klimaanpassungskonzeptes für die Stadt Hagen erfolgte im Rahmen der „Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel“ (DAS) und der Förderung von Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), vertreten durch den Projektträger Jülich.

Förderschwerpunkt:

Kommunale Leuchtturmvorhaben sowie Aufbau von lokalen und regionalen Kooperationen (Förderschwerpunkt 3)

Projektlaufzeit:

01.09.2015 bis 31.08.2018

Förderkennzeichen:

03DAS057A; 03DAS057B; 03DAS057C

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projektleitung:

Prof. Dr. Stefan Greiving,
TU Dortmund – Institut für Raumplanung (IRPUD)

Verbundprojektpartner und Bearbeitung:

Felix Othmer, Stadt Hagen - Umweltamt

Fred Weber, Stadt Hagen - Umweltamt



Sophie Arens,
TU Dortmund – Institut für Raumplanung (IRPUD)

Dennis Becker,
TU Dortmund – Institut für Raumplanung (IRPUD)

Florian Hurth,
TU Dortmund – Institut für Raumplanung (IRPUD)

Dr. Florian Flex,
TU Dortmund – Institut für Raumplanung (IRPUD)



Astrid-Snowdon-Mahnke, Regionalverband Ruhr (RVR)

Dr. Wolfgang Beckröge, Regionalverband Ruhr (RVR)



Hinweis:

Das vorliegende Konzept verwendet geschlechtsneutrale Formulierungen. Wenn allerdings zugunsten einer vereinfachten Lesbarkeit lediglich die maskuline Form verwendet wird, schließt dies in jedem Falle alle Menschen gleichermaßen ein.

GRUSSWORT

Integriertes Klimaanpassungskonzept Hagen

Die notwendige Anpassung an die Folgen des Klimawandels rückt zunehmend in den Fokus kommunaler Daseinsvorsorge – so auch in Hagen. Anlass sind die bereits heute zu beobachtenden Klimaveränderungen. In den Sommermonaten kann es, vor allem im dicht bebauten Innenstadtbereich, zu erheblichen Hitzebelastungen einhergehend mit einer Gefährdung der menschlichen Gesundheit kommen. Darüber hinaus sind aufgrund unserer Lage an den Flüssen Ennepe, Lenne, Ruhr und Volme große Teile des Stadtgebietes überschwemmungsgefährdet. Auch die bewegte Topographie erhöht die Risiken bei Starkregenereignissen. Der Klimawandel und die spürbar steigende Anzahl von Extremwetterereignissen erfordern deshalb in Zukunft auch von uns verstärkt Maßnahmen der Klimaanpassung.

Neben den Auswirkungen des Klimawandels verschärft die demographische Entwicklung die Situation vor Ort. Bereits seit Mitte der neunziger Jahre geht die Zahl der Einwohner der Stadt Hagen kontinuierlich zurück. Eine Trendumkehr ist bislang nicht in Sicht. Zugleich steigt der Anteil älterer Menschen, die sich bei Extremereignissen nicht selber helfen können. Gerade die siedlungsklimatischen Belastungen, wie die steigende Anzahl von Hitzetagen, stellen eine große Belastung für eine alternde Stadtgesellschaft dar.

Die Verknüpfung der beiden Trends Klimawandel und demographischer Wandel in dem nun vorliegenden „Integrierten Klimaanpassungskonzept“ bietet die Chance, den vielfältigen Anforderungen an Maßnahmen der Klimaanpassung gerecht zu werden. Das Aufgabenspektrum umfasst dabei vor allem Aspekte der zukünftigen Stadt- und Siedlungsentwicklung, der Freiraumplanung, der Wasserwirtschaft und des Katastrophenschutzes.

Die Klimaanpassungsstrategie der Stadt Hagen hat das Ziel, die Lebensqualität zu erhalten und zu verbessern sowie den Schutz der Hagener Bevölkerung vor Klimafolgen zu gewährleisten. Die Anpassung an die Folgen des Klimawandels ist dabei gleichermaßen Risiko und Chance: Risiken ergeben sich für Gebäudebestände und bestehende Infrastrukturen und damit auch für den kommunalen Haushalt. Anpassungsprozesse sind jedoch vor



allem auch Antrieb für die Verbesserung der Umwelt- und Lebensqualität. Sie liefern zugleich Impulse für die Förderung von Innovationen und Zukunftstechnologien und bieten damit Chancen für die lokale Wirtschaft und für die Profilierung der Stadt Hagen.

Als sogenanntes „Kommunales Leuchtturmvorhaben“ wurde das Projekt gefördert durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages. Partner des Verbundprojektes waren die Technische Universität Dortmund mit dem Institut für Raumplanung und der Regionalverband Ruhr mit dem Team Klimaschutz, Klimaanpassung und Luftreinhaltung.

Neben der fachlichen Expertise wurde ebenfalls lokalspezifisches Wissen aus dem Alltag der Bevölkerung einbezogen, um die Bedarfe vor Ort einschätzen und analysieren zu können. Daher haben im Rahmen des Erarbeitungsprozesses auch zwei Bürgerdialogforen stattgefunden, um gemeinsam mit Bürgerinnen und Bürgern Multiplikatoren-Potenziale, Hemmnisse und Handlungsmöglichkeiten in Hagen zu identifizieren bzw. zu kommunizieren. Durch die frühe Beteiligung konnten die Motivation und die Akzeptanz für das Projekt und die daraus folgenden Maßnahmen erhöht werden. Letztlich konnte damit auch das Bewusstsein für das Thema Klimawandelanpassung in der Bevölkerung gestärkt werden. Es wird nun darauf ankommen, die Erkenntnisse der Untersuchung in die politischen Entscheidungsfindungen einfließen zu lassen und sie in konkretes Handeln auf dem Weg in eine nachhaltige Stadtentwicklung zu überführen.

Mein Dank gilt allen am Prozess beteiligten Akteuren der Zivilgesellschaft, der Wirtschaft und Wissenschaft sowie der Verwaltung für die Erstellung dieser bedeutenden Grundlage.

Erik O. Schulz
Oberbürgermeister

VORWORT



Der Klimawandel und damit verbundene extreme Wetterereignisse stellen die Städte und Gemeinden vor erhebliche Herausforderungen. Neben dem Klimaschutz rückt daher auch verstärkt die Anpassung an die Folgen des Klimawandels in den Fokus kommunaler Handlungsfelder. Anlass sind die bereits heute zu beobachtenden weitreichenden Klimaveränderungen in Deutschland. Die steigende Anzahl von Extremwetterereignissen wie z.B. Hitzewellen, Starkniederschläge, Überschwemmungen oder Starkwind und Stürme erfordern in Zukunft verstärkt Maßnahmen der Klimaanpassung. Die Kommunen müssen sich auf Wetterextreme einstellen und die Anpassung an den Klimawandel als langfristige Aufgabe verstehen. Dies hat sich auch die Stadt Hagen zur Aufgabe gemacht.

In den vergangenen drei Jahren haben sich die projektbeteiligten Partner und Akteure aus der Verwaltung, dem Konzern Stadt und der Zivilgesellschaft intensiv mit dem klimatischen und demographischen Wandel und deren Wechselwirkungen in Hagen beschäftigt. Das Projekt wurde durch zahlreiche kommunale und nichtkommunale Akteure und Zielgruppen unterstützt, deren rege und produktive Beteiligung nicht zuletzt dazu beigetragen hat, dass das Thema Klimaanpassung verwaltungsintern und extern in Hagen stärker auf die Agenda kommt.

Klimaanpassung ist ein Querschnittsthema in der Praxis der kommunalen Planung, das die Abstimmung und Kooperation von Wissenschaft, Verwaltung, Gesellschaft, Politik und Wirtschaft erfordert. Durch die Einbeziehung und enge Zusammenarbeit aller beteiligten Akteure konnte das Fachwissen verschiedener Disziplinen und Ressorts in den Anpassungsprozess integriert werden. Nicht zuletzt hat die Einbindung von BürgerInnen und Multiplikatoren dazu beigetragen, dass mögliche Interessens- und Nutzungskonflikte sowie Synergien frühzeitig erkannt und bei der Entwicklung und Umsetzung von Strategien und Maßnahmen berücksichtigt werden konnten.

Das vorliegende integrierte Klimaanpassungskonzept für die Stadt Hagen hat den Anspruch, Ziele und Inhalte einer klimagerechten Stadtentwicklung für Hagen zu liefern. Die entsprechenden klimarelevanten Grundlagen, Analysen und Inhalte betreffen verschiedene Themenbereiche, wie z.B. die Stadtentwicklung und Bauleitplanung, Grün- und Freiflächenentwicklung, Wasserwirtschaft, demografischen Wandel oder Bevölkerungsschutz und die Katastrophenhilfe.

Beigeordneter Thomas Huyeng
Vorstandsbereich für Recht, Öffentliche Sicherheit und Ordnung, Bürgerdienste, Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	1
1.1	Klimaanpassung in der räumlichen Planung – Herausforderungen, Rahmenbedingungen und Ziele einer klimagerechten Stadtentwicklung	1
1.2	Das Verbundprojekt: Integriertes Klimaanpassungskonzept Hagen	3
2	Forschungsansatz	5
2.1	Methodisches Vorgehen und Analysekonzept	6
2.2	Forschungsdesign und Vorgehensweise	8
2.3	Netzwerkbildung und Akteursbeteiligung (Beteiligungsprozess)	9
2.4	Handlungsfelder zur Klimaanpassung in Hagen	10
2.4.1	Handlungsfeld Menschliche Gesundheit	10
2.4.2	Handlungsfeld Stadtentwicklung und Bauwesen	11
2.4.3	Handlungsfeld Grün- und Freiflächen	12
2.4.4	Handlungsfeld Feuerwehr, Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe	14
2.4.5	Handlungsfeld Wirtschaft und Gewerbe	15
2.4.6	Handlungsfeld Wasserwirtschaft	15
3	Klimawandel, Stadtklima und demografischer Wandel	17
3.1	Klimawandel	17
3.1.1	Der globale Klimawandel	17
3.1.2	Der Klimawandel in der Metropolregion Ruhr	20
3.2	Stadtklima in Hagen	23
3.2.1	Die Klimatope	23
3.2.2	Zusammenfassung der Klimatope	24
3.3	Demografischer Wandel	26
3.3.1	Alterung und Vereinzelung	27
3.3.2	Bevölkerungsabnahme	27
3.3.3	Heterogenisierung	27
4	Wechselwirkungen zwischen Klimawandel und demografischem Wandel	29
5	Klimawirkungsanalyse zur Ermittlung von Betroffenheiten	32
5.1	Klimawirkung Hitze	32
5.1.1	Analyse der thermischen Kenntage: Heiße Tage und Tropennächte	32
5.1.2	Bevölkerungssensitivität gegenüber Hitze heute und in Zukunft	39
5.1.3	Betroffenheit der Stadt Hagen gegenüber Hitze	43
5.1.4	Priorisierung der Handlungsbedarfe bei Hitze	44
5.1.5	Fokusgebiet Hitzebelastung: Wehringhausen	50

5.2	Klimawirkung Starkregen	56
5.2.1	Analyse der Starkregengefahren	56
5.2.2	Sensitivität gegenüber Überflutungs- bzw. Überschwemmungsgefahren durch Starkregen und Hochwasser	58
5.2.3	Betroffenheit der Stadt Hagen gegenüber Starkregen	60
5.2.4	Priorisierung der Handlungsbedarfe	62
5.2.5	Fokusgebiet Starkregen: Eilpe	65
5.3	Klimasignal Hochwasser	67
5.3.1	Analyse der Hochwassergefahren	68
5.3.2	Sensitivität gegenüber Hochwasser	74
5.3.3	Betroffenheit der Stadt Hagen gegenüber Hochwasser	74
5.3.4	Priorisierung der Handlungsbedarfe	76
5.3.5	Fokusgebiet Hochwasser: Lennetal	77
6	Ziele und Leitlinien zur Klimaanpassung in Hagen	80
6.1	SWOT-Analyse für die Klimaanpassung in Hagen	80
6.2	Die Zehn Ziele zur Klimaanpassung in Hagen	86
7	Strategie zum klimagerechten Flächenmanagement in Hagen	88
7.1	Sequenzielle Realisierung von Planinhalten	88
7.1.1	Vorgehen zur Flächenpriorisierung im Rahmen der FNP-Neuaufstellung der Stadt Hagen	93
7.1.2	Weitere strategische Empfehlungen zur Flächenentwicklung	96
7.2	Monitoring	99
8	Maßnahmen zur Klimaanpassung in Hagen	101
8.1	Maßnahmensteckbriefe	103
8.2	Controlling der Umsetzung und Wirkungskontrolle von Maßnahmen	148
9	Fazit und Ausblick	149
9.1	Herausforderungen und Empfehlungen bei der Umsetzung der Klimaanpassung in Hagen	149
9.2	Verstetigung der Klimaanpassung in Hagen	151
10	Quellenverzeichnis	153

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

	Seite
Abbildung 1: Politikzyklus Anpassung an die Folgen des Klimawandels	6
Abbildung 2: Methodische Vorgehensweise bei der Ermittlung von Klimawirkungen	8
Abbildung 3: Forschungsdesign des Integrierten Klimaanpassungskonzeptes für die Stadt Hagen	9
Abbildung 4: Beobachtete globale mittlere kombinierte Land-Ozean-Oberflächentemperaturanomalie von 1850-2012	19
Abbildung 5: Räumliche Verteilung der beobachteten Veränderung der Erdoberflächentemperatur von 1901-2012	20
Abbildung 6: Atmosphärische Konzentration der Treibhausgase Kohlendioxid (CO ₂), Methan (CH ₄) und Distickstoffmonoxid (N ₂ O)	21
Abbildung 7: Multimodell-simulierte Änderung der mittleren globalen Erdoberflächentemperatur von 1950 bis 2100	22
Abbildung 8: Jährliche Niederschlagssummen und Jahresmitteltemperaturen (1912-2017) der Ludger-Mintrop-Stadtklima-Station	23
Abbildung 9: Differenz der Jahresmitteltemperaturen (in K) in der Metropole Ruhr zwischen den Klimanormalperioden 1971-2000 und 2021-2050 basierend auf Ensemble-Rechnungen für die Szenarien RCP 4.5 und 8.5	24
Abbildung 10: Differenz der mittleren Niederschlagssumme (in Prozent) in der Metropole Ruhr zwischen den Klimanormalperioden 1971-2000 und 2021-2050 basierend auf Ensemble-Rechnungen für die Szenarien RCP 4.5 und 8.5	24
Abbildung 11: Flächenanteile der Klimatope im Stadtgebiet von Hagen	28
Abbildung 12: Mittlere Anzahl der heißen Tage für drei Bezugsperioden für das Stadtgebiet von Hagen.	41
Abbildung 13: Mittlere Anzahl der Tropennächte für drei Bezugsperioden für das Stadtgebiet von Hagen	42
Abbildung 14: Darstellung der Hitzebelastung auf Basis der Klimatope für die Stadt Hagen für drei Bezugsperioden	44
Abbildung 15: Bevölkerungsentwicklungskorridore der Stadt Hagen für den Zeitraum 2012-2030	45
Abbildung 16: Relative Bevölkerungsentwicklung (2012-2030) in Hagen dargestellt auf Basis der Wohnbezirke in Prozent	46
Abbildung 17: Betrachtung der Zeitebenen Gegenwart und Zukunft für die Bevölkerungssensitivität	50
Abbildung 18: Betroffenheit der Stadt Hagen gegenüber Hitze - Zeitraum Gegenwart	51
Abbildung 19: Betroffenheit der Stadt Hagen gegenüber Hitze - Zeitraum Zukunft	52
Abbildung 20: Priorisierung der Handlungsbedarfe bei Hitze - Siedlungsflächen	54
Abbildung 21: Priorisierung der Handlungsbedarf bei Hitze – Industrie- und Gewerbeflächen	55
Abbildung 22: ENVI-met Windgeschwindigkeit in 2m Höhe um 15 Uhr MEZ, Wehringhausen	58
Abbildung 23: ENVI-met berechnete Lufttemperatur in 2m Höhe um 15 Uhr MEZ, Wehringhausen	59
Abbildung 24: ENVI-met berechnete PMV um 15 Uhr MEZ, Wehringhausen	60
Abbildung 25: Ausschnitt des ENVI-met Modell Szenario 1 mit Bsp. Dachbegrünung für Wehringhausen	62
Abbildung 26: Ausschnitt des ENVI-met Modell IST-Zustand und Szenario 1; Gebäuderückbau und Parkanlage für Wehringhausen	63
Abbildung 27: Überflutete Bereiche bei einem heutigen Starkregenereignis	66
Abbildung 28: Überflutete Bereiche bei einem zukünftigen Starkregenereignis	67
Abbildung 29: Methode zur Ermittlung der Starkregenbetroffenheit	70
Abbildung 30: Betroffenheit gegenüber Starkregen am Beispiel Hagen-Mitte	74
Abbildung 31: Betroffenheit gegenüber Starkregen am Beispiel Hagen-Eilpe	76
Abbildung 32: Zunahme der Überschwemmungsflächen eine HQ ₁₀₀ zwischen den Zeitschnitten Gegenwart (t0) und Zukunft (t1) im Hagener Stadtgebiet	79
Abbildung 33: Überschwemmte Bereiche durch Hochwasser entlang der Lenne auf dem Hagener Stadtgebiet	81
Abbildung 34: Überschwemmte Bereiche durch Hochwasser entlang der Volme auf dem Hagener Stadtgebiet	82

Abbildung 35: Überschwemmte Bereiche durch Hochwasser entlang der Ennepe auf dem Hagener Stadtgebiet	83
Abbildung 36: Methode zur Ermittlung der Hochwasserbetroffenheit	84
Abbildung 37: Betroffenheit gegenüber Hochwasser am Beispiel Hagen-Helfe	89
Abbildung 38: Schematische Darstellung von wenn-dann-Relationen im Kontext einer sequenziellen Realisierung von Planinhalten	101
Abbildung 39: Ausschnitt der Priorisierung von Wohnbauflächen anhand der Betroffenheit gegenüber den Klimasignalen in Hohenlimburg/Henkenhausen	106
Abbildung 40: Ausschnitt der Priorisierung einer Wohnbaufläche und Betroffenheit von Starkregen ‚Am Volmeweher‘ in Dahl	107

TABELLENVERZEICHNIS

	Seite
Tabelle 1: Potentielle Wechselwirkungen zwischen klimatischen und demografischen Herausforderungen in Hagen	33
Tabelle 2: Anzahl der Messstationen in den Klimatotypen zur Ermittlung der heißen Tage	37
Tabelle 3: Anzahl der Messstationen in den Klimatotypen zur Ermittlung der Tropennächte	37
Tabelle 4: Gemittelte Klimatopfaktoren für die heißen Tage und die Tropennächte	38
Tabelle 5: Anzahl der heißen Tage und der Tropennächte für drei Bezugsperioden bezogen auf Freilandklimatope in der Großlandschaft Süderbergland (Referenzstation: Essen-Bredeney des DWD).	39
Tabelle 6: Definition der Prioritätsstufen anhand der Betroffenheitsanalyse für die Siedlungsräume	53
Tabelle 7: Angesetzte Niederschlagsspenden bei der Berechnung des Hagener Stadtgebietes	65
Tabelle 8: Gefährdungsstufen bei Starkregen	70
Tabelle 9: Empfindlichkeitsstufen bei Starkregen	70
Tabelle 10: Betroffenheitsmatrix für Starkregen	72
Tabelle 11: Übersicht über die Anzahl potentiell betroffener KRITIS und soz. Einrichtungen auf Stadtebene	74
Tabelle 12: Zunahme der Überschwemmungsflächen in der Zukunft der Gewässer Ruhr, Lenne und Volme auf Basis verschiedener Szenarien des LISFLOOD Modells	78
Tabelle 13: Gegenüberstellung der Pegelwerte für die Gegenwart und Zukunft im Hagener Stadtgebiet	80
Tabelle 14: Gefährdungsstufen bei Hochwasser	84
Tabelle 15: Empfindlichkeitsstufen bei Hochwasser	84
Tabelle 16: Betroffenheitsmatrix Hochwasser	87
Tabelle 17: Von der SWOT-Analyse zu Handlungspotentialen	90
Tabelle 18: Chancen und Risiken der Stadt Hagen zur Klimaanpassung	91
Tabelle 19: Stärken und Schwächen der Stadt Hagen zur Klimaanpassung	93
Tabelle 20: Handlungspotentiale zur Klimaanpassung in Hagen	94
Tabelle 21: Mögliche Inhalte zur Priorisierung der Entwicklung von Bauflächen in der Flächennutzungsplanung	102
Tabelle 22: Kriterien zur Abschätzung der Empfindlichkeit von Industrie- und Gewerbeflächen gegenüber Klimafolgen	110
Tabelle 23: Übersicht über die Klimaanpassungsmaßnahmen in Hagen	113

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ALKIS	Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem
ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
ARGEBAU	Bauministerkonferenz
BauGB	Baugesetzbuch
BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfen
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BHKG	Gesetz zur Neuordnung des Brandschutzes, der Hilfeleistung und des Katastrophenschutzes
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BOS	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
B-Plan	Bebauungsplan
°C	Grad Celsius
cm	Zentimeter
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel
Difu	Deutsches Institut für Urbanistik
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
DWD	Deutscher Wetterdienst
EG-HWRM-RL	Europäische Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie
EG-WRRL	Europäische Wasserrahmenrichtlinie
EnEV	Energieeinsparverordnung
FNp	Flächennutzungsplan
GG	Grundgesetz
ha	Hektar
HEG	Hagener Erschließungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISEK	Integriertes Stadtentwicklungskonzept
IT.NRW	Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen
KOM	Kommission der Europäischen Gemeinschaft
KRITIS	Kritische Infrastrukturen
LMSS	Ludger-Mintrop-Stadtklima-Station
LUBW	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
LWG	Landeswassergesetz (NRW)
m	Meter
MKULNV	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein- Westfalen
MORO	Modellvorhaben der Raumordnung
PMV-Index	Predicted Mean Vote (durchschnittliche erwartete Empfindung)
ROG	Raumordnungsgesetz
RVR	Regionalverband Ruhr
THW	Technisches Hilfswerk
THWG	Gesetz über das Technische Hilfswerk
UBA	Umweltbundesamt
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
VDI	Verein Deutscher Ingenieure (VDI)
WBH	Wirtschaftsbetrieb Hagen, AöR
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WMO	Weltorganisation für Meteorologie
ZSKG	Zivilschutz- und Katastrophenhilfegesetz



EINLEITUNG

1

Der globale Klimawandel ist eine der größten Herausforderungen unserer Zeit. Die Veränderungen des weltweiten Klimas sind messbar, vielfältig nachgewiesen und gerade in den vergangenen Jahren präsenter denn je. Der aktuelle fünfte Sachstandsbericht des Weltklimarats (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) aus dem Jahr 2014 verdeutlicht erneut den fortschreitenden Klimawandel und die damit einhergehenden vielfältigen Auswirkungen (vgl. IPCC 2014). Auch in Deutschland sind die zunehmenden Auswirkungen des globalen Klimawandels präsent und spürbar. Wetterextreme, wie beispielsweise Hitzeperioden, Starkregenereignisse, Stürme oder Hochwasser, verdeutlichen die Problematik (vgl. BMVBS 2011: 9). Neben dem Klimaschutz rückt daher auch verstärkt die Anpassung an die Folgen des Klimawandels in den Fokus kommunaler Handlungsfelder. Anlass sind die bereits heute zu beobachtenden weitreichenden Klimaveränderungen in Deutschland, die in Zukunft verstärkt Maßnahmen zur Klimaanpassung erfordern.

1.1 Klimaanpassung in der räumlichen Planung – Herausforderungen, Rahmenbedingungen und Ziele einer klimagerechten Stadtentwicklung

Städtische Räume sind durch die negativen Folgen des Klimawandels besonders betroffen. In ihnen konzentrieren sich Vermögenswerte, sensible Einrichtungen und empfindliche Personengruppen, so dass sich durch klimatische Veränderungen ein erhebliches Schadenspotential entfalten kann (vgl. BMVBS 2011: 7). „Aktivitäten [...] zur Anpassung an den Klimawandel sind für die Zukunftssicherung unserer Städte und Gemeinden von elementarer Bedeutung. [...] Es ist Aufgabe der Städte, [...] mögliche negative Auswirkungen präventiv zu antizipieren und ihr Handeln vorausschauend auf die absehbaren Herausforderungen einzustellen“ (ARGEBAU 2008: 15). Die Herausforderungen des Klimawandels können die Städte und Regionen nur mit ganzheitlichen, integrierten Strategie- und Handlungskonzepten bewältigen. Klimaschutz und Klimaanpassung und auch der demographische Wandel müssen

daher zu einem festen, essentiellen Bestandteil der kommunalen Stadtentwicklung werden (vgl. ARGEBAU 2008: 17; siehe auch Greiving 2012).

Eine integrierte Betrachtungsweise der Strategien und Maßnahmen zur Klimaanpassung kann durch geeignete Instrumente und Strukturen der politischen Steuerung und Koordination gefördert werden. Gerade die Raum- und Stadtplanung bietet beträchtliche Möglichkeiten für integrierte Ansätze zum Umgang mit dem Klimawandel, Stärkung der Widerstandsfähigkeit, Reduzierung von Emissionen und Förderung von nachhaltiger Entwicklung (vgl. IPCC 2014: 32). Die Fragen der Anpassung an die unvermeidbaren Folgen des Klimawandels sind in der Raumplanung und Stadtentwicklung – im Gegensatz zum Klimaschutz – jedoch noch recht neu. Auf Bestreben der Bundesregierung sowie aufgrund vielfältiger Forschungsvorhaben, die sich mit Klimaanpassung in Städten und Regionen befassen, ist das Thema in den letzten Jahren zunehmender Bestandteil in der Praxis der Raum- und Umweltplanung (vgl. Birkmann et al. 2013: 7; BMVBS 2010: 8; Korbelt und Kurth 2018: 17f).

Die ‚Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel‘ (DAS) aus dem Jahr 2008 und der im Sommer 2011 beschlossene ‚Aktionsplan Anpassung‘ (APA) der Bundesregierung, stellen den mittelfristigen Prozess in der Anpassung an die Folgen des Klimawandels dar. Zentrales Ziel der DAS und des APA ist die systematische Berücksichtigung der Risiken und Chancen des Klimawandels in den Planungs- und Entscheidungsprozessen öffentlicher wie privater Akteure anzustoßen und zu unterstützen (vgl. Bundesregierung 2008: 4; Bundesregierung 2011: 4). Hier wird der Raum-, Regional- und Bauleitplanung eine Schlüsselrolle bei der Koordination zur Anpassung an den Klimawandel beigemessen. Mit Hilfe entsprechender Leitbilder und der Anwendung planerischer Instrumente soll die Schaffung belastbarer Raumstrukturen im Vordergrund stehen (vgl. Bundesregierung 2008: 4f; Bundesregierung 2011: 4f). „Die Raum-, Regional- und Bauleitplanung stehen am Anfang der Risikovermeidungskette, da sie räumliche Vorsorgekonzepte entwickeln, die



Planungsdokumente hohe Bestandsdauer und rechtliche Verbindlichkeit besitzen und bis zur praktischen Umsetzung der Planinhalte teilweise lange Vorlaufzeiten entstehen. Der räumlichen Planung kommt dabei die wichtige Aufgabe zu, verschiedene Ansprüche an den Raum miteinander zu vereinbaren“ (Bundesregierung 2008: 42). Neben den demographischen und wirtschaftlichen Entwicklungen, ist die Klimaanpassung eine wesentliche Herausforderung, der gerade im Kontext der Stadtentwicklung eine zentrale Rolle zukommt.

Das geltende Planungs- und Umweltrecht stellt nicht das alleinige Instrumentarium zur Klimaanpassung dar oder ist ausschließlich auf dessen Belange zugeschnitten. Dennoch bieten die Bauleitplanung und Fachplanungen wichtige Instrumente für Strategien und Maßnahmen der Klimaanpassung (vgl. UBA 2018a: 128). Vor allem der kommunalen Bauleitplanung kommt die Aufgabe zu, alle bestehenden und zukünftigen räumlichen Konflikte infolge des Klimawandels und vor dem Hintergrund der übrigen Belange vorsorgend zu bewältigen. Dabei sind die Bauleitpläne wichtige Steuerungsinstrumente zur Entwicklung und Ordnung des lokalen Raumes (vgl. Bubeck et al. 2018: 301; Janssen 2012: 111; UBA 2018a: 132). Im Rahmen ihrer vorbereitenden (Flächennutzungsplanung) und verbindlichen (Bebauungsplanung) Bauleitplanung gemäß § 1 Abs. 3 BauGB haben Gemeinden Bauleitpläne aufzustellen „[...] sobald und soweit es für die städtebauliche Entwicklung und Ordnung erforderlich ist“ (§1 Abs. 3 BauGB). Die Gründe zur Neuaufstellung oder Änderung, Ergänzung oder Aufhebung eines Plans können in der Klimaanpassung begründet liegen (vgl. BMVBS 2013a: 8f; UBA 2018a: 132).

Seit der Novellierung des Baugesetzbuches im Jahr 2011 (BauGB-Novelle, auch Klimaschutznovelle 2011) sind die Belange des Klimaschutzes und der Klimaanpassung in den Zielen und Grundsätzen der Bauleitplanung integriert bzw. verankert (vgl. Bubeck et al. 2018: 301; Kunze 2012: 53f): *„Die Bauleitpläne [...] sollen dazu beitragen, eine menschenwürdige Umwelt zu sichern, die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen und zu entwickeln sowie den Klimaschutz und die **Klimaanpassung**, insbesondere auch in der Stadtentwicklung zu fördern [...]. Hierzu soll die städtebauliche Entwicklung vorrangig durch Maßnahmen der Innenentwicklung erfolgen“* (§ 1 Abs. 5 Satz 2 BauGB; eigene Hervorhebung). Klimaanpassung ist damit expli-

ziter Planungsgrundsatz, konkretisiert den Handlungsspielraum und die Rechtssicherheit der Kommunen (vgl. BBSR 2015: 47; UBA 2018a: 132). Darüber hinaus ist eine eigenständige Klimaschutzklausel in den ergänzenden Vorschriften zum Umweltschutz integriert worden (analog zu § 2 ROG): *„Den Erfordernissen des Klimaschutzes soll sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der **Anpassung an den Klimawandel** dienen, Rechnung getragen werden. Der Grundsatz nach Satz 1 ist in der Abwägung nach § 1 Absatz 7 zu berücksichtigen“* (§ 1a Abs. 5 BauGB; eigene Hervorhebung). Die Klimaanpassung steht in der planerischen Abwägung sowohl auf der Raumordnungs-, als auch der Bauleitplanungsebene gleichwertig neben allen anderen Belangen der planerischen Abwägung (§ 7 Abs. 1 S.1 ROG; § 1 Abs. 7 und § 2 Abs. 3 BauGB) (vgl. Bubeck et al. 2018: 301; Kunze 2012: 54; UBA 2018a: 129). Die Konfliktbewältigung, insbesondere beim Klimaschutz und der Klimaanpassung, ist also im Sinne des Vorsorgeprinzips grundlegende Aufgabe der Bauleitplanung. Im Rahmen der bauleitplanerischen Abwägung sind die von der Planung berührten öffentlichen und privaten Belange gegeneinander und untereinander gerecht abzuwägen (vgl. § 1 Abs. 7 BauGB) und die Planungsträger insofern verpflichtet, einen gerechten Ausgleich zwischen diesen Belangen abzuleiten. Der Klimaanpassung kommt jedoch kein rechtlicher Vorrang zu und es ist Aufgabe der Abwägung zu entscheiden, welche Belange sich am Ende durchsetzen (vgl. Bubeck 2018: 301; Janssen 2012: 111). Im Rahmen der integrierten klimagerechten Stadtentwicklung gilt es dabei Synergien und Konflikte z.B. zum Klimaschutz oder dem demographischen Wandel in der Abwägung zu ermitteln, zu nutzen bzw. zu bewältigen (vgl. BBSR 2018b: 50; BMVBS 2011: 65, 83).

Die Ziele der Bauleitplanung in § 1 Abs. 5 Satz 2 BauGB sowie die Planungsgrundsätze in § 1 Abs. 6 Nr. 7a und 7c BauGB verpflichten die Kommunen in der Bauleitplanung, auf die Auswirkungen ihrer Planung im Rahmen der Umweltprüfung (UP, UVP/SUP) und weiterer Begleitgutachten einzugehen und diese Untersuchungen zu dokumentieren (Umweltbericht). Im Zusammenhang gehören dazu vor allem die Belange des Umweltschutzes (einschließlich des Naturschutzes und der Landschaftspflege) und insbesondere die Auswirkungen auf die Schutzgüter biologische Vielfalt, Tiere, Pflanzen, Landschaft, Boden, Wasser, Luft und Klima und ihr Zusammen-

wirken (§ 1 Abs. 6 Nr. 7a BauGB) sowie umweltbezogene Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Gesamtbevölkerung (§ 1 Abs. 6 Nr. 7c BauGB) (vgl. Frommer et al. 2013: 140). Die Umweltprüfungen sollen frühzeitig die unmittelbaren und mittelbaren umweltrelevanten Aspekte bzw. Auswirkungen eines Vorhabens ermitteln, beschreiben und bewerten. So werden den zuständigen Behörden alle umweltrelevanten Informationen geliefert und die Kenntnis dieser Informationen fließt dann in die Abwägungs- und Entscheidungsfindung (Zulässigkeit von Vorhaben) ein (vgl. Janssen 2012: 116; UBA 2018a: 143). Hier ist festzuhalten, dass planungsrelevante Umweltaspekte teilweise erst im Rahmen der Umweltprüfung erkannt werden. Das bedeutet nicht, dass Umweltbelange außerhalb der Umweltprüfung in der räumlichen Planung keine Rolle spielen. Es sollten immer unabhängig von einer Prüfpflicht im Sinne des Vorsorgeprinzips Auswirkungen auf die Schutzgüter im Vorfeld vermieden bzw. ermittelt und ggf. ausgeglichen werden. Daher sollten auch alle Wechselwirkungen der Schutzgüter und alle Auswirkungen des Vorhabens ermittelt und im Sinne eines umfassenden und integrierten Umweltschutzes einbezogen werden (§ 2 Abs. 1 Satz 2, Nr. 4 und Abs. 4 Satz 2 UVPG) (vgl. Janssen 2012: 116; UBA 2018a: 143). Die im Rahmen eines Anpassungsprozesses (siehe Kap. 2 Forschungsansatz) ermittelten Abwägungsgrundlagen, z.B. eine Risiko- oder Vulnerabilitätsanalyse, stellen eine wichtige Grundlage für Darstellungen und Festsetzungen in der Bauleitplanung dar, die entsprechend abgeleitet und städtebauliche begründet werden müssen (vgl. BBSR 2015 47; UBA 2018a: 134; BBSR 2018b: 42). Demnach können Flächenausweisungen und Festsetzungen zur Klimaanpassung, z.B. zur Mehrfachnutzung für die Überflutungsvorsorge, aus Gründen einer geordneten städtebaulichen Entwicklung (vgl. § 1 Abs. 1 und Abs. 3 BauGB) durchaus gerechtfertigt werden (z.B. Mulden oder Regenrückhaltebecken) (vgl. BBSR 2015: 50). Die Zielsetzungen der klimagerechten Stadtentwicklung bilden die Grundlage für die städtebaulichen Ziele der Bauleitplanung (vgl. BMVBS 2013b: 59):

1. Verbesserung der Lebensqualität und Aufenthaltsbedingungen vor allem in verdichtetem Stadträumen (Verringerung des Versiegelungsgrades, Bereitstellen von städtischen Grünanlagen) sowie Anpassung der Standort- und Nutzungskonzepte (z.B. Kritische Infrastrukturen)

2. Siedlungsdurchlüftung und Frischluftzufuhr (Freihalten von Frischluftschneisen, Schutz von Kaltluftentstehungsgebieten, Verbesserung des Stadtklimas/Bioklimas)
3. Reduzierung der Luftschadstoffe und Treibhausgase (Klimaschutz, Mobilität, emissionsarme Siedlungsstrukturen)
4. Vorsorge gegen Extremwetterereignisse (Starkregen- und Hochwassergefahren) (vgl. BMVBS 2013b: 59f)

Die zusammenfassenden Regelungsgehalte der Bauleitplanung zur Klimaanpassung und entsprechenden Maßnahmen sind demnach vor allem:

1. Standortsteuerung der Gebäude und Infrastrukturen, Ver- und Entsorgung innerhalb von Siedlungen sowie Anpassung von Gebäuden (energetische Optimierung, Ausrichtung, Verschattung, Albedo etc.);
2. Förderung kompakter, aber gleichwohl klimaoptimierter Siedlungsstrukturen (angepasste Nachverdichtung und Nutzungsmischungen) sowie Schutz und Entwicklung von Grün-, Wasser- und Freiflächen sowie urbaner Wasser- und Grünstrukturen;
3. Förderung emissionsarmer Siedlungs- und Verkehrsstrukturen, inklusive des Fuß- und Radverkehrs sowie des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV);
4. Freihaltung bzw. differenzierte Nutzungsregelung für von Natur- bzw. Extremereignissen betroffene Gebiete.

(vgl. BMVBS 2013a: 9; UBA 2018a: 133, 136)

1.2 Das Verbundprojekt: Integriertes Klimaanpassungskonzept Hagen

Die Stadt Hagen ist als kreisfreie Stadt Teil des Regierungsbezirks Arnsberg im Bundesland Nordrhein-Westfalen. Hagen steht schon heute vor einer Vielzahl von stadtstrukturellen und demografischen Herausforderungen. Seit Mitte der 1990er Jahre geht die Einwohnerzahl kontinuierlich zurück und Hagen ist als altindustrialisierte Stadt besonders vom demographischen Wandel betroffen. Darüber hinaus birgt der Klimawandel zusätzliche Herausforderungen, denen sich die Stadt Hagen stellen muss. In den Sommermonaten kann es, vor allem im dicht bebauten Innenstadtbereich, zu erheblichen



Hitzebelastungen kommen, die mit Gefährdungen der menschlichen Gesundheit einhergehen. Darüber hinaus sind große Bereiche des Hagener Stadtgebiets, aufgrund ihrer Lage an den Flüssen Ennepe, Lenne, Ruhr und Volme, überschwemmungsgefährdet. Auch die bewegte Topographie erhöht die Risiken bei Starkregenereignissen, sodass z.B. der oberflächige Wasserabfluss schnell hohe Fließgeschwindigkeiten erreichen und Boden wegswemmen kann. Gerade die siedlungsklimatischen Belastungen, z.B. während sommerlicher Hitzeperioden, stellen eine große Belastung für eine alternde und sich verändernde Stadtgesellschaft dar. Insbesondere sensitive Menschen, die älteren, sehr jungen und gesundheitlich vorbelasteten, werden von starken Temperaturschwankungen und langen Hitzeperioden besonders belastet. Potentielle Überflutungen durch Starkregenereignisse oder Überschwemmungen durch Flusshochwasser gefährden Gebäude und Infrastruktureinrichtungen, können zu erheblichen Beeinträchtigungen führen oder gar Leib und Leben gefährden. Allerdings werden durch den Bevölkerungsrückgang auch Flächen freigesetzt, die gezielt zur Verringerung der Exposition gegenüber Extremereignissen wie Hochwasser und Sturzfluten bzw. zur Verbesserung des städtischen Klimakomforts genutzt werden könnten. Um die notwendigen Vorsorge- und Schutzmaßnahmen treffen zu können, ist es notwendig neben dem kommunalen Planungsalltag auch Maßnahmen der Klimaanpassung in die Planungsabläufe einzubinden.

Die wichtigste Herausforderung für Hagen liegt darin, als schrumpfende Stadt im Strukturwandel die eigene Attraktivität zu erhöhen und so den Negativtrend in der Bevölkerungsentwicklung abzumildern. Dazu bedarf es einer Modernisierung der Innenstadt sowie einer stärkeren Durchmischung der Generationen und der Kulturen in den Wohnquartieren. Dabei ist die Anpassung an den Klimawandel als ein integriertes Element der Stadtentwicklung mitzudenken. Trotz seiner räumlichen Lage, naturräumlichen Potentiale und großen Entwicklungsmöglichkeiten, muss sich die Stadt Hagen dem steigenden Wettbewerbsdruck stellen. Im Vergleich zu vielen umliegenden Kommunen in der Metropole Ruhr oder Südwestfalen schneidet Hagen bei wirtschaftlichen und sozioökonomischen Faktoren unterdurchschnittlich ab. Darüber hinaus werden in Zeiten stark belasteter kommunaler Haushalte die Handlungsmöglichkeiten z.T. er-

heblich eingeschränkt. Wesentliche Herausforderung für die Stadt Hagen liegen also darin, als schrumpfende Stadt im demographischen, strukturellen und klimatischen Wandel, die eigene Attraktivität als Wohn- und Arbeitsstandort zu erhöhen und so anhaltende Negativtrends abzumildern. Die Verbesserung der Lebensqualität und Anpassung an die Folgen des Klimawandels sind dabei wesentliche Elemente der integrierten Stadtentwicklung. Dabei gilt es sowohl Risiken für Mensch und Umwelt zu berücksichtigen als auch Chancen durch Handlungsdruck und Anpassungserfordernisse zu nutzen, um Strategien für eine lebenswerte und widerstandsfähige Stadt zu entwickeln.

Die Verknüpfung der beiden Trends Klimawandel und demographischer Wandel in einem Integrierten Klimaanpassungskonzept bietet die Möglichkeit den vielfältigen Anforderungen an Maßnahmen der Klimaanpassung gerecht zu werden. Im Rahmen des Vorhabens werden die aktuellen städtebaulichen Entwicklungen in Hagen im räumlichen Gesamtkontext bewertet und konkrete Handlungsempfehlungen für die Stadtentwicklungs- und Bauleitplanung abgeleitet. Das Aufgabenspektrum umfasst dabei vor allem Aspekte der zukünftigen Stadt- und Siedlungsentwicklung, Freiraumplanung, Wasserwirtschaft und des Katastrophenschutzes. Die Erstellung des Integrierten Klimaanpassungskonzeptes für die Stadt Hagen wurde als sogenanntes ‚Kommunales Leuchtturmvorhaben‘ im Rahmen der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) und der Förderung von Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), vertreten durch den Projektträger Jülich, gefördert. Partner des Verbundprojektes sind die Technische Universität Dortmund mit dem Institut für Raumplanung, der Regionalverband Ruhr mit dem Team Klimaschutz, Klimaanpassung und Luftreinhaltung und die Stadt Hagen mit dem Umweltamt und der Abteilung Generelle Umweltplanung.

FORSCHUNGSANSATZ

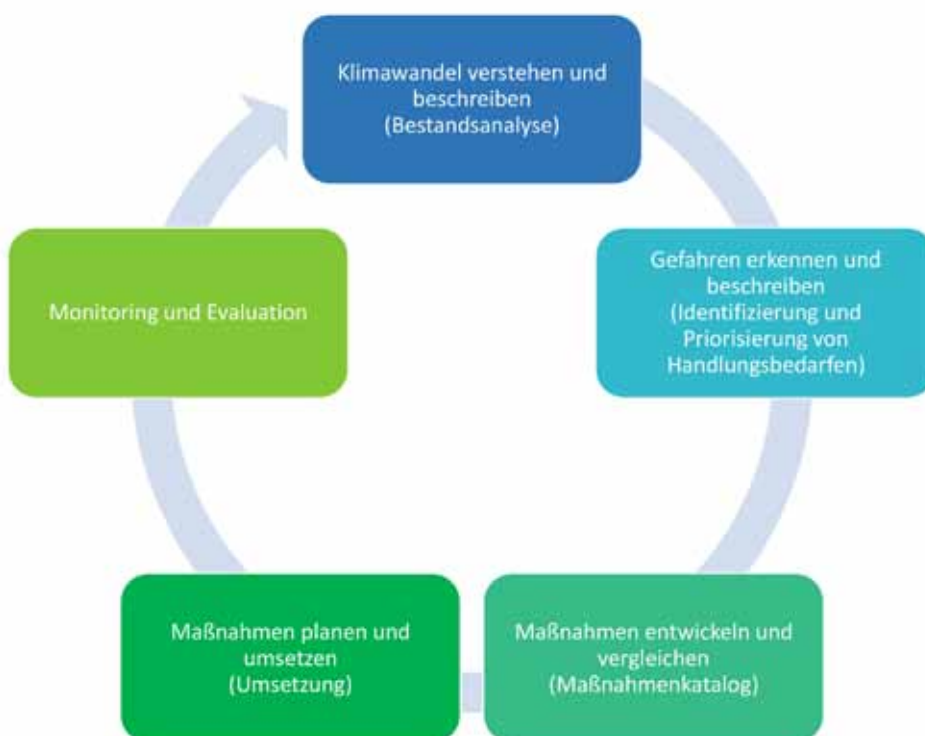
2

Ein kommunaler Prozess zur Anpassung an den Klimawandel hängt erheblich von der jeweiligen regionalen und lokalen Ausgangslage sowie den Rahmenbedingungen ab. Vor dem Hintergrund langer Planungsvorläufe und -zeiträume, der Langlebigkeit gebauter Infrastrukturen sowie den anstehenden komplexen Herausforderungen muss sich die Stadt Hagen frühzeitig auf die zu erwartenden Folgen und Auswirkungen des Klimawandels einstellen und diese im Planungsprozess berücksichtigen (vgl. BBSR 2018b: 12). Es existiert kein idealtypischer Anpassungsprozess für Kommunen, es lassen sich jedoch grundlegende Phasen der Klimaanpassung unterscheiden bzw. definieren (vgl. BBSR 2018b: 9).

Der sogenannte Politikzyklus bildet ein übersichtliches und systematisches Profil des Anpassungsprozesses und kann als Orientierung für die komplexe und anspruchsvolle Aufgabe der Erarbeitung, Umsetzung und Bewer-

tung von Strategien der Klimaanpassung dienen (vgl. BBSR 2018b: 23). Dazu muss der Klimawandel zunächst verstanden, Klimafolgen und Betroffenheiten ermittelt und bewertet werden, um ausreichende Grundlagendaten zu schaffen. Anschließend können entsprechende Maßnahmen entwickelt und umgesetzt werden. Die Umsetzung der Maßnahmen sollte wiederum überwacht und die Wirksamkeit geprüft werden, um ggf. weitere Anpassungen und Abstimmungen vornehmen zu können. Der Anpassungsprozess ist in fünf Phasen gegliedert und baut theoretisch und idealtypisch aufeinander auf (siehe Abbildung 1: Politikzyklus Anpassung an die Folgen des Klimawandels). Im Idealfall werden alle Phasen der Reihe nach durchlaufen. Der Zyklus ermöglicht es jedoch auch, entsprechend der kommunalen Ausgangslage und den Rahmenbedingungen in einer frei gewählten Phase des Anpassungsprozesses einzusteigen (vgl. BBSR 2018a: 13; BBSR 2018b: 9, 23f, 37).

Abbildung 1: Politikzyklus Anpassung an die Folgen des Klimawandels



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an BBSR 2018a und BBSR 2018b: 23f



Das integrierte Klimaanpassungskonzept für die Stadt Hagen beinhaltet die ersten drei Phasen des Politikzyklus und dient der Umsetzung von Maßnahmen sowie der Integration anpassungsrelevanter Inhalte in bestehende und neue Planungen. Das Vorgehen dieser Bestandsanalyse und Grundlagenermittlung sowie der Identifizierung und Priorisierung von Handlungsbedarfen wird im folgenden Analysekonzept erläutert.

2.1 Methodisches Vorgehen und Analysekonzept

Zur Ermittlung der Betroffenheiten gegenüber klimatischen und demografischen Veränderungen der Stadt Hagen wurde ein Ansatz gewählt der gängigen Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalysen entspricht (siehe dazu UBA 2017). Das hier erläuterte Analysekonzept basiert auf dem methodischen Vorgehen des Netzwerks Vulnerabilität (siehe adelphi/PRC/EURAC 2015; Greiving et al. 2015). Für die Analyse von sogenannten Klimawirkungen zur Ermittlung von konkreten Betroffenheiten der Stadt Hagen wurde dieser Ansatz hinsichtlich der betrachteten Analysekomponenten und Zeitebenen modifiziert. So wird im Rahmen dieses Konzeptes keine Betrachtung bzw. Ermittlung der Vulnerabilität (Verwundbarkeit) vorgenommen. Vornehmliches Ziel des Integrierten Klimaanpassungskonzeptes ist die Analyse von Klimawirkungen von denen die Stadt Hagen betroffen ist.

Zunächst werden die wesentlichen Begriffe kurz erläutert:

Klimasignal:

Das Klimasignal wird durch die für eine Klimawirkung relevanten Klimagrößen wie Temperatur, Niederschlag, Wind etc. beschrieben. Klimasignale können beispielsweise die Anzahl sogenannter Heißer Tage oder Tropennächte sein oder aber Niederschlagssummen bestimmter Zeiträume.

Sensitivität:

Die Sensitivität oder auch Empfindlichkeit beschreibt, in welchem Maße das System (z.B. Wirtschaftssektor, Bevölkerungsgruppe etc.) aufgrund seiner Eigenschaften auf ein Klimasignal reagiert. Die Sensitivität wird einerseits von dem räumlichen

Vorkommen des Systems und seiner Komponenten bestimmt aber auch von deren sozioökonomischen, biophysikalischen oder anderen Faktoren. Die Empfindlichkeit von älteren Menschen gegenüber Temperaturveränderung (beispielsweise höheren Temperaturen) ist aufgrund ihrer physischen Gegebenheiten höher als von jüngeren Menschen. Hierbei ist es wichtig hervorzuheben, dass die jeweils betrachtete Sensitivität klimasignalabhängig ist.

Klimawirkung:

Die Klimawirkung beschreibt die Wirkung des jeweiligen Klimasignals unter Berücksichtigung der Sensitivität. Im Rahmen der Analyse wird die Stärke der Klimawirkung anhand einer sogenannten Betroffenheitsskala (in der Regel gering bis hoch) dargestellt. Aus diesem Grund wird von einer Betroffenheit gegenüber einer Klimawirkung gesprochen.

Zur Vorgehensweise der Ermittlung einer Klimawirkung:

Die Klimawirkung ist immer das Ergebnis aus Klimasignal und Sensitivität. Wenn keine räumliche Ausprägung des Klimasignals (oder der Sensitivität) vorliegt, kann es auch zu keiner Klimawirkung kommen, da in gewissem Maße beide Elemente (Klimasignal und Sensitivität) räumlich und zeitlich zusammenreffen müssen.

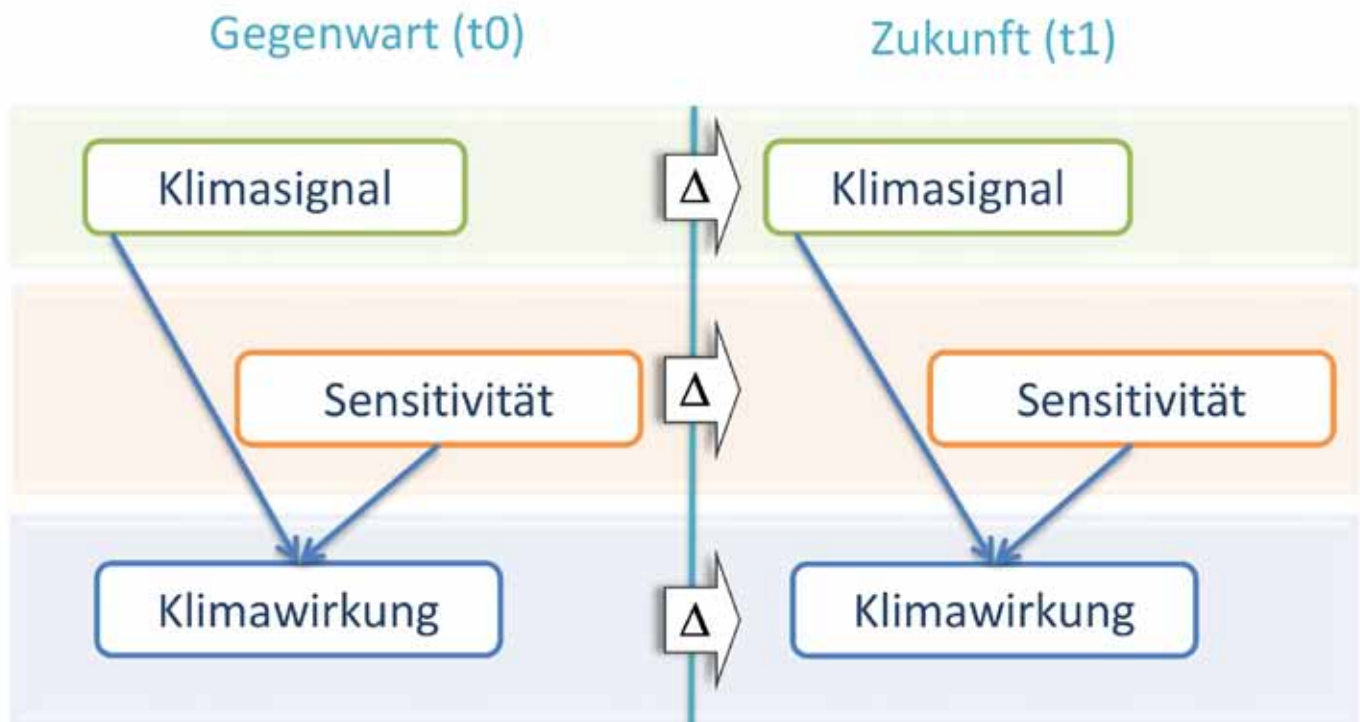
Im Rahmen der Analyse der Auswirkungen des Klimawandels in der Stadt Hagen werden die Komponenten des klimatischen Einflusses (Klimasignal) und der Sensitivität der Bevölkerung betrachtet, deren Zusammenspiel zu sogenannten Klimawirkungen führt. Die sogenannte Anpassungskapazität der Gesellschaft wird im Rahmen der Analyse nicht miteinbezogen. Im Fokus steht vielmehr die Auswahl geeigneter Leitlinien und Anpassungsmaßnahmen, die eine Grundlage für politische Entscheidungen bieten um das Thema nachhaltig zu implementieren und damit dazu beitragen sollen, Anpassungskapazitäten in der Stadt Hagen aufzubauen.

Das Besondere am vorliegenden Konzept ist, dass es sowohl den Klimawandel und seine Folgen für die Stadt Hagen untersucht als auch den gesellschaftlichen, hier insbesondere den demografischen, Wandel mitberücksichtigt. Der demografische Wandel ist neben dem Kli-

mawandel eine wesentliche Herausforderung, die sowohl in der Gegenwart als auch Zukunft der Stadt Hagen von zentraler Bedeutung ist. Die Analyse berücksichtigt daher nicht nur den gegenwärtigen Zustand, sondern ebenfalls die mögliche zukünftige Entwicklung sowohl des Klimas als auch der Gesellschaft. Hinzu kommt die integrierte Betrachtung der Herausforderungen für die Gesamtentwicklung der Stadt Hagen. Die zeitliche Dimension bzw. Betrachtung von sogenannten Zeitscheiben (im Folgenden Zeitebenen) ist in besonderem Maße hervorzuheben. Das verwendete Konzept unterscheidet klar zwischen den beiden Zeitebenen der Gegenwart (t0) und der Zukunft (t1). Somit muss für jede Zeitebene

die Ausprägung sowohl des Klimasignals (z.B. Heiße Tage heute und Heiße Tage in Zukunft) als auch der Sensitivität (z.B. Anzahl älterer Menschen heute und Anzahl älterer Menschen in Zukunft) vorliegen, die dann jeweils getrennt für jede Zeitebene betrachtet wird. Das Delta stellt hierbei die Veränderung der Parameter von der Gegenwart zur Zukunft dar, beispielsweise die Zunahme Heißer Tage oder älterer Menschen (siehe Abb. 2 Methodische Vorgehensweise bei der Ermittlung von Klimawirkungen). Wie sich diese Herausforderungen gestalten wird in der Klimawirkungsanalyse eingehend erläutert (siehe Kap. 5 Klimawirkungsanalyse zur Ermittlung von Betroffenheiten).

Abbildung 2: Methodische Vorgehensweise bei der Ermittlung von Klimawirkungen



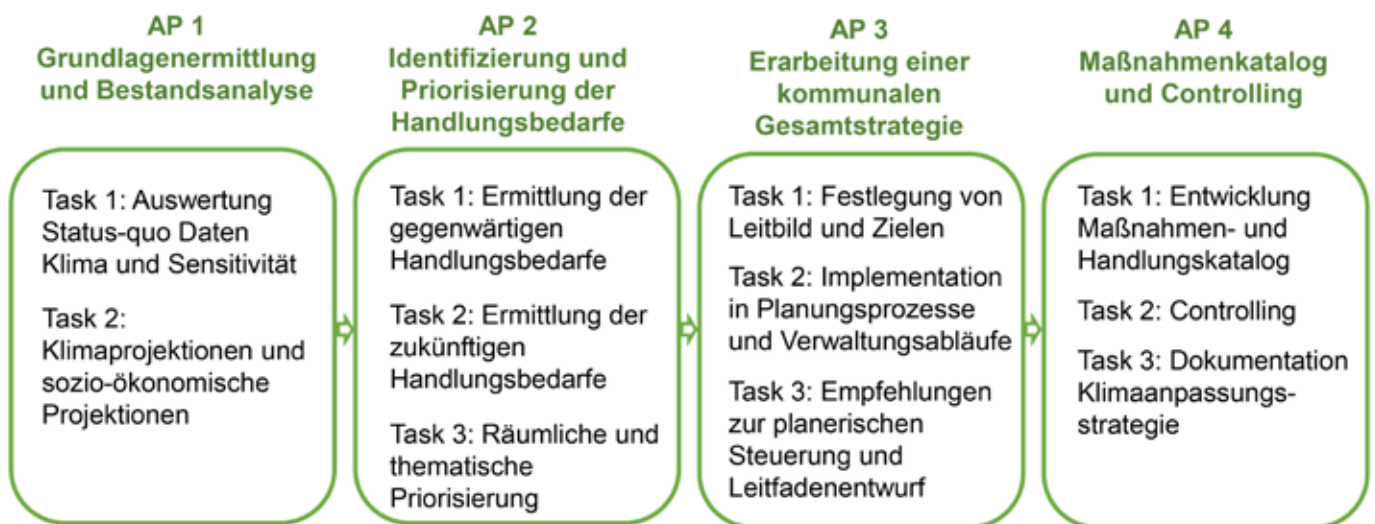
Quelle: Eigene Darstellung nach Greiving et al. 2015

2.2 Forschungsdesign und Vorgehensweise

Das Forschungsdesign und die Vorgehensweise der Untersuchungen gliedert sich in vier Arbeitspakete, die aufeinander aufbauen und Querbezüge herstellen (siehe Abb. 3 Forschungsdesign des Integrierten Klimaanpassungskonzeptes für die Stadt Hagen). Entsprechend des beschriebenen Politikzyklus zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels werden diese Arbeitsschritte im Folgenden kurz erläutert.

und Bevölkerung zu Auswirkungen verschnitten, die das heutige Klima (fokussiert auf die Aspekte Hitze, Extremniederschläge und Flusshochwasser) auf das Stadtgebiet hat. Für die Zukunft wird in einem zweiten Schritt eine Verschneidung der Daten aus Klimaprojektionen mit sozioökonomischen Projektionen (vor allem Bevölkerungsprognosen für die Stadt Hagen) vorgenommen. Dafür werden vorhandene regionale Klimamodelle ausgewertet, die Aussagen für die Metropolregion Ruhr treffen. Aufgezeigt werden damit die möglichen Bandbreiten

Abbildung 3: Forschungsdesign des Integrierten Klimaanpassungskonzeptes für die Stadt Hagen



Quelle: Eigene Darstellung

Das erste Arbeitspaket bezieht sich auf eine Bestandsaufnahme der kommunalen Systeme und ihrer Beeinflussung durch das Klima. Gewürdigt wird dabei die Bezugnahme auf die heutige klimatische Situation einerseits und die klimatischen Veränderungen andererseits. Wesentlich für dieses Konzept ist die klare Trennung der Zeitebenen, um für die planungsrechtlich gebotene methodische Konsistenz Sorge zu tragen. Dabei wird methodisch über den Standard der bisherigen Vorgehensweisen entsprechender Untersuchungen hinausgegangen, da in der Regel Klimaprojektionen mit sozioökonomischen Bestandsdaten vermengt werden und es damit bislang zu einer Verflechtung der Zeitebenen Zukunft und Gegenwart kommt. Im ersten Schritt werden für die Gegenwart Daten aus dem Klimamonitoring mit der bestehenden Sensitivität der einzelnen Flächennutzungen

klimatischer Veränderungen der genannten Aspekte (siehe Kap. 3 Klimawandel, Stadtklima und demografischer Wandel).

Die Identifizierung und Priorisierung von Handlungsbedarfen im zweiten Arbeitspaket gründet sich auf den Ergebnissen der Grundlagenermittlung und Bestandsanalyse. Der Handlungsbedarf wird für städtische Handlungsfelder (siehe Kap. 2.4 Handlungsfelder zur Klimaanpassung in Hagen) sowie die Wechselwirkungen untereinander mithilfe eines Geoinformationssystems identifiziert und in Kartenform dargestellt. Durch die Auswertung der Status-quo-Daten zum Thema Klima und Sensitivität wird dargelegt, welche Herausforderungen bereits heute bestehen. Dazu werden auch die vorhandenen Planungen zu den ausgewählten Aspekten Hitze,



Extremniederschläge und Flusshochwasser systematisch analysiert und integrativ betrachtet sowie Synergien und Konflikte zwischen vorhandenen Ansätzen herausgestellt. Für die zukünftigen Handlungsbedarfe wird identifiziert, welcher Treiber, der Klimawandel oder ein sozioökonomischer Veränderungsprozess maßgeblich ist. Zudem wird ersichtlich, welche Veränderungsfaktoren für die zukünftigen klimatischen Auswirkungen überhaupt maßgeblich sind: Klimatische Veränderungen oder aber sozioökonomische Entwicklungen wie der demographische Wandel oder das Wachstum von Siedlungsflächen, die die Sensitivität der Bevölkerung gegenüber den Auswirkungen (z.B. Hitze) maßgeblich beeinflussen (siehe Kap. 5 Klimawirkungsanalyse zur Ermittlung von Betroffenheiten). Zur räumlichen und thematischen Priorisierung werden besonders betroffene Bereiche (Hot-Spots) für die Aspekte Hitze, Extremniederschläge und Flusshochwasser identifiziert und eingehender betrachtet (Fokusgebiete). Zur Priorisierung der Anpassungsmaßnahmen für den Aspekt Hitze, wird ein Verfahren des Regionalverbands Ruhr zur regionalen Freiflächenbewertung aus klimatologischer Sicht verwendet und für die kommunale Ebene nutzbar gemacht.

Die in der Bestandsanalyse ermittelten Auswirkungen des Klimas bzw. Klimawandels und die daraus abgeleiteten Handlungsbedarfe bilden die Evidenzgrundlage für die kommunale Gesamtstrategie. Der in Arbeitspaket drei gewählte Strategieansatz versteht sich dabei als Kombination aus räumlicher und thematischer Kategorisierung. Die Ableitung von Zielen und Leitlinien erfolgt unter Einbeziehung aller relevanten Akteure und Interessensvertretern (siehe Kap. 2.3 Netzwerkbildung und Akteursbeteiligung). Da Klimafolgenanalysen zukünftig für jedes Planaufstellungsverfahren eine bedeutsame Rolle spielen werden, wird den beteiligten Ämtern und Fachbereichen eine beispielhafte Anleitung zur Durchführung einer Klimafolgenbewertung aufgezeigt (siehe Kap. 5 Klimawirkungsanalyse zur Ermittlung von Betroffenheiten). Darüber hinaus beinhalten die Leitlinien, Maßnahmen und die Strategie räumlich-thematische Ziele für verschiedene Handlungsbereiche. Die Strategie beinhaltet Hinweise zur Integration des Belanges Klimaanpassung in die Stadtentwicklung, Flächennutzungs- und Bebauungsplanung, Landschaftsplanung und die Baugenehmigung. Dazu zählen auch Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten sowie geeignete methodische und

instrumentelle Ansätze zum Umgang mit Unsicherheiten in der Abwägung über eine sequenzielle Realisierung von Planinhalten (siehe Kap. 7 Strategie zum klimagerechten Flächenmanagement in Hagen). Außerdem werden Synergien und Konflikten zwischen der Anpassung an den Klimawandel für die städtischen Handlungsfelder und darüber hinaus auch zu anderen Aufgaben der Stadtentwicklung hergestellt.

Das Maßnahmenkonzept im Arbeitspaket vier ist in Anlehnung an die genannte Typisierung wiederum räumlich-thematisch differenziert. Die erarbeiteten Maßnahmensteckbriefe beziehen sich, entsprechend der Handlungsfelder, der Ziele und Leitlinien, räumlich und thematisch auf die ermittelten Betroffenheiten im Hager Stadtgebiet (siehe Kap. 8 Maßnahmen zur Klimaanpassung in Hagen). Gestützt wird die Auswahl geeigneter Maßnahmen über die Ergebnisse der Beteiligung von Bürgern, der Verwaltung und Zivilgesellschaft sowie weiterer Akteure und Stakeholdern in entsprechenden Werkstätten, Arbeitskreisen und Workshops. Für die Umsetzung der ausgewählten Klimaanpassungsmaßnahmen wird ein Controllingkonzept skizziert, dass der Dokumentation und Überwachung der Umsetzung (Vollzugskontrolle) sowie als Kontrolle der Zielerreichung (Wirkungskontrolle) dient (siehe Kap. 8.2 Controlling der Umsetzung und Wirkungskontrolle von Maßnahmen). So sollen bei unvorhergesehenen Abweichungen Anpassungen der Ziele bzw. Maßnahmen möglich sein.

2.3 Netzwerkbildung und Akteursbeteiligung (Beteiligungsprozess)

Da eine Vielzahl an kommunalen Handlungsfeldern und damit auch verschiedene Ämter und Ressorts sowohl vom demografischen Wandel als auch vom Klimawandel betroffen sind, galt es eine große Anzahl an Akteuren und Interessensvertretern in den Erarbeitungsprozess einzubinden. Eingebunden wurden verschiedene Fachbereiche, Vertreter kommunaler Eigenbetriebe, Akteure aus der Privatwirtschaft sowie der Zivilgesellschaft. Es wurden drei Expertengespräche, zwei Dialogforen für die Öffentlichkeit, zwei Stakeholderworkshops und ein Maßnahmenworkshop veranstaltet, die eine regelmäßige Rückkopplung der erarbeiteten Ergebnisse ermöglicht haben. Neue Erkenntnisse konnten so in den laufenden



Prozess integriert werden. Im Rahmen einer öffentlichen Abschlussveranstaltung wurden die Projektergebnisse abschließend vorgestellt.

Die Planungsüberlegungen zur Implementation der Klimaanpassung in Planungsprozesse und Verwaltungsabläufe wurden mit einem breiten Kreis von verwaltungsangehörigen Experten abgestimmt, um entsprechende Erfahrungen zu nutzen. Für einen umfassenden Einblick in die Vor-Ort-Situation wurde der direkte Kontakt zu lokalen Experten hergestellt. Dazu zählten insbesondere Vertreter der Unteren Wasserbehörde (Umweltamt), Amt für Brand- und Katastrophenschutz (Feuerwehr), der Wirtschaftsbetriebe Hagen (Fachbereich Entwässerungsplanung, Grundstücksentwässerung und Kanaldatenbank und Fachbereich städtisches Grün) und der Fachbereich Stadtentwicklung, -planung und Bauordnung. Im Rahmen dieser Gespräche wurden u. a. Informationen zu lokalen Erfahrungen mit Extremwettersituationen, vorhandene Daten und Gutachten sowie Netzwerke erfragt. Diese Formate dienen auch der Zusammenführung relevanter Akteure, die eine Schlüsselrolle bei der Umsetzung des vorliegenden Klimaanpassungskonzeptes einnehmen. Dazu zählen auch Wohnungsunternehmen, Tourismus, Gewerbetreibende, Versorgungsunternehmen, Umweltverbände, aber auch staatliche Fachplanungen. Außerdem wurden diese Akteure so frühzeitig über das Projekt informiert und aktiviert.

Die Dialogforen für Bürger der Stadt Hagen waren Bestandteil der Ermittlung der Handlungsbedarfe und dienten außerdem der Abfrage des lokalen Wissens. In zwei thematischen Veranstaltungen wurden die bisherigen Projektergebnisse mit den Teilnehmern diskutiert und ergänzt. Die Praxis hat gezeigt, dass die gesellschaftliche und politische Akzeptanz der Berücksichtigung von Klimaanpassung insbesondere auf der Umsetzungsebene und der Bewertung von Planungsalternativen zumindest differenziert ist. Daher wurden zur kontinuierlichen Information und Sensibilisierung die Ergebnisse auch in die fachlich berührten Gremien, dem Stadtentwicklungsausschuss und Umweltausschuss, über Vorlagen und mündliche Berichte eingebracht.

2.4 Handlungsfelder zur Klimaanpassung in Hagen

Das integrierte Klimaanpassungskonzept für die Stadt Hagen befasst sich mit der gemeinsamen Betrachtung von Klimawandel und demografischem Wandel. Neben den demografischen und sozioökonomischen Veränderungen, werden insbesondere Veränderungen der Temperatur und des Niederschlags sowie daraus resultierende Klimawirkungen in städtischen Handlungsfeldern betrachtet. Aufgrund der lokalen Rahmenbedingungen in Hagen, wie z.B. der naturräumlichen Lage, Topographie, Flächennutzung oder der Sozioökonomie, und den Schwerpunkten und Ergebnissen aus den Auftaktsitzungen der projektbegleitenden Arbeitskreise und Expertenrunden wurden konkrete städtische Handlungsfelder hergeleitet:

1. Menschliche Gesundheit
2. Stadtentwicklung und Bauwesen
3. Grün und Freiflächen
4. Feuerwehr, Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
5. Wirtschaft und Gewerbe
6. Wasserwirtschaft

Gleichzeitig ergeben sich diverse Beziehungen und Überschneidungen zwischen den genannten Handlungsfeldern. Außerdem decken sich die ausgewählten Handlungsfelder mit zentralen Sektoren und Bereichen der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS; siehe Bundesregierung 2008). Die Handlungsfelder werden im Folgenden bezüglich der relevanten Klimawandelfolgen zusammengefasst. Die demografischen Herausforderungen werden im weiteren Verlauf des Berichtes eingehender erläutert (siehe Kap. 3.3 Demografischer Wandel).

2.4.1 Handlungsfeld Menschliche Gesundheit

Der Klimawandel wirkt sich in vielfältiger Weise direkt und indirekt auf die menschliche Gesundheit aus. So führen Witterungs- und Klimaveränderungen dazu, dass Infektionskrankheiten sowie nicht-übertragbare Krankheiten (wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen) oder Unfälle und Verletzungen durch Wetterextreme zunehmen können



(vgl. Bundesregierung 2008: 16). Neben den steigenden Jahresmitteltemperaturen zeichnet sich seit den 1970er Jahren auch ein Trend zunehmender Hitze-Extrema ab, die vermehrt zu gesundheitlichen Belastungen führen. In den vergangenen vierzig Jahren ist es zu einer Zunahme sogenannter ‚Heiße Tage‘ gekommen, an denen der Tageshöchstwert der Temperatur 30 °C oder mehr beträgt. In sogenannten ‚Tropennächten‘ sinken die Temperaturen nicht unter 20 °C, eine nächtliche Erholung ist dann insbesondere nach sehr heißen Tagen eingeschränkt. Im Gegensatz zu Heißen Tagen treten Tropennächte in Deutschland jedoch noch eher selten auf, können sich bei längeren Hitzeperioden jedoch ausprägen. Heiße Tage und Tropennächte sowie Hitzewarnungen des Deutschen Wetterdienstes (Hitzewarndienst des DWD seit 2005) weisen auf gesundheitlich belastende Witterungssituationen bzw. Hitzebelastung hin, lassen jedoch keine Rückschlüsse über die Anzahl der betroffenen Menschen zu (vgl. UBA 2017: 28). Dennoch kam es in der Vergangenheit bei Hitzeperioden auch in Deutschland zu einem Anstieg der Todesfälle. Während der Hitzeperiode im Sommer 2003 starben europaweit ca. 7000 Menschen an den Folgen (vgl. Kuttler 2010). Von Hitze sind insbesondere ältere Menschen, chronisch Kranke, kleine Kinder und alleinlebende Personen betroffen. Aber auch Erwerbstätige können in ihren Tätigkeiten beeinträchtigt werden, wenn Hitzebelastungen am Arbeitsplatz auftreten. Gesunde Personen können sich besser und eigenständig anpassen und den Folgen einer Hitzebelastung aktiv entgegensteuern (UBA 2015a: 28f, 46). Vor dem Hintergrund des Klimawandels spielt insbesondere der starke Anstieg des Anteils älterer und hochbetagter Menschen eine wichtige Rolle. So wird sich die Sensitivität der Bevölkerung gegenüber Hitzeperioden und Extremwetterereignissen voraussichtlich erhöhen und kann zu einer Zunahme von hitzebedingten Erkrankungen führen. Denn hohe Umgebungstemperaturen haben neben Stadtklimaeffekten auch gesundheitlich relevante Auswirkungen auf das Innenraumklima von Gebäuden (vgl. adelphi / PRC / EURAC 2015: 602).

Der Klimawandel und Anstieg der Durchschnittstemperaturen können außerdem die Verbreitung von vektorübertragenen Krankheiten sowie gesundheitliche Risiken wie Asthma und Allergien begünstigen, da sich die Pollensaison verlängert. Mit der Zunahme von Heißen Tagen erhöht sich die Feinstaubbelastung und Ozonkonzentra-

tion, was wiederum zu Schleimhautreizungen, Reaktionen der Atemwege, Herz-Kreislaufkrankungen sowie Beeinträchtigungen der physischen Leistungsfähigkeit führt (siehe UBA 2017: 30ff). Auf diese Auswirkungen des Klimawandels im Handlungsfeld menschliche Gesundheit wird im Folgenden nicht näher eingegangen, da in der Stadt Hagen der Handlungsschwerpunkt Hitzebelastung im Vordergrund steht.

In der Stadt Hagen sind die gesundheitlichen Folgen der Hitzebelastung, nicht zuletzt aufgrund verdichteter Tallagen, von zentraler Bedeutung. Der Klimawandel und die zunehmenden Hitzebelastungen werden zu stärkeren Wechselbeziehungen zwischen Umwelt und der menschlichen Gesundheit führen und somit zu ausgeprägten Wirkfolgen (vgl. KOM 2009: 2). Hierzu gehören beispielsweise Hitzeerschöpfung, Ausschlag, Kreislaufkollaps oder Schwindel, die die Bevölkerung in ihrem Alltagshandeln und Arbeitsleben erheblich einschränken können. Hagen ist insbesondere in den Tallagen und dicht besiedelten Bereichen von der Hitzeproblematik betroffen. Vor allem dort bergen sich Gefahren, die die Gesundheit der Menschen beeinträchtigen und zu einer wesentlichen Minderung der Lebensqualität in der Stadt führen können. Hinzu kommt die Alterung der Gesellschaft, die die Gesundheitsproblematik weiter verschärft und einen zusätzlichen Betreuungsbedarfs älterer Menschen erfordert. Das Schwerpunktthema im Handlungsfeld menschliche Gesundheit bildet daher die Minderung der Hitzebelastung der Hager Bevölkerung.

2.4.2 Handlungsfeld Stadtentwicklung und Bauwesen

Der Klimawandel wird sich zunehmend auch auf die Stadtentwicklung und das Bauwesen auswirken. Der Anstieg der Durchschnittstemperatur, langanhaltende Hitzeperioden oder Extremereignisse wie Starkregen, Stürme oder Hochwasser stellen eine Gefahr für Gebäude, Bauwerke und zugehörige Infrastrukturen dar (vgl. Bundesregierung 2008: 19; UBA 2015a: 43). Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen können durch Hitze, Starkregenereignisse und Hochwasser sowie Stürme oder auch durch Hagel und Frost entstehen. Die klimatischen Veränderungen haben auch Auswirkungen auf die Bauplanung, -technik und -ausführung sowie die



entsprechende Architektur bzw. Gebäudeplanung, die technische Ausstattung und die verwendeten Baustoffe. Vor allem in der Gebäudeplanung und der technischen Ausstattung sollten Anpassungen an klimatisch bedingte Veränderungen berücksichtigt werden, beispielsweise Anpassungen an höhere durchschnittliche Sommertemperaturen durch passive Kühlung mit Verschattungselementen, Wärmedämmung oder eine optimale Gebäudeausrichtung. Zu berücksichtigen ist insbesondere, dass Gebäude und Infrastrukturen von einem hohen Investitionsaufwand und langer Lebensdauer geprägt sind. Daher sollten Maßnahmen sowohl bei Neuplanung und -bau sowie dem Gebäudebestand ansetzen (vgl. adelphi / PRC / EURAC 2015: 416f; Bundesregierung 2008: 20; UBA 2015a: 46ff).

Darüber hinaus erfordert der Klimawandel generell eine klimagerechte städtebauliche Gestaltung. Große Städte sind oft von dichter Bebauung und einem hohen Versiegelungsgrad geprägt, während der Anteil städtischer Grün-, Frei- und Wasserflächen oft gering ist. Daher unterscheidet sich das Klima in Städten vom Klima der umgebenden Landschaft. Städte und Ballungsräume verursachen aufgrund der physikalischen Eigenschaften ihrer Oberflächen im Vergleich zu ihrem weniger stark bebauten und stärker durchgrüneten Umland klimatische Effekte, die unter dem Begriff ‚Stadtklima‘ zusammengefasst werden (siehe Kap. 3.2 Stadtklima in Hagen). Die Folgen des Stadtklimas sind ein erhöhtes thermisches Niveau im Vergleich zum Umland (die sogenannte städtische Wärmeinsel), oftmals eingeschränkte Belüftungsverhältnisse aufgrund der z.T. dichten und hohen Bebauung, meist niedrigere Luftfeuchtigkeitsverhältnisse und eine Verschlechterung der städtischen Luftqualität (vgl. adelphi / PRC / EURAC 2015: 416f; Bundesregierung 2008: 19; UBA 2015a: 44ff).

Neben dem Klimawandel hat auch die Bevölkerungsentwicklung Auswirkungen auf die Stadtentwicklung und das Bauwesen. Sie beeinflusst die Möglichkeiten der Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Bei zurückgehenden Bevölkerungszahlen kann mit einem abnehmenden Nutzungsdruck auf die Fläche gerechnet werden, auch wenn in schrumpfenden Regionen oftmals widersprüchlich Siedlungsinfrastruktur ausgebaut wird. Ein verminderter Nutzungsdruck kann sich positiv auf die Umsetzung von Maßnahmen zur Klimaanpassung

auswirken (vgl. adelphi / PRC / EURAC 2015: 417). So können sich Konfliktpotentiale verringern und wiederum Flächenpotentiale freigesetzt werden, die gezielt zur Anpassung an den Klimawandel genutzt werden können. Dazu zählt beispielsweise der Erhalt und Ausbau sowie die Vernetzung von Grünflächen, die im Idealfall über Ventilationsbahnen an Kaltluftentstehungsgebiete im ländlichen Umland angebunden sind und sich positiv auf das Stadtklima und die Luftqualität auswirken. Damit können die ökologischen Funktionen der Siedlungsgebiete aufgewertet und Lebens- und Wohnqualität in den Städten verbessert werden (vgl. UBA 2015a: 46f). Auch der Siedlungsrückzug aus gefährdeten Bereichen ist hier als potentielle Möglichkeit unter Schrumpfungsbedingungen zu nennen.

In der Stadt Hagen stehen im Handlungsfeld Stadtentwicklung und Bauwesen Gefährdungen von Gebäuden und Infrastruktureinrichtungen durch Hitze, Starkregen und Hochwasser im Vordergrund. Auf Basis ermittelter Betroffenheiten im Stadtgebiet werden entsprechende Vorsorge- und Schutzmaßnahmen sowie strategische Empfehlungen für die Bauleitplanung abgeleitet. Vor dem Hintergrund der Auswirkungen des klimatischen und demografischen Wandels stehen insbesondere die Ausfallsicherheit und Funktionsfähigkeit kritischer Infrastrukturen sowie Anpassungsbedarfe bzw. die Gewährleistung der Nutzbarkeit sozialer Infrastruktureinrichtungen im Fokus. Zu den Schwerpunktthemen im Handlungsfeld Stadtentwicklung und Bauwesen zählen daher die Gewährleistung der Nutzbarkeit sozialer Infrastruktur, die Verminderung von Hitzebelastungen in Gebäuden sowie Vorsorge und Schutz vor potentiellen Schäden durch Starkregen und Hochwasser.

2.4.3 Handlungsfeld Grün- und Freiflächen

Grün- und Freiflächen bzw. urbane Grünstrukturen sind ein wesentlicher Bestandteil der Städte und übernehmen wichtige und vielfältige Funktionen in einer nachhaltigen Stadt (vgl. BMUB 2017: 5). Unter urbanem Grün oder auch Stadtgrün werden alle Formen grüner Freiräume und begrünter Gebäude verstanden. Dazu zählen Wald, Parkanlagen, Naturschutzflächen, Kleingärten, Friedhöfe, Siedlungsgrün, Grünflächen an öffentlichen Gebäuden, Brachflächen, Spiel- und Sportflächen, Straßengrün und



Straßenbäume. Auch private Grünflächen, Bauwerksbegrünung an Fassaden und auf Dächern oder landwirtschaftliche Nutzflächen in Siedlungsnähe sind Bestandteil des Grüns in Städten. Diese Formen urbanen Grüns werden auch als Grüne Infrastruktur bezeichnet, da sie diverse ökologische, soziale und ökonomische Leistungen erbringen (vgl. BMUB 2015: 7). Grün- und Freiflächen dienen der Erholung und Bewegung, sind Orte der Begegnung und des sozialen Zusammenhalts, leisten einen wichtigen Beitrag für die Gesundheit und das Wohlbefinden in Städten und sind damit wesentlicher Indikator für die Lebensqualität der Bevölkerung. Urbanes Grün gestaltet und verbessert Quartiere und das Wohnumfeld, gilt als weicher Standortfaktor und wirkt damit auch positiv auf Boden- und Immobilienwerte (vgl. BMUB 2017: 7; UBA 2013a: 2).

Grün- und Freiflächen dienen nicht zuletzt auch als Frischluftschneisen und Kaltluftentstehungsgebiete, unterstützen die Temperaturregulierung, können Lärm mindern, die Luftreinhaltung fördern und CO₂ speichern. Mit Dach-, Fassaden und Hofbegrünung können Kühleffekte verstärkt und die Luftfeuchtigkeit erhöht werden. Städtisches Grün übernimmt also zahlreiche klimarelevante Funktionen und verbessert das Stadtklima. Damit wirkt es gesundheitlichen Belastungen entgegen, produziert Sauerstoff, bindet Stäube und filtert Luftschadstoffe. Außerdem schützen offene und unversiegelte Flächen die Bebauung vor Klimawirkungen, indem sie Niederschlagswasser zurückhalten, versickern und durch Verdunstung wieder abgeben. Insbesondere bei Starkregenereignissen sind Grünflächen, auch Gründächer, wichtige Wasserspeicher, die die Kanalisation entlasten und Überflutungen verhindern können. Grün- und Freiflächen reflektieren und absorbieren zudem langwellige Wärmestrahlung, mildern so Hitzeextreme und schaffen ein angenehmes Mikroklima. Urbanes Grün ist daher wichtig für den Klimaschutz, die Klimaanpassung, den Schutz der Gesundheit und die Regulierung des Wasserhaushalts. Städtische Grün- und Freiflächen dienen zudem als Lebensräume für Flora und Fauna und unterstützen die biologische Vielfalt und den Biotopverbund. Außerdem fördern sie den Wasserrückhalt in der Fläche und wirken sich positiv auf die Regulierung des Wasserhaushalts aus. Sie bilden daher eine wesentliche Voraussetzung für nachhaltige, lebenswerte, resiliente und zukunftsfähige Städte und Regionen (vgl. BMUB 2015: 54; BMUB 2017: 7f; UBA 2013a: 2-4).

Die beschriebenen Funktionen städtischer Grün- und Freiflächen werden durch den Klimawandel beeinträchtigt. Zunächst verändert der Klimawandel vor allem die Wachstumsbedingungen, aufgrund einer verlängerten Vegetationsperiode. Die direkten Auswirkungen auf bestehende Grünflächen betreffen dabei veränderte Blühtermine und einen verspäteten Laubfall. Durch die steigende Durchschnittstemperatur verändert sich außerdem der Wasserbedarf der Vegetation. Daher ist von einer Zunahme des Trockenstress für städtische Bepflanzungen auszugehen. Voraussichtlich dürften sich im Zuge der klimatischen Veränderungen mittelfristig einige Pflanzenarten als nicht mehr geeignet für die Verwendung im urbanen Raum erweisen. Darüber hinaus kann eine längere Vegetationsperiode zu vermehrten Frühfrostschäden führen. Daher können sich die Schutzanforderung, der Pflege- und Bewirtschaftungsbedarf für urbane Grünflächen erhöhen, wenn beispielsweise aufgrund abnehmender sommerlicher Niederschläge der Bewässerungsbedarf steigt oder Nachpflanzungen notwendig werden. Außerdem begünstigt die steigende Durchschnittstemperatur Schädlingen eine stärkere Vermehrung sowie bessere Überwinterungsmöglichkeiten. Mit der Temperaturerhöhung wird auch die Zuwanderung von gebietsfremden Arten verstärkt, die bisher in unserem Klima nicht existieren konnten (vgl. UBA 2013a: 3).

Städtische Grün- und Freiflächen befinden sich unter großem Nutzungsdruck. Die Auswirkungen des Klimawandels, die Bevölkerungsentwicklung, Wohnungsbaubedarfe oder wirtschaftliche Entwicklungen führen insbesondere in Ballungsräumen zu einem steigenden Bedarf an bebaubaren Flächen. Außerdem werden die Grün- und Freiflächen immer stärker und in zunehmenden Maße von Nutzungen aller Art beansprucht, was vielfach zu einer Übernutzung führt. Insbesondere bei höherer Verdichtung sind Grün- und Freiräume erforderlich, die auch qualitativ einem verstärkten Nutzungsdruck gerecht werden. Urbanes Grün ist demnach so zu gestalten, dass es den Erfordernissen der integrierten Stadtentwicklung gerecht wird, baukulturell hochwertig und widerstandsfähiger gegenüber den steigenden Nutzungsanforderungen ist (vgl. BMUB 2017: 13).

In der Stadt Hagen sind im Handlungsfeld Grün- und Freiflächen insbesondere der Erhalt und Ausbau bestehender urbaner Grünstrukturen von Bedeutung. Dabei



stehen Funktionen urbaner Grün- und Freiflächen im Vordergrund, die Anpassungsmaßnahmen stärken. Hier sind insbesondere Funktionen zur Verbesserung des Stadtklimas (thermische Entlastung) und Regulierung des Wasserhaushaltes sowie ein veränderte Pflege- und Bewirtschaftungsaufwand zum Erhalt und Ausbau bestehender Grün- und Freiflächen relevant. Städtische Grün- und Freiflächen müssen in Zukunft außerdem vielfältige, sich überlagernde Nutzungsansprüche erfüllen und unterschiedlichen Nutzungsintensitäten standhalten. Sie müssen daher im Sinne einer multifunktionalen Zuordnung parallel soziale, ökologische, ökonomische und technische Funktionen übernehmen (vgl. BMUB 2017: 13ff).

2.4.4 Handlungsfeld Feuerwehr, Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe

Der Bevölkerungsschutz umfasst alle Aufgaben und Maßnahmen der Kommunen und Länder im Katastrophenschutz und der Katastrophenhilfe sowie des Bundes im Zivilschutz. Er beinhaltet demnach alle Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung und ihrer Lebensgrundlagen, die Bewältigung bzw. Vorsorge und Reaktion auf Schadensfälle bis hin zu (Natur-)Katastrophen und anderen schweren Notlagen. Zu den originären Aufgaben des Bevölkerungsschutzes zählt daher auch die Bewältigung von Extremereignissen, wie Hitzeperioden, Starkregen, Stürmen oder Hochwasserereignissen. Darüber hinaus gilt es die Verfügbarkeit bzw. Funktionsfähigkeit der sogenannten Kritischen Infrastrukturen (KRITIS) sicherzustellen, die z.B. die Energie- und Wasserversorgung, Telekommunikations- und Informationstechnik oder den Verkehr und Transport beinhalten. Der Klimawandel hat Einfluss auf die Aufgaben der Feuerwehr, des Bevölkerungsschutzes und der Katastrophenhilfe. Vor allem durch die zu erwartende Zunahme der Häufigkeit und Intensität extremer Wetterlagen und damit verbundene Folgen können neue Herausforderungen in diesem Handlungsfeld entstehen. Dazu zählen beispielsweise die Verfügbarkeit und Ausstattung personeller und materieller Ressourcen, Aus- und Weiterbildung, das Krisen- und Notfallmanagement oder die Einsatzplanung. Nicht zuletzt ergeben sich Herausforderungen bei der Selbsthilfe und dem Selbstschutz sowie der Information und Aufklärung der Bevölkerung sowie von Behörden und Betrieben zur Vermeidung, Vor-

sorge und Bewältigung genannter Ereignisse (vgl. BBK 2011: 7, 25; Bundesregierung 2008: 44; UBA 2015a: 221).

Die Aufgaben und Themen im Handlungsfeld Feuerwehr, Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe betreffen in vielerlei Hinsicht Zuständigkeiten verschiedener Ämter, Fachbereiche und -politiken sowie Ressorts auf der Ebene des Bundes, der Länder und Kommunen. Diese Zuständigkeiten zielen gleichermaßen auf ein Risikomanagement, das angemessen auf akute Krisensituationen ausgelegt ist, sowie auf nachgelagerte Phasen, bei denen es um die Wiederherstellung der durch Katastrophen verursachten Schäden unter Berücksichtigung der Minderung und Vermeidung künftiger Schadenspotentiale geht. Dabei sind vorbeugende Maßnahmen für den Bevölkerungsschutz, beispielsweise zum Schutz der menschlichen Gesundheit, technische Maßnahmen zum vorbeugenden Hochwasserschutz, Anpassungen in der Wasserwirtschaft, Sicherstellung der Verkehrs- und Energieinfrastruktur sowie räumliche Planung und baulicher Schutz, von entscheidender Bedeutung (vgl. Bundesregierung 2008: 45).

Für die Stadt Hagen ergeben sich in diesem Handlungsfeld Schwerpunktthemen, die eine Anpassung des bestehenden Krisenmanagements und der Notfallvorsorge sowohl an aktuelle Erfordernisse als auch künftige, klimawandelbedingte Entwicklungen betreffen. Dies betrifft insbesondere die mögliche Zunahme der Zahl der Einsätze bei Extremereignissen sowie einen möglichen zusätzlichen Bedarf an personellen (Einsatzkräften) und materiellen (z.B. Fahrzeuge, Notstromaggregate, Pumpen) Ressourcen. Außerdem können Informations- und Kommunikationsstrukturen sowie das Einsatzmanagement im Rahmen sogenannter Vollübungen des Bevölkerungsschutzes überprüft und verbessert werden, dazu zählen z.B. Übungsszenarien oder Stabsrahmenübungen (vgl. UBA 2015a: 221-223, 228f). Nicht zuletzt gilt es, die Eigenvorsorge und Selbsthilfekapazitäten für Not- und Katastrophenfälle zu stärken und so die Folgen von gravierenden Störungen und Ausfällen Kritischer Infrastrukturen zu mindern. Dazu zählt insbesondere die Information, Aufklärung und Sensibilisierung der Bevölkerung (vgl. UBA 2015a: 226f).

2.4.5 Handlungsfeld Wirtschaft und Gewerbe

Das Handlungsfeld Wirtschaft und Gewerbe (auch Industrie und Gewerbe) ist sehr breit und vielfältig, daher werden Auswirkungen des Klimawandels auf die Unternehmen in Deutschland allgemein, ohne eine Beschränkung auf bestimmte Branchen, beschrieben. Aufgrund der Vielfalt an Wirtschaftszweigen und Unternehmen können nicht alle Folgen des Klimawandels für dieses Handlungsfeld dargestellt werden (vgl. adelphi / PRC / EURAC 2015: 450; Bundesregierung 2008: 39). Im Handlungsfeld Wirtschaft und Gewerbe birgt der Klimawandel sowohl neue Chancen als auch bisher nicht gekannte oder veränderte Risiken. Die Betroffenheit und der Bedarf, sich an ändernde klimatische Verhältnisse anzupassen, sind dabei so vielfältig wie die Wirtschafts- und Unternehmensstrukturen selbst. Die vielfältigen Herausforderungen betreffen die Funktionsfähigkeit der Liegenschaften und Infrastrukturen, die Unternehmensstruktur, die Produkte und Dienstleistungen, die Produktions- bzw. Lieferketten sowie die Leistungsfähigkeit der Beschäftigten (vgl. UBA 2015a: 187; adelphi / PRC / EURAC 2015: 450).

Im Fokus der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel stehen physische Herausforderungen und Risiken, die der Klimawandel für Wirtschaft und Gewerbe birgt. Extremereignisse wie Hitzeperioden, Starkniederschläge, Hochwasser oder Trockenperioden und Stürme können Industrie- und Gewerbeanlagen und deren Betrieb direkt betreffen oder aber zu Betriebseinschränkungen durch wetterbedingte Unterbrechungen der vor- oder nachgelagerten Beschaffungs- oder Absatzwege einschließlich der Verkehrswege oder Personenschäden führen (vgl. Bundesregierung 39f; UBA 2015a: 187). Extremereignisse stellen nicht nur Risiken für Beschäftigte sondern auch für die Umwelt dar, wenn beispielsweise aus Anlagen umweltgefährdende Stoffe freigesetzt werden. Für Industrieanlagen, in denen gefährliche Stoffe eingesetzt oder in höheren Mengen gelagert werden, gelten bereits grundsätzliche Sicherheitsanforderungen gegen Extremwetterereignisse, wie Überschwemmungen durch Hochwasser. Dementsprechend sind das betriebliche Management und Sicherheitssysteme im Hinblick auf die möglichen Extremwetterereignisse regelmäßig zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen. Anpassung bedeutet in diesem Zusammenhang, sich rechtzeitig auf die geänderte Häufigkeit und Intensität sowie potentiell

le Schäden einzustellen (vgl. Bundesregierung 2008: 40). Durch die steigenden Temperaturen, insbesondere in den Sommermonaten kann es außerdem zur Minderung der Leistungsfähigkeit der arbeitenden Bevölkerung kommen, was zusätzliche Kühlbedarfe auslöst. Sommerliche Hitze kann am Arbeitsplatz sowohl in Gebäuden als auch im Freien dazu führen, dass Beschäftigte unter Müdigkeit, Konzentrationsschwäche und Belastungen des Herz-Kreislaufes leiden. Dies kann zu einer Abnahme der Arbeitsmotivation und Leistungsfähigkeit führen (vgl. UBA 2015a: 188).

In der Stadt Hagen sind im Handlungsfeld Wirtschaft und Gewerbe insbesondere folgende Schwerpunktthemen von Bedeutung: Zunächst gilt es Anpassungsmaßnahmen zur Minderung hitzebedingter Einschränkungen der Leistungsfähigkeit der Beschäftigten umzusetzen. Außerdem sollten Gewerbe- und Industriebetriebe Vorsorge- und Schutzmaßnahmen gegenüber Starkregen und Hochwasser treffen. Die Anfälligkeit von Industrie- und Gewerbebetriebe gegenüber Wetterextremen wie Hitze, Starkregen und Hochwasser ist vergleichsweise hoch. Aufgrund ihrer räumlichen Lage, baulichen und betrieblichen Eigenschaften und der Dichte an Sachwerten sind sie u.U. verwundbarer als andere Stadtbereiche. Viele Industrie- und Gewerbebetriebe befinden sich, auch historisch bedingt, in gefährdeten Bereichen und haben ihren Standort an Gewässern oder in verdichteten Innenstadtlagen. Darüber hinaus ist die Hitzebelastung der Industrie- und Gewerbegebiete in Hagen besonders stark ausgeprägt (siehe Kap. 5.1 Klimawirkung Hitze).

2.4.6 Handlungsfeld Wasserwirtschaft

Temperatur und Niederschlag sind die wichtigsten Triebkräfte des natürlichen globalen und regionalen Wasserkreislaufs. Klimatische Veränderungen haben daher Folgen für den Wasserhaushalt und ändern damit auch den Rahmen für die Wasserbewirtschaftung. Im Handlungsfeld Wasserwirtschaft sind diverse mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt von Bedeutung. Die Auswirkungen betreffen dabei sowohl langfristige Trends, z.B. Veränderungen der Grundwasserstände, Abflussregime oder Gewässergüte, als auch das Auftreten von Extremereignissen wie Hochwasser oder Trockenperioden. Darüber hinaus verstärkt der Klima-



wandel bereits die bestehenden regionalen Unterschiede der Wasserverfügbarkeit. Es ergeben sich demnach Herausforderungen im vielschichtigen Zusammenspiel der Gewässernutzungen sowie daraus resultierende Anpassungserfordernisse für die Wasserwirtschaft. Wichtige Themen sind z.B. der dauerhafte Hochwasserschutz, die Bewirtschaftung und Nutzbarkeit der Wasserstraßen oder nicht zuletzt die Gewässerökologie (vgl. Bundesregierung 2008: 21; UBA 2015a: 53).

Der Klimawandel wird die Rahmenbedingungen einer nachhaltigen Nutzung der Ressource Wasser beeinflussen. Wasser ist ein wertvolles Lebensmittel und für viele wirtschaftlichen Aktivitäten notwendig, es dient z.B. als Kühlmedium, als Roh- und Betriebsstoff, der Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen oder der Erholung und Freizeit. Um diese und weitere Ansprüche erfüllen zu können, muss Wasser bestimmte Anforderungen an Menge und Qualität erfüllen. Auch in einem vergleichsweise wasserreichen Land wie Deutschland kann es in Zukunft regional zu Problemen mit einer ausreichenden Wasserverfügbarkeit kommen. Daher steht bei der Klimaanpassung im Handlungsfeld Wasserwirtschaft generell ein schonender Umgang mit der Ressource Wasser sowie ein Gleichgewicht zwischen Wasserdargebot und -nutzung im Vordergrund (UBA 2015a: 53).

Das Handlungsfeld Wasserwirtschaft ist daher in vielerlei Hinsicht vom Klimawandel betroffen. Dies betrifft Aspekte des Wasserhaushalts, des natürlichen Wasserkreislaufes und der Wasserwirtschaft, aber auch der Bewirtschaftung, des Schutzes und der Nutzung der Ressource Wasser (Oberflächengewässer, Grundwasser). Dazu zählen z.B. auch die Aufgaben der Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung, der Be- und Entwässerung, die Talsperrenbewirtschaftung oder der Hochwasserschutz (vgl. adelphi / PRC / EURAC 2015: 321). Die klimatischen Veränderungen beeinflussen die Grundwasserkörper und die Grundwasserneubildung, die vor allem vom Niederschlag, oberirdischem Abfluss und der Verdunstung bestimmt werden. Auch das Abflussgeschehen in Fließgewässern ist zunehmenden Schwankungen unterworfen und betrifft sowohl Hochwasser- als auch Niedrigwasserereignisse, da sich die Verteilung und Art der Niederschläge in Einzugsgebieten verändert (vgl. Bundesregierung 2008: 21; UBA 2015a: 54, 56).

Für die Stadt Hagen ergeben sich im Handlungsfeld Wasserwirtschaft Anpassungserfordernisse, die insbesondere die Gewässerbewirtschaftung, den Hochwasserschutz und die Infrastrukturen der Wasserver- und -entsorgung betreffen: Im Zuge der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL), umgesetzt durch das Wasserhaushaltsgesetz (WHG), sind beim Management vom Schutz und der Nutzung von Gewässern auch die Auswirkungen des Klimawandels zu berücksichtigen. Im Zuge der Europäischen Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (EG-HWRM-RL) werden die Auswirkungen des Klimawandels auf den Umgang mit Hochwasser und Überschwemmungen an Oberflächengewässern sowie durch Überflutungen an Küsten explizit einbezogen. Dazu werden die Handlungs- und Planungsgrundlagen, wie die Hochwassergefahren- und -risikokarten, regelmäßig unter Berücksichtigung des aktuellen Wissensstands über die Klimafolgen angepasst. Darüber hinaus sind bei der Überprüfung und ggf. Anpassung der vorhandenen Infrastrukturen der Wasserver- und -entsorgung die Auswirkungen des Klimawandels, im Zusammenhang mit Auswirkungen anderer Veränderungsprozesse wie dem demographischen und wirtschaftlichen Wandel sowie Landnutzungsänderungen, zu betrachten. Dies betrifft z.B. die Anpassung der Versorgungs- und Kanalsysteme, Wasserspeicher oder die Trinkwasseraufbereitung, um Beeinträchtigungen und Schäden der Wasserver- und -entsorgungsinfrastrukturen zu vermeiden oder zu mindern (vgl. Bundesregierung 2008: 22f).

KLIMAWANDEL, STADTKLIMA UND DEMOGRAFISCHER WANDEL

3

Im vorliegenden Kapitel werden die wesentlichen Grundlagen zum Klimawandel, Stadtklima und demografischen Wandel erläutert, die der nachfolgenden Analyse zugrunde liegen. Diese fokussiert sich auf die beiden Megatrends Klimawandel und demografischen Wandel sowie sich daraus ergebende Herausforderungen und Wechselwirkungen.

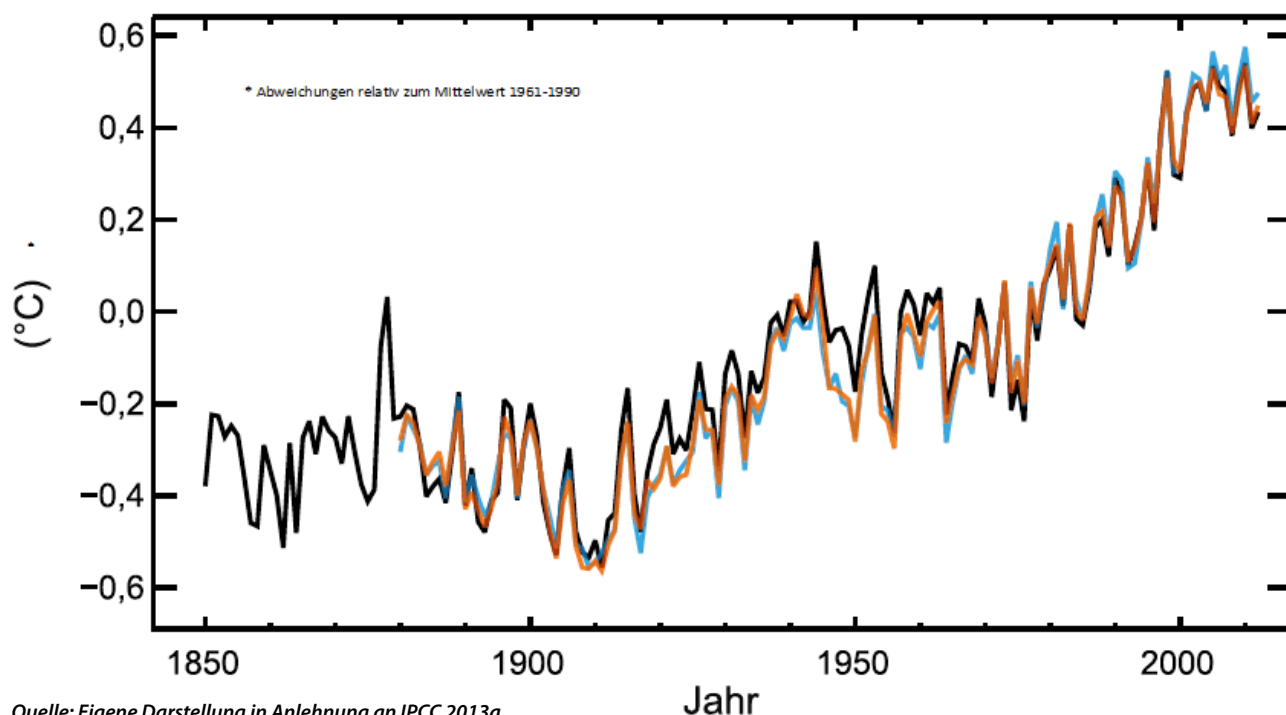
3.1 Klimawandel

Der Klimawandel führt zu einer Vielzahl von Herausforderungen auch für unterschiedliche städtische Handlungsfelder (siehe Kapitel 2). Zunächst wird der globale Klimawandel in seinen Grundzügen erläutert und auf die Bedeutung und Auswirkungen der klimatischen Veränderungen für die Metropolregion Ruhr eingegangen. Daran anschließend wird das Stadtklima am Beispiel der Stadt Hagen definiert und anhand der Klimatope erläutert.

3.1.1 Der globale Klimawandel

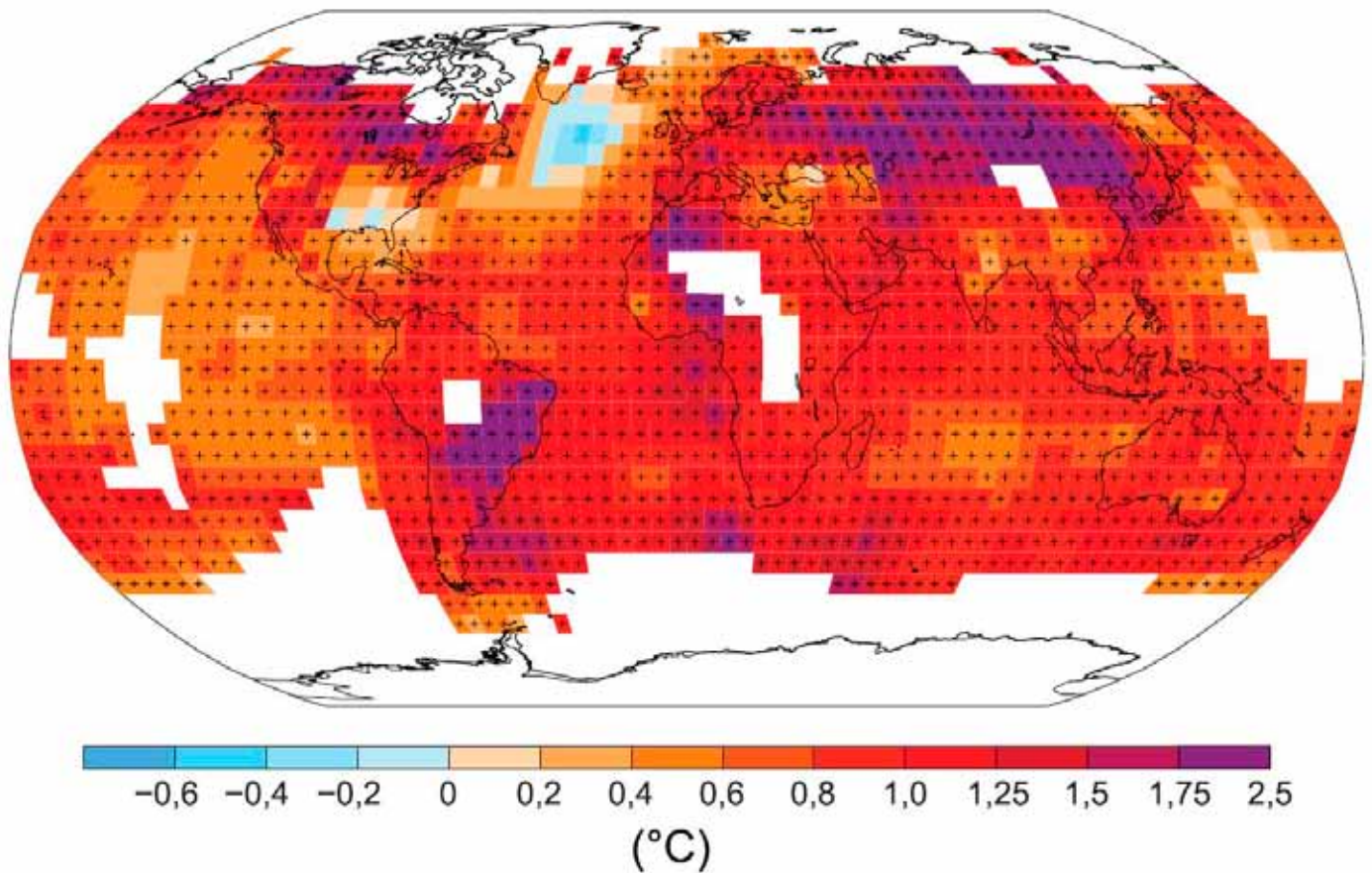
Während die in den vergangenen Jahrtausenden aufgetretenen Klimaänderungen durch natürliche Faktoren bestimmt waren, gilt es heute als erwiesen, dass vor allem der Mensch für die Erwärmung und das gehäufte Auftreten von Extremwetterereignissen verantwortlich ist (vgl. Schönwiese 2009). Hauptursache für die globale Erwärmung ist mit hoher Wahrscheinlichkeit der vom Menschen verursachte Ausstoß von Treibhausgasen. Im Zeitraum 1880-2012 ist die global gemittelte Land-Ozean-Oberflächentemperatur im linearen Trend um 0,85 °C angestiegen (siehe Abb. 4). Der Temperaturanstieg der Erdoberfläche weist dabei in Abhängigkeit der geographischen Lage, der Topologie sowie der Landnutzung regionale Unterschiede auf, wie Abbildung 5 zeigt (vgl. IPCC 2013a).

Abbildung 4: Beobachtete globale mittlere kombinierte Land-Ozean-Oberflächentemperaturanomalie von 1850-2012



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an IPCC 2013a

Abbildung 5: Räumliche Verteilung der beobachteten Veränderung der Erdoberflächentemperatur von 1901-2012

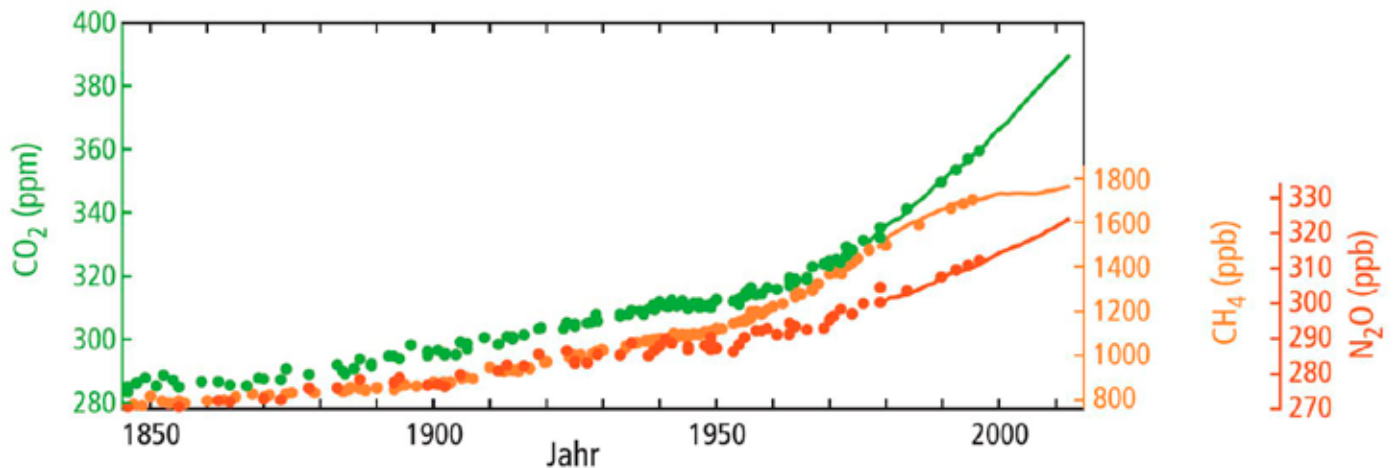


Quelle: IPCC 2013a

Der globale Klimawandel äußert sich nicht nur in einer Zunahme des mittleren globalen Temperaturniveaus, sondern auch durch Veränderungen im Auftreten von Extremwetterereignissen. So wird seit etwa 1950 beobachtet, dass die Anzahl warmer Tage und Nächte weltweit zugenommen hat, die Häufigkeit von Hitzeperioden in Teilen Europas, Asiens und Australiens angestiegen ist und auch die Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen insbesondere in Nordamerika und Europa zugenommen hat (vgl. IPCC 2013a).

Als Hauptursache für diese beobachteten Klimaveränderungen gelten die anthropogenen Emissionen von Treibhausgasen (Kohlendioxid, Methan, Stickoxide, etc.) durch die Verbrennung fossiler Energieträger, Landnutzungsänderungen, großflächige Waldrodungen sowie Ackerbau und Viehzucht. Die Treibhausgas-Emissionen sind infolge des weltweiten Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstums seit der vorindustriellen Zeit stark angestiegen, was heute zu den höchsten Konzentrationen in der Atmosphäre seit mindestens 800.000 Jahren führte. Abbildung 6 zeigt die Entwicklung der atmosphärischen Konzentrationen der drei Treibhausgase Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4) und Distickstoffmonoxid bzw. Lachgas (N_2O) zwischen 1850 und 2012 (vgl. IPCC 2014).

Abbildung 6: Atmosphärische Konzentration der Treibhausgase Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Distickstoffmonoxid (N₂O)



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an IPCC 2014

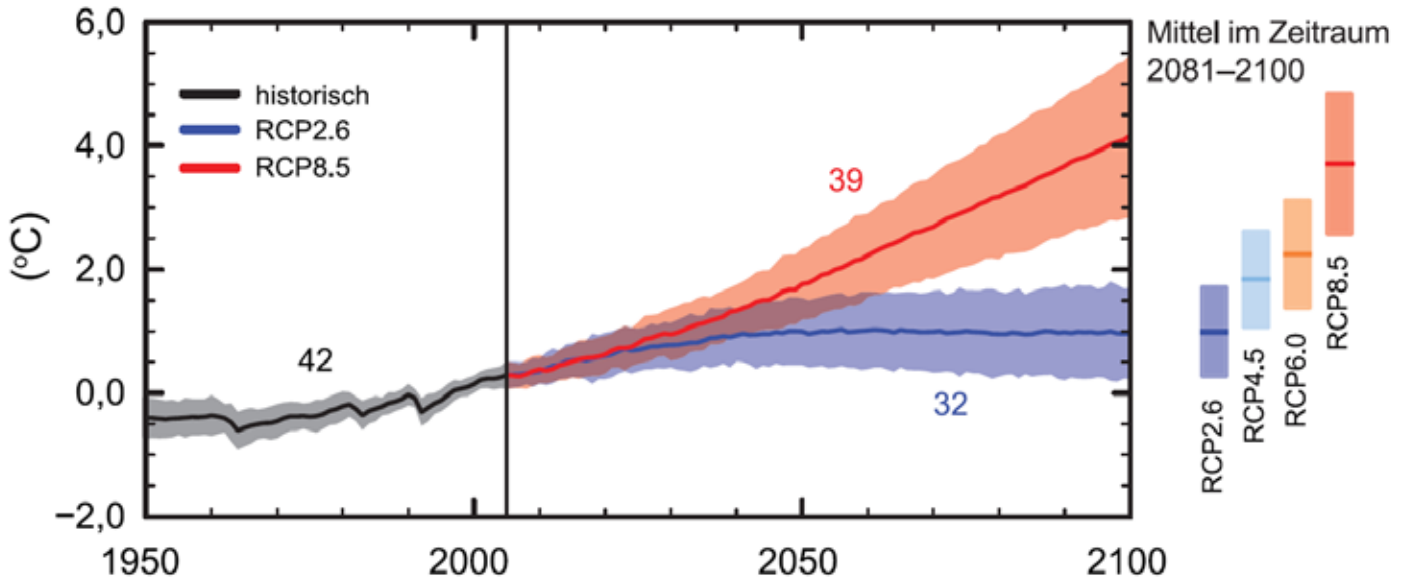
Um das zukünftige Ausmaß des globalen Klimawandels abschätzen und gezielte Mitigations- und Adaptationsmaßnahmen entwickeln zu können, lässt der Zwischenstaatliche Ausschuss für Klimaänderungen (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) die zukünftige Klimaentwicklung mit einer Vielzahl von Klimamodellen unterschiedlicher Komplexität von mehreren unabhängigen Forschungsgruppen simulieren, deren Ergebnisse zu Multimodell- bzw. Ensembleergebnissen, den Repräsentativen Konzentrationspfaden (Representative Concentration Pathways - RCPs), zusammengefasst werden, um den wahrscheinlichsten Wertebereich zu erreichen.

Dabei werden vier RCP-Szenarien verwendet, die von unterschiedlichen Änderungen des Strahlungsantriebes (in W/m²) zum Ende des 21. Jahrhunderts ausgehen, somit unterschiedliche Pfade der Treibhausgas-Emissionen und atmosphärischen Treibhausgas-Konzentrationen beschreiben und damit unterschiedliche Entwicklungen des Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstums, der Energie- und Landnutzung, sowie der Einführung neuer Technologien und der Bedeutung der Klimapolitik repräsentieren. Alle vier RCPs gehen dabei von einer gegenüber der heutigen Situation höheren atmosphärischen CO₂-Konzentration im Jahre 2100 aus, allerdings in un-

terschiedlichem Maße. Während das RCP2.6 ein konsequentes Minderungsszenario darstellt und davon ausgeht, dass die atmosphärische CO₂-Konzentration ihren Höhepunkt im Jahr 2050 (443 ppm) erreicht und 2100 (421 ppm) nur leicht über den heutigen Werten liegen wird, beschreibt das Szenario RCP8.5 global weiterhin stark ansteigende Emissionen die 2100 in einer sehr hohen CO₂-Konzentration in der Atmosphäre von 936 ppm resultieren. RCP4.5 und RCP6.0 liegen in ihren Annahmen zwischen diesen beiden Extremen. (vgl. IPCC 2013a; IPCC 2014; Meinshausen et al. 2011)

Laut den Klimaprojektionen führen die zu erwartenden anhaltenden Emissionen von Treibhausgasen zu einer weiteren globalen Erwärmung. Abbildung 7 zeigt die simulierten Änderungen der mittleren globalen Erdoberflächentemperatur von 1950 bis 2100 bezogen auf den Referenzzeitraum 1886 bis 2005 für die unterschiedlichen Szenarien. Es wird projiziert, dass in Abhängigkeit vom Emissionsszenario die mittlere globale Erdoberflächentemperatur gegen Ende des 21. Jahrhunderts wahrscheinlich um 0,3 °C bis 1,7 °C (RCP2.6), 1,1 °C bis 2,6 °C (RCP4.5), 1,4 °C bis 3,1 °C (RCP6.0) bzw. 2,6 °C bis 4,8 °C ansteigen wird (vgl. IPCC 2013a; IPCC 2013b).

Abbildung 7: Multimodell-simulierte Änderung der mittleren globalen Erdoberflächentemperatur von 1950 bis 2100



Quelle: veränderte Darstellung nach IPCC 2013a

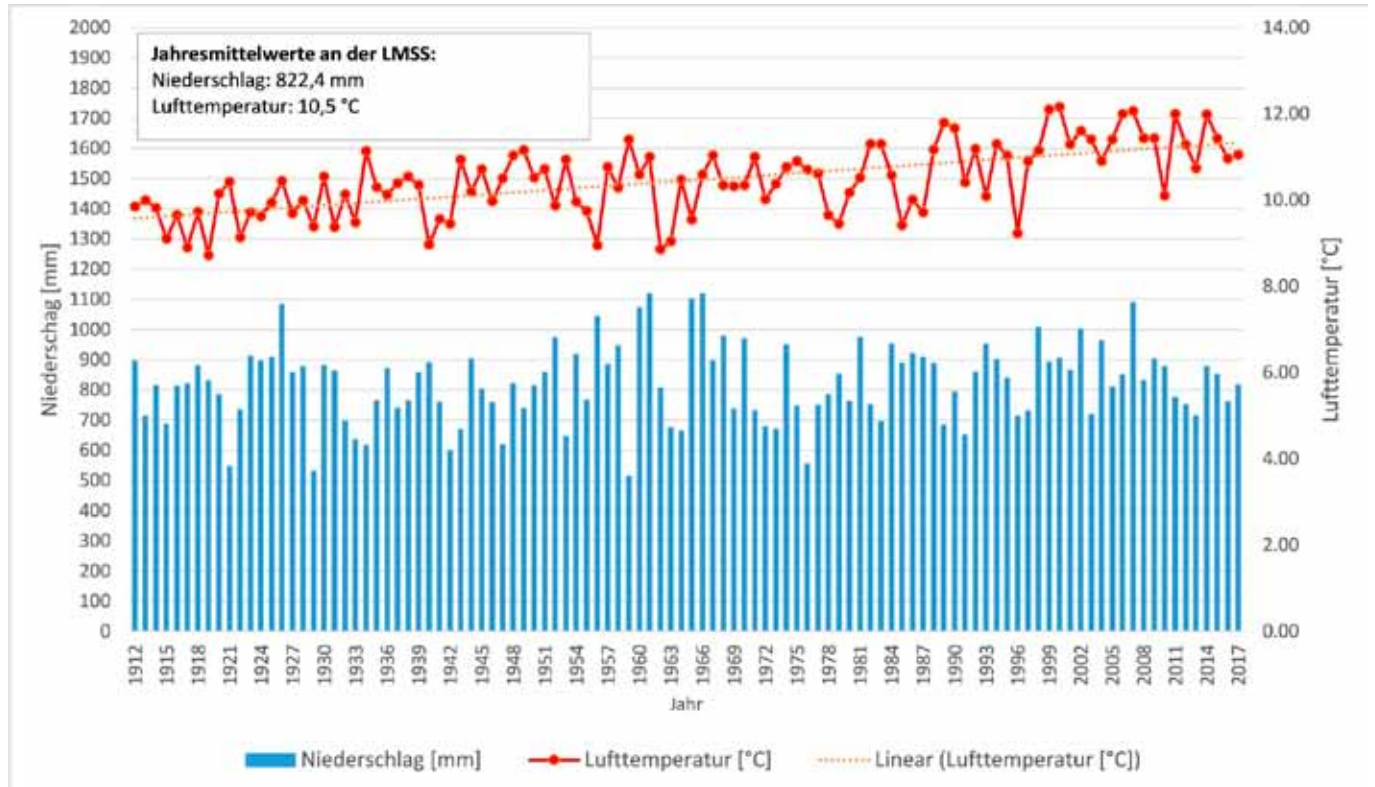
3.1.2 Der Klimawandel in der Metropolregion Ruhr

Dass der Klimawandel auch in der Metropolregion Ruhr bereits stattfindet, lässt sich am besten anhand einer über hundertjährigen Messdatenreihe der Ludger-Mintrop-Stadtklima-Station (LMSS) in der Bochumer Innenstadt verdeutlichen. Diese zählt zu den ältesten Klimastationen in Deutschland. Ihre Datenreihen reichen bis in das Jahr 1888 (Niederschlag) bzw. 1912 (Temperatur, Luftfeuchte und Luftdruck) zurück und ermöglichen somit wertvolle Aussagen zum Klimawandel in der Region. Die Station liegt in einer Kleingartenanlage nördlich der Bochumer Innenstadt und registriert die stadtklimatischen Bedingungen. Mit Hilfe der langjährigen Datenreihe ist es möglich, eine Aussage zum Trend der Temperaturentwicklung in der Region zu treffen (vgl. Grudzielanek et al. 2011).

In Abbildung 8 sind die Jahresniederschlagssummen und die Jahresmittelwerte der Lufttemperatur von 1912 bis 2017 der LMSS dargestellt. Der mittlere jährliche Niederschlag seit 2012 beträgt 822,4 mm, wobei die natürlichen Schwankungen einen Wertebereich von 513,7 mm (1959) und 1.118,0 mm (1961) einnehmen. Bei einer Amplitude von 8,7 °C (1919) bis 12,2°C (2000) lag die mittlere Jahresdurchschnittstemperatur für den Zeitraum 1912 bis 2017 in Bochum bei 10,5 °C. Einen Anstieg der Jahresmitteltemperaturen zeigt der lineare Trend, wonach die Temperaturen in Bochum im Zeitraum von 1912 bis

2017 um 1,5 K zugenommen haben. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass im Laufe der Jahrzehnte eine zunehmende Verstädterung Auswirkungen auf die thermischen Bedingungen an einem (Mess-)Standort haben kann, die nicht auf den Klimawandel zurückzuführen sind. Dieser Stadtklima- bzw. Verstädterungseffekt wurde für Bochum rechnerisch ermittelt und beträgt etwa 0,2 bis 0,5 K. Um diesen Wert bereinigt, liegt die klimawandelbedingte Temperaturzunahme im betrachteten Zeitraum bei 1,0 – 1,3 K. Die beobachtete Temperaturerhöhung an der LMSS liegt somit über dem globalen Mittel von 0,85 K (Bezugszeitraum: 1880-2012). Neben einer Erhöhung der Jahresmitteltemperaturen konnte anhand der hundertjährigen Datenreihe aus Bochum auch eine signifikante Zunahme der Häufigkeit von Sommertagen (Tages-Maximum der Lufttemperatur > 25 °C) um 26 Prozent im linearen Trend für den Zeitraum 1912 – 2010 ermittelt werden. Eine Zunahme wurde weiterhin für die Häufigkeit von Hitzetagen (Tages-Maximum der Lufttemperatur > 30 °C) nachgewiesen, deren Verteilung im Jahresverlauf zudem durch ein tendenziell früheres Einsetzen und ein potentiell späteres Auftreten charakterisiert wird. Des Weiteren treten auch Hitzeperioden, also eine über mehrere Tage anhaltende Witterung mit hohen Maximaltemperaturen, häufiger auf als zu Beginn der Messaufzeichnungen. (vgl. Grudzielanek et al. 2011; Hückelheim 2014).

Abbildung 8: Jährliche Niederschlagssummen und Jahresmitteltemperaturen (1912-2017) der Ludger-Mintrop-Stadtklima-Station



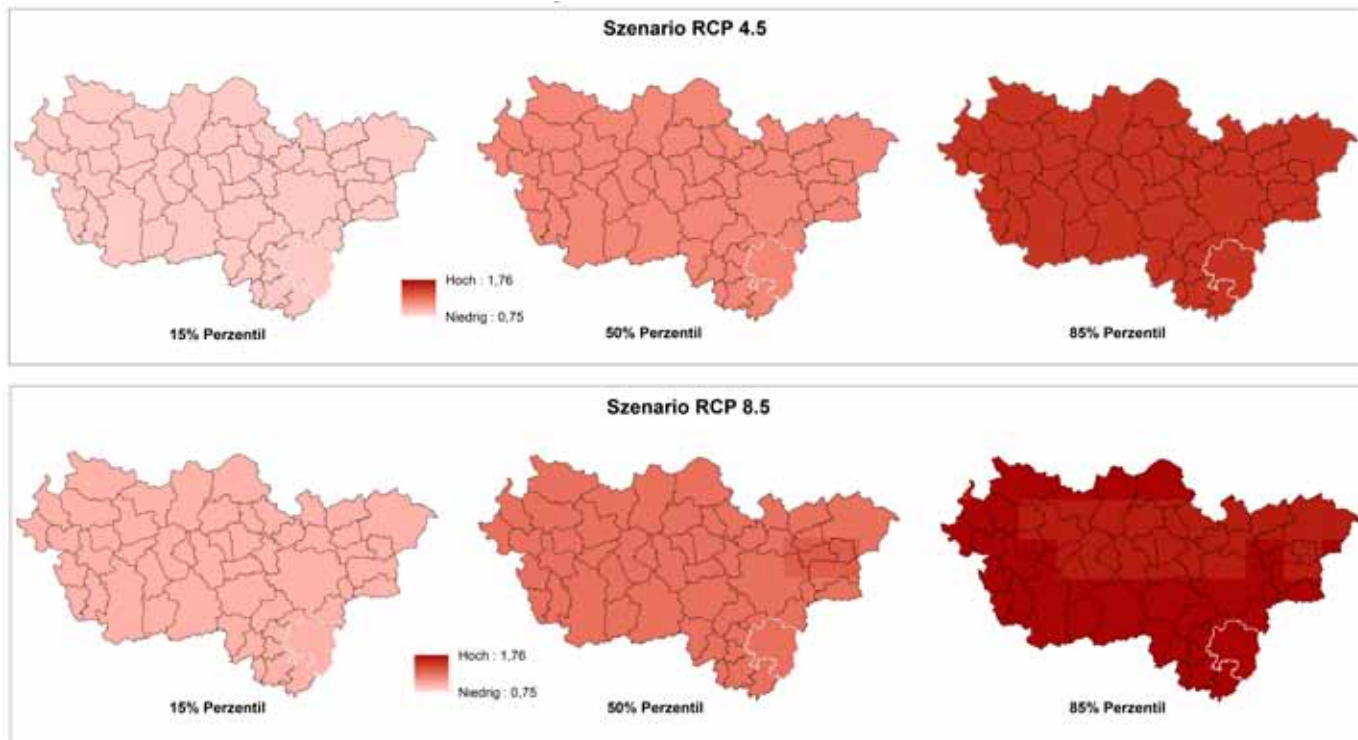
Quelle: Eigene Dartsellung in Anlehnung an Grudzielanek et al. 2011

Um eine differenzierte Abschätzung über die zukünftige klimatische Entwicklung und deren Auswirkungen auf regionaler Ebene zu erhalten, sind die von den globalen Klimamodellen getroffenen Aussagen, welche auf einer räumlichen Auflösung von 100-200 km basieren, zu verfeinern. Dabei werden die vom Deutschen Wetterdienst (DWD) bearbeiteten Darstellungen des EURO-Cordex-Projektes mit einer Rasterzellenauflösung von 12,5 km x 12,5 km betrachtet.

In Abbildung 9 (Differenz der Jahresmitteltemperaturen (in K) in der Metropole Ruhr) und Abbildung 10 (Differenz der mittleren Niederschlagssumme (in Prozent) in

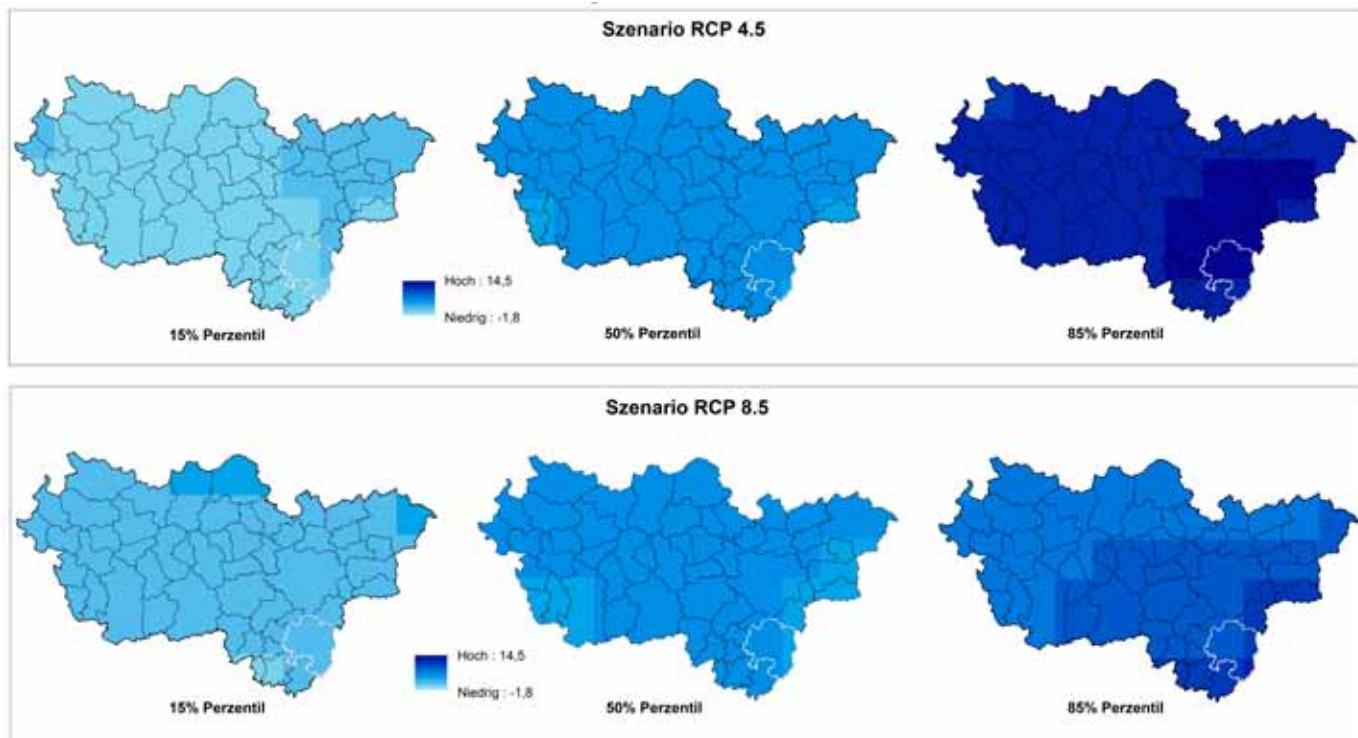
der Metropole Ruhr) werden die flächenhaften Ausprägungen des Klimawandels im Ruhrgebiet auf die Jahresmitteltemperaturen und -niederschlagssummen anhand eines Vergleichs der Bezugszeiträumen 1971-2000 und 2021-2050 für die Szenarien RCP 4.5 und RCP 8.5 und das 15., 50. und 85. Perzentil¹ dargestellt. Im Vergleich der beiden Szenarien werden Unterschiede in der Ausprägung der zu erwartenden Erwärmung deutlich. Beide Szenarien simulieren jedoch einen Anstieg der Jahresmitteltemperatur in der Metropole Ruhr bis Mitte des Jahrhunderts um 0,7 bis 1,8 K gegenüber dem Zeitraum 1971-2000. Bezüglich der Jahresniederschlagssummen zeigen beide Szenarien einen Anstieg um bis zu 14,5 Prozent.

Abbildung 9: Differenz der Jahresmitteltemperaturen (in K) in der Metropole Ruhr zwischen den Klimanormalperioden 1971-2000 und 2021-2050 basierend auf Ensemble-Rechnungen für die Szenarien RCP 4.5 und 8.5



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von EURO-Cordex-Projekt (Datengrundlage), DWD (Datenbearbeitung) LANUV (Datenvermittler); Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen.

Abbildung 10: Differenz der mittleren Niederschlagssumme (in Prozent) in der Metropole Ruhr zwischen den Klimanormalperioden 1971-2000 und 2021-2050 basierend auf Ensemble-Rechnungen für die Szenarien RCP 4.5 und 8.5



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von EURO-Cordex-Projekt (Datengrundlage), DWD (Datenbearbeitung) LANUV (Datenvermittler); Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen.



Neben einem Anstieg des mittleren Verhältnisses von Lufttemperatur und Niederschlag kann auch für das Ruhrgebiet davon ausgegangen werden, dass sich die Häufigkeit und Intensität von Extremwetterereignissen in Zukunft verändern werden. Hierzu zählen unter anderem häufigere Sommergewitter mit Starkregen sowie ein vermehrtes Auftreten von Hitzeperioden. Die Ursache liegt darin, dass sich das Spektrum der Großwetterlagen in Mitteleuropa im Zuge des Klimawandels verändern wird. Die Häufigkeit von Hochdruckwetterlagen mit austauscharmen Witterungsverhältnissen wird in ganz Mitteleuropa zunehmen. Da sich die gegenüber dem unbebauten Umland negativen klimatischen Verhältnisse in Städten während dieser austauscharmen Wetterlagen am stärksten ausprägen, ist davon auszugehen, dass der Klimawandel zu einer Verschärfung der stadtklimatischen Verhältnisse im Ruhrgebiet führen wird. Dies wird sich beispielsweise in einer häufigeren, länger andauernden und intensiveren Ausprägung städtischer Wärmeinseln darstellen (vgl. Kuttler 2010).

3.2 Stadtklima in Hagen

Städte und Ballungsräume verursachen aufgrund der physikalischen Eigenschaften ihrer Oberflächen im Vergleich zu ihrem weniger stark bebauten und stärker durchgrüntem Umland klimatische Effekte, die unter dem Begriff ‚Stadtklima‘ zusammengefasst werden. Die Folgen des Stadtklimas sind ein erhöhtes thermisches Niveau im Vergleich zum Umland (‚Städtische Wärmeinsel‘), oftmals eingeschränkte Belüftungsverhältnisse aufgrund der z.T. dichten und hohen Bebauung, meist niedrigere Luftfeuchtigkeitsverhältnisse und eine Verschlechterung der städtischen Luftqualität. Diese Eigenschaften des städtischen Klimas können sich bei einer starken Ausprägung negativ auf die in den Städten lebenden Menschen auswirken.

Unter Heranziehung aller zur Verfügung stehenden Messergebnisse (Messfahrten, Messstationen) sowie unter Berücksichtigung umfangreicher Karten- und Bildmaterialien (Luftbilder, topographische Karten, Flächennutzungskartierungen) wurde eine Klimaanalysekarte für das Stadtgebiet von Hagen erstellt um das dortige Stadtklima abbilden zu können. Sie teilt das Stadtgebiet in Klimatope ein die durch ähnliche oder vergleichbare mikroklimatische Bedingungen gekennzeichnet sind, und

stellt klimatopübergreifende Klimafunktionen dar (siehe 3.2.1 Die Klimatope). Im Vergleich zu der räumlichen Darstellung einzelner Klimaelemente in herkömmlichen Klimakarten werden in der Klimaanalysekarte komplexe Struktur-, Beziehungs- und Funktionsgeflechte zusammengefasst und kartographisch dargestellt. Dabei sind neben dem Relief die Flächennutzungsstrukturen wichtige Klimaelemente, die für die Zuordnung eines Gebietes zu einem Klimatotyp entscheidend sind (vgl. VDI 2015). So ist in der Regel von vergleichbaren mikroklimatischen Bedingungen auszugehen, wenn ähnliche oder gleiche Flächennutzungsstrukturen bei gleichen oder ähnlichen Reliefeigenschaften vorliegen. Im vorliegenden Kapitel werden zunächst die Klimatope im Stadtgebiet von Hagen vorgestellt und räumlich verortet. Eine Gesamtbetrachtung der stadtklimatischen Verhältnisse unter Berücksichtigung der Belüftungsverhältnisse sowie weiterer Klimafunktionen erfolgt in der im Anhang beigelegten Klimaanalyse für die Stadt Hagen (siehe Anhang 1 Klimaanalyse für die Stadt Hagen).

3.2.1 Die Klimatope

Die Abgrenzung der Klimatope basiert auf einem beim Regionalverband Ruhr (RVR) entwickelten (teil-)automatisierten Verfahren. Zur Darstellung der Klimatope anhand dieses Verfahrens wird wie folgt vorgegangen:

1. Den über 150 Nutzungsarten der Flächennutzungskartierung des RVR (Flächennutzungskartierung aus dem Jahr 2012) werden insgesamt 9 Klimatotypen zugeordnet.
2. Es erfolgt anschließend eine Generalisierung der Flächen durch verschiedene GIS-basierte Verfahren, um eine zu kleinteilige Darstellung zu vermeiden.
3. Die ‚Vorstadtklimatope‘ lassen sich anhand der Nutzungsarten nicht von den Stadtrandklimatopen abgrenzen, da sie in erster Linie durch den nah gelegenen Freilandeinfluss bestimmt werden. Aus diesem Grund werden sie anhand der, während einer windschwachen Strahlungswetterlage, ermittelten Lufttemperaturen von den Stadtrandklimatopen unterschieden. Die dabei



betrachteten Lufttemperaturen wurden der FIT-NAH-Modellierung¹ für die Metropole Ruhr entnommen.

Die in den Schritten 1 bis 3 ermittelten Klimatope werden einer Plausibilitätskontrolle unterworfen, d.h. dass in Einzelfällen die Flächen manuell einem anderen Klimatoptyp zugeordnet werden. Zur Prüfung werden aktuelle Luftbilder herangezogen. Hinsichtlich der Abgrenzung der Klimatope ist anzumerken, dass sich klimatische Prozesse nicht linienscharf an Bebauungs- und Nutzungsgrenzen anpassen, sondern fließende Übergänge zu benachbarten Flächen aufweisen. Daher dürfen die Abgrenzungen der Klimatope innerhalb der Klimafunktionskarte nicht als flächenscharfe Grenzziehungen aufgefasst werden. Im Folgenden werden die einzelnen Klimatope kurz beschrieben. Eine detaillierte Erläuterung der Klimatope sowie eine regionale Einordnung der Stadt Hagen anhand der Klimatopkarte für die Metropole Ruhr erfolgt ebenfalls im Anhang (siehe Anhang Klimaanalyse für die Stadt Hagen).

Freilandklima

Das Freilandklima entwickelt sich über landwirtschaftlich genutzten Flächen. Es zeichnet sich durch gute Austauschverhältnisse und stark ausgeprägte Tagesgänge der Lufttemperatur mit deutlich niedrigeren nächtlichen Lufttemperaturen aus. Dadurch stellen diese Flächen potentielle Ausgleichsräume dar, die bei entsprechenden Wetterlagen eine klimatisch entlastende Funktion für die Siedlungsräume einnehmen können.

Waldklima

Das Waldklima ist durch eine Verlagerung der Strahlungsumsätze auf das Kronendachniveau und einer daraus folgenden Dämpfung aller Klimatelemente im Stammraum (Bestandsklima) gekennzeichnet. Aufgrund der Filterfunktion stellen Wälder bedeutende Frischluftentstehungsgebiete dar.

Parkklima

Größere innerstädtische Frei- und Grünflächen (z.B. öffentliche Parks, Friedhöfe, etc.) können (ähnlich wie das Freiland) aufgrund der im Vergleich zur umliegenden Bebauung geringeren Temperaturen eine ausgleichende Funktion innehaben. Die Reichweite

dieser klimaverbessernden Wirkung auf die angrenzenden Siedlungsflächen ist dabei von der Flächengröße der Grünfläche sowie der Beschaffenheit der Randbebauung abhängig.

Gewässerlima

Das Gewässerlima ist aufgrund der thermischen und hygrischen Eigenschaften von Wasserkörpern durch einen gedämpften Tagesgang der Lufttemperatur gekennzeichnet. Diese positive klimatische Wirkung bleibt bei kleineren innerstädtischen Wasserflächen jedoch zumeist auf die unmittelbare Umgebung begrenzt.

Klima der bebauten Flächen

Das Stadtklima wird mit zunehmender Bebauungsdichte und Versiegelung bei abnehmender Vegetationsdurchdringung in die Klimatope Stadtrand, Stadt und Innenstadt unterteilt. Vom Stadtrand in Richtung Innenstadt erfolgen eine Zunahme der Temperatur, eine Veränderung der relativen Feuchte und ein zunehmender Einfluss auf das Windfeld. Die positive Wirkung der Vegetation nimmt immer weiter ab.

Gewerbe- und Industrieklima

Gewerbe- und vor allem Industrieflächen sind aufgrund der Abwärmeproduktion, des meist hohen Versiegelungsgrades und der dichten Bebauung durch Überwärmung gekennzeichnet. Je nach Baukörper kann das Windfeld stark beeinflusst werden. Negative Auswirkungen auf das Umfeld ergeben sich ebenfalls durch Lärm- und Schadstoffemissionen.

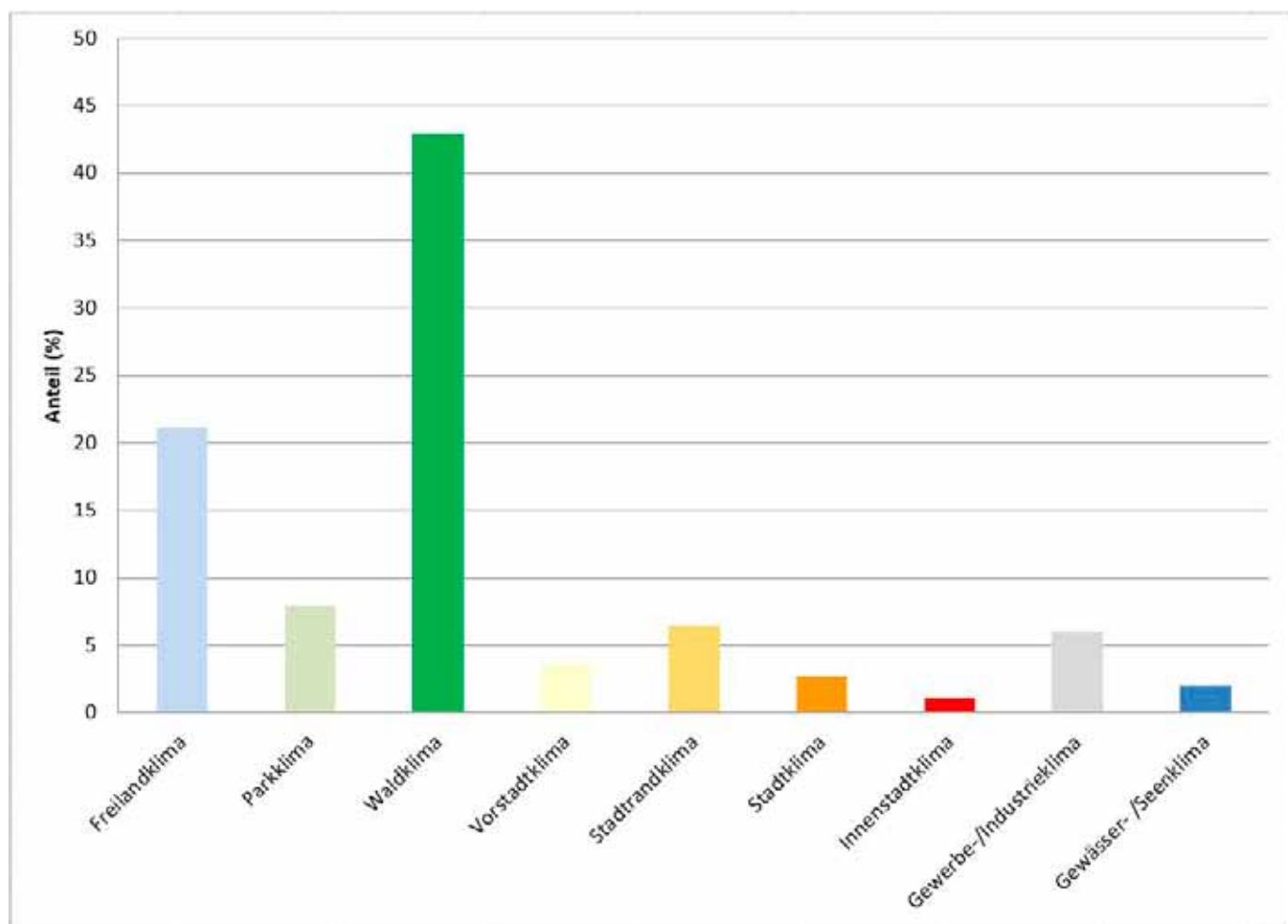
3.2.2 Zusammenfassung der Klimatope

In weiten Teilen des Stadtgebietes von Hagen existiert eine Abfolge von Klimatoptypen, die typisch für viele Ruhrgebietsstädte ist. Dabei tritt vom Zentrum mit seinem hohen Versiegelungsgrad und geringem Grünanteil eine nach außen gerichtete, immer lockerer werdende Siedlungsstruktur auf, die von kleineren und größeren Grün- und Freiflächen durchzogen wird. Die Durchgrünungsstruktur im Stadtzentrum ist dabei sehr ungünstig; nur wenige kleine Grünflächen befinden sich in den stark überwärmten Wärmeinseln von Hagen. Auch

die Ansiedlung großer emittierender Betriebe entlang der Flusstäler mit einem hohen Versiegelungsgrad und einer z.T. dichten Bebauung mit großen Lager- und Fertigungshallen führt in einigen Bereichen zu einer ungünstigen bioklimatischen und lufthygienischen Situation. Im südlichen Stadtgebiet ist die Situation günstiger, da nur wenige Flächen bebaut sind und der Anteil an unbebauten, v.a. bewaldeten Flächen sehr hoch ist. Freiland-, Park- und Waldflächen nehmen zusammen ca. 72 Prozent der Gesamtfläche ein und bilden z.T. große kalt- und frischluftproduzierende Flächen, die nicht nur lokal von großer Bedeutung sind, sondern aufgrund ihres

Zusammenhangs auch eine regionale Bedeutung erlangen. Die Klimatoptypen Stadtrand und Vorstadt nehmen zusammen ca. 10 Prozent der Fläche von Hagen ein (siehe Abb. 11 Flächenanteile der Klimatope im Stadtgebiet von Hagen). In diesen Gebieten ist mit verhältnismäßig günstigen bio- und immissionsklimatischen Bedingungen zu rechnen. Mit knapp 10 Prozent sind die stärker klimatisch belasteten Räume, zu denen die Gewerbe-/ Industriegebiete sowie die Stadt- und Innenstadtklimatope gerechnet werden, relativ häufig und nehmen stellenweise größere Areale des Stadtgebietes in Anspruch (siehe Anhang 1 Klimaanalyse für die Stadt Hagen).

Abbildung 11: Flächenanteile der Klimatope im Stadtgebiet von Hagen



Quelle: Eigene Darstellung

3.3 Demografischer Wandel

Der demografische Wandel ist eine große Herausforderung für viele Städte, bereits seit vielen Jahren bekannt und trifft Städte und Gemeinden nicht unverhofft (vgl. Köppen 2008: 273). Dennoch sind die Handlungsstrategien der Kommunalentwicklung seit Jahrzehnten auf Wachstum ausgelegt. Diese Strategien zeichnen jedoch meist keine Optionen mit Schrumpfung und Ungewissheit umzugehen. Kommunalpolitisch gilt Schrumpfung oftmals als Symbol für Misserfolg, daher wird versucht etwaigen negativen Entwicklungen, die Schrumpfung begünstigen, entgegenzuwirken (vgl. Mäding 2006: 347). In der planenden Verwaltung ist ein Umdenken erforderlich, um Schrumpfungsprozesse positiv zu nutzen. Es ist möglich durch intelligente Schrumpfung eine wirtschaftlich tragbare Stadt zu schaffen. Es gibt viele Gemeinden mit geringer Bevölkerungsanzahl, denen es dabei auch wirtschaftlich gut geht. Die eigentlichen Herausforderungen ergeben sich aus der Bevölkerungszusammensetzung und den Wandlungsprozessen hin zu einer kleineren Gemeinde. Gerade im Rahmen des Klimawandels bieten Schrumpfungsprozesse vielfältige Anknüpfungspunkte, um eine nachhaltige, klimagerechte und robuste Stadtentwicklung zu betreiben, die zu einer lebenswerten, wettbewerbs- und zukunftsfähigen Stadt beiträgt.

Durch die steigende Lebenserwartung nimmt der Anteil der Hochbetagten stetig zu. Darüber hinaus verändern sich die Lebensweisen und prägen wesentlich die gesellschaftlichen Veränderungen. Einerseits werden ältere Menschen mobiler, leben gesünder und sind aktiver. Andererseits geht die Anzahl der Mehrgenerationenfamilien zurück und die Anzahl der Alleinlebenden, Alleinerziehenden sowie finanziell gut gestellten kinderlosen Paaren (Doppelverdiener) steigt. Gleichzeitig wird es auch weiterhin die klassischen Familien mit Aufwendungen für Kinder und Eigenvorsorge geben. Auch die rückläufige Zahl der Erwerbstätigen hat Auswirkungen auf die Gesellschaft und den Arbeitsmarkt. Die Bevölkerung wird, nicht zuletzt aufgrund von steigenden internationalen Wanderungsbewegungen, heterogener. Die kommunalen Herausforderungen aufgrund des demografischen Wandels sind somit sehr unterschiedlich und berühren den Wohnungs- und Arbeitsmarkt sowie die Flächen- und Familienpolitik (vgl. Mäding 2006).

Im Rahmen einer Befragung von Kommunen im Jahr 2007 wurden Handlungsfelder erfragt, die vom demografischen Wandel besonders betroffen sein werden oder es bereits sind. Dabei wurden primär die Handlungsfelder ‚Alter und Pflege‘, gefolgt von ‚Schule‘, ‚Gesundheit‘ und ‚soziale Leistungen‘ genannt. (vgl. Stopper 2008) Folglich sind die sozialpolitischen Handlungsfelder wesentliche Herausforderungen. Kommunen sind diesbezüglich im Rahmen ihrer verfassungsrechtlichen Kompetenzen und in politikfeldspezifischen Verflechtungen mit Bund und Ländern betroffen und tätig, denn Kommunen bieten die Leistungen von sozialer und technischer Infrastruktur an bzw. gewährleisten diese und sind zuständig für öffentliche Sicherheit sowie lokale Wohnungs- und Arbeitsmärkte. Viele versuchen über Attraktivitätspolitik Binnenwanderung zu beeinflussen, um Abwanderung zu vermeiden und Zuwanderung zu forcieren. (vgl. Mäding 2006: 343). Doch die Bedarfe der Bevölkerung verändern sich und erfordern angepasste Handlungsstrategien. Im Rahmen der Altenpolitik gilt es nicht nur politische, infrastrukturelle und administrative Voraussetzungen zu schaffen, sondern ebenfalls geeignete Beteiligungsformen für Ältere und ihre Angehörigen zu finden, um die Daseinsvorsorge auch weiterhin zu gewährleisten (vgl. Naegele 2010: 98). Einige Infrastruktureinrichtungen erfahren eine geringere Nachfrage während andere Bedarfe nicht ausreichend befriedigt werden können und so beispielsweise Tragfähigkeitsgrenzen unterschritten werden. Bei einer alternierenden und schrumpfenden Gesellschaft sinken die Einnahmen und steigen die Pro-Kopf-Ausgaben der Kommune, was zunächst zu finanziellen Engpässen führen kann. Der Bedarf an Hilfseinrichtungen für Pflegebedürftige sowie Unterstützungsformate für sozial schwache Bevölkerungsgruppen wird zunehmen, auch aufgrund der Singularisierung der Gesellschaft (Köppen 2008: 274).

Der demografische Wandel ist nach Mäding (2006) als eine zentrale Rahmenbedingung der Stadtentwicklung zu charakterisieren, da nahezu alle Felder der kommunalen Politik berührt werden. Die wesentlichen Herausforderungen für Kommunen und damit auch für die Stadt Hagen im Rahmen des demografischen Wandels werden im Folgenden erläutert.

3.3.1 Alterung und Vereinzelung

Der Alterungsprozess der Bevölkerung ist, im Gegensatz zur Bevölkerungsabnahme, ein genereller Prozess und vollzieht sich bereits seit längerer Zeit. Aufgrund der Konsequenzen, in Verbindung mit dem Prozess der Vereinzelung, wird die Alterung als bedeutsamster gesamtgesellschaftlicher und gesamtwirtschaftlicher Prozess des demographischen Wandels beschrieben. Für Städte als Lebens- und Wirtschaftsraum ist die Alterung wesentlich für das infrastrukturelle Leistungsangebot und die zukünftigen Gesundheits- und Pflegedienstleistungen (vgl. Mäding 2006: 344). Die Nachfrage nach diesen Leistungen wird durch eine steigende Anzahl an Alten und durch die zunehmende Vereinzelung der Menschen steigen. Während 2006 noch 50 Prozent der Pflegedienstleistungen über Familienangehörige erbracht wurden, werden diese Aufgaben, aufgrund rückläufiger Geburtenzahlen und der Vereinzelung von Alten verstärkt von Dienstleistern übernommen werden müssen. Hier bedarf es Lösungen zur der Frage, wie die vermehrte Leistungsnachfrage befriedigt werden kann, um die Gesundheit der Menschen zu gewährleisten (vgl. Mäding 2006: 345).

Es müssen alternative Wohnkonzepte, altersgerechte Infrastrukturen und bedarfsgerechte öffentliche Räume geschaffen werden, die sich an zukünftigen Bedarfen orientieren. Politisch können „Altersverschiebungen im Wählerpotential“ eine Umgewichtung in den politischen Prioritäten zur Folge haben. Eine vorrausschauende und verstärkende Berücksichtigung von altersspezifischen Interessen kann zu einem Aufschwung verhelfen und Konflikte vermeiden (vgl. Mäding 2006: 345).

3.3.2 Bevölkerungsabnahme

Eine abnehmende Bevölkerungsanzahl in einer Kommune birgt die Gefahr, dass sich negative Entwicklungen gegenseitig verschärfen. Die Abnahme der Bevölkerung führt zu sinkender Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen. Die daraus resultierende Ausdünnung des Angebots kann zur Folge haben, dass die Attraktivität der Stadt abnimmt, da die Angebotsvielfalt und Erreichbarkeit abnimmt. Die sinkende Zahl der Erwerbstätigen und die abnehmende Nachfrage nach Infrastruktur, wie zum Beispiel an Hallenbädern oder Schulen, haben zur

Folge, dass weitere Wege notwendig sind, um die übrigen Einrichtungen erreichen zu können. Die Bevölkerungsabnahme kann ebenfalls zu einem Überangebot an Wohnungen und damit zu erhöhten Leerständen führen (ebenfalls aufgrund geänderter Bedarfe). Diese Negativ-Spiralen können neue Investoren, Unternehmensgründer und potentielle Neubürger abschrecken (vgl. Mäding 2006: 246).

Eine Bevölkerungsabnahme kann jedoch auch positiv genutzt werden. Durch den abnehmenden Siedlungsdruck können Freiflächen erhalten werden und ermöglichen in Innenstadtbereichen eine ökologische Aufwertung und somit die Erhöhung der Lebensqualität sowie eine stadtklimatische Entlastung. Der Bevölkerungsrückgang kann außerdem zusätzliche Flächenpotentiale freisetzen, die gezielt für Klimaanpassungsmaßnahmen genutzt werden können.

3.3.3 Heterogenisierung

Die zunehmende gesellschaftliche Heterogenisierung erfordert eine größere Integrationsleistung. Unterschiedliche Kulturen und Lebensstile führen neben mehr Vielfaltigkeit auch zu mehr gesellschaftlichen Konflikten. Insbesondere sozial benachteiligte Viertel sind häufig sehr heterogen in ihrer sozialen, kulturellen und ethnischen Zusammensetzung (vgl. Mäding 2006: 348). In Städten wird daher das Thema Segregation wissenschaftlich und politisch diskutiert. Segregation beschreibt die räumlich ungleiche Verteilung der Bevölkerung im Stadtgebiet, die Effekte der Heterogenisierung verstärkt. Segregation liegt dabei weniger im nachvollziehbaren Zusammenhalt sozialer Gruppen (z.B. von Zuwanderern) begründet, die das Zusammenleben erleichtern, als vielmehr in einer sozialen und ökonomischen Ausgrenzung durch die sogenannte Mehrheitsgesellschaft. Diese nimmt die attraktiven städtischen Räume und Wohnungen vorrangig über den Preismechanismus ein und überlässt den ökonomisch schwächeren Minderheiten (z.B. den Zuwanderern) unattraktive städtische Räume und Wohnungen, die sich häufig durch Desinvestition und entsprechende Abnutzung oder Verfall schnell verschlechtern (vgl. Mäding 2006: 349).



In einer sich wandelnden Stadtgesellschaft verändern sich die Anforderungen im Bereich sozialer Dienste, an das Wohnumfeld, den Nahverkehr und an die Lebens- und Arbeitsbedingungen. Darüber hinaus muss auch eine Vielzahl an Akteuren und Kulturen in die Entwicklung der Stadt mit einbezogen werden um nicht einzelne gesellschaftliche Gruppen auszuschließen (vgl. Naegele 2010: 100). Insbesondere im Bereich Alten- und Seniorenpolitik werden neue lokale Aufgabenbereiche identifiziert. Dazu zählen beispielsweise, Arbeit und Beschäftigung, die Vereinbarkeit von Beruf und Pflege Angehöriger, Gesundheitsvorsorge und -förderung, Anpassungen im Bereich Wohnen und Wohnumfeld, Dienstleistungsangebote und bürgerschaftliches Engagement. Für Kommunen identifiziert Naegle (2010: 100) unterschiedliche Notwendigkeiten wie beispielsweise einerseits die thematisch-inhaltlichen Perspektiven und andererseits die Zielgruppen, die bei gleichzeitiger Gewichtung der traditionellen Daseinsvorsorge zu erweitern wären. „Der Deutsche Städtetag plädierte bereits 2006 für die Einleitung eines Wechsels von „alten“ wachstumsorientierten Stadtentwicklungsstrategien hinzu anpassungsorientierten Strategien“ (Kissler 2009: 598). Folgende kommunale Handlungsspielräume werden dabei benannt.

WECHSELWIRKUNGEN ZWISCHEN KLIMAWANDEL UND DEMOGRAFISCHEM WANDEL

4

Die Auswirkungen des demografischen Wandels sind eine wesentliche Herausforderung für die Stadtentwicklung in der Stadt Hagen. Die mittel- und langfristigen demografischen Veränderungen betreffen dabei insbesondere Wirtschaft, Politik und Verwaltung. Der Bevölkerungsrückgang, die Alterung, Zu- und Abwanderungen, Heterogenisierung, Veränderung der Haushaltsstrukturen sowie zunehmender Wettbewerb der Städte und Regionen bestimmen die offensichtlichen und versteckten Konsequenzen der demografischen Veränderungsprozesse (vgl. Mäding 2006: 349ff). Etwaige Veränderungen fallen regional sehr unterschiedlich aus, betreffen aber letztlich weitgehend alle Aufgabenfelder der kommunalen Daseinsvorsorge. So sind beispielsweise die Bereiche Bildung und Ausbildung, Arbeiten und Wohnen, Jugend und Familie, soziale Sicherung, Zuwanderung und Integration, Gesundheitswesen, Städtebau und städtische Infrastruktur, Finanzen und Verwaltung, Personalwirtschaft oder Kultur betroffen (vgl. *Deutscher Städtetag* 2006: 3).

Die gemeinsame Betrachtung bzw. Berücksichtigung der Herausforderungen des demografischen und klimatischen Wandels im Rahmen einer integrierten Stadtentwicklungsstrategie kann wesentlich zum Erhalt der Lebensqualität in Hagen beitragen. Die beschriebenen klimatischen und demografischen Veränderungsprozesse sowie sich daraus ergebende Herausforderungen erfordern die Identifizierung konkreter kommunaler Handlungsoptionen und entsprechender Leitlinien. So können zielgerichtete kommunale Strategien und Maßnahmen entwickelt bzw. abgeleitet werden. Demografische und klimatische Veränderungen und Herausforderungen können sich wechselseitig negativ oder positiv beeinflussen (Wechselwirkungen). So steigt beispielsweise im Zuge des demografischen Wandels der Anteil der Bevölkerungsgruppen, die besonders sensibel auf Hitzebelastungen, aufgrund steigender Durchschnittstemperaturen und zunehmenden Hitzeperioden, reagieren. Der generelle Bevölkerungsrückgang bietet jedoch auch das Potential klimagerecht zu planen und zu bauen, wenn etwa Flächenpotentiale durch Siedlungsrückbau freierwer-

den, die gezielt für die Freiflächenentwicklung und damit Verbesserung der Durchlüftung von stadtklimatisch belasteten Räumen genutzt werden können.

Auch die kommunalen Finanzen sind vom demografischen Wandel betroffen spätestens, wenn sinkende Bevölkerungszahlen auf stagnierende bzw. steigende Kosten bei den grundlegenden Infrastrukturen (z.B. der Energie- und Wasserversorgung) treffen oder weniger Mittel aus dem kommunalen Finanzausgleich fließen und somit auch weniger finanzielle Ressourcen zur Anpassung an den Klimawandel vorhanden sind. Der Bevölkerungsrückgang führt letztlich zu steigenden Pro-Kopf-Ausgaben bzw. -Kosten und Gebühren („Gebührensphäre“) und damit zu Fragen der Verteilungsgerechtigkeit. Ein Bevölkerungsrückgang kann jedoch auch bedeuten, dass potentiell mehr Gewerbeflächen entwickelt werden können, die wiederum Gewerbesteuerereinnahmen generieren und sich positiv auf den kommunalen Haushalt auswirken. Diese und weitere Aspekte werden bei der Strategie- und Maßnahmenentwicklung auf der Ebene der Gesamtstadt als auch auf Quartiersebene berücksichtigt. Die bereits beschriebenen Grundlagen zum Klimawandel und demografischen Wandel werden tabellarisch zusammengefasst und entsprechende Wechselwirkungen exemplarisch zugeordnet (siehe Tabelle 1 Potentielle Wechselwirkungen zwischen klimatischen und demografischen Herausforderungen in Hagen).

Tabelle 1: Potentielle Wechselwirkungen zwischen klimatischen und demografischen Herausforderungen in Hagen

Handlungsfelder	Folgen Klimawandel	Folgen demografischer Wandel	Wechselwirkungen
Menschliche Gesundheit	Höhere Durchschnittstemperaturen und Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Hitzeperioden	Höherer Anteil älterer Menschen	Stärkere gesundheitliche Belastung besonders sensibler Bevölkerungsgruppen und Erwerbstätiger
	Zunehmende Extremereignisse, Gefahren für Leib und Leben	Erhöhter Betreuungsbedarf durch Alterung und Vereinzelung	Sozioökonomisch benachteiligte Bevölkerungsgruppen leiden potenziell stärker unter Klimafolgen
		Neue Anforderungen an Mobilitätskonzepte	Erhöhter Bedarfs an Betreuungs- und Pflegeleistungen
		Erwerbstätige werden älter und damit sensibler	Erhöhte Anforderungen an Mobilitätskonzepte (Barrierefreiheit)
Stadtentwicklung und Bauwesen	Einschränkungen der Nutzbarkeit sozialer und kritischer Infrastrukturen	Zunehmende Anpassungsbedarfe bei Planung, Bau und Sanierung sozialer und kritischer Infrastrukturen	Einschränkungen der Nutzbarkeit sozialer und kritischer Infrastrukturen bei gleichzeitig steigenden Bedarfen und Ansprüchen an Infrastrukturen
	Sommerliche Gebäudeaufheizung, Belastungen des Innenraumklimas	Verstärkter Bedarf an Barrierefreiheit und altersgerechten Infrastrukturen sowie alternativen Wohnkonzepten	Synergien und Konflikte zwischen Klimaanpassung und Barrierefreiheit müssen genutzt bzw. bewältigt werden
	Potenzielle Schäden an Gebäuden durch Starkregen und Hochwasser	Erhöhter Integrationsbedarf	Hohe Leerstände und Anpassung im Wohnungsmarkt eröffnen Rückbaupotentiale, die zur Verbesserung des Stadtklimas, zum Überflutungs- und Hochwasserschutz genutzt werden können
		Überangebote und Leerstände auf dem Wohnungsmarkt	
Grün- und Freiflächen	Thermische Belastung vorhandener Grün- und Freiflächen (Trockenheit und Hitzestress)	Zunehmende Ansprüche an städtische Grün- und Freiflächen, insbesondere als klimatische Ausgleichsräume	Zunehmender Anpassungs- und Nutzungsdruck auf städtische Grün und Freiflächen
	Erhöhter und veränderter Bewirtschaftungs- und Pflegeaufwand (klimaresiliente Arten, Bewässerung)	Erhöhter Bedarf an bedarfs- und klimagerechten öffentlichen Räumen (Wohlfühloasen)	qualitative und quantitative Aufwertung von Grün- und Freiflächen als stadtklimatische Ausgleichsräume und zum Erhalt der Biodiversität
		Bevölkerungsrückgang kann den Siedlungsdruck verringern und Handlungsmöglichkeiten zum Erhalt und Ausbau öffentlicher Grün- und Freiflächen bieten	Bedarf an zusätzlichen Flächen für die Klimaanpassung kann der Entwicklung von Wohn- und Gewerbeflächen entgegenstehen
			Verbesserung der Erreichbarkeit und Nutzbarkeit öffentlicher Grün- und Freiflächen zur Verbesserung der Lebensqualität

Feuerwehr, Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe	Mögliche Zunahme von Extremereignissen und Schadenslagen verändern Anforderungen an Notfall- und Krisenmanagement (Krisenstab)	Zunahme von hilfsbedürftigen Bevölkerungsgruppen (Alterung und Vereinzelung)	Demografischer Wandel kann zu Personalengpässen führen, während der Klimawandel den Einsatzbedarf erhöht
	Erhöhter Einsatzbedarf der Feuerwehr und des Katastrophenschutzes	Zusätzlicher Bedarf an Sensibilisierung und Aufklärung der Bevölkerung für Gefahren	Aufgaben und Ansprüche an die Feuerwehr, den Bevölkerungsschutz und die Katastrophenhilfe werden vielfältiger (Daseinsvorsorge, Gefahrenabwehr)
	Mögliche Zunahme der Krankenhauseinweisungen und Rettungsdiensteinsätze	Kommunikationsprobleme durch Sprachbarrieren (Heterogenität)	Anpassung des bestehenden Krisenmanagements und der Notfallvorsorge vor dem Hintergrund klimatischer und demografischer Veränderungen
		Abnahme der freiwilligen/ehrenamtlichen Helfer bei gleichzeitig steigendem Bedarf	Bevölkerungsrückgang bedingt u.U. Ausdünnung des Versorgungsnetzes bei gleichbleibender Notwendigkeit zur Versorgungssicherheit (Ausrückzeiten)
			Verbesserung der Eigenvorsorge und Selbsthilfekapazitäten durch Information und Sensibilisierung
Wirtschaft und Gewerbe	Hohes Schadenspotential von Industrie- und Gewerbebetrieben durch Extremereignisse, wie Hitzeperioden, Starkregen oder Hochwasser	Abnahme und Alterung der Erwerbstätigen	Klimawandel bedingt Vorsorgeschutzmaßnahmen insbesondere für Extremereignisse, um Betriebs Einschränkungen und Ausfälle zu vermeiden oder zu mindern
	Mögliche Ausfälle und finanzielle Einbußen durch Unterbrechung der Liefer-/Produktionsketten	Fehlender Nachwuchs kann zu Fachkräftemangel führen	Maßnahmen zur Hitzevorsorge werden notwendig, um eine Minderung der Leistungsfähigkeit und gesundheitliche Belastungen der Erwerbstätigen zu vermeiden
	Höhere Belastungen und mögliche Minderung der Leistungsfähigkeit von Erwerbstätigen	Veränderung der Berufsfelder/Tätigkeitsfelder	Attraktivität und Widerstandsfähigkeit als Wirtschaftsstandort nimmt ohne Anpassungsmaßnahmen ab
		Bevölkerungsrückgang kann Flächenpotenziale für Wirtschaft und Gewerbe freisetzen	Wechselwirkungen sind u.a. abhängig von der Art der Arbeitsplätze, den produktbezogene Eigenschaften, vorhandener Anpassungsflexibilität oder Pufferkapazitäten etc.
Wasserwirtschaft	Veränderungen im Wasserkreislauf und Wasserhaushalt sowie der Gewässergüte	Herausforderungen für die Sicherung und Entwicklung kosten- und ressourceneffizienter Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen (Netzinfrastruktur)	Möglichkeiten zum Siedlungsrückzug aus hochwasser- oder überflutungsgefährdeten Bereichen
	Überflutungen und Überschwemmungen durch Starkregen und Flusshochwasser	Rückbaustrategien bei Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen möglich	Rückbau- und Entsiegelungsmaßnahmen wasserundurchlässiger befestigter Flächen sowie ortsnahe Regenwasserbewirtschaftung fördern den natürlichen Wasserkreislauf
	Veränderte Rahmenbedingungen und mögliche Einschränkungen der Ver- und Entsorgungssysteme		Herausforderungen der ‚Gebührenspirale‘ erfordern kosten- und ressourceneffiziente Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen

Klimawirkungsanalyse zur Ermittlung von Betroffenheiten

5

Das methodische Vorgehen, das der folgenden Klimawirkungsanalyse zugrunde liegt, wurde bereits in Kapitel 2 erläutert. Im vorliegenden Kapitel werden die zu erwartenden Auswirkungen des klimatischen und demografischen Wandels für die Stadt Hagen integriert betrachtet und analysiert. Dazu werden die Betroffenheiten gegenüber Hitze, Starkregen und Hochwasser ermittelt.

5.1 Klimawirkung Hitze

Zur Einschätzung der Auswirkungen des Klimawandels auf die thermischen Verhältnisse in Hagen werden im Folgenden auf der Grundlage der Klimatope thermische Kenntage abgeleitet. Darüber hinaus wird die Sensitivität der Bevölkerung gegenüber Hitzebelastungen ermittelt.

5.1.1 Analyse der thermischen Kenntage: Heiße Tage und Tropennächte

Anhand der zeitlichen Entwicklung der thermischen Kenntage ‚Heiße Tage‘ und ‚Tropennächte‘ wird die Veränderung der Belastungssituation in den unterschiedlich dicht bebauten Gebieten einer Stadt am deutlichsten erkennbar. Aus diesem Grund wird auf der Basis der für das Stadtgebiet von Hagen abgegrenzten Klimatope im Folgenden aufgezeigt, welche Veränderungen hinsichtlich der Hitzebelastung in Hagen bereits eingetreten sind (Mittelwerte der Zeiträume 1961-1990 und 1981-2010) und welche in Zukunft (Mittelwert des Zeitraums 2021-2050) voraussichtlich zu erwarten sind. Verdeutlicht wird die Entwicklung der Hitzebelastung anhand der Anzahl der Heißen Tage ($T_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$) und Tropennächte ($T_{\min} > 20^{\circ}\text{C}$), um sowohl die Hitzebelastung in den städtischen Quartieren während der Tagstunden als auch der Nachtstunden miteinander vergleichen zu können.

Ermittlung der Klimatopfaktoren

Zur Ermittlung der Heißen Tage und Tropennächte wurde ein beim Regionalverband Ruhr entwickeltes und im

Rahmen des Projektes ‚Handbuch Stadtklima – Teil II-Methoden‘ (siehe MKULNV 2014) gemeinsam mit dem Deutschen Wetterdienst verfeinertes Verfahren angewendet und erweitert. Das vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV) in Auftrag gegebene und finanzierte Projekt verfolgte u.a. die Zielsetzung, eine Herangehensweise zur Darstellung von ausgewählten klimatischen Kenntagen für die gegenwärtige und zukünftige klimatische Situation auf der Grundlage der Klimatope zu entwickeln. Im Rahmen des Projektes wurden bereits die Sommertage für die Klimatope in den drei Großlandschaften der Metropole Ruhr (Niederrheinisches Tiefland, Westfälische Bucht und Süderbergland) abgeleitet und für die Gegenwart kartographisch aufbereitet.

Die Entwicklung der Methodik zur automatisierten Darstellung von klimatologischen Kenntagen basierte dabei auf einer Vielzahl an Klimadaten, die in der Metropole Ruhr erhoben wurden. Vergleichbar der im Rahmen des Handbuchs Stadtklima beschriebenen Methodik werden für Hagen die Heißen Tage und Tropennächte anhand von sogenannten Klimatopfaktoren für insgesamt sechs Klimatoptypen abgeleitet. Zur Ermittlung der Klimatopfaktoren wurde dabei auf die Daten zahlreicher temporärer Klimamessstationen des Regionalverbands Ruhr zurückgegriffen, die zwischen 1999 und 2012 in den Ruhrgebietskommen betrieben wurden. Die Messstationen wurden jeweils für den Zeitraum eines Jahres an unterschiedlichen Standorten in den Städten installiert, um die Unterschiede zwischen den verschiedenen Klimatopen herausstellen zu können. Eine Übersicht über die Lage der Messstationen und den Messzeitraum ermöglichen Tabelle 2 (Anzahl der Messstationen in den Klimatoptypen zur Ermittlung der Heißen Tage) und Tabelle 3 (Anzahl der Messstationen in den Klimatoptypen zur Ermittlung der Tropennächte). Da im Rahmen der Erstellung der einzelnen Klimagutachten nicht immer alle thermischen Kennwerte zur weiteren Analyse ermittelt wurden und diese aufgrund zum Teil nicht mehr vorhandener Messdaten auch nachträglich nicht mehr be-

rechnet werden konnten, ist die Anzahl der untersuchten Messstationen zur Ermittlung der Heißen Tage und Tropennächte nicht immer identisch.

Tabelle 2: Anzahl der Messstationen in den Klimatoptypen zur Ermittlung der Heißen Tage

Klimatotyp	Bochum	Bottrop	Dinslaken	Dortmund	Duisburg	Essen	Moers	Recklingh.	Witten	Summe
	18.10.2006	01.05.2004	01.04.2011	12.02.2001	01.08.2008	01.10.1999	01.01.2004	01.02.2010	01.01.2006	
	18.10.2007	30.04.2005	31.03.2012	23.01.2003	31.07.2009	30.09.2000	31.12.1004	31.01.2011	31.12.2006	
Freiland	5	4	6	2	6	3	3	1	3	33
Gewerbe	1	1	1		2	4		1		10
Innenstadt	1	1	1	1	2	1	3	1	1	12
Stadt	1	1	2		6	3	3			16
Stadttrand	1	7	2	1	5	3	1	1	1	22
Wald		2	1		1					4
Gesamtergebnis	9	16	13	4	22	14	10	4	5	97

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 3: Anzahl der Messstationen in den Klimatoptypen zur Ermittlung der Tropennächte

Klimatotyp	Bochum	Bottrop	Dinslaken	Dortmund	Duisburg	Essen	Moers	Recklingh.	Witten	Summe
	18.10.2006	01.05.2004	01.04.2011	12.02.2001	01.08.2008	01.10.1999	01.01.2004	01.02.2010	01.01.2006	
	18.10.2007	30.04.2005	31.03.2012	23.01.2003	31.07.2009	30.09.2000	31.12.1004	31.01.2011	31.12.2006	
Freiland	6	4	6	3	6	1	3	3	3	35
Gewerbe	1	1	1		2	2		1		8
Innenstadt	2	1	1	1	2	1	3	2	1	14
Stadt	2		2		5	3	2			14
Stadttrand	2	8	2		5	3	2	1	1	24
Wald		2	1		1					4
Gesamtergebnis	13	16	13	4	21	10	10	7	5	99

Quelle: Eigene Darstellung

Da die Klimamessungen in den insgesamt neun Städten in unterschiedlichen Jahren durchgeführt wurden, war ein unmittelbarer Vergleich der Messstandorte nicht möglich. Aus diesem Grund werden die Messergebnisse unterschiedlicher Standorte (Klimatoptypen) jeweils nur innerhalb eines Messjahres miteinander verglichen. Um die Verhältnisse zwischen den Klimatoptypen zu ermitteln, wurde dabei die folgende Vorgehensweise gewählt:

- Zunächst wurde die Zahl der Heißen Tage bzw. Tropennächte (je Untersuchungsjahr) und der zugehörige Klimatotyp für jeden der 97 bzw. 99 Messstandorte ermittelt.
- Im zweiten Schritt wurde für jede der neun untersuchten Städte eine Freilandstation (Station im Klimatotyp ‚Freiland‘) als Vergleichsstation ausgewählt.
- Sofern mehrere Freilandstationen vorhanden waren, wurde entweder der Mittelwert der Heißen Tage bzw. Tropennächte aller Freilandstationen für die weitere Berechnung genutzt oder diejenige Freilandstation herangezogen, die den Klimabezirk bzw. Naturraum der übrigen Messstandorte eines Stadtgebiets am besten repräsentierte.
- Schließlich wurde der Quotient aus der Anzahl der Heißen Tage bzw. Tropennächte eines jeden Messstandortes und der zugeordneten Vergleichsstation im Freiland gebildet. Als Ergebnis wurde für alle Stationen ein Klimatopfaktor ermittelt.
- Zum Schluss wurden die Klimatopfaktoren aller Städte bezogen auf jeden einzelnen Klimatoptypen gemittelt.

Zu beachten ist, dass die für die jeweiligen Klimatotypen errechneten Klimatopfaktoren starke Variabilität aufweisen. Aus diesem Grund wurden die Klimatopfaktoren aller untersuchten Standorte eines Klimatotyps gemittelt. In Tabelle 4 (Gemittelte Klimatopfaktoren für die Heißen Tage und die Tropennächte) sind die Klimatopfaktoren für insgesamt sechs Klimatotypen nach der oben beschriebenen Vorgehensweise aufgeführt.

Tabelle 4: Gemittelte Klimatopfaktoren für die Heißen Tage und die Tropennächte

Klimatotyp	Klimatopfaktor Heiße Tage	Klimatopfaktor Tropennächte
Freiland	1,00	1,00
Wald	0,48	0,00
Stadttrand	2,09	1,02
Stadt	2,83	2,09
Gewerbe	3,26	2,72
Innenstadt	1,52	4,53

Quelle: Eigene Darstellung

Die gemittelten Klimatopfaktoren für die Tropennächte verdeutlichen den Anstieg der nächtlichen Hitzebelastung mit Zunahme des Versiegelungsgrades und der Dichte der Bebauung. Dementsprechend ist der größte Klimatopfaktor bezogen auf die Siedlungsräume für das Innenstadtklimatop, der kleinste für das Stadttrandklimatop ermittelt worden.

Die Klimatopfaktoren für die Heißen Tage geben im Gegensatz zu den Tropennächten die Situation während der Tagstunden wieder. Dabei fällt in erster Linie der Klimatopfaktor für den Typ des Innenstadtklimatops, der mit 1,52 deutlich unter dem Wert des Stadttrandklimatops mit 2,09 liegt, auf. Der Grund für die am Tage geringere Aufheizung im Stadtzentrum gegenüber den lockerer bebauten Gebieten liegt in der zum Teil dichten innerstädtischen Bebauung, wodurch weite Bereiche der Innenstadt beschattet sind, eine direkte Sonneneinstrahlung und damit starker Erwärmung vermieden wird. Aus diesem Grund kann die Hitzebelastung während der Tagstunden im Bereich dicht bebauter Innenstädte geringer sein als in den locker bebauten Siedlungsräumen. Bedeutsam ist aber auch der Faktor 3,26 für Gewerbegebiete, da sich die arbeitende Bevölkerung überwiegend tagsüber in Gewerbegebieten aufhält.

Darstellung der Heißen Tage und Tropennächte in Hagen

Mit Hilfe der Klimatopfaktoren kann das Stadtgebiet von Hagen hinsichtlich der Anzahl an Heißen Tagen und Tropennächten beurteilt werden. Voraussetzung dabei ist die Kenntnis der räumlichen Verteilung der Klimatope sowie das Vorliegen von Daten zu den vieljährigen Mitteln der Heißen Tage bzw. der Tropennächte für einzelne Freilandstandorte innerhalb des Stadtgebietes. Die Aussagen bezüglich der Anzahl der Heißen Tage und der Tropennächte für das Stadtgebiet von Hagen beziehen sich auf eine von der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) definierten 30-jährigen Bezugsperiode (derzeit 1961 bis 1990) sowie auf die definierten 30-Jahreszeiträume 1981 bis 2010 und 2021 bis 2050. Als Referenzstation zur Darstellung der klimatischen Kenntage in der Vergangenheit (1961-1990 und 1981-2010) wurde die DWD-Station Essen-Bredeney ausgewählt. Die Station Essen-Bredeney befindet sich ebenso wie die Stadt Hagen innerhalb der Großlandschaft Süderbergland und liegt in Kuppenlage auf einer Höhe von 150 m ü NN. Aufgrund der Lage wird sie als repräsentativ für die Freilandlagen im Stadtgebiet von Hagen angenommen.

Die Klimaprojektionsläufe für den Zeitraum 2021-2050 wurden dem Klimaatlas Deutschland entnommen¹⁾ und die dort aufgeführten Veränderungen auf die Messdaten der Freilandstation Essen-Bredeney des Zeitraums 1961-1990 bezogen. Die Klimaprojektionsläufe lassen bezüglich des Änderungssignals für die Bezugsperiode 2021 bis 2050 folgendes erkennen:

- 85 Prozent der verwendeten Klimaprojektionen bis Mitte des Jahrhunderts zeigen eine Zunahme der Heißen Tage um 6 – 10 (im Mittel 8 Heiße Tage) gegenüber 1961-1990
- 85 Prozent der verwendeten Klimaprojektionen bis Mitte des Jahrhunderts zeigen eine Zunahme der Tropennächte um 5 – 7 (im Mittel 6 Tropennächte) gegenüber 1961-1990

¹⁾ Die Projektionsläufe berücksichtigen Ensembles von bis zu 21 regionalen Klimamodellen; für die Auswertungen im vorliegenden Bericht wurde das A1B-Szenario, 85. Perzentil, gewählt.

Die Anzahl an Heißen Tagen und Tropennächten bezogen auf den Freilandstandort Essen-Bredeney zeigt Tabelle 5 (Anzahl der Heißen Tage und der Tropennächte für drei Bezugsperioden bezogen auf Freilandklimatope in der Großlandschaft Süderbergland) für alle drei Bezugsperioden.

Tabelle 5: Anzahl der Heißen Tage und der Tropennächte für drei Bezugsperioden bezogen auf Freilandklimatope in der Großlandschaft Süderbergland (Referenzstation: Essen-Bredeney des DWD).

Bezugsperiode	Heiße Tage ¹	Tropennächte ²
1961-1990	3,0	0,5
1981-2010	4,9	1,37
2021-2050	11,0	6,5

Quelle: Eigene Darstellung

Die Darstellung der mittleren Anzahl an Heißen Tagen und Tropennächten auf der Grundlage der Klimatope erfolgte durch Multiplikation des jeweiligen Klimatopfaktors mit dem Referenzwert für die Station Essen-Bredeney der drei Bezugsperioden. Diese Vorgehensweise ist bei Annahme der gleichbleibenden Klimatopfaktoren auf andere Städte und Regionen übertragbar. Bei der Auswahl des Freilandstandortes ist zu beachten, dass für den jeweiligen Klimabezirk/den jeweiligen Naturraum ein repräsentativer Standort gewählt wird. Die Genauigkeit der Ergebnisse hängt im Wesentlichen von der Wahl dieses Standortes ab. Aus diesem Grund ist der Vergleichsstandort im Vorfeld sorgfältig auszuwählen (vgl. MKULNV 2014).

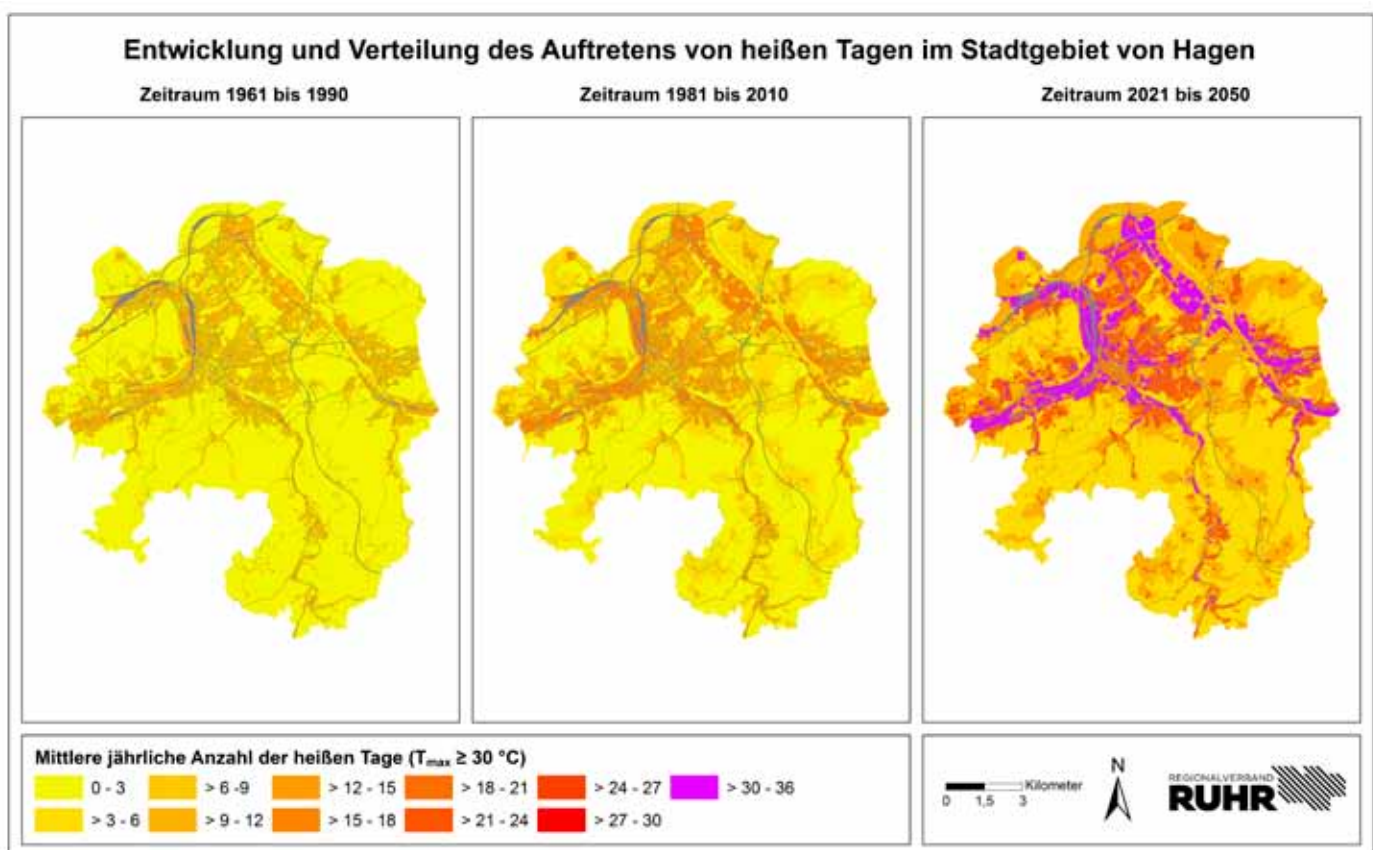
In Abbildung 12 (Mittlere Anzahl der Heißen Tage für drei Bezugsperioden für das Stadtgebiet von Hagen) ist die Anzahl der Heißen Tage für alle drei Bezugsräume dargestellt. Bei der Betrachtung der Tagsituation fällt ein interessantes Phänomen auf. Die eigentlichen Lasträume der Innenstadtklimatope weisen sowohl in der Vergangenheit als auch in der Zukunft, aufgrund der insgesamt dichten, hohen Bebauung und dadurch bedingten Verschattungseffekte, tagsüber vielerorts eine geringere thermische Belastung auf als die teils weniger dicht bebauten Bereiche der Stadtklimatope. So ist beispielsweise davon auszugehen, dass sich die mittlere Anzahl

der Heißen Tage für die Innenstadtklimatope von fast 5 Tagen in der Bezugsperiode 1961-1990 auf fast 17 Heiße Tage im Zeitraum 2021-2050 erhöhen wird, während in den Stadtklimatopen eine Maximaltemperatur von mindestens 30 °C in der Vergangenheit (1961-1990) im Mittel an knapp 9 Tagen erreicht wurde und in Zukunft voraussichtlich an insgesamt über 31 Tagen. Hierzu ist jedoch anzumerken, dass innerhalb eines Klimatoptyps kleinräumige Strukturen durchaus größere mikroklimatische Modifikationen hervorrufen können. So kann innerhalb eines Innenstadtklimatops die thermische Belastungssituation am Tage zwischen einer durch hohe Gebäude und Bäume verschatteten Straßenschlucht (geringe Belastung) und einem unverschatteten, hochversiegelten Platz (hohe Belastung) sehr stark variieren. Auf der gewählten Betrachtungsebene der Klimatope ist allerdings zu konstatieren, dass die Innenstadtklimatope im Vergleich zu den Stadtklimatopen geringere Werte für die mittlere Anzahl der heißen Tage aufweisen. Die höchsten Werte und die stärkste absolute Zunahme für die Heißen Tage werden in den Gewerbe- und Industrieklimatopen erreicht. Während dort in der Bezugsperiode 1961-1990 im Mittel knapp 10 Heiße Tage aufgetreten sind, werden in Zukunft (Zeitraum 2021-2050) voraussichtlich fast 36 Heiße Tage in den Gewerbe- und Industrieklimatopen erreicht.

Das oben beschriebene Phänomen der Hitzebelastung am Tage bezüglich der Innenstadt- und Stadtklimatope lässt sich in der mittleren Häufigkeit des Auftretens der Tropennächte, also der nächtlichen Wärmebelastung, nicht beobachten (siehe Abb. 13 Mittlere Anzahl der Tropennächte für drei Bezugsperioden für das Stadtgebiet von Hagen). Unter anderem aufgrund der sehr hohen Versiegelungsraten, der thermischen Eigenschaften der anthropogenen Oberflächen, der verminderten Belüftung und der oft fehlenden Anbindung an die kaltaufladenden Flächen des unbebauten Umlandes weisen die Innenstadtbereiche an Tagen mit hoher solarer Einstrahlung eine verzögerte und verminderte nächtliche Abkühlung auf. Daher treten Tropennächte in den Innenstadtklimatopen am häufigsten auf. Bezüglich der Anzahl von Tropennächten in den Innenstadtklimatopen ist zudem künftig von einem sehr starken Anstieg auszugehen. Während in der Bezugsperiode 1961-1990 im Mittel lediglich 2,3 Nächte pro Jahr als Tropennacht bezeichnet werden konnten, werden die nächtlichen

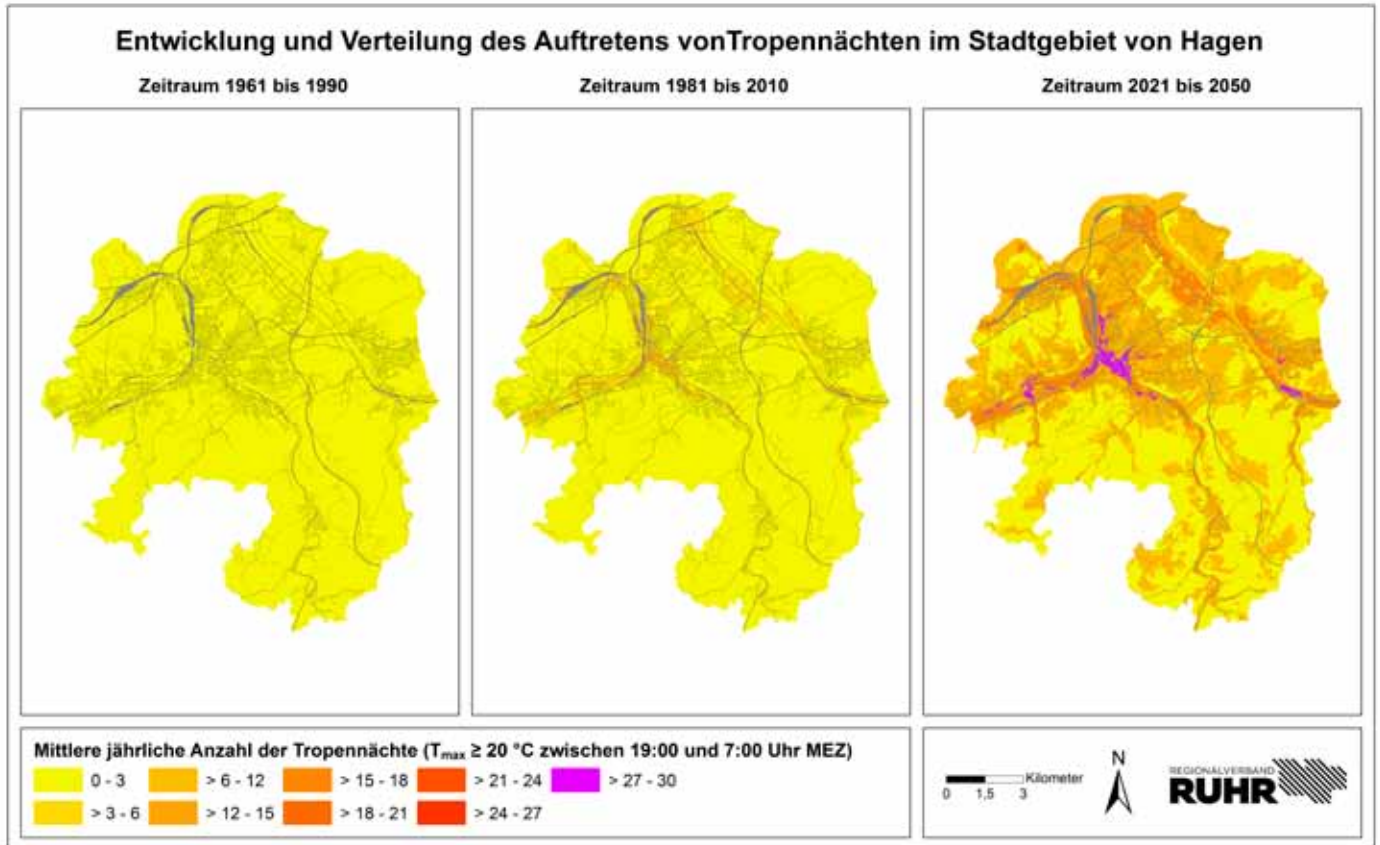
Lufttemperaturen in Zukunft (Zeitraum 2021-2050) im Mittel an 29,4 Tagen pro Jahr mindestens 20 °C betragen. Hinsichtlich der hitzebedingten klimatologischen Kenn-tage ergeben sich bei insgesamt zum Teil wesentlich hö-heren Werten größere Unterschiede in der zukünftigen Entwicklung zwischen den Klimatopen. Vor allem in den bereits heute höher belasteten städtischen Klimatopen wird sich die Belastungssituation gegenüber den Klima-topen der Freiräume vermutlich noch verschärfen.

Abbildung 12: Mittlere Anzahl der Heißen Tage für drei Bezugsperioden für das Stadtgebiet von Hagen.



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 13: Mittlere Anzahl der Tropennächte für drei Bezugsperioden für das Stadtgebiet von Hagen



Quelle: Eigene Darstellung

Bei der Auswertung der für die Klimatope abgeleiteten thermischen Kenntage für die Bezugsperioden ist zu berücksichtigen, dass aufgrund der starken Variabilität der Kenntage innerhalb eines Klimatoptyps nur grobe Aussagen möglich sind. Die Ergebnisse erlauben daher eher qualitative Aussagen zur Abgrenzung ähnlich stark belasteter Räume.

Bei der Interpretation der Ergebnisse zu den thermischen Kenntagen sind darüber hinaus die folgenden Aspekte zu berücksichtigen:

- die Klimatope spiegeln lediglich die Flächennutzungsstrukturen wider; weitere mikroklimatisch relevante Faktoren bleiben teilweise unberücksichtigt. Beispielsweise können die Klimatopcharakteristika durch natürliche und anthropogene Klimafaktoren beeinflusst werden (z.B. durch die Lage in Niederungsbereichen oder durch die Nähe zu Grünflächen). Der Einfluss des Klimatopumfeldes wird im

Rahmen der Klimatopausweisung jedoch nicht berücksichtigt

- zwischen den Klimatopen bestehen fließende Übergänge, die jedoch graphisch nicht abgebildet werden, so dass die Klimatope zumeist linienscharf an Bebauungsgrenzen abgegrenzt erscheinen
- Die Ergebnisse variieren in Abhängigkeit der Auswahl des Vergleichsstandorts im Freiland
- Die Klimatopfaktoren können in Abhängigkeit des Witterungsverlaufs eines Jahres schwanken. So kann sich die Anzahl an klimatischen Kenntagen in besonders warmen Jahren mit langen Hitzeperioden zwischen den verschiedenen Klimatoptypen angleichen, während stärkere Differenzen in kühleren Jahren zu verzeichnen sein können. Folglich kann daher davon ausgegangen werden, dass die Klimatopfaktoren mit zunehmend steigenden Temperaturen

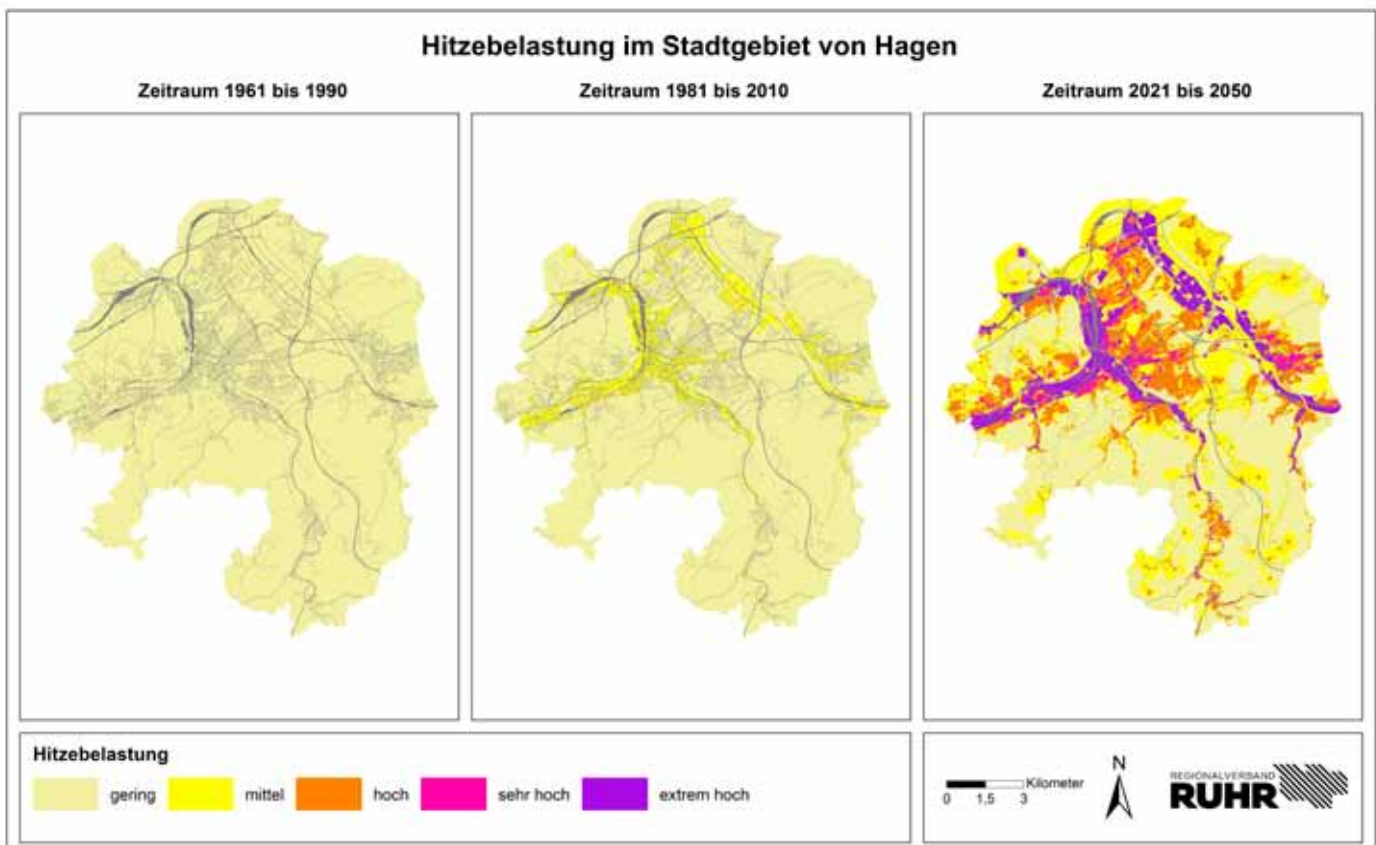
(in Zukunft) kleiner werden (vgl. MKULNV 2014). Im Handbuch Stadtklima, Teil II wird daher empfohlen, einen Korrekturfaktor einzuführen. Dazu sind jedoch weitere Untersuchungen und wissenschaftliche Auswertungen notwendig, um verlässlichere Ergebnisse zu erzielen. Im Rahmen des vorliegenden Projektes ist eine vertiefende Untersuchung aufgrund des zeitlich und inhaltlich vorgegebenen Rahmens jedoch nicht möglich.

Darstellung der mittleren Hitzebelastung in Hagen

Um eine mittlere Hitzebelastung innerhalb des Stadtgebietes von Hagen unter Berücksichtigung der Tag- und Nachtsituation (Heiße Tage und Tropennächte) bestimmen zu können, werden die Eingangsgrößen für die Tropennächte und die Heißen Tage gewichtet normalisiert. Da dabei sowohl die Nacht- als auch die Tagessituation als gleichwertig bedeutend betrachtet werden sollte, werden die Eingangsgrößen für die Tropennächte und die

Heißen Tage gemittelt. Im letzten Normalisierungsschritt, der den gesamten Wertebereich der Tropennächte und Heißen Tage für die Klimatope in allen Großlandschaften der Metropole Ruhr umfasste, ergaben sich schließlich die Werte zwischen 0 und 1, die die Hitzebelastung im gesamten Tagesverlauf beschreibt und mit der Bevölkerungssensitivität verschnitten wird, um die Betroffenheit der Bevölkerung gegenüber der Klimawirkung Hitze ermitteln zu können (siehe Abb. 14 Darstellung der Hitzebelastung auf Basis der Klimatope für die Stadt Hagen für drei Bezugsperioden).

Abbildung 14: Darstellung der Hitzebelastung auf Basis der Klimatope für die Stadt Hagen für drei Bezugsperioden



Quelle: Eigene Darstellung

5.1.2 Bevölkerungssensitivität gegenüber Hitze heute und in Zukunft

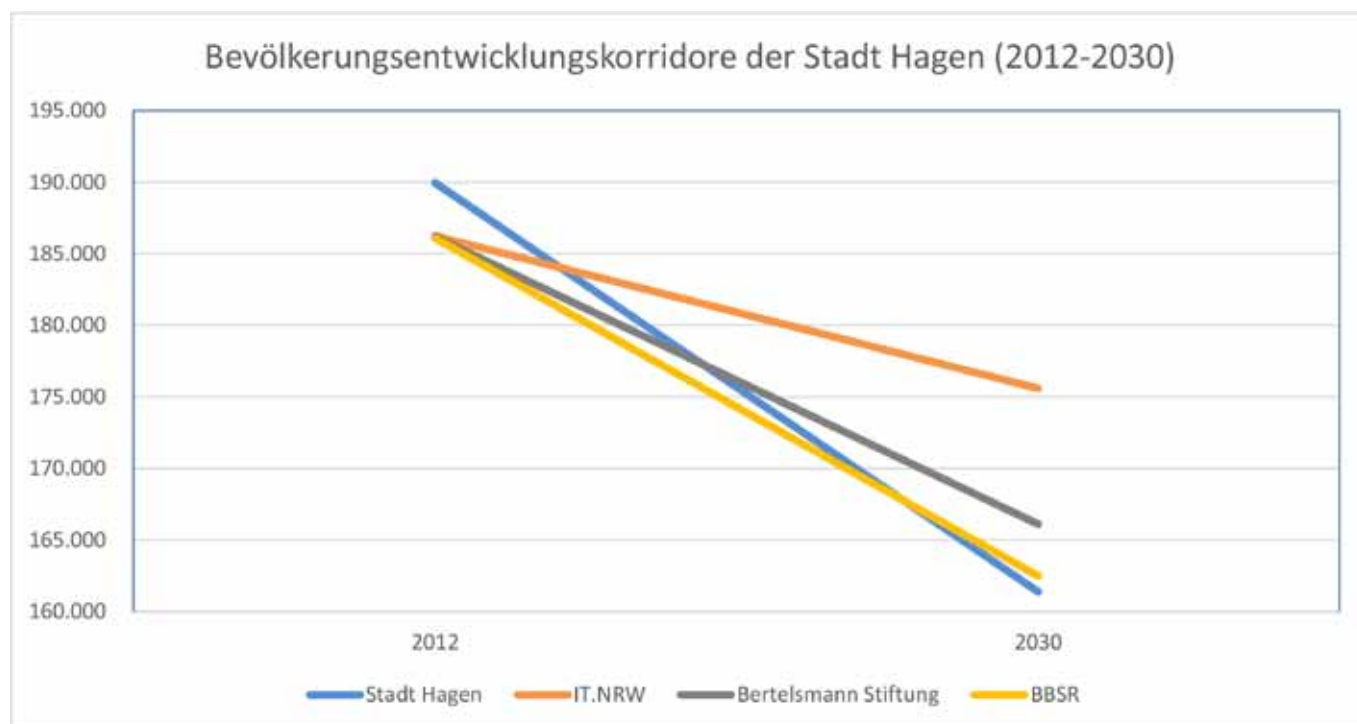
Im Nachfolgenden Kapitel wird die zur Ermittlung der Klimawirkung Hitze notwendige Bevölkerungssensitivität erfasst und erläutert.

Bevölkerungsentwicklung in Hagen bis 2030

Die Entwicklung der Bevölkerung lässt sich nicht exakt vorausberechnen. Je nach Datenbasis und Methode, aber auch abhängig von unvorhersehbaren Ereignissen variieren Bevölkerungszahlen und die Prognosen für eine Stadt. Auch für die Stadt Hagen gibt es unterschiedliche Prognosen. Im vorliegenden Konzept werden mehrere mögliche Entwicklungskorridore berücksichtigt, um unterschiedliche Bevölkerungsentwicklungen zu veranschaulichen. Als Basis dienen neben der Prognose der

Stadt Hagen die Prognosen der Bertelsmann Stiftung, des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) sowie vom Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen (IT.NRW). Wie unterschiedlich die Bevölkerungsentwicklung ausfallen kann verdeutlicht die nachfolgende Abbildung 15. Unverkennbar ist, dass trotz unterschiedlicher Annahmen bzw. Szenarien der aufgeführten Institutionen, die Stadt Hagen in jeder Vorausberechnung an Bevölkerung verliert. Auch wenn in den vergangenen drei Jahren ein leichter Bevölkerungsanstieg verzeichnet werden konnte, so ist dies nicht als Trendumkehr zu deuten. Gründe für eine Zunahme der Einwohner sind zum einen die Osterweiterung der Europäischen Union als auch die Flüchtlingszuwanderung in Europa ab 2015, die Bevölkerungszahlen ansteigen lassen jedoch nicht als anhaltende Trendumkehr gedeutet werden können.

Abbildung 15: Bevölkerungsentwicklungskorridore der Stadt Hagen für den Zeitraum 2012-2030

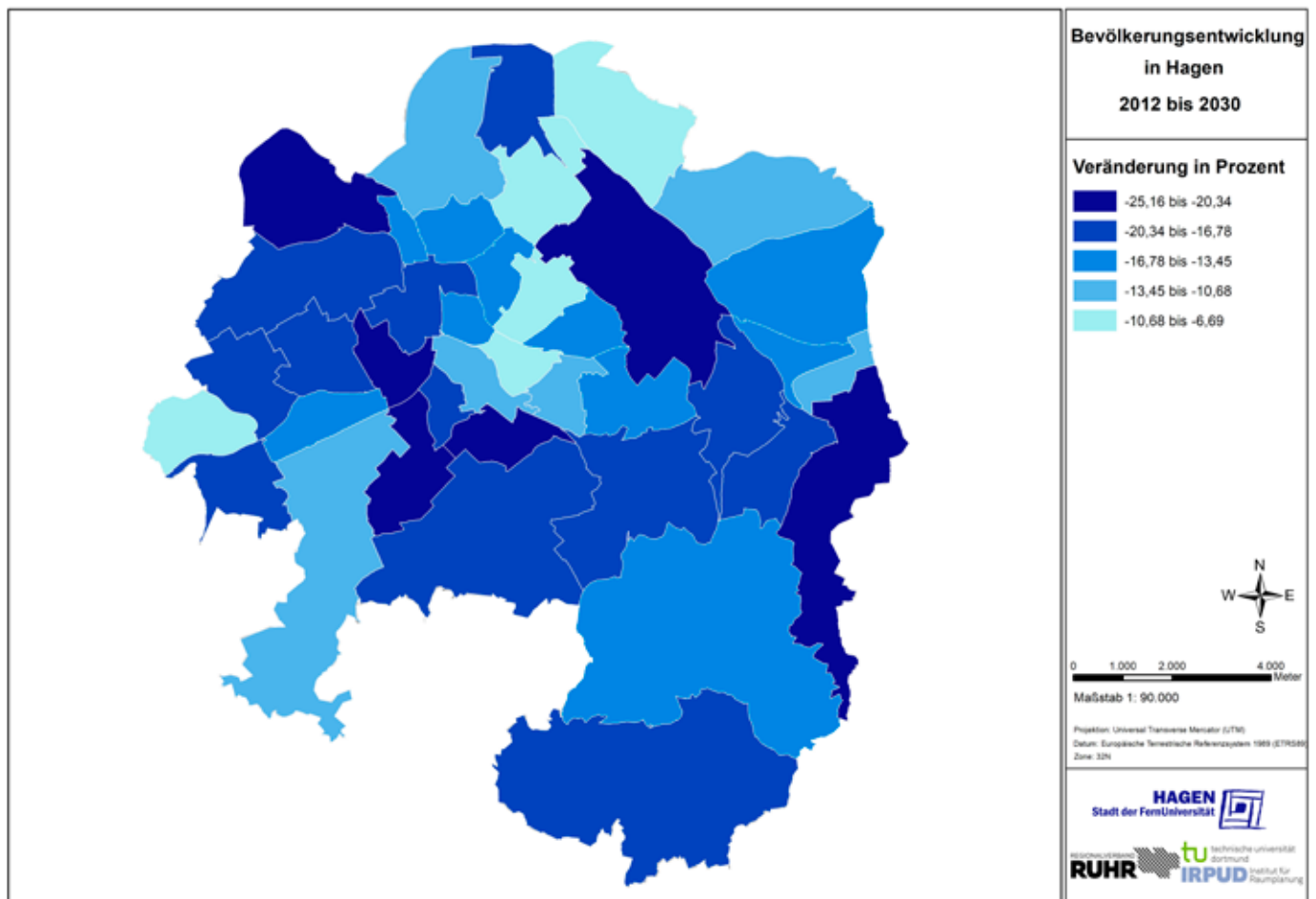


Quelle: Eigene Darstellung auf Basis statistischer Daten von Bertelsmann Stiftung 2015; Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR); Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen (IT.NRW) 2015; Stadt Hagen 2012

Für das Klimaanpassungskonzept werden wohnortspezifische Trendextrapolationen vorgenommen um kleinräumig zu veranschaulichen welche Wohnbezirke der Stadt Hagen am meisten bzw. am wenigsten schrumpfen. Den stärksten Rückgang von Einwohner verzeichnen demnach die Wohnbezirke Oege/Nahmer, Eilpe-Nord,

Wehringhausen-West, Kuhlerkamp, Halden/Herbeck und Vorhalle-Nord. Die Wohnbezirke Garenfeld, Fley/Helfe, Fleyerviertel, Remberg und Westerbauer-Nord weisen hingegen die geringsten Verluste auf (siehe Abb. 16 Bevölkerungsentwicklung (2012-2030) in Hagen dargestellt auf Basis der Wohnbezirke in Prozent).

Abbildung 16: Relative Bevölkerungsentwicklung (2012-2030) in Hagen dargestellt auf Basis der Wohnbezirke in Prozent



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Bevölkerungsdaten der Stadt Hagen

Die Hager Bevölkerung hat im regionalen Vergleich ein relativ hohes Durchschnittsalter. So sind 22,6 Prozent der Einwohner 65 Jahre oder älter (vgl. IRI 2017: 44f). Vor allem kaufkraftstarke Wohnbezirke im Nordosten des Stadtgebietes sind von einem hohen Altersdurchschnitt geprägt. Hierzu gehören Emst-West und Ost, Eppenhause, Fley/Helfe, Elsey Nord, Halden/Herbeck und das Fleyerviertel. Dort liegt das Durchschnittsalter bei etwa 50 Jahren. Der Anteil der unter 65-jährigen an der Gesamtbevölkerung in Hagen wird signifikant abnehmen. Hinzu kommt, dass

der Anteil der Menschen im erwerbsfähigen Alter im Vergleich zu benachbarten Kommunen deutlich unterrepräsentiert ist (vgl. IRI 2017: 45).

Im Rahmen der Hager Wohnungsmarktstudie wird auf aktuelle Daten der Verteilung von Sinus-Milieus zurückgegriffen. Beim Vergleich der bundesweiten Milieuverteilung mit der Verteilung in Hagen wurde aufgezeigt, dass etablierte gesellschaftliche Leitmilieus unterdurchschnittlich stark vertreten sind, wohingegen traditionelle,



prekäre Milieus und vor allem Hedonisten überdurchschnittlich stark vertreten sind (vgl. IRI 2017: 69). Insbesondere Menschen mit hohen Bildungsabschlüssen sowie Fachkräfte wandern demnach ab. Eine große Herausforderung besteht derzeit durch die Zuwanderung aus Bulgarien und Rumänien, die Einflüsse auf die Wohnverhältnisse, das Nachbarschaftsmilieu und die Wohnzufriedenheit haben.

Die Berücksichtigung sozial benachteiligter Bevölkerungsgruppen und Stadtteile ist ein wichtiger Bestandteil bei Stadtentwicklungsstrategien. Die Förderung sozial schwacher Stadtteile ist fester Bestandteil in Förderprogramme ‚Soziale Stadt‘ und ‚Stadtumbau‘. Im Rahmen der Umweltgerechtigkeitsforschung wird immer wieder betont, dass es Zusammenhänge zwischen dem sozialen Status und umweltbezogenen gesundheitlichen Beeinträchtigungen gibt. Hierzu gehören Luft- und Lärmbelastung sowie der fehlende Zugang zu Grünflächen als Entastungsräume (siehe dazu UBA 2015b). Darüber hinaus hängt der Sozialstatus direkt mit der Mortalität der Menschen zusammen. Je schlechter der Status desto höher die Mortalität (vgl. Richter und Hurrelmann 2009: 17). Folglich reagieren sozialschwache Bevölkerungsgruppen potentiell stärker auf gesundheitlich beeinträchtigende Wirkungen wie Lärm-, Luft- und Hitzebelastungen.

Analyse der Bevölkerungssensitivität

Ziel der Analyse war es, die Sensitivität bezüglich des Klimasignals Hitze in der Gegenwart und Zukunft zu bewerten. Dabei wurde die Priorisierung der Anpassungs- und Handlungsbedarfe sowie Förderprioritäten für eine positive integrierte Stadtentwicklung erarbeitet. Die Fragestellung war dabei:

- In welchen Quartiere ist bereits heute von einer großen Hitzebelastung auszugehen und wo ist unmittelbares Handeln erforderlich?
- Wo wirken sich Klimawandel und demografischer Wandel negativ, wo positiv im Sinne einer Abnahme der Betroffenheit aus?

Um Strategien und Maßnahmen entwickeln zu können, werden Eingangsgrößen für die Analyse gewählt, die

- eine Vergleichbarkeit der Quartiere auf kommunaler Ebene schaffen, um Prioritäten zu setzen und
- Stadtquartiere identifizieren, in denen besonders viele Bewohner sensitiv auf das jeweilige Klimasignal reagieren.

Mehrere Studien belegen, dass die Sensitivität der über 65-jährigen Bevölkerung gegenüber Hitzebelastung signifikant hoch ist und die Sterblichkeitsrate als auch die Morbiditätsrate mit zunehmenden Alter steigt (vgl. Scherber 2014; Fouillet 2007). In Berlin wurde beispielsweise erhoben, inwiefern sich die Anzahl der Krankenhauseinsätze bezüglich Herz- und Atemwegserkrankungen im ‚Hitzesommer‘ des Jahres 2006 im Vergleich zu den Jahren davor veränderte. Hierbei wurde eine signifikante Steigerung der Einsätze bei den über 65-Jährigen erkannt (vgl. Scherber et al. 2013: 34).

Ein Leitfaden vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfen (BBK) zeigt relevante Themenfelder und Indikatoren auf, die die Sensitivität abbilden. Hierzu zählt vor allem die körperliche Sensitivität. Als Indikator wird dabei die Bevölkerung in besonders hitzeexponierten Räumen genannt, die u.a. über die räumliche Lokalisierung (Bevölkerungsdichte) und anhand von Stadtklimamodellen identifiziert werden. Weitere Indikatoren sind (alleinlebende) ältere Menschen (Senioren) und Kleinkinder (vgl. BBK 2013: 46). Darüber hinaus werden erweiterte Kriterien empfohlen, die jedoch meist nicht mithilfe kommunaler Statistiken abrufbar sind. Hierzu gehören gesundheitlich vorbelastete Menschen oder der bauliche Zustand von Wohngebäuden (z.B. Dämmstandards). In den meisten kommunalen Klimaanpassungskonzepten werden ausschließlich die sogenannten sensitiven Bevölkerungsgruppen der unter 5-jährigen und über 65-Jährigen berücksichtigt.

Neben den besonders sensitiven Bevölkerungsgruppen sind es auch Menschen im erwerbsfähigen Alter, die eine besonders hohe subjektive Hitzebelastung äußern und im Rahmen der alternden Gesellschaft ebenfalls gesundheitlich beeinträchtigt sind. Eine Befragung von Großmann et al. (2012) ergab zudem, dass vor allem die jüngere Bevölkerung Hitze als stark belastend empfindet und dies nicht am Wohnort selbst, sondern vor allem am Arbeitsplatz oder auf (Arbeits-) Wegen: „Der

Verwendung des Indikators Alter der Wohnbevölkerung zur Abschätzung von Verwundbarkeit gegenüber Hitzebelastung ist zweierlei entgegenzuhalten. Zum einen muss die Gruppe der älteren Menschen differenziert betrachtet werden. Da vor allem die jungen Alten die geringste subjektive Hitzebelastung äußern, sind die Pole zwischen körperlich Anfälligen, Hochbetagten und jungen Alten mit geringer physischer und alltäglicher Belastung aufzuspannen. Auf diese notwendige Differenzierung verweisen Demografen und Gerontologen bereits seit Jahren. Zum anderen dürfen die jüngeren und mittleren Altersgruppen nicht aus den Betrachtungen ausgeschlossen werden. Ihre [...] teilweise sehr hohe subjektive Hitzebelastung ist ernst zu nehmen und auf seine Ursachen hin zu untersuchen“ (Großmann et al. 2012: 65).

Eine andere Befragung von Kunz-Plapp et al. (2018) in Karlsruhe kam zu ähnlichen Ergebnissen. Im Sommer 2013 wurden 428 Personen im Alter von 17 bis 64 Jahren befragt. Dabei wurde ebenfalls der Arbeitsplatz als sehr belastend wahrgenommen, denn dort muss die Hitze körperlich ertragen werden. Hinzu kommen Anforderungen an das Arbeitsleben, die trotz hitzebedingter Konzentrationsschwierigkeiten, Schläppheit und Müdigkeit erfüllt werden müssen (siehe dazu Kunz-Plapp et al. 2018). Insofern führen Hitzeperioden zu einer Reduzierung der Produktivität (vgl. Laurent et. al. 2018) mit Folgen für die Volkswirtschaft. Maßgeblich für eine subjektive thermische Belastung sind verschiedene Aspekte des Wohnumfelds und der bewohnten Gebäude (vgl. Kunz-Plapp et al. 2018: 991). Auch eine nach Altersgruppen differenzierte Mortalitätskurve einer amerikanischen Studie veranschaulicht, dass nicht nur über 65-Jährige bei Hitze betroffen sind, sondern ebenfalls die Altersgruppe der 15- bis 64-Jährigen mit ca. 25 Prozent durchaus Gewicht haben (siehe dazu Luber et al. 2006). Diese Faktoren sind für Hagen entscheidend, um geeignete Maßnahmen zu treffen wie zum Beispiel die thermische Belastung im öffentlichen Raum und in genutzten Gebäuden zu reduzieren. Diesbezüglich ist auch nicht zu unterschätzen, dass die Arbeitsbevölkerung die Pausen mitunter im öffentlichen Raum verbringt und insbesondere in den größeren Arbeitsmarktzentren das öffentliche Verkehrssystem nutzt. Mit geeigneten Maßnahmen kann eine Kommune Entlastung schaffen und die Attraktivität des (Arbeits-)Standorts erhalten bzw. verbessern und darüber hinaus

dem Grundsatz des § 1 Abs. 6 Nr. 1 BauGB nachkommen und für gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse Sorge tragen.

Die arbeitende Bevölkerung wird aufgrund der projizierten Hitzeextreme eine zunehmende Belastung erleben. In der technischen Regel für Arbeitsstätten (siehe ASR A 3.5⁷) von 2010 ist vermerkt, dass es bei Arbeiten über 26 °C zu einer Gesundheitsgefährdung kommen kann, wenn schwere körperliche Arbeit zu verrichten ist, besondere Schutzkleidung zu tragen ist oder gesundheitlich vorbelastete Menschen unter diesen Bedingungen arbeiten.

Folglich werden neben Wohngebieten, die bisher im Mittelpunkt von Klimafolgenanalysen stehen, auch diejenigen Quartiere mitberücksichtigt, in denen sich die arbeitende Bevölkerung (tagsüber) aufhält. Dies betrifft Gewerbegebiete und die hoch frequentierten Stadtzentren, für die die Tagbevölkerung erfasst wurde. Da keine flächenspezifischen Daten verfügbar waren, wurde auf Durchschnittswerte der Wirtschaftsförderung Metropole Ruhr zurückgegriffen, die die Angaben über die Flächenkennziffern in 2015 für die Gegenwart sowie in 2030 für die Zukunft über die Gewerbeflächen geben (vgl. Wirtschaftsförderung metropoleruhr 2015: 38ff). Anhand dieser Werte ließ sich die durchschnittliche Anzahl der Beschäftigten in Misch- und reinen Gewerbegebieten in die Betroffenheitsberechnung integrieren. Da diese Durchschnittswerte die Gewerbearten nicht differenzieren, ist es möglich, dass insbesondere in den Stadtzentren sogar eine geringere Sensitivität berechnet wurde als tatsächlich vorliegt.

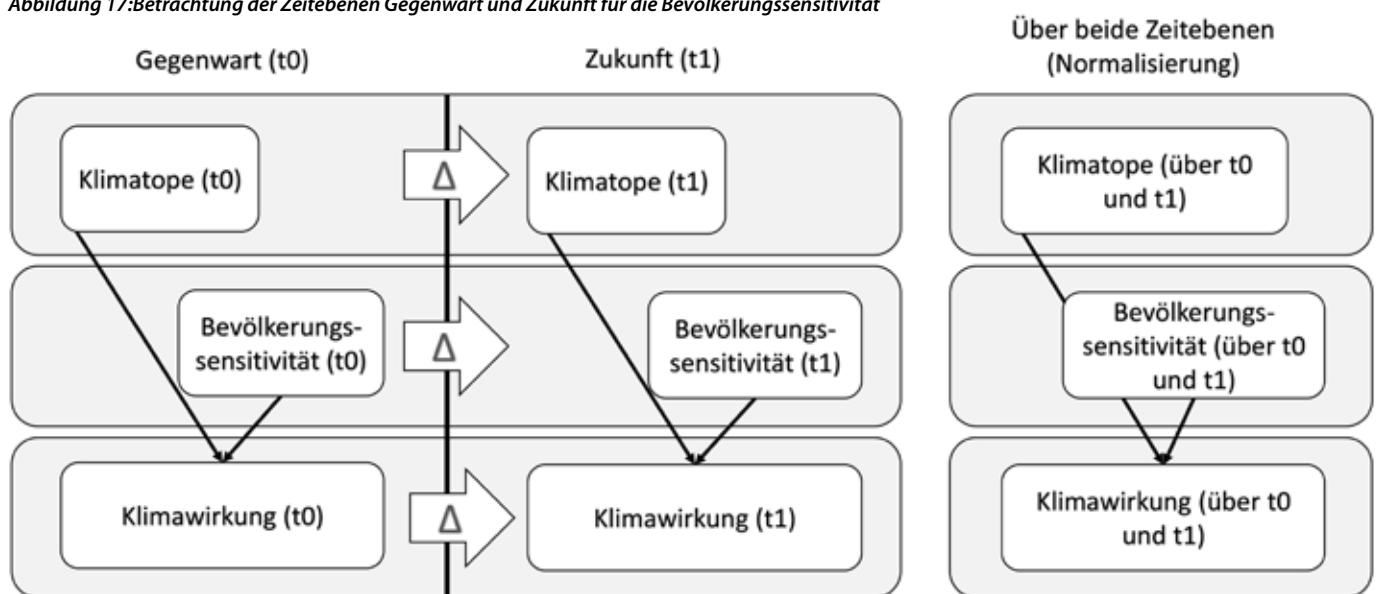
Darüber hinaus erfolgt eine Berücksichtigung der Veränderung der Bevölkerungszusammensetzung. Quartiere, in denen heute viele ältere Menschen (Senioren) wohnen, erfahren gegebenenfalls in Zukunft einen Generationenwechsel oder werden von Leerstand geprägt sein. Dicht besiedelte Wohngebiete benötigen angepasste Strategien, die den Bevölkerungsrückgang bei gleichzeitigem Anstieg der über 65jährigen berücksichtigen.

Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse wird die Entwicklung der unterschiedlichen Alterskohorten auf kommunaler Ebene projiziert (siehe Abb. 17 Betrachtung der Zeitebenen Gegenwart und Zukunft für die Bevölkerungssensitivität). Um die Sensitivität der Gegenwart mit der der Zu-

kunft vergleichbar zu machen, wird eine Normalisierung über beide Zeitebenen hinweg durchgeführt. So kann dargestellt werden, wie sich die Quartiere über die betrachteten Zeitebenen Gegenwart und Zukunft in ihrer Sensitivität entwickeln. Gleiches erfolgt für das Klimasignal Hitze, indem die Klimatope, mit ihren Aussagen über

Heiße Tage und Tropennächte, ebenfalls über beide Zeiträume hinweg normalisiert werden. Eine multiplikative Verknüpfung ergibt dann zwei Betroffenheitskarten, die den direkten Vergleich der Auswirkungen ermöglichen und die individuelle Veränderung der Quartiere veranschaulichen.

Abbildung 17: Betrachtung der Zeitebenen Gegenwart und Zukunft für die Bevölkerungssensitivität



Quelle: Eigene Darstellung

5.1.3 Betroffenheit der Stadt Hagen gegenüber Hitze

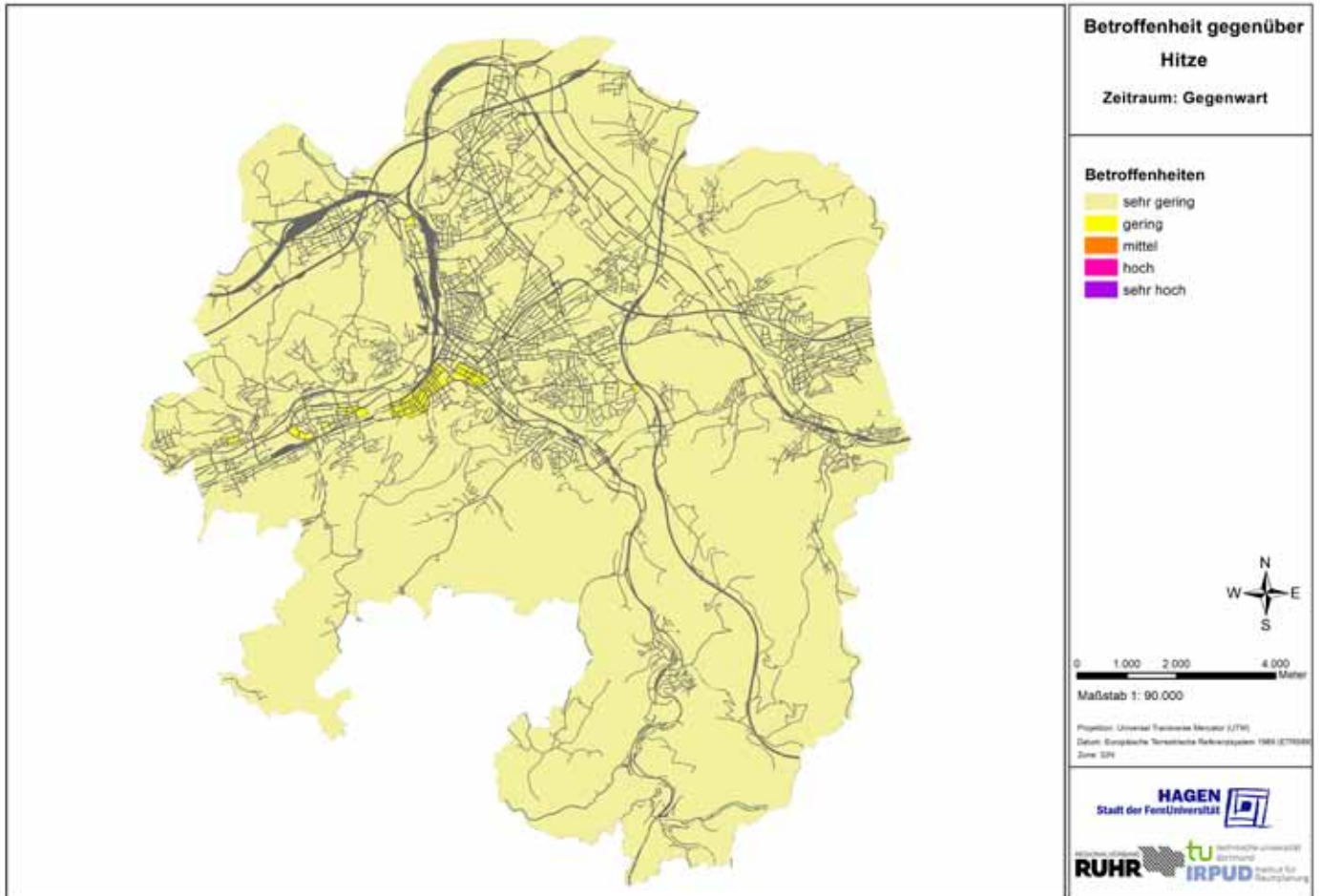
Die Betroffenheit im Stadtgebiet von Hagen wurde anhand der gegenwärtigen und zukünftigen Hitzebelastungssituation während der Tag- und Nachtstunden (Heiße Tage und Tropennächte) in Verbindung mit der betroffenen Bevölkerung identifiziert und für beide Zeitebenen Gegenwart sowie Zukunft dargestellt.

Die Betroffenheit der Stadt Hagen gegenüber Hitze ist für den Zeitraum der Gegenwart vergleichsweise gering ausgeprägt. Folgende Karte zeigt eine sehr moderate Betroffenheit für die Gegenwart (siehe Abb. 18 Betroffenheit der Stadt Hagen gegenüber Hitze - Zeitraum Gegenwart). Lediglich einzelne Bereiche der Stadt weisen eine geringe Betroffenheit auf, dazu zählen das Hagener Zen-

trum sowie Teile von Wehringhausen und Haspe. Hier ist jedoch hervorzuheben, dass sich die Betroffenheiten auf beide Zeitebenen beziehen und so bereits eine geringe Betroffenheiten in der Gegenwart eine nicht unerhebliche Betroffenheit gegenüber Hitzebelastung darstellt.

Für den Zeitraum der Zukunft zeigt die Betroffenheit der Stadt Hagen gegenüber Hitzebelastungen eine deutlich stärkere Ausprägung (siehe Abb. 19 Betroffenheit der Stadt Hagen gegenüber Hitze - Zeitraum Zukunft). Die bereits in der Gegenwart als gering klassifizierten Bereiche werden in der Zukunft voraussichtlich eine sehr hohe Betroffenheit aufweisen. Auch viele Bereiche die eine sehr geringe Betroffenheit in der Gegenwart aufweisen werden in der Zukunft deutlich stärker betroffen sein. Insbesondere die verdichteten Stadtbereiche um das **Zentrum**

Abbildung 18: Betroffenheit der Stadt Hagen gegenüber Hitze - Zeitraum Gegenwart



Quelle: Eigene Darstellung

der Stadt weisen dementsprechend in der Zukunft eine sehr hohe bis hohe Betroffenheit auf.

Anhand der ermittelten Betroffenheiten können Handlungsbedarfe identifiziert und priorisiert werden, deren Ermittlung im Folgenden erläutert wird.

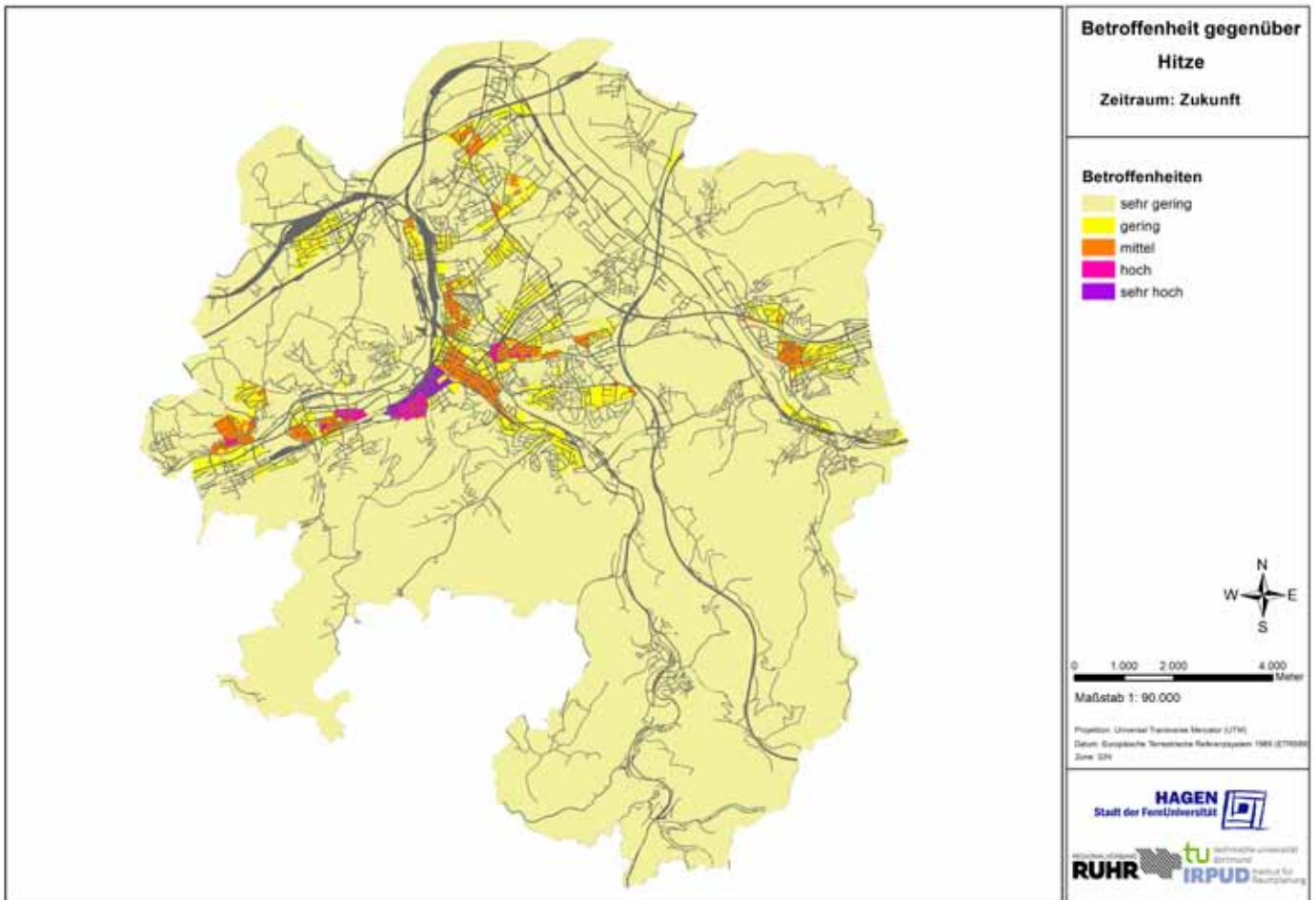
5.1.4 Priorisierung der Handlungsbedarfe bei Hitze

Die Handlungsbedarfe und Anpassungserfordernisse bei Hitze werden in zwei Prioritätenkarten (Siedlungsräume sowie Gewerbe- und Industriegebiete) verortet (siehe Abb. 20 Priorisierung der Handlungsbedarfe bei Hitze- Siedlungsflächen; Abb. 21 Priorisierung der Handlungsbedarf bei Hitze – Industrie- und Gewerbeflächen). Dabei werden für beide Zeitebenen auf Basis der Sensi-

vität gegenüber Hitze fünf Klassen bzw. Prioritätsstufen gebildet. Aufgrund der grundsätzlich hohen thermische Belastungssituation in Gewerbegebieten, in Verbindung mit ihrer großflächigen Ausdehnung über weite Teile der Hagener Tallagen, werden diese der höchsten Prioritätsstufe zugeordnet. Darüber hinaus liegen die Gewerbegebiete vielfach in unmittelbarer Nachbarschaft zu weiteren großflächigen Belastungsgebieten, so dass der Handlungsbedarf in diesen Gebieten besonders hoch ist.

Gebiete die in der Prioritätenkarte nicht einer der fünf Klassen zugeordnet werden lassen sich nicht zwangsläufig als unkritisch einstufen. Auch in diesen Gebieten sollten zukünftig, im Rahmen des städtischen Planungsprozesses, die Folgen etwaiger Planungsvorhaben bezüglich des Klimawandels abgeschätzt werden. Umfangreiche Bauvorhaben in einzelnen Stadtgebieten können

Abbildung 19: Betroffenheit der Stadt Hagen gegenüber Hitze - Zeitraum Zukunft



Quelle: Eigene Darstellung

dazu führen, dass sich die derzeitigen klimatischen Bedingungen erheblich verschlechtern und gleichzeitig die Betroffenheit zunimmt. Daher lassen sich Flächen, die gegenwärtig noch nicht als relevant eingestuft werden, in Zukunft möglicherweise einer höheren Prioritätsstufe zuordnen. Jedes Vorhaben innerhalb des Hager Stadtgebietes ist daher hinsichtlich seiner Folgen für das Stadt- und Mikroklima zu prüfen und abzuschätzen inwiefern durch das Vorhaben die Betroffenheit durch Klimafolgen beeinflusst wird. Darüber hinaus sind die Belange der Klimaanpassung in der Abwägung mit allen anderen Belangen zu berücksichtigen und entsprechend der ermittelten Betroffenheiten und Prioritätsstufen zu bewerten bzw. zu gewichten. Sollten geplante Vorhaben erhebliche negative Folgen haben, sind weitere Planungsvarianten und -alternativen, bestenfalls unter Berücksichtigung von Klimaanpassungsmaßnahmen beispielsweise hin-

sichtlich der Gebäudeanordnung oder der Grünflächenanteile, zu prüfen. Lässt sich eine starke Verschlechterung der klimatischen Bedingungen in einem Planungsgebiet erwarten, sollten durch den Einsatz mikroskaliger Simulationsmodelle die stadtklimatischen Auswirkungen untersucht und das Vorhaben ggf. um Klimaanpassungsmaßnahmen ergänzt werden (siehe Anhang 2 Endbericht zur Mikroskaligen Modellierung des Stadtklimas für den Untersuchungsraum Hagen; K.Plan 2018).

Die Prioritätsstufen werden nachfolgend erläutert sowie ein kurzer Überblick über mögliche Anpassungsmaßnahmen gegeben. Eine ausführliche und räumlich detaillierte Darstellung empfohlener Maßnahmen wird sowohl durch die Planungshinweiskarte als auch die Ergebnisse der mikroskaligen Stadtklimamodellierungen ermöglicht. Die Planungshinweise enthalten für alle Last- und

Ausgleichsräume in Hagen Empfehlungen zur Verbesserung der klimatischen Verhältnisse und nennen entsprechend zu schützenden Gunstfaktoren.

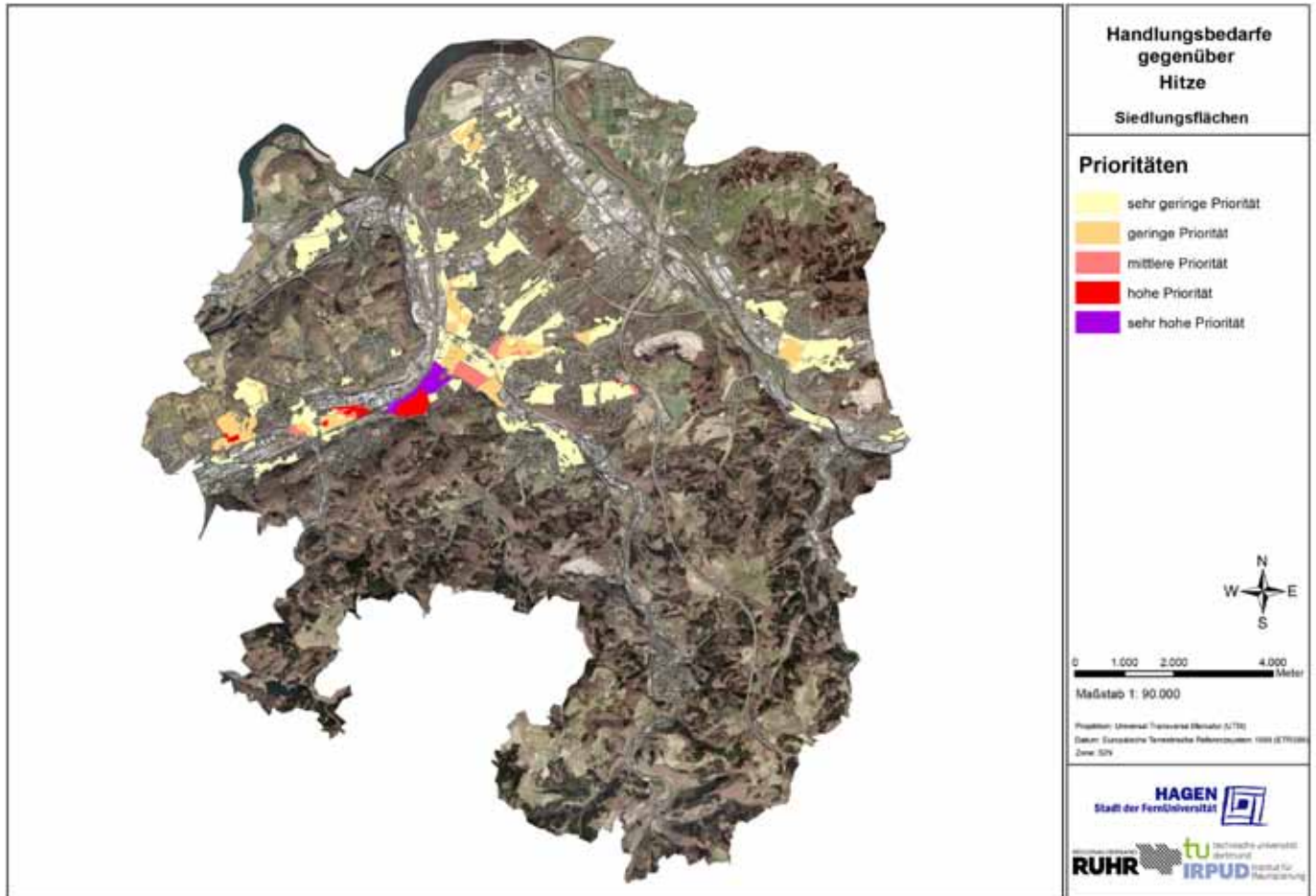
Die Tabelle 6 veranschaulicht die gegenwärtige Betroffenheit und ihre Veränderung in Zukunft und die daraus folgende Handlungspriorität.

Tabelle 6: Definition der Prioritätsstufen anhand der Betroffenheitsanalyse für die Siedlungsräume

	Betroffenheit T0 (Gegenwart)	Betroffenheit T1 (Zukunft)
	Bewertung Betroffenheit	Bewertung Betroffenheit
Priorität Stufe 1 (sehr geringe Priorität)	sehr gering	sehr gering bis gering
Priorität Stufe 2 (geringe Priorität)	sehr gering	mittel
Priorität Stufe 3 (mittlere Priorität)	sehr gering	hoch
Priorität Stufe 4 (hohe Priorität)	gering	hoch
Priorität Stufe 5 (sehr hohe Priorität)	gering	sehr hoch

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 20: Priorisierung der Handlungsbedarfe bei Hitze - Siedlungsflächen



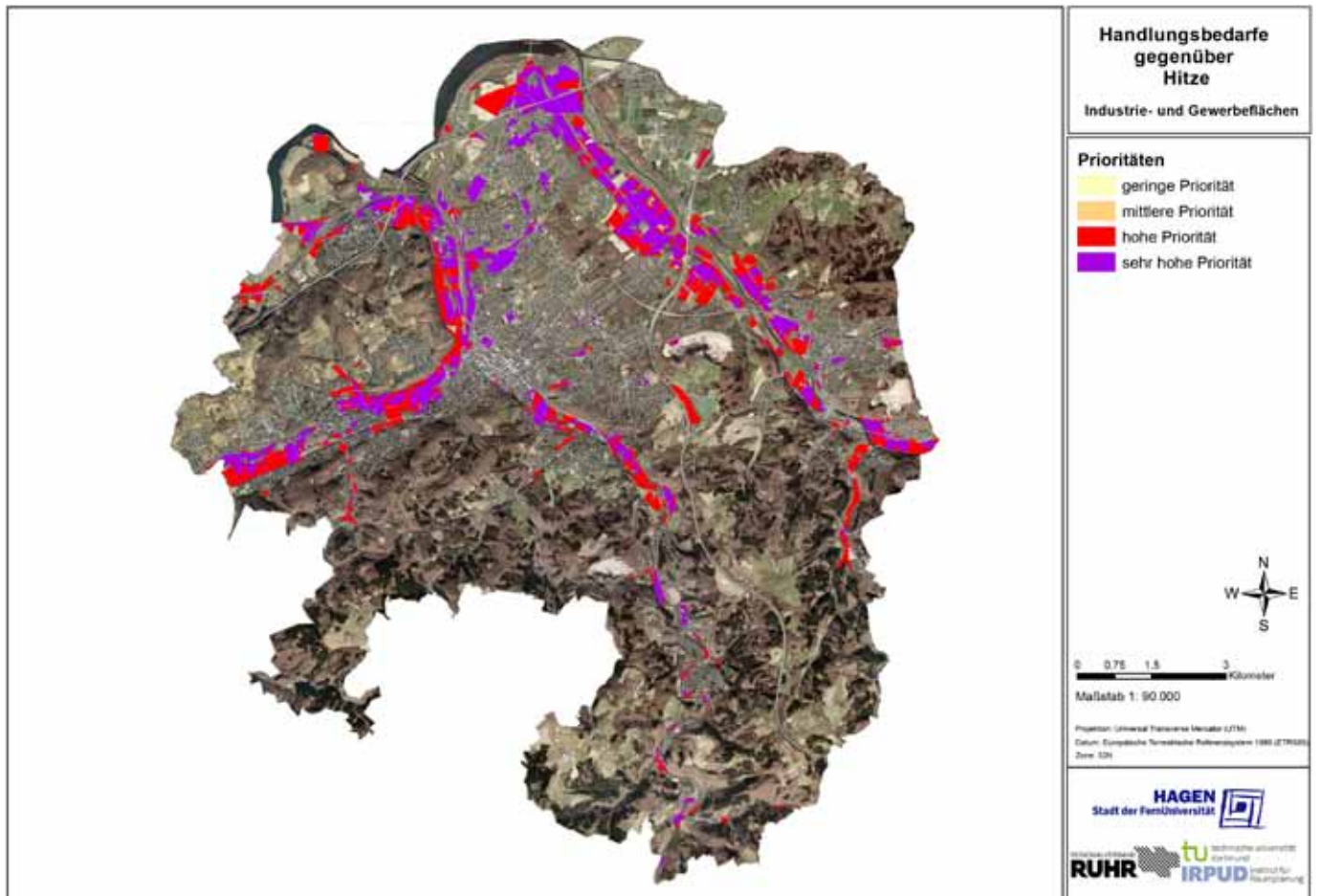
Quelle und Datengrundlage: Eigene Darstellung; Datengrundlage Land NRW (2018); Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0 (www.gov-data.de/dl-de/by-2-0)

Industrie- und Gewerbeflächen

Aufgrund der überwiegend dichten Bebauung und der meist hohen Flächenversiegelung treten die Industrie- und Gewerbeflächen sowohl tagsüber als auch in den Nachtstunden als deutliche Wärmeinseln hervor. Als besonders problematisch stellt sich die Lage und Ausdehnung großer gewerblicher Komplexe im Hagener Stadtgebiet dar (siehe Abb. 21 Priorisierung der Handlungsbedarf bei Hitze – Industrie- und Gewerbeflächen). Zum einen befinden sich diese überwiegend entlang der Tallagen und nehmen dort großflächige Bereiche ein, wobei deren Ausdehnung quer zum Talverlauf stellenweise bis zu 700 m beträgt und die Längserstreckung teilweise den gesamten Talverlauf im Bereich der besiedelten Flächen einnimmt. Zum anderen grenzen die stadtklima-

tisch belasteten Industrie- und Gewerbeflächen an zum Teil ebenfalls stark wärmebelastete Innenstadtbereiche an und führen zu einer wechselseitigen Verstärkung der Belastungssituation. Industrie- und Gewerbekomplexe stellen nicht nur bioklimatische, sondern auch lufthygienische Lasträume dar. Als besonders problematisch erweist sich in diesem Zusammenhang ihre Lage im Bereich der Täler, in denen die Belüftungssituation aufgrund häufiger Bodeninversionen an vielen Tagen des Jahres eingeschränkt ist und sich so Luftschadstoffe anreichern können. Aus diesem Grund werden die Gewerbe- und Industriekomplexe in die Stufen 4 und 5, in Abhängigkeit von der Höhe des in den Gebieten ermittelten Kaltluftvolumenstroms (Stufe 4: Kaltluftvolumenstrom $> 1000 \text{ m}^3/\text{s}$; Stufe 5: Kaltluftvolumenstrom $< 1000 \text{ m}^3/\text{s}$) eingeteilt.

Abbildung 21: Priorisierung der Handlungsbedarf bei Hitze – Industrie- und Gewerbeflächen



Quelle und Datengrundlage: Eigene Darstellung; Datengrundlage Land NRW (2018); Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0 (www.gov-data.de/dl-de/by-2-0)

Priorität Stufe 1 (Gebiete mit sehr geringer Priorität)

Teile des Hagener Stadtgebiets die eine sehr geringe Handlungspriorität aufweisen zeichnen sich gegenwärtig durch eine sehr geringe und zukünftig durch eine sehr geringe bis geringe Betroffenheit hinsichtlich der Hitzebelastung aus. Zu diesen Flächen zählen überwiegend Wohnsiedlungen, die dem Stadtrandklima zuzuordnen und durch eine aufgelockerte Bauweise mit einem zum Teil hohen Grünanteil gekennzeichnet sind. Der Handlungsbedarf ist aufgrund der zum Teil günstigen städtebaulichen Strukturen in diesen Gebieten somit vergleichsweise gering. Zu beachten ist jedoch, dass einige Gebiete im Übergangsbereich zu dichter bebauten Flächen mit einer höheren Handlungspriorität liegen und daher langfristige Anpassungsmaßnahmen auch in

diesen Bereichen zu einer Verbesserung der klimatischen Verhältnisse in den angrenzenden Gebieten beitragen können. So können beispielsweise durch die Schaffung von Luftleitbahnen Verbesserungen der Kalt- und Frischluftzufuhr auch in den umliegenden Gewerbe- und Wohnsiedlungen erreicht werden.

Priorität Stufe 2 (Gebiete mit geringer Priorität)

Flächen mit einer geringen Handlungspriorität finden sich im gesamten Stadtgebiet. Diese Bereiche sind gegenwärtig von einer sehr geringen Betroffenheit und zukünftig von einer mittleren Betroffenheit gekennzeichnet. Dazu zählen Flächen mit einer lockeren Bebauungsstruktur und einem geringen Versiegelungsgrad sowie Bereiche innerhalb dicht bebauter Gebiete mit einem



geringen Anteil an Wohnbevölkerung, wie z.B. in der Innenstadt oder den Stadtteilzentren. Die Grundlage des vorhandenen Datenmaterials zur Bevölkerungsstruktur berücksichtigt bzw. erfasst auch in diesen Bereich mit Einzelhandelsnutzungen nur die Wohnbevölkerung und nicht Bevölkerungsgruppen, die sich tagsüber nur in diesen Bereichen aufhalten. In vielen innerstädtischen Bereichen überwiegt jedoch die Arbeits- und Versorgungsfunktionen und nicht die Wohnfunktion, was in diesen statistischen Bereichen dazu führt, dass zwischen Tag- und Nachtbevölkerung eine erhebliche Differenz bzw. ein Übergewicht der Tagbevölkerung besteht. Daher wird die Bedeutung der Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen gerade in diesen Bereichen möglicherweise unterschätzt.

Da sowohl weite Teile der Innenstadt als auch locker und dicht bebaute Wohnsiedlungen dieser Prioritätsstufe zugewiesen werden, kommt eine breite Palette an Anpassungsmaßnahmen in Frage. Dazu zählen sowohl die Umsetzung von kleineren Maßnahmen im innerstädtischen Bereich – wie beispielsweise das Aufstellen von Verschattungselementen oder die Anpflanzung von Einzelbäumen und die Errichtung von Wasserzestäubern – als auch die Vernetzung von Grünflächen und die Anpflanzung von Bäumen und Sträuchern im Wohnumfeld zur Verringerung der Hitzebelastung während der Sommermonate.

Priorität Stufe 3 (Gebiete mit mittlerer Priorität)

Flächen im Hagener Stadtgebiet mit einer mittleren Handlungspriorität weisen gegenwärtig eine sehr geringe Betroffenheit und zukünftig eine hohe Betroffenheit auf. Auch in dieser Prioritätsstufe ist von innerstädtischen Gebieten mit einer geringeren Wohnbevölkerung als Nachtbevölkerung aber einem hohen Anteil der Tagbevölkerung auszugehen. Die größte Fläche mit einer mittleren Handlungspriorität liegt im Stadtzentrum zwischen Konkordiastraße und Bergischem Ring. Einige kleinere Gebiete befinden sich in Haspe und im Umfeld des Emilianplatzes. Die hohe Sensitivität in Verbindung mit einer starken bioklimatischen Belastungssituation macht die Realisierung kurzfristig umzusetzender Maßnahmen erforderlich. Dazu zählen der Erhalt und Ausbau kleinerer Grünflächen, die Begrünung von Innenhöfen oder Dach- und Fassadenbegrünung, die als wohnumfeldnahe

stadtklimatische Ausgleichsmaßnahmen zu einer lokalen Entlastung beitragen können.

Priorität Stufe 4 (Gebiete mit hoher Priorität)

Zu den Gebieten mit einer hohen Priorität und damit einem hohen Handlungsbedarf gehören Flächen, die in der Gegenwart eine geringe Betroffenheit und in der Zukunft eine hohe Betroffenheit aufweisen. Demnach handelt es sich bereits heute um Gebiete mit überwiegend dichter Bauweise und einem hohen Versiegelungsgrad, in denen in den Sommermonaten eine starke Hitzebelastung auftreten kann. Außerdem sind diese Bereiche von einem hohen Anteil hitzesensibler Bevölkerungsgruppen geprägt. Auch zukünftig handelt es sich daher um Gebiete mit hoher Betroffenheit und einem hohen Handlungsbedarf, da trotz einem anhaltenden Bevölkerungsrückgang der Anteil besonders sensibler Bevölkerungsgruppen zunehmen wird. Aus diesem Grund sollten kurz- und mittelfristige Maßnahmen zur Verbesserung der klimatischen Verhältnisse prioritär umgesetzt werden. Die Gebiete mit einer hohen Priorität liegen im Bereich der Ewaldstraße und der Preußerstraße. Zu den wichtigsten Anpassungsmaßnahmen gehört die Verbesserung der Belüftungssituation und der Erhalt bzw. Ausbau von Grün- und Freiflächen sowie die Sensibilisierung der Bevölkerung.

Priorität Stufe 5 (Gebiete mit sehr hoher Priorität)

Flächen im Stadtgebiet für die gegenwärtig eine geringe und zukünftig eine sehr hohe Betroffenheit identifiziert wird weisen eine sehr hohe Handlungspriorität auf. Neben einer ausgeprägten bioklimatischen Belastungssituation ist in diesen Siedlungsflächen gleichfalls eine hohe Anzahl an betroffener Wohnbevölkerung vorzufinden. Aus diesem Grund liegt der Schwerpunkt in einer kurzfristigen Maßnahmenrealisierung zur Verbesserung der bioklimatischen Bedingungen. Die Gebiete mit einer sehr hohen Priorität liegen im Bereich Wehringhausen-Ost. Zu den wichtigsten Anpassungsmaßnahmen gehören die Verbesserung der Belüftungssituation und die Schaffung von thermischer Entlastung durch Wasserflächen und Verschattung sowie die Sensibilisierung der Bevölkerung.

5.1.5 Fokusgebiet Hitzebelastung: Wehringhausen

Im Folgenden wird der Stadtteil Wehringhausen exemplarisch betrachtet, da dieser sowohl aufgrund von Hitzestress stark belastet ist als auch eine hohe Sensitivität der Bewohner aufweist. Wehringhausen-Ost liegt im Zentrum der Stadt Hagen und ist eines der am dichtesten besiedelten Quartiere mit einem hohen Versiegelungsgrad. Das Fokusgebiet umfasst ca. 24 ha und besteht überwiegend aus Wohnbebauung. Der Gebäudebestand ist geprägt von gründerzeitlichen Bauten, von denen sich zahlreiche in einem sanierungsbedürftigen Zustand befinden oder leer stehen. Der Grünflächenanteil im Quartier ist mit 14 Prozent relativ gering.

Wehringhausen ist im Hinblick auf sozioökonomische Kriterien im Stadtvergleich überdurchschnittlich stark benachteiligt. Um den negativen Entwicklungen entgegenzuwirken, wurde Wehringhausen im Jahr 2012 in das Stadterneuerungsprogramm ‚Soziale Stadt‘ des Landes NRW aufgenommen. Das Integrierte Handlungskonzept für die Soziale Stadt Wehringhausen ist die Grundlage der Quartierserneuerung und Voraussetzung für entsprechende Förderprojekte. Ergänzend wurden eine Quartiersanalyse, ein Spiel- und Freiflächenkonzept sowie Masterpläne für die Themen Freiraum sowie Verkehr und Mobilität erarbeitet. Schwerpunkt bilden insbesondere städtebauliche Erneuerungsmaßnahmen wie die Erneuerung von Straßen, Plätzen, Spiel- und Freiflächen sowie ein Fassaden- und Hofflächenprogramm. Über den Verfügungsfonds Soziale Stadt Wehringhausen werden Ideen und Vorhaben von Bewohnern, Vereinen, Initiativen im Quartier direkt gefördert.

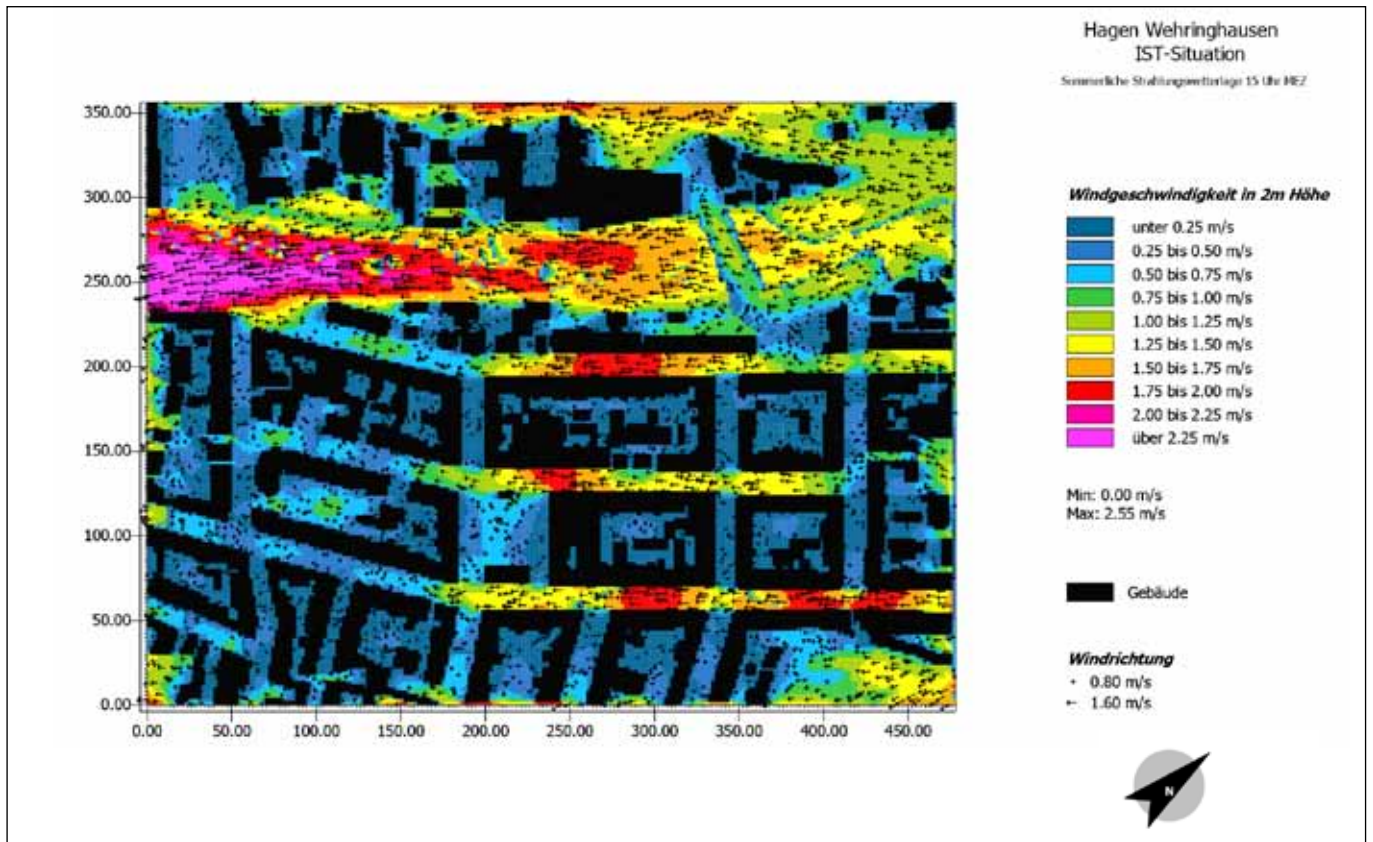
Der Wohnbezirk Wehringhausen-Ost ist, insbesondere im Bereich Wilhelmplatz, hinsichtlich der Hitzebelastung eines der am stärksten betroffenen Gebiete in Hagen. Darüber hinaus befinden sich wichtige soziale Infrastruktureinrichtungen (Seniorenheim und Kindergärten) im Stadtteil, die ebenfalls Betroffenheiten gegenüber Hitzebelastung aufweisen. In Wehringhausen steigt der Anteil besonders empfindlicher, älterer und jüngerer Bevölkerungsgruppen, trotz der prognostizierten sinkenden Bevölkerungszahlen, in Zukunft an.

Zusammenfassung der mikroskaligen Stadtklimamodellierung (Modell ENVI-met)

Der Großblock Wehringhausen-Ost ist stadtklimatisch das am stärksten betroffene Gebiet in Hagen. Die bioklimatische Situation wird, bis auf die Bereiche mit Schattenwurf durch Gebäude oder große Bäume, als extrem belastend eingestuft. Mit PMV-Werten von bis zu 6,7 stellt ein längerer Aufenthalt in diesen Bereichen ein Problem für die menschliche Gesundheit dar (vgl. K.Plan 2018: 56). Die Windgeschwindigkeiten sind aufgrund der dichten Blockbebauung überwiegend sehr gering (siehe Abbildung 22 ENVI-met Windgeschwindigkeit in 2m Höhe um 15 Uhr MEZ, Wehringhausen).

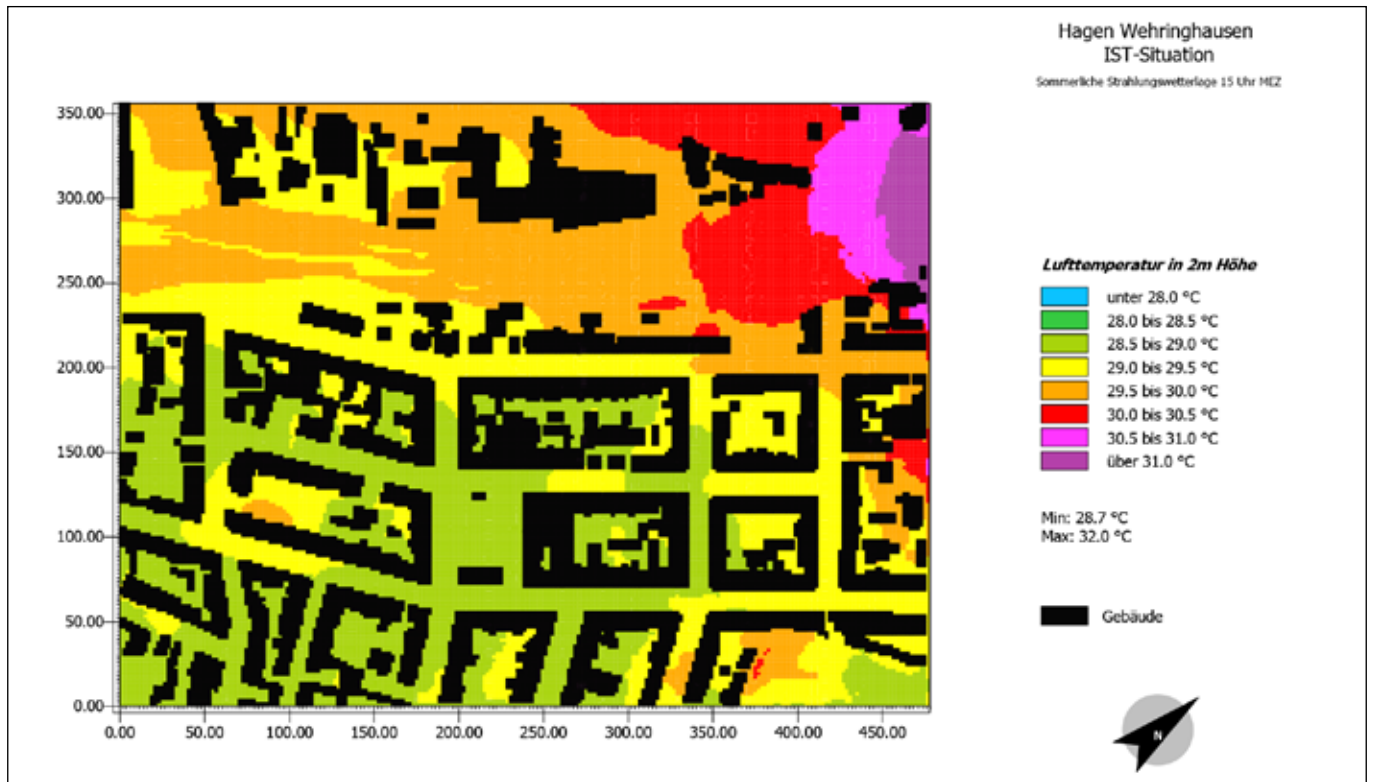
Bereiche mit mäßiger Durchlüftung finden sich überwiegend in Straßenräumen, die in etwa parallel zur simulierten Windrichtung verlaufenden. Die Bahnstrecke/Gleisanlagen im Untersuchungsgebiet wirkt aufgrund der fehlenden Strömungshindernisse und der damit verbundenen geringen Oberflächenrauigkeit als Luftleitbahn und kann auch bei Schwachwindlagen weiter entfernte Bereiche belüften. Diese beschränken sich jedoch auf die unmittelbare Luftleitbahn sowie die daran anschließenden Bereiche.

Abbildung 22: ENVI-met Windgeschwindigkeit in 2m Höhe um 15 Uhr MEZ, Wehringhausen



Quelle: K.Plan 2018: 53

Abbildung 23: ENVI-met berechnete Lufttemperatur in 2m Höhe um 15 Uhr MEZ, Wehringhausen



Quelle: K.Plan 2018: 51

Die Verteilung der Lufttemperaturen wird in der Tag- und der Nachtsituation stark von der Luftströmung beeinflusst. In der Nachtsituation gibt es im Bereich Bachstraße/Lange Straße/Gummertstraße die geringsten Abkühlungseffekte, bedingt durch den mangelhaften Luftaustausch (Siehe Abbildung 23 ENVI-met berechnete Lufttemperatur in 2m Höhe um 15 Uhr MEZ, Wehringhausen). Insbesondere für die Augustastraße, Bismarkstraße und Lange Straße sind Anpassungsmaßnahmen zu empfehlen. Baumplantagen zur Verschattung und begrünte Innenhöfe führen zu einer starken Verbesserung der Aufenthaltsqualität. Die Situation am Wilhelmsplatz ist mit einer mäßigen Belüftung, hohen Oberflächentemperaturen und PMV-Werten zwischen 5,0 und 5,5 zwar relativ betrachtet im mittleren Extrembereich, aber dennoch auf einem bioklimatisch sehr ungünstigen Niveau (siehe Abb. 24 ENVI-met berechnete PMV um 15 Uhr MEZ, Wehringhausen). Da hier ein zentraler Anlaufplatz für die Anwohner liegt, werden dringend Anpassungsmaßnahmen zur Verbesserung der Aufenthaltsqualität empfohlen (vgl. K.Plan 2018: 56).

Entwicklungskonzepte und Anknüpfungspunkte an klimaanpassungsrelevante Aktivitäten

Um klimaanpassungsrelevante Aspekte zu etablieren, sollte an bereits bestehende oder laufende Entwicklungskonzepte, Strategien oder Analysen wie beispielsweise der Sozialen Stadt Wehringhausen angeknüpft werden, um größtmögliche Synergien zu schaffen bzw. zu nutzen. Wie bereits beschrieben, wurden für den Stadtteil Wehringhausen zahlreiche übergeordnete Untersuchungen, Konzepte und Pläne formuliert, die bereits klimaanpassungsrelevante Themen aufgreifen und Potentiale zur weiteren Integration klimarelevanter Themen bieten. So beinhaltet das Integrierte Handlungskonzept für die Soziale Stadt Wehringhausen zentrale Ansatzpunkte, die sich zur Integration von Klimaanpassungsaktivitäten gut eignen, die im Folgenden erläutert werden:

- Der Rückbau von Gebäuden, um Platz für neue Freiflächen oder Gebäude zu schaffen:
Der Rückbau von Gebäuden fördert die Durchlüftung dichter urbaner Bereiche und bietet Raum für Begrünungsmaßnahmen zur Verbesserung des Stadtklimas.

- Die Sanierung von Gebäuden und die Aufwertung des Wohnumfelds:
Bei der Sanierung von Gebäuden wirken sich Außenbeschattung sowie Fassadenbegrünungsmaßnahmen oder helle Farben positiv auf das Stadtklima aus. Die Gestaltung des Wohnumfelds durch Begrünungsmaßnahmen oder Wasserelemente steigern die Attraktivität und verbessern das Mikroklima.
- Die Stärkung des Stadtteilzentrums sowohl baulich als auch funktional sowie umfassende soziale und integrative Maßnahmen zur Unterstützung der Bewohner:
In bauliche und funktionale Maßnahmen können klimaanpassungsrelevante Elemente wie urbane Durchgrünung integriert werden. Umfassende soziale und integrative Maßnahmen können genutzt werden, um die Bevölkerung für Hitzevorsorge zu sensibilisieren.
(vgl. Stadt- und Regionalplanung Dr. Jansen GmbH 2008: 61).

Darüber hinaus wird derzeit, auf der Grundlage einer im Jahr 2018 erarbeiteten Wohnungsmarktstudie, ein Integriertes Handlungskonzept Wohnen erarbeitet. Dieses Konzept bietet ebenfalls die Möglichkeit, Anpassungsmaßnahmen zu integrieren und zielgerichtet umzusetzen. Entsprechend der vorbereitenden Untersuchungen im Rahmen der Wohnungsmarktstudie wurden gute Voraussetzungen für eine positive Entwicklung, im Rahmen des Reurbanisierungstrends sowie der Stärkung kreativer Milieus bzw. der Kreativwirtschaft identifiziert (vgl. IRI 2018: 65). Insbesondere lebendige urbane Milieus identifizieren sich stark mit ihren Wohnquartieren und zeigen oft eine hohe Bereitschaft und Engagement für die Quartiersentwicklung. Eine klimagerechte Quartiersentwicklung kann diese Potentiale unterstützen, zur Qualifizierung weicher Standortfaktoren beitragen und ein Kriterium der Wohnstandortwahl sein, da insbesondere die Anpassung an die absehbaren Auswirkungen des Klimawandels im Siedlungsraum die Attraktivität und Qualität der innerstädtischen Wohn- und Arbeitsstandorte fördert.

Der vorhandene Masterplan Verkehr für den Stadtteil Wehringhausen benennt die gegebene Bebauungsdichte, Nutzungsmischung und Innenstadtnähe (Erreichbarkeit) als positive urbane Ausgangsbedingungen und entsprechende Entwicklungsansätze. Gleichfalls werden

negative Bestandsbedingungen aufgeführt, die bei der Maßnahmenentwicklung Synergien zu klimaanpassungsrelevanten Maßnahmen bieten:

1. Die Gestaltung des Wilhelmsplatzes:

Eine klimaangepasste Gestaltung und damit mikroklimatische Verbesserung des Wilhelmsplatzes wurde im Rahmen der mikroskaligen Stadtklimamodellierung berücksichtigt (siehe K.Plan 2018: 59). Wesentliche Maßnahmen sind Vergemeinschaftungen der vorhandenen Bäume durch Grasflächen, Büsche und Hecken sowie zwei Brunnen, die die unmittelbare Umgebung kühlen. Diese Maßnahmen führen in der Berechnung zu einer Verbesserung des PMV-Wertes um bis zu 1,3 Punkte.

2. Wenig Aufenthaltsmöglichkeiten im öffentlichen Raum:

Eine Verbesserung der Aufenthaltsmöglichkeiten sowie die Minderung von Hitzebelastungen an

Heißen Tagen können im öffentlichen Raum durch Verschattung und Durchgrünung erreicht werden. Die Förderung urbaner Durchgrünung oder die thermische Entlastung durch offene Wasserflächen bieten hier großes Entwicklungspotential.

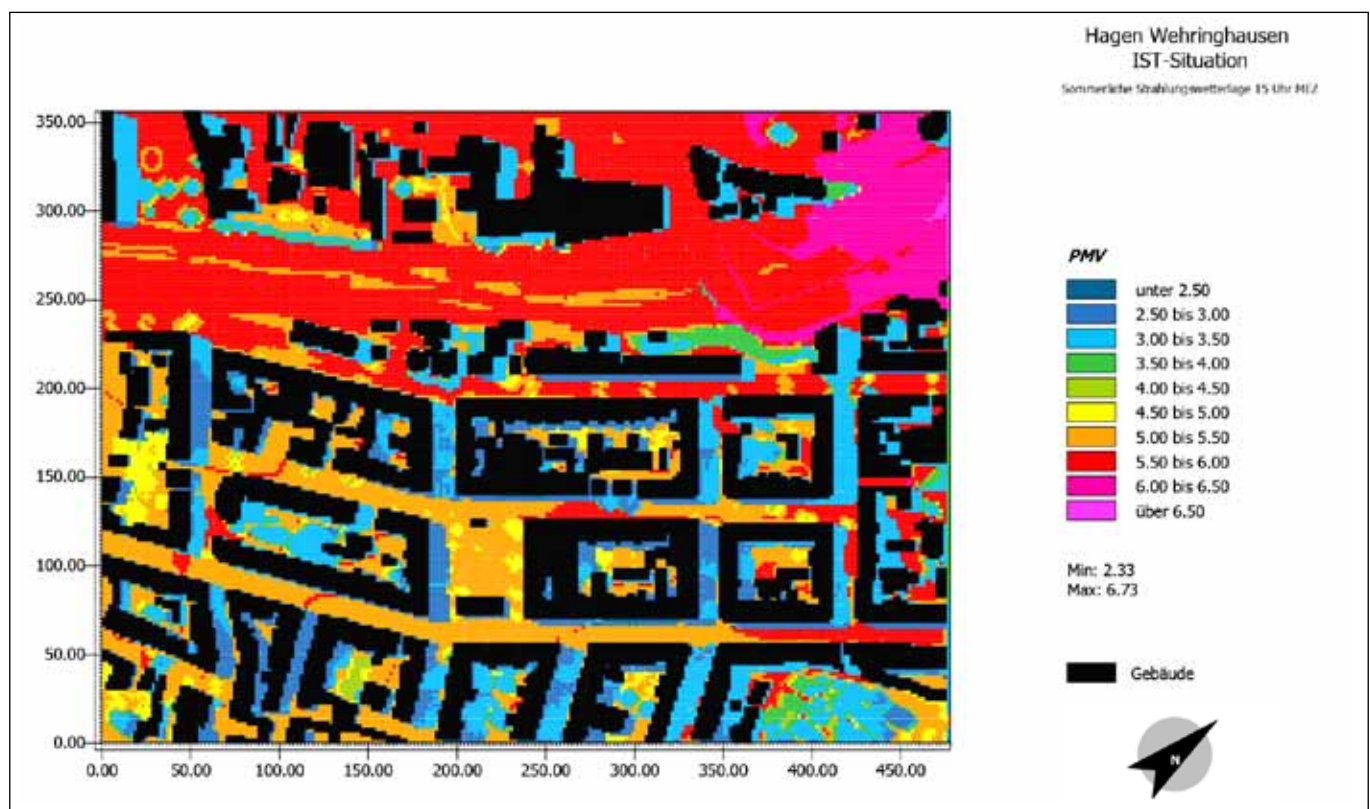
3. Mangelnde Haltestellenausstattung:

Haltestellen sind temporäre Aufenthaltsflächen, bei denen auf eine schattenspendende Bauweise und Ausstattung geachtet werden sollte.

4. Hoher Parkdruck und Parksuchverkehr, die das Straßenbild dominieren:

Bei verkehrlichen Maßnahmen sollte die mikroklimatische Situation vor Ort berücksichtigt werden. Bei der Schaffung von zusätzlichem Parkraum gilt es, mögliche Synergien und Konflikte frühzeitig zu ermitteln, die beispielsweise zusätzliche Flächenversiegelung oder die Schaffung von Grünstrukturen betreffen.
(vgl. Planersocietät 2015: 25-39)

Abbildung 24: ENVI-met berechnete PMV um 15 Uhr MEZ, Wehringhausen



Quelle: K.Plan 2018: 56

Der Masterplan Freiraum und das Spiel- und Freiflächenkonzept haben Flächenpotentiale ermittelt, die ebenfalls für Anpassungsmaßnahmen genutzt werden können (siehe Landschaftsarchitekturbüro Hoff 2015; scape Landschaftsarchitekten 2015). Hierzu gehören Potentialflächen, wie beispielsweise die sogenannte ‚Bohne‘, der Park Villa Post oder das Straßengrünkonzept zur Aufwertung der Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum. Die Berücksichtigung der Ergebnisse der mikroskaligen Stadtklimamodellierung und die entsprechenden gutachterlichen Empfehlungen sollten im Rahmen der Umsetzung des Straßengrünkonzeptes berücksichtigt werden, um Synergien zu nutzen und Zielkonflikte zu vermeiden.

Weitere Ansätze bietet das Integrierte Handlungskonzept Wohnen in Hagen. Die Wohnungsmarktstudie empfiehlt eine Doppelstrategie aus Rückbau und Neubau. Trotz bestehender Wohnraumnachfrage und Neubedarfen in Teilmärkten ist vor dem Hintergrund des weiterhin hohen Leerstandes sowie prognostizierten Bevölkerungsrückgangs bis zum Jahr 2030 mittelfristig ein verstärkter Rückbau von nicht mehr marktfähigen Wohnungsbeständen sinnvoll. Im Zuge dieses Rück-

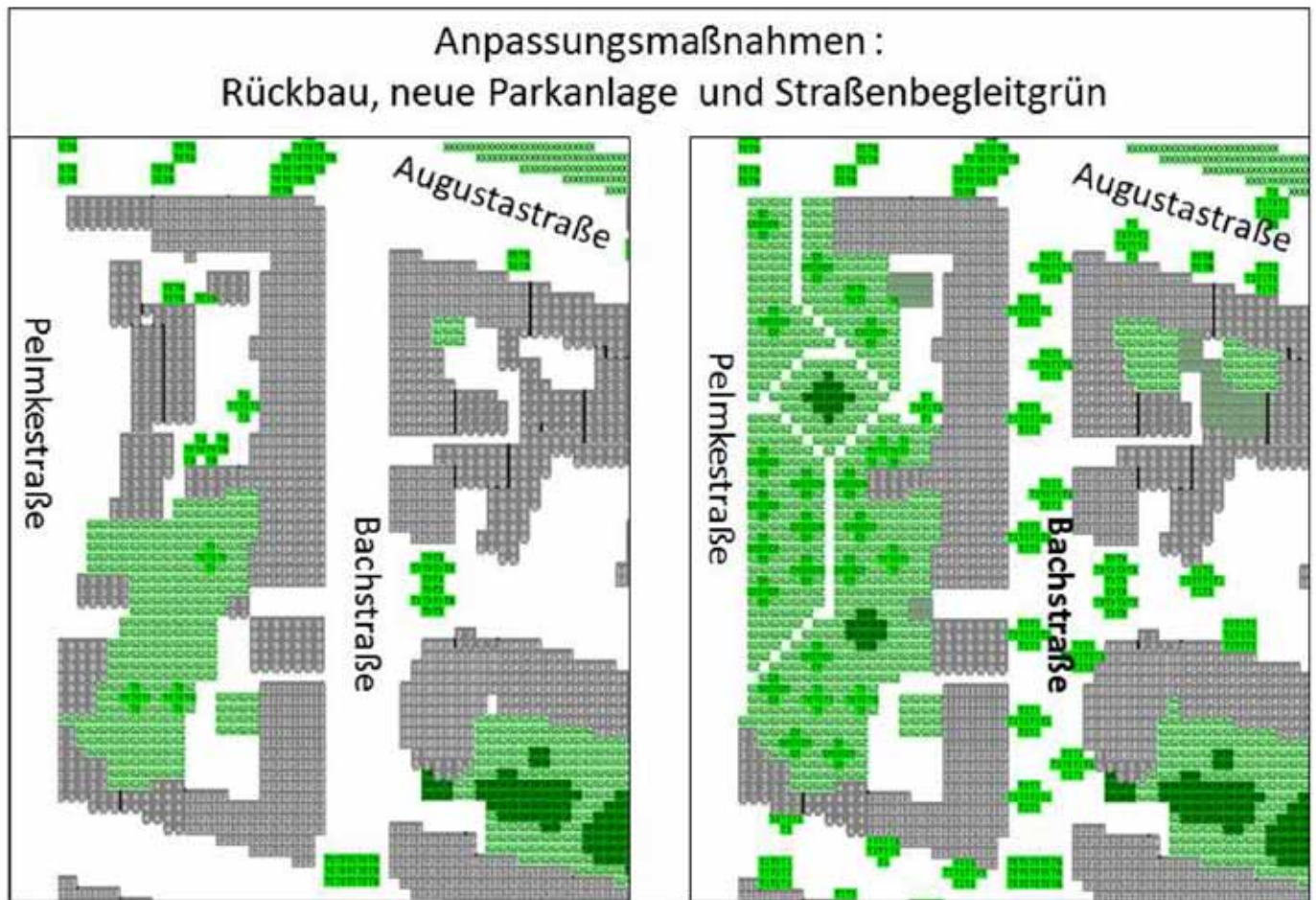
baus gilt es, stadtklimatische und lufthygienische Belange miteinzubeziehen. Anknüpfungspunkt bieten sich hier insbesondere in Wehringhausen, wo sozialen und städtebaulichen Missständen bereits entgegengesteuert wird. Hier können außerdem bevölkerungsaktivierende Anpassungsmaßnahmen integriert werden. Darüber hinaus werden mithilfe von Landesmitteln identifizierte Problemimmobilien von der Stadt aufgekauft und wieder marktfähig entwickelt oder aber zurückgebaut. Im Rahmen der Klimaanpassung sollten sich daraus ergebende Begrünungspotentiale in Baulücken, auf Plätzen, Dächern, an Fassaden oder in Innenhöfen genutzt werden, die zur Verbesserung der Aufenthaltsqualität und stadtklimatischen Entlastung beitragen (siehe Abb. 25 Ausschnitt des ENVI-met Modell Szenario 1 mit Bsp. Dachbegrünung für Wehringhausen). Im Rahmen der mikroskaligen Modellierung des Stadtklimas für Wehringhausen wurde ein Rückbau im Bestand an der Pelmkestraße simuliert. Darüber hinaus wurde für diese Fläche die Gestaltung einer geplanten Parkanlage (Mehrgenerationenpark) in das Modell integriert (Siehe Abb. 26 Ausschnitt des ENVI-met Modell IST-Zustand und Szenario 1; Gebäuderückbau und Parkanlage für Wehringhausen).

Abbildung 25: Ausschnitt des ENVI-met Modell Szenario 1 mit Bsp. Dachbegrünung für Wehringhausen



Quelle: K.Plan 2018: 58

Abbildung 26: Ausschnitt des ENVI-met Modell IST-Zustand und Szenario 1; Gebäuderückbau und Parkanlage für Wehringhausen



Quelle: K.Plan 2018: 58

5.2 Klimawirkung Starkregen

Die globale Erwärmung mit Steigerungen der Durchschnitts- und Extremtemperaturen hat Auswirkungen auf das Niederschlagsgeschehen. Dieser Zusammenhang erklärt sich nicht zuletzt physikalisch, da wärmere Luft mehr Feuchtigkeit binden kann als kalte Luft. Unter Starkregen werden große Niederschlagsmengen in kurzer Zeit verstanden, welche häufig durch konvektive Ereignisse auftreten. Dabei entsteht durch Aufsteigen von Luftpaketen Bewölkung, die wiederum zu konvektiven Zellen mit starkem Gewitter und Starkniederschlag führen können und häufig ein kleinräumiges Gebiet betrifft. Viele Klimamodelle berechnen für die Zukunft eine Zunahme der Häufigkeit solcher Starkregenereignisse (vgl. BBSR 2015: 17, 35; BBSR 2018: 3; Website DWD 2018).

Starkregenereignisse können sehr schnell zu ansteigenden Wasserständen, Rückstauungen, Überflutungen und/oder Sturzfluten führen. Hinzu kommen Einflussfaktoren wie die Topographie, der Versiegelungsgrad oder die Bebauungsdichte, die die Abflussdynamik verstärken können. In Städten und urbanen Räumen ist die Sensitivität gegenüber Starkregen besonders hoch. Hier konzentrieren sich Menschen, Güter und Sachwerte, sensible Einrichtungen sowie Bau- und Infrastrukturen (vgl. BBSR 2015: 35; UBA 2018a: 19f).

5.2.1 Analyse der Starkregengefahren

Um die Auswirkungen solcher Ereignisse im städtischen Kontext bewerten und eine Gefährdungsanalyse durchführen zu können, wurde für die Stadt Hagen ein 2D-Oberflächenabflussmodell aufgestellt (siehe Ingenieurbüro Beck 2017). Das Modell wurde für die Gegenwart mit dem Lastfall $T_n = 100$ a für ein hundertjährliches Regenereignis und für die Zukunft mit dem Lastfall $T_n = 100$ a für ein hundertjährliches Regenereignis mit einem 10-prozentigen Klimawandelzuschlag gerechnet. Eine wichtige Grundlage der Untersuchung lag bereits vor. Der Wirtschaftsbetrieb Hagen (WBH) hatte bereits im Jahr 2014 eine topographische Karte der Abflusspotentiale erstellen lassen, um (Haupt-)Fließwege und Senken im Hagener Stadtgebiet zu ermitteln. Fließwege und Senken zeigen deutlich exponierte Lagen im Stadtgebiet auf. Gleichzeitig sind die Fließwegmodelle eine Entschei-

dungshilfe in der Generalentwässerungsplanung. Die Ergebnisse sind in ihrer Auflösung genauer als das 2D-Oberflächenabflussmodell, eignen sich jedoch aufgrund eines fehlenden konkreten Lastfalls und einer gewissen Eintrittswahrscheinlichkeit nur bedingt für die Analyse der Klimawirkung. Die Karte zeigt anhand eines Worst-Case-Szenarios den Oberflächenabfluss, der sich aus der Topografie ergibt. Die Leistung der Kanalisation wurde dabei nicht berücksichtigt, auch weil das gewählte Starkregenszenario deutlich über der Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes liegt. Die durchgeführten Untersuchungen sind eine reine Abfrage der Höhenstrukturen der abgebildeten Geländeoberfläche. Die Fließwege richten sich nach Höhenunterschieden auf der Oberfläche.

Für die 2D-Oberflächenabflussmodellierung wurde ein Rechenmodell auf Basis des Höhenmodells des Hagener Stadtgebiets erstellt. Dies ist unterteilt in die drei Teilmodelle ‚Lenne‘, ‚Ruhr‘ und ‚Volme‘, die sich an den Einzugsgebieten der jeweiligen Gewässer orientieren. Für die Geländeoberfläche wurde in den drei Klassen ‚Wald‘, ‚Grünfläche‘ und ‚Versiegelt‘ Oberflächenparameter zur Rauigkeit und Versickerung vergeben. Gebäude wurden als Bruchkanten eingefügt, sodass diese nicht durchströmt werden können. Die für das Modell angesetzten Niederschlagsspenden für die genannten Lastfälle und der Dauerstufe $D = 60$ Minuten konnten vom WBH übernommen werden. Über das Hagener Stadtgebiet verteilt betreibt der WBH 10 Regenschreiber, die bereits seit ca. 30 Jahren die Niederschläge realistisch erfassen (siehe Tab. 7 Angesetzte Niederschlagsspenden bei der Beregnung des Hagener Stadtgebietes). Die erfassten Regendaten zeigen ansteigende Spenden von Hagen Nord über Mitte bis Süd. Die erhobenen Niederschlagsstatistiken ermöglichen es bis zu einem hundertjährigen Ereignis Regenreihen abzuleiten und statistisch auszuwerten (vgl. Ingenieurbüro Beck 2017).

Anhand der ermittelten Fließwege lassen sich oberflächige Abflusspfade in und durch das Siedlungsgebiet gut darstellen. In Abhängigkeit von Fließgeschwindigkeiten und den topographischen Verhältnissen, können diese auch für die Beurteilung der Erosionsgefahr herangezogen werden. Die lokalisierten Geländesenken zeigen, wo sich bei entsprechenden Zuflussmöglichkeiten das Oberflächenwasser sammelt. An diesen Stellen können sich deutlich größere Wassertiefen einstellen als entlang

Tabelle 7: Angesetzte Niederschlagsspenden bei der Berechnung des Hagener Stadtgebietes

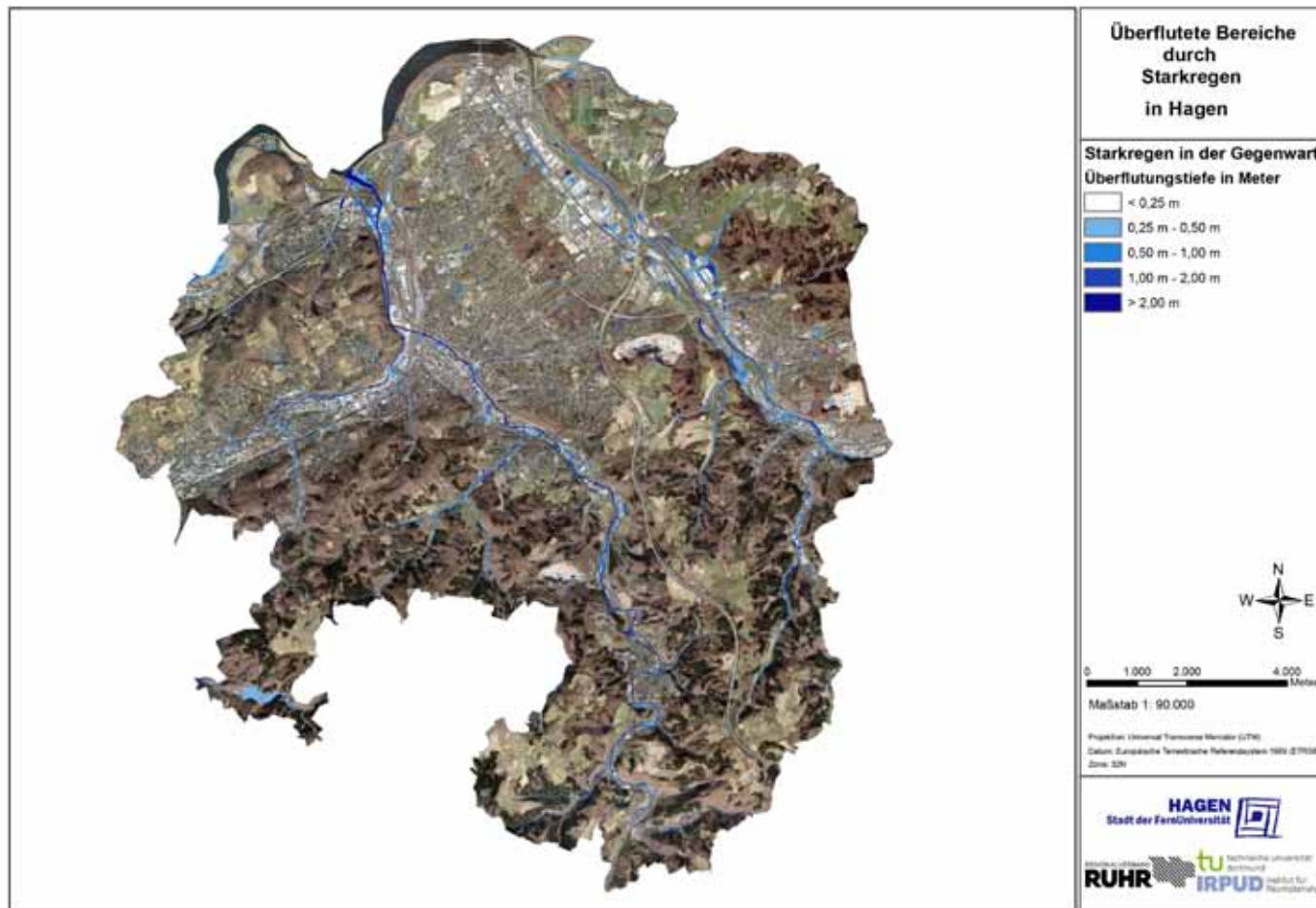
Teilgebiet	Wiederkehrintervall T	Dauerstufe D	Spende r_N	Spende $r_N + 10\%$ Klimazuschlag
	[a]	[min]	[1/s x ha]	[1/s x ha]
Volme	100	60	130,00	143,00
Lenne	100	60	124,20	136,62
Ruhr	100	60	117,90	129,69

Quelle: Ingenieurbüro Beck 2017: 8

der Fließwege. Geländesenken stellen daher häufig besondere Gefährdungsbereiche dar. Andererseits können Senken in unbebauten Bereichen z.B. bei der Überflutungsvorsorge auch zur gezielten Retention von Oberflächenwasser genutzt werden. (vgl. DWA 2013: 13-15).

Im Ergebnis der 2D-Oberflächenabflussmodellierung werden maximale Wassertiefen dargestellt. Insbesondere aufgrund der bewegten Topographie und der zahlreichen Flüsse und Bachläufe im Hagener Stadtgebiet sowie aufgrund dicht bebauter und versiegelter Lagen zeigt sich in Teilen des Stadtgebiets ein hohes Überflutungspotential (siehe Abb. 27 Überflutete Bereiche bei einem heutigen Starkregenereignis; Abb. 28 Überflutete Bereiche bei einem zukünftigen Starkregenereignis). Die Ergebnisse dienen einer stadtgebietsweiten Erstabschätzung im Fall eines Starkregenereignisses. Für die kleinräumige Maßnahmenplanung wird empfohlen auf detailliertere Modelle unter Berücksichtigung der Kanalisation und relevanter Bruchkanten zurückzugreifen. Es handelt sich bei der Berechnung nur um ein großflächiges Screening zur Ermittlung von sogenannten ‚Hotspots‘. Für Maßnahmenplanungen wird auf die Entwässerungsplanung verwiesen bzw. es sind für die entsprechenden Stellen Detailmodelle notwendig.

Abbildung 27: Überflutete Bereiche bei einem heutigen Starkregenereignis



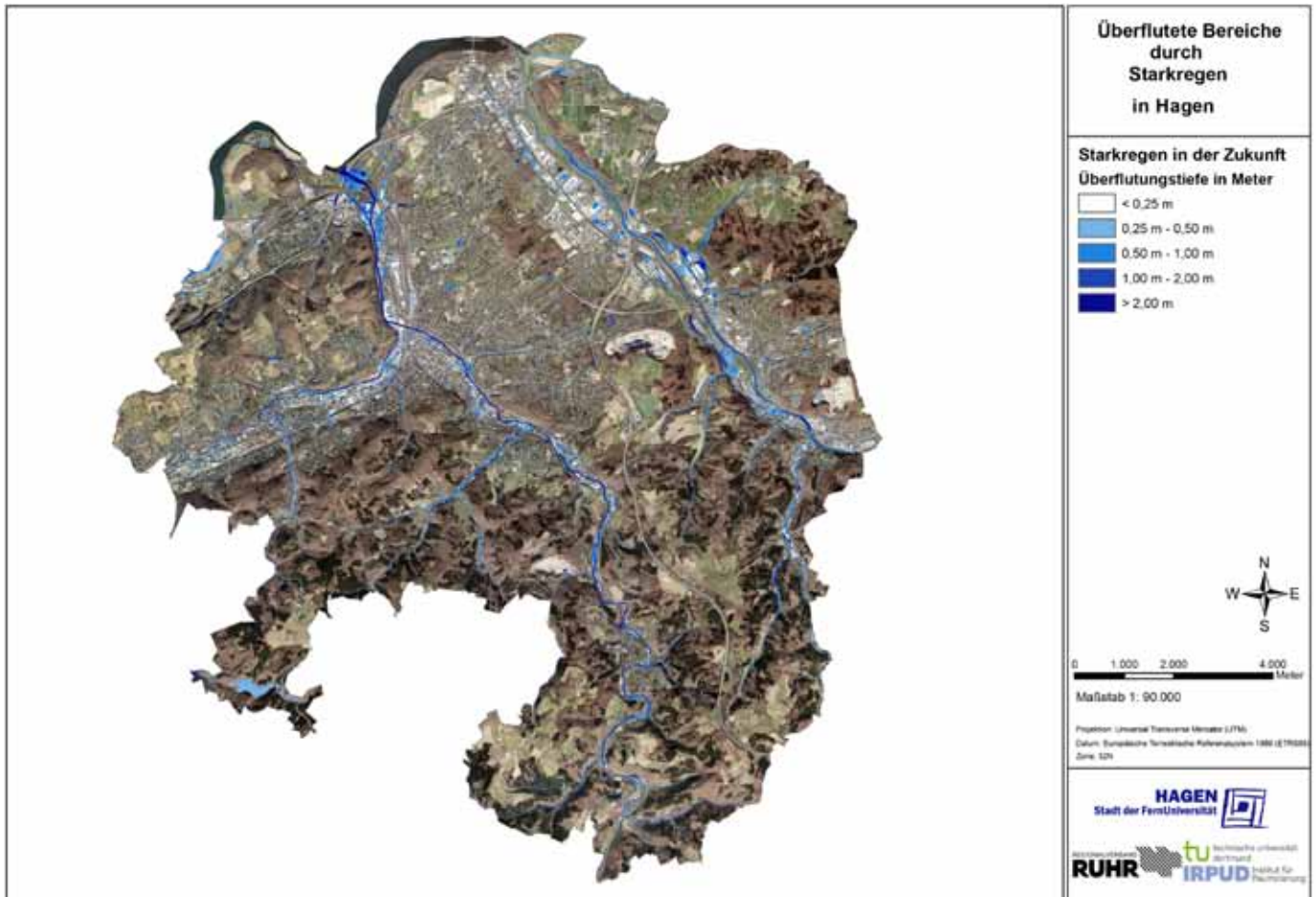
Quelle und Datengrundlage: Eigene Darstellung auf Basis von Ingenieurbüro Beck 2017; Datengrundlage Land NRW (2018); Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

5.2.2 Sensitivität gegenüber Überflutungs- bzw. Überschwemmungsgefahren durch Starkregen und Hochwasser

Im Falle von Überflutungs- und Überschwemmungsgefahren durch Starkregen und Hochwasser sind die vorhandenen Bevölkerungsdaten auf Großblockebene nicht ausreichend, da Überflutungen lokalspezifisch auftreten. Entsprechend wurde eine andere Methodik genutzt, um neuralgische Stellen zu identifizieren. Im Rahmen der Gefahrenanalyse wurde ermittelt, welche Gebäude und Flächen potentiell gefährdet sind. Die Sensitivität wurde aus der Gebäudenutzungsart abgeleitet und in die Empfindlichkeitsstufen 1 (niedrige Empfindlichkeit) bis 3 (hohe Empfindlichkeit) kategorisiert. Das sind zum ei-

nen sogenannte ‚Kritische Infrastrukturen‘ (KRITIS) „[...] mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten würden“ (BBK 2011: 18). Zum anderen werden soziale Einrichtungen erfasst, die überwiegend hilfsbedürftige und somit sensitive Bevölkerungsgruppen beherbergen (z.B. Alten- und Pflegeheime sowie Kindergärten). In diesen Einrichtungen besteht großer Handlungsbedarf, da diese Personen im Falle eines Extremereignisses voraussichtlich auf die Hilfe anderer angewiesen sind und für die im Falle eines Ausfalls der Einrichtung Ersatz geschaffen werden muss.

Abbildung 28: Überflutete Bereiche bei einem zukünftigen Starkregenereignis



Quelle und Datengrundlage: Eigene Darstellung auf Basis von Ingenieurbüro Beck 2017; Datengrundlage Land NRW (2018); Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Für die Stadt Hagen wurden zunächst Daten für alle relevanten Gebäude bzw. Infrastrukturen zusammengetragen. Wesentliche Grundlage waren dabei die Gebäudedaten aus dem amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS), die auch Informationen zur Gebäudefunktion und damit zur Empfindlichkeit der Gebäude aufweisen. Ein Großteil der Gebäude aus dem Bereich Energie wurde ausgeschlossen und nur Gebäude mit einbezogen, die eine große Bedeutung für die Versorgung der Stadt Hagen haben. Die entsprechenden Umspannwerke wurden nach Rücksprache mit dem Energieversorger identifiziert und in der Analyse berücksichtigt (Zuordnung zur Empfindlichkeitsstufe zwei). Ebenso wurde geprüft, ob besonders wichtige Gebäude im Bereich der Telekommunikation in den ALKIS-Daten vollständig abgedeckt sind und entsprechende Gebäude gegebenenfalls ergänzt

(Zuordnung zur Empfindlichkeitsstufe 2). Darüber hinaus wurden alle ALKIS-Gebäude, die sich im Bereich von Störfallbetrieben befinden, als Störfallbetrieb (und somit ebenso Empfindlichkeitsstufe zwei) eingeordnet. Die Daten wurden in Absprache mit relevanten Akteuren der Energie- und Telekommunikationsversorgung ergänzt. Methodisch problematisch bleibt, dass Gebäude auch mehrere Nutzungen aufweisen können. Im Rahmen der Analyse wurde, mit Ausnahme der oben genannten Fälle, immer die im ALKIS angegebene Gebäudefunktion für die Zuweisung der Empfindlichkeitsstufe herangezogen.

Neben den (flächenhaften) Gebäuden wurden auch linienhaften Infrastrukturen Empfindlichkeitswerte zugewiesen. Als linienhafte Infrastrukturen wurden Schienenwege, Autobahnen sowie die Vorrangstraßen der

Feuerwehr in die Analyse aufgenommen und jeweils der Empfindlichkeitsstufe drei zugeordnet, da es sich bei all diesen Infrastrukturen um Kritische Infrastrukturen im Sinne der Definition des BBKs handelt. Die Daten zu den Vorrangstraßen der Feuerwehr stammen von der Feuerwehr, die Daten zu den Schienenwegen wurden aus OpenStreetMap extrahiert und die Daten zu den Autobahnen stammen vom Vermessungsamt der Stadt Hagen. Eine Berücksichtigung der systemischen Kritikalität (Berücksichtigung der Auswirkungen eines Ausfalls einer bestimmten kritischen Infrastruktur auf das Gesamtsystem) konnte im Rahmen der Analyse auf Grund der Komplexität nur vereinfacht durchgeführt werden, indem das Vorrangnetz der Feuerwehr eine besondere Empfindlichkeit zugeordnet, aber keine genauere Untersuchung etwa auf Grundlage von Verkehrsströmen durchgeführt wurde.

Aufgrund unterschiedlicher Datenverfügbarkeit wurden für Starkregen und Hochwasser etwas abweichende Datensätze/Empfindlichkeitsstufen genommen, die im Folgenden für Starkregen erläutert werden. Die Gebäude werden dabei in drei Empfindlichkeitsstufen kategorisiert:

Empfindlichkeitsstufe 3 (sehr starke Empfindlichkeit):

Diese Stufe umfasst Gebäude und Infrastrukturen, die den Kritischen Infrastrukturen zuzuordnen sind. Darüber hinaus wurden Vorrangstraße der Feuerwehr sowie Störfallbetriebe hinzugenommen, da diese bei einem Ausfall

oder einer Beeinträchtigung ebenfalls weitreichende Folgen für das städtische System mit sich bringen würden und die Sicherheit der Bürger gefährden können (Eintrag von Giftstoffen, Verzögerungen bei der Evakuierung oder Rettungseinsätzen).

Empfindlichkeitsstufe 2 (starke Empfindlichkeit):

Hierzu zählen Gebäude, die sozialen Infrastruktureinrichtungen zuzuordnen sind und in denen sich besonders sensible Bevölkerungsgruppen aufhalten, welche im Ereignisfall auf die Hilfe Dritter angewiesen sind (beispielsweise Pflegeeinrichtungen, Kindertagesstätten). Diese Gebäude werden als empfindlich eingestuft, da im Falle einer Überflutung überwiegend immobile und hilfsbedürftige Menschen evakuiert werden müssen oder es im Falle von Gebäudeschäden zu einer beeinträchtigten Nutzbarkeit kommen könnte.

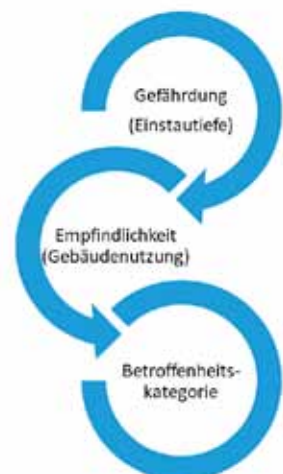
Die Empfindlichkeitsstufe 1 (mäßige Empfindlichkeit):

Diese Empfindlichkeitsstufe umfasst alle weiteren Gebäude- und Infrastrukturkategorien (bspw. Wohngebäude).

5.2.3 Betroffenheit der Stadt Hagen gegenüber Starkregen

Das Ausmaß von Starkregenereignissen, die daraus folgenden Fließgeschwindigkeiten und Einstautiefen, sind abhängig von der Niederschlagsmenge und der ört-

Abbildung 29: Methode zur Ermittlung der Starkregenbetroffenheit



Quelle: Eigene Darstellung

lichen Topografie. Starkregenereignisse sind räumlich ubiquitäre Extremereignisse, d.h. sie können grundsätzlich überall und sehr plötzlich auftreten und sind daher nur schwer vorhersagbar. Die Analyse der Betroffenheit gegenüber Starkregen dient als Planungsgrundlage, um den Aufgaben und Pflichten der Gefahrenabwehr, Vorsorgepflicht, Sicherstellung des Wohls der Allgemeinheit und dem Schutz vor konkreter Beeinträchtigung verfassungsrechtlich geschützter Güter gerecht zu werden. Es werden potentiell betroffene Gebiete, öffentliche Objekte, und Infrastrukturen identifiziert und Handlungsempfehlungen abgeleitet, um den Funktionsausfall wichtiger Infrastrukturen im Ereignisfall zu vermeiden. Auch private und gewerbliche Nutzer müssen für potentielle Gefahren sensibilisiert werden (vgl. LUBW 2018: 34).

Die Betroffenheit von Starkregen wird mithilfe der potentiellen Einstautiefe und der Gebäudenutzung ermittelt (siehe Abb. 29 Methode zur Ermittlung der Starkregenbetroffenheit). Überflutungen durch Starkregen sind potentiell lebensbedrohlich, insbesondere für immobile oder hilfsbedürftige Personen. Die Einteilung von Gefährdungsstufen erfolgt in Anlehnung an den Leitfaden kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg (LUBW 2018), in dem konkrete Gefährdungen nach Einstautiefen benannt werden (siehe Tab. 8 Gefährdungsstufen bei Starkregen). Mithilfe von Empfindlichkeitsstufen (siehe Tab. 9 Empfindlichkeitsstufen bei Starkregen) auf Basis der Gebäudenutzungsarten werden Betroffenheitsklassen ermittelt, aus denen Handlungsbedarfe für Anpassungsmaßnahmen und die konkrete Überflutungsvorsorge hergeleitet werden.

Tabelle 8: Gefährdungsstufen bei Starkregen

Gefährdungsstufen	Einstautiefe
1. mäßige Überflutungsgefahr	Ab 25 cm bis 50 cm
2. hohe Überflutungsgefahr	50 cm bis 1 m
3. sehr hohe Überflutungsgefahr	Größer 1 m

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an LUBW 2018: 26

Tabelle 9: Empfindlichkeitsstufen bei Starkregen

Empfindlichkeitsstufen	Gebäudenutzung
3. Sehr starke Empfindlichkeit	KRITIS, Störfallbetriebe, Vorrangstraßen der Feuerwehr
2. starke Empfindlichkeit	Soz. Infrastruktureinrichtungen mit sens. Bevölkerung
1. mäßige Empfindlichkeit	Alle weiteren privaten und gewerblichen Gebäude ohne Garagen und Schuppen

Quelle: Eigene Darstellung

Bei einem Starkregenereignis können hohe Fließgeschwindigkeiten entstehen. Bereits bei Fließgeschwindigkeiten ab 0,2 m/s besteht Gefahr für bewegungseingeschränkte Menschen und Kinder, wenn sie einen Abfluss queren wollen. Bei Fließgeschwindigkeiten ab 0,5 m/s wirken bei Gebäuden hohe statische und dynamische Druckkräfte und in den Wassermassen Gefahren durch größere Feststoffe (Auto, Baumstämme etc.) (vgl. LUBW 2018: 29). Diese Gefahrenpotentiale sind in der Stadt Hagen in besonderem Maße relevant, nicht zuletzt aufgrund der bewegten Topografie. Aufgrund fehlender Datengrundlagen der Fließgeschwindigkeiten können im Rahmen der Betroffenheitsanalyse jedoch nur die Einstautiefen berücksichtigt werden.

Den Gebäuden bzw. Infrastrukturen werden sowohl für die Gegenwart als auch für die Zukunft auf Basis der Ergebnisse der durchgeführten 2D-Oberflächenabflussmodellierung jeweils eine Gefahrenstufe zugeordnet. Diese orientiert sich bei Gebäuden an der maximalen Einstautiefe bei einem Starkregenereignis. Dabei werden Flächen berücksichtigt, die innerhalb eines Abstands von einem Meter um die Gebäude liegen und eine Größe von mindestens einem Quadratmeter aufweisen. So werden nur diejenigen Gebäude identifiziert, die entsprechend der Modellierungsergebnisse überhaupt von einem Starkregenereignis betroffen sein können. Dabei ist jedoch zu beachten, dass es auch an kleinräumigen lokalen Stellen zu Überflutungen kommen kann (kleine Mulde, Senke), die jedoch nicht zwangsläufig zu einer (größeren) Gefährdung der Gebäude führen.

Generell lassen sich auf Basis der 2D-Oberflächenabflussmodellierung alle ermittelten Einstautiefen darstellen. Für eine stadtgebietsweite Untersuchung besonders betroffener Bereiche, baulicher Anlagen und Infrastrukturen müssen jedoch aussagekräftige Schwellenwerte gesetzt werden. In der gängigen Praxis lassen sich dazu sehr unterschiedliche Vorgehensweisen feststellen. Schon geringe Einstauungen von Oberflächenwasser, z.B. in einer Höhe bis 25 cm über dem Gelände, kann für ein Eindringen in ebenerdige oder tiefliegende Gebäudeöffnungen völlig ausreichen. Verschiedene Maße beeinflussen das Setzen von Schwellenwerten. So haben Bordsteine i.d.R. eine Höhe von 10-30 cm, Multifunktionsgehäuse der Stromverteilungs- und Telekommunikationstechnik haben i.d.R. eine Höhe von 20-30 cm und ein herkömmlicher PKW verfügt über eine Wassertiefe von ca. 40-50 cm. Die Untergrenze von 25 cm für die Gefahrenstufe 1 wird gewählt, da bei dieser Einstautiefe bereits erhebliche Ausfälle oder Schäden zu erwarten sind. Darüber hinaus würde ein niedriger Schwellenwert zu einer deutlich größeren Anzahl dargestellter bzw. betroffener Flächen, Gebäude und Infrastrukturen führen, die jedoch in der Regel nicht (in erwähnenswertem Maße) betroffen sind. Darüber hinaus handelt es sich um eine großflächige stadtgebietsweite Analyse zur Ermittlung von sogenannten ‚Hotspots‘. Für Maßnahmenplanungen muss auf die Entwässerungsplanung abgestellt werden bzw. es sind für kleinräumige Pläne Detailmodelle notwendig. Die

weiteren Grenzen werden bei 50 cm (Wassereintritt auch bei erhöhten Eingängen) und einem Meter (Gefahr für Leib und Leben, Versagen baulicher Strukturen) gesetzt. Linienhafte Infrastrukturen wie Straßen oder Schienenwege erhalten bereits ab einer Überflutung von 25 cm die höchste Gefahrenstufe, da diese bereits ab geringen Einstautiefen in aller Regel unpassierbar sind bzw. in ihrer Funktion eingeschränkt und stark beschädigt werden können. Zu beachten ist dabei, dass Abschnitte, die sich auf Brücken befinden, nicht in der Analyse berücksichtigt werden, da diese von Überflutungen nicht direkt betroffen sind. Für alle restlichen Gebiete mit einer Einstautiefe unter 25 cm wird eine geringe Gefährdungsstufe angesetzt, die in der gesamtstädtischen Ermittlung der Hotspot-Bereiche keine Berücksichtigung finden. Dennoch ist keinesfalls auszuschließen, dass es auch in diesen Bereichen bei Starkregen zu Überflutungen kommen kann.

5.2.4 Priorisierung der Handlungsbedarfe

Zur Priorisierung der Handlungsbedarfe und Anpassungserfordernisse bei Starkregen werden Betroffenheitskategorien gebildet, die sich aus den Gefährdungs- und Empfindlichkeitsstufen zusammensetzen (siehe Tab 10 Betroffenheitsmatrix für Starkregen). Im Folgenden werden die in der Betroffenheitskarte zu Starkregen dargestellten Risiken erläutert:

Tabelle 10 Betroffenheitsmatrix für Starkregen

Überflutungstiefe	Empfindlichkeit		
	[1] Weitere Gebäude	[2] Soziale Infrastrukturen	[3] Kritis Störfallbetriebe Vorrangstraßen
[1] 25 cm bis 50 cm	[2] mäßig	[3] stark	[4] stark
[2] 50 cm bis 100 cm	[3] stark	[4] stark	[5] sehr stark
[3] über 100 cm	[4] stark	[5] sehr stark	[6] sehr stark

Quelle: Eigene Darstellung

Gebäude und Infrastrukturen der Betroffenheitskategorie 1 - mäßige Betroffenheit

Mäßig betroffene Gebäude sind Gebäude, die im Falle eines Starkregens bis zu 50 cm überflutet werden. Je nach Ausstattung und Lage des Gebäudes können diese Schäden nehmen bzw. die Bewohner/Nutzer des Gebäudes gefährdet werden. Bei volllaufenden Räumen unterhalb der Eintrittsschwelle kann das Öffnen von Türen und Fenstern gegen den Wasserdruck unmöglich werden, Fluchtwege behindern und zur Gefahr für Leib und Leben führen. Die Eintrittsmöglichkeiten des Wassers sind über ebenerdige Gebäudeöffnungen wie Türen und Fenster sowie durch Rückstau aus dem Kanalnetz möglich und führen zu Schäden am Gebäude und Inventar. Diesen Gefahren und Risiken kann mit einfachen Maßnahmen entgegengewirkt werden. Ebenerdige und tiefliegende Gebäudeöffnungen können z.B. durch Aufkantung, Barrieren und Sperren oder wasserdichte und drucksichere Türen und Fenster gesichert werden. Bei höheren Einstauungen können mobile Schutzvorrichtungen angebracht werden. Darüber hinaus muss eine Aufklärung und Sensibilisierung der Bevölkerung über richtiges Verhalten im Ereignisfall sowie entsprechende Vorsorge und Schutzmaßnahmen stattfinden. Regenrückhalt und örtliche Versickerung sollten generell geprüft werden und wenn möglich Anwendung finden.

Gebäude und Infrastrukturen der Betroffenheitskategorie 2 - starke Betroffenheit

In diese Kategorie fallen Kritische Infrastruktureinrichtungen, die von einer Einstautiefe bis zu 50 cm betroffen sind. Außerdem soziale Infrastrukturen, die von Einstauungen bis zu einem Meter betroffen sind sowie private Gebäude mit Einstauungen von über einem Meter. Für diese Gebäude besteht großer Handlungsbedarf, da ein erhebliches Schadenspotential vorliegt. Die sozialen Infrastruktureinrichtungen sind im Falle einer Einstauung von bis zu einem Meter stark betroffen. Für die Nutzer des Gebäudes kann, je nach Eintrittsgeschwindigkeit und Nutzung des Erdgeschosses, eine Gefährdung von Leib und Leben vorliegen. Insbesondere soziale Infrastrukturen für besonders sensible Bevölkerungsgruppen (Alte und Kleinkinder) sind davon betroffen. Aufklärungs- und Sensibilisierungsmaßnahmen, Evakuierungen und richtiges Verhalten im Ereignisfall können Gefahren ab-

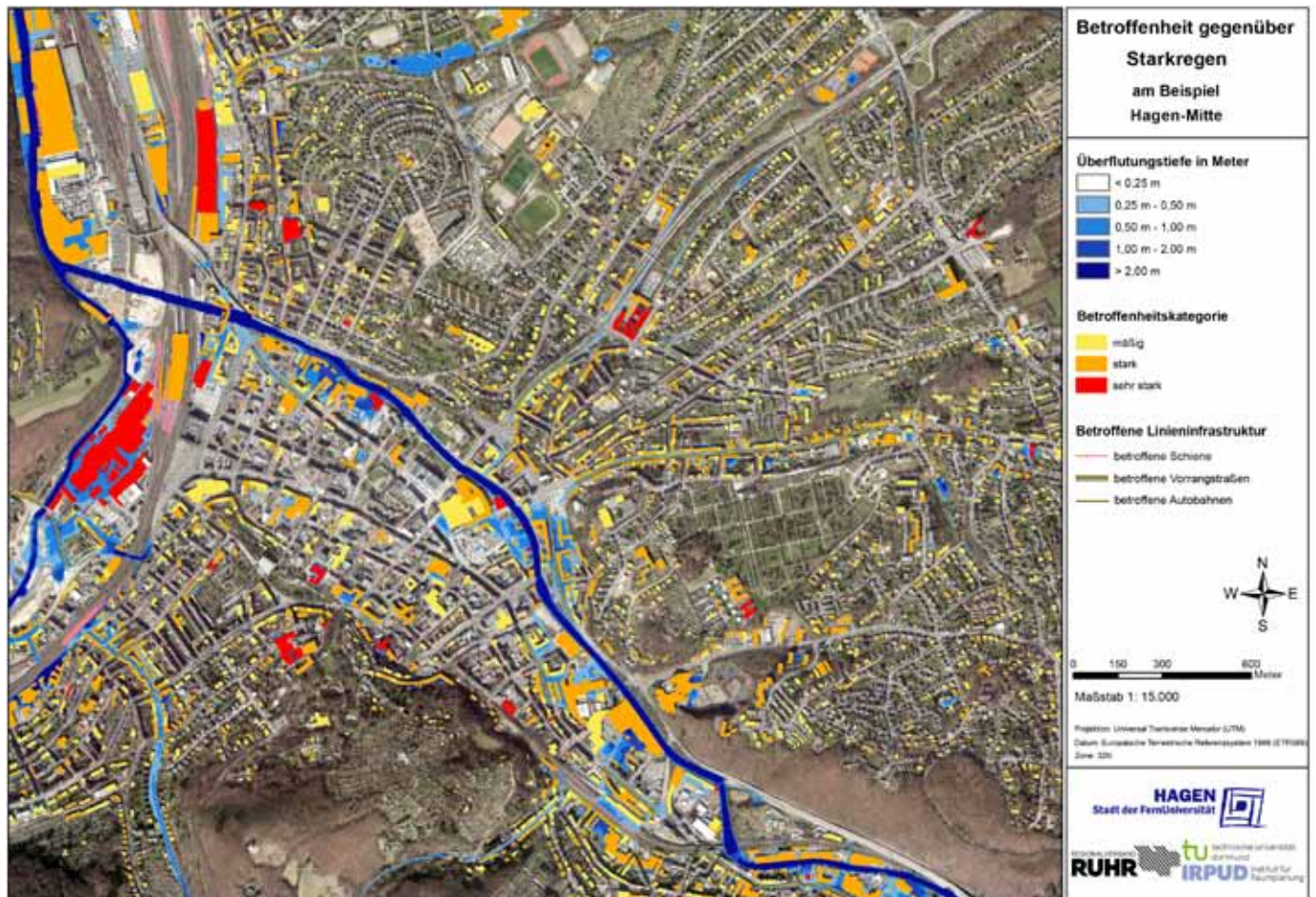
wenden. Auch die Gebäude, Gebäudetechnik und das Inventar können stark beschädigt werden, was zu hohen Folgekosten und eingeschränkter Nutzbarkeit führen kann. Für Gebäude sollte daher geprüft werden, welche Vorkehrungen getroffen werden können, um tiefe Einstauungen bzw. starke Schäden zu vermeiden. Bei Planungen bzgl. der Umgestaltung oder des Neubaus von Einrichtungen sollten diese Aspekte ebenfalls berücksichtigt werden. Bei der Frage der Schließung von Einrichtungen sollte auch die Betroffenheit und Sicherheit gegenüber Klimawandelfolgen mit in die Entscheidung der Schließung einfließen.

Gebäude und Infrastrukturen der Betroffenheitskategorie 3 - sehr starke Betroffenheit

In dieser Kategorie besteht der größte Handlungsbedarf. Sehr stark betroffen sind Kritische Infrastrukturen ab einer Einstautiefe von 50 cm bis über einem Meter und soziale Infrastruktureinrichtungen ab einem Meter. Bei diesen Objekten sollte dringend geprüft werden, inwiefern diese Gebäude und die Nutzungen Schaden nehmen könnten und eine entsprechende Sensibilisierung sowie Vorsorgemaßnahmen erfolgen. Auch für Kritische Infrastrukturen sollte geprüft werden, welche Vorsorge- und Schutzmaßnahmen getroffen werden können. Einstautiefen ab einem Meter können zu statischem Versagen bei Gebäuden und folglich zu einer erhöhten Gefahr für die Nutzer führen. Hier sollten gebäudetechnische Maßnahmen geprüft werden, insbesondere um Schäden wie den Einsturz von Gebäudeteilen zu verhindern. Bei der Standortwahl neuer Einrichtungen sowie der Schließung bestehender Standorte sollten diese Aspekte mitgedacht werden.

In der nachfolgenden Karte werden die Überflutungspotentiale sowie die Betroffenheitskategorien der Gebäude in einem Teilausschnitt dargestellt. Abbildung 30 zeigt, dass insbesondere Gebäude eine hohe Betroffenheit aufweisen, die entlang der Fließgewässer liegen. Jedoch lassen sich hohe Betroffenheiten auch weiter entfernt von Fließgewässern finden. In den kartographischen Ergebnissen werden besonders gefährdete Gebäude abgebildet, wobei Gebäude mit wichtigen Funktionen der öffentlichen Sicherheit hervorgehoben werden. Jedes Gebäude bedarf jedoch zusätzlich einer individuellen Überprüfung bezüglich seiner konkreten Betroffenheit gegenüber Starkregengefahren.

Abbildung 30: Betroffenheit gegenüber Starkregen am Beispiel Hagen-Mitte



Quelle und Datengrundlage: Eigene Darstellung auf Basis von Ingenieurbüro Beck 2017; Datengrundlage Land NRW (2018); Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Tabelle 11 verdeutlicht, dass ein Großteil der untersuchten kritischen und sozialen Infrastrukturen potentiell von Überflutungen betroffen ist.

Tabelle 11: Übersicht über die Anzahl potentiell betroffener KRITIS und soz. Einrichtungen auf Stadtebene

	Gesamtanzahl Gebäude von soz. Einrichtungen	Anzahl Betroffen (< 25 cm >100 cm)	größer 1 m
Art der Einrichtung			
Altenheime	44	29	6
KiTas/Kinderheim	121	45	4
Grundschulen	179	85	10
Krankenhäuser	58	26	6
Gesamtanzahl KRITIS			
Feuerwehr	38	16	2
Kläranlage	36	5	0
Krankenhaus	58	26	6
Polizei	11	4	0
Umspannwerk	12	1	0

Quelle: Eigene Darstellung

5.2.5 Fokusgebiet Starkregen: Eilpe

Im Folgenden wird der Stadtteil Eilpe exemplarisch betrachtet, da dort viele Gebäude potentiell stark betroffen sind und in der Vergangenheit bereits Schäden bei Starkregen entstanden sind. Der Stadtteil Eilpe liegt südöstlich der Hagener Innenstadt an der Volme. Im Zentrum des Stadtteils mündet der Selbecker Bach in die Volme. Die Folgen des Strukturwandels der vergangenen Jahre sind insbesondere in Eilpe wahrnehmbar (vgl. Planquadrat 2007: 4f). Die Leerstandsquote ist mit 10 Prozent vergleichsweise hoch (vgl. IRI 2018: S. 28). Darüber hinaus gibt es in der Tallage zahlreiche Brachflächen. Der Norden des Stadtteils weist einen vergleichsweise hohen Anteil an Einpersonenhaushalten von 50 Prozent auf (vgl. IRI 2018: 37). Eilpe gehört außerdem zu den Quartieren mit einem relativ hohen Anteil an einkommensschwachen Haushalten. Eine im Jahr 2018 erarbeitete Wohnungsmarktstudie empfiehlt für Quartiere mit hohen Leerständen eine Rückbaustrategie, die auch Eilpe-Nord beinhaltet.

Ein etwaiger Rückbau sollte koordiniert durchgeführt werden und die lokalen Wohnungsunternehmen einbeziehen, da diese als Bestandhalter eine große Rolle in der Eilper Quartiersentwicklung spielen (vgl. IRI 2018: 81).

Die Analyse der potentiellen Starkregengefahren für das Zentrum von Eilpe sowie insbesondere entlang des Selbecker Baches zeigt für den hundertjährigen Bemessungsregen potentielle Überflutungen mit einer Einstautiefe von bis zu zwei Metern. Die Wohnhäuser, Gewerbeflächen, sozialen Infrastrukturen und Vorrangstraßen der Feuerwehr wären in diesem Falle stark betroffen. Auch Niederschlagsereignisse mit geringerer Intensität haben in der Vergangenheit bereits zu Überflutungsproblemen entlang der Eilper Straße geführt. Die Tallage in Eilpe kann außerdem zu hohen Fließgeschwindigkeiten führen, die eine Gefährdung zusätzlich verstärken können (siehe Abb. 31 Betroffenheit gegenüber Starkregen am Beispiel Hagen-Eilpe).

Anknüpfungspunkte an klimaanpassungsrelevante Aktivitäten

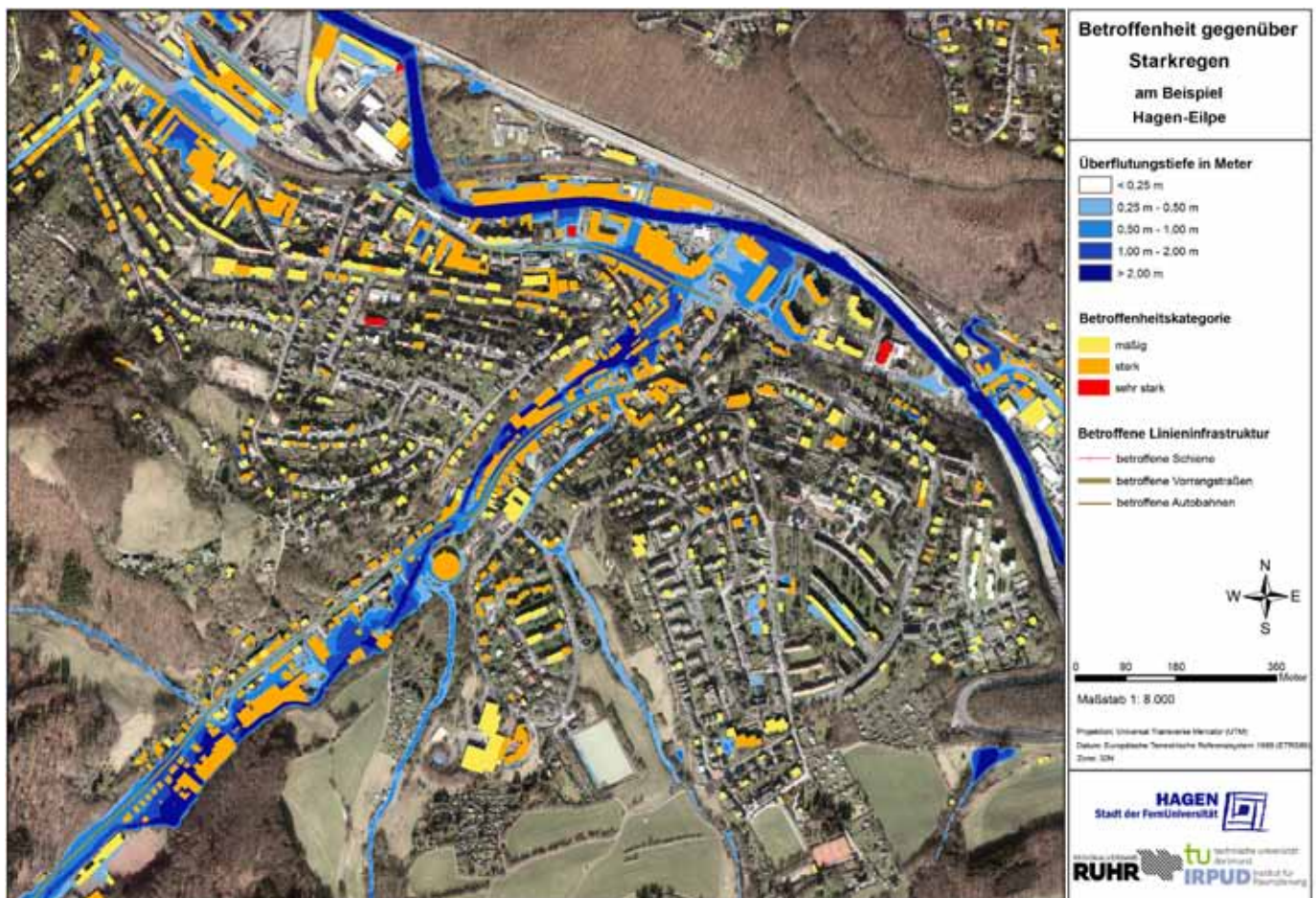
Wie beschrieben, bestehen in Eilpe sowohl stadtentwicklungsbezogene Handlungsbedarfe als auch bezüglich der Starkregen- und Hochwassergefahren. In den Jahren 2006 bis 2012 waren die Stadtteile Oberhagen und Eilpe im Städtebauförderprogramm „Stadtumbau West“ in dessen Rahmen ein städtebauliches Entwicklungskonzept formuliert wurde. Ziel war es, dem Abwanderungsprozess und zunehmenden Leerstand entgegenzuwirken und entsprechende Instandhaltungs- und Modernisierungsmaßnahmen im Wohnungsbestand durchzuführen sowie Wohnangebote für bestimmte Zielgruppen zu schaffen. Außerdem sollten Freiflächen und Wegeverbindungen die urbanen Qualitäten im Volmetal weiterentwickeln und erlebbar machen (vgl. Planquadrat 2007: 1f)..

Im Rahmen des Stadtumbau West Konzeptes wurden Entwicklungschancen identifiziert (siehe dazu Planquadrat 2007: 40ff), die auch unter Gesichtspunkten der Klimaanpassung von Belang sind und daher im Folgenden aufgegriffen werden:

1. Die Schaffung wohnungsnaher Grün- und Freiflächen unter Einbeziehung der Volme und Aufbau eines straßenunabhängigen Fußwegenetzes:

Dieses Ziel bietet große Synergien mit klimaanpassungsrelevanten Themen. Grün- und Freiflächen können als Versickerungs- und Rückhalteflächen in Form einer multifunktionalen Flächennutzung gestaltet werden, die zum einen Überflutungsgefahren mindern und zum anderen einen positiven Beitrag zur Verbesserung des

Abbildung 31: Betroffenheit gegenüber Starkregen am Beispiel Hagen-Eilpe



Quelle und Datengrundlage: Eigene Darstellung auf Basis von Ingenieurbüro Beck 2017; Datengrundlage Land NRW (2018); Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)



Stadtklimas leisten können. Weitere Anpassungspotentiale bietet der Selbecker Bach, der streckenweise verbaut und verrohrt verläuft. Seine Offenlegung und Renaturierung bzw. naturnahe Umgestaltung können das Überflutungsrisiko mindern, zu einer Verbesserung der Stadtgestalt genutzt werden und das Stadtklima positiv beeinflussen.

2. Die Wohnqualität wird durch das Fehlen von Grün- und Freibereichen gemindert und die Volme ist kaum erlebbar:

Großes Aufwertungspotential bieten der Bleichplatz und die Riegestraße sowie der Bereich um das Eilper Denkmal. Der Selbecker Bach verläuft in diesem Bereich verrohrt und ist kaum erlebbar. Eine Offenlegung und Umgestaltung des Bachlaufes würde die Aufenthaltsqualität in diesem Gebiet erheblich steigern. Der Bereich des Einkaufszentrums Eilpe mit seinen großen Parkflächen direkt an der Volme verhindert einen räumlichen Bezug des Eilper Zentrums zur Volme. In diesem Bereich könnte eine Öffnung des Volmeufers, das bisher kaum zugänglich ist, das Gewässer erlebbar machen und als siedlungsnahen, attraktiven Freiraum und städtebauliches Gestaltungselement in die Stadtstruktur integrieren.

3. Folge- und Umnutzungen von leerstehenden und altindustrieller Bausubstanzen sollen gefördert werden um eine positive Entwicklung zu befördern:

Für noch bestehende Brachflächen und leerstehende Gebäude sollte untersucht werden, inwiefern eine Zwischennutzung, Umnutzung oder Rückbau realisiert werden kann, um Retentionsräume oder stadtklimatische Ausgleichsräume zu schaffen. Im Rahmen des Stadtumbaus wurde in der Riegestraße eine Kinderbetreuungseinrichtung errichtet bzw. saniert. Dieses Gebäude ist im Falle eines Starkregens stark betroffen. Hier sollten Betreiber und Nutzer für Evakuierungsmaßnahmen sensibilisiert werden, um im Ereignisfall angemessen reagieren zu können. Dieses Beispiel verdeutlicht, wie wichtig in Zukunft ein gefahren- und risikobewusstes Planen und Bauen von Gebäuden und Infrastrukturen ist.

5.3 Klimawirkung Hochwasser

Der Klimawandel verändert neben den globalen Durchschnittstemperaturen, die einen klaren Erwärmungstrend aufweisen, auch die Niederschlagsmuster, wobei diese in den Klimamodellergebnissen mit einer erheblich größeren Ungewissheit verbunden sind (siehe IPCC 2012). Dies betrifft auch den Einfluss der klimatischen Veränderungen auf die Häufigkeit, Intensität und das Schadenspotential von Flusshochwasser¹. Die Hochwasserereignisse der letzten Jahrzehnte führen zu der Annahme, dass es stärkere Überschwemmungen als früher an deutschen Flüssen gegeben hat und diese möglicherweise vom Klimawandel beeinflusst werden. Dennoch lassen sich die Kriterien für die Entstehung von Flusshochwasser nicht immer vergleichen. Hochwasser sind ein natürliches Phänomen die sowohl im Winter als auch im Sommer auftreten. Die Ursachen von Hochwasser können in der Schneeschmelze, langen Dauerregen und/oder kurzzeitigen Starkniederschläge im Flusseinzugsgebiet begründet liegen, die auch vom Klimawandel beeinflusst werden (siehe Kap. 5.2). Allerdings haben nicht nur die Klimaveränderungen einen Einfluss auf das Niederschlagsgeschehen und damit die Wasserstände, sondern auch die Veränderungen der Landnutzungen. Immer mehr Böden in Deutschland werden verdichtet und versiegelt, die Siedlungs- und Verkehrsdichte oder auch intensive Landwirtschaft nehmen zu und ehemalige Überschwemmungsbereiche in den Flussauen werden besiedelt. Dies führt einerseits zur Abnahme von Flächen und dem Verlust natürlicher Bodenfunktionen, durch die Niederschläge lokal versickern oder zurückgehalten werden können und andererseits werden so vermehrt Schadenspotentiale geschaffen. Gleichfalls beeinflussen die baulichen Entwicklungen und Umgestaltungen der Flusslandschaften und -täler und damit auch die stetige Abnahme natürlicher Überschwemmungsflächen das Abflussgeschehen und die Wasserstände (vgl. UBA 2018a: 19).

¹⁾ Gemäß § 72 WHG ist Hochwasser „[...] eine zeitlich beschränkte Überschwemmung von normalerweise nicht mit Wasser bedecktem Land, insbesondere durch oberirdische Gewässer oder durch in Küstengebiete eindringendes Meerwasser. Davon ausgenommen sind Überschwemmungen aus Abwasseranlagen.“

5.3.1 Analyse der Hochwassergefahren

Bis zum Jahr 2015 wurde in Nordrhein-Westfalen für alle Gebiete, in denen potentiell signifikante Hochwasserschäden auftreten können, sogenannte Hochwasserrisikomanagementpläne erarbeitet. Grundlage bildet die Richtlinie der Europäischen Union zur Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken (EG-HWRM-RL) aus dem Jahr 2007. Mit der Novelle des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) 2009 wurden die Ziele der EG-Richtlinie in deutsches Recht überführt. Die erstellten Hochwassergefahren- und -risikokarten bilden verschiedene Hochwasserszenarien ab, die über ihre Eintrittswahrscheinlichkeit definiert werden. Die Ergebnisse sind alle sechs Jahre an neue Erkenntnisse, d.h. auch den Klimawandel betreffend, anzupassen (UBA 2018a: 18, 26).

Die Hochwassergefahrenkarten stellen die Überschwemmungsflächen (Ausdehnung), Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten dar und sind ein wichtiger Baustein für eine umfassende Hochwasservorsorge. Sie dienen den Bürgern und der Kommunal- und Regionalplanung der Gefahrenabwehr und dem Katastrophenschutz. Die Hochwasserrisikokarten basieren auf den Hochwassergefahrenkarten und bilden die gleichen Hochwasserszenarien ab. Sie stellen für die Überschwemmungsausdehnung die hochwasserbedingten zu erwartenden nachteiligen Auswirkungen bzw. das Schadensausmaß ab. In den Risikokarten sind dazu die tatsächliche Flächennutzung, die Anzahl der betroffenen Einwohner, gefährdete Kulturgüter und Objekte, Schutzgebiete oder Industriebetriebe mit hohem Umweltgefährdungspotential (Anlagen gemäß IVU-Richtlinie; integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) dargestellt.

Für Hagen existieren Hochwassergefahren- und -risikokarten für die großen Gewässer im Stadtgebiet Ennepe, Lenne, Ruhr und Volme, die für die Analyse der Betroffenheit gegenüber Hochwasser herangezogen werden. Von Hochwasser sind jedoch nicht nur die großen Gewässer betroffen, sondern auch der Hasper Bach, Nahmerbach und Selbecker Bach, für die ebenfalls Hochwassergefahren- und -risikokarten erstellt wurden. Im Folgenden werden die Hochwassergefahrenkarten für die Szenarien HQ_{100} (tritt statistisch einmal in 100 Jahren auf) für die Ge-

genwart und HQ_{extrem} (tritt statistisch seltener als alle 100 Jahre auf) für die Zukunft betrachtet ¹⁴.

Für die Analyse zukünftiger Hochwassergefahren unter Berücksichtigung der Auswirkungen des Klimawandels, stützt sich die hier erarbeitete Prognose auf die Datensätze aus dem europaweiten LISFLOOD-Modell (Distributed Water Balance and Flood Simulation Model). Dabei handelt es sich um eine Simulation der Auswirkungen verschiedener Klimaszenarien auf das Abflussverhalten größerer europäischer Flusseinzugsgebiete. Der Abgleich der verfügbaren LISFLOOD-Daten mit den Einstautiefen für das Hagener Stadtgebiet bilden nur die größeren Flüsse Ruhr, Lenne und Volme ab. Die kleineren Nebenflüsse sind in den Datensätzen nicht enthalten, ebenso wie der Oberlauf der Volme, womit diese nur etwa zur Hälfte erfasst ist.

Analyse der Zukunft (t1) anhand des LISFLOOD-Datensatzes

Der LISFLOOD-Datensatz stützt sich auf verschiedene Klimaensembledaten. Insgesamt bedient sich LISFLOOD zwölf verschiedener Szenarien. Anhand dieser Szenarien wurde zunächst geprüft, ob alle zwölf Szenarien homogene Aussagen zur zukünftigen Hochwassersituation der Hagener Flüsse im Sinne von zunehmenden Abfluss und somit (i.d.R.) größeren Überschwemmungsflächen prognostizieren, oder auch mit Rückgängen gerechnet werden kann.

¹⁴) HQ : Das Hochwasser ist der größte Wasserstrom (Momentanwert) in einer bestimmten anzugebenden Zeitspanne. H = Hochwasser, Q = Abflussmenge. HQ_n : Das n -jährliche Hochwasser ist das Hochwasser, das in einer langen Reihe von Jahren im Mittel alle n -Jahre einmal erreicht oder überschritten wird.

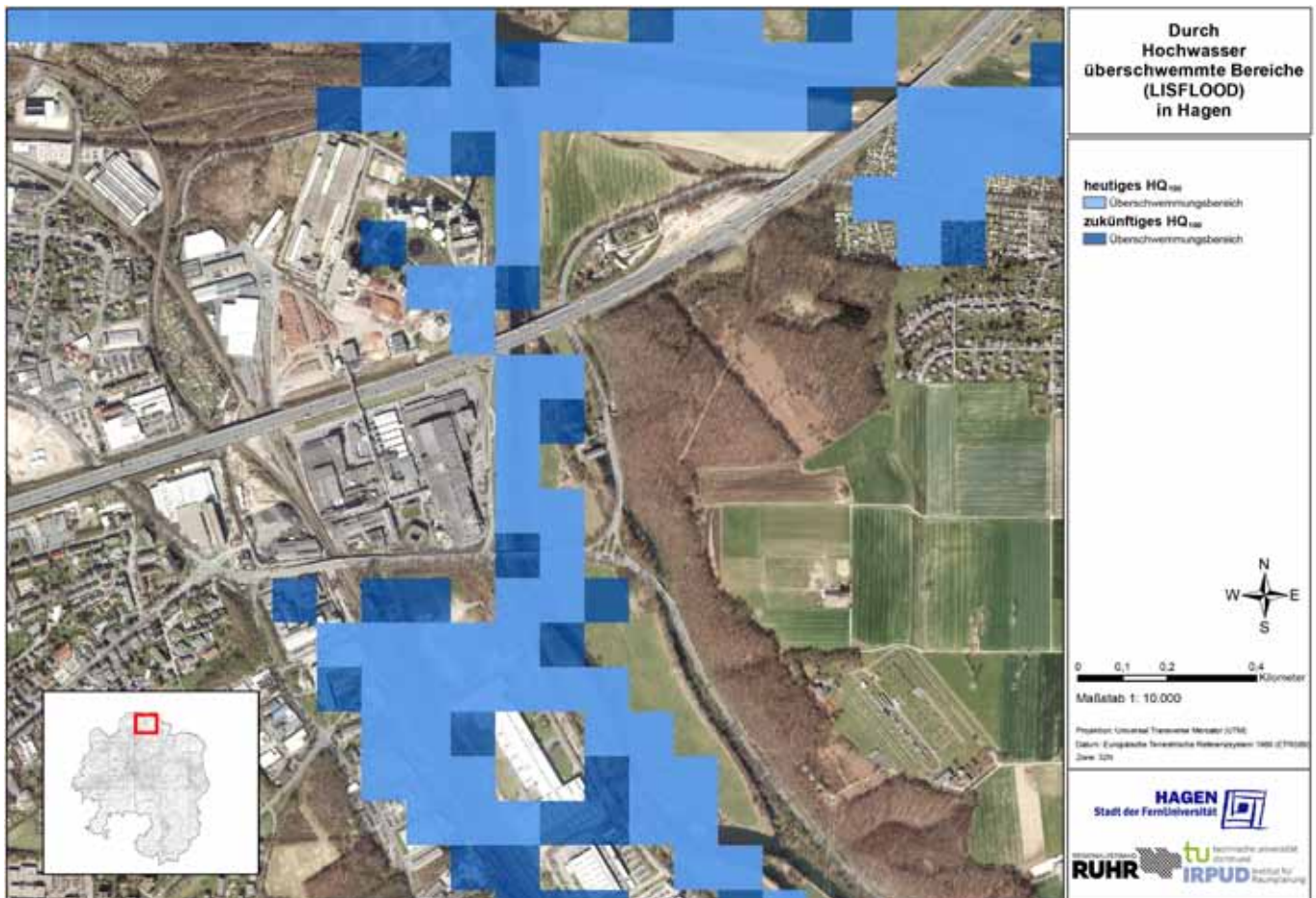
Tabelle 12: Zunahme der Überschwemmungsflächen in der Zukunft der Gewässer Ruhr, Lenne und Volme auf Basis verschiedener Szenarien des LISFLOOD Modells

	Ruhr	Lenne	Volme
Etht	ja	ja	ja
c4ict	ja	ja	ja
CNRM_ALADIN_ARPEGE	ja	ja	ja
dmat	ja	ja	ja
dmet	ja	ja	ja
DMI_HIRHAM5_BCM	nein	nein	nein
KNMI_RACMO2_ECHAM5	nein	nein	nein
METO_HadRM3_HadCM3	ja	ja	ja
MPI_REMO-ECHAM5	nein	nein	nein
SMHI-RCA-BCM	ja	nein	ja
SMHI-RCA-ECHAM5	ja	ja	ja
SMHI-RCA-HadCM3	nein	nein	nein

Quelle: eigene Darstellung nach JRC (LISFLOOD)

Wie aus der Tabelle 12 hervorgeht, kann es in acht der zwölf Szenarien zu einer Zunahme der Überschwemmungsflächen in der Zukunft für die drei in Hagen gerechneten Gewässer kommen. Daneben ist festzustellen, dass die Aussagen innerhalb der Szenarien für alle Gewässer jeweils gleich sind: entweder wird für alle drei Gewässer eine Zunahme der Überschwemmungsflächen angenommen oder nicht. Die einzige Ausnahme stellt das Szenario „SMHI-RCA-BCM“ dar, welches für die Ruhr und die Volme Zunahmen erkennen lässt, während die Lenne keine zusätzlichen Überschwemmungsflächen aufweist. Ob dies an den zahlreichen Stautufen aufgrund der Nutzung der Wasserkraft und der Verwendung in der industriellen Produktion im Oberlauf liegt, kann hier nur spekuliert werden. Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass für das Hagener Stadtgebiet bzw. die drei größten Gewässer in der Zukunft einige Szenarien dafürsprechen, dass häufiger mit extremeren Hochwasserereignissen zu rechnen sein wird.

Abbildung 32: Zunahme der Überschwemmungsflächen eine HQ_{100} zwischen den Zeitschnitten Gegenwart (t_0) und Zukunft (t_1) im Hagener Stadtgebiet



Quelle und Datengrundlage: Eigene Darstellung auf Basis von JRC (LISFLOOD); Datengrundlage Land NRW (2018); Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Die bis zum Jahr 2015 ermittelten Hochwassergefahren berücksichtigen noch keine zukünftige klimawandelbedingte Veränderung und demnach keine Zunahme von Überschwemmungsflächen. Die in den aktuellen Hochwassergefahren- und -risikokarten dargestellten Überschwemmungsflächen und Einstautiefen können sich in Zukunft ausweiten (siehe Abbildung 32 Zunahme der Überschwemmungsflächen eine HQ₁₀₀ zwischen den Zeitschnitten Gegenwart (t0) und Zukunft (t1) im Hagener Stadtgebiet). Daraus ergeben sich neue gefährdete Bereiche und entsprechend höhere Schadenswerte, insbesondere bei gewerblichen und industriellen Nutzungen. Im Hochwasser-Aktionsplan für die Lenne aus dem Jahr 2001 wurden potentielle Schadenssummen für unterschiedliche Hochwasserszenarien ermittelt. Für ein HQ₁₀₀ wurden im Rahmen der Schadenspotentialermittlung Objektschäden in Höhe von über 2 Mio. Euro errechnet (vgl. Hydrotec 2001: 61). Im Rahmen des Hochwasserschutzes, der Gefahrenabwehr und der Flächennutzungsplanung sollten daher die prognostizierten potentiellen Überschwemmungsflächen berücksichtigt werden, um vor dem Hintergrund des Klimawandels Vorsorge und Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

Um noch detailliertere Aussagen über zukünftige Entwicklungen aus den LISFLOOD-Daten zu generieren, werden für alle zwölf Szenarien und die drei Gewässer jeweils die heutigen Einstautiefen (Gegenwart, t0) mit den zukünftig projizierten Einstautiefen (Zukunft, t1) verglichen. Damit sollte die bisherige Aussage zur Ausdehnung der Überschwem-

mung mit einer Dimension bezüglich der Magnitude (der Erhöhung des Pegels) hinterlegt werden. Verglichen werden für jedes Gewässer jeweils ein Messpunkt am Ober- und Unterlauf sowie ein offizieller Messpegel der Wasserbehörden (siehe Tabelle 13 Gegenüberstellung der Pegelwerte für die Gegenwart und Zukunft im Hagener Stadtgebiet).

Korrespondierend zu den Aussagen in Tabelle 13 kommt es nur in einem Szenario zu abnehmenden Pegelständen zwischen Gegenwart und naher Zukunft. Überwiegend sind geringe bis beträchtliche Zunahmen der Pegelstände bei einem HQ₁₀₀ in 2030 abzulesen. Um die absoluten Veränderungen innerhalb des LISFLOOD-Datensatzes in Relation setzen zu können, werden aus den Hochwasseraktionsplänen sowie durch Anfrage beim Hochwasserwarndienst der Bezirksregierung Arnsberg die Pegelstände für ein HQ₅₀ und ein HQ₁₀₀ extrahiert. Aus der Berechnung der Differenz des Wasserstandes zwischen HQ₁₀₀ heute und in 2030 lassen sich dann Aussagen über die im LISFLOOD-Modell simulierten Zunahmen der Pegelstände treffen. Als Beispiel sei hier auf den Pegel Hagen Hohenlimburg am Gewässer Lenne verwiesen. Die Differenz zwischen HQ₁₀₀ heute und in Zukunft beträgt an diesem Pegel 21 cm (Wasserstand HQ₁₀₀ Gegenwart: 4.90m; HQ₁₀₀ Zukunft: 5.11m). Der LISFLOOD-Datensatz projiziert für den Flussquerschnitt am Pegel Hohenlimburg eine maximale Steigerung von 39 cm; im Durchschnitt beträgt diese 21 cm. Da bis auf ein Szenario durchweg steigende Pegelstände für ein HQ₁₀₀ über alle drei betrachteten

Tabelle 13: Gegenüberstellung der Pegelwerte für die Gegenwart und Zukunft im Hagener Stadtgebiet

Szenario/Modell	Differenz der Pegelstände zwischen t0 zu t1 (absolut) in cm								
	Ruhr UL	Ruhr Pegel Wetter	Ruhr OL	Lenne UL	Lenne Pegel Hagen	Lenne OL	Volme UL	Volme Pegel Eckesey	Volme OL
etht	0,16	0,16	0,15	0,15	0,18	0,18	0,15	0,15	0,15
c4ict	0,34	0,34	0,30	0,30	0,27	0,27	0,30	0,30	0,30
CNRM_ALADIN_ARPEGE	0,42	0,42	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
dmat	0,41	0,41	0,36	0,36	0,39	0,39	0,36	0,36	0,36
dmet	0,21	0,24	0,22	0,22	0,2	0,2	0,22	0,22	0,22
DMI_HIRHAM5_BCM	0,21	0,21	0,19	0,19	0,15	0,19	0,19	0,19	0,19
KNMI_RACMO2_ECHAM5	-0,14	-0,14	-0,13	-0,13	-0,11	-0,11	-0,13	-0,13	-0,13
METO_HadRM3_HadCM3	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
MPI_REMO-ECHAM5	0,21	0,21	0,19	0,19	0,26	0,26	0,19	0,19	0,19
SMHI-RCA-BCM	0,31	0,31	0,28	0,28	0,25	0,25	0,28	0,28	0,28
SMHI-RCA-ECHAM5	0,37	0,37	0,34	0,34	0,36	0,36	0,34	0,34	0,34
SMHI-RCA-HadCM3	0,07	0,07	0,07	0,07	0,01	0,11	0,07	0,07	0,07
Mittelwert	0,22	0,23	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Pegel HQ100 [mNN]		87,2			112,62			95,36	
Pegel HQ50 [mNN]		87,09			112,41			95,16	
Differenz		0,11			0,21			0,20	

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung anhand der Daten von JRC (LISFLOOD)

Gewässer projiziert werden, die ungefähr dem heutigen Pegelstandsunterschied zwischen HQ_{100} und HQ_{extrem} entsprechen, wird ein zukünftiges HQ_{100} voraussichtlich den Pegelständen eines heutigen HQ_{extrem} gleichkommen. Es kann also davon ausgegangen werden, dass die Eintrittswahrscheinlichkeit eines HQ_{extrem} -Ereignisses in Zukunft voraussichtlich der eines heutigen HQ_{100} -Ereignisses entsprechen wird. Mithin werden in der Analyse für die möglichen Veränderungen der Flusshochwasser die Flächenkulissen HQ_{100} für die Gegenwart und HQ_{extrem} für die Zukunft verwendet.

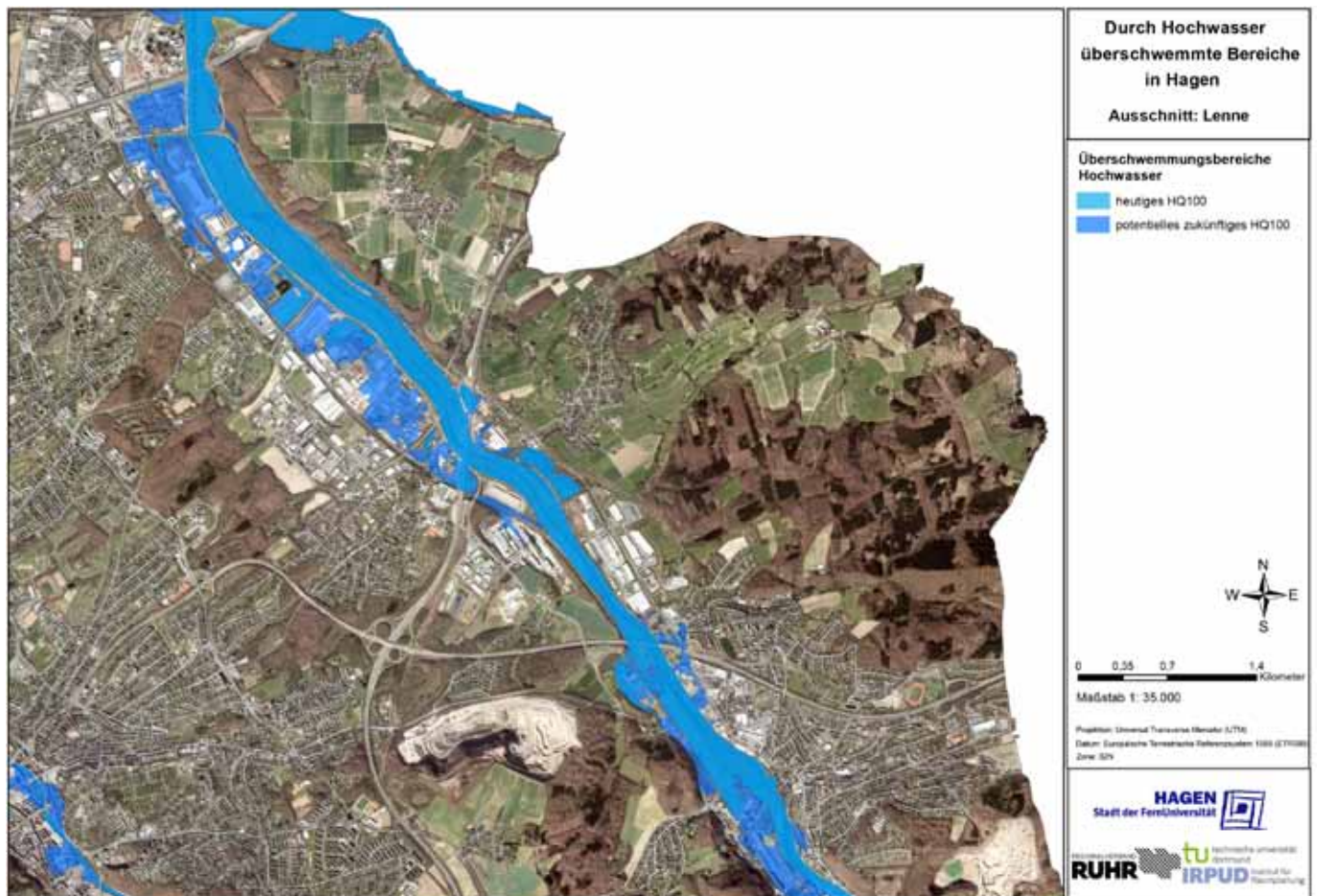
Auswirkungen der Überschwemmungsflächen bei einem potentiellen zukünftigen HQ_{100}

Lenne

Die Lenne ist ein Nebenfluss der Ruhr und fließt von Osten nach Norden durch das Stadtgebiet von Hagen. Sie

entspring im Rothaargebirge, fließt durch das Sauerland und mündet oberhalb des Hengsteysees in die Ruhr. Der Fluss hat eine Gesamtlänge von 128 km und wird von zahlreichen großen und kleinen Gewässern gespeist. Die Lenne und andere Nebenflüsse werden an vielen Stellen zur Stromerzeugung aufgestaut, beispielsweise an der Biggetalsperre. Das Gebiet der Lennequelle ist eines der niederschlagsreichsten Gebiete in NRW und weist regelmäßig hohe Pegelstände auf. Die Biggetalsperre, die auch für den Hochwasserschutz an der Bigge, einem Zufluss der Lenne, zuständig ist mindert die Hochwassergefahr, ein vollkommener technischer Schutz kann jedoch nicht gewährleistet werden. Insbesondere bei extremen Abflüssen, die ein HQ_{100} überschreiten, kommt es zu Überschwemmungen, so dass zusätzliche mobile Schutzeinrichtungen zum Einsatz kommen, um Schäden zu minimieren.

Abbildung 33: Überschwemmte Bereiche durch Hochwasser entlang der Lenne auf dem Hagener Stadtgebiet



Quelle und Datengrundlage: Eigene Darstellung; Datengrundlage Land NRW (2018); Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0 (www.gov-data.de/dl-de/by-2-0)

Die Flächennutzungen entlang der Lenne sind stark gewerblich und industriell geprägt. Im Falle eines zukünftigen HQ_{100} sind diese Nutzungen erheblichen Gefährdungen ausgesetzt (siehe Abb. 33 Überschwemmte Bereiche durch Hochwasser entlang der Lenne auf dem Hagener Stadtgebiet). An der Lenne befinden sich beispielsweise ein Klärwerk, ein Brief- und Paketzentrum und Betriebe der metallverarbeitenden und chemischen Industrie, deren Funktionsfähigkeit beeinträchtigt werden können. Außerdem kann es neben materiellen und objektbezogenen Schäden und Verlusten zu Gefährdungen durch das Austreten von wassergefährdenden Stoffen kommen.

Volme

Die Volme ist ein Nebenfluss der Ruhr und entspringt in der Stadt Meinerzhagen. Sie durchkreuzt das Hagener

Stadtgebiet von Süden nach Norden auf einer Länge von 20 km und mündet in die Ruhr. Sie ist in großen Teilen kanalisiert und wird in Teilen renaturiert. Insbesondere in Eilpe, Eckesey und im stark versiegelten Innenstadtbereich kann es im Falle eines zukünftigen HQ_{100} zu erheblichen Überschwemmungen kommen, was insbesondere auf das verbaute und schmale Flussbett zurückzuführen ist. Das Zentrum des Stadtteils Eckesey wäre im Falle eines HQ_{extrem} bzw. einem zukünftigen HQ_{100} fast vollständig überflutet (siehe Abb. 34 Überschwemmte Bereiche durch Hochwasser entlang der Volme auf dem Hagener Stadtgebiet). Im Bereich des Mündungsgebietes von Ennepe und Volme an der neuen Bahnhofshinterfahung wurden bereits Schutzmaßnahmen ergriffen, um Gefahren vorzubeugen.

Abbildung 34: Überschwemmte Bereiche durch Hochwasser entlang der Volme auf dem Hagener Stadtgebiet

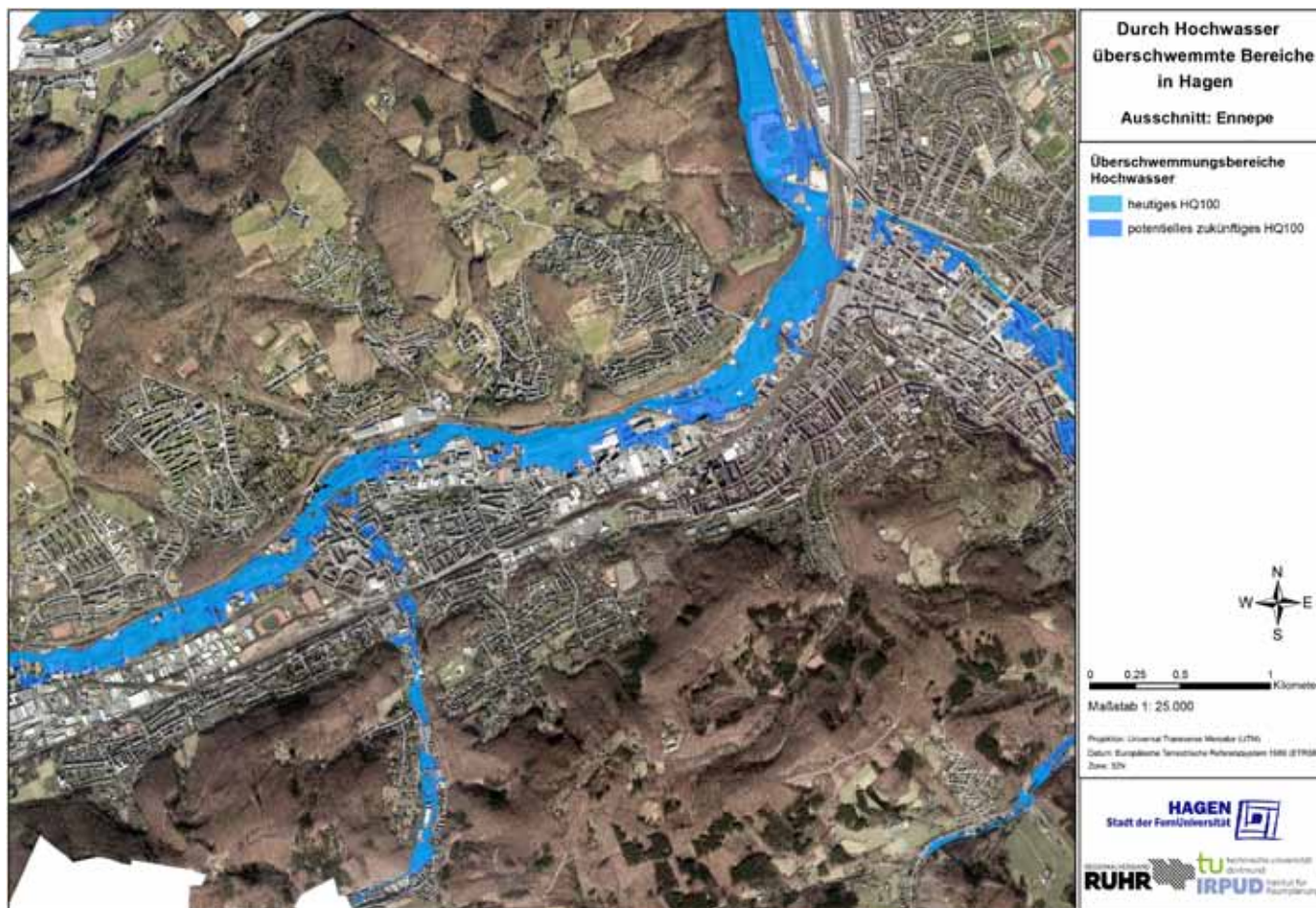


Quelle und Datengrundlage: Eigene Darstellung; Datengrundlage Land NRW (2018); Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0 (www.gov-data.de/dl-de/by-2-0)

Ennepe

Die Ennepe ist ein Nebenfluss der Volme. Sie fließt westlich durch Haspe und mündet im Innenstadtbereich in die Volme und schließlich in die Ruhr. Im Stadtteil Haspe sind beim Lastfall HQ_{100} bereits gegenwärtig erhebliche Schäden zu erwarten, die sich in Zukunft voraussichtlich noch verstärken. Westlich von Wehringhausen weiten sich die gefährdeten Gebiete zukünftig großflächig aus. In den anderen Teilen entsprechen sie in etwa denen der heutigen HQ_{100} -Flächen (siehe Abb. 35 Überschwemmte Bereiche durch Hochwasser entlang der Ennepe auf dem Hager Stadtgebiet).

Abbildung 35: Überschwemmte Bereiche durch Hochwasser entlang der Ennepe auf dem Hager Stadtgebiet



Quelle und Datengrundlage: Eigene Darstellung; Datengrundlage Land NRW (2018); Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0 (www.gov-data.de/dl-de/by-2-0)

5.3.2 Sensitivität gegenüber Hochwasser

Die Analyse der Sensitivität gegenüber Hochwasser folgt dem methodischen Vorgehen zur Herleitung der Empfindlichkeitsstufen des Gefahrenkomplexes Starkregen (siehe Kap. 5.2.4 Betroffenheit der Stadt Hagen gegenüber Starkregen). Den Gebäuden und Infrastrukturen werden jedoch nicht drei, sondern lediglich zwei Empfindlichkeitsstufen zugeordnet, da auf Grund fehlender Daten der Einstautiefen lediglich die empfindlichsten Gebäude bzw. Infrastrukturen betrachtet werden konnten.

Empfindlichkeitsstufe 2

Die höchste Empfindlichkeitsstufe 2 erhalten Gebäude und Infrastrukturen, die den Kritischen Infrastrukturen (KRITIS) gemäß BBK zuzuordnen sind.

Empfindlichkeitsstufe 1:

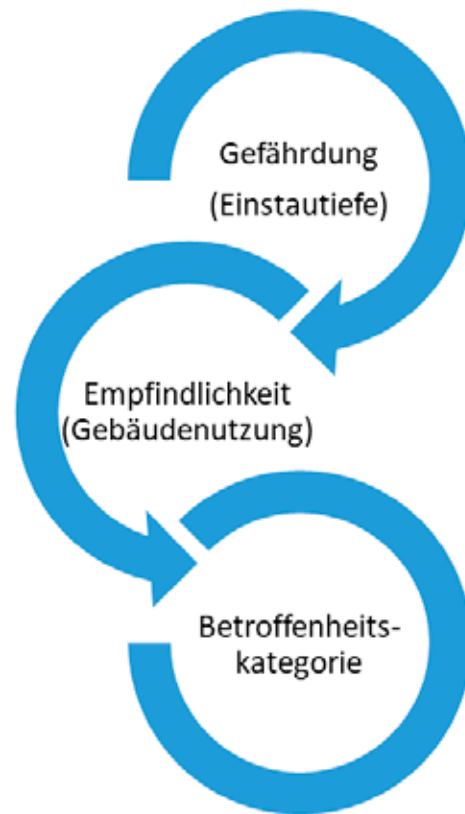
Die Empfindlichkeitsstufe 1 erhalten Gebäude bzw. Infrastrukturen, die sozialen Infrastruktureinrichtungen zuzuordnen sind.

5.3.3 Betroffenheit der Stadt Hagen gegenüber Hochwasser

Flusshochwasser zeichnen sich im Gegensatz zu Starkregenereignissen dadurch aus, dass sie größere Vorlaufzeiten haben. Sie kündigen sich deutlich früher an, da die Schneeschmelze oder Regenfälle in einem größeren Einzugsgebiet und über einen längeren Zeitraum stattfinden. Bei Flusshochwasser liegt der Wasserstand eines Flusses für längere Zeit über dem Normalmaß. Die Folge sind Überschwemmungen, die große materielle Schäden verursachen können insbesondere, wenn hochwassergefährdete Gebiete bebaut wurden. Trotz längerer Vorwarn- und Reaktionszeiten als bei Starkregenereignissen, können auch bei Flusshochwasser massive Schäden und Einschränkungen der Versorgung entstehen. Für die vorliegende Betroffenheitsanalyse werden Gefährdungs- und Empfindlichkeitsstufen gebildet und daraus Betroffenheitskategorien abgeleitet (siehe Tab. 14 Gefährdungsstufen bei Hochwasser; Tab. 15 Empfindlichkeitsstufen bei Hochwasser).

Die Betroffenheit durch Hochwasser wird mithilfe der potentiellen Einstautiefen und der Gebäudenutzung ermittelt. Für die Gegenwart werden die Einstautiefen der

Abbildung 36 Methode zur Ermittlung der Hochwasserbetroffenheit



Quelle: Eigene Darstellung

Flächen eines heutigen HQ_{100} und für die Zukunft die Einstautiefen der Flächen eines heutigen HQ_{extrem} (zukünftig voraussichtlich HQ_{100}) zugrunde gelegt. In der gesamtstädtischen Analyse werden dabei lediglich die sozialen und kritischen Infrastruktureinrichtungen berücksichtigt. Überschwemmungen können sozialen und kritischen Infrastruktureinrichtungen erheblich schaden und ihre Nutzbarkeit und Erreichbarkeit einschränken. Bei Flusshochwasser wird die Gefährdung durch Überschwemmungen mit definierten Eintrittswahrscheinlichkeiten beschrieben. Es ist also generell festzuhalten, dass Standorte, die in ermittelten Flächen eines heutigen HQ_{100} liegen, entsprechend der Eintrittswahrscheinlichkeit potentiell gefährdeter sind als Standorte die nur in Flächen eines heutigen HQ_{extrem} liegen.

Die Einteilung der Gefährdungsstufen erfolgte in Anlehnung an ein Modellvorhaben der Raumordnung (MORO), das sich mit vorsorgendem Risikomanagement in der Regionalplanung befasste und Gefährdungsstufen festsetzt (siehe BMVI und BBSR 2015: 89ff).

Tabelle 14: Gefährdungsstufen bei Hochwasser

Gefahrenstufe	Einstautiefen
1. mäßige Überschwemmungsgefahren	Bis 50 cm
2. hohe Überschwemmungsgefahren	50 cm bis 2 m
3. sehr hohe Überschwemmungsgefahren	Größer 2 m

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an BMVI und BBSR 2015: 93

Tabelle 15: Empfindlichkeitsstufen bei Hochwasser

Empfindlichkeitsstufen	Gebäudenutzung
2	KRITIS, Störfallbetriebe, Vorrangstraßen der Feuerwehr
1	Soz. Infrastruktureinrichtungen mit sens. Bevölkerung

Quelle: Eigene Darstellung

Die erste Gefahrenstufe wird bei einer Einstautiefe von bis zu 50 cm vergeben. Im Vergleich zu Starkregenereignissen treten bei Flusshochwassern in der Regel deutlich größere (Hochwasser-) Abflussmengen auf, sodass ganze Gebäude (wenn auch mit einer vergleichsweise geringen Einstautiefen) überflutet werden können. Außerdem dauern Flusshochwasser in der Regel mehrere Tage oder sogar Wochen an. Abhängig von der Einrichtung können Überschwemmungen die Nutzbarkeit von Gebäuden und Infrastruktureinrichtungen einschränken oder zu großen Schäden führen. Darüber hinaus können sogenannte ‚Kaskadeneffekte‘ ausgelöst werden, wenn beispielsweise versorgungsrelevante Einrichtungen, wie beispielsweise die Wasser- oder Energieversorgung, ausfallen (vgl. BMVI und BBSR 2015: 90). Die Gefahrenstufe ab 50 cm ergibt sich auch durch die mangelnde Begehrbarkeit baulicher Anlagen im Falle einer Überschwemmung, z.B. für Einsatz- und Rettungskräfte. Auch bei geringen Überschwemmungshöhen wären davon insbesondere Keller, Parkhäuser, unterirdische Anlagen oder Tunnel betroffen (vgl. BMVI und BBSR 2015: 90). Die zweite Gefahrenstufe wird bei Einstautiefen zwischen 50 cm und zwei Metern vergeben. Ab 50 cm ist ein Wassereintritt bei höher gelegenen Eingängen sehr wahrscheinlich, das Schadenspotential steigt, und es besteht Gefahr für Leib

und Leben (vgl. BMVI und BBSR 2015: 90). Die dritte Gefahrenstufe wird bei Einstautiefen von über zwei Metern vergeben. Hier besteht erhebliche Gefahr für Leib und Leben, da auch erwachsene Menschen bei einer Überschwemmungshöhe von zwei Metern nicht mehr stehen können (vgl. BMVI 2015: 90). Darüber hinaus nimmt das Schadenspotential signifikant zu. Ein ausreichender mobiler Schutz vor eindringenden Wassermassen in Gebäude ist kaum mehr umsetzbar.

Den Gebäuden und Infrastrukturen wird sowohl für die Gegenwart als auch für die Zukunft auf Basis der ermittelten Einstautiefen jeweils eine Gefahrenstufe zugeordnet. Anders als bei Starkregen war keine flächendeckende Abfrage der Einstautiefe möglich. Die Daten zu den Einstautiefen bei Überschwemmungen konnten bei ELWAS-WEB¹⁵ lediglich als Online-Dienst genutzt werden. Daraus resultierte, dass die Einstautiefen bei betroffenen Gebäuden händisch abgefragt werden mussten¹⁶. Durch die zeitaufwendige manuelle Erhebung der Daten musste die Anzahl der analysierten Gebäude auf die kritischen Infrastrukturen sowie die sozialen Infrastruktureinrichtungen für sensible Bevölkerungsgruppen reduziert werden.

Linienhafte Infrastrukturen wie Straßen oder Schienenwege erhalten die höchste Betroffenheitsstufe, da diese bereits bei geringen Einstautiefen unpassierbar sind. Zu beachten ist dabei, dass Brückenabschnitte nicht in der Analyse berücksichtigt werden, da diese von Überschwemmungen nicht direkt betroffen sind. Außerdem findet, wie in der Starkregenanalyse, keine Berücksichtigung der Fließgeschwindigkeiten statt. Einerseits wurden entsprechende digitale Informationen von Seiten der Bezirksregierung Arnsberg nicht bereitgestellt, andererseits beinhalten die Modelle zur Hochwassersimulation nicht für alle Fließgewässer bzw. überschwemmten Gebiete Angaben zu den Fließgeschwindigkeiten. Die Wahl der Kriterien hängt demnach nicht zuletzt von den zur Verfügung stehenden Datensätzen und Informationen ab. Nach Möglichkeit sollten Daten zu Fließgeschwindigkeiten oder Dauer der Überschwemmung jedoch ebenso

¹⁵ Das Fachinformationssystem ELWAS-WEB ist ein elektronisches wasserwirtschaftliches Verbundsystem für die Wasserwirtschaftsverwaltungen in NRW. Es wird vom Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW bereitgestellt und über die ELWAS-Geschäftsstelle beim Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW fachlich betreut. (abrufbar unter: <https://www.elwasweb.nrw.de/elwas-web/index.jsf>)



wie die Einstautiefen berücksichtigt werden. Hohe Fließgeschwindigkeiten erhöhen selbst bei geringen Wassertiefen das Gefahrenpotential, während die Überschwemmungsdauer für Schutzgüter wie Tiere oder Pflanzen von Bedeutung sein können (vgl. BMVI 2015: 90).

Den Gebäuden und Infrastrukturen wird sowohl für die Gegenwart als auch für die Zukunft, auf Basis der Hochwassergefahrenkarten des Landes, eine Betroffenheitskategorie zugeordnet. Diese orientiert sich jeweils an der maximalen Einstautiefe am Gebäude und an der Infrastruktur, beim Bemessungsereignis HQ_{100} für die Gegenwart und HQ_{extrem} für die Zukunft. Darüber hinaus sind nur Gebäude und Infrastrukturen in den Betroffenheitskategorien zugeordnet, die mindestens zu 10 Prozent von Wasser bedeckt sind, andernfalls ist davon auszugehen, dass das Gebäude bzw. die Infrastruktur entsprechend geschützt werden kann (beispielsweise durch mobile Hochwasserschutzsysteme).

5.3.4 Priorisierung der Handlungsbedarfe

Die Priorisierung der Handlungsbedarfe und Anpassungserfordernisse bei Hochwasser beruht auf den gebildeten Betroffenheitskategorien, die sich aus den Gefährdungs- und Empfindlichkeitsstufen zusammensetzen (siehe Tab. 16 Betroffenheitsmatrix Hochwasser).

Gebäude und Infrastrukturen der Betroffenheitskategorie 1:

Die Betroffenheitskategorie Eins beinhaltet soziale Infrastrukturen mit sensiblen Bevölkerungsgruppen, die im Ereignisfall bzw. dem zugrundeliegenden Bemessungsereignis bis zu 50 cm überflutet wären. In dieser Betroffenheitskategorie beschränken sich die Eintrittsmöglichkeit für Oberflächenwasser auf tiefliegende und ebenerdige Gebäudeöffnungen wie bodentiefe Fenster und Türen, Garagen, Kellerfenster und Bereiche im Souterrain. Baulicher und technischer Hochwasserschutz sowie eine angepasste Gebäudenutzung können größere Schäden verhindern. Die Erreichbarkeit und Nutzbarkeit der Einrichtungen kann bereits in dieser Betroffenheitskategorie eingeschränkt sein.

Gebäude und Infrastrukturen der Betroffenheitskategorie 2:

Stark betroffen Gebäude in der zweiten Kategorie sind Kritische Infrastrukturen die im Ereignisfall bis zu 50 cm sowie soziale Infrastruktureinrichtungen die bis zu zwei Meter tief überflutet werden. Bei einer Überschwemmungstiefe ab 50 cm wird die Erreichbarkeit und der Betrieb von Einrichtungen für hilfsbedürftige Menschen stark eingeschränkt. Bewohner/Nutzer von Betreuungs- und Pflegeeinrichtungen müssten im Ereignisfall vorsorglich evakuiert und in Ausweichrichtungen untergebracht werden. Entsprechende Notfall- und Einsatzpläne sollten vorbereitet werden. Im Falle von Neuplanung und -bau entsprechender Einrichtungen sollte auf nichtgefährdete Gebiete bzw. Vorsorge- und Schutzmaßnahmen zurückgegriffen werden.

Gebäude und Infrastruktur der Betroffenheitskategorie 3:

In der dritten Kategorie befinden sich sehr stark betroffene Gebäude. Dies betrifft sowohl Kritische Infrastruktureinrichtungen die im Ereignisfall von Einstautiefen ab 50 cm betroffen sind als auch soziale Infrastrukturen die ab zwei Metern betroffen sind. In diesen Fällen kann die Erreichbarkeit, Nutzbarkeit und Funktionalität nicht mehr gewährleistet werden. Es besteht absolute Gefahr für Leib und Leben und i.d.R. liegt ein signifikantes Schadenspotential vor. Soweit möglich sollte ein Rückbau in den ermittelten hochwassergefährdeten Bereichen angestrebt werden. In Bereichen, in denen dies nicht möglich ist, sollten bauliche und technische Vorsorge- und Schutzmaßnahmen ergriffen werden.

Tabelle 16: Betroffenheitsmatrix Hochwasser

			Empfindlichkeit sstufe	
			1	2
			Soziale Infrastruktur besonders sensibler Bevölkerungsgruppen	Kritische Infrastrukturen
Gefahrenstufe (tiefste Einstautiefe)	1		1	2
	2		2	3
	3		3	4

Quelle: Eigene Darstellung

Wie beschrieben, werden nur die kritischen und sozialen Infrastruktureinrichtungen räumlich analysiert und entsprechend kartographisch dargestellt. Die Sensitivität von Industrie- und Gewerbebetrieben gegenüber Flusshochwasser ist in Hagen vergleichsweise hoch. Aufgrund ihrer räumlichen Lage, baulichen und betrieblichen Eigenschaften und der Dichte an Sachwerten sind Gewerbe- und Industriegebiete z.T. stärker betroffen als Wohngebiete bzw. andere Stadtbereiche (vgl. StädteRegion Aachen 2012: 18f). Ein Großteil der Hagener Gewerbegebiete und Betriebe liegt historisch bedingt in den Flusstälern oder in stark verdichteten Innenstadtlagen. So haben auch die befragten Experten und lokale Akteure eine starke Betroffenheit in den Gewerbegebieten verortet, sodass das Lennetal als exemplarisches Fokusgebiet ausgewählt wurde.

5.3.5 Fokusgebiet Hochwasser: Lennetal

Das Fokusgebiet beinhaltet das Gewerbegebiet Lennetal zwischen A1 und A45, an den südlichen Rändern der Stadtteile Hilfe, Fley und Halden. Das untere Lennetal ist ein Durchbruchstal mit vielen Windungen, das im Gegensatz zum oberen Lennetal stark industriell geprägt ist (vgl. Hydrotec 2001: 7). Der nördliche Teil des Hagener Gewerbegebiets Lennetal ist zwischen der Federnstraße und der Profilstraße bereits heute bei einem hundert-

jährlichen Hochwasser (HQ_{100}) betroffen. Bei einem Extremhochwasser (HQ_{extrem}) bzw. einem künftigen HQ_{100} wird das Gewerbegebiet großflächig überflutet. Der Teil des Gewerbegebiets südlich der A46 wird durch Deiche vor Überschwemmungen eines HQ_{100} geschützt. Unter der Annahme ihres Versagens bei einem HQ_{extrem} werden diese Bereiche großflächig überflutet. Im gesamten Gewerbegebiet Lennetal sind bei einem HQ_{extrem} Industriebetriebe mit hohem Umweltgefährdungspotential (IVU-Anlagen) von Überschwemmungen betroffen, so dass umweltgefährdende Stoffe freigesetzt werden können (vgl. MKULNV 2015: 2).

Die Stadt Hagen ist im Bereich Hochwasserschutz aufgrund ihrer zahlreichen Gewässer seit Jahren aktiv. Aktuell stehen sowohl Maßnahmen zur europäischen Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (EG-HWRM-RL) als auch zur europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRRL) im Vordergrund. Im Zuge der Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie wurden bereits Maßnahmenfahrpläne erarbeitet. Wesentliches Ziel der Richtlinie ist es, europaweit die Qualität der Oberflächengewässer und des Grundwassers deutlich zu verbessern. Dazu sollen gute ökologische und chemische Zustände der Gewässer und des Grundwassers erreicht werden. In Nordrhein-Westfalen wurden dazu in den Bewirtschaftungszeiträumen 2010-2015 und 2018-2022 und 2022-2027 für die Flussgebiete Rhein, Weser, Ems und Maas



jeweils ein Bewirtschaftungsplan, ein Maßnahmenprogramm und Planungseinheitensteckbriefe erstellt. Die Bewirtschaftungspläne beinhalten fortgeschriebene Bestandsaufnahmen, behördenverbindliche Maßnahmenprogramme und Bewirtschaftungsziele (vgl. MKULNV 2015b: 1f). Die Renaturierung der Lenneae in Hagen zwischen Henkhausen und Garenfeld ist hier als ein gelungenes Beispiel zu nennen. Die Maßnahme beinhaltet nicht nur die gewässerökologische Aufwertung, sondern führt auch zu einer verbesserten Erlebbarkeit des Flusses und fördert den Hochwasserschutz.

Darüber hinaus gibt es sogenannte vorläufig gesicherte Überschwemmungsgebiete, die statistisch gesehen alle 100 Jahre durch Hochwasser überflutet werden. Im Sinne des § 78 (1) WHG dürfen diese Überschwemmungsgebiete nicht bebaut werden. Im Fokusgebiet Lennetal sind dies die Flächen der Lenneae zwischen Buschmühlenstraße und Verbandstraße. Die Maßnahmen zur Hochwasserrisikomanagementplanung in Hagen beinhalten für die Lenne u.a. folgende Maßnahmentypen:

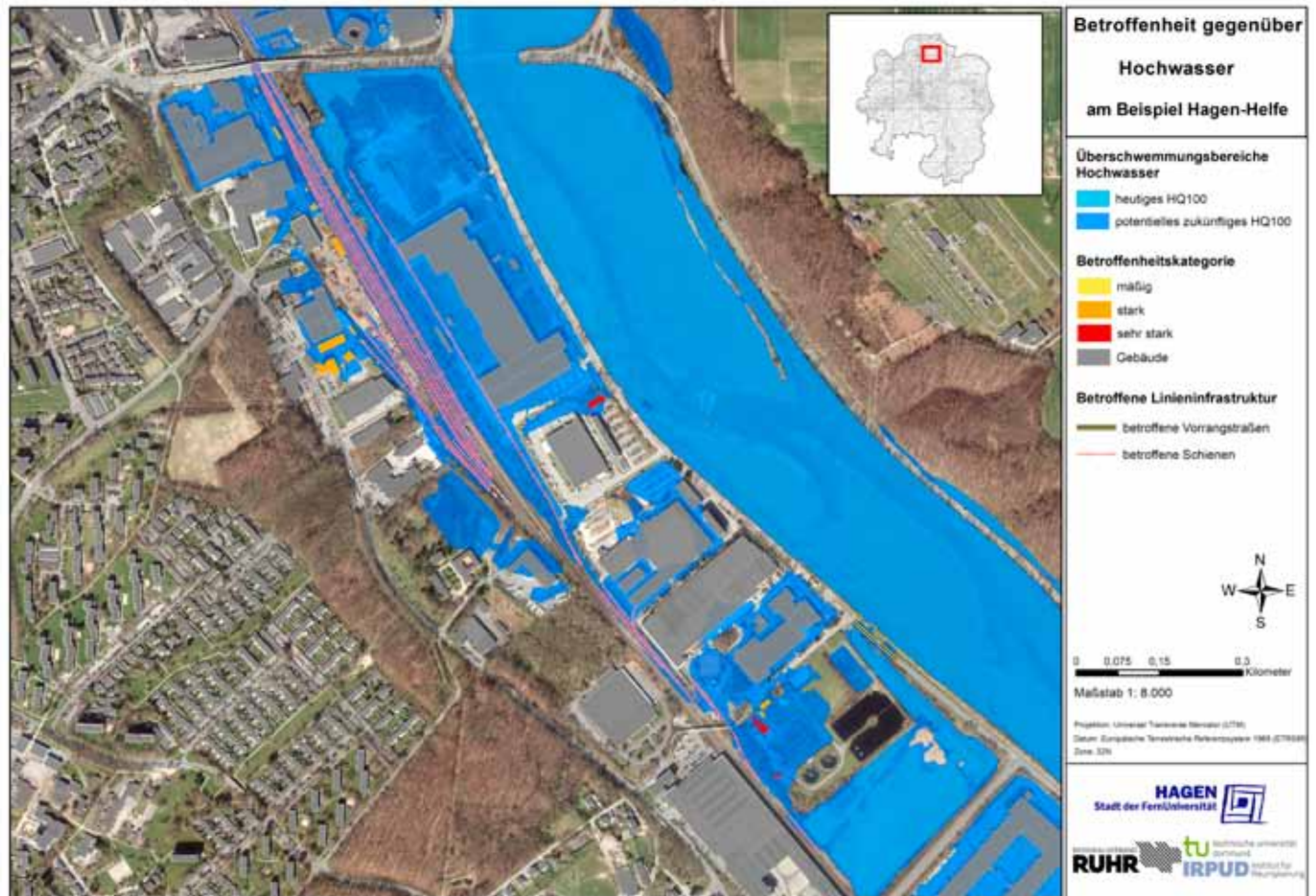
- Regelmäßige Aktualisierung der Datenbestände und Ansprechpartner
- Überprüfung der Meldestufen
- Optimierung der Kommunikationswege
- Erstellung bzw. Nutzung von zielgruppenorientiertem Informationsmaterial
- Unterhaltung technischer Hochwasserschutz-Einrichtungen zur Hochwasserabwehr
- Information von Betrieben mit IVU-Anlagen über Hochwassergefahren und ggf. Verifizierung der betrieblichen Aktivitäten

(vgl. MKULNV 2015a: 6ff)

Für das Fokusgebiet im Lennetal sind insbesondere die Deichunterhaltung im Gewerbegebiet und die Information der betroffenen Gewerbebetriebe sowie von IVU-Betrieben von Bedeutung. Die Analysen zeigen, dass ein Großteil der gewerblichen Nutzungen entlang der Lenne sowohl bei einem Hochwasserereignis in der Gegenwart als auch Zukunft erheblich betroffen wären. Neben baulichen und technischen Maßnahmen zum Hochwasserschutz sollten die Gewerbetreibenden stärker für Hochwassergefahren und -risiken sensibilisiert werden und entsprechende Vorsorge- und Schutzmaßnahmen ergreifen.

In der nachfolgenden Analysekarte werden die Überschwemmungsflächen für HQ_{100} und HQ_{extrem} bzw. einem zukünftigen HQ_{100} in ihrer jeweiligen Ausdehnung sowie die kritischen und sozialen Infrastrukturen dargestellt (siehe Abb. 37 Betroffenheit gegenüber Hochwasser am Beispiel Hagen-Helfe).

Abbildung 37: Betroffenheit gegenüber Hochwasser am Beispiel Hagen-Helfe



Quelle und Datengrundlage: Eigene Darstellung; Datengrundlage Land NRW (2018); Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0 (www.gov-data.de/dl-de/by-2-0)

In Zusammenarbeit mit der Feuerwehr der Stadt Hagen wurden die Kritische Infrastrukturen und Gewerbebetriebe im Fokusgebiet bezüglich ihrer Betroffenheit analysiert. Darunter fällt beispielsweise das Paketzentrum im Lennetal, das bei einem heutigen HQ_{extrem} überflutet werden würde. Im Ereignisfall könnte es demnach zur Beschädigung der gelagerten Waren oder ggf. zu einem Totalausfall der Nutzbarkeit und Funktion kommen. Auch die Kläranlage in Hagen Fley wäre im Falle eines heutigen HQ_{extrem} bzw. einem potentiellen zukünftigen HQ_{100} betroffen. Hier wären insbesondere das Betriebsgebäude, die Stromversorgung, das Rechengebäude und die Vorklärbecken von Überschwemmungen betroffen. Im Bereich der Nachklärbecken wurden bereits bauliche Vorsorgemaßnahmen getroffen, indem dieser Bereich erhöht wurde. Das Betriebsgebäude verfügt über Dammbalken, die im Ereignisfall vor eindringendem Wasser schützen können. Insbesondere externe Einflüsse

stellen für Abwasserbehandlungsanlagen sowie die entsprechende Gefahrenabwehr wesentliche Herausforderungen dar. So können Hochwasser oder Stromausfälle Funktionsstörungen in diesen Anlagen verursachen. Insbesondere die Stromversorgung ist als kritisch zu bewerten, da i.d.R. keine Notstromversorgung vorhanden ist.

Die Verkehrsanbindung ist im Falle eines zukünftigen HQ_{100} wesentlich eingeschränkt. Neben dem Schienen- und Güterverkehr wären insbesondere Notfall- und Rettungswege behindert. Im Falle eines HQ_{extrem} bzw. künftigen HQ_{100} wären außerdem zahlreiche Erschließungsstraßen, die zu den Betrieben und Industrien führen, blockiert. Dies stellt insbesondere für die Einsatzkräfte der Feuerwehr eine große Herausforderung dar, wenn die Handlungsfähigkeit der Einsatz- und Rettungskräfte eingeschränkt wird.

Ziele und Leitlinien zur Klimaanpassung in Hagen

6

Auf Basis der gesamtstädtischen räumlichen Klimawirkungsanalyse wurden Stärken, Schwächen, Risiken und Chancen ermittelt (SWOT-Analyse). Die SWOT-Analyse dient der Identifizierung und Konkretisierung von Zielen und Leitlinien zur Klimaanpassung in der Stadt Hagen. Mit der Analyse werden Schlüsselfaktoren identifiziert, die für einen erfolgreichen Prozess zur Klimaanpassung in Hagen von Bedeutung sind.

6.1 SWOT-Analyse für die Klimaanpassung in Hagen

Die Ergebnisse und Inhalte der SWOT-Analyse wurden in zahlreichen Informations- und Abstimmungsgesprächen mit verwaltungsinternen und externen Experten und Interessenvertretern fachlich diskutiert und eruiert. Die SWOT-Analyse hat das Ziel Handlungsoptionen zu identifizieren, um eine klimaangepasste Stadtentwicklung in Hagen voranzutreiben. Darüber hinaus dient die Analyse als Grundlage zur Formulierung von Zielen und Leitlinien sowie der Strategie- und Maßnahmenentwicklung zur Klimaanpassung in Hagen. Die ermittelten Chancen und Risiken stellen externe, Stärken und Schwächen verwaltungsinterne Faktoren dar (siehe Tab. 17 Von der SWOT-Analyse zu Handlungsoptionen). Die Chancen und Risiken sind Faktoren, die von außen vorgegeben sind und von Akteuren nicht direkt beeinflusst werden können. Diese Umfeldfaktoren sind zu beobachten und zu antizipieren, um ggf. Anpassungen an der Strategie zur Kli-

maanpassung vornehmen zu können. Die Stärken und Schwächen hingegen sind Faktoren bzw. Eigenschaften des Systems Stadt und damit haben städtische Akteure unmittelbaren Einfluss auf sie (vgl. Scholles 2008: 505).

Chancen

Chancen ergeben sich insbesondere durch die Lage der Stadt Hagen zwischen der Metropole Ruhr und dem Sauerland, der guten verkehrlichen Anbindung und dem attraktiven Landschaftsbild. So gilt Hagen, mit einem Waldanteil von über 40 Prozent, als die walddreichste Großstadt in Nordrhein-Westfalen. Hagen verfügt zudem über viele aufgelockerte Wohnsiedlungen mit guter Anbindung an Grün- und Freiflächen. Auch landschaftlich hat die Stadt Hagen viel zu bieten. Im Süden prägen die vorwiegend dünn besiedelten Bereiche Lennetal und Volmetal ein ländliches Landschaftsbild mit den Hagener Randhöhen, den Volme-, Nahmer- und Lennetalschluchten und großen zusammenhängenden Waldflächen, die an das angrenzende Sauerland erinnern. Bedingt durch die naturräumliche Lage und Ausdehnung der Siedlungsgebiete ist der Norden der Stadt hingegen von baulicher Dichte und weniger großflächigen Grün- und Freiflächen gekennzeichnet. Durch den anhaltenden Bevölkerungsrückgang bestehen Potentiale weniger gut entwickelte Quartiere durch gezielten Rückbau aufzuwerten und dabei den Grün- und Freiflächenanteil zu erhöhen. Städtisches Grün kann durch seine filternde Wirkung Luftschadstoffe und (Fein-)Staub binden, Lärmbelastungen

Tabelle 17: Von der SWOT-Analyse zu Handlungspotentialen

SWOT		Analyse der internen Faktoren (Verwaltungshandeln)	
		Stärken	Schwächen
Analyse der externen (gegebenen) Faktoren	Chancen	Einsatz der Stärken zur Nutzung der Chancen	Nutzung der Chancen zur Überwindung der Schwächen
	Risiken	Einsatz der Stärken zur Abwehr der Risiken	Überwinden der Schwächen um Risiken zu vermeiden

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Scholles 2008: 505f)

mindern, sich positiv auf das Stadtklima auswirken und so Gesundheits- und Klimarisiken vermindern. Urbanes Grün verbindet den bebauten Raum mit Verkehrsräumen und anderen Freiräumen. Chancen ergeben sich bei der Minderung von Luftschadstoff- und Lärmbelastungen im Straßenraum und der Verbesserung der stadtklimatischen Bedingungen. Der Erhalt und Ausbau von Grün- und Freiflächen ist wesentlicher Bestandteil der Anpassung an den Klimawandel in Hagen.

Risiken

Für die Stadt Hagen ergeben sich neben zahlreichen Chancen auch vielfältige Risiken, die sich negativ auf die Entwicklung der Stadt Hagen auswirken können. Aufgrund der Topografie und den zahlreichen Fluss- und Bachläufen bestehen erhebliche Risiken durch Hitzestau sowie Überflutungen bzw. Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser. Die z.T. dicht bebauten und stark versiegelten Siedlungs- und Gewerbeflächen, insbesondere in den Tallagen entlang der Flüsse, sind von Überwärmung und Überflutungen bzw. Überschwem-

mungen betroffen. Außerdem sind hier besonders schutzwürdige Objekte der kritischen und sozialen Infrastrukturen zu nennen. Das Überflutungspotential wird insbesondere von der bewegten Topografie, dem hohen Versiegelungsgrad sowie den zahlreichen Bachläufen und deren verrohrten Abschnitten beeinflusst. Die Topographie führt zudem bei Inversionswetterlagen, die überwiegend mit niedrigen Windgeschwindigkeiten einhergehen, zu Schadstoffbelastungen der Stadtluft – insbesondere entlang der vielbefahrenen Verkehrsachsen (B54 und B7) und auf dem Innenstadtring (Bergisch-Märkischer Ring). Die z.T. hohen Verkehrsbelastungen, insbesondere im Innenstadtbereich, führen zu Luft- und Lärmemissionen und daraus resultierenden Immissionen, die sich negativ auf die menschliche Gesundheit und Umwelt auswirken. Zur Minderung der Luftschadstoffe ist in Hagen bereits seit dem Jahr 2008 ein Luftreinhalteplan (LRP) in Kraft. Zur Minderung der Belastungen durch Umgebungslärm hat die Stadt Hagen im Jahr 2010 einen Lärmaktionsplan beschlossen.

Tabelle 18: Chancen und Risiken der Stadt Hagen zur Klimaanpassung

Chancen	Risiken
- Geografische Lage in Südwestfalen zwischen Metropole Ruhr und Sauerland - gute verkehrliche Anbindungen (Straße und Schiene) - Hoher Waldflächenanteil und viele Grün- und Freiflächen - Zahlreiche Naherholungsgebiete, Parks und Grünanlagen - Viele durchgrünte Wohngebiete mit günstigen bioklimatischen Gegebenheiten (Temperatur, Durchlüftung etc.) - Gute Ansätze zur Gewässerrenaturierung (z.B. Volme und Lenne) - verrohrte Bachläufe bieten städtebauliche Gestaltungspotentiale (Offenlegung und/oder Renaturierung) - Bevölkerungsrückgang kann Flächen- und Entwicklungspotentiale freisetzen	- Topographische Lage/Relief und (historisch) gewachsene Siedlungsstruktur entlang der Flüsse - Dicht bebaute und versiegelte Tallagen begünstigen Überwärmung und erhöhen Gefahren und Risiken bei Starkregen - zahlreiche Fließgewässer im Stadtgebiet erhöhen Gefahren und Risiken bei Hochwasser und Starkregen - Hohe Betroffenheit kritischer Infrastruktur (KRITIS) und sozialer Infrastruktur - Teilweise starke Belastungen durch Luftschadstoffe und Lärm - ausgeprägte Korrelation von sozial benachteiligten Quartieren und der Betroffenheit gegenüber Klimawirkungen - überdurchschnittliche und stark selektive Abwanderung sowie hoher Wohnungsleerstand - ausgeprägte Überalterung, ungleiche Lebensbedingungen (Sozialstruktur) - mangelnde Flächenreserven schränken den Handlungsspielraum ein

Quelle: Eigene Darstellung



Die gesamtstädtische räumliche Analyse zu den Klimawirkungen hat ergeben, dass viele der besonders betroffenen Bereiche gleichzeitig auch vor sozioökonomischen Herausforderungen stehen. Hier korrelieren Umweltbelastungen mit den Wohnorten von sehr heterogenen und sozial schwachen Gruppen. Dieser Umstand steht unter dem Begriff ‚Umweltgerechtigkeit‘ im öffentlichen und wissenschaftlichen Diskurs. Auch in Hagen sind Menschen mit geringem Einkommen und einem vergleichsweise niedrigen Bildungsstand häufiger höheren Umweltbelastungen ausgesetzt als sozioökonomisch besser gestellte Teile der Bevölkerung. Gleichfalls führt die Alterung der Bevölkerung zu einem Anstieg der besonders sensiblen Bevölkerungsgruppe, der älteren und gesundheitlich vorbelasteten Menschen. Neben der generellen Reduzierung von gesundheitsrelevanten Umweltbelastungen, sollte daher auch eine gerechte sozialräumliche Verteilung von Umweltbelastungen und -ressourcen sowie der gesundheitlichen Folgen als Ziel formuliert werden.

Stärken

In den letzten Jahren haben verschiedene Ämter und Fachbereiche der Stadt Hagen damit begonnen, sich verstärkt mit dem Thema Klimawandel auseinanderzusetzen, so z.B. das Amt für Brand- und Katastrophenschutz (Stabsrahmenübungen des Katastrophenschutzes), die Umweltplanung (Klimaschutz), Untere Wasser- und Bodenschutzbehörde (Hochwasserrisikomanagement) sowie die Stadtentwässerung (Abwasserbeseitigungskonzept). Klimaanpassungsrelevante Aktivitäten sind beispielsweise der Hochwasserschutz, die Erstellung eines Hochwasseralarm- und -einsatzplans, eine Fließwege- und Senkenkartierung (Abflusspotentiale) oder die Informationsbereitstellung zum baulichen Objektschutz und Verhaltensvorsorge bei Starkregen. Derzeit befinden sich außerdem ein Integriertes Stadtentwicklungskonzept (ISEK) und ein Integriertes Handlungskonzept Wohnen in Hagen in der Aufstellung. Diese stadtentwicklungsrelevanten Konzepte berücksichtigen bereits eine integrierte Betrachtung relevanter Themen bzw. Handlungsfelder und stimmen die entsprechenden Inhalte in den Erstellungsprozessen ab. Dazu gehören z.B. die Bauleitplanung, Bevölkerungs- und Wohnraumentwicklung, Bildung und Soziales, Wirtschafts- und Gewerbeentwicklung, Verkehr und Mobilität, Natur und Landschaft, Grün- und Freiflächenentwicklung oder Kultur und Tourismus, die in Wech-

selbeziehungen stehen und auch mit der Anpassung an Klimawandelfolgen und den soziodemografischen Veränderungsprozessen verknüpft werden müssen. Darüber hinaus liegen bereits integrierte Handlungskonzepte für die ‚Grüne Infrastruktur Harkort- und Hengsteysee‘ und die ‚Soziale Stadt Wehringhausen‘ vor, die ebenfalls Synergien zur Klimaanpassung aufweisen. Eine besondere Bedeutung im Zuge der Entwicklung von Strategien und Maßnahmen zur Klimaanpassung kommt dem ISEK zu, da es als Grundlage für die Neuaufstellung des FNP dienen wird. Auch die vorliegende Wohnungsmarktstudie, die als Grundlage für das Handlungskonzept Wohnen dient, eröffnet über die empfohlene Doppelstrategie aus Rück- und Neubau Anknüpfungspunkte für eine klimagerechte Stadtentwicklung. Durch eine strategische Steuerung der künftigen Flächennutzung, des Rückbaus, Neubaus und der Nachverdichtung können bestehende oder zu erwartende Klimarisiken und ihre Folgen gemindert werden. Außerdem können sich ändernden Nutzungsansprüche, -anforderungen und -konflikte, die durch den Klimawandel entstehen werden, untereinander planerisch abgestimmt und in Einklang gebracht werden. Dabei sind die Siedlungsentwicklung, Flächennutzung, Bauleitplanung, technische Infrastruktur, Mobilität bzw. Verkehr und der Wasserhaushalt inklusive des Hochwasserschutzes von Bedeutung, die gleichfalls die Belange und Aufgaben des Katastrophen- und Bevölkerungsschutzes, der Gesundheitsvorsorge sowie den Umwelt-, Natur- und Bodenschutz berühren.

Schwächen

Trotz der genannten Stärken und guten Ausgangsbasis für die Integration klimaanpassungsrelevanter Themen sind auch Schwächen zu nennen, die es zu überwinden gilt. Eine langfristige und effiziente Berücksichtigung des klimatischen und demografischen Wandels in Planungsentscheidungen und Verwaltungsprozessen erfordert die Stärkung einer interdisziplinären ämter- und fachübergreifenden Abstimmung und Zusammenarbeit. Mit den bisher zur Verfügung stehenden bzw. genutzten Instrumenten werden negative Umweltauswirkungen bislang vornehmlich sektoral unter den Gesichtspunkten Lärmschutz, Luftreinhalteplanung, Verkehrsplanung oder Klimaschutz betrachtet. Für die Entwicklung stadtplanerischer Ziele und Konzepte zu den negativen Umweltauswirkungen fehlt bislang eine integrierte Gesamtstrategie. Eine klimawandelgerechte Stadt- und Siedlungsent-

wicklung muss die diversen Raumnutzungsansprüche koordinieren, Flächenkonkurrenzen vermeiden, Rechtsverbindlichkeit schaffen und so für eine langfristige Flächensicherung sorgen. Insbesondere der räumlichen Planung kommt dabei die Aufgabe zu, die Implementierung von Klimaanpassung als fach- und ressortübergreifende Querschnittsaufgabe zu begleiten und zu koordinieren. Dazu sollten die Planungsabläufe und -prozesse optimiert und der Wissensstand aller beteiligten Akteure themenbezogen erweitert werden. Außerdem gilt es die Vernetzungs- und Austauschprozesse und ein interdisziplinäres und fachgebietsübergreifendes Arbeiten zu unterstützen.

In den Expertengesprächen und Verwaltungsworkshops wurde immer wieder angemerkt, dass ein strukturierter und koordinierter Umgang mit demografischen und klimarelevanten Themen essentiell ist. Es müssen gemeinsame Antworten auf Fragen gefunden werden, die sich z.B. auf die räumliche Verortung von Schrumpfungsprozessen oder Klimaanpassungsmaßnahmen beziehen. Hierzu bedarf es einer übergeordneten und abgestimmten Strategie, die derzeit noch nicht vorhanden ist.

Ohne diesen strategischen Ansatz besteht insbesondere bei einer ‚ungesteuerten‘ Siedlungs- und Gewerbeflä-

Tabelle 19: Stärken und Schwächen der Stadt Hagen zur Klimaanpassung

Stärken	Schwächen
- Umweltamt, Feuerwehr/Katastrophenschutz und die Wirtschaftsbetriebe Hagen befassen sich bereits mit dem Thema Klimawandel. - Die Erarbeitung verschiedener stadtentwicklungsrelevanter Konzepte und Studien erfolgt zeitgleich und ermöglicht die Abstimmung und Integration der Klimaanpassung. - Insbesondere die ausstehende Neuaufstellung des FNP eröffnet zahlreiche Synergien und Anknüpfungspunkte zur Umsetzung der Klimaanpassungsstrategie, z.B. im Rahmen einer Flächenpriorisierung oder einer Strategie für Rück- und Neubau. - Die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen kann im Zuge der Sozialen Stadt Wehringhausen gefördert werden. - Neue Daten- und Kartengrundlagen zu Klimawirkungen (Hitze, Starkregen, Hochwasser) lagen z.T. bereits vor oder werden im Rahmen des Klimaanpassungskonzeptes erstellt. - Vorhandene Grundlagen können genutzt werden, um Klimaanpassung in die kommunale Bauleitplanung stärker zu integrieren. Bestehende und zukünftige räumliche Konflikte infolge des Klimawandels und vor dem Hintergrund weiterer wichtiger Belange müssen vorsorgend bewältigt werden. - Eine frühzeitige Einbeziehung aller relevanten internen und externen Akteure etabliert ein Netzwerk, das im Umsetzungsprozess genutzt werden kann. - BauGB-Novellierungen zugunsten der Klimaanpassung stärken die Berücksichtigung entsprechender Abwägungsbelange.	- Bisher spielt der Umgang mit dem Klimawandel und demografischen Wandel kaum eine Rolle in der kommunalen Planungskultur. Es mangelt noch an konkreter politischer Prioritätensetzung zum Umgang mit diesen beiden Entwicklungen. - Für die Integration von Klimaanpassung als wichtiges Querschnittsthema fehlt eine verwaltungsinterne Koordinationsstelle (‚Kümmerer‘). Über diese kann die Klimafolgenanpassung verstärkt in Planungsprozesse eingebracht werden. - Es mangelt an personellen und finanziellen Kapazitäten in der Verwaltung. Der entstehende Mehraufwand im Planungsprozess und die Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen in städtebaulichen Lösungen und Planungen bedarf weiterer Unterstützung. - Die vielfältigen Handlungsfelder und Schwerpunktthemen bedürfen entsprechend fachlicher Expertise, an der es bisher mangelt. Dazu können externe fachliche und wissenschaftliche Begleitung durch Planungsbüros oder Institute in Anspruch genommen werden. - Die Standortwahl von sozialer und kritischer Infrastruktur in gefährdeten Bereichen kann deren Funktion erheblich einschränken. Zudem besteht ein hohes Konfliktpotential zwischen der Siedlungs- und Gewerbeflächenentwicklung und z.B. den Belangen der Klimaanpassung oder des Umweltschutzes

Quelle: Eigene Darstellung

chenentwicklung sowie dem Bau von sozialen und kritischen Infrastrukturen ein hohes Konfliktpotential. In den zuständigen Ämtern und Fachbereichen mangelt es an spezifischem Wissen über klimawandelrelevante und demografische Aspekte. Klimaanpassung ist bisher nicht als Querschnittsthema in der kommunalen Planungspraxis verankert und erfordert zusätzlich die Abstimmung und Kooperation von Wissenschaft, Verwaltung, Gesellschaft, Politik und Wirtschaft. Durch die Einbeziehung relevanter Akteure innerhalb und außerhalb der Verwaltung und eine enge Zusammenarbeit kann das Fachwissen verschiedener Disziplinen und Ressorts in den Anpassungsprozess integriert werden. So können mögliche Interessens- und

Nutzungskonflikte sowie Synergien frühzeitig erkannt und bei der Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen berücksichtigt werden. Ein abgestimmter und strategischer Anpassungsprozess fördert das Wissen, die Akzeptanz und letztlich die Umsetzung der Klimaanpassung in der Praxis. Um klimaanpassungsrelevante Aspekte stärker in Entscheidungsprozessen integrieren zu können, fehlen jedoch derzeit finanzielle und personelle Kapazitäten sowie weitere Daten zu klimawandelbezogenen Auswirkungen.

In folgender Tabelle 20 werden die, auf Basis der SWOT-Analyse ermittelten Handlungspotentiale zur erfolgreichen Klimaanpassung in Hagen, dargestellt.

Tabelle 20: Handlungspotentiale zur Klimaanpassung in Hagen

Verwendung der Stärken zur Nutzung der Chancen	Verwendung der Chancen zur Überwindung der Schwächen
- Die stadtentwicklungsrelevanten Pläne und Konzepte sollten die naturräumliche Lage der Stadt Hagen berücksichtigen bzw. die Wasser-, Wald-, Grün- und Freiflächen nutzen. Insbesondere durch den Erhalt und Ausbau dieser Flächen können nachhaltig die stadtklimatischen Verhältnisse verbessert werden. - Das bereits vorhandene verwaltungsinterne Wissen über den Klimawandel und seine Auswirkungen sollte für die Integration von Klimaanpassung als Abwägungsbelang in die Planungsverfahren genutzt werden. - Entwicklungs- und Flächenpotentiale, die durch den demografischen Wandel entstehen, sollten in den Verfahren zur Aufstellung des ISEK und der FNP-Neuaufstellung konsequent berücksichtigt werden. - Die ermittelten Auswirkungen des Klimawandels sollten bei Flächenentwicklungen und städtebaulichen Entwürfen berücksichtigt werden. Planungen und Vorhaben sollten hinsichtlich ihrer klimatischen Eigenschaften bzw. Auswirkungen überprüft, verglichen und ggf. optimiert werden (siehe UVPg). - Die Berücksichtigung identifizierter Gefahrenstellen im Zuge der Umsetzung des Integrierten Handlungskonzepts zum Wohnen und der empfohlenen Doppelstrategie aus Rück- und Neubau, kann wesentlich zu einer klimagerechten Siedlungsentwicklung beitragen. - BauGB-Novellierungen zugunsten der Klimaanpassung stärken die Berücksichtigung entsprechender Abwägungsbelange.	- Die Entwicklungspotentiale, aufgrund der naturräumlichen und topografischen Lage der Stadt Hagen, können verstärkt zur Klimaanpassung und Verbesserung der städtischen Lebensqualität genutzt werden. - Durch zusätzliche Informationen und Sensibilisierung verwaltungsinterner und externer Akteure können Bewusstsein und Akzeptanz für klimawandelrelevante Themen geschaffen werden. Gleichfalls sollten frühzeitig alle relevanten Akteurs- und Interessengruppen im Planungsprozess eingebunden werden. - Durch die gemeinsame Entwicklung von Strategien und Maßnahmen, können Zielkonflikte ausgeglichen und entschärft, ein Problembewusstsein geschaffen sowie Synergien ermittelt und genutzt werden. - Zur Integration und zielführenden Umsetzung der Klimaanpassung müssen verstärkt bestehende Prozess- und Organisationsstrukturen, personelle und finanzielle Ressourcen sowie bestehende formelle und informelle Instrumente genutzt werden. - Im Zuge der Standortwahl neuer sowie der Schließungen/Zusammenlegung bestehender sozialer und kritischer Infrastrukturen sind die Folgen des demografischen und klimatischen Wandels zu berücksichtigen. - Im Rahmen der Umweltprüfungen sollte sich das Schutzgut Mensch (menschliche Gesundheit) stärker in der Abwägung wiederfinden. - Die Belange der Klimaanpassung sollten stärker als bisher in die Abwägung eingebracht werden.

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 20: Fortsetzung

Verwendung der Stärken zur Abwehr der Risiken	Überwinden der Schwächen um Risiken zu vermeiden
- Auf die vorhandenen Erfahrungen/Ansätze und Grundlagen, z.B. der Unteren Wasserbehörde und Feuerwehr beim Hochwasserschutz und der Katastrophenhilfe, sollten zurückgegriffen werden, um zukunftsfähige Anpassungsmaßnahmen zu entwickeln und das Krisenmanagement zu verbessern. - Die Entwicklung des Integrierten Stadtentwicklungskonzeptes sowie die Neuaufstellung des FNP sollten zur Etablierung einer gesamtstädtischen integrierten Strategie zum Umgang mit schädlichen Umweltauswirkungen und Auswirkungen des Klimawandels genutzt werden. - Für eine flexible Planung der klimagerechter Raum- und Siedlungsstruktur kann auf bestehende und geeignete informelle und formelle Instrumente oder alternative Strategien und Verfahren zurückgegriffen werden. - Bestehende informelle Instrumente können im Gegensatz zu formellen Instrumenten flexibler und problemorientierter eingesetzt werden. Gleichwohl sollen sie bei der Aufstellung formeller Pläne beachtet werden und bieten Planungsalternativen. Sie stellen zwar keine rechtlichen Verbindlichkeiten her, sind jedoch insbesondere für die Abstimmung, Akzeptanzbildung und Entscheidungsvorbereitung von Bedeutung, da sie klare Zielvorgaben definieren. - Entwicklungs- und Flächenpotentiale im Zuge demografischer Veränderungsprozesse, wie dem Bevölkerungsrückgang, sollten für die Verbesserung der städtischen Lebensqualität, des Wohnumfeldes sowie den Umweltschutz genutzt werden. - Ansatz der sogenannten ‚Hagener Bürgerverwaltung‘ sollte genutzt werden, um Informations- und Beratungsangebote für eine alternde Stadtgesellschaft zu etablieren (Hilfsstrukturen).	- Für eine kontinuierliche Berücksichtigung klimaanpassungsrelevanter Inhalte in kommunalen Planungsprozessen müssen Synergien stärker kommuniziert werden. Die Benennung konkreter Aufgaben und Verantwortungsbereiche erleichtert eine integrierte Betrachtung querschnittsorientierter Themen. - Die Nutzung bestehende Kommunikations-, Prozess- und Organisationsstrukturen, wie z.B. Netzwerke, Arbeitsgruppen oder runde Tische, vermeidet finanziellen und personellen Mehraufwand. So können Verbindlichkeiten, Verantwortlichkeiten und Arbeitsstrukturen genutzt und verbessert werden, um das Thema Klimaanpassung im Verwaltungshandeln zu etablieren. - Die zentrale Bereitstellung klimawandelrelevanter Daten (auch Geoinformationen) innerhalb der Verwaltung schafft Abwägungs- und Entscheidungsgrundlagen. - Externe Studien und Gutachten, wie z.B. die Wohnungsmarkstudie, mikroskalige Modellierungen des Stadtklimas oder Abflussmodellierungen für Starkregen, unterstützen die Grundlagenermittlung und Einschätzung der kommunalen Rahmenbedingungen. - Die Standortwahl gefährdeter sozialer und kritischer Infrastruktur sollte überprüft werden und in künftigen Planungen berücksichtigt werden. - Die Konflikte in den Tallagen zwischen Siedlungs- und Gewerbeflächen und dem Hochwasser- und Überflutungsschutz gewinnen voraussichtlich in Zukunft an Bedeutung und erfordern u.U. verstärkt planerische Steuerung unter Berücksichtigung von Klimaveränderungen. - Stärkere Berücksichtigung von klimaanpassungsrelevanten Aspekten in der Grün- und Freiflächenplanung. Erhalt und Ausbau von Frisch- und Kaltluftentstehungsgebieten und entsprechender Schneisen. - Verstärkte Information und Sensibilisierung von Betreibern und Nutzern sozialer und kritischer Infrastrukturen bezüglich der Gefahrenlagen und etwaiger Vorsorgemaßnahmen. Auch die Bevölkerung muss stärker informiert und für den Klimawandel und hierzu relevante Eigenvorsorge sensibilisiert werden.

Quelle: Eigene Darstellung



Die oben genannten Handlungsoptionen bieten eine gute Übersicht über die in Hagen relevanten Anknüpfungspunkte zur Implementation und Umsetzung einer langfristigen Strategie zur Klimaanpassung. Die Klimaanpassungsstrategie der Stadt Hagen hat das Ziel, die Lebensqualität zu erhalten und zu verbessern sowie den Schutz der Bevölkerung vor Klimafolgen zu gewährleisten. Zu den wesentlichen Zielen einer klimagerechten Stadtentwicklung in Hagen zählen daher, der Erhalt bestehender Wald-, Grün- und Freiflächen, der Ausbau urbaner Grünräume sowie die Optimierung des Wasserhaushaltes, Informationsbereitstellung und Sensibilisierung von Akteuren und Interessensgruppen. Die folgenden ‚Zehn Ziele zur Klimaanpassung in Hagen‘ konkretisieren diese Schwerpunkte:

6.2. Die Zehn Ziele zur Klimaanpassung in Hagen

1. Verringerung der Betroffenheit von Siedlungs- und Gewerbeflächen: gegenüber Klimawirkungen. Beispielsweise durch gezielten Rückzug/ Rückbau besonders gefährdeter Bereiche. Darüber hinaus sind Vorsorge und Schutzmaßnahmen an Gebäuden und Infrastrukturen (z.B. Hochwasser- und Überflutungsschutz) zu nennen.

2. Förderung der klimaangepassten Standortwahl sensibler sowie kritischer Infrastrukturen und Nutzungen: Insbesondere Energie-, Wasser-, Telekommunikationsversorgung, Kindergärten und Schulen, Krankenhäuser und Pflegeeinrichtungen.

3. Stärkung kompakter Siedlungsstrukturen und der klimaangepassten Innenentwicklung: Schwerpunkt der Entwicklung und Erneuerung liegt auf den inneren Stadtgebieten (Innen- vor Außenentwicklung), keine Ausdehnung in Randbereiche, aber städtebauliche Arrondierung (Ab- und Neuordnung, Zusammenlegung von Flächen, ggf. Baulückenschließung) im Zusammenhang bestehender Siedlungsbereiche. Hierbei sind die heutigen und zukünftigen Auswirkungen des Klimawandels mit zu berücksichtigen.

4. Diversität der Siedlungsstruktur erhalten und fördern: Ein Wechsel zwischen Infrastruktur, Gebäuden und Grünbereichen zur Durchmischung der Siedlungsstruktur und für ein angenehmes Stadtklima ist sicherzustellen. Erhalt und Stärkung polyzentraler Strukturen, soweit diese dem Klimaschutz nicht entgegenstehen.

5. Förderung der Grünvernetzung und durchgrünter Siedlungsbereiche: Im Sinne einer sogenannten ‚doppelten Innenentwicklung‘ liegt der Schwerpunkt nicht nur in der baulichen Wiedernutzung von Flächenreserven, Brachen und Baulücken sowie der Nachverdichtung von Gebieten mit ursprünglich geringer Siedlungsdichte, sondern auch in der Entwicklung, Aufwertung und Vernetzung urbaner Grünflächen.

6. Wälder, Grünzüge und Biotverbundsysteme sind zu erhalten, langfristig zu sichern und wenn möglich auszubauen: um klimatische Belastungen in Siedlungs- und Gewerbegebieten zu mindern sowie ökologische Funktionen und die biologische Vielfalt zu erhalten.

7. Sicherung und Ausbau der Kalt- und Frischluftsysteme: Kaltluftentstehungsgebiete und Leitbahnen/Luftaustauschbahnen sind zu sichern und auszubauen um der Überwärmung der stadtklimatischen Bereiche entgegenzuwirken und den Luftaustausch zu fördern.

8. Förderung des Hochwasser- und Überflutungsschutzes: Konsequente Umsetzung des Hochwasserrisikomanagements, Erhalt eines möglichst hohen Abflusses der Fließgewässer und dem consequenten Rückhalt von Niederschlagswasser in der Fläche. Anpassung der Siedlungswasserwirtschaft, insbesondere des Niederschlagswassermanagements, an veränderte Rahmenbedingungen.



9. Förderung und Umsetzung einer wassersensiblen Stadtentwicklung und multifunktionaler Flächennutzung: Berücksichtigung der Starkregenvorsorge und des urbanen Überflutungsschutzes in der Stadtentwicklung. Eine interdisziplinäre Planung und Gestaltung multifunktionaler Flächennutzungen als urbane Retentionsräume, z.B. Verkehrs- und Grünflächen, ist anzustreben.

10. Die Aufklärung und Sensibilisierung von Akteuren und Bevölkerung zu Klimaanpassung: Wissensvermittlung und Austausch zu den zu erwartenden Klimafolgen in Hagen und den entsprechenden Anpassungserfordernissen in kommunalen Bereichen.

5) Im nachfolgenden Kapitel wird die Strategie zum klimagerechten Flächenmanagement in Hagen erläutert sowie wesentliche Bausteine begründet.

Die genannten Ziele geben eine gute Orientierung bei der strategischen Ausrichtung der Anpassung an die Folgen des Klimawandels in der Stadt Hagen. Die entsprechende Strategie zur Klimaanpassung hat das Ziel Orientierung zu vermitteln und eine langfristige strategische Ausrichtung der Stadtentwicklung, insbesondere bezüglich des Klimawandels und demografischen Wandels, zu bewirken. Die Anpassung an die Folgen des Klimawandels ist dabei gleichermaßen Risiko und Chance: Risiken ergeben sich für Gebäudebestände und bestehende Infrastrukturen und damit auch für den kommunalen Haushalt. Anpassungsprozesse sind jedoch vor allem Antrieb für die Verbesserung der Umwelt- und Lebensqualität. Sie liefern Impulse für die Förderung von Innovationen und Zukunftstechnologien und bieten damit Chancen für die lokale Wirtschaft und für die Profilierung der Stadt Hagen. Voraussetzung für eine integrierte und klimagerechte Stadtentwicklung ist das Wissen über den zu erwartenden Klimawandel, seine Auswirkungen sowie über die Möglichkeiten zur Anpassung an seine Folgen. Diese dürfen jedoch nicht losgelöst von weiteren Wandlungsprozessen, wie beispielsweise dem demografischen Wandel betrachtet werden. Denn nur durch die integrierte Betrachtungsweise können Synergien genutzt und Risiken vermieden werden. Die erforderlichen wissenschaftlichen Grundlagen und Bausteine können nach und nach erarbeitet, fortlaufend ergänzt und schrittweise in die integrierte Stadtentwicklungsplanung eingebunden werden. (vgl. Deutscher Städtetag 2011: 3,

Strategie zum klimagerechten Flächenmanagement in Hagen

7

Die im Folgenden vorgestellte konzeptionelle Grundlage für ein nachhaltiges und klimagerechtes Flächenmanagement soll als Entscheidungsgrundlage für die städtebauliche Entwicklung (Innen- und Außenentwicklung) der Stadt Hagen dienen. So können Entscheidungen zur Stadtentwicklung bzw. der siedlungsstrukturellen Entwicklung und Veränderung unterstützt und mit konkreten Daten unterfüttert werden. Im Rahmen der Hagener Klimaanpassungsstrategie werden insbesondere flächen- und nutzungsrelevante Daten zu den Auswirkungen auf das lokale (Stadt-)Klima betrachtet. Auf kommunaler Ebene können Synergien und Zielkonflikte zwischen Maßnahmen zur Stärkung der Innenentwicklung, Nachverdichtung, Brachflächenrevitalisierung, Baulückenschließung, städtebaulichen Arrondierung oder zusätzlichen Bebauung im Zusammenhang mit bestehenden Siedlungsbereichen berücksichtigt werden. Gleichzeitig werden Flächen- und Nutzungsoptionen bezüglich ihrer potentiellen klimarelevanten Auswirkungen sowie konkrete Betroffenheiten von Potentialflächen durch Hitze, Starkregen und Hochwasser betrachtet.

Neben den Belangen und Zielen der Anpassung an die Folgen des Klimawandels müssen auch Ziele und Veränderungen der wirtschaftlichen, sozioökonomischen und demografischen Entwicklung Berücksichtigung finden (z.B. die Bevölkerungsentwicklung oder Wohn- Gewerbeflächenentwicklungen). Klimaschutz, Klimaanpassung und der demografische Wandel sind untrennbare Elemente einer integrierten Stadtentwicklung. Die Herausforderung besteht darin, Synergien und Zielkonflikte zu erkennen und in der Abwägung zu bewältigen (vgl. ARGEBAU 2008). Insbesondere die starke demografische und klimatische Veränderungsdynamik und konkrete Entwicklung in der Zukunft ist weitestgehend von Ungewissheit geprägt (vgl. BMVBS 2013b: 17). *„Gerade Klima und Demografie sind zwei zentrale städtische Faktoren, die bereits in der Vergangenheit die Persistenz baulicher Strukturen maßgeblich beeinflusst haben. Um zukünftig auf anhaltende gesellschaftliche Trends und wahrscheinliche klimatische Veränderungen frühzeitig reagieren zu können, ist es notwendig, Raum- und Siedlungsstrukturen klimagerecht*

zu entwickeln und dabei auch flexibel zu planen, um u. a. künftige Erkenntnisse in der Klimaforschung zu berücksichtigen. Die dazu notwendigen formellen Instrumente werden aufgrund ihres starren Charakters, ihres langwierigen Verfahrens und der Unfähigkeit, Unsicherheiten in der tatsächlichen Entwicklung zu berücksichtigen in der jüngeren Vergangenheit sowohl in Forschung als auch in der Praxis häufig kritisiert“ (BMVBS 2013b: 17). Für eine klimagerechte Entwicklung von Raum- und Siedlungsstrukturen sollte in Zukunft frühzeitig auf erkennbare gesellschaftliche Trends und mögliche klimatische Veränderungen reagiert und neue Erkenntnisse der Klimafolgenforschung berücksichtigt werden. Ansätze für eine Flexibilisierung von Stadtentwicklung und Bauleitplanung ermöglichen dies. Dazu sollten die vorhandenen Potentiale der Verfahren, Instrumente und Methoden zielgerichtet für eine angepasste und flexible Stadtentwicklung eingesetzt werden (vgl. BBSR 2018b; BMVBS 2013b).

Der Ansatz der sogenannten sequenziellen Realisierung von Planinhalten bietet dazu Hilfestellungen, Entscheidungsgrundlagen und umsetzungsrelevante Handlungsanleitungen und verhindert starre Ja /Nein Entscheidungen die hohes Konfliktpotential haben oder langwierige Kompromisslösungen hervorrufen. In Hagen soll dieser Ansatz insbesondere Impulse für die Erstellung eines Integrierten Stadtentwicklungskonzeptes (Gesamtstadt), städtebaulicher Entwicklungskonzepte (Quartier), der Änderung, Fortschreibung oder Neuaufstellung des Flächennutzungsplans (FNP) oder der Erstellung von integrierten Handlungskonzepten, etwa zum Wohnen, liefern.

7.1 Sequenzielle Realisierung von Planinhalten

Das Konzept der sequenziellen Realisierung von Planinhalten soll als Ansatz zur Flexibilisierung der Bauleitplanung und Flächenentwicklung in Hagen dienen. Dieses zentrale Element der Hagener Klimaanpassungsstrategie stellt eine wesentliche (Abwägungs-)Grundlage zur Neuaufstellung des FNP dar. Die kompakte Innenentwicklung, die Zuordnung von Freiräumen und Bauflächen



sowie die Mischung von Funktionen erfolgt vor allem auf der Ebene des FNP. Auf der Ebene des B-Plan beeinflussen die Festsetzungen von Standort, Dichte, Bauweise, Höhe, Stellung und Form der Gebäude, ihre Dachform, Ausrichtung und Verschattung die Abkühlung und Durchlüftung von Baugebieten. Wichtige Ansätze und Grundlagen einer klimagerechten Stadtentwicklung werden daher im Rahmen städtebaulicher Entwürfe und ihrer Umsetzung in Bebauungsplänen definiert. Nicht zuletzt durch Festsetzungen lassen sich zahlreiche Klimaanpassungsmaßnahmen umsetzen (siehe Kap 8 Maßnahmen zur Klimaanpassung in Hagen). Die vorliegende Strategie fokussiert sich jedoch auf die Flächennutzungsplanung, insbesondere da eine Neuaufstellung des Hagener FNP unmittelbar bevorsteht.

Das Konzept der sequenziellen Realisierung von Planinhalten ermöglicht es, Ungewissheiten über die Entwicklung bzw. Veränderung des zukünftigen Flächenbedarfs und/oder des klimatischen Wandels zu begegnen, indem nicht von einem einzigen wünschenswerten planerischen Endzustand bzw. städtebaulichen und freiraumplanerischen Ziel ausgegangen wird. Es werden vielmehr eine Reihe möglicher variabler Endzustände antizipiert, die nach einer herbeigeführten Entscheidung generell noch erreichbar sind. Weitere Entscheidungsstufen bleiben unbestimmt und werden erst dann ausgeführt, wenn ein konkretes Erfordernis besteht bzw. die Ungewissheit über Informationen überwunden ist (vgl. BMVBS 2013b: 23; Friend und Jessop 1973: 44 f.; Greiving 2012: 46).

Zukünftige Flächenentwicklungen werden entsprechend ihrer entscheidungsrelevanten Informationen und Konfliktdichte in verschiedenen Kategorien (Prioritäten) abgestuft. Zunächst werden demnach Flächen aktiviert, deren Entwicklung weitestgehend konfliktfrei ist (Priorität 1). Weitere Entscheidungsstufen bzw. Flächenentwicklungen werden offengehalten und erst dann durchgeführt, wenn ein dringliches Erfordernis besteht oder die Unsicherheit der zur Verfügung stehenden Informationen überwunden ist. Dies wäre beispielsweise der Fall, wenn eine konkrete Nachfrage nach Wohnbauland oder Gewerbeflächen besteht oder mögliche Auswirkungen durch den Klimawandel umfassend abgeschätzt werden können. Durch die Priorisierung der Flächenentwicklung ergibt sich die Möglichkeit, von der üblichen ‚entweder-oder-Kategorie‘ abzuweichen, also eine Baufläche wird

im FNP entweder dargestellt oder nicht. Vielmehr werden Bauflächen in ‚sowohl-als-auch-Kategorien‘ dargestellt, also städtebauliche Entwicklungen priorisiert und im Falle des Eintretens einer prognostizierten Randbedingung, über die zum Zeitpunkt der Planung Unsicherheit bestanden hat, als nachrangig dargestellte Bauflächen aktiviert oder gar auf eine Entwicklung verzichtet. Nicht zuletzt können so politische Konflikte, die nicht dringend einer Handlung oder Lösung bedürfen, entschärft werden. (vgl. BMVBS 2013b: 23; Fekkak et al. 2018: 16)

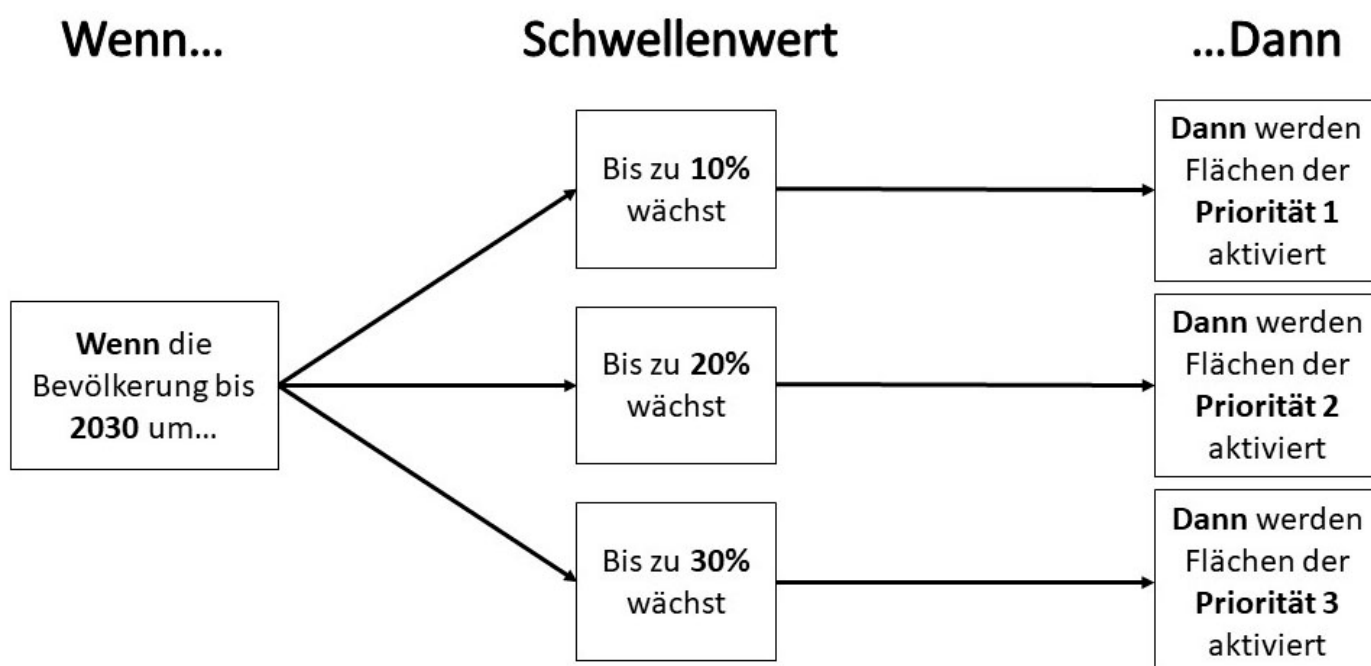
Das beschriebene Vorgehen erfordert eine andauernde wiederkehrende Kontrolle und die Evaluierung laufender Entwicklungen (Monitoring), die im Rahmen der gesetzlich vorgeschriebenen Umweltprüfung ohnehin vorgesehen sind. In diesem Verfahren müssen die erheblichen Auswirkungen der Durchführung der Pläne und Programme auf die Umwelt geprüft werden, um unter anderem frühzeitig unvorhergesehene negative Auswirkungen zu ermitteln und um in der Lage zu sein, geeignete Abhilfemaßnahmen zu ergreifen (vgl. § 4c BauGB). Aufgrund dieser Pflichtaufgabe entsteht aus dem hier vorgestellten Vorgehen kein verwaltungstechnischer und finanzieller Mehraufwand in der Stadt Hagen (vgl. BMVBS 2013b:23f). Die Flexibilität der Planung bzw. Stadtentwicklung wird sichergestellt, indem die unterschiedlichen Stadtentwicklungsperspektiven bei abweichenden Bedarfs- und Nachfragezuständen sowie bei neuen Erkenntnissen, wie beispielsweise neuen Bevölkerungs- oder Klimaprojektionen, grundsätzlich in einem planerisch festgelegten und abgestimmten Siedlungsgefüge aufgefangen werden können.

Der entsprechende Ansatz zur Flexibilisierung des FNP der Stadt Hagen kann sogenannte ‚wenn-dann-Relationen‘ nutzen. Bei einer anstehenden bauleitplanerischen Flächenaktivierung wird demnach abgewogen, ob unter den aktuell vorliegenden Informationen (z.B. Bevölkerungsprognosen oder Klimaprojektionen) und des vorliegenden Gewichts des Belanges der Siedlungsentwicklung die Einleitung eines Bebauungsplanverfahrens in Betracht kommt. Bei unvorhersehbaren Entwicklungen können dennoch nachträgliche Änderungen der kommunalen Planungen erforderlich werden. Aufgrund der gewählten Strategie ist die Wahrscheinlichkeit dafür jedoch deutlich geringer als bisher. (vgl. BMVBS 2013b: 23f; Greiving 1998: 319ff; Greiving 2012: 46).

Ein Beispiel für eine wenn-dann-Relation kann die Nachfrage nach Wohnbauland- und Gewerbeflächen sein, die an die Bevölkerungsentwicklung gekoppelt ist. Dabei werden über die politisch festgelegten Schwellenwerte notwendige Relationen definiert, sodass zum Beispiel Flächen mit der Priorität 3 erst aktiviert werden, wenn die Bevölkerung bis zum Zeitpunkt 2030 um 30 Prozent

wachsen sollte (siehe Abb. 38 Schematische Darstellung von wenn-dann-Relationen im Kontext einer sequenziellen Realisierung von Planinhalten). Für die zielführende Nutzung definierter wenn-dann-Relationen ist jedoch die Priorisierung der potentiell zur Verfügung stehenden Flächen erforderlich. Es können dabei z.B. drei Stufen der Priorisierung bzw. Flächeninanspruchnahme unterschieden werden, wobei die jeweiligen Flächen erst bei Erreichung der vorab definierten Schwellenwerte aktiviert werden. Die Priorisierung kann auf Basis unterschiedlicher Bewertungsebenen stattfinden, wie beispielsweise der Betroffenheit der Potentialfläche von Klimasignalen oder den Rahmenbedingungen der Realisierung der Fläche. Für jede der Bewertungsebenen müssen ebenfalls Schwellenwerte definiert oder Merkmale identifiziert werden, anhand derer sich eine Prioritätsstufe zuordnen lässt. Denkbar wäre beispielsweise ungenutzte Flächen hinsichtlich ihrer planungsrechtlichen Verbindlichkeit als Merkmal zu differenzieren (siehe Tab. 21 Mögliche Inhalte zur Priorisierung der Entwicklung von Bauflächen in der Flächennutzungsplanung):

Abbildung 38: Schematische Darstellung von wenn-dann-Relationen im Kontext einer sequenziellen Realisierung von Planinhalten



Quelle: Eigene Darstellung

1. Flächen für die bereits Planungs- und Baurecht besteht, die jedoch noch nicht bebaut sind
2. Flächen für die aktuell ein Verfahren zur Planungs- und Baurechtschaffung läuft sowie Flächen für die informelle Planungen vorliegen
3. Sonstige Bauflächen für die noch kein Planungs- und Baurecht besteht.

nerischen Darstellung und der Begründung des Erläuterungsberichtes eine Priorität der Inanspruchnahme. Über den nicht abschließenden Darstellungskatalog des § 5 Abs. 2 BauGB können entsprechende zeichnerische Darstellungen die Priorisierung langfristig bzw. nachrangig zu aktivierender Bauflächen kennzeichnen (vgl. BMVBS 2013b: 24). So sollte die Wirksamkeit und Umsetzbarkeit gerade bei neuen Darstellungen im FNP in den anschließenden Bebauungsplanverfahren gewährleistet sein (vgl. UBA 2018a: 134).

Im Rahmen der beschriebenen Strategie erhält im FNP der Stadt Hagen jede dargestellte, bisher nicht in verbindliches Baurecht überführte, Baufläche in der zeich-

Für die Effektivität und Durchsetzungskraft der gewählten wenn-dann-Relationen ist nicht zuletzt der politische Wille und eine entsprechende Prioritätensetzung not-

Tabelle 21: Mögliche Inhalte zur Priorisierung der Entwicklung von Bauflächen in der Flächennutzungsplanung

Bewertungsebenen	Prioritäten		
	1. Priorität	2. Priorität	3. Priorität
Betroffenheit von den Klimasignalen Temperatur und Niederschlag	Auch langfristig (bis 2030) voraussichtlich geringer (oder vermeidbarer) Konflikt mit erwartbaren Klimawirkfolgen.	Auch langfristig (bis 2030) voraussichtlich nur mittlerer Konflikt mit erwartbaren Klimawirkfolgen.	Bereits aus heutiger Sicht besteht ein starker Konflikt mit erwartbaren Klimawirkfolgen.
Vorhandensein von Planrecht	Es besteht unmittelbares Baurecht für die Fläche (Sofortige Umsetzung eines wirksamen B-Plan möglich)	Baurecht kann ohne größeren Aufwand hergestellt werden (Kurzfristige Umsetzung möglich)	Baurecht wäre nur mit größeren Hürden realisierbar (Langfristige Umsetzung möglich)
Städtebauliche Lage	Fläche der Nachverdichtung / Innentwicklung (Baulückenschließung)	Brachfläche oder Konversionsfläche (Im Zusammenhang bebauter Ortsteile)	Dezentrale Lage der Fläche (Außenbereich/ auf der grünen Wiese)
Rahmenbedingungen und Grundlagen	Keine Erschließungskosten oder infrastruktureller Erschließungsaufwand.	Kein größerer Erschließungs- oder infrastruktureller Aufwand.	Es besteht ein hoher Erschließungs- oder infrastruktureller Aufwand.

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an BMVBS 2013b: 25



wendig. Die Stadt Hagen sollte eine langfristige Stadtentwicklungsperspektive formulieren, die in ihren einzelnen Bestandteilen flexibel angelegt ist, allerdings in ihrer gesamtgemeindlich abgestimmten und im FNP dargestellten Grundkonzeption umgesetzt werden sollte (vgl. BMVBS 2013b: 24). Die Strategie der sequenziellen Realisierung von Planinhalten hat den Vorteil, dass planungspolitische Konflikte entschärft werden können, da es nicht weiter erforderlich ist, bereits heute abschließende Ja/Nein-Entscheidungen über kontrovers diskutierte Flächen bzw. Standorte zu fällen und u.U. hohe Alternativkosten zu produzieren. Stattdessen werden entsprechende Flächen mit nachrangiger Priorität aufgeführt und so gewährleistet, dass für diese Flächen nur bei gesichertem Wissen über eine Randbedingung, Unsicherheit oder Entwicklung, die ein Befürworten zur Aktivierung oder aber zunächst das Ausscheiden einer Realisierung unterstützt, verbindliches Planungsrecht geschaffen wird. Außerdem kann diese Strategie die Genehmigungsfähigkeit des FNP befördern, da plausibel dargelegt werden kann, unter welchen Rahmenbedingungen eine maximale Flächenkulisse erforderlich wäre, die von der Genehmigungsbehörde sonst kaum zugestanden werden würde (vgl. BMVBS 2013b: 25).

Über die Berücksichtigung von Zeitfaktoren in den wenn-dann-Relationen kann der FNP trotz seiner langfristigen Orientierung und Geltungsdauer die schrittweise Verwirklichung der politisch wie planerisch festgelegten Bodennutzung steuern und gleichzeitig Abhängigkeiten und Wechselwirkungen mit externen Entwicklungen und damit verbundene mögliche finanzielle, ökologische und soziale Folgelasten verdeutlichen. So kann der FNP dazu beitragen, dass die zunehmend begrenzten kommunalen Flächenpotentiale sowie die finanziellen und personellen Ressourcen, durch die langfristige Perspektive effektiv gesteuert und eingesetzt werden können (vgl. BMVBS 2013b: 26).

Zur Umsetzung und unter Umständen erforderlichen Neuorientierung der im FNP aufgezeigten Potentiale in der verbindlichen Bauleitplanung und im unbeplanten Innenbereich, sollte ein ständiger Diskussions- und Abstimmungsprozess mit allen Akteuren der Stadtentwicklung implementiert werden. Darüber hinaus sollten grundsätzlich beständig ausreichend Flächen der 1. Priorität, insbesondere für potentielle gewerbliche Anfragen,

vorgehalten werden. Für die politische Durchsetzbarkeit ist die Suche nach strategischen Partnern hilfreich, insbesondere bei den Fachplanungen der Landschaftsplanung oder Wasserwirtschaft, um fundierte fachliche Argumente für die nachrangige Entwicklung bestimmter Flächen vorbringen zu können (vgl. BMVBS 2013b: 26).

Neben einer Priorisierung der Flächenentwicklung kann die Klimaanpassung auch über weitere entsprechende Darstellungen im FNP Berücksichtigung finden. Die Ziele der Bauleitplanung sowie deren Regelungsgehalte zur Klimaanpassung finden dabei auf unterschiedliche Art und Weise Beachtung bzw. Berücksichtigung. Auf der Ebene des FNP bestehen Möglichkeiten zur gesamtstädtischen sowie teilräumlichen Darstellung bzw. Planung und Steuerung von Flächen vor dem Hintergrund der Klimaanpassung. Der FNP ist nach § 5 Abs. 1 BauGB für das gesamte Gemeindegebiet aufzustellen und steuert die städtebauliche Entwicklung. Er beinhaltet die sich aus der beabsichtigten städtebaulichen Entwicklung ergebende Art der Bodennutzung in Grundzügen (vgl. § 5 Abs. 1 BauGB). Der nicht abschließende Katalog in § 5 Abs. 2 BauGB ermöglicht verschiedene aufgaben- und ortsbezogene Darstellungen, die auf Klimaanpassungsmaßnahmen übertragen bzw. für diese genutzt werden können (vgl. UBA 2018a: 133). Darüber hinaus konkretisiert § 5 Abs. 2c BauGB Möglichkeiten zur Darstellung von Flächen bzw. „[...] Ausstattung des Gemeindegebiets [...] mit Anlagen, Einrichtungen und sonstigen Maßnahmen, die der **Anpassung an den Klimawandel** dienen [...]“ (§ 1 Abs. 2c BauGB; eigene Hervorhebung). In der Gesetzesbegründung kommen hier insbesondere Kaltluftschneisen in Betracht, die als von Bebauung freizuhaltende Flächen dargestellt bzw. festgesetzt werden können (siehe § 1a Abs. 5 und § 9 Abs. 1 Nr. 10 BauGB; Bundestagsdrucksache 17/6076: 9) (vgl. Bubeck et al. 2018: 30; Deutscher Bundestag 2011: 9; UBA 2018a: 134). In der Planungspraxis wird dabei zu prüfen sein inwieweit die getroffenen Darstellungen in der nachfolgenden verbindlichen Bauleitplanung bis zu den Genehmigungsverfahren umsetzbar sind. Die Planzeichenverordnung (PlanZV) unterstützt dabei die Darstellung von Klimaanpassungsmaßnahmen auf der Ebene der Flächennutzungsplanung. Nach § 2 Abs. 2 PlanZV können die nicht abschließenden Planzeichen der Verordnung ergänzt werden, soweit dies zur eindeutigen Darstellung des Planinhalts erforderlich ist (vgl. UBA 2018a: 134).

7.1.1 Vorgehen zur Flächenpriorisierung im Rahmen der FNP-Neuaufstellung der Stadt Hagen

Die wirksame Fassung des FNP der Stadt Hagen wurde 1984 verabschiedet und zwischenzeitlich mehrfach geändert. Damit wurde auf geänderte städtebauliche Entwicklungsziele und konkrete Investitionsvorhaben reagiert. Inzwischen hat der FNP über 100 Teiländerungen erfahren. Er bleibt bis zum Abschluss des Verfahrens zur Neuaufstellung des FNP wirksam und wird für dringende Projekte weiterhin in Teiländerungsverfahren fortgeschrieben. Aufgrund der geänderten demografischen, ökonomischen und ökologischen Rahmenbedingungen ist eine generelle Überarbeitung des FNP im Rahmen einer Neuaufstellung erforderlich geworden. Eine konkrete zeitliche Geltungsdauer für den FNP ist gesetzlich nicht geregelt. In der Regel wird jedoch eine Geltungsdauer von 10 bis 15 Jahren angenommen, ohne dass der FNP danach seine Gültigkeit verliert (vgl. Difu 2012: 25). Nach § 5 Abs. 1 Satz 1 BauGB stellt der FNP die Art der Bodennutzung nach den voraussehbaren Bedürfnissen der Gemeinde in Grundzügen dar. Dementsprechend ist zu erwarten, dass die Stadt Hagen nach Ablauf des Planungshorizontes ihre Bedarfsprognosen und Planungsziele für die Voraussicht und erforderlichen Prognosehorizont überprüft und den FNP entsprechend kontinuierlich fortschreibt bzw. neu aufstellt.

Der Rat der Stadt Hagen hat 2018 beschlossen, der Neuaufstellung des FNP ein integriertes Stadtentwicklungskonzept (ISEK) voranzustellen. Das ISEK wird in einem kooperativen Verfahren erarbeitet und bildet einen Orientierungsrahmen für die räumlich-strukturelle Entwicklung der Gesamtstadt und ihrer fünf Stadtbezirke. Als informelles Planungsinstrument markiert das ISEK eine Grundlage für bürgerschaftliches, planerisches und politisches Handeln. Neben den sich ändernden gesellschaftlichen, ökonomischen und ökologischen Rahmenbedingungen spielt gleichfalls der Klimawandel eine bedeutende Rolle. Der im Folgenden beschriebene Vorschlag zur Flächenpriorisierung im FNP ist ein wesentlicher Beitrag zur nachhaltigen und klimagerechten Stadtentwicklung in Hagen. Der aktuelle FNP der Stadt Hagen beinhaltet Einzelflächen, die als Bauflächen für Wohnen oder Gewerbe dargestellt werden, jedoch aktuell nicht mehr oder noch nicht baulich genutzt werden („Baulandreserven“). Diese Wohn- und Gewerbeflächenpotentiale wurden zwischen

2008 und 2012 bereits politisch beschlossen und sollen in die FNP-Neuaufstellung einfließen. Die Reserveflächen werden durch die Fachämter der Stadtverwaltung sowie externe Gutachter und Planer auf Bedarf und Eignung geprüft.

Für die vorliegende Strategie zur Priorisierung der Flächenpotentiale werden die vom Fachbereich Stadtentwicklung, -planung und Bauordnung bereitgestellten Grundlagen verwendet. Die Wohnbauflächenpotentiale und Rücknahmen beinhalten (gemäß Ratsbeschluss vom 15.11.2012):

- FNP Reserven
- Neuausweisung gemäß Ratsbeschluss
- Neuausweisung reduziert
- Rücknahme gemäß Ratsbeschluss
- Rücknahme zusätzlich
- zusätzliche Rücknahmen gemäß Ratsbeschluss vom 15.11.2012

Die Gewerbeflächenvorschläge beinhalten (gemäß Ratsbeschluss vom 08.10.2009):

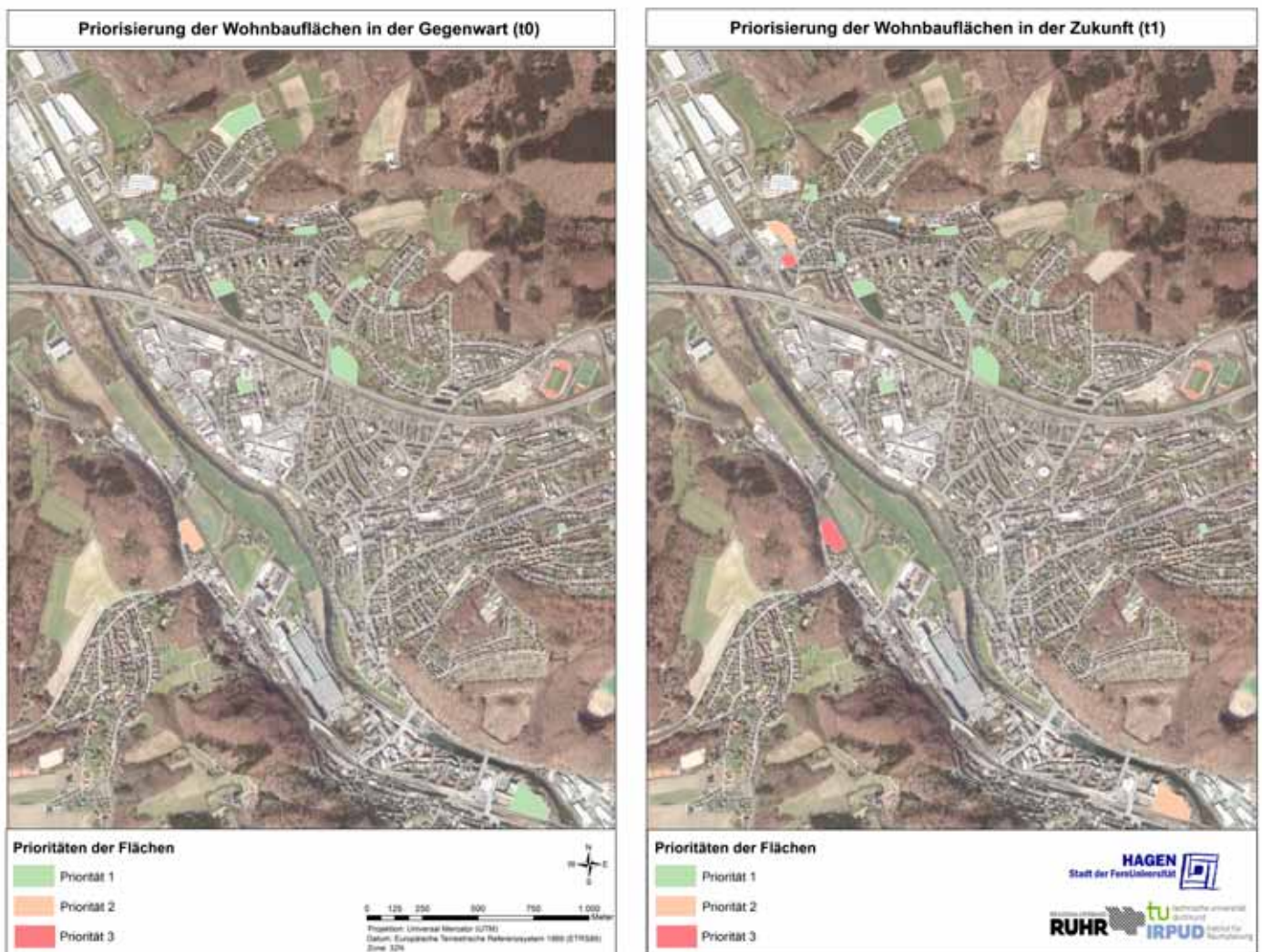
- Reserveliste
- Rücknahme gewerbliche Baufläche
- Flächenvorschläge gewerbliche Bauflächen
- Flächenpool Gewerbe
- Gewerbliche Bauflächen

Für die Flächenpriorisierung werden alle Wohnbauflächen und gewerbliche Bauflächen übernommen; Ausnahmen bilden lediglich die Flächenrücknahmen. Wie im Rahmen der Klimawirkungsanalyse (siehe Kap. 5) dargestellt, lassen sich über Klimafunktions- und Analysekarten, Gefahren- und Risikokarten oder spezielle Simulationsprogramme Flächen und städtebauliche Entwürfe hinsichtlich ihrer klimatischen Eigenschaften bzw. Auswirkungen vergleichen und optimieren (vgl. Deutscher Städtetag 2011: 8). Für die Neuaufstellung des FNP der Stadt Hagen lassen sich dargestellte (Bau-)Flächen entsprechend der räumlichen Ausprägung der Klimasignale Temperatur (Heiße Tage und Tropennächte) und Niederschlag (Starkregen und Hochwasser) analysieren und entsprechend priorisieren:

- Für Hitzebelastungen werden dazu die Anzahl der Tropennächte für Wohnbauflächen und der Heißen Tage für Gewerbeflächen jeweils für die Gegenwart und Zukunft herangezogen.
- Für Hochwasser werden jeweils die Überschwemmungsflächen bei einem HQ_{100} für die Gegenwart und HQ_{extrem} für die Zukunft verwendet, wobei entsprechend der Klimawirkungsanalyse davon ausgegangen werden kann, dass die Überschwemmungsausdehnung eines zukünftiges HQ_{100} voraussichtlich der eines heutigen HQ_{extrem} entsprechen könnte.
- Für Starkregen wurde jeweils die überflutete Fläche für $T_n = 100a$ in der Gegenwart und $T_n = 100a$ mit einem zehnpromzentigen Klimazuschlag für die Zukunft verwendet.

In der folgenden Karte (siehe Abb. 39 Ausschnitt der Priorisierung von Wohnbauflächen anhand der Betroffenheit gegenüber den Klimasignalen in Hohenlimburg/Henkhäusen) werden die Entwicklungsprioritäten von Wohnbauflächen, unter Berücksichtigung aller Klimasignale, am Beispiel Hohenlimburg/Henkhäusen dargestellt. Wie sich der Karte entnehmen lässt, haben bereits in der Gegenwart Flächen eine Prioritätsstufe 2 (orange) und demnach schon heute ein mittleres Konfliktpotential mit Klimawirkfolgen (z.B. Fläche Hohenlimburger Straße/Hünenpforte). Entsprechend der räumlichen Ausprägung bzw. Zunahme der Klimasignale in der Zukunft können sich die Konfliktpotentiale erhöhen, sodass einzelne Flächen nun ein hohes Konfliktpotential aufweisen und der Prioritätsstufe 3 (rot) zugeordnet werden. Bei einzelnen Flächen können sich starke Veränderungen von Gegen-

Abbildung 39: Ausschnitt der Priorisierung von Wohnbauflächen anhand der Betroffenheit gegenüber den Klimasignalen in Hohenlimburg/Henkhäusen

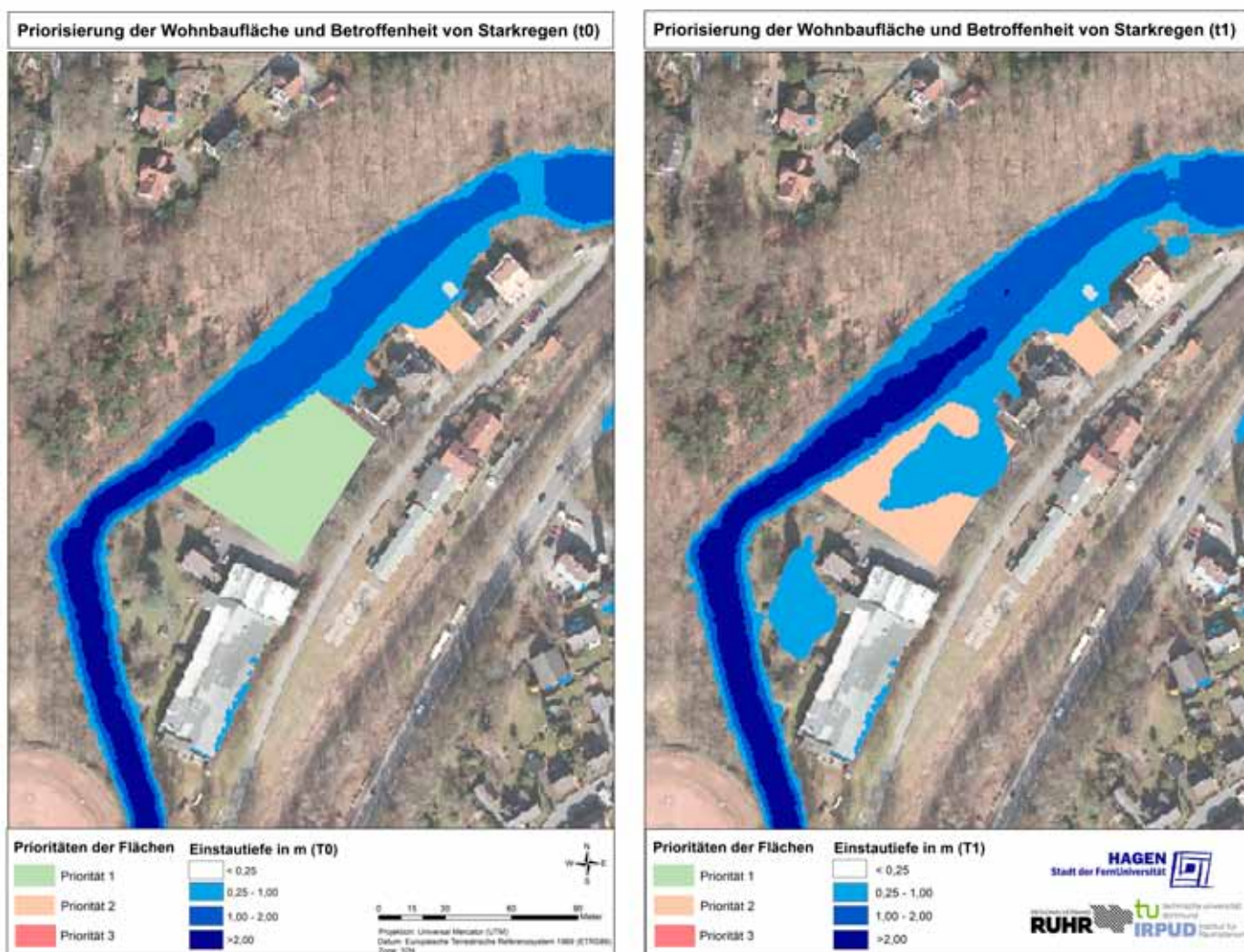


Quelle und Datengrundlage: Eigene Darstellung; Datengrundlage Land NRW (2018); Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0 (www.gov-data.de/dl-de/by-2-0)

wart zur Zukunft ergeben (z.B. Fläche Alter Reher Weg/ Am Paulshof). Dementsprechend können Flächen in der Gegenwart für eine Entwicklung geeignet erscheinen (Priorität 1) in der Zukunft jedoch ein erhebliches Konfliktpotential aufweisen (Priorität 3). Daraus ergibt sich eine hohe Bedeutung der zukünftigen Priorität, da aufgrund der hohen Persistenz der Entscheidungen keine Fläche, die in Zukunft eine geringe Priorität (3) aufweist, bereits heute als geeignete Baufläche ausgewiesen werden sollte. Bei Flächen die eine starke Änderung der Prioritätsstufe von Gegenwart zu Zukunft aufweisen, sind dennoch temporäre Möglichkeiten wie beispielsweise Zwischennutzungen oder das sogenannte Baurecht auf Zeit denkbar (siehe § 9 Abs. 2 BauGB).

Anhand der Betrachtung einer ausgewählten Wohnbaufläche lässt sich die räumliche Ausprägung bzw. Zunahme eines Klimasignals verdeutlichen. Am Beispiel der potentiellen Überflutungsausdehnung bei einem mehr als hundertjährigen Starkregenereignis lässt sich eine Zunahme der Überflutungsfläche und Einstautiefe durch Oberflächenabfluss erkennen (siehe Abb. 40 Ausschnitt der Priorisierung einer Wohnbaufläche und Betroffenheit von Starkregen ‚Am Volmewehr‘ in Dahl). An dieser Beispielfläche lässt sich auch die Änderung der Prioritätsstufe gut erkennen, die sich aufgrund der Zunahme betroffener Bereiche ergibt.

Abbildung 40: Ausschnitt der Priorisierung einer Wohnbaufläche und Betroffenheit von Starkregen ‚Am Volmewehr‘ in Dahl



Quelle und Datengrundlage: Eigene Darstellung; Datengrundlage Land NRW (2018); Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0 (www.gov-data.de/dl-de/by-2-0)



Das hier beschriebene Vorgehen verdeutlicht nur das Vorgehen zur Priorisierung anhand der Auswirkungen des Klimawandels. Für zukünftige Flächenentwicklungen bzw. die Neuaufstellung des FNP der Stadt Hagen werden demnach entscheidungsrelevante Informationen und Konfliktpotentiale bezüglich klimatischer Veränderungen der Bauflächen betrachtet. Einerseits können so Flächen identifiziert werden, deren Entwicklung sowohl heute als auch künftig weitestgehend konfliktfrei ist. Andererseits werden gleichfalls Flächen ermittelt, deren Entwicklung sowohl in der Gegenwart als auch in der Zukunft ein erhöhtes Konfliktpotential mit dem Klimawandel aufweisen. Dennoch sind ergänzend weitere Priorisierungskriterien bzw. Bewertungsebenen zu definieren, die eine Priorisierung städtebaulicher Entwicklung ausgewählter Bauflächen ermöglicht.

7.1.2 Weitere strategische Empfehlungen zur Flächenentwicklung

Generelle weitere Empfehlungen lassen sich aus diversen fachlichen Konzepten, Gutachten und Plänen für die Stadt Hagen ableiten. Dazu zählen unter anderem:

- Integriertes Stadtentwicklungskonzept (ISEK), HAGEN plant 2035'
- Integriertes Stadtteilentwicklungskonzept (INSEK) für die ‚Soziale Stadt Wehringhausen‘
- Städtebauliches Entwicklungskonzept (StEK) ‚Stadtumbau West Hagen – Oberhagen / Eilpe‘
- Integriertes Klimaschutzkonzept (IKSK)
- Wohnungsmarkstudie
- Integriertes Handlungskonzept Wohnen
- Landschaftsplan

Von besonderer Bedeutung im Rahmen der Hagerer Klimaanpassungsstrategie sind Inhalte und Aussagen zur Siedlungsflächenentwicklung. Um die Inanspruchnahme bisher nicht baulich genutzter Freiflächen im Sinne des Bodenschutzgebotes des § 1a BauGB zu minimieren, sollte festgelegt werden, dass der Großteil der Neubauwohnungen im Innenbereich und damit z.B. auf Brachflächen, im Gebäudeleerstand und in Baulücken errichtet werden sollte. Es gilt daher im Sinne einer konsequent nachhaltigen Stadtentwicklung insbesondere gewerbliche Brachflächen und bauliche Nachverdichtungsmög-

lichkeiten zu nutzen (vgl. Difu 2012: 11). Die Anpassung eines Plangebiets an den Klimawandel sollte als eigenständiges Entwicklungsziel formuliert werden, wenn die Analyse ein besonderes Handlungserfordernis nachgewiesen hat. Andere Entwicklungsziele sollten so formuliert werden, dass sie den Zielen der Klimaanpassung nicht entgegenstehen, vielmehr gilt es gemeinsame Ziele zu entwickeln und Synergien zu nutzen. So können auch bei prozessbezogenen Handlungsfeldern Aspekte der Klimaanpassung berücksichtigt werden. Dabei sind sowohl die Wohnbauflächen- als auch die Gewerbeflächenentwicklung gleichermaßen von Bedeutung:

Zu Wohnbauflächen

Gemäß der Hagerer Wohnungsmarkstudie (IRI 2018) ist künftig eine Doppelstrategie, die sowohl den Rückbau als auch den Neubau im Blick hat, zu verfolgen. Trotz der derzeit verstärkten Wohnraumnachfrage ist vor dem Hintergrund des weiterhin hohen Leerstandes und prognostizierten Rückgangs der Zahl der Haushalte bis zum Jahr 2025 mittelfristig ein verstärkter Rückbau von nicht mehr marktfähigen Wohnungsbeständen sinnvoll. Gleichzeitig besteht jedoch aufgrund von qualitativen Angebotsdefiziten in bestimmten sachlichen und räumlichen Teilmärkten weiterhin ein Bedarf an Neubauvorhaben (vgl. IRI 2018: 70f).

Der Rückbau sollte sich insbesondere auf Mehrfamilienhäuser beziehen, die sich entweder in peripheren oder aus sonstigen Gründen problematischen Lagen befinden sowie baulich in einem nicht mehr nachgefragten Zustand sind. Dieses Vorhaben wird begünstigt durch Fördermittel aus dem Städtebauförderprogramm für den Rückbau von gezielt ausgewählten Problemimmobilien, um zu einer abgestimmten stadtentwicklungspolitisch ausgereiften Lösung zu gelangen. Trotz des voraussichtlich künftig anhaltenden Bevölkerungsrückgangs in Hagen besteht in verschiedenen Teilmärkten gleichfalls ein Bedarf an Neubauvorhaben, insbesondere vor dem Hintergrund ausreichend qualitativer Wohnraumangebote. Zum Teil können für diese Vorhaben Flächenpotentiale genutzt werden, die im Zusammenhang mit dem Abriss von Objekten mit nicht mehr marktfähiger Bausubstanz entstanden sind. Es gilt jedoch darüber hinaus auch neue Wohnbauflächen zu erschließen, um das Wohnungsangebot auszudifferenzieren und die Abwanderung bestimmter Bevölkerungsgruppen zu verhindern (vgl. IRI 2018: 70f).



Da auch weiterhin eine Nachfrage nach Flächen für den Wohnungsneubau bestehen wird, die zur Ausdifferenzierung des Wohnungsangebotes und Verhinderung der Abwanderung von Einwohner in Nachbarkommunen bedient werden muss, sollte der jährliche Neubau die Zahl von 150 Wohnungen in Zukunft nicht unterschreiten. Um trotzdem eine angemessene Leerstandsquote nicht zu überschreiten, wird ein Rückbau von 350 Wohnungen pro Jahr als notwendig angesehen (siehe IRI 2018: 67). Trotz eines Zurückfahrens der jährlichen Neubautätigkeit ergeben sich aus den Neubauaktivitäten Flächenbedarfe insbesondere bei Ein- und Mehrfamilienhäusern (ca. 2/3 zu 1/3). Die Hagener Wohnungsmarkstudie ermittelt auf Basis dieser Annahmen einen Bedarf an Neubauf Flächen für Einfamilienhäuser in der Größenordnung von ca. 47 ha und für Mehrfamilienhäuser von ca. 6 ha. Dies ist mehr als auf Basis bestehender B-Pläne (10 ha) und weiterer potentieller neuer Baugebiete (6 ha), die von der Stadt Hagen bereitgestellt werden kann und geht gleichfalls über die kurz- oder mittelfristig verfügbare Flächenreserve hinaus, die der RVR für Hagen ausweist (34,3 ha) (vgl. IRI 2018: 67). *„Mit den Neubaumaßnahmen verbunden ist ein Bedarf an Wohnbauflächen, der jedoch durch die von der Stadt kurz- bis mittelfristig ausgewiesenen Bauflächen nicht vollständig gedeckt werden kann. Vor dem Hintergrund der dargestellten Doppelstrategie (Rückbau und Neubau) wäre es deshalb notwendig, verstärkt die Neubaupotentiale aus „Rückbauflächen“ und auch die Potentiale auf kleineren Flächen (Baulücken) einzubeziehen“* (IRI 2018: 71).

Bei künftigem Rückbau, der Nachverdichtung oder Neuausweisung im Außenbereich gilt es, im Rahmen der Hagener Klimaanpassungsstrategie Synergien zu nutzen und Konflikte zu vermeiden. Dies betrifft insbesondere potentielle Auswirkungen auf das Stadtklima, die Starkregenvorsorge sowie den Hochwasser- und Überflutungsschutz. Der Bevölkerungsrückgang kann Flächenpotentiale freisetzen, die gezielt zur Verringerung der Betroffenheit gegenüber Extremereignissen wie Hochwasser und Sturzfluten bzw. zur Verbesserung des Klimakomforts genutzt werden könnten. Dazu ist die Abstimmung zwischen Ansätzen zum demografischen Wandel, Siedlungs- und Freiraumentwicklung, Hochwasserrisikomanagement, Katastrophenschutz und der Anpassung an den Klimawandel erforderlich.

Zu gewerblichen Bauflächen

Ein wesentliches Entwicklungsziel der Stadt Hagen besteht in der Industrie- und Gewerbeflächenentwicklung. Aufgrund der begrenzten Flächenressourcen für die Ausweisung und Entwicklung von neuen Gewerbeflächen steht eine nachhaltige Wirtschaftsförderung vor erheblichen Herausforderungen. Der Erhalt vorhandener und die Schaffung neuer Arbeitsplätze, die Ausweisung neuer Gewerbegebiete sowie die Reaktivierung von Industriebrachen stehen hier im Vordergrund. Im Rahmen der Klimaanpassung ergeben sich zusätzliche Herausforderungen, Risiken und Chancen des Klimawandels und der Klimaanpassung, für die gewerbliche Entwicklung der Stadt Hagen. Insbesondere Gewerbeflächen weisen hohe Schadenspotentiale und Betroffenheiten, insbesondere bei Extremwetterereignissen, auf. Die Flächen liegen in exponierten Lagen, weisen oft eine spezielle Grundstücks- und Gebäudestruktur sowie hohe Personen- (arbeitende Bevölkerung) und Sachwertdichte auf. Außerdem sind z.T. empfindliche Nutzungen bzw. Prozesse, z.B. in Störfallbetrieben oder der chemischen Industrie, betroffen.

Von 2009 bis 2012 hat die Städteregion Aachen, im ExWoSt-Forschungsfeld ‚Urbane Strategien zum Klimawandel‘ (Forschungsschwerpunkt I. Kommunale Strategien und Potentiale), im Projekt ‚klimAix – klimagerechte Gewerbeflächenentwicklung in der StädteRegion Aachen‘ einen Leitfaden klimawandelgerechte Gewerbeflächenplanung für regionale Organisationen, Kommunen und ortsansässige Betriebe entwickelt (siehe Städteregion Aachen 2012). Die entwickelten Strategien und Maßnahmen reichen von der gesamtstädtischen Perspektive, über Effekte im nahräumlichen Umfeld der Gewerbeflächen, bis hin zu Empfehlungen für konkrete bauliche Umsetzung auf den Flächen und lassen sich auf die Stadt Hagen übertragen. Der klimatische Wandel erhöht für viele Unternehmen insbesondere die Gefahr von Schäden und ökonomischen Wertverlusten. Vor allem die Zunahme unvorhersehbarer Extremwetterereignisse erhöht das Risiko der Beeinträchtigung von unternehmerischer und gewerblicher Leistungsfähigkeit und dem Verlust von Wettbewerbsfähigkeit. Zum einen bestehen Personenrisiken durch Unfälle, zum anderen Sachrisiken durch Räumungs- und Wiederherstellungskosten. Beispielsweise durch Überschwemmung oder Überflutung durch Flusshochwasser oder Starkregenereignisse, die

zur Schließung oder Sperrung von Betriebsgeländen oder Lieferstrecken führen können. (vgl. StädteRegion Aachen 2012: 13)

Die Anfälligkeit von Industrie- und Gewerbebetriebe gegenüber Wetterextrem wie Hitze, Starkregen oder Hochwasser ist vergleichsweise hoch. Aufgrund ihrer räumlichen Lage, baulichen und betrieblichen Eigenschaften und der Dichte an Sachwerten sind sie u.U. verwundbarer als andere Stadtbereiche. Viele Industrie- und Gewerbebetriebe befinden sich, auch historisch bedingt, in gefährdeten Bereichen und haben ihren Standort an

Gewässern oder in verdichteten Innenstadtlagen. Darüber hinaus sind sie im Vergleich zu vielen Wohnsiedlungen oft von hoher Bebauungsdichte und einem hohen Versiegelungsgrad gekennzeichnet. Dennoch sind nicht alle Industrie- und Gewerbebetriebe gleichermaßen sensibel gegenüber den zu erwartenden Klimafolgen. Die Empfindlichkeit lässt sich anhand von Kriterien einschätzen, um so gezielt wirksame Anpassungsmaßnahmen zu identifizieren und effektiv umzusetzen (siehe Tab. 22 Kriterien zur Abschätzung der Empfindlichkeit von Industrie- und Gewerbeflächen gegenüber Klimafolgen). (vgl. StädteRegion Aachen 2012: 18f)

Tabelle 22: Kriterien zur Abschätzung der Empfindlichkeit von Industrie- und Gewerbeflächen gegenüber Klimafolgen

Topographische Lage / Standort	• Lage im Gelände (Hanglage, Senke, Flusslage etc.) • Lage im Stadtraum (Innenstadt, Stadtrand etc.) • Anbindung an Verkehrsinfrastruktur (Straße, Schiene etc.) • Umgebungseigenschaften (dichte Bebauung, Grünflächen etc.) • Erreichbarkeit (alternative Zufahrtswege)
Bauliche und räumliche Eigenschaften	• Bebauungsdichte • Versiegelungsgrad • Nutzungsart (bebaute Fläche, Freifläche, Nutzfläche etc.) • Ausrichtung der Gebäude • Bauweisen (Gebäudetypen, Gebäudehöhe, Dachform etc.)
Betriebliche Eigenschaften	• Art der gewerblichen Tätigkeit (Produktion, Logistik, Handel etc.) • Art der Arbeitsplätze (Büros, Produktionsstätten, Lager etc.) • Produktbezogene Eigenschaften (Lagerung, Empfindlichkeiten, Gefahrenstoffe etc.) • Flexibilität und Pufferkapazitäten (Wasser- und Energieversorgung, Lieferwege und -enpässe etc.) • Personendichte auf der Fläche (Mitarbeiter, Kunden, Lieferanten)

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an StädtereionAachen 2012: 19



Im Zuge der Empfehlungen zur Flächenpriorisierung der Stadt Hagen liegt der Fokus auf der Bewertung standortbezogener Kriterien zur Abschätzung der Empfindlichkeit von Industrie- und Gewerbeflächen gegenüber den Klimafolgen Hitze, Flusshochwasser und Starkregen. In Abhängigkeit von ihrem Standort sind Industrie- und Gewerbegebiete in exponierten Lagen besonders empfindlich gegenüber diesen Klimafolgen. Standorte mit besonders hoher baulichen Dichte oder in Innenstadtlagen mit einem hohen Anteil versiegelter Fläche, wenig Grünflächen und mangelnder Durchlüftung oder Kaltluftzufuhr aus dem Umland sind besonders empfindlich gegenüber Hitzebelastungen. Standorte an Gewässern, insbesondere in hochwassergefährdeten Bereichen, weisen eine besondere Empfindlichkeit gegenüber Überflutungen auf. Standorte in Hanglage oder in Senken sind besonders empfindlich gegenüber Überflutungen durch Starkregen (vgl. StädteRegion Aachen 2012: 19). Die Ergebnisse der räumlichen Klimawirkungsanalyse (siehe Kap. 5) lassen Rückschlüsse auf die lagebezogene Betroffenheit zu. Dementsprechend können Bauflächen bzw. Baugebiete und Flächenreserven entsprechend ihrer Betroffenheit gegenüber den Klimafolgen bewertet und priorisiert werden. Da Betroffenheit sich über die Zeit jedoch ändern kann ist die Überwachung der, für die Betroffenheit relevanten Kenngrößen (bspw. Klimasignale), notwendig und sinnvoll. Der im Rahmen der Strategie verfolgte Ansatz des Monitorings wird im nachfolgenden Kapitel beschrieben.

7.2 Monitoring

Monitoring dient als Instrument zur Überwachung von Kenngrößen. Im Rahmen von Klimawirkungsanalysen bedeutet dies, dass die zur Erfassung von Klimawirkungen verwendeten Kenngrößen, wie beispielsweise die Anzahl Heißer Tage oder Tropennächte aber auch die Bevölkerungsentwicklung regelmäßig überwacht und die bisherigen Ergebnisse im Hinblick auf die Berücksichtigung dieser Entwicklungen aktualisiert werden. Somit können die Ergebnisse einer solchen Analyse auf den aktuellen Erkenntnissen zu den Kenngrößen angepasst und eine Aktualität der Ergebnisse gewährleistet werden.

Das Monitoring im Rahmen der Strategie dient zur Überwachung der Entwicklung und Aktualisierung der in den

wenn-dann-Relationen sowie in den Bewertungsebenen benannten Kenngrößen, um im Bedarfsfall Entscheidungen zur Aktivierung von Flächen 2. und 3. Priorität treffen zu können oder die Prioritätsstufen zu aktualisieren. Die räumliche Planung bzw. hier die Bauleitplanung hat bei der Risikovorsorge und dem Risikomanagement eine vorsorgende und langfristige Aufgabe, denn sie bestimmt über konkrete Raum- und Flächennutzungen. Außerdem sollten in einem transparenten Planungsprozess Unsicherheiten kommuniziert und berücksichtigt werden. Neben der Beschaffung von Informationsgrundlagen (z.B. Gefahren- und Risikokarten) sind dazu Klimawirkungsanalyse (auch Risiko- oder Vulnerabilitätsanalysen) zur Abschätzung und Bewertung der zu erwartenden Auswirkungen durch den Klimawandel von Bedeutung (siehe Kap. 5). Eine integrierte Betrachtung und Berücksichtigung von Gefahren, Klimawirkungen, Risiken¹⁸ und Risikomanagement sollte nicht zuletzt bei der Aufstellung oder wesentlichen Änderung eines Bauleitplans berücksichtigt werden. Zur Berücksichtigung der Belange des Umweltschutzes ist eine Umweltprüfung durchzuführen, in der die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen des Plans ermittelt, beschrieben und bewertet werden.

Monitoring im Rahmen von Umweltprüfungen

Die Durchführung der Umweltprüfung und die Erstellung des Umweltberichts, als gesonderter Teil der Begründung, gemäß § 2 Abs. 4 und § 2a Satz 2 Nr. 2 BauGB sowie Anlage 1 zu § 2 Absatz 4 und den §§ 2a und 4c. zum BauGB, sind im Rahmen der Neuaufstellung des FNP der Stadt Hagen durchzuführen. Dabei kann das vorliegende Konzept den Fachbeitrag Klimaanpassung liefern und damit schon wichtige Abwägungsinhalte bereitstellen. Nach der Umsetzung der UVP-Änderungsrichtlinie in das BauGB, ist die Berücksichtigung des Klimawandels in der UVP vorgesehen (vgl. Richtlinie 2014/52/EU). In der Bauleitplanung werden die Anforderungen der UVP als auch die der SUP in einer umfassenden Umweltprüfung nach § 2 Abs. 4 BauGB gemeinsam geprüft (eine sogenannte Integrationslösung) (vgl. Battis et al. 2015: 6.) Daher geht von der Änderung der UVP-RL auch ein Änderungsbedarf für die Umweltprüfung im BauGB aus. In einem Artikelgesetz wurden das BauGB und das UVPG abgestimmt novelliert.

¹⁸ Aus Sicht der Raumplanung liegt ein Risiko vor, wenn die Möglichkeit besteht, den Eintritt und das Ausmaß der (negativen) Folgen einer Naturgefahr durch (raumplanerische) Entscheidungen beeinflussen zu können.



Bereits die in § 1 Abs. 6 Nr. 7 a) BauGB als abwägungsrelevant bezeichneten Auswirkungen auf das Schutzgut ‚Klima‘ umfassen lokale Auswirkungen des Klimawandels. Gemäß Anhang IV Nr. 5 lit. f) hat der UVP-Bericht künftig aber eine Beschreibung ‚der Auswirkungen des Projekts auf das Klima (z.B. Art und Ausmaß der Treibhausgasemissionen) und der Anfälligkeit des Projekts in Bezug auf den Klimawandel‘ zu enthalten. Zudem wird eine Beschreibung der Aspekte des aktuellen Umweltzustands (das sogenannte Basisszenario) und eine Übersicht über seine voraussichtliche Entwicklung bei Nichtdurchführung verlangt (vgl. Battis et al. 2015: 59-61). Das Basisszenario wird sich durch den Klimawandel verändern. Es kann also sein, dass unter den Vorzeichen des Klimawandels zusätzliche erhebliche, ggf. nicht ausgleichbare Umweltveränderungen zu erwarten sind (z.B. aufgrund der Verstärkung des Hitzeinseleffekts in Städten), die schlussendlich die Frage der Genehmigungsfähigkeit eines Vorhabens oder Plans in der Abwägung beeinflussen. Aufgrund der Neuregelung der Umweltprüfung sind daher vier Wirkungsbereiche zu unterscheiden:

1. Auswirkungen des projizierten Klimawandels (veränderter Referenzzustand) auf vorhandene Raumstrukturen und Flächennutzungen unter Berücksichtigung geplanter Maßnahmen zur Klimaanpassung..
2. Auswirkungen des Klimas (klimatische Situation und projizierter Klimawandel) auf geplante Flächennutzungen
3. Auswirkungen der Planung auf das Klima:
 - Auswirkungen auf das globale Klima,
 - Auswirkungen auf das heutige lokale Klima und klimatische Veränderungen in der Zukunft.
4. Auswirkungen der Planung auf schwere Unfälle und Katastrophen.

Zusammenfassend lässt sich daher festhalten, dass das Schutzgut Klima nicht formal aufgewertet worden ist, jedoch dem Klimawandel ein höherer Stellenwert in der Umweltprüfung zugesprochen wird. Außerdem sind Klimaschutz und Klimaanpassung ein wichtiger Beitrag bei der Ermittlung der umweltverträglichsten Plan-Alternati-

ve. Dabei geht es nicht um die Einführung neuer bzw. zusätzlicher Maßnahmen, sondern vorrangig um die Vermeidung negativer Klimawirkungen. Zu den genannten neuen Anforderungen kann auf Ergebnisse des vorliegenden integrierten Klimaanpassungskonzeptes zurückgegriffen werden.

Maßnahmen zur Klimaanpassung in Hagen

8

Klimaanpassungsmaßnahmen sollen generell dazu führen, die Betroffenheit des Mensch-Umwelt-Systems zu vermeiden oder zu vermindern. In Abhängigkeit von den klimatischen und demografischen Veränderungen sowie den daraus ermittelten Betroffenheiten ergeben sich unterschiedlich ausgeprägte Anpassungserfordernisse im Hager Stadtgebiet. Um die Ziele der Klimaanpassung in Hagen erreichen zu können werden die dafür notwendigen, geeigneten Maßnahmen im Folgenden in Steckbriefen vorgestellt (siehe Tab. 23 Übersicht über die Klimaanpassungsmaßnahmen in Hagen). Diese Maß-

nahmen sind auf die konkreten Ergebnisse der lokalen Klimafolgenanalyse bzw. die Schwerpunkte der lokalen Anpassungserfordernisse in Hagen zurückzuführen. Dabei werden die besonders betroffenen Räume (siehe Kap 5, Fokusgebiete) berücksichtigt und geprüft, ob diese Maßnahmen in anderen Stadtteilen und Quartieren geeignet sind bzw. sich übertragen lassen. Gestützt wird die Auswahl geeigneter Maßnahmen über die Ergebnisse der Beteiligung von Bürgern, der Verwaltung und Zivilgesellschaft sowie weiterer Akteure und Stakeholdern in entsprechenden Werkstätten, Arbeitskreisen und Workshops.

Tabelle 23: Übersicht über die Klimaanpassungsmaßnahmen in Hagen

Steckbrief-Nr.	Titel der Maßnahme
1	Aufklärung über Vorsorge und Verhalten für Zielgruppen bei Hitze (Hitzewarndienste, Öffentlichkeitsarbeit)
2	Aufklärung der Bevölkerung über Extremereignisse und Sensibilisierung für ein angepasstes Verhalten
3	Trinkwasser- und Toilettenangebot im öffentlichen Raum
4	Thermische Entlastung durch offene Wasserflächen
5	Förderung der Außenbeschattung von Gebäuden
6	Verwendung geeigneter Baumaterialien und -farben
7	Hochwasser- und Überflutungsschutz für Gebäude
8	Rückbau und Entsiegelung zur Verbesserung des Stadtklimas und Vermeidung von Überflutungsschäden (Standortwahl)
9	Klimagerechte Standortwahl und Ausstattung sozialer Infrastruktureinrichtungen
10	Erhalt von Frischluftschneisen und Kaltluftentstehungsgebieten
11	Förderung urbaner Durchgrünung
12	Multifunktionale Flächennutzung zur Retention
13	Gebäudeanordnung und -ausrichtung
14	Anpassung von Einsatzmanagement und Personalplanung

Quelle: Eigene Darstellung



Die Auswahl, Bewertung und Priorisierung von Klimaanpassungsmaßnahmen ist generell kontextabhängig und unter Einbeziehung von politischen Entscheidungsträgern, Experten und Stakeholdern vorzunehmen, um die unterschiedlichen Perspektiven, Interessenlagen und Zielvorstellungen berücksichtigen zu können (Beck et al. 2011: 35; BMVBS 2013a: 74). So ist gewährleistet, dass zum einen die vorhandenen Expertisen über die Rahmenbedingungen und Zusammenhänge von Maßnahmen berücksichtigt werden, zum anderen können Nachfragen, Informationsbedürfnisse und Präferenzen in die Maßnahmenauswahl einfließen. Dadurch kann sowohl die politische Akzeptanz und Relevanz als auch die Integration und Umsetzung der Anpassungsmaßnahmen erhöht werden. Auf diese Weise können kontextbezogene Impulse zur kommunalen Klimaanpassung in verschiedene Sektoren bzw. Handlungsfelder gegeben werden. Da die Ergebnisse der einzelnen Handlungsfelder nicht immer übertragbar sein müssen, gilt es bei der Ermittlung und Bewertung von Synergien und Konflikte das Verhältnis von wissenschaftlicher Analyse, politischen Entscheidungsprozessen und dem Einbezug der entsprechenden Stakeholder zu klären und fortwährend neu zu definieren. (vgl. Beck et al. 2011: 35)

Die ‚Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel‘ (DAS) konkretisiert, dass insbesondere diejenigen Anpassungsmaßnahmen eine hohe Priorität erhalten sollen, *„die eine flexible Nachsteuerung ermöglichen und bestehende Unsicherheiten berücksichtigen“* (Bundesregierung 2008:14). Außerdem gilt es Synergieeffekte zu weiteren Politikzielen (wie Naturschutz, Klimaschutz oder Rückbau und Entsiegelung) zu nutzen, die eine Abmilderung anderer Stressfaktoren (wie Umweltverschmutzung oder Flächenversiegelung) bezwecken (Bundesregierung 2008: 26, 28, 43, 49). Die folgenden Maßnahmenvorschläge entsprechen im Wesentlichen den Zielen und der strategischen Ausrichtung dieses Konzeptes, vor allem sogenannte No-regret-Maßnahmen zu bevorzugen, die in ihrer Umsetzung auch dann sinnvoll sind, wenn die Folgen des Klimawandels nicht so eintreten wie erwartet. Dies gilt in besonderem Maße für diejenigen Klimawirkungen, bei denen die Handlungserfordernisse mit großer Unsicherheit verbunden sind (lokale Überschwemmungen durch Hochwasser an Vorflutern und lokale Überflutungen durch Starkregenereignisse). Gleichzeitig handelt es sich um multifunktional begründbare Maßnahmen,

die im Sinne einer nachhaltigen Raum- und Stadtentwicklung generell zu empfehlen sind. Daher sind die vorgeschlagenen Maßnahmen oftmals nicht grundsätzlich neu, aber sie erhalten durch den Klimawandel ein zusätzliches Gewicht bei anstehenden Entscheidungsprozessen. Wichtige Grundlagen und Anhaltspunkte können hier bereits durchgeführte oder noch vorgesehene Maßnahmen bilden. Der fortschreitende klimatische Wandel kann die Anpassung und Weiterentwicklung dieser Maßnahmen erfordern oder aber gänzlich neue und alternative Ansätze notwendig machen. Entsprechend der Strategieinhalte (siehe Kap. 7) sind eingetretene oder noch zu erwartenden Klimafolgen und deren Auswirkungen nicht zwingend der wichtigste bzw. maßgebende und noch seltener der alleinige Grund zur Durchführung von Klimaanpassungsmaßnahmen. Durch den Klimawandel bekommen einige Aktivitäten jedoch eine zusätzliche und entscheidende Bedeutung.

Unabhängig von ihrer räumlichen Zuordnung sind die im Folgenden aufgeführten Maßnahmen generell inhaltlich und thematisch auch auf andere Räume der Stadt Hagen übertragbar und dort wirkungsvoll. Außerdem können bestimmte Maßnahmen handlungsfeldübergreifende Wirksamkeit entfalten. Die Zuordnung konkreter Maßnahmen zu den Handlungsfeldern (siehe Kap. 2) sowie zu besonders Betroffenen Räumen (siehe Kap. 5) erleichtert den verschiedenen Entscheidungsträgern und Sachbearbeitern allerdings eine raumspezifische Schwerpunktsetzung der Maßnahmen in ihrem jeweiligen Verantwortungs- und Aufgabenbereich. Außerdem ergeben sich durch die gutachterliche Auseinandersetzung mit den ermittelten Betroffenheiten sowie aufgrund der Experten- und Bürgerbeteiligung konkrete Handlungsschwerpunkte in den einzelnen Handlungsfeldern.

Neben den im folgenden genannten Maßnahmen sind weitere, nicht hier explizit genannte Maßnahmen zur Anpassung an Klimafolgen denkbar und sinnvoll. Weitere Maßnahmenvorschläge können beispielsweise dem Stadtklimalotsen¹⁹ entnommen werden und ebenfalls im Rahmen der Klimaanpassung für die Stadt Hagen Berücksichtigung finden.

¹⁹ Der Stadtklimalotse ist ein im Rahmen des ExWoSt-Forschungsprojektes „Urbane Strategien zum Klimawandel“ implementiertes Beratungsinstrument, welches eigenständig anwendbar ist und unter anderem eine Auswahl geeigneter Klimaanpassungsmaßnahmen für die kommunale Stadtentwicklung beinhaltet. (siehe dazu unter: https://www.klimastadtraum.de/DE/Arbeitshilfen/Stadtklimalotse/stadtklimalotse_node.html)

8.1 Maßnahmensteckbriefe

M1:

Aufklärung über Vorsorge und Verhalten für Zielgruppen bei Hitze (Hitzewarndienste, Öffentlichkeitsarbeit)

Handlungsfelder:

- Menschliche Gesundheit
- Feuerwehr, Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe

Klimatische Einflussfaktoren:

- Hitze

Räumliche Ebene und Priorität:

- Gesamtstadt, Stadtbezirke, Wohnbezirke und Quartiere
- Umsetzungspriorität insbesondere im Stadtzentrum/Innenstadt, in Wehringhausen und Haspe sowie in Gewerbe- und Industriegebieten.

Hintergrund der Maßnahme:

Städte und Ballungsräume verursachen aufgrund der physikalischen Eigenschaften ihrer Oberflächen im Vergleich zu ihrem weniger stark bebauten und stärker durchgrüntem Umland klimatische Effekte, die unter dem Begriff ‚Stadtklima‘ zusammengefasst werden. Die Folgen des Stadtklimas sind ein erhöhtes thermisches Niveau im Vergleich zum Umland (‚Städtische Wärmeinsel‘), oftmals eingeschränkte Belüftungsverhältnisse aufgrund der z.T. dichten und hohen Bebauung, meist niedrigere Luftfeuchtigkeitsverhältnisse und eine Verschlechterung der städtischen Luftqualität. Diese Eigenschaften des städtischen Klimas können sich bei einer starken Ausprägung negativ auf die in den Städten lebenden Menschen auswirken.

Der Klimawandel führt gerade in urbanen Bereichen zu einer Erhöhung der Durchschnittstemperatur. Zusätzlich erhöht sich die Wahrscheinlichkeit zunehmender und länger anhaltender Hitzeperioden, womit insgesamt der Klimakomfort deutlich zurückgeht. Die Veränderung der Belastungssituation ist anhand der Entwicklung von sogenannten Heißen Tagen und Tropennächten am deutlichsten erkennbar. Gleichzeitig steigt mittelfristig der Anteil der Bevölkerungsgruppen, die besonders sensitiv auf Hitzeperioden reagieren. Insbesondere zu nennen sind Ältere, Kleinkinder und gesundheitlich Vorbelastete Menschen, die im Ereignisfall besonders hilfsbedürftig sind und somit geschützt werden müssen.

Beschreibung der Maßnahme:

Die Bevölkerung muss bei Gefährdungen durch extreme Hitze gewarnt und über Vorsorgemaßnahmen und empfohlene Verhaltensmöglichkeiten informiert werden.

Zielgruppen sind hierbei:

- Ältere,
- Berufstätige,
- Eltern und Betreuer von Kleinkindern und
- gesundheitlich vorbelastete Menschen.

Hierzu sind die Warnungen des DWDs auf geeignetem Wege zu verbreiten. Insbesondere die sozialen Träger und Einrichtungen mit sensitiven Bevölkerungsgruppen dienen als Multiplikator.

Auf <http://www.hitze.nrw.de> werden Verhaltenshinweise für unterschiedliche Bevölkerungsgruppen bereitgestellt, die als Vorlage zur Information der Bevölkerung dienen können. Die Vermittlung von Hinweisen kann über soziale und klassische Medien verbreitet werden. Maßnahmen möglicher Eigenvorsorge können darüber hinaus mit Hilfe von attraktiv und informativ gestalteten Plakate im öffentlichen Raum, durch Verbreitung von Flyern, Hauswurfsendungen, Aktionen oder durch direkte Ansprachen über die sozialen Träger und deren Einrichtungen unterstützt und kommuniziert werden.

Die Bevölkerung soll für ein hitzeangepasstes Verhalten und mögliche Entlastungsmöglichkeiten sensibilisiert werden. Dies betrifft beispielsweise die Sensibilisierung für

- eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr
- den Aufenthalt an geeigneten Entlastungsräumen (verschattete Räume/Klimaoasen),
- die Vermeidung/Verminderung körperlicher Aktivitäten
- eine angepasste Bekleidung
- sowie mögliche Hilfestellungen.

In städtischen Handlungskonzepten und Planungen sollte Hitzevorsorge als gesundheitsrelevantes Thema integriert Berücksichtigung finden.

Stadtentwicklungsrelevante Folgewirkungen, Synergien und Konflikte:

Aufklärungs- und Informationskampagnen erhöhen die Präsenz der Stadt in der Öffentlichkeit. Die frühzeitige, langfristige und strategische Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen trägt zur Profilierung der Stadt bei, wenn der eigene Beitrag zur Bewältigung von Klimafolgen positiv nach innen und außen kommuniziert wird. Klimaanpassung kann als ein wichtiger weicher Standortfaktor angesehen werden. Öffentlichkeitswirksame Aktionen wie Trinkpatenschaften oder Trinkwasserangebote verbessern das Image einer auch in Zukunft lebenswerten Stadt.

Maßnahmenbeispiele:

Der Deutsche Wetterdienst veröffentlicht Hitzewarnungen schon seit 2005 über ein entsprechendes Hitzewarnsystem, sobald bestimmte Schwellenwerte überschritten werden und die Belastung mindestens 2 Tage lang andauert. Diese Warnungen werden im Internet veröffentlicht, können aber auch kostenfrei abonniert werden: <http://www.hitze.nrw.de>

- Generelle Informationen zur Vorsorge und Selbsthilfe bei Hitze bietet das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK): https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/Broschueren_Flyer/Flyer_Hitze.pdf?__blob=publicationFile
- Hessen und Sachsen gelten als Vorreiter bei der Betreuung älterer Menschen während Hitzeperioden: <http://www.stadt-kassel.de/miniwebs/gesundheitsamt/22020/index.html>
- Weitere hilfreiche Vorlagen und Informationsflyer für konkrete Zielgruppen, z.B. in Bauberufen, bietet die Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG BAU): <http://www.bgbau.de/praev/schwerpunktthemen/uvstrahlung/downloads/downloads-1/sonnenschutz-auf-dem-bau>
- Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) bieten konkrete Informationen zu Büroarbeit bei Sommerhitze: https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Praxis-kompakt/F14.pdf?__blob=publicationFile

Umsetzungsansätze, -erfordernisse und mögliche Hemmnisse:

- Rechtsgrundlagen: ArbSchG; ArbStättV; Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR)
- Personelle Ressourcen sowie Definition der Verantwortungsbereiche
- Die Aktivierung ehrenamtlichen Engagements

Maßnahmenverantwortlichkeit:

- Fachbereich Gesundheit und Verbraucherschutz,
- Fachbereich Jugend und Soziales
- Umweltamt

Zu beteiligende Akteure und Gremien:

- Träger von Einrichtungen der Pflegewirtschaft, Träger von Kitas, ehrenamtliche Vereine, Schulbehörden, Krankenversicherungen, Ärzte, Apotheken, Rettungsdienste, 107.7 Radio Hagen
- Bezirksvertretungen, Beirat für Menschen mit Behinderungen, Seniorenbeirat, Jugendhilfeausschuss, Schulausschuss, Sozialausschuss

Mobilisierungspotential:

- hoch, da eine Vielzahl von Personen betroffen ist

Möglicher Investitionsbedarf, Folgekosten und Fördermöglichkeiten:

- gering, Hitzewarnungen werden bereits angeboten.
- Informationsmaterialien und Vorlagen sind ausreichend vorhanden.
- Aufgaben werden z.T. bereits von Pflegeeinrichtungen und -diensten sowie durch Ehrenamtliche übernommen.
- Öffentlichkeitsarbeit kann ggf. durch Krankenkassen, Ärzte und Apotheken unterstützt werden.

Querbezüge:

- Synergien ergeben sich zu den Maßnahmen Nr. 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 13 und 14

Relevante Grundlagen und Daten:

- DWD-Hitzewarndienst
- Klimaanalyse und Planungshinweise (Stadtklima)
- Mikroskalige Modellierung des Stadtklimas (ENVI-met)
- Einsatzdaten des Rettungsdienstes

M2:

Aufklärung der Bevölkerung über Extremereignisse und Sensibilisierung für ein angepasstes Verhalten

Handlungsfelder:

- Menschliche Gesundheit
- Grün- und Freiflächenentwicklung
- Feuerwehr, Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
- Wasserwirtschaft

Klimatische Einflussfaktoren:

- Starkregen
- Hochwasser

Räumliche Ebene und Priorität:

- Gesamtstadt, Stadtbezirke, Wohnbezirke und Quartiere
- Umsetzungspriorität insbesondere in exponierten Lagen und besonders gefährdeten Bereichen.

Hintergrund der Maßnahme:

Die gesamtstädtische Analyse für Hagen hat für die Gegenwart und Zukunft z.T. starke Betroffenheiten gegenüber Extremereignissen ermittelt. Durch die zu erwartenden Folgen des Klimawandels und der exponierten topographischen Lage werden sich die Belastungen im urbanen Raum voraussichtlich weiter verschärfen. In Zukunft ist mit einem weiteren Anstieg der Belastungssituation durch die Zunahme von Extremereignissen wie Starkregen und Hochwasser zu rechnen.

Lokal auftretende Sturzfluten durch Starkregenereignisse oder das Auftreten von Flusshochwasser können große Teile des Stadtgebiets betreffen und zu Überflutungen bzw. Überschwemmungen führen. Solche Extremereignisse können sowohl direkte als auch indirekte Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben und Leib und Leben gefährden.

Der mit dem demografischen Wandel verbundene Alterungsprozess in Hagen wird, unabhängig vom klimatischen Wandel, zu einer Verschärfung des Problems führen, da mittelfristig die absolute Anzahl der besonders sensiblen Bevölkerungsgruppen trotz Schrumpfung der Gesamtbevölkerung zunimmt. Bei Extremereignissen sind insbesondere solche Bevölkerungsgruppen sensitiv, die sich im Ereignisfall nicht selber schützen und helfen können.

Beschreibung der Maßnahme:

Die Bevölkerung muss über zu erwartende Extremereignisse und über angemessenes Verhalten aufgeklärt werden. Es gilt das Bewusstsein für Problemlagen in Extremsituationen zu schärfen, richtiges Verhalten und Handeln zu vermitteln und so das Risiko von Schäden zu mindern. Eine verstärkte Information und Sensibilisierung der Bevölkerung über Vorsorgemaßnahmen sollte angestrebt werden. Dazu gehören u.a.:

1. Informationsvorsorge: Hochwasservorhersage und Hochwasserwarnung
2. Verhaltensvorsorge: Aufklärung betroffener Akteure über Gefahren und Risiken durch Starkregen und Hochwasser
3. Bauliche und technische Vorsorge: Anpassung der Bauweise und Nutzung
4. Risikovorsorge: finanzielle Absicherung und Vorsorge, Versicherungsschutz



Die Wirtschaftsbetriebe Hagen haben bereits einen Flyer erstellt, der über das richtige Verhalten bei Starkregen und Hochwasser informiert. Öffentlichkeitswirksame Kampagnen und Informationen der freien Träger bzgl. Vorsorge und Reaktion bei Extremereignissen leisten einen wichtigen Beitrag zum Schutz der Bevölkerung. In sozialen Einrichtungen sollte bspw. durch Thementage Informationen bzgl. plötzlich auftretender Starkregenereignisse oder auch Hochwasservorsorge thematisiert werden.

Stadtentwicklungsrelevante Folgewirkungen, Synergien und Konflikte:

Aufklärungs- und Informationskampagnen erhöhen die Präsenz der Stadt in der Öffentlichkeit. Die frühzeitige, langfristige und strategische Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen trägt zur Profilierung der Stadt bei, wenn der eigene Beitrag zur Bewältigung von Klimafolgen positiv nach innen und außen kommuniziert wird. Öffentlichkeitswirksame Aktionen verbessern so das Image einer lebenswerten Stadt.

Maßnahmenbeispiele:

Der Hochwasserwarndienst der Bezirksregierung Arnsberg für die Hagener Flüsse Ruhr, Lenne und Volme: Überschreiten die Pegel festgelegte Meldegrenzen, sendet der Hochwasserwarndienst der Bezirksregierung Hochwasserwarnungen an die Feuerwehr-Leitstelle und das Umweltamt (Untere Wasserbehörde) der Stadt Hagen. Auch die Handlungsbereiche für die Hochwasserrisiko-Managementplanung beinhalten zahlreiche Schutz- und Vorsorgemaßnahmen, die auch die Aufklärung und Sensibilisierung der Bevölkerung beinhalten. Die bereits vorhandenen Infomaterialien, wie z.B. Flyer, Websites oder Kartenwerke, mit Hinweisen und Empfehlungen sollten öffentlichkeitswirksam kommuniziert werden.

Zahlreiche Unternehmen und Immobilienbesitzer haben sich bereits bundesweit über den Ansatz des HochwasserkompetenzCentrums (HKC) mit einem ‚Hochwasserpasse‘ ihre Hochwasservorsorgekonzepte zertifizieren lassen: www.hochwasser-pass.de

Umsetzungsansätze, -erfordernisse und mögliche Hemmnisse:

- Kommunale Pflichten im Rahmen der Daseinsvorsorge und behördlichen Gefahrenabwehr.
- Rechtsgrundlagen: BauGB (z.B. Entschädigung Planungsschaden, Schadensersatzanspruch); BGB (z.B. Amtshaftung); ZSKG; BHKG; Störfall-Verordnung
- Im Zuge der Implementierung der EU-Hochwassermanagementrichtlinie sind bereits Hochwassergefahren- und Risikokarten erstellt und veröffentlicht worden. Diese können z.B. über das Fachinformationssystem ELWAS-WEB abgerufen werden: <http://www.elwasweb.nrw.de>

Maßnahmenverantwortlichkeit:

- Bezirksregierung Arnsberg,
- Umweltamt: Untere Wasser- und Bodenschutzbehörde
- Feuerwehr (Gefahrenabwehr und Katastrophenschutz)

Zu beteiligende Akteure und Gremien:

- Fachbereich Gesundheit und Verbraucherschutz, Wirtschaftsbetrieb Hagen (WBH, Fachbereich Entwässerungsplanung, Grundstücksentwässerung und Kanaldatenbank), Umweltamt; Untere Naturschutzbehörde
- Träger sozialer Infrastrukturen, Hilfsorganisationen (Arbeiter-Samariter-Bund, Deutsches Rotes Kreuz, Johanniter Unfallhilfe, Malteser Hilfsdienst und DLRG),
- Grundstücks- bzw. Immobilienbesitzer, private Haushalte, Unternehmen
- Bezirksvertretungen



Mobilisierungspotential:

- hoch, da eine Vielzahl von in Überschwemmungsbereichen lebenden Personen betroffen ist.

Möglicher Investitionsbedarf, Folgekosten und Fördermöglichkeiten:

- gering, da zunächst keine investiven Maßnahmen umgesetzt werden müssen und z.B. ein kostenloser Erstcheck beim Hochwasserpas möglich ist.
- Kosten fallen nur bei Einschaltung eines Sachverständigen im Einzelfall und ggf. erforderlichen Bauvorsorgemaßnahmen an, die aber erforderlich werden können, um eine ggf. nicht vorhandene erweiterte Elementarschadensversicherung abschließen zu können.

Querbezüge:

- Synergien ergeben sich zu den Maßnahmen Nr. 4, 7, 8, 9, 12 und 14

Relevante Grundlagen und Daten:

- 2D-Oberflächenabflussmodellierung (Starkregengefahrenkarte)
- Hochwassergefahren- und -risikokarten
- Tabelle betroffener sozialer Infrastruktureinrichtungen

M3:

Trinkwasser- und Toilettenangebot im öffentlichen Raum

Handlungsfelder:

- Menschliche Gesundheit
- Stadtentwicklung und Bauwesen

Klimatische Einflussfaktoren:

- Hitze

Räumliche Ebene und Priorität:

- Stadtteilebene, Wohnbezirke und Quartiere
- Umsetzungspriorität insbesondere im Stadtzentrum/Innenstadt, in Wehringhausen, Haspe und Hohenlimburg

Hintergrund der Maßnahme:

Städte und Ballungsräume verursachen aufgrund der physikalischen Eigenschaften ihrer Oberflächen im Vergleich zu ihrem weniger stark bebauten und stärker durchgrüneten Umland klimatische Effekte, die unter dem Begriff ‚Stadtklima‘ zusammengefasst werden. Die Folgen des Stadtklimas sind ein erhöhtes thermisches Niveau im Vergleich zum Umland („Städtische Wärmeinsel“), oftmals eingeschränkte Belüftungsverhältnisse aufgrund der z.T. dichten und hohen Bebauung, meist niedrigere Luftfeuchtigkeitsverhältnisse und eine Verschlechterung der städtischen Luftqualität. Diese Eigenschaften des städtischen Klimas können sich bei einer starken Ausprägung negativ auf die in den Städten lebenden Menschen auswirken.

Der Klimawandel führt gerade in urbanen Bereichen zu einer Erhöhung der Durchschnittstemperatur. Zusätzlich erhöht sich die Wahrscheinlichkeit zunehmender und länger anhaltender Hitzeperioden, womit insgesamt der Klimakomfort deutlich zurückgeht. Die Veränderung der Belastungssituation ist anhand der Entwicklung von sogenannten Heißen Tagen und Tropennächten am deutlichsten erkennbar. Gleichzeitig steigt mittelfristig der Anteil der älteren Bevölkerungsgruppen, die besonders sensitiv auf Hitzeperioden reagieren. Insbesondere alleinlebende ältere Menschen sind hierbei gefährdet nicht ausreichend zu trinken. Inkontinenz und eingeschränkte Mobilität können einen Flüssigkeitsmangel verstärken.

Beschreibung der Maßnahme:

Fehlende Trinkmöglichkeiten und Toiletten im öffentlichen Raum können die Aufenthaltsqualität insbesondere für ältere Menschen einschränken. Die Situation der öffentlichen Toiletten in der Hagener Innenstadt ist prekär. Es mangelt an öffentlichen Toiletten und ausgebauten stadtweiten Netzwerken. Die sogenannten Citytoiletten sind mit hohen Anschaffungs- und Betriebskosten verbunden, benötigen intensive Pflege und Wartung und sind nicht selten von Vandalismus betroffen. Ein Netz von öffentlichen Trinkwasserangeboten und öffentlichen Toiletten kann dazu beitragen die Lebensqualität, insbesondere in den Sommermonaten, zu erhöhen. Hier ermöglichen Konzepte, wie z.B. die sogenannte ‚nette Toilette‘, kostengünstig Abhilfe. Als nette Toilette wird eine von Händlern oder Gastronomen zur kostenlosen öffentlichen Nutzung bereitgestellte Toilette bezeichnet, die mit einem eigenen Logo gekennzeichnet werden. Im Gegenzug erhalten die Betreiber von der Stadtverwaltung eine Aufwandsentschädigung. Die Stadt spart im Gegenzug die erheblichen Kosten für eigene öffentliche Toiletten, die BürgerInnen haben Zugang zu gepflegten Toiletten und die Gastronomen gewinnen ggf. zusätzliche Gäste.



Zusätzlich können im öffentlichen Raum Trinkbrunnen und in öffentlichen Gebäuden und Einrichtungen Wasserspender aufgestellt werden, die der Bevölkerung jederzeit den kostenlosen Zugang zu qualitativ hochwertigem Trinkwasser ermöglichen. Dieses Angebot kann auch durch Handel und Gewerbe (z.B. Apotheken, Gastronomie oder Einzelhandel) unterstützt werden.

Diese Services können über eine Öffentlichkeitskampagne (Website und/oder Flyer) vermittelt werden. Die Organisation kann teilweise über eine Werbeagentur laufen (nette Toilette) oder in Eigeninitiative über das Quartiersmanagement organisiert und unter einer Dachmarke wie z.B. 'Trinkwasserquellen' o.ä. beworben werden.

Stadtentwicklungsrelevante Folgewirkungen, Synergien und Konflikte:

Die Maßnahme steigert die Lebens- und Aufenthaltsqualität in Hagen, insbesondere für Kinder, Alte, Hilfe- und Pflegebedürftige sowie gesundheitlich vorbelastete Menschen. Sie führt zu einer Verbesserung der Aufenthaltsqualität im Wohnumfeld. Teilnehmendes Gewerbe profitiert durch indirekte Werbung und erhöht ggf. die Laufkundschaft.

Die Aufstellung von Wasserspendern in Bildungseinrichtungen animiert Schüler zum Trinken und leistet einen Beitrag zur Aufklärung und Bildung zum Umgang mit der Ressource Wasser.

Maßnahmenbeispiele:

Öffentliche Trinkwasserangebote: Trinken ist lebensnotwendig, gesund und insbesondere an heißen Tagen sollte der Mensch regelmäßig und ausreichend Flüssigkeit zu sich nehmen. Doch gerade unterwegs wird das Trinken oft vergessen oder ein Getränk nicht mitgeführt. Dies ist auch nicht immer notwendig, denn an vielen Stellen in Deutschland gibt es gesundes Trinkwasser kostenlos. Viele deutsche Städte und Kommunen, Wasserversorger und private Anbieter betreiben Trinkwasseranlagen. Aus Trinkbrunnen auf öffentlichen Plätzen oder Trinkwasserspendern in öffentlichen Gebäuden oder Geschäften gibt es vielerorts frisches, kühles und qualitativ hochwertiges Trinkwasser. Ein Beispiel ist die App 'Trinkwasser unterwegs', die den kürzesten Weg zur nächsten Trinkquelle anzeigt. Siehe dazu www.trinkwasser-unterwegs.de

Darüber hinaus gibt es das Konzept 'Refill Deutschland' mit dem Leitgedanken Plastikmüll zu vermeiden, unsere Umwelt zu schützen, gutes Wasser zu trinken und Menschen zu inspirieren plastikfreier zu leben. Teilnehmenden Geschäften markieren ihre Fenster oder Türen mit einem Refill-Aufkleber und ermöglichen VerbaucherInnen das kostenfreie Abfüllen von Leitungswasser in mitgebrachte Wasserflaschen. Siehe dazu www.refill-deutschland.de

Öffentliche Toiletten: Im Rahmen des Konzepts 'Nette Toilette' wird die Gastronomie finanziell bei der Pflege und Instandhaltung ihrer Toiletten unterstützt. Einerseits spart die Stadt erhebliche Kosten, die für den Bau und die Instandhaltung von Citytoiletten anfallen, andererseits profitieren die Gastronomie durch die Subvention der Toiletten und die Bürgerschaft von einem gepflegten flächendeckenden Netz freizugänglicher Toiletten. Über die Wort-Bild-Marke erhält jede teilnehmende Gastronomie einen Aufkleber für den Eingangsbereich, der der Bevölkerung als Leitsystem dient und die Ausstattung (z.B. Wickeltisch, Barrierefreiheit) der Toilette anzeigt. Das Angebot kann über Flyer, Plakate oder Stadtpläne (auch online) mit Ausstattung und Öffnungszeiten beworben werden. Siehe hierzu bspw.: www.die-nette-toilette.de

Trinkpatenschaften: In vielen Altenpflegeeinrichtungen kümmern sich sogenannte Trinkpaten, die auch als Zusatzleistung angeboten werden, explizit um das Trinkverhalten der Bewohner. Ambulante Pflegeeinrichtungen können darüber hinaus Trinkpatenschaften anbieten, die über Hausbesuche alleinlebenden ältere Menschen zum Trinken animieren.

Umsetzungsansätze, -erfordernisse und mögliche Hemmnisse:

- Der Verfügungsfonds für die ‚Soziale Stadt Wehringhausen‘ bietet den Bürgern die Möglichkeit eigene kleinere Projekte im Stadtteil umzusetzen. Für das Programmgebiet kann ein Antrag zu Förderung eines Vorhabens über den Stadtteilstiftungsfonds gestellt werden. Der Verfügungsfonds bietet die Möglichkeit kleinere Projekte und öffentlichkeitswirksame Maßnahmen, zur Aktivierung der BewohnerInnen und Einrichtungen sowie zur Belebung des Stadtteils Wehringhausen, im Programmgebiet umzusetzen. Über die Förderfähigkeit der Anträge beschließt der Lenkungskreis Soziale Stadt Wehringhausen.
- Öffentliche Toiletten gibt es bereits an verschiedenen Plätzen im Zentrum, z.B. im Grünzug Buschey (Kultopia), im Volkspark, am Wilhelmsplatz sowie im Allerwelthaus.

Maßnahmenverantwortliche:

- Lenkungskreis Soziale Stadt Wehringhausen, Quartiersmanagement, städtische Projektleitung Soziale Stadt
- Enervie / Mark-E

Zu beteiligende Akteure:

- Lokale Wirtschaft, Gastronomie, Vereine, Verbraucherzentrale
- Fachbereich Stadtentwicklung, -planung und Bauordnung, Fachbereich Immobilien, Bauverwaltung und Wohnen, Wirtschaftsbetrieb Hagen (WBH)
- Bezirksvertretungen, Stadtentwicklungsausschuss

Mobilisierungspotential:

- hoch, da die Bürger und eine Vielzahl von Gastronomiebetrieben profitieren

Möglicher Investitionsbedarf, Folgekosten und Fördermöglichkeiten:

- Toilettenangebot: gering, da nur bestehende Toiletten subventioniert werden müssen. Das Angebot könnte außerdem über den Verfügungsfonds Wehringhausen unterstützt bzw. gefördert werden (Soziale Stadt).
- Trinkwasserangebot: Bei Umsetzung durch Kooperationen mit Gastronomie eher niedrig. Ein mittlerer Kostenaufwand besteht, wenn Trinkbrunnen im öffentlichen Raum und Wasserspender in öffentliche Einrichtungen installiert und betrieben werden.

Querbezüge:

- Synergien ergeben sich zu den Maßnahme Nr. 1 und 14

Relevante Grundlagen und Daten:

- Klimaanalyse und Planungshinweise (Stadtklima)
- Mikroskalige Modellierung des Stadtklimas (ENVI-met)

M4:

Thermische Entlastung durch offene Wasserflächen

Handlungsfelder:

- Menschliche Gesundheit
- Stadtentwicklung und Bauwesen
- Grün- und Freiflächenentwicklung
- Wasserwirtschaft

Klimatische Einflussfaktoren:

- Hitze
- Starkregen

Räumliche Ebene und Priorität:

- Wohnbezirke und Quartiere
- Umsetzungspriorität insbesondere im Stadtzentrum/Innenstadt, in Wehringhausen und Haspe.

Hintergrund der Maßnahme:

Städte und Ballungsräume verursachen aufgrund der physikalischen Eigenschaften ihrer Oberflächen im Vergleich zu ihrem weniger stark bebauten und stärker durchgrüntem Umland klimatische Effekte, die unter dem Begriff ‚Stadtklima‘ zusammengefasst werden. Die Folgen des Stadtklimas sind ein erhöhtes thermisches Niveau im Vergleich zum Umland (‚Städtische Wärmeinsel‘), oftmals eingeschränkte Belüftungsverhältnisse aufgrund der z.T. dichten und hohen Bebauung, meist niedrigere Luftfeuchtigkeitsverhältnisse und eine Verschlechterung der städtischen Luftqualität. Diese Eigenschaften des städtischen Klimas können sich bei einer starken Ausprägung negativ auf die in den Städten lebenden Menschen auswirken.

Der Klimawandel führt gerade in urbanen Bereichen zu einer Erhöhung der Durchschnittstemperatur. Zusätzlich erhöht sich die Wahrscheinlichkeit zunehmender und länger anhaltender Hitzeperioden, womit insgesamt der Klimakomfort deutlich zurückgeht. Die Veränderung der Belastungssituation ist anhand der Entwicklung von sogenannten heißen Tagen und Tropennächten am deutlichsten erkennbar. Gleichzeitig steigt der Anteil der Bevölkerungsgruppen, die besonders sensitiv auf Hitzeperioden reagieren. Durch die zu erwartenden Folgen des Klimawandels werden sich die Belastungen im urbanen Raum weiter verschärfen. Bereits heute liegen die durchschnittlichen Temperaturen in den Städten höher als im Umland.

Beschreibung der Maßnahme:

Bestehende Wasserflächen und Fließgewässer sind zu erhalten und klimawandelgerecht zu optimieren, um die Hitzebelastung für die Bevölkerung zu verringern. Insbesondere die Offenlegung und naturnahe Gestaltung vormals verrohrter Gewässer bzw. Bachläufe bieten großes Potential. Offene Wasserflächen haben eine ausgleichende Wirkung auf die Lufttemperatur, da Wasser sich im Vergleich zur Luft langsamer erwärmt. Dadurch sind Wasserflächen im Sommer relativ kühl und im Winter relativ warm. Bewegtes Wasser (Wasserzerstäuber oder Springbrunnen) trägt im Gegensatz zu stehenden Wasserflächen noch stärker zur Verdunstungskühlung bei, da durch die Verdunstung Wärmeenergie aus der Luft verbraucht und so die aufgeheizte Luft abgekühlt wird. Auch der Einsatz von Brunnen kann lokal starke positive Auswirkungen auf die mikroklimatische Situation haben. Je höher die Wassersäulen desto stärker sind die erzielten Effekte. Alternativ können aber auch mehrere niedrige Brunnen/ Wasserspiele verwendet werden, die als temporärer Wasserspielplatz während Hitzewetterlagen genutzt werden können.

Stadtentwicklungsrelevante Folgewirkungen, Synergien und Konflikte:

- Öffentliche Räume mit Wasserspielelementen erhöhen die Aufenthalts- und Wohnqualität.
- Nutzungsdruck auf Entlastungsflächen erhöht den Bedarf zum Erhalt dieser Flächen.
- Der Erhalt offener Wasserflächen fördert die Versickerung und Retention.
- Offene Wasserflächen können das über Notwasserwege abgeführte Wasser aufnehmen.
- Wasserflächen übernehmen oft wichtige Lebensraum- und Korridorfunktionen in einem Biotopverbund
- Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen können effizient eingesetzt werden, um naturnahe Wasserflächen herzustellen, zu erhalten oder zu verbessern.

Maßnahmenbeispiele:

Die Stadt Hagen hat zahlreiche verrohrte Bäche im Stadtgebiet, die durch Offenlegung und/oder Renaturierung städtebauliche Gestaltungspotentiale haben, Hochwasser- und Überflutungsschäden mindern und als thermische Entlastungsräume fungieren können. Im Hagener Stadtgebiet gibt es außerdem bereits zahlreiche innerstädtische Wasserelemente die der Platz- und Parkgestaltung dienen und in Zukunft stärker unter dem Aspekt der Luftbefeuchtung und Kühlung betont werden können. Gute Beispiele sind der Berliner Platz am Hauptbahnhof, der Drei-Kaiser-Brunnen auf dem Bodelschwingplatz, der Mataré Brunnen auf dem Friedrich-Ebert-Platz, das Wasserspiel ‚Vogelschwarm‘ im Volkspark oder der Ischelandteich. In Hagen gibt es zudem bereits Spielplätze mit Wasserelementen, z.B. im Dr.-Ferdinand-David-Park oder Volkspark.

Hilfreiche Beispiele, Grundlagen und Publikationen:

- Wassernetz NRW: <http://wassernetz-nrw.de>
- Publikationen der Emscher-genossenschaft: <http://www.emscher-regen.de/index.php?id=43>
- Bachpatenschaften in Lünen: <http://abwasser-luenen.de/index.php/fuer-schulen/bachpaten/>
- Offenlegung und Renaturierung verrohrter Bäche am Beispiel des Darmstädter Stadtbachs: <http://www.darmbach-ev.de>

Umsetzungsansätze, -erfordernisse und mögliche Hemmnisse:

- Rechtsgrundlagen: Darstellung von Wasserflächen (nach § 5 (2) Nr. 7 BauGB) im FNP; Festsetzung von Wasserflächen (nach § 9 (1) Nr. 16 BauGB), in Verbindung mit dem WHG; Bindungen für Bepflanzungen und für die Erhaltung von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen sowie von Gewässern (nach § 9 (1) Nr. 25. b) BauGB) in B-Plänen.
- Weitere Umsetzungsmöglichkeiten ergeben sich durch Gestaltungsrichtlinien oder Städtebauliche Verträge

Maßnahmenverantwortlichkeit:

- Fachbereich Stadtentwicklung, -planung und Bauordnung
- Wirtschaftsbetrieb Hagen (WBH)

Zu beteiligende Akteure und Gremien:

- Umweltamt: Untere Wasser- und Bodenschutzbehörde; Freiraum- und Grünordnungsplanung, Fachbereich Jugend und Soziales, Schulen, Vereine, Enervie / Mark-E
- Stadtentwicklungsausschuss, Umweltausschuss, Naturschutzbeirat

Mobilisierungspotential:

- hoch, da eine Vielzahl von Akteuren involviert ist.



Möglicher Investitionsbedarf, Folgekosten und Fördermöglichkeiten:

- Hoch, da die Kosten für die Offenlegung und Renaturierung sowie den Bau und die Unterhaltung von Gewässern mit erheblichem Aufwand verbunden sein können. Auch der Bau von Wasserspielflächen und Aufenthaltsflächen ist kostenaufwändig.
- Gleichfalls können sich durch die Kanalentlastung große finanzielle Vorteile ergeben.

Querbezüge:

- Synergien ergeben sich zu den Maßnahmen Nr. 1, 6, 8, 9, 11 und 12

Relevante Grundlagen und Daten:

- Gewässerkartierung
- Kanaldatenbank
- Klimaanalyse und Planungshinweise (Stadtklima)
- Mikroskalige Modellierung des Stadtklimas (ENVI-met)
- 2D-Oberflächenabflussmodellierung (Starkregengefahrenkarte)

M5: Förderung der Außenbeschattung von Gebäuden

Handlungsfelder:

- Menschliche Gesundheit
- Stadtentwicklung und Bauwesen
- Wirtschaft und Gewerbe

Klimatische Einflussfaktoren:

- Hitze

Räumliche Ebene und Priorität:

- Wohnbezirke und Quartiere
- Umsetzungspriorität insbesondere bei sozialen Infrastrukturen sowie im Stadtzentrum/Innenstadt, in Wehringhausen, Haspe und in Gewerbe- und Industriegebieten.

Hintergrund der Maßnahme:

Städte und Ballungsräume verursachen aufgrund der physikalischen Eigenschaften ihrer Oberflächen im Vergleich zu ihrem weniger stark bebauten und stärker durchgrüntem Umland klimatische Effekte, die unter dem Begriff ‚Stadtklima‘ zusammengefasst werden. Die Folgen des Stadtklimas sind ein erhöhtes thermisches Niveau im Vergleich zum Umland („Städtische Wärmeinsel“), oftmals eingeschränkte Belüftungsverhältnisse aufgrund der z.T. dichten und hohen Bebauung, meist niedrigere Luftfeuchtigkeitsverhältnisse und eine Verschlechterung der städtischen Luftqualität. Diese Eigenschaften des städtischen Klimas können sich bei einer starken Ausprägung negativ auf die in den Städten lebenden Menschen auswirken.

Der Klimawandel führt gerade in urbanen Bereichen zu einer Erhöhung der Durchschnittstemperatur. Zusätzlich erhöht sich die Wahrscheinlichkeit zunehmender und länger anhaltender Hitzeperioden, womit insgesamt der Klimakomfort deutlich zurückgeht. Die Veränderung der Belastungssituation ist anhand der Entwicklung von sogenannten heißen Tagen und Tropennächten am deutlichsten erkennbar. Gleichzeitig steigt mittelfristig der Anteil der Bevölkerungsgruppen, die besonders sensitiv auf Hitzeperioden reagieren. Insbesondere zu nennen sind Alte, Kleinkinder und gesundheitlich Vorbelastete, die im Ereignisfall besonders hilfsbedürftig sind und geschützt werden müssen. Dadurch werden Kühlbedarfe ausgelöst, die insbesondere öffentliche Gebäude und soziale Infrastrukturen betreffen, in denen sich sensitive Bevölkerungsgruppen aufhalten (z.B. Schulen, Kindergärten, Altenheim, Krankenhäuser).

Beschreibung der Maßnahme:

Die Zunahme von heißen Tagen und Tropennächten führt zu einem steigenden Kühlbedarf insbesondere bei sozialen und kritischen Infrastrukturen. Die häufig fehlende Außenbeschattung führt zu hohen Innenraumtemperaturen und Innenbeschattung über Vorhänge, Rollos o. ä. sind meist wenig effektiv. Im Rahmen ohnehin anstehender baulicher Sanierungsmaßnahmen sollten Rollläden oder Außenjalousien an Gebäuden integriert werden. Insbesondere bei Süd- und Südwestausrichtung von Fensterfronten ergeben sich Anpassungsbedarfe. Es sollte möglichst so modernisiert oder gebaut werden, dass möglichst wenig zusätzliche Energie aufgebracht werden muss, um das Gebäude kühl zu halten. Außenbeschattung kann außerdem über das Anpflanzen großkroniger Laubbäume erreicht werden, die in den Wintermonaten wiederum das Sonnenlicht in die Gebäude lassen. Die aktive Kühlung von Gebäuden durch Klimaanlage sollte im besten Fall vermieden werden, nicht zuletzt aufgrund des hohen Energiebedarfes und den Zielen zum Klimaschutz. Entstehen dennoch zusätzliche Kühlbedarfe und konkrete Erfordernisse, ist die Nutzung von Erdwärmepumpen zu erwägen, mit denen sowohl geheizt als auch gekühlt werden kann.

Nach der Energieeinsparverordnung (EnEV) ist sommerlicher Wärmeschutz fester Bestandteil des Nachweisverfahrens bzw. der Anforderungen an Wohngebäude und Nichtwohngebäude. Gemäß § 3 Abs. 4 EnEV (Wohngebäude) und § 4 Abs. 4 EnEV (Nichtwohngebäude) ist der sommerliche Wärmeschutz für alle Neubauten und Erweiterungen nach § 9 Abs. 5 EnEV nachzuweisen. Darüber hinaus benötigen Wohngebäude und Nichtwohngebäude einen Energieausweis. Als höchstzulässige Sonneneintragskennwerte sind die in DIN 4108-2 festgelegten Werte einzuhalten.

Stadtentwicklungsrelevante Folgewirkungen, Synergien und Konflikte:

Durch eine Anpassung der sozialen und kritischen Infrastruktureinrichtungen kann der Betrieb und die Funktion auch bei extremen Hitzeperioden aufrechterhalten werden. Klimarobuste und angepasste Bauweise und Gebäudeausstattung erhöhen die Attraktivität, den Komfort und verbessern die Aufenthaltsqualität.

Verschattungsmaßnahmen oder Wärmeschutzkonzepte lassen sich zielführend mit Sanierungs-, Energieeinsparmaßnahmen und dem Klimaschutz kombinieren.

Maßnahmenbeispiele:

Passive Systeme zur Gebäudekühlung lassen sich unter natürlicher Lüftung, baulichen Maßnahmen und Sonnenschutz zusammenfassen. Die Regulierung des Sonneneinfalls durch äußere, steuerbare Rollläden, Markisen, Jalousien oder Lamellen ist eine effektive Maßnahme. Bepflanzungen im Außenbereich, Dach- und Fassadenbegrünung sowie helle bzw. weiße Gebäudeanstriche oder Sonnenschutzverglasung tragen ebenfalls zur Verbesserung des Innenraumklimas bei.

Hilfreiche Beispiele, Grundlagen und Publikationen:

- Projekt „Grün statt grau - Gewerbegebiete im Wandel“: <http://gruen-statt-grau.wilabonn.de/>
- Leitfaden zum klimarobusten Planen und Bauen der Handwerkskammer Frankfurt-Rhein-Main: <https://www.klaro-klimarobustbauen.de/d>
- Praxisratgeber zum klimagerechten Bauen des Deutschen Instituts für Urbanistik (Difu): <https://difu.de/node/11177>
- BauNetz Online-Lexikon: <https://www.baunetzwissen.de/sonnenschutz>

Umsetzungsansätze, -erfordernisse und mögliche Hemmnisse:

- Rechtsgrundlagen: EnEV
- Erfolgreiche Maßnahmenumsetzung hängt insbesondere von den Eigentümern und Betreibern sowie ggf. Investoren oder städtische Gesellschaften ab.

Maßnahmenverantwortlichkeit:

- Immobilieneigentümer
- Betreiber von Infrastruktureinrichtungen
- Fachbereich Gebäudewirtschaft (GWH)
- Wohnungsgenossenschaften und -gesellschaften, Bauvereine

Zu beteiligende Akteure und Gremien:

- abhängig von den Besitzverhältnissen der Gebäude ggf. Investoren oder städtische Gesellschaften
- Fachbereich Stadtentwicklung, -planung und Bauordnung bzw. städtebauliche Sanierung oder Stadtumbau im Rahmen der kommunalen Planungshoheit
- Fachausschuss GWA, Stadtentwicklungsausschuss, Schulausschuss, Seniorenbeirat



Mobilisierungspotential:

- hoch, da es um die Sicherstellung der Funktionsfähigkeit und Nutzung von Gebäuden geht. Klimaanpassung kann hier als positiver Nebeneffekt kommuniziert werden.

Möglicher Investitionsbedarf, Folgekosten und Fördermöglichkeiten:

- eher gering, da die Gemeinden im Rahmen des Stadtumbauprogramms Fördermittel u.a. für die bauliche Sanierung erhalten. In der Regel werden mit den Projekten multifunktionale Ziele verbunden, so dass die Investitionen nicht durch die positiven Effekte für die Klimaanpassung anfallen, sondern aufgrund anderer städtebaulicher Erfordernisse (z.B. Sicherung der Daseinsvorsorge) getätigt werden.

Querbezüge:

- Synergien ergeben sich zu den Maßnahmen Nr. 1, 4, 6, 9, 11, und 13

Relevante Grundlagen und Daten:

- Klimaanalyse und Planungshinweise (Stadtklima)
- Mikroskalige Modellierung des Stadtklimas (ENVI-met)
- Auswertung sozialer Infrastrukturen

M6:

Verwendung geeigneter Baumaterialien und -farben

Handlungsfelder:

- Menschliche Gesundheit
- Stadtentwicklung und Bauwesen
- Wirtschaft und Gewerbe

Klimatische Einflussfaktoren:

- Hitze

Räumliche Ebene und Priorität:

- Wohnbezirke und Quartiere
- Umsetzungspriorität insbesondere im Stadtzentrum/Innenstadt, in Wehringhausen und Haspe sowie in Gewerbe- und Industriegebieten.

Hintergrund der Maßnahme:

Städte und Ballungsräume verursachen aufgrund der physikalischen Eigenschaften ihrer Oberflächen im Vergleich zu ihrem weniger stark bebauten und stärker durchgrüntem Umland klimatische Effekte, die unter dem Begriff ‚Stadtklima‘ zusammengefasst werden. Die Folgen des Stadtklimas sind ein erhöhtes thermisches Niveau im Vergleich zum Umland („Städtische Wärmeinsel“), oftmals eingeschränkte Belüftungsverhältnisse aufgrund der z.T. dichten und hohen Bebauung, meist niedrigere Luftfeuchtigkeitsverhältnisse und eine Verschlechterung der städtischen Luftqualität. Diese Eigenschaften des städtischen Klimas können sich bei einer starken Ausprägung negativ auf die in den Städten lebenden Menschen auswirken.

Der Klimawandel führt gerade in urbanen Bereichen zu einer Erhöhung der Durchschnittstemperatur. Zusätzlich erhöht sich die Wahrscheinlichkeit zunehmender und länger anhaltender Hitzeperioden, womit insgesamt der Klimakomfort deutlich zurückgeht. Die Veränderung der Belastungssituation ist anhand der Entwicklung von sogenannten heißen Tagen und Tropennächten am deutlichsten erkennbar. Städtische Oberflächen können sich aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften stärker aufheizen als natürliche Oberflächen und begünstigen damit die Entstehung von Wärmeinseln in den Städten und Ballungsräumen. Insbesondere Beton, Stahl und Glas besitzen eine hohe Wärmekapazität: sie heizen sich in den Tagstunden stark auf und kühlen sich nachts nur langsam ab. Dadurch kühlen sich in den Sommermonaten nachts auch die Luftmassen nur sehr langsam ab. In Abhängigkeit von Farbe und Material einer Oberfläche wird ein mehr oder weniger großer Teil der eingestrahnten Sonnenenergie wieder reflektiert und kann damit nicht zur Erwärmung dieser Materialien/Oberflächen beitragen. Helle Materialien/Oberflächen reflektieren mehr kurzweilige Sonnenstrahlung als dunklere und können dem Effekt der Erwärmung entgegenwirken.

Beschreibung der Maßnahme:

Die Wärmeleitfähigkeit und Wärmespeicherfähigkeit (auch Wärmekapazität) der Baukörper hängt stark von den eingesetzten bzw. verwendeten Materialien und Farben ab. Asphaltierte oder gepflasterte Verkehrsflächen und dichte Bebauungsstrukturen erwärmen sich deutlich stärker als natürliche Oberflächen wie beispielsweise Grün-/Rasenflächen. Durch den gezielten Einsatz von Materialien mit geringerer Wärmeleitfähigkeit und Wärmespeicherfähigkeit kann eine starke Aufheizung vermieden und der Wärmeinseleffekt verringert werden. Helle Oberflächenbeläge auf Verkehrsflächen sowie helle Baumaterialien und Anstriche an Gebäuden reflektieren im Gegensatz zu dunklen Oberflächen einen größeren Anteil der eingestrahnten Sonnenenergie (Albedo, als Maß für das Rückstrahlvermögen). So lässt sich die Erwärmung von Oberfläche mindern und damit auch die der Stadtluft.



Insbesondere in Bereichen mit hohem Versiegelungsgrad und städtischen Wärmeinseln sollte eine hohe Albedo der Oberflächen erreicht werden, um die Reflexion der Sonneneinstrahlung zu erhöhen. So heizen sich Gebäude und Verkehrsflächen tagsüber nicht so stark auf und geben dementsprechend nachts weniger Wärme wieder ab. Neben innerstädtischen Bereichen sind vor allem auch Industrie- und Gewerbegebiete betroffen und weisen Anpassungserfordernisse auf.

Stadtentwicklungsrelevante Folgewirkungen, Synergien und Konflikte:

Durch eine Erhöhung der Albedo (Rückstrahlvermögen) von Gebäudeaußenfassaden und -dächern kann Energie für die Kühlung einspart werden. Außerdem erhöht sich durch die Verbesserung des Stadtklimas und Innenraumklimas von Gebäuden die Aufenthalts- und Wohnqualität.

Die passive Nutzung von Sonnenenergie kann im Widerspruch zur Klimaanpassung stehen. Hierbei gilt es über die Ausrichtung der Gebäude, geeignete Fassaden und Materialien im Winter eine passive Speicherung der Energie zu gewährleisten und im Sommer eine adäquate Verschattung.

Maßnahmenbeispiele:

Über die Richtlinien der Stadt Hagen über die Gewährung von Zuwendungen für die Begrünung und Gestaltung von Hof- und Hausflächen im Programmgebiet ‚Soziale Stadt Wehringhausen‘ können folgende Maßnahmen subventioniert werden:

- Gestaltung von Innenhöfen, Abstandsflächen und Vorgärten
- Begrünung von Dachflächen, Fassaden, Mauern und Garagen einschließlich des dazu notwendigen Her richtens der Flächen
- Gestaltung von Außenwänden: Die Renovierung und Restaurierung; das Reinigen, Verputzen und Streichen von Fassaden und Giebeln; der Rückbau von Fassadenverkleidungen oder -verklinkerungen; die Wiederherstellung der ursprünglichen Fenster- und Putzgliederung
- künstlerische Gestaltung von Fassaden, sowie die dazu erforderlichen Vorarbeiten Nebenkosten für eine fachlich zwingend erforderliche Beratung und/oder Betreuung (z.B. Planung, Bauleitung)

Die Begrünung und Gestaltung von privaten Hof- und Hausflächen soll zu einer wesentlichen und nachhaltigen Verbesserung und Aufwertung der Wohnsituation beitragen. Darüber hinaus können Synergien genutzt werden, da die geförderten Maßnahmen auch zur Klimaanpassung beitragen. Insbesondere die Bepflanzung der Innenhöfe, Abstandsflächen und Vorgärten, Dach- und Fassadenbegrünung sowie helle bzw. weiße Gebäudeanstriche sowie Fassadendämmung im Zuge von Restaurierungen tragen ebenfalls zur Verbesserung des Stadtklimas und Innenraumklimas bei.

Eine Übertragung der Förderrichtlinien und entsprechenden Subvention der genannten Maßnahmen auf das gesamte Stadtgebiet wären sinnvoll.

Weitere Hilfreiche Beispiele, Grundlagen und Publikationen:

- Leitfaden zum klimarobusten Planen und Bauen der Handwerkskammer Frankfurt-Rhein-Main: <http://www.hwk-frankfurt.de/klimarobust>
- Praxisratgeber Klimagerechtes Bauen des Deutschen Instituts für Urbanistik (Difu): <https://difu.de/77>
- BauNetz Online-Lexikon: <https://www.baunetzwissen.de/sonnenschutz>

Umsetzungsansätze, -erfordernisse und mögliche Hemmnisse:

- Rechtsgrundlagen: ArbSchG; ArbStättV; Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR); Gestaltungsleitlinien; Städtebauliche Verträge
- Fassaden- und Hofgestaltungsprogramm Wehringhausen

Maßnahmenverantwortlichkeit:

- Immobilieneigentümer
- Betreiber von Infrastruktureinrichtungen
- Fachbereich Gebäudewirtschaft (GWH)
- Wohnungsgenossenschaften und -gesellschaften, Bauvereine

Zu beteiligende Akteure und Gremien:

- abhängig von den Besitzverhältnissen der Gebäude ggf. Investoren oder städtische Gesellschaften Investoren, Träger öffentlicher Einrichtungen
- Fachbereich Stadtentwicklung, -planung und Bauordnung bzw. städtebauliche Sanierung, Stadtumbau oder Soziale Stadt im Rahmen der kommunalen Planungshoheit.
- Stadtentwicklungsausschuss, Fachausschuss GWA

Mobilisierungspotential:

- hoch, da über Subventionen zusätzliche Anreize geschaffen werden können.

Möglicher Investitionsbedarf, Folgekosten und Fördermöglichkeiten:

- Gering bis mittel, da in der Regel mit den Projekten/Maßnahmen multifunktionale Ziele verbunden sind, so dass die Investitionen nicht durch die positiven Effekte für die Klimaanpassung anfallen, sondern aufgrund anderer städtebaulicher Erfordernisse (z.B. Wohnumfeldverbesserung, Sanierung) getätigt werden.
- Fördermöglichkeit über die Soziale Stadt Wehringhausen

Querbezüge:

- Synergien ergeben sich zu den Maßnahmen Nr. 1, 5, 9, 11 und 13

Relevante Grundlagen und Daten:

- Klimaanalyse und Planungshinweise (Stadtklima)
- Mikroskalige Modellierung des Stadtklimas (ENVI-met)

M7:

Hochwasser- und Überflutungsschutz für Gebäude

Handlungsfelder:

- Menschliche Gesundheit
- Stadtentwicklung und Bauwesen
- Feuerwehr, Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
- Wirtschaft und Gewerbe

Klimatische Einflussfaktoren:

- Starkregen
- Hochwasser

Räumliche Ebene und Priorität:

- Gesamtstadt, Stadtbezirke, Wohnbezirke und Quartiere
- Umsetzungspriorität insbesondere entlang von Gewässern sowie in exponierten Lagen und besonders gefährdeten Bereichen.

Hintergrund der Maßnahme:

Die gesamtstädtische Analyse für Hagen hat für die Gegenwart und Zukunft z.T. starke Betroffenheiten gegenüber Extremereignissen ermittelt. Durch die zu erwartenden Folgen des Klimawandels und der exponierten topographischen Lage werden sich die Belastungen im urbanen Raum voraussichtlich weiter verschärfen. In Zukunft ist mit einem weiteren Anstieg der Belastungssituation durch die Zunahme von Extremereignissen wie Starkregen und Hochwasser zu rechnen.

Dabei wird zwischen den beiden folgenden Überflutungsarten unterschieden:

1. Flusshochwasser: Dabei liegt der Wasserstand eines Flusses für längere Zeit über dem Normalmaß. Die Folge sind Überschwemmungen, die Schäden verursachen, wenn gefährdete Gebiete bebaut wurden.
2. Starkregen: Starkregenereignisse bzw. urbane Sturzfluten sind stark von der Topographie und Fließhindernissen abhängig (z.B. Bahndämme, Straßen, Gebäude usw.). Sie entstehen im Zusammenspiel zwischen außergewöhnlichen Niederschlagsereignissen in kurzer Zeit, der Kanalisation und Siedlungsentwässerung und können prinzipiell überall auftreten. Lokal sind außergewöhnlich hohe Fließgeschwindigkeiten und Wasserstände möglich.

Solche Extremereignisse können sowohl direkte als auch indirekte Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben und Leib und Leben gefährden. Überflutungen bzw. Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser können zu erheblichen Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen führen.

Beschreibung der Maßnahme:

Viele Stadtteile sind durch ihre Lage an Ruhr, Lenne, Volme und Ennepe hochwassergefährdet. Hinzu kommen zahlreiche Bäche im Hagener Stadtgebiet, wie z.B. der Epscheider Bach, Hasper Bach, Nahmer Bach, Selbecker Bach oder Sterbecker Bach sowie weitere kleine Fließgewässer, die z.T. auch unterirdisch und verrohrt im Stadtgebiet verlaufen. Die bewegte Topografie der Stadt Hagen kann die potentiellen Gefahren von Überflutungen verstärken. Gebäude und Infrastruktureinrichtungen und Anlagen sind auf verschiedene Arten anfällig gegenüber Hochwasser und Überflutungen. Alle Eintrittsmöglichkeiten für Wasser sollten beim Bau mitgedacht werden.

Hierzu gehören:

- Schutz vor Oberflächenwasser durch Starkregen oder Flusshochwasser
- Schutz vor Rückstauwasser aus der Kanalisation
- Schutz vor Eindringendem Grundwasser
-

Auf diese Gefahren sollten Gebäude im Bereich Neubau aber auch im Bestand angepasst werden. Die Objektschutzmaßnahmen dienen dazu, in Bereichen in denen Überflutungen nach Starkregen nicht verhindert oder nur minimiert werden können, zumindest die schädlichen Auswirkungen zu begrenzen. Dies betrifft neben privaten Gebäuden vor allem öffentliche Gebäude wie Schulen oder Seniorenheime und Anlagen der technischen Infrastruktur wie z.B. Kläranlagen oder Umspannwerke. Insbesondere die sozialen Einrichtungen mit sensiblen Bevölkerungsgruppen oder sensibler Nutzung sollten entsprechend gesichert werden. Darüber hinaus sollten Privateigentümer für potentielle Gefahren an Haus und Bewohnern sensibilisiert werden.

Stadtentwicklungsrelevante Folgewirkungen, Synergien und Konflikte:

Die genannten Maßnahmen wirken vielschichtig und weisen zahlreiche Synergieeffekte auf. Die naturnahe Gestaltung von Rückhalteräumen oder Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen können z.B. eine Abkühlung bewirken, Rückhalt bei Starkregen bieten und darüber hinaus auch gestalterisch ein wertvolles Element im Stadt- und Freiraum sein.

Im Zuge des Bevölkerungsrückgangs können Flächenpotentiale freigesetzt werden, die gezielt zur Verringerung der Exposition gegenüber den Extremereignissen genutzt werden können. So können z.B. Flächen genutzt werden, die im Zuge des Rückbaus von Problemimmobilien oder nicht mehr marktfähigen Wohnungsbeständen entstehen um dort Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen durchzuführen.

Maßnahmenbeispiel:

Bei der Schutzgewährung vor Schäden durch Starkregen und Hochwasser stehen insbesondere bauliche und technische Vorsorgemaßnahmen sowie die Risikovorsorge im Vordergrund, die ein Eindringen von Wasser in Gebäude verhindern bzw. finanzielle Absicherung bieten. Die Anpassung der Bauweise und Nutzung beinhalten dabei abschirmende Maßnahmen, Abdichtungs- und Schutzeinrichtungen, kontrollierte Flutung bzw. die sogenannte ‚nasse Vorsorge‘, eine abflusssensible Gelände- und Grundstücksgestaltung, die Ableitung von Oberflächenwasser über Notwasserwege und das Sammeln und Versickern in Retentionsmulden sowie Möglichkeiten der Aufkantung und Abdichtung der Gebäude. Technische Maßnahmen beinhalten bspw. Flutschutztore, mobile Schotts, Rückstausicherungen oder Hebeanlagen. Zur finanziellen Vorsorge zählen insbesondere ein ausreichender Versicherungsschutz, die Anpassung und ggf. Erweiterung der Gebäude- und Hausratsversicherung sowie Elementarschadenversicherungen.

Grundlegend sollten sich Eigentümer, Bauwillige und Bauträger über die örtlichen Hochwasser- und Starkregengefahren (Grundstück und Gebäude) informieren und die Lage des Gebäudes berücksichtigen (z.B. Hanglage oder Senke). Außerdem gilt es das Dach, die Gebäudehülle und Entwässerungssysteme regelmäßig zu prüfen und zu warten. Eine angepasste Nutzung in gefährdeten Geschossen (z.B. Keller- und Erdgeschoss) und Gebäudeteilen und die Sicherung elektrischer Versorgungseinrichtungen und Heizungsanlagen (z.B. Verankern von Heizöl- und Gastanks gegen Aufschwimmen) kann Schäden minimieren.

Die Stadt Hagen hat im Zuge ihrer Abwasserbeseitigungspflicht (nach § 56 WHG und § 53 LWG NRW) dafür Sorge zu tragen, dass das öffentliche Kanalnetz ausreichend dimensioniert ist. Die verschiedenen siedlungswasserwirtschaftlichen Maßnahmen sind bei der Aufstellung des Abwasserbeseitigungskonzeptes aufeinander abzustimmen

und es empfiehlt sich, die Folgen des Klimawandels (hier z.B. Starkregenereignisse oder generell veränderte Niederschlagsabflussvolumina) und sich daraus ggf. ergebene Anpassungserfordernisse frühzeitig zu berücksichtigen.

Hilfreiche Beispiele, Grundlagen und Publikationen:

- Hochwasserschutzfibel des BMUB für Objektschutz und bauliche Vorsorge: https://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/hochwasserschutzfibel_bf.pdf
- Praxisleitfaden Hochwasser- und Überflutungsschutz der Kommunal Agentur NRW: <https://www.kommunalagenturnrw.de/wp-content/uploads/2018/Leitfaden%20Hochwasser-%20und%20%C3%9Cberflutungsschutz.pdf>
- Leitfaden der Stadtentwässerungsbetriebe Köln zur Starkregenvorsorge für Hauseigentümer, Bauwillige und Architekten: https://www.steb-koeln.de/Redaktionell/ABLAG/Downloads/Brosch%C3%BCren-Ver%C3%B6ffentlichungen/Geb%C3%A4udeschutz/Leitfaden-StEB_DRUCK_OHNE-SCHNITTKANTEN.pdf

Der Wirtschaftsbetrieb Hagen (WBH) stellt bereits Informationsmaterial zur Verfügung das über den Schutz vor Starkregen- und Hochwasserfolgen sowie das Verhalten bei Starkregen und Hochwasser aufklärt. Entsprechende Flyer werden bereits mit den Informationen über die entwässerungstechnische Erschließung eines Grundstückes (Entwässerungsmitteilung) an die Grundstückseigentümer herausgegeben: <https://www.wbh-hagen.de/entwaesserung/grundstuecksentwaesserung/downloads.html>

Umsetzungsansätze und -erfordernisse, mögliche Hemmnisse:

- Es bestehen konkrete kommunale Pflichten im Rahmen der Daseinsvorsorge und behördlichen Gefahrenabwehr. Der Schutz vor Hochwasser ist zunächst gemeindeübergreifend zu leisten und eine Aufgabe der zuständigen Fachbehörden. Die gesetzlichen Regelungen und Vorgaben können erhebliche Auswirkungen auf die gemeindliche Bauleitplanung haben.
- Im Zuge der Implementierung der EU-Hochwassermanagementrichtlinie sind bereits Hochwassergefahren- und Risikokarten erstellt und veröffentlicht worden. Diese können z.B. über das Fachinformationssystem ELWAS-WEB abgerufen werden: <http://www.elwasweb.nrw.de>
- Vorhandenes Informationsmaterial sollte im Rahmen einer Bauherrenberatung bereitgestellt werden. Die Stadt ist aufgerufen die Bevölkerung über Hochwasserrisiken aufzuklären.
- Rechtsgrundlagen: GG (z.B. Schutz des Eigentums); BauGB (z.B. Entschädigung Planungsschaden, Schadensersatzanspruch); BGB (z.B. Amtshaftung); WHG; LWG NRW; ZSKG; BHKG; Störfall-Verordnung
- Die Errichtung und Erweiterung baulicher Anlagen nach den §§ 30, 33, 34 und 35 BauGB ist in festgesetzten Überschwemmungsgebieten nach § 78 Absatz 1 Nr. 3 WHG grundsätzlich verboten. Die Errichtung und Erweiterung kann ausnahmsweise zulässig sein, wenn die im Gesetz gegebenen Bedingungen erfüllt sind. Die wasserrechtlichen Vorschriften des Bundes werden vom Landeswassergesetz NRW (LWG NRW) ergänzt und konkretisiert.

Maßnahmenverantwortlichkeit:

- Fachbereich Stadtentwicklung, -planung und Bauordnung
- Wirtschaftsbetrieb Hagen (WBH)
- Umweltamt: Untere Wasser- und Bodenschutzbehörde
- Investoren, Wohnungsunternehmen, öffentliche Träger

Zu beteiligende Akteure und Gremien:

- Bauingenieure, Architekten
- Fachbereich Jugend und Soziales (Hilfen für Senioren, Pflegebedürftige und behinderte Menschen; Heimaufsicht)
- Bezirksregierung Arnsberg
- Enervie / Mark-E, Telekommunikationsunternehmen
- Stadtentwicklungsausschuss

Mobilisierungspotential:

- Hoch, da eine Vielzahl von in Überschwemmungs- und Überflutungsbereichen lebenden Personen betroffen ist, es um den Schutz privaten und öffentlichen Eigentums geht und u.U. bereits in der Vergangenheit Schäden aufgetreten sind.

Möglicher Investitionsbedarf, Folgekosten und Fördermöglichkeiten:

- Bei Neubau- oder Sanierungsplänen ist der Investitionsbedarf gering bis mittel einzustufen. Es sind nicht zwangsläufig investive Maßnahmen notwendig und der Erstcheck des Hochwasserpas ist kostenlos.
- Kosten fallen für den Interessenten nur bei Einschaltung eines Sachverständigen im Einzelfall und ggf. erforderlichen Bauvorsorgemaßnahmen an, die aber erforderlich werden können, um eine ggf. nicht vorhandene erweiterte Elementarschadenversicherung abschließen zu können.

Querbezüge:

- Synergien ergeben sich zu den Maßnahmen Nr. 2, 7, 8, 12, 13 und 14

Relevante Grundlagen und Daten:

- 2D-Oberflächenabflussmodellierung (Starkregengefahrenkarte)
- Hochwassergefahren- und -risikokarten
- Tabelle betroffener sozialer Infrastruktureinrichtungen

M8:

Rückbau und Entsiegelung zur Verbesserung des Stadtklimas und Vermeidung von Überflutungsschäden (Standortwahl)

Handlungsfelder:

- Menschliche Gesundheit
- Stadtentwicklung und Bauwesen
- Grün- und Freiflächenentwicklung

Klimatische Einflussfaktoren:

- Hitze
- Starkregen
- Hochwasser

Räumliche Ebene und Priorität:

- Gesamtstadt, Stadtbezirke, Wohnbezirke und Quartiere
- Umsetzungspriorität insbesondere entlang von Gewässern, in besonders gefährdeten Bereichen, exponierten Lagen und Bereichen mit starker Hitzebelastung.

Hintergrund der Maßnahme:

Städte und Ballungsräume verursachen aufgrund der physikalischen Eigenschaften ihrer Oberflächen im Vergleich zu ihrem weniger stark bebauten und stärker durchgrüntem Umland klimatische Effekte, die unter dem Begriff ‚Stadtklima‘ zusammengefasst werden. Die Folgen des Stadtklimas sind ein erhöhtes thermisches Niveau im Vergleich zum Umland („Städtische Wärmeinsel“), oftmals eingeschränkte Belüftungsverhältnisse aufgrund der z.T. dichten und hohen Bebauung, meist niedrigere Luftfeuchtigkeitsverhältnisse und eine Verschlechterung der städtischen Luftqualität. Diese Eigenschaften des städtischen Klimas können sich bei einer starken Ausprägung negativ auf die in den Städten lebenden Menschen auswirken.

Der Klimawandel führt gerade in urbanen Bereichen zu einer Erhöhung der Durchschnittstemperatur. Zusätzlich erhöht sich die Wahrscheinlichkeit zunehmender und länger anhaltender Hitzeperioden, womit insgesamt der Klimakomfort deutlich zurückgeht. Die Veränderung der Belastungssituation ist anhand der Entwicklung von sogenannten Heißen Tagen und Tropennächten am deutlichsten erkennbar. Die gesamtstädtische Analyse für Hagen hat für die Gegenwart und Zukunft z.T. starke Betroffenheiten gegenüber Extremereignissen ermittelt. Durch die zu erwartenden Folgen des Klimawandels und der exponierten topographischen Lage werden sich die Belastungen im urbanen Raum voraussichtlich weiter verschärfen. In Zukunft ist mit einem weiteren Anstieg der Belastungssituation durch die Zunahme von Extremereignissen wie Starkregen und Hochwasser zu rechnen. Im Zuge des Bevölkerungsrückgangs können Flächenpotentiale freigesetzt werden, die gezielt zur Verringerung der Exposition gegenüber den Extremereignissen genutzt werden können.

Beschreibung der Maßnahme:

Bei künftigem Rückbau, der Nachverdichtung im Innenbereich oder Neuausweisung im Außenbereich gilt es, im Rahmen der Bauleitplanung verstärkt Synergien zu nutzen und Konflikte zu vermeiden. Dies betrifft insbesondere potentielle Auswirkungen auf das Stadtklima, die Starkregenvorsorge sowie den Überflutungs- und Hochwasserschutz. Die Stadt Hagen sollte konkrete Potentiale für Siedlungsrückzug in Gebieten mit Hochwasser- und Überflutungsgefahren im Zuge der Bauleitplanung prüfen. Bei der Ermittlung von Rückbaupotentialen sind die

Auswirkungen des demografischen Wandels und des Klimawandels zu berücksichtigen. Entsprechende Maßnahmenempfehlung sind auch in HWRM-Plänen enthalten, z.B. hochwasserangepasstes Planen, Bauen und Sanieren als ein weiterer Bestandteil des präventiven Hochwasserschutzes oder Nutzungsaufgabe der gefährdeten Flächen wie beispielsweise eine Umsiedlung in letzter Konsequenz zur vollständigen Reduzierung des Schadenspotentials.

Die Planungshinweiskarte stellt Ausgleichs- und Lasträume, raumspezifische und lokale Hinweise sowie Informationen zum Luftaustausch dar. Dazu werden sowohl konkrete Flächen identifiziert, die sich aus klimatischer Sicht für eine weitere maßvolle Verdichtung oder Neubebauung eignen, als auch Bereiche, in denen auf eine weitere Verdichtung verzichtet werden sollte. Zudem werden u.a. an bestimmten Siedlungsrändern Empfehlungen zur Festsetzung von Bebauungsgrenzen ausgesprochen, die dem Schutze bzw. Erhalt der klimaökologischen Funktionen der angrenzenden Grün- und Freiflächen dienen sollen.

Stadtentwicklungsrelevante Folgewirkungen, Synergien und Konflikte:

Rückbau- und Entsiegelungsmaßnahmen sind im gesamten Stadtgebiet sinnvoll, da sie sowohl Hitzebelastungen reduzieren als auch dem Rückhalt und der Versickerung von Niederschlägen dienen. Die Maßnahmen haben somit starke positive Wirkungen auf das Stadtklima und können auch den Schutz vor Hochwasser und Starkregen fördern.

Maßnahmenbeispiele:

Im Interesse des vorbeugenden Hochwasserschutzes sind in der Bauleitplanung und Ausführung bestimmter Vorhaben Möglichkeiten zum Erhalt, der Verbesserung und Wiederherstellung des natürlichen Rückhaltevermögens zu berücksichtigen. Dazu gehören insbesondere die Gewährleistung und Verbesserung der Leistungsfähigkeit von Retentionsflächen und Überschwemmungsgebieten, die Vermeidung oder der Rückbau von Bodenversiegelungen, die Versickerung von Niederschlagswasser, die Renaturierung von Gewässern und sonstige Maßnahmen, die geeignet sind, den oberflächigen Abfluss des Niederschlagswassers zu vermindern.

Die Renaturierung der Lenneae in Hagen zwischen Henkhausen und Garenfeld ist hier als ein gelungenes Beispiel zu nennen. Die Maßnahme beinhaltet nicht nur die gewässerökologische Aufwertung, sondern führt auch zu einer verbesserten Erlebbarkeit des Flusses und fördert den Hochwasserschutz.

Weitere Ansätze bietet das Integrierte Handlungskonzept Wohnen in Hagen. Die als Grundlage erarbeitete Wohnungsmarktstudie empfiehlt eine Doppelstrategie aus Rückbau und Neubau. Trotz bestehender Wohnraumnachfrage und Neubaubedarfen in Teilmärkten ist vor dem Hintergrund des weiterhin hohen Leerstandes sowie des prognostizierten Bevölkerungsrückgangs bis zum Jahr 2030 mittelfristig ein verstärkter Rückbau von nicht mehr marktfähigen Wohnungsbeständen sinnvoll. Im Zuge dieses Rückbaus gilt es stadtklimatische und lufthygienische Belange sowie den Hochwasser- und Überflutungsschutz miteinzubeziehen. Anknüpfungspunkt bieten sich hier u.a. in Wehringhausen, wo sozialen und städtebaulichen Missständen, im Rahmen des Programms ‚Soziale Stadt‘, entgegengesteuert wird. Darüber hinaus werden, mithilfe von Landesmitteln, identifizierte Problemimmobilien von der Stadt aufgekauft und wieder marktfähig entwickelt oder aber zurückgebaut. Hier ist z.B. der Rückbau an der Palmkestraße zwischen Augustastraße und Lange Straße zu nennen, wo ein Mehrgenerationenpark entstehen soll.

Umsetzungsansätze, -erfordernisse und mögliche Hemmnisse:

- Rückbau- und Entsiegelungsgebot (nach § 179 BauGB)
- Rückbau- und Entsiegelungsmaßnahmen können über die Städtebauförderung subventioniert werden, insbesondere über Stadtumbaumaßnahmen (§§ 171a – d BauGB).



Maßnahmenverantwortlichkeit:

- Fachbereich Stadtentwicklung, -planung und Bauordnung
- Umweltamt: Untere Bodenschutzbehörde

Zu beteiligende Akteure und Gremien:

- abhängig von den Besitzverhältnissen der Gebäude, Immobilieneigentümer, Investoren oder städtische Gesellschaften
- Umweltamt: Untere Naturschutzbehörde
- Wirtschaftsbetrieb Hagen (WBH), Hagener Erschließungs- und Entwicklungsgesellschaft (HEG)
- Stadtentwicklungsausschuss, Umweltausschuss, Naturschutzbeirat

Mobilisierungspotential:

- Gering bis mittel, da der Rückbau im Rahmen der Städtebauförderung subventioniert werden kann.

Möglicher Investitionsbedarf, Folgekosten und Fördermöglichkeiten:

- Gering bis mittel, da in der Regel mit den Projekten/Maßnahmen multifunktionale Ziele verbunden sind, so dass die Investitionen nicht durch die positiven Effekte für die Klimaanpassung anfallen, sondern aufgrund anderer städtebaulicher Erfordernisse (z.B. Wohnumfeldverbesserung oder Sanierung) getätigt werden.
- Fördermöglichkeiten auch z.B. über die Soziale Stadt Wehringhausen

Querbezüge:

- Synergien ergeben sich zu den Maßnahmen Nr. 2, 4, 7, 9 und 11

Relevante Grundlagen und Daten:

- 2D-Oberflächenabflussmodellierung (Starkregengefahrenkarte)
- Hochwassergefahren- und -risikokarten
- Klimaanalyse und Planungshinweise (Stadtklima)
- Mikroskalige Modellierung des Stadtklimas (ENVI-met)
- Tabelle betroffener sozialer Infrastruktureinrichtungen

M9:

Klimagerechte Standortwahl und Ausstattung sozialer Infrastruktureinrichtungen

Handlungsfelder:

- Menschliche Gesundheit
- Stadtentwicklung und Bauwesen

Klimatische Einflussfaktoren:

- Hitze
- Starkregen
- Hochwasser

Räumliche Ebene und Priorität:

- Gesamtstadt, Stadtbezirke, Wohnbezirke und Quartiere
- Umsetzungspriorität insbesondere entlang Gewässern, in besonders gefährdeten Bereichen, exponierten Lagen und Bereichen mit starker Hitzebelastung.

Hintergrund der Maßnahme:

Städte und Ballungsräume verursachen aufgrund der physikalischen Eigenschaften ihrer Oberflächen im Vergleich zu ihrem weniger stark bebauten und stärker durchgrüntem Umland klimatische Effekte, die unter dem Begriff ‚Stadtklima‘ zusammengefasst werden. Die Folgen des Stadtklimas sind ein erhöhtes thermisches Niveau im Vergleich zum Umland („Städtische Wärmeinsel“), oftmals eingeschränkte Belüftungsverhältnisse aufgrund der z.T. dichten und hohen Bebauung, meist niedrigere Luftfeuchtigkeitsverhältnisse und eine Verschlechterung der städtischen Luftqualität. Diese Eigenschaften des städtischen Klimas können sich bei einer starken Ausprägung negativ auf die in den Städten lebenden Menschen auswirken.

Der Klimawandel führt gerade in urbanen Bereichen zu einer Erhöhung der Durchschnittstemperatur. Zusätzlich erhöht sich die Wahrscheinlichkeit zunehmender und länger anhaltender Hitzeperioden, womit insgesamt der Klimakomfort deutlich zurückgeht. Die Veränderung der Belastungssituation ist anhand der Entwicklung von sogenannten Heißen Tagen und Tropennächten am deutlichsten erkennbar. Die gesamtstädtische Analyse für Hagen hat für die Gegenwart und Zukunft z.T. starke Betroffenheiten gegenüber Extremereignissen ermittelt. Durch die zu erwartenden Folgen des Klimawandels und der exponierten topographischen Lage werden sich die Belastungen im urbanen Raum voraussichtlich weiter verschärfen. In Zukunft ist mit einem weiteren Anstieg der Belastungssituation durch die Zunahme von Extremereignissen wie Starkregen und Hochwasser zu rechnen. Gleichzeitig steigt mittelfristig der Anteil der Bevölkerungsgruppen, die besonders sensitiv auf Hitzeperioden reagieren. Insbesondere sind ältere Menschen, Kleinkinder und gesundheitlich Vorbelastete zu nennen, die im Ereignisfall besonders hilfsbedürftig sind und geschützt werden müssen. Folglich ergeben sich Anpassungsbedarfe, die insbesondere öffentliche Gebäude betreffen in denen sich sensitive Bevölkerungsgruppen aufhalten (z.B. Schulen, Kindergärten, Altenheime, Krankenhäuser).

Beschreibung der Maßnahme:

Das Klimaanpassungskonzept beinhaltet eine Analyse des Gefährdungspotentials sozialer Infrastrukturen aufgrund von Extremereignissen. Das Ergebnis zeigt, dass 137 von 193 untersuchten Einrichtungen von mindestens einem Klimasignal betroffen sind. Der Temperaturanstieg und Hitzeperioden, Starkregen und Hochwasser erfordern klimarobuste soziale Infrastrukturen. Die zu erwartende Zunahme sommerlicher Hitzeperioden geht mit einer Beeinträchtigung des Innenraumklimas einher. Von Wärmebelastungen in besonderem Maße betroffen sind Kliniken, Alten- und Pflegeeinrichtungen, Schulen und Kindergärten. Hohe Temperaturen und Hitzeperioden erhöhen

zudem die physikalische Beanspruchung von Gebäuden aufgrund der Auswirkungen der hohen thermischen Belastung auf Bauteile. Hinzu kommen Überflutungs- bzw. Überschwemmungsgefahren durch Starkregen und Hochwasser. Die Analyse zeigt z.T. erhebliche Anpassungsbedarfe, die sowohl die Planung und den Neubau betreffen als auch Anpassungen im Bestand welche die Sanierung notwendig machen.

Die Erfordernisse reichen von einer angepassten Standortwahl, Ausrichtung und Anordnung der Baukörper über verwendete Baumaterialien, technische Gebäudeausrüstung bis zur Gestaltung der Dach-, Fassaden- oder Außenflächen. Durch die Berücksichtigung der ermittelten Gefahrenpotentiale bei Neubau, Erweiterung oder Schließungen von Infrastruktureinrichtungen können Schäden und Ausfälle vermieden werden. Die Umsetzungsansätze dieser Maßnahme weisen vielfältige Bezüge zur Aufklärung und Sensibilisierung, Gebäudeausrichtung und -anordnung, thermischen Entlastung durch Verschattung und Wasserflächen, der Verwendung geeigneter Baumaterialien oder dem Hochwasserschutz auf. Die Kombination und gemeinsame Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen ist hier sinnvoll.

Stadtentwicklungsrelevante Folgewirkungen, Synergien und Konflikte:

Eine klimagerechte bzw. robuste Standortwahl sozialer Infrastruktureinrichtungen fördert den nachhaltigen Betrieb und trägt zur Aufrechterhaltung der Funktion von Infrastruktureinrichtungen auch bei Extremereignissen bei. Klimarobuste und angepasste Bauweise und Gebäudeausstattung erhöhen die Attraktivität, den Komfort und verbessern die Aufenthaltsqualität.

Begrünungsmaßnahmen fördern die thermische Entlastung sowie den Rückhalt und die Versickerung von Niederschlagswasser.

Verschattungsmaßnahmen oder Wärmeschutzkonzepte lassen sich zielführend mit Sanierungs-, Energieeinsparmaßnahmen und dem Klimaschutz kombinieren.

Maßnahmenbeispiele:

Hilfreiche Beispiele, Grundlagen und Publikationen:

- Ratgeber für Kindergärten, Eltern und Erzieher zum Sonnenschutz: <http://www.sonnenschutz-kindergarten.de/>
- Leitfaden zum klimarobusten Planen und Bauen der Handwerkskammer Frankfurt-Rhein-Main: <https://www.klaro-klimarobustbauen.de/de>
- Praxisratgeber zum klimagerechten Bauen des Deutschen Instituts für Urbanistik (Difu): <https://difu.de/node/11177>
- Hochwasserschutzfibel des BMUB für Objektschutz und bauliche Vorsorge: https://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/hochwasserschutzfibel_bf.pdf
- Praxisleitfaden Hochwasser- und Überflutungsschutz der Kommunal Agentur NRW: <https://www.kommunalagenturnrw.de/wp-content/uploads/2018/Leitfaden%20Hochwasser-%20und%20%C3%9Cberflutungsschutz.pdf>
- Leitfaden der Stadtentwässerungsbetriebe Köln zur Starkregenvorsorge für Hauseigentümer, Bauwillige und Architekten: https://www.steb-koeln.de/Redaktionell/ABLAGEN/Downloads/Brosch%C3%BCren-Ver%C3%B6ffentlichungen/Geb%C3%A4udeschutz/Leitfaden-StEB_DRUCK_OHNE-SCHNITTKANTEN.pdf

Die Wirtschaftsbetrieb Hagen (WBH) stellen bereits Informationsmaterial zur Verfügung, das über den Schutz vor Starkregen- und Hochwasserfolgen sowie das Verhalten bei Starkregen und Hochwasser aufklärt: <https://www.wbh-hagen.de/entwaesserung/grundstuecksentwaesserung/downloads.html>

Umsetzungsansätze und -erfordernisse, mögliche Hemmnisse:

- Rechtsgrundlagen: ArbSchG; ArbStättV; Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR); Vorschriften des DGUV für Kindertageseinrichtungen
- Die Abwägung zwischen pflichtigen Anforderungen an Einrichtungen und zusätzlichen Ansprüchen an die Standortwahl, Planung und den Bau erschwert die Umsetzung klimarobuster Infrastruktur. Außerdem ergeben sich z.B. aufgrund der Bauordnung, des Brand- und Katastrophenschutzes sowie zahlreicher anderer Vorschriften viele Anforderungen, die berücksichtigt werden müssen.

Maßnahmenverantwortlichkeit:

- Fachbereich Stadtentwicklung, -planung und Bauordnung
- Fachbereich Jugend und Soziales
- Träger sozialer Infrastruktur, ggf. Investoren

Zu beteiligende Akteure und Gremien:

- Fachbereich Gesundheit und Verbraucherschutz, Amt für Brand- und Katastrophenschutz, Umweltamt, Fachbereich Bildung
- Stadtentwicklungsausschuss, Schulausschuss, Seniorenbeirat

Mobilisierungspotential:

- Hoch, da eine Vielzahl von Infrastrukturen betroffen ist.

Möglicher Investitionsbedarf, Folgekosten und Fördermöglichkeiten:

- Sanierungsmaßnahmen lassen sich zumindest im Bereich des Wärmeschutzes über energetische Sanierungsmaßnahmen fördern.
- Entstehende Folgekosten können nachhaltig verringert werden, wenn im Rahmen der Standortwahl, Planung, Bau und Sanierung entsprechende Ertüchtigungsmaßnahmen berücksichtigt werden.

Querbezüge:

- Synergien ergeben sich zu Maßnahmen Nr. 1, 2, 5, 6, 7, 8, 11 und 13

Relevante Grundlagen und Daten:

- 2D-Oberflächenabflussmodellierung (Starkregengefahrenkarte)
- Hochwassergefahren- und -risikokarten
- Klimaanalyse und Planungshinweise (Stadtklima)
- Mikroskalige Modellierung des Stadtklimas (ENVI-met)
- Tabelle betroffener sozialer Infrastruktureinrichtungen

M10:

Erhalt von Frischluftschneisen und Kaltluftentstehungsgebieten

Handlungsfelder:

- Menschliche Gesundheit
- Stadtentwicklung und Bauwesen
- Grün- und Freiflächenentwicklung

Klimatische Einflussfaktoren:

- Hitze
- Starkregen

Räumliche Ebene und Priorität:

- Gesamtstadt, Stadtbezirke, Wohnbezirke und Quartiere
- Umsetzungspriorität insbesondere in exponierten Lagen und Bereichen mit starker Hitzebelastung. Potentiale zum Erhalt und Ausbau vorhandene Grün- und Freiraumstrukturen als klimatische Entlastungsräume sind zu berücksichtigen.

Hintergrund der Maßnahme:

Städte und Ballungsräume verursachen aufgrund der physikalischen Eigenschaften ihrer Oberflächen im Vergleich zu ihrem weniger stark bebauten und stärker durchgrüntem Umland klimatische Effekte, die unter dem Begriff ‚Stadtklima‘ zusammengefasst werden. Die Folgen des Stadtklimas sind ein erhöhtes thermisches Niveau im Vergleich zum Umland (‚Städtische Wärmeinsel‘), oftmals eingeschränkte Belüftungsverhältnisse aufgrund der z.T. dichten und hohen Bebauung, meist niedrigere Luftfeuchtigkeitsverhältnisse und eine Verschlechterung der städtischen Luftqualität. Diese Eigenschaften des städtischen Klimas können sich bei einer starken Ausprägung negativ auf die in den Städten lebenden Menschen auswirken.

Die stadtweite Analyse der Siedlungsflächen ergibt sehr ungünstige bioklimatische Verhältnisse für die Gewerbe-/Industrieklimatope und die Innenstadtklimatope sowie ungünstige Verhältnisse für die als Stadtklimatope dargestellten Flächen. Von hoher klimaökologischer Bedeutung sind insbesondere die innerstädtischen Grünflächen, Parkanlagen als auch kleine, z.T. isoliert liegende Grünflächen, denen eine besondere Bedeutung als lokal wirksame Ausgleichsräume zukommt. Die an die Tallagen angrenzenden Wald- und Freiflächen weisen insgesamt eine überwiegend hohe Kaltluftproduktionsrate auf, so dass die kühlen Luftmassen während austauscharmer Strahlungsnächte reliefbedingt in die angrenzenden klimatischen Lasträume fließen können. Bei vorliegenden Strömungshindernissen, wie dicht oder quer zur Abflussrichtung liegenden Gebäuden, wird die Frischluftzufuhr in die Lasträume jedoch in vielen Bereichen eingeschränkt. Die in die Täler abfließenden Kaltluftmassen führen hier zudem vielfach zur Entstehung von Kaltluftansammlungen, wodurch die Abfuhr von mit Luftschadstoffen belasteten Luftmassen eingeschränkt wird. Zusätzlich zur Funktion als Frischluftlieferant nehmen die innerstädtischen Grünflächen und die Waldgebiete aufgrund der Filterfunktion gegenüber Luftschadstoffen und der Funktion als Rückzugs- und Regenerationsraum für die Bevölkerung eine sehr hohe klimaökologische Bedeutung ein. Insbesondere aufgrund der prognostizierten Zunahme der Wärmelast für die Stadt Hagen ist bereits heute die Sicherung und der Erhalt von Frischluftschneisen und Kaltluftentstehungsgebieten sicherzustellen, um einer zukünftig noch stärkeren Erwärmung entgegenzuwirken.

Beschreibung der Maßnahme:

Zur Minderung der städtischen Überwärmung und Verbesserung der Luftqualität, ist u.a. für eine ausreichende Zufuhr kühler und frischer Luftmassen aus dem Umland zu sorgen. Kaltluftentstehungsgebiete außerhalb des Siedlungsraumes sind insbesondere dann von großer Bedeutung, wenn sie über Luftleitbahnen mit den belasteten



Innenstadtgebieten verbunden sind. Bei geeigneten Windrichtungen oder bei geeigneter Reliefneigung kann so durch die Zufuhr von Kaltluftmassen eine Kühlung überhitzter Areale bewirkt werden. Den Kaltluftentstehungsgebieten und Luftleitbahnen kommt insbesondere bei austauscharmen Wetterlagen eine besondere Bedeutung zu, da sie auch unter diesen Bedingungen in Form von Kaltluftabflüssen oder Flurwinden auch bei insgesamt eingeschränkten Belüftungsverhältnissen Kaltluft liefern können. Für das Stadtgebiet von Hagen wurde eine Flächenbewertung aus klimaökologischer Sicht vorgenommen. Dabei lag der Fokus auf der Bewertung von Grün- und Freiflächen als klimatische Ausgleichsräume für die stärker thermisch sowie lufthygienisch belasteten Siedlungsräume. Die Freiflächen wurden dabei in Abhängigkeit ihres Kaltluftbildungspotentials sowie ihres Kaltluftvolumenstroms bewertet. Auch die Nähe zu den innerstädtischen Lasträumen ist in das Bewertungsverfahren eingeflossen, genauso wie die Abflussrichtung der Kaltluftmassen. Mit Hilfe der Flächenbewertung können klimatisch besonders wichtige Ausgleichsräume identifiziert und geschützt werden. Sollte dennoch eine Inanspruchnahme dieser Flächen geplant sein, wird empfohlen, die Auswirkungen auf die klimaausgleichende Wirkung detailliert zu untersuchen und ggf. Alternativflächen zu suchen oder eine klimaoptimierte Gebäudeanordnung und Bauweise zu wählen. (vgl. Kapitel 6)

Stadtentwicklungsrelevante Folgewirkungen, Synergien und Konflikte:

Die Integration schützenswerter klimatischer Ausgleichsräume in das städtische Grünsystem bietet Potentiale für den Erhalt und Ausbau stadtnaher Erholungsgebiete und fördert unmittelbar die Lebensqualität der Bevölkerung. Der Erhalt und Ausbau von Grün- und Freiflächen fördert außerdem den Biotopverbund, den Erhalt der biologischen Vielfalt und den Wasserrückhalt in der Fläche. In Verbindung mit Dach-, Fassaden und Hofbegrünung können Kühlungseffekte verstärkt und die Luftfeuchtigkeit erhöht werden. Außerdem verbessert sich die Luftqualität, da Staub und Schadstoffe aus der Luft gebunden werden. Urbanes Grün kann zudem positive Effekte für den Lärmschutz haben und CO₂ speichern. Eine Bewertung klimaökologischer Ausgleichsräume im Hinblick auf das sich verändernde Stadtklima kann in die Landschafts- und Grünplanung aber auch in die Planung von Ausgleichs- und Ersatzflächen aufgenommen werden.

Konflikte können aufgrund von Nutzungsdruck entstehen, da eine verstärkte Innenentwicklung dem Erhalt und Ausbau zusammenhängender klimarelevanter Grün- und Freiflächen entgegensteht und sich Konflikte einer lockeren und durchgrünten Bauweise mit dem Klimaschutz ergeben könnten.

Maßnahmenbeispiele:

Die Qualität und klimaökologische Bedeutung urbaner Grün- und Freiflächen (auch grüner und blauer Infrastrukturen) muss als Belang frühzeitig und ergebnisoffen in Planungsprozesse eingebracht werden. Im Rahmen eines Freiraumchecks zur Ermittlung und Diskussion von Freiraumqualitäten im verdichteten Städtebau (Innenbereich) können diese Belange berücksichtigt werden. Insbesondere Maßnahmen der Innenentwicklung müssen im Sinne einer doppelten Innenentwicklung mit Maßnahmen der Wohnumfeldverbesserung, Entsiegelung und Durchgrünung von Straßenräumen einhergehen, um den Erwärmungseffekt von Siedlungskörpern in sommerlichen Hitzeperioden zu verringern. Darüber hinaus muss der Erhalt und Ausbau von Frischluftschneisen und siedlungsnahen Freiräumen zur Verbesserung der Luftzirkulation konsequent umgesetzt werden. Dabei sind raumstrukturelle und soziodemografische Rahmenbedingungen zu beachten und können zusätzliche Herausforderungen für die Grün- und Freiflächenentwicklung in Hagen ergeben. Es müssen vielfältige, sich z.T. überlagernde Nutzungsansprüche erfüllt werden und die Flächen müssen unter verschiedenen Nutzungskonkurrenzen und -intensitäten bestehen. Daher sollten Flächen multifunktional gestaltet werden, um parallel soziale, ökologische, ökonomische und technische Funktionen übernehmen zu können. Die strategisch-konzeptionelle Verknüpfung mit integrierten Stadtentwicklungskonzepten (STEK oder auch ISEK, gesamtstädtisch) und integrierten städtebaulichen Entwicklungskonzepten (InSEK oder StEK, quartiersbezogen), die vielfältige, unterschiedliche und mehrdimensionale Interessen und Anforderungen an Freiräume berücksichtigen ist zu empfehlen. Unterstützung liefert hier die Etablierung,

Weiterentwicklung und Nutzung weiterer informeller Instrumente, wie bspw. regionale Freiraumkonzepte, gesamtstädtische Grünordnungspläne oder Grüne Masterpläne.

In Hagen ist im Zuge des Struktur- und Nutzungswandels die Zahl der Brachflächen gestiegen und altindustrielle oder gewerbliche Areale werden nicht mehr genutzt. Konversions- und Brachflächen stellen ein großes Potential für die Stadtentwicklung dar. Einerseits bieten sich diese Flächen als neue Wohn- und Gewerbestandorte an, andererseits sind diese Flächen oft wertvolle Lebens- und Rückzugsräume für Flora und Fauna oder bieten sich für die Entwicklung neuer Grün- und Freiräume an. Auch durch die Einsparung und Umnutzung von Verkehrsfläche kann zusätzlicher Raum für urbane Grün- und Freiflächen geschaffen werden.

Hilfreiche Beispiele, Grundlagen und Publikationen:

- Das Weißbuch Stadtgrün des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB): http://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pools/Broschueren/weissbuch_stadtgruen_bf.pdf
- ExWoSt-Modellvorhaben des Nachbarschaftsverbands Karlsruhe. Innenentwicklung versus Klimakomfort: <http://www.nachbarschaftsverband-karlsruhe.de/b4/exwost.de>
- Wissenschaftliche Untersuchung und Beratung zur Klimaanpassung des Regionalverbands Ruhr (RVR): <http://www.metropol Ruhr.de/regionalverband-ruhr/umwelt-freiraum/klima/klimaanpassung.html>

Umsetzungsansätze und -erfordernisse, mögliche Hemmnisse:

Darstellungen bzw. Festsetzungen im FNP (nach § 5 BauGB) und in B-Plänen (nach § 9 BauGB), Frischluftschneisen sollten als zeichnerische Darstellung im FNP übernommen werden. In den Begründungen zum FNP (§ 5 Abs. 5 BauGB) bzw. B-Plan (§ 9 Abs. 8 BauGB) sollte besonders auf die lokalklimatische Bedeutung der betreffenden Flächen für die Frischluftversorgung des Siedlungsraumes eingegangen werden.

- Berücksichtigung der grünen und blauen Infrastruktur als Bestandteil integrierter Stadtentwicklungskonzepte
- Informelle Planwerke
- Landschaftsplanung, Grünplanung, Biotopverbundplanung
- Grün- und Freiflächenentwicklung unter Einbeziehung wichtiger Kenngrößen wie Erreichbarkeit, Zugang, Mehrfachnutzung, temporäre Nutzung, räumliche Vernetzung oder Gebäude- und Hofbegrünung
- Ausgleichs- und Eingriffsregelung (§ 1a und 35 BauGB, §§ 14 und 15 BNatSchG)
- Ökokonto (§§ 1a und 200a BauGB, §§ 16 und 18 BNatSchG)

Maßnahmenverantwortlichkeit:

- Fachbereich Stadtentwicklung, -planung und Bauordnung
- Umweltamt: Untere Naturschutzbehörde, Untere Bodenschutzbehörde
- Wirtschaftsbetrieb Hagen (WBH): Fachbereich Grün

Zu beteiligende Akteure und Gremien:

- Flächeneigentümer sowie Bewohner in betroffenen, dicht bebauten Stadtteilen
- Naturschutzverbände
- Stadtentwicklungsausschuss, Umweltausschuss

Mobilisierungspotential:

- Mittel bis hoch aufgrund des erforderlichen Flächenerwerbs und dem dauerhaften Pflege- und Bewässerungsaufwand.



Möglicher Investitionsbedarf, Folgekosten und Fördermöglichkeiten:

- Bei anhaltendem Bevölkerungsrückgang können der Erhalt, Ausbau und die Pflege öffentlicher Grünflächen die kommunalen Finanzen zusätzlich belasten.
- Fördermöglichkeiten z.B. über das Integrierte Handlungskonzept Grüne Infrastruktur (Förder-Aufruf, Grüne Infrastruktur NRW)

Querbezüge:

- Synergien ergeben sich zu den Maßnahmen Nr. 8 und Nr. 9, siehe auch Planungshinweiskarte

Relevante Grundlagen und Daten:

- Klimaaanalyse und Planungshinweise (Stadtklima), insbesondere die Grün- und Freiflächenbewertung
- Mikroskalige Modellierung des Stadtklimas (ENVI-met)

M11: Förderung urbaner Durchgrünung

Handlungsfelder:

- Menschliche Gesundheit
- Stadtentwicklung und Bauwesen
- Grün- und Freiflächenentwicklung
- Wasserwirtschaft

Klimatische Einflussfaktoren:

- Hitze
- Starkregen

Räumliche Ebene und Priorität:

- Gesamtstadt, Stadtbezirke, Wohnbezirke und Quartiere
- Umsetzungspriorität insbesondere im Stadtzentrum/Innenstadt, in Wehringhausen und Haspe. Insbesondere Bereiche im Stadtgebiet die von hoher Versiegelung und baulicher Dichte sowie starker Hitzebelastung geprägt sind.

Hintergrund der Maßnahme:

Städte und Ballungsräume verursachen aufgrund der physikalischen Eigenschaften ihrer Oberflächen im Vergleich zu ihrem weniger stark bebauten und stärker durchgrünten Umland klimatische Effekte, die unter dem Begriff ‚Stadtklima‘ zusammengefasst werden. Die Folgen des Stadtklimas sind ein erhöhtes thermisches Niveau im Vergleich zum Umland (‚Städtische Wärmeinsel‘), oftmals eingeschränkte Belüftungsverhältnisse aufgrund der z.T. dichten und hohen Bebauung, meist niedrigere Luftfeuchtigkeitsverhältnisse und eine Verschlechterung der städtischen Luftqualität. Diese Eigenschaften des städtischen Klimas können sich bei einer starken Ausprägung negativ auf die in den Städten lebenden Menschen auswirken.

Die stadtweiten Analyse der Siedlungsflächen ergibt sehr ungünstige bioklimatische Verhältnisse für die Gewerbe-/Industrieklimatope und die Innenstadtklimatope sowie ungünstige Verhältnisse für die als Stadtklimatope dargestellten Flächen ungünstig und die Stadtrandklimatope als günstig einzustufen sind. Von hoher klimaökologische Bedeutung sind insbesondere innerstädtischen Grünflächen, Parkanlagen als auch kleine, z.T. isoliert liegende Grünflächen, denen eine besondere Bedeutung als lokal wirksame Ausgleichsräume zukommt. Der Erhalt und Ausbau von Grün- und Freiflächen fördert den Biotopverbund, den Erhalt der biologischen Vielfalt und den Wasserrückhalt in der Fläche. In Verbindung mit Dach-, Fassaden und Hofbegrünung können Kühlungseffekte verstärkt und die Luftfeuchtigkeit erhöht werden. Außerdem verbessert sich die Luftqualität, da Staub und Schadstoffe aus der Luft gebunden werden. Urbanes Grün kann zudem positive Effekte für den Lärmschutz haben und CO₂ speichern.

Beschreibung der Maßnahme:

Grüne Strukturen haben einen abkühlenden Effekt auf die Umgebung und sollten daher vielfältig, auch kleinteilig im Stadtgefüge vorgesehen werden. Dazu sollten vorhandene Grünstrukturen erhalten, ausgebaut und soweit möglich miteinander vernetzt werden. Im Zuge von Entsiegelungsmaßnahmen gilt es zu prüfen, inwieweit diese Flächen begrünt werden können. In Hagen bieten sich vor allem Verkehrsflächen, insbesondere die vielen offenen Parkplätze an, um für mehr Grünstrukturen zu sorgen. Zur Schaffung kleinräumiger ‚Klimaoasen‘ mit günstigen klimatischen Verhältnissen sind Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen auch in Innenhofbereichen zu prüfen,

genauso wie die Begrünung von Dächern und Fassaden. Insbesondere Maßnahmen der Innenentwicklung müssen im Sinne einer doppelten Innenentwicklung mit Maßnahmen der Wohnumfeldverbesserung, Entsiegelung und Durchgrünung von Straßenräumen einhergehen.

Um die Aufheizung der städtischen Oberflächen zu vermindern, ist die Anpflanzung von Straßenbäumen mit klimaangepassten Baumarten zu prüfen. Hierbei ist zu beachten, dass in Straßenschluchten mit einem erhöhten Verkehrsaufkommen die Belüftungssituation durch ein geschlossenes Kronendach eingeschränkt werden kann, so dass Luftschadstoffe nicht mehr gut abtransportiert werden können. In solchen Situationen ist auf Bäume mit kleineren Baumkronen bzw. mit ausreichendem Abstand oder auf andere Begrünungsmaßnahmen auszuweichen.

Weitere Informationen und detaillierte Empfehlungen werden in den ENVI-met Untersuchungen erörtert (siehe Anhang 2).

Stadtentwicklungsrelevante Folgewirkungen:

Die Entwicklung, Vernetzung und Aufwertung urbaner Grünflächen dient der Entwicklung der Städte in ihrem Bestand. Wohnortnahe Grün- und Freiflächen verbessern das Naherholungsangebot, führen zur Aufwertung der Wohnqualität, bieten naturnahe Spielräume und verbessern die Luftqualität. Darüber hinaus fördern Grün- und Freiflächen den Wasserrückhalt in der Fläche, können als primäre Notwasserwege dienen und übernehmen weitere wichtige Funktionen bei der Überflutungsvorsorge. Grün- und Freiflächen übernehmen außerdem wichtige Trittsteinfunktionen in einem Biotopverbundsystem.

Maßnahmenbeispiele:

In der Hager Stadtentwicklung sollte Maßnahmen einer doppelten Innenentwicklung Berücksichtigung finden. Dies bedeutet Entwicklungen im Bestand nicht nur im Sinne einer baulichen Verdichtung zu betreiben, sondern gleichzeitig auch den Erhalt sowie die Weiterentwicklung und Qualifizierung des urbanen Grüns zu beachten. Eine bauliche und zugleich grüne Entwicklung sollte konzeptionell zusammengeführt werden. So können offene Landschaftsräume vor weiterer Flächeninanspruchnahme und baulichen Eingriffen geschützt werden und gleichzeitig städtische Lebensräume mit hoher Wohn- und Lebensqualität geschaffen und erhalten werden. Innerstädtische Grünflächen in Hagen, wie z.B. zwischen Bergstraße, Bergischer Ring und des Friedhofs Buschey, sollten erhalten und nicht weiter zugebaut werden. Auch durchgrünte Siedlungsbereiche in Randlagen, wie etwa Hefle oder Fley, sollten nicht zugebaut werden und in ihrer aufgelockerten Struktur erhalten bleiben.

In Zukunft könnten insbesondere Friedhöfe bzw. Friedhofserweiterungsflächen zur Förderung urbaner Durchgrünung genutzt werden. Die Zunahme der Feuerbestattungen, themenbezogene Erinnerungsgärten oder Landschaftsparks mit individuellen Beisetzungsmöglichkeiten zeigen die Veränderungen der Bestattungskultur. So könnten freie Reserveflächen alternativen Nutzungen zugeführt bzw. stärker in den öffentlichen Raum einbezogen werden. Es werden in Zukunft voraussichtlich weniger Reserve- und Erweiterungsflächen für Friedhöfe benötigt, die stattdessen für öffentliche Grün- und Freiflächen genutzt werden können.

Zahlreiche Maßnahmen eignen sich zur Förderung urbaner Durchgrünung:

- Entwicklung, Erhalt und Ausbau von Parkanlagen, Grün- und Freiflächen
- Flächenentsiegelung und Einsatz von bodenbedeckender Vegetation
- Begrünungsmaßnahmen für Straßen, Stellflächen, Höfe und Gebäude
- Auswahl geeigneter, langfristig klimaresilienter Pflanzenarten (z.B. FFL-Richtlinien oder DIN 18916/18919)

Hilfreiche Beispiele, Grundlagen und Publikationen:

- Gründachkataster des Regionalverbands Ruhr (RVR) für Hagen: <http://www.metropol Ruhr.de/regionalverband-ruhr/umwelt-freiraum/klima/klimaanpassung/startseite-gruendachkataster.html>
- Das Weißbuch Stadtgrün des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB): http://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/weissbuch_stadtgruen_bf.pdf
- Empfehlungen für Kommunen zur doppelten Innenentwicklung und Perspektiven für das urbane Grün des Bundesamts für Naturschutz: https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/planung/siedlung/Dokumente/DOPI_Brosch.pdf
- Das ExWoSt-Modellvorhaben des Nachbarschaftsverbands Karlsruhe. Innenentwicklung versus Klimakomfort: <http://www.nachbarschaftsverband-karlsruhe.de/b4/exwost.de>

Umsetzungsansätze und -erfordernisse, mögliche Hemmnisse:

Darstellungen im FNP nach § 5 Abs. 2 oder Festsetzungen in B-Plänen nach § 9 Abs. 1 BauGB. In den Begründungen zum FNP (§ 5 Abs. 5 BauGB) bzw. B-Plan (§ 9 Abs. 8 BauGB) sollte besonders auf die lokalklimatische Bedeutung der betreffenden Grün- und Freiflächen eingegangen werden.

- Im FNP kann die Ausstattung des Gemeindegebiets mit Grünflächen, wie Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel-, Zelt- und Badeplätze oder Friedhöfen dargestellt werden (§ 5 Abs. 2 Nr. 5 BauGB).
- In B-Plänen können öffentliche und private Grünflächen wie Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel-, Zelt- und Badeplätze, Friedhöfe festgesetzt werden (§ 9 Abs. 1 Nr. 15 BauGB). Außerdem können Anpflanzungen und Bindungen für Bepflanzungen für einzelne Flächen, Gebiete und bauliche Anlagen festgesetzt werden (§ 5 Abs. 1 Nr. 25 BauGB, in Verbindung mit § 178 Pflanzgebot).
- Weitere Einfluss- und Umsetzungsmöglichkeiten erben sich z.B. über Baumschutzsatzungen, Städtebauliche Verträge (Entsiegelungs- oder Rückbaumaßnahmen) oder das Rückbau- und Entsiegelungsgebot nach § 179 BauGB.
- Nutzungsdruck und Innenentwicklung verringern die Flächenverfügbarkeit für thermische Entlastungsgebiete und können zu Konflikten beim Erhalt zusammenhängender Freiflächen führen
- In Luftleitbahnen kann die Durchlüftung durch Baumreihen oder dichtes Gehölz eingeschränkt werden.
- Baumpflanzungen können unterirdische Leitungen und Kanäle im Wurzelbereich beschädigen. Sach- und fachgemäße Ausführungen der Leitungen und Baumpflanzungen verhindern jedoch in der Regel Schäden.

Maßnahmenverantwortlichkeit:

- Fachbereich Stadtentwicklung, -planung und Bauordnung
- Umweltamt: Untere Naturschutzbehörde
- Wirtschaftsbetrieb Hagen (WBH): Fachbereich Grün

Zu beteiligende Akteure und Gremien:

- Eigentümer
- Naturschutzverbände
- Stadtentwicklungsausschuss, Umweltausschuss

Mobilisierungspotential:

- hoch, da es zu einer Verbesserung des Wohnumfeldes und der Lebensqualität kommt und somit Klimaanpassung als weicher Standortfaktor betrieben werden kann. Klimaanpassung kann hier als positiver Nebeneffekt kommuniziert werden.



Möglicher Investitionsbedarf, Folgekosten und Fördermöglichkeiten:

- Gering, da die Gemeinden im Rahmen des Städtebauförderprogramms Soziale Stadt Fördermittel u.a. für das Fassaden- und Hofgestaltungsprogramm einsetzt. In der Regel werden mit den Projekten multifunktionale Ziele verbunden, so dass die Investitionen nicht durch die positiven Effekte für die Klimaanpassung anfallen, sondern aufgrund anderer städtebaulicher Erfordernisse (z.B. Sicherung der Daseinsvorsorge) getätigt werden.
- Bei anhaltendem Bevölkerungsrückgang können der Erhalt, Ausbau und die Pflege öffentlicher Grünflächen die kommunalen Finanzen zusätzlich belasten.
- Im Zuge des Klimawandels, insbesondere aufgrund steigender Temperaturen und Trockenheit, kann sich der Bewässerungsaufwand für urbane Vegetation erhöhen.

Querbezüge:

- Synergien ergeben sich zu den Maßnahmen Nr. 4, 8, 10 und 12

Relevante Grundlagen und Daten:

- Klimaanalyse und Planungshinweise (Stadtklima), insbesondere die Grün- und Freiflächenbewertung
- Mikroskalige Modellierung des Stadtklimas (ENVI-met)

M12: Multifunktionale Flächennutzung zur Retention

Handlungsfelder:

- Menschliche Gesundheit
- Stadtentwicklung und Bauwesen
- Grün- und Freiflächenentwicklung
- Wasserwirtschaft

Klimatische Einflussfaktoren:

- Starkregen

Räumliche Ebene und Priorität:

- Stadtbezirke, Wohnbezirke und Quartiere
- Umsetzungspriorität insbesondere entlang Gewässern, in exponierten Lagen und Bereichen in denen die Analyse besondere Betroffenheiten gegenüber Starkregen bzw. Überflutungen identifiziert hat.

Hintergrund der Maßnahme:

Die gesamtstädtische Analyse für Hagen hat für die Gegenwart und Zukunft z.T. starke Betroffenheiten gegenüber Extremereignissen ermittelt. Durch die zu erwartenden Folgen des Klimawandels und der exponierten topographischen Lage werden sich die Belastungen im urbanen Raum voraussichtlich weiter verschärfen. In Zukunft ist mit einem weiteren Anstieg der Belastungssituation durch die Zunahme von Extremereignissen wie Starkregen zu rechnen.

Lokal auftretende Sturzfluten durch Starkregenereignisse können große Teile des Stadtgebiets betreffen und zu Überflutungen führen. Solche Extremereignisse können sowohl direkte als auch indirekte Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben und Leib und Leben gefährden.

Urbane Sturzfluten sind stark von der Topografie und Fließhindernissen abhängig (z.B. Bahndämme, Straßen, Gebäude usw.). Sie entstehen im Zusammenspiel mit der Kanalisation und der Siedlungsentwässerung und können prinzipiell überall auftreten. Lokal sind außergewöhnlich hohe Fließgeschwindigkeiten und Wasserstände möglich.

In Zukunft sollte eine Stadtentwässerungsplanung angestrebt werden, die flexibel auf sich verändernde Rahmenbedingungen und den klimatischen Wandel reagieren kann. Dies kann durch den Einsatz verschiedener innovativer und flexibler Maßnahmen geschehen, z.B. durch die Gestaltung von oberflächlichen Abfluss- bzw. Überflutungsflächen (z.B. Wasserplätze, Notwasserwege, naturnahe Regenwasserbewirtschaftung usw.) und eine gezielte Anpassung (z.B. Rechen) und Sanierung der Kanalisation.

Beschreibung der Maßnahme:

Die multifunktionale Nutzung öffentlicher Freiflächen als temporäre Retentionsräume ist ein wichtiger und notwendiger Beitrag der kommunalen Überflutungsvorsorge. Eine multifunktionale Nutzung von Verkehrs- und Freiflächen als zeitweilige Rückhalteräume tragen dazu bei Regenwasser örtlich zu versickern, insbesondere bei Überflutungen durch Starkregenereignisse. Die multifunktionale Flächennutzung sieht vor, bei Starkregenereignissen unvermeidbares Oberflächenwasser gezielt in ausgewählte Bereiche mit geringerem Schadenspotential zu leiten. Die dort entstehenden Beeinträchtigungen der Nutzung oder sogar Schäden werden in Kauf genommen, um an anderer Stelle noch größere Schäden zu vermeiden. Multifunktionale Flächen erfüllen als vornehmlich öffentliche Räume einen Hauptzweck, z.B. als Verkehrsflächen, Aufenthaltsräume, Stadtplätze oder Freizeit- und Erholungsflächen.

In Fällen seltener oder außergewöhnlicher Starkregenereignisse übernehmen diese Flächen kurzzeitig die zusätzliche Funktion als Rückhalteraum. Dazu eignen sich insbesondere Grün- und Freiflächen, mit vergleichsweise geringen Reinigungs- und Wiederherstellungskosten sowie einem geringen Schadenspotential, als Notflutungsflächen. Für eine multifunktionale Flächennutzung sind Grünflächen und Parkanlagen, Stadtplätze, Hof- und Freiflächen, Sportanlagen, Freizeitflächen, Spielplätze oder Straßen, Parkplätze und sonstige Verkehrsflächen geeignet.

Positive stadtentwicklungsrelevante Folgewirkungen:

Multifunktionale Flächen können als stadtklimatische Entlastungsräume (Hitzeminderung, Verbesserung der Luftqualität) genutzt werden, die die Lebensqualität der Stadtbewohner und die Attraktivität von Stadtquartieren als Wohnstandort fördern. Die Entwicklung solcher Flächen kann zur Aufwertung der Flächen, des Stadtbildes und des baulichen Bestands beitragen und als ästhetisches Gestaltungselement dienen. Außerdem minimiert eine Mehrfachnutzung den Flächenverbrauch und kann durch die Kombination von Nutzungsansprüchen Flächenkonkurrenzen auflösen.

Maßnahmenbeispiele:

Zu den bekanntesten Beispielen multifunktionaler Flächennutzung zählen die Wasserplätze von Rotterdam (Niederlande). Wasserplätze sind in der dichtbesiedelten Stadt attraktive, abgesenkte Plätze, die zumeist als Kinderspielplätze genutzt werden. Nach extremen Regenereignissen werden sie kurzfristig zu Wasserspeichern. Weitere Beispiele in Deutschland sind z.B. der Regenwasserspielplatz in Solingen oder ein Sportplatz in Karlsruhe. Wichtige Erkenntnisse und Empfehlungen zu multifunktionalen urbanen Retentionsräumen hat das Projekt MURIEL (Multifunktionale Flächen in der Stadt) geliefert. In der Arbeitshilfe für Planung, Umsetzung und Betrieb sind Entwurfsbeispiele aus Karlsruhe, Köln und Wesseling.

Siehe dazu insbesondere:

Benden, J.; Broesi, R; Illgen, M.; Leinweber, U.; Lennartz, G.; Scheid, C.; Schmitt, T. G. (2017): Multifunktionale Retentionsflächen. Teil 3: Wissenschaftliche Grundlagen. MURIEL Publikation: https://www.dahlem-ingenieure.de/fileadmin/user_upload/pdf/MURIEL_Teil_1_Grundlagen.pdf

Benden, J.; Broesi, R; Illgen, M.; Leinweber, U.; Lennartz, G.; Scheid, C.; Schmitt, T. G. (2017): Multifunktionale Retentionsflächen. Teil 3: Arbeitshilfe für Planung, Umsetzung und Betrieb. MURIEL Publikation: https://www.dahlem-ingenieure.de/fileadmin/user_upload/pdf/MURIEL_Teil_3_Arbeitshilfe.pdf

Umsetzungsansätze und -erfordernisse, mögliche Hemmnisse:

- Akteure in der Stadtplanung, Verkehrsplanung und Stadtentwässerung müssen für das Thema sensibilisiert werden. Die Umsetzung kann an rechtlichen und betrieblichen Bedenken scheitern, die jedoch entkräftet werden können.
- Maßnahmen können leicht bei Neuplanungen und Grundsanierungen berücksichtigt werden. Sie lassen sich auch mit der Entwässerungsplanung und dem Regenwassermanagement verbinden.
- Die gesamtwirtschaftlichen Vorteile und Synergien können nur genutzt werden, wenn ein fachübergreifendes Budget zur Deckung der Mehrkosten bei der Herstellung und beim Betrieb der Flächen bereitgestellt wird.

Maßnahmenverantwortlichkeit:

- Fachbereich Stadtentwicklung, -planung und Bauordnung: Vorbereitende und verbindliche Bauleitplanung; Verkehrsplanung; Freiraum- und Grünordnungsplanung
- Wirtschaftsbetrieb Hagen (WBH): Fachbereich Entwässerungsplanung, Grundstücksentwässerung und Kanaldatenbank; Fachbereich Bau; Fachbereich Grün



Zu beteiligende Akteure und Gremien:

- Umweltamt: Untere Wasser- und Bodenschutzbehörde
- Stadtentwicklungsausschuss, Umweltausschuss

Mobilisierungspotential:

- Mittel, da eine Vielzahl von Akteuren zu beteiligen ist.

Möglicher Investitionsbedarf, Folgekosten und Fördermöglichkeiten:

- Gering, da finanzielle Ressourcen gebündelt werden. Die Gesamtwirtschaftliche Vorteile und Synergien überwiegen ggf. entstehende Mehrkosten.

Querbezüge:

- Synergien ergeben sich zu den Maßnahmen Nr. 4, 8, 10 und 11

Relevante Grundlagen und Daten:

- Abflusspotentiale/Fließwege- und Senkenkartierung des WBH
- 2D-Oberflächenabflussmodellierung (Starkregengefahrenkarte)
- Tabelle betroffener sozialer Infrastruktureinrichtungen

M13:

Gebäudeanordnung und -ausrichtung

Handlungsfelder:

- Menschliche Gesundheit
- Stadtentwicklung und Bauwesen

Klimatische Einflussfaktoren:

- Hitze

Räumliche Ebene und Priorität:

- Gesamtstadt, Stadtbezirke, Wohnbezirke und Quartiere
- Umsetzungspriorität insbesondere im Stadtzentrum/Innenstadt, in Wehringhausen und Haspe. Bereiche entlang von Gewässern, überflutungsgefährdeten Bereiche sowie exponierten Lagen mit starker Hitzebelastung sind zu beachten.

Hintergrund der Maßnahme:

Städte und Ballungsräume verursachen aufgrund der physikalischen Eigenschaften ihrer Oberflächen im Vergleich zu ihrem weniger stark bebauten und stärker durchgrüntem Umland klimatische Effekte, die unter dem Begriff ‚Stadtklima‘ zusammengefasst werden. Die Folgen des Stadtklimas sind ein erhöhtes thermisches Niveau im Vergleich zum Umland („Städtische Wärmeinsel“), oftmals eingeschränkte Belüftungsverhältnisse aufgrund der z.T. dichten und hohen Bebauung, meist niedrigere Luftfeuchtigkeitsverhältnisse und eine Verschlechterung der städtischen Luftqualität. Diese Eigenschaften des städtischen Klimas können sich bei einer starken Ausprägung negativ auf die in den Städten lebenden Menschen auswirken.

Der Klimawandel führt gerade in urbanen Bereichen zu einer Erhöhung der Durchschnittstemperatur. Zusätzlich erhöht sich die Wahrscheinlichkeit zunehmender und länger anhaltender Hitzeperioden, womit insgesamt der Klimakomfort deutlich zurückgeht. Die Veränderung der Belastungssituation ist anhand der Entwicklung von sogenannten heißen Tagen und Tropennächten am deutlichsten erkennbar. Gleichzeitig steigt mittelfristig der Anteil der Bevölkerungsgruppen, die besonders sensitiv auf Hitzeperioden reagieren. Insbesondere zu nennen sind Alte, Kleinkinder und gesundheitlich Vorbelastete, die im Ereignisfall besonders hilfsbedürftig sind und geschützt werden müssen. Dadurch werden Kühlbedarfe ausgelöst, die insbesondere öffentliche Gebäude und soziale Infrastrukturen betreffen, in denen sich sensitive Bevölkerungsgruppen aufhalten (z.B. Schulen, Kindergärten, Altenheime, Krankenhäuser).

Die gesamtstädtische Analyse für Hagen hat für die Gegenwart und Zukunft z.T. starke Betroffenheiten gegenüber Extremereignissen ermittelt. Durch die zu erwartenden Folgen des Klimawandels und der exponierten topographischen Lage werden sich die Belastungen im urbanen Raum voraussichtlich weiter verschärfen.

Beschreibung der Maßnahme:

Um die Hitzebelastung in den urbanen Regionen zu reduzieren, ist bei Planungen von Neubaugebieten die Stadt- und Gebäudearchitektur anzupassen. Einerseits soll hierbei das Ziel verfolgt werden, den direkten Hitzeeintrag in den Sommermonaten zu reduzieren, gleichzeitig aber auch die Vorteile der Sonnennutzung in den Wintermonaten zu berücksichtigen. Andererseits soll durch eine geeignete Gebäudeanordnung und -ausrichtung auch eine angemessene Durchlüftung gewährleistet werden. So ist bei einer Bebauung in Hanglage darauf zu achten, eine hangparallele Riegelbebauung zu vermeiden, insbesondere dann, wenn den Flächen ein hohes Kaltluftliefervermögen zugesprochen wurde. Bei Neubauvorhaben sind die klimatischen Auswirkungen auf das Gebäude selbst

sowie das Umfeld zu prüfen. Dies gilt insbesondere in Bereichen mit einer hohen klimaökologischen Funktion. Die kompakte Innenentwicklung, die Zuordnung von Freiräumen und Bauflächen sowie die Mischung von Funktionen erfolgt vor allem auf der Ebene des FNP. Auf der Ebene des B-Plan beeinflussen die Festsetzungen von Standort, Dichte, Bauweise, Höhe, Stellung und Form der Gebäude, ihre Dachform, Ausrichtung und Verschattung die Abkühlung und Durchlüftung von Baugebieten. Wichtige Ansätze und Grundlagen einer klimagerechten Stadtentwicklung werden daher im Rahmen städtebaulicher Entwürfe und ihrer Umsetzung im B-Plan definiert. Die Anordnung und Ausrichtung von Gebäuden (sowohl Wohngebäude als auch bauliche Anlagen in Industrie- und Gewerbegebieten) sollte sich zukünftig an den Besonnungs- und Belüftungssituationen der Bauflächen orientieren, um stadtklimatische Belastungen zu minimieren. Darüber hinaus sollten Gefährdungen durch Überwärmung und Überflutungen bei der Gebäudeanordnung und -ausrichtung auf der Baufläche berücksichtigt werden.

Stadtentwicklungsrelevante Folgewirkungen:

- Die Anordnung und Ausrichtung der Gebäude unter Berücksichtigung der klimaökologischen Funktionen kann zu einer erheblichen Verbesserung des Wohnumfeldes führen bzw. Hitzestau vermeiden.

Maßnahmenbeispiele:

Zunächst bestehen auf der Ebene des FNP Möglichkeiten zur gesamtstädtischen sowie teilräumlichen Darstellung bzw. Planung und Steuerung von Flächen vor dem Hintergrund der Klimaanpassung. Im FNP (nach § 5 Abs. 2 Nr. 1 BauGB) werden Bauflächen (allgemeine Art) und Baugebiete (besondere Art) dargestellt. In Verbindung mit §§ 22 und 23 BauNVO auch das allgemein Maß der baulichen Nutzung. Der nicht abschließende Katalog in § 5 Abs. 2 BauGB ermöglicht verschiedene aufgaben- und ortsbezogene Darstellungen, die auf Klimaanpassungsmaßnahmen übertragen bzw. für diese genutzt werden können. Darüber hinaus konkretisiert § 5 Abs. 2c BauGB Möglichkeiten zur Darstellung von Flächen bzw. sonstigen Maßnahmen, die der Anpassung an den Klimawandel dienen. Hier kommen insbesondere Kaltluftschneisen in Betracht, die als von Bebauung freizuhalten Flächen dargestellt bzw. gekennzeichnet werden können. Außerdem können z.B. Flächen gekennzeichnet werden, bei deren Bebauung besondere Vorsorge gegenüber Naturgefahren erforderlich ist (§ 5 Abs. 3 Nr. 1 BauGB).

Die Bebauungspläne (B-Pläne) sind aus den Darstellungen des FNP zu entwickeln. Die verbindliche Bauleitplanung konkretisiert, durch Festsetzungen der B-Pläne, die grundlegenden flächenhaften Darstellungen des FNP bis zur Parzellenschärfe und gestaltet die Nutzungsregelungen räumlich bzw. städtebaulich aus. Der Festsetzungskatalog unter § 9 BauGB enthält zahlreiche Regelungsgegenstände und Maßnahmenbereiche, die für die Klimaanpassung von Bedeutung sind oder sein können. Zur Gebäudeanordnung und -ausrichtung kommen insbesondere Festsetzungen zur Bauweise und der überbaubaren und nicht überbaubaren Grundstücksflächen (§ 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB) sowie Möglichkeiten zur Festsetzung der Gebäudestellung (§ 9 Abs. 1 Nr. 23b BauGB) in Betracht.

Außerdem ergeben sich bei den Festsetzungsmöglichkeiten zur Klimaanpassung vielfältige Überschneidungen und Synergien auf der Ziel- und Maßnahmenebene. So ermöglicht es beispielsweise § 9 Abs. 1 Nr. 14 BauGB, Festsetzungen zum Rückhalt und der Versickerung von Niederschlagswasser zu treffen und § 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB die Festsetzung von Bepflanzungen für Teile baulicher Anlagen. Eine entsprechende textliche Festsetzung beispielsweise zur baulichen Begrünung (Dach- Hof oder Fassadenbegrünung), kann sowohl zur Verbesserung des Mikroklimas wirkungsvoll sein als auch dem Wasserrückhalt und der Versickerung dienen.

Umsetzungsansätze und -erfordernisse, mögliche Hemmnisse:

- Diese Anordnung und Ausrichtung von Gebäuden lässt sich hauptsächlich bei der Planung von Neubaugebieten anwenden, nur selten im Bestand.
- Die Festsetzungsmöglichkeiten bzw. der Festsetzungskatalog nach § 9 Abs. 1 BauGB für den B-Plan ist

- wesentlicher Bestandteil der planungsrechtlichen Auseinandersetzung und des fachlichen Diskurses um die Klimaanpassung. Die Festsetzungsmöglichkeiten der B-Pläne nehmen für die konkrete und verbindliche Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen demnach eine Schlüsselrolle ein.
- Der Festsetzungskatalog des § 9 BauGB ist abschließend und nicht erweiterbar, bietet jedoch vielfältige weitere Rechtsgrundlagen für ortsangepasste Klimaanpassungsmaßnahmen, die vor allem durch ein integriertes fachübergreifend abgestimmtes Maßnahmenbündel oder die Kombination verschiedener Festsetzungen umgesetzt werden können.
- In den Begründungen zum FNP (§ 5 Abs. 5 BauGB) bzw. B-Plan (§ 9 Abs. 8 BauGB) sollte besonders auf die lokalklimatische Bedeutung der betreffenden Flächen für die Frischluftversorgung des Siedlungsraumes eingegangen werden.

Maßnahmenverantwortlichkeit:

- Fachbereich Stadtentwicklung, -planung und Bauordnung: Vorbereitende und verbindliche Bauleitplanung
- Fachbereich Gebäudewirtschaft (GWH)
- Architekten, Immobilieneigentümer, Betreiber von Infrastruktureinrichtungen
- Wohnungsgenossenschaften und -gesellschaften, Bauvereine

Zu beteiligende Akteure und Gremien:

- abhängig von den Besitzverhältnissen der Gebäude ggf. Investoren oder städtische Gesellschaften Investoren, Träger öffentlicher Einrichtungen
- Stadtentwicklungsausschuss, Umweltausschuss, Fachausschuss GWA

Mobilisierungspotential:

- Mittel, da sich unter anderem auch Konflikte mit dem Klimaschutz ergeben können.

Möglicher Investitionsbedarf, Folgekosten und Fördermöglichkeiten:

- Gering, da die Gebäudeausrichtung und -anordnung von vornherein im Planungsprozess berücksichtigt werden können.

Querbezüge:

- Synergien ergeben sich zu den Maßnahmen Nr. 5, 6, 9, 10, 11, und 12

Relevante Grundlagen und Daten:

- Klimaanalyse und Planungshinweise (Stadtklima)
- Mikroskalige Modellierung des Stadtklimas (ENVI-met)
- Auswertung sozialer Infrastrukturen

M14:

Anpassung von Einsatzmanagement und Personalplanung

Handlungsfelder:

- Feuerwehr, Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe

Klimatische Einflussfaktoren:

- Hitze
- Starkregen
- Hochwasser

Räumliche Ebene und Priorität:

- Gesamtstadt, Stadtbezirke, Wohnbezirke und Quartiere
- Umsetzungspriorität in Abhängigkeit gesetzter Schwerpunkte der Feuerwehr sowie im Bevölkerungsschutz und der Katastrophenhilfe (z.B. Bedarfspläne)

Hintergrund der Maßnahme:

Die gesamtstädtische Analyse für Hagen hat für die Gegenwart und Zukunft z.T. starke Betroffenheiten gegenüber Extremereignissen ermittelt. Stärkere und länger anhaltende Hitzeperioden, lokale Sturzfluten durch Starkregenereignisse oder das Auftreten von Flusshochwasser können große Teile des Stadtgebiets betreffen. Extremereignisse können sowohl direkte als auch indirekte Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben und Leib und Leben gefährden. Durch die zu erwartenden Folgen des Klimawandels und der exponierten topographischen Lage in Hagen werden sich die Belastungen im urbanen Raum künftig voraussichtlich weiter verschärfen. Der mit dem demografischen Wandel verbundene Alterungsprozess in Hagen wird, unabhängig vom klimatischen Wandel, zu einer Verschärfung des Problems führen, da mittelfristig die absolute Anzahl der besonders sensiblen Bevölkerungsgruppen trotz Schrumpfung der Gesamtbevölkerung zunimmt. Bei Extremereignissen sind insbesondere solche Bevölkerungsgruppen sensitiv, die sich im Ereignisfall nicht selber schützen und helfen können und auf die Unterstützung Dritter angewiesen sind. Für entsprechende Vorsorgemaßnahmen und Planungen des Bevölkerungsschutzes bzw. alle Maßnahmen des Katastrophen- und Zivilschutzes, die der Abwehr von Gefahren für die zivile Bevölkerung dienen, sind daher von wesentlicher Bedeutung.

Beschreibung der Maßnahme:

Im Rahmen der Klimaanpassung gilt es das Einsatzmanagement und die Personalplanung an die zunehmenden Handlungsbedarfe, die Zunahme der Einsatzhäufigkeit und notwendige Anpassung der Einsatzplanung anzupassen. Dazu gehören neben unmittelbaren Einsätzen und Hilfeleistungen im Ereignisfall vorbereitende Maßnahmen, wie zum Beispiel die Bereitstellung entsprechender Hilfseinrichtungen sowie Alarm- und Einsatzpläne oder das Festlegen von Standard-Einsatz-Regeln (SER), zur Vorbereitung und Gewährleistung der Reaktionsfähigkeit. Dazu zählen auch die ordnungsbehördliche Gefahrenabwehr, die Abwehr von Schäden im Katastrophenfall sowie die Beseitigung von Katastrophenschäden. Kurz und mittelfristig sollte daher auf einen steigenden Bedarf an Einsatzkräften bei Extremwetterereignissen, die Optimierung des Einsatz- und Informationsmanagements von Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) und ggf. steigende Personalkosten reagiert werden. Für die Grundlagen der Gefahrenabwehr und des Katastrophenschutzes (z.B. Alarm- und Einsatzpläne, Feuerwehrpläne, Rettungs- und Evakuierungspläne) müssen die beteiligten Akteure schon in der Aufstellungs- bzw. Planungsphase eng kooperieren. Dabei sollten die Belange und das vorhandene Fachwissen der Feuerwehr, Ordnungsbehörden, der Wirtschaftsbetrieb Hagen (WBH), der Energieversorger und der Telekommunikation zu einem Konsens zusammengeführt werden. Neben dem Informations-, Einsatz- und Personalmanagement zählt dazu auch eine angepasste Materialbeschaffung, z.B. die Beschaffung von Hochwasserschutzanlagen (orts- und mobil), Einsatzfahrzeugen, Pumpen oder Stromerzeugungsaggregate (Notstromaggregate).

Positive stadtentwicklungsrelevante Folgewirkungen:

- Die Berücksichtigung der Gefahrenabwehr und des Katastrophenschutzes in der Stadtentwicklung, z.B. durch Hochwasserschutz oder Überflutungsvorsorge, hat positive Auswirkungen auf das Informations-, Einsatz- und Personalmanagement.

Maßnahmenbeispiele:

Im Jahr 2018 wurde mit der Aufstellung eines ‚Alarm- und Einsatzplanes Hochwasser‘, durch die Untere Wasserbehörde im Umweltamt und Gefahrenabwehrplanung Hochwasser- und Extremwetterlagen beim Amt für Brand- und Katastrophenschutz der Stadt Hagen, begonnen. Der Alarm- und Einsatzplan für den Hochwasserfall ist die abgestimmte ämterübergreifende Planung, speziell für die Auswirkung auf Menschen, Tiere, Infrastruktur, Sicherung von Kulturgütern und Sachwerten aufgrund der im Stadtgebiet Hagen ermittelten Hochwassergefahren und Risiken sowie entsprechender Maßnahmen gemäß der Europäischen Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (EG-HWRM-RL). Die behördliche Gefahrenabwehr und die Aufstellung des erforderlichen Alarm- und Einsatzplanes Hochwasser ist eine ämterübergreifende Pflichtaufgabe. Die Stadt Hagen ist im Rahmen ihrer Daseinsvorsorge zur Aufstellung dieses Plans und zur Umsetzung entsprechender Maßnahmen im Sinne des Gesetzes zur weiteren Verbesserung des Hochwasserschutzes und zur Vereinfachung von Verfahren des Hochwasserschutzes (Hochwasserschutzgesetz II), auch in Zusammenhang mit dem Katastrophenschutz, verpflichtet (ämterübergreifende Pflichtaufgabe). Der Alarm- und Einsatzplan soll Bestandteil des Katastrophenschutzplanes der Stadt Hagen werden. Bei Großeinsatzlagen und Katastrophen leiten und koordinieren die kreisfreien Städte die Abwehrmaßnahmen selbst. Sie richten Krisenstäbe und Einsatzleitungen ein, die unter Führung des Oberbürgermeisters, koordiniert arbeiten.

Im Rahmen des Hochwassermanagementplanes NRW gibt es eine gesetzlich definierte Meldepflicht der Unteren Wasserbehörde an die Bezirksregierung Arnsberg mit einer Fortschreibungspflicht alle 6 Jahre. Die entsprechenden Alarmschwellen werden für die einzelnen Hagener Stadtteile festgelegt. Für das Stadtgebiet Hagen wurden die nachstehenden Gewässer als ‚Gewässer mit signifikantem Hochwasserrisiko‘ eingestuft: Ruhr, Lenne, Volme, Ennepe, Nahmerbach, Hasper Bach und Selbecker Bach. Der Hochwasseralarm wird dann in mehrere Alarmstufen eingeteilt. Grundsätzliche Festlegungen der örtlich zuständigen Gefahrenabwehrbehörden, z.B. zu Verantwortlichkeiten, Leitung und Führung im Einsatz, Organisation und Durchführung, werden durch den Alarm- und Einsatzplan Hochwasser nicht aufgehoben.

Umsetzungsansätze und -erfordernisse, mögliche Hemmnisse:

- Strategien und Maßnahmen zur Gefahrenabwehr, dem Katastrophenschutz und Risikomanagement erfordern als kommunale Gemeinschaftsaufgaben die Beteiligung, Einbindung, Kommunikation und Kooperation unterschiedlicher Akteure und erhöhen die Komplexität standardisierter Planungs- und Verwaltungsvorgänge.
- Bereitschaftsdienst des WBH kann der Feuerwehr im Bedarfsfall z.B. Hubsteiger, Kettensägen oder Pumpen bereitstellen.
- Einrichten einer Stabstelle bei der Feuerwehr/Katastrophenschutz
- Feuerwehrpläne/Einsatzpläne
- Rechtsgrundlagen: ZSKG; BHKG; THWG; WHG
- Verordnungen und Dienstvorschriften, wie z.B. die Feuerwehr-Dienstvorschriften (FwDV)

Maßnahmenverantwortlichkeit:

- Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS)
- Oberbürgermeister, Verwaltungsvorstand
- Verwaltungs-/Krisenstab und Einsatzleitung der Feuerwehr

Zu beteiligende Akteure und Gremien:

- Hagener Betrieb für Informationstechnologie Systemhaus für Hagen und Ennepe-Ruhr (HABIT)
- Sämtliche Ämter und Fachbereiche der Stadt Hagen
- Ruhrverband, Bezirksregierung Arnsberg

Mobilisierungspotential:

- Hoch, da im Rahmen der Gefahrenabwehr angemessener Schutz gewährleistet werden muss. Gefahren für die Gesundheit der Bevölkerung, das Gemeinwohl und die öffentliche Sicherheit und Ordnung müssen abgewehrt werden können.

Möglicher Investitionsbedarf, Folgekosten und Fördermöglichkeiten:

- Mittel bis hoch, da ein finanzieller Mehraufwand entstehen kann und eine Vielzahl von Akteuren zu beteiligen ist
- Beschaffung zusätzlicher technischer Ausrüstung und Finanzierung von Personal

Querbezüge:

- Synergien ergeben sich zu der Maßnahme Nr. 2

Relevante Grundlagen und Daten:

- Dienst- und Personalplanung
- Polizeiliches Einsatzmanagement
- Feuerwehrbedarfsplanung
- Bedarfsplanung Rettungsdienst
- Einsatzmanagement Rettungsdienst
- Stabsrahmenübungen (Szenarien) Katastrophenschutz/Krisenstab
- Hochwasser Alarm- und Einsatzplan
- Hochwasser- und Starkregenrisikomanagement



8.2 Controlling der Umsetzung und Wirkungskontrolle von Maßnahmen

Das Controlling für Klimaanpassungsmaßnahmen dient der Dokumentation und Überwachung der Umsetzung (Vollzugskontrolle) sowie als Kontrolle der Zielerreichung (Wirkungskontrolle), um bei unvorhergesehenen Abweichungen Anpassungen an den Zielen bzw. Maßnahmen vornehmen zu können. Dabei können quantitative Ziele im Sinne einer finalen Steuerung formuliert und der voraussichtliche Beitrag jeder Maßnahme zur Zielerreichung festgelegt werden. Denkbare wäre beispielsweise eine jährliche Dokumentation der Umsetzungen pro Maßnahme, die ggf. eine Befragung der für die Umsetzung verantwortlichen Akteure oder eine entsprechende Checkliste mit Zielerreichungs- und Wirkungsindikatoren. Dafür sind auch Aussagen zum Personalbedarf, notwendigen Investitionen, Zeitplänen und Möglichkeiten zur Datenerfassung und -auswertung zu treffen.

Für die Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen sollten die verantwortlichen Akteure aus der Verwaltung und den entsprechenden Fachämtern die Grundlageninformationen aktualisieren und fortschreiben. Dabei sind einige Aufgaben permanent zu berücksichtigen und Aktualisierungen in regelmäßigen Abständen durchzuführen. Auch die übergeordneten städtischen Ziele sind regelmäßig zu überprüfen und anzupassen. Für konkrete Planungsvorhaben können Checklisten abgearbeitet werden, die Stadtentwicklungs- und Bauvorhaben auf notwendige Anpassungsmaßnahmen überprüfen sowie bereits umgesetzte Maßnahmen evaluieren. Als Plattform dafür bietet sich hier – z.B. bezüglich derjenigen Klimaanpassungsmaßnahmen, die mittels Darstellungen und Festsetzungen in Bauleitplänen verankert werden sollen – auch die Strategische Umweltprüfung und insbesondere die Überwachung der Umweltauswirkungen an, da diese Aufgaben ohnehin bestehen und insofern auch ressortiert und budgetiert sind.

Fazit und Ausblick

9

Erfolgreiche Projekte und Konzepte zur Anpassung an den Klimawandel helfen dabei die Folgen des Klimawandels bewältigen zu können. Sie verhindern größere Schäden für Menschen, Infrastrukturen und Umwelt. Die Umsetzung entsprechender Konzepte, formulierten Zielen, Strategien und Maßnahmen erfordert lokalspezifisches und sektorales Handeln, das jedoch in einem integrierten Ansatz umgesetzt werden sollte. Die Verantwortlichen Akteure müssen sich den notwendigen Aufgaben stellen bzw. diese annehmen (vgl. UBA 2013b: 16). Es gilt, den demografischen Wandel und die Anpassung an die Folgen des Klimawandels auch mit weiteren Aufgaben und Erfordernissen zu verbinden. Dabei ergeben sich Herausforderungen die im Folgenden kurz skizziert und entsprechende Lösungsansätze formuliert werden.

9.1 Herausforderungen und Empfehlungen bei der Umsetzung der Klimaanpassung in Hagen

Der Klimawandel und seine Folgen sowie die entsprechenden Klimaprojektionen sind von Unsicherheiten geprägt. Auch die demografischen, wirtschaftlichen und politischen Entwicklungen lassen sich nur schwer vorher sagen, sodass sich die Frage stellt, wie der Stadt Hagen eine langfristige klimagerechte Stadtentwicklung (auch unter finanziellen Restriktionen) gelingen kann. Unsicherheiten sind wesentlicher Bestandteil jeglicher Planung, formeller wie informeller Art (siehe dazu BMVBS 2013b: 17-20 und BMVBS 2013c: 13-15). Der Hageraner Anpassungsprozess sollte daher zunächst alle relevanten Klimafolgen und -wirkungen für die Stadt berücksichtigen. Wie beschrieben, können bestimmte Entwicklungen, wie der Klimawandel, der demografische Wandel oder auch sozioökonomische Rahmenbedingungen, nicht mit absoluter Gewissheit vorhergesagt werden und sind z.B. nur in Form von Szenarien zu beschreiben. Bei der Entwicklung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen kann dabei jedoch durch planerische Flexibilität der Bandbreite möglicher Klimaentwicklungen gerecht werden. Dies ermöglicht einen besseren Umgang mit Unsicherheiten und eröffnet der Stadt Hagen Handlungs- und Planungs-

spielräume für die Zukunft. (vgl. BBSR 2018a: 33f, 50, 55; UBA 2018a: 119)

Für eine flexible Planung der Raum- und Siedlungsstruktur kann dazu auf bestehende und geeignete informelle und formelle Instrumente oder alternative Strategien und Verfahren zurückgegriffen werden (vgl. BMVBS 2013c: 13-15; UBA 2018a: 120; siehe auch BMVBS 2013b). So ermöglicht das sogenannte No-Regret-Prinzip die Umsetzung planerische Anpassungsstrategien und -maßnahmen, die unter veränderten Rahmenbedingungen keine negativen Auswirkungen haben werden und auch langfristig sinnvoll sind. Solche Maßnahmen entfalten also in der räumlichen Planung auch dann ihren beabsichtigten Nutzen, wenn die klimatischen Veränderungen nicht so eintreten wie erwartet. Unterstützung liefert dazu auch die Strategie zur sequentiellen Realisierung von Planungsinhalten (siehe Kap. 7), die eine Entwicklung oder Umsetzung anstoßen kann, wenn zunehmende Gewissheit oder Handlungsbedarf besteht. Dies kann zudem die Kosten der Anpassung verringern, da bereits in frühen Planungsstadien widerstandsfähige Lösungen bzw. Strukturen begünstigt werden (vgl. BBSR 2018a: 49f, 55f; BMVBS 2013c: 14; BMVBS 2013b: 18, 23-26; UBA 2018a: 114).

Darüber hinaus eignen sich Aktionspläne, Pilotprojekte oder Modell- und Leuchtturmvorhaben zur Umsetzung prioritärer Maßnahmen oder innovativer und integrierter Lösungen. Dies betrifft vor allem größere Kommunen mit vielfältigen und komplexen Strategien (z.B. Energie-, Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepte, Masterpläne oder Stadtentwicklungspläne) (vgl. BBSR 2015: 29f, 35; UBA 2018b: 52f). Einen weiteren wesentlichen Beitrag leisten informelle Instrumente, wie beispielsweise räumliche Leitbilder, Ziel- bzw. Zukunftsvereinbarungen, Rahmen- oder Masterpläne, Stadtentwicklungspläne oder städtebauliche Entwicklungskonzepte mitsamt ihrer Prozesse. Informelle Instrumente können im Gegensatz zu formellen Instrumenten flexibler und problemorientierter eingesetzt werden. Gleichwohl sollen sie bei der Aufstellung formeller Pläne berücksichtigt werden und bieten



wertvolle Planungsalternativen. Die Aufstellung etwaiger informeller Konzepte ist daher ein fester Bestandteil der kommunalen Planungspraxis (vgl. BBSR 2015: 47; BMVBS 2013b: 31-33, 86-88).

Generell eignen sich Mehrfachnutzungen bzw. multifunktionale Flächennutzungen und gute Gestaltungskonzepte zur Minderung der Risiken von Überflutungen und Hitze. So können geeignete Flächen wie Straßen, Grünräume oder Sportplätze als temporäre Stauräume oder Notwasserwege Niederschlag zurückhalten oder ableiten. Die Begrünung von Dächern und Fassaden oder Straßenbäume können den Abfluss regulieren bzw. verzögern, die Verdunstung erhöhen oder Schatten spenden und entfalten so Ausgleichswirkungen. Mehrfachnutzungen bedürfen ebenfalls einer engen querschnittsorientierten Abstimmung und Zusammenarbeit sowie einer horizontalen Finanzierung zwischen beteiligten Ämtern und Fachbereichen. So können entsprechende Projekte integriert geplant, umgesetzt und bewirtschaftet werden. (vgl. BBSR 2015: 31f; BMVBS 2013b: 52f; UBA 2018b: 64)

Die beschriebenen Instrumente und Strategien können im Rahmen ihrer Koordinations- und Kooperationsarbeit frühzeitig Bewusstsein und Akzeptanz für die Notwendigkeit von Klimaanpassung und entsprechenden Maßnahmen schaffen und die betroffenen Akteurs- und Interessengruppen in den Anpassungsprozess einbinden. So können gemeinsame Strategien und Maßnahmen entwickelt, Zielkonflikte ausgeglichen und entschärft sowie Synergien ermittelt und genutzt werden. Informelle Instrumente stellen keine rechtlichen Verbindlichkeiten her, sind jedoch insbesondere für die Abstimmung, Akzeptanzbildung, und Entscheidungsvorbereitung von Bedeutung, da sie klare Zielvorgaben definieren (vgl. BBSR 2018a: 41, BMVBS 2013a: 15-17).

Darüber hinaus handelt es sich häufig um handlungs- und umsetzungsorientierte Instrumente, die auf eine Verwirklichung der Zielvorgaben mit Hilfe formeller Instrumente abzielen und gemäß § 1 Abs. 6 Nr. 11 BauGB „[...] Ergebnisse eines von der Gemeinde beschlossenen städtebaulichen Entwicklungskonzeptes oder einer von ihr beschlossenen sonstigen Planung“ abwägungsrelevant und somit bei der Aufstellung der Bauleitpläne zu berücksichtigen sind (vgl. Kunze 2012: 54; BMVBS 2013a: 15). Die Berücksichtigungspflicht erleichtert dann die Integration von Klimaanpassungsbelangen in die Hagener Stadtentwicklung und bietet Möglichkeiten zur Berücksichti-

gung von fachlichen Inhalten, Aussagen und Ergebnissen eines von der Gemeinde beschlossenen städtebaulichen Entwicklungskonzeptes oder Klimaanpassungskonzeptes im Sinne der informellen Planung beschlossenen sonstigen städtebaulichen Planung (vgl. Kunze 2012: 54; BMVBS 2013a: 15).

Im Rahmen ihrer vorbereitenden (FNP) und verbindlichen (B-Plan) Bauleitplanung gemäß § 1 Abs. 3 BauGB haben Gemeinden Bauleitpläne aufzustellen „[...] sobald und soweit es für die städtebauliche Entwicklung und Ordnung erforderlich ist“ (§1 Abs. 3 BauGB). Die Gründe zur Neuaufstellung oder Änderung, Ergänzung oder Aufhebung eines Plans können in der Klimaanpassung begründet liegen (vgl. BMVBS 2013c: 8f; UBA 2018a: 132). Seit der Novellierung des Baugesetzbuches im Jahr 2011 (BauGB-Novelle, auch Klimaschutznovelle 2011) sind die Belange des Klimaschutzes und der Klimaanpassung in den Zielen und Grundsätzen der Bauleitplanung integriert bzw. verankert (vgl. Bubeck et al. 2018: 301; Kunze 2012: 53f): „Die Bauleitpläne [...] sollen dazu beitragen, eine menschenwürdige Umwelt zu sichern, die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen und zu entwickeln sowie den Klimaschutz und die Klimaanpassung, insbesondere auch in der Stadtentwicklung zu fördern [...]. Hierzu soll die städtebauliche Entwicklung vorrangig durch Maßnahmen der Innenentwicklung erfolgen“ (§ 1 Abs. 5 Satz 2 BauGB). Klimaanpassung ist damit expliziter Planungsgrundsatz, konkretisiert den Handlungsspielraum und die Rechtssicherheit der Kommunen (vgl. BBSR 2015: 47; UBA 2018a: 132).

Wie die Strategieinhalte bereits aufgezeigt haben, sollten die Ergebnisse und Inhalte des vorliegenden Integrierten Klimaanpassungskonzeptes zeitnah in die Erstellung des ISEK sowie die Neuaufstellung des FNP der Stadt Hagen aufzunehmen. Das vorliegende integrierte Konzept zur Klimaanpassung liefert den entsprechenden Fachbeitrag. Die Integration der Klimaanpassung in das ISEK ist eine große Chance, die es ermöglicht anschließend konkrete Städtebaufördermittel für die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen, z.B. im Zuge eines Stadtumbaus, zu akquirieren. Städtebauliche Entwicklungskonzepte sind Fördervoraussetzung in allen Programmen der Städtebauförderung und in vielen Fördervoraussetzungen ist die Anpassung an den Klimawandel bereits zu einem Pflichtinhalt geworden, sodass die Integration im ISEK diesen Pflichtinhalt abdecken würde.

9.2 Verstetigung der Klimaanpassung in Hagen

Die Kommunen stehen in der Verantwortung das Querschnittsthema Klimaanpassung zu berücksichtigen und vorsorgende Maßnahmen zur Verminderung von Risiken zu ergreifen und Prozesse anzustoßen. Dabei nehmen die Kommunen und vor allem die Stadt- und Freiraumplanung eine Schlüsselrolle ein. Sie vermitteln und übernehmen Ziele und Vereinbarungen anderer Disziplinen und Akteure und überführen diese in Planungen, Programme und Konzepte (vgl. BBSR 2015: 23). Kommunen müssen Handlungsbedarfe, Gefahren und Risiken aufzeigen, Mehrwerte von Vorsorge- und Vermeidungsmaßnahmen und ein zielgerichtetes abgestimmtes Handeln ermöglichen und fördern. Dies erfordert zunächst die Ermittlung von Betroffenheiten und Vulnerabilitäten im Rahmen einer Gefahren- und Risikoanalyse, die das vorliegende Konzept beinhaltet. (vgl. BBSR 2015: 24f; UBA 2018a: 118f)

Die gewonnenen Erkenntnisse müssen anschließend in kommunale Prozesse und die Planung überführt werden. Ein kommunaler Anpassungsprozess wird dabei von zahlreiche hemmende und fördernde Faktoren auf allen Ebenen beeinflusst, die diesen bremsen oder beschleunigen können. Dazu zählen insbesondere vorhandene analytische Grundlagen, Strategien und Konzepte, lange Planungszeiträume, die politische Prioritätensetzung, vorhandene personelle und finanziellen Ressourcen und Kapazitäten sowie die Akteurs-, Kommunikations- und Organisationsstrukturen in der Stadt Hagen (siehe dazu BBSR 2018a). Dies erfordert einen integrierten Planungsansatz, fach- und ämterübergreifende Zusammenarbeit, kompetente und engagierte Verantwortliche (Kümmerer, ggf. Klimaanpassungsmanager), konkrete Zielvereinbarungen, politische Prioritäten bzw. Beschlüsse zur Unterstützung und Aufstellung von Vorsorgekonzepten, insbesondere auf Quartiersebene bzw. für konkrete Betroffenheitsräume (vgl. BBSR 2015: 28).

Wie dem Politikzyklus (siehe Kap. 2) zu entnehmen ist, ist die Aufstellung eines Konzeptes nur ein erster Schritt zur erfolgreichen Anpassung an den Klimawandel. Das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) hat weitere Empfehlungen zur Verstetigung der Klimaanpassung für Kommunen formuliert:n:

- **Verbindlichkeiten schaffen:** Die Anpassung an den Klimawandel und klimaresiliente Stadtentwicklung sollten durch politische Beschlüsse als kommunales Ziel festgeschrieben werden. Ein wichtiger Erfolgsfaktor ist die kommunale Eigenverpflichtung zur Klimaanpassung durch entsprechende Beschlüsse.
- **Verantwortlichkeiten definieren:** Neben der Formulierung der Klimaanpassung als kommunales Ziel, muss das Thema querschnittsorientiert in den Verwaltungen etabliert werden. Darüber hinaus hilft die klare Verortung von persönlichen und ggf. projektbezogenen Verantwortungsbereichen. Eine regelmäßige institutionalisierte ämter- und fachbereichsübergreifende Information und Kooperation hat sich dabei in der Praxis bewährt.
- **Arbeitsstrukturen und Kommunikation anpassen:** Die Arbeitsstrukturen und das Projektmanagement sollten dem querschnittsorientierten und interdisziplinären Anpassungsprozess gerecht werden. Dabei helfen direkte Ansprechpartner, die Bereitstellung von Informationen, eine enge Zusammenarbeit, zweckmäßiges Projektmanagement und ein kurzer Dienstweg.
- **Kooperation und Verständnis verbessern:** Klimaanpassung erfordert die Beteiligung vielfältiger, verwaltungsinterner und externer Akteure. Die unterschiedlichen Belange und Herausforderungen der Akteure und Fachbereiche erfordern Kommunikationsbereitschaft und Austausch. So können Synergien und Konflikte identifiziert und genutzt bzw. abgebaut werden.
- **Kommunizieren, beteiligen, sensibilisieren:** Umfangreiche Beteiligungsformate fördern die breite Akzeptanz von Klimaanpassungsmaßnahmen. Insbesondere in Bestandquartieren. So kann die Beteiligung und Mitwirkung z.B. zielgruppenspezifisch private Akteure einbinden, die für die Umsetzung von z.B. Entsiegelungs- oder Begrünungsmaßnahmen eine entscheidende Bedeutung haben.
- **Mitarbeiter qualifizieren:** Die Aneignung und Qualifizierung sowie verwaltungsinterne Verbreitung von Wissen zum Klimawandel bzw. zur Klimaanpassung



sollte unterstützt werden. Dazu bedarf es jedoch auch personeller Kapazitäten und individuelle Motivation der Verwaltungsmitarbeiter.

- **Externe Unterstützung in Anspruch nehmen:** Bestehende Werkzeuge, Praxis- und Arbeitshilfen helfen den Kommunen bei der Grundlagenermittlung und Einschätzung der kommunalen Situation. Die Bewertung von Klimafolgen und eine entsprechende Ableitung von konkreten Maßnahmen kann jedoch eine große Herausforderung darstellen. Hier bietet sich die Unterstützung bzw. Leistungen externer Gutachter oder Planungsbüros an, die vielfach auch über Fördermittel (ggf. mit einem kommunalen Eigenanteil) finanziert werden können.
(vgl. BBSR 2017: 12f)

Der fortschreitende Klimawandel und seine vielfältigen Auswirkungen und Folgen stellen die Kommunen in Deutschland und damit auch die Stadt Hagen vor erhebliche Herausforderungen. So führen die klimatischen Veränderungen vermehrt zu Hitzebelastungen in Verbindung mit sommerlichen Trockenperioden und der Zunahme von Extremereignissen. Diese treffen vermehrt deutsche Städte, führen zu konkreten Betroffenheiten und können das Schadenspotential erhöhen. Das Thema Klimaanpassung ist daher, neben dem Klimaschutz, in den letzten Jahren zunehmender Bestandteil der raumplanerischen Auseinandersetzung und Diskussion geworden. Zunächst hat der Bund im Jahr 2008 mit der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) die Bedeutung der Klimaanpassung hervorgehoben und ebenso die Rolle der räumlichen Planung zur Koordination und Umsetzung der Klimaanpassung betont. Die BauGB-Novelle im Jahr 2011 hat schließlich u.a. die Aufgaben und Ziele der Bauleitplanung konkretisiert und um die Klimaanpassung ergänzt. Insbesondere die Kommunen stehen nun vor der Herausforderung, Anpassungskapazitäten aufzubauen und einen Anpassungsprozess in der Stadtentwicklung zu initiieren.

Im Zuge des dreijährigen Verbundprojektes wurde eine Vielzahl von Ergebnissen erarbeitet, die im vorliegenden vorliegende Integrierten Klimaanpassungskonzept für die Stadt Hagen zusammengefasst sind. Ergänzt wird dieses Konzept durch eine umfangreiche wissenschaftliche Untersuchung des Stadtklimas in Hagen durch den Regi-

onalverband Ruhr (RVR). Darüber hinaus sind in der Projektlaufzeit zwei externe Gutachten erarbeitet worden, die zum einen als Grundlage der Klimawirkungsanalyse diente als auch das vorliegende Konzept ergänzen. Dazu zählt eine mikroskaligen Untersuchungen des Stadtklimas für ausgewählte Untersuchungsgebiete in Hagen (siehe K.Plan 2018; Anhang 2) und ein 2D-Oberflächenabflussmodell zur Ermittlung der Starkregengefahren im gesamten Hagener Stadtgebiet (siehe Ingenieurbüro Beck 2017; Anhang 3). Die nun vorliegenden Grundlagen bietet einen Rahmen für den kommunalen Prozess zur Anpassung an den Klimawandel in Hagen. Im Rahmen der Konzepterstellung wurden bereits wichtige Bausteine und Inhalte identifiziert. Außerdem wurde das Wissen der relevanten Akteure geschärft und das Bewusstsein für den Themenkomplex Klimaanpassung sensibilisiert. Darüber hinaus bestehen durch die gute verwaltungsinterne und -externe Zusammenarbeit der Beteiligten Akteure bereits Netzwerkstrukturen, die für den anstehenden Umsetzungsprozess genutzt werden können.

Literatur

A

adelphi / PRC / EURAC (2015): Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. Umweltbundesamt [Hrsg.]. Climate Change 24/2015. Dessau-Roßlau.

ARGEBAU [Hrsg.] 2008: Klimaschutz in den Bereichen Bauen, Wohnen und Stadtentwicklung. Vorlage des Ausschusses für Stadtentwicklung, Bau und Wohnungswesen der Bauministerkonferenz. Berlin.

B

Battis, Ulrich; Moench, Christoph; Uechtritz, Michael; Matthes Christine und von der Groeben, Constantin 2015: Gutachterliche Stellungnahme zur Umsetzung der UVP-Änderungsrichtlinie im Baugesetzbuch. Erstattet im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR).

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) [Hrsg.] 2011: BBK-Glossar – Ausgewählte zentrale Begriffe des Bevölkerungsschutzes. Bonn.

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) [Hrsg.] 2013: Abschätzung der Verwundbarkeit von Bevölkerung und Kritischen Infrastrukturen gegenüber Hitzewellen und Starkregen. Praxis Bevölkerungsschutz Band 11. Bonn

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) [Hrsg.] 2015: Die unterschätzten Risiken „Starkregen“ und „Sturzfluten“ – Ein Handbuch für Bürger und Kommunen. Bonn

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) [Hrsg.] 2015: Überflutungs- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung. Strategien und Maßnahmen zum Regenwassermanagement gegen urbane Sturzfluten und überhitzte Städte. Ergebnisbericht. Bonn.

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) [Hrsg.] 2018a: Anpassung an den Klimawandel in Stadt und Region. Forschungserkenntnisse und Werkzeuge zur Unterstützung von Kommunen und Regionen. Bonn.
Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) [Hrsg.] 2018b: Querauswertung zentraler Verbundvorhaben des Bundes zur Anpassung an den Klimawandel mit Fokus Stadt- und Regionalentwicklung. BBSR-Online-Publikation 04/2018. Bonn.

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) [Hrsg.] 2018: Starkregeneinflüsse auf die bauliche Infrastruktur. Bonn

Beck, Silke; Bovet, Jana; Baasch, Stefanie; Reiß, Philipp und Görg, Christoph 2011: Synergien und Konflikte von Strategien und Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel. Umweltbundesamt (Hrsg.). Climate Change 18/2011. Dessau-Roßlau.

Birkmann, Jörn; Böhm, Hans Reiner; Büscher, Dirk; Daschkeit, Achim; Fleischhauer, Mark; Enke, Franck; Frommer, Birte; Janssen, Gerold; Kufeld, Walter; Overbeck, Gerhard Overbeck; Schanze, Jochen; Schlipf, Sonja; Sommerfeldt, Petra; Stock, Manfred; Vollmer, Maike (2013): Klimawandel und räumliche Planung – eine Einführung. In: Birkmann, Jörn; Vollmer, Maike; Schanze, Jochen (Hrsg.) 2013: Raumentwicklung im Klimawandel - Herausforderung für die räumliche Planung. Forschungsberichte der ARL 2. Hannover: Verlag der ARL. S. 7-13.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) [Hrsg.] 2010: Klimawandel als Handlungsfeld der Raumordnung: Ergebnisse der Vorstudie zu dem Modellvorhaben ‚Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel‘. Forschungen Heft 144. Selbstverlag: Bonn

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) [Hrsg.] 2011: Klimawandelgerechte Stadtentwicklung. Ursachen und Folgen des Klimawandels durch urbane Konzepte begegnen. Forschungen Heft 149. Berlin.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) [Hrsg.] 2013a: Planungsbezogene Empfehlungen zur Klimaanpassung auf Basis der Maßnahmen des Stadtklimalotsen. BMVBS-Online-Publikation, Nr. 25/2013.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) [Hrsg.] 2013b: Flexibilisierung der Planung für eine klimawandelgerechte Stadtentwicklung. Verfahren, Instrumente und Methoden für anpassungsflexible Raum- und Siedlungsstrukturen. BMVBS-Online-Publikation 16/2013.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) [Hrsg.] 2013c: Methodenhandbuch zur regionalen Klimafolgenbewertung in der räumlichen Planung. Systematisierung der Grundlagen regionalplanerischer Klimafolgenbewertung. Berlin/Bonn.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) 2013d: Alles im Wandel: Demografische und klimatische Veränderungen im Kontext der integrierten Stadtentwicklung. BMVBS-Online-Publikation 23/2013. Berlin.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) und Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) 2015: Vorsorgendes Risikomanagement in der Regionalplanung. Endbericht. Modellvorhaben der Raumordnung (MORO). Berlin.

Bubeck, Philip, Klimmer, Linda und Albrecht, Juliane 2018: Klimaanpassung in der rechtlichen Rahmensetzung des Bundes und Auswirkungen auf die Praxis im Raumordnungs-, Städtebau- und Wasserrecht. In: Natur und Recht (2018), Volume 38, Issue 5. S. 297–307.

Bundesregierung 2008: Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Vom Bundeskabinett am 17. Dezember 2008 beschlossen.

Bundesregierung 2011: Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Vom Bundeskabinett am 31. August 2011 beschlossen.

D

Deutscher Bundestag 2011: Drucksache 17/6076. Gesetzesentwurf der Fraktionen CDU/CSU und FDP, 17. Wahlperiode: Entwurf eines Gesetzes zur Stärkung der klimagerechten Entwicklung in den Städten und Gemeinden.

Deutscher Städtetag 2006: Demografischer Wandel: Herausforderungen, Chancen und Handlungsmöglichkeiten für die Städte. Arbeitspapier des Deutschen Städtetages. Bearbeitet von der Arbeitsgruppe „Demografischer Wandel“ der Fachkommission „Stadtentwicklungsplanung“ mit Unterstützung des Arbeitskreises „Stadtforschung, Statistik und Wahlen“. [PDF online verfügbar unter] http://www.staedtetag.de/imperia/md/content/dst/demografischer_wandel_2006_arbeitspapier.pdf (zuletzt abgerufen am 25.05.2018)

Deutscher Städtetag 2011: Klimagerechte und energieeffiziente Stadtentwicklung. Positionspapier der Fachkommission „Stadtentwicklungsplanung“ des Deutschen Städtetages. [PDF online verfügbar unter] http://www.staedtetag.de/imperia/md/content/dst/klimagerechte_stadtentwicklung.pdf (zuletzt abgerufen am 25.05.2018)

Deutsches Institut für Urbanistik (Difu) [Hrsg.] (2012): Der Flächennutzungsplan – Räumlicher Ordnungsrahmen der Stadtentwicklung. Reichweite und Aktualität am Beispiel Berlin. Berlin

Deutscher Verein für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) [Hrsg.] 2013: Starkregen und Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge. DW-Themen T1/2013. Hennef.

F

Fekkak, Miriam; Fleischhauer, Mark; Greiving, Stefan, Lucas, Rainer, Schinkel, Jennifer und von Winterfeld, Uta 2018: Resiliente Stadt – Zukunftsstadt. Forschungsgutachten im Auftrag des Ministeriums für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (MBWSV). Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH.

Fouillet, Anne; Rey, Grégoire; Laurent, Françoise; Gérard, Pavillon; Bellec, Stéphanie; Ghihenneuc-Jouyaux, Chantal; Clavel, Jacqueline; Jougla, Eric und Hérmon, Denis 2006:

Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France. In: *International Archives of Occupational and Environmental Health* 80 (1). S. 16-24.

Friend, John K. und Jessop, W. Neil 1973: Entscheidungsstrategien in Stadtplanung und Verwaltung. *Bauwelt Fundamente* 36. Bertelsmann: Düsseldorf.

Frommer, Birte; Schlipf, Sonja; Böhm, Hans Reiner; Jansen, Gerold; Sommerfeldt, Petra: Die Rolle der räumlichen Planung bei der Anpassung an die Folgen des Klimawandels. In: Birkmann, Jörn; Vollmer, Maïke; Schanze, Jochen [Hrsg.] 2013: *Raumentwicklung im Klimawandel - Herausforderung für die räumliche Planung*. Forschungsberichte der ARL 2. Hannover: Verlag der ARL. S. 120-148.

G

Greiving, Stefan 1998: Bauleitplanung zwischen Rechtstaatlichkeit und Praktikabilität: Entwicklung einer Strategie für eine planmäßige, effektive und effiziente kommunale Planung. *Dortmunder Vertrieb für Bau- und Planungsliteratur*.

Greiving, Stefan 2012: Die integrierte Betrachtung von Klimawandel und demographischem Wandel als zentrale Herausforderung für die Raumplanung. In: Hill, Alexandra und Prosek, Achim [Hrsg.] 2012: *Metropolis und Region*. Aktuelle Herausforderungen für die Stadtforschung und Raumplanung. *Metropolis und Region* Band 8. Dorothea Rohn: Detmold.

Greiving, Stefan; Zebisch, Marc; Schneiderbauer, Stefan; Fleischhauer, Mark; Lindner, Christian; Lückenköter, Johannes; Buth, Mareike; Kahlenborn Walter und Schauser, Inke 2015: A consensus based vulnerability assessment to climate change in Germany. *International Journal of Climate Change Strategies and Management* 7 (3): 306-326.

Greiving, Stefan; Arens, Sophie, Snwodon-Mahnke, Astrid und Flex, Florian (2018): Ein ganzheitlicher Ansatz zur Abschätzung der hitzeinduzierten Gesundheitsbelastungen durch Klimawandel und demographischen Wandel in der Umweltprüfung. In: *UVP-report* 30 (4): 212-221.

Großmann, Katrin; Franck, Ulrich; Krüger, Michael; Schlink, Uwe; Schwarz, Nina und Stark, Kerstin 2012: Soziale Di-

mensionen von Hitzebelastung in Großstädten. In: *disP – The Planning Review* 48 (4). S. 56-68.

Grudzielanek, Martina; Steinrücke, Monika; Eggenstein, Jörg; Holmgren, David; Ahlemann, Denis und Zimmermann, Benjamin 2011: Das Klima in Bochum: Über 100 Jahre stadtklimatologische Messungen. In: *GeoLoge* Nr. 1-2011. Bochum. S. 34-42. Bochum.

H

Hückelheim, Desirée 2014: Changes in temperature extremes in Bochum – Analysis of a 100-year time series. In: *GeoLoge* Nr. 1-2014. Bochum. S. 4-18.

Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH 2001: *Hochwasser-Aktionsplan Lenne*. Teil I: Bericht und Karten. Aachen.

I

Ingenieurbüro Reinhard Beck GmbH & Co.KG 2017: *2D-Oberflächenabflussmodell Stadtgebiet Hagen*. Erläuterungsbericht. Im Auftrag der Stadt Hagen [Hrsg.]. Wuppertal.

Institut für Raumforschung und Immobilienwirtschaft (IRI) 2018: *Wohnungsmarktstudie Hagen*. Abschlussbericht. Im Auftrag der Stadt Hagen und der Hagener gemeinnützige Wohnungsgesellschaft (ha.ge.we) [Hrsg.]. Hagen.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2012: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2013a: *Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger*. In: *Klimaänderung 2013: Naturwissenschaftliche Grundlagen*. Beitrag der Arbeitsgruppe I zum Fünften Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses

für Klimaänderungen [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex und P.M. Midgley (Hrsg.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Großbritannien und New York, NY, USA. Deutsche Übersetzung durch IPCC-Koordinierungsstelle, Österreichisches Umweltbundesamt, ProClim, Bonn/Wien/Bern 2014.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2013b: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex und P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2014: Klimaänderung 2014: Synthesebericht. Beitrag der Arbeitsgruppen I, II und III zum Fünften Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC) [Hauptautoren, R.K. Pachauri und L.A. Meyer (Hrsg.)]. IPCC, Genf, Schweiz. Deutsche Übersetzung durch Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, Bonn, 2018.

J

Janssen, Gerold 2012: Rechtsinstrumente der Klimaanpassung. In: In Birkmann, Jörn; Schanze, Jochen; Müller, Peter; Stock, Manfred (Hrsg.) 2012: Anpassung an den Klimawandel durch räumliche Planung. Grundlagen, Strategien, Instrumente. EPaper der ARL, Nr. 13. [PDF online verfügbar unter] http://shop.arlnet.de/media/direct/pdf/e-paper_der_arl_nr13.pdf (zuletzt abgerufen am 20.06.2018). S. 106-120.

K

Kommission der Europäischen Gemeinschaft (KOM) [Hrsg.] 2009: Arbeitspapier der Kommissionsdienststellen. Begleitpapier für das Weissbuch Anpassung an den Klimawandel: Ein europäischer Aktionsrahmen. Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit von Menschen Tieren und Pflanzen. Brüssel

Korbel, Josefine und Kurth, Detlef 2018: Klimaanpassung als Aufgabe der Stadtentwicklung. Neue Leitbilder und

Anpassungskonzepte am Beispiel der Region Stuttgart. In: RaumPlanung 184 / 2-2018. S. 17-23.

Köppen, Horn 2008: Demographischer Wandel in Deutschland: Die lokale und regionale Perspektive. Logos. Berlin

Klima.Umwelt&Planung GmbH (K.Plan) 2018: Mikroskalige Modellierung für den Untersuchungsraum „Hagen“. Endbericht. Im Auftrag des Regionalverbands Ruhr (RVR). Bochum

Kunz-Plapp, Tina; Hackenbruch, Julia und Schipper, Janus Willem 2018: Factors of subjective heat stress of urban citizens in contexts of everyday life. In: Natural Hazards and Earth Systems Sciences 16 (4). S. 977-994.

Kunze, Ronald 2012: Klimaschutz und Klimaanpassung. Die Novelle des Baugesetzbuches 2011. In: RaumPlanung 160 / 1-2012. S. 53-57.

Kuttler, Wilhelm 2010: Das Ruhrgebiet im Klimawandel - Bestandsaufnahme und Prognose. In: Essener Unikate - Berichte aus der Forschung und Lehre, 38, Beiträge zur „Ruhr 2010“, S. 40-51. Essen.

L

Landschaftsarchitekturbüro Martina Hoff - Planung Ökologie Freiraum 2015: Spiel- und Freiflächenkonzept Hagen-Wehringhausen. Im Auftrag der Stadt Hagen [Hrsg.]. Essen.

Laurent, Jose Guillermo Cedeño; William, Augusta; Oulhote, Youssef; Zanobetti, Antonella; Allen, Joseph G. und Spengler, John D. 2018: Reduced cognitive function during a heat wave among residents of non-air-conditioned buildings: An observational study of young adults in the summer of 2018. In: PLoS Med 15(7).

Luber, G.E.; Sanchez, C.A. und Conkin, L.M. 2006: Heat Related Death – United States, 1999-2003. In: Morbidity and Mortality Weekly Report 55 (29). S. 796-798.

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) [Hrsg.] 2018: Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg. Karlsruhe.

M

Mäding, Heinrich 2006: Demographischer Wandel als Herausforderung für die Kommunen. In: Gans, Paul; Schmitz-Veltin, Ansgar [Hrsg.] 2006: Demographische Trends in Deutschland: Folgen für Städte und Regionen. Räumliche Konsequenzen des demographischen Wandels Teil 6. Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL). Forschungs- und Sitzungsberichte der ARL 226. Hannover, 2006

Meinshausen, Malte; Smith, S. J.; Calvin, K.; Daniel, J.S.; Kainuma, M. L. T.; Lamarque, J.-F.; Matsumoto, K.; Montzka, S. A.; Raper, S. C. B.; Riahi, K.; Thomson, A.; Velders G. J. M. and Van Vuuren, D.P. P. 2011: The RCP greenhouse gas concentrations and their extension from 1765 to 2300. In: *Climatic Change* (2011) 109, Pp. 213-241.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein- Westfalen (MKULNV NRW) [Hrsg.] 2011: Handbuch Stadtklima. Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel. Düsseldorf.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein- Westfalen (MKULNV NRW) [Hrsg.] 2014: Handbuch Stadtklima – Teil II-Methoden. Düsseldorf. Unveröffentlicht.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV NRW) 2015a: Hochwasserrisikomanagementplanung in NRW - Hochwassergefährdung und Maßnahmenplanung Hagen. Kommunalen Steckbrief zum Hochwasserrisikomanagementplan. Düsseldorf.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV NRW) 2015b: Steckbriefe der Planungseinheiten in den nordrhein-westfälischen Anteilen von Rhein, Weser, Ems und Maas Bewirtschaftungsplan 2018-2021. Oberflächengewässer und Grundwasser Teileinzugsgebiet Rhein/Ruhr. Düsseldorf.

N

Naegel, Gerhard 2010: Kommunen im demografischen Wandel: Thesen zu neuen An- und Herausforderungen für die lokale Alten- und Seniorenpolitik. In: *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie* 2 2010, V. 43. Springer Verlag. S. 98-102.

P

Planersocietät – Stadtplanung, Verkehrsplanung, Kommunikation 2015: Stadt Hagen – Masterplan „Verkehr“ Hagen-Wehringhausen. Im Auftrag der Stadt Hagen [Hrsg.]. Dortmund.

Planquadrat Dortmund GbR Büro für Raumplanung, Städtebau + Architektur 2007: Stadtumbau West: Städtebauliches Entwicklungskonzept Hagen – Oberhagen / Eilpe. Im Auftrag der Stadt Hagen [Hrsg.]. Dortmund.

R

Richter, Matthias und Hurrelmann, Klaus 2009: Gesundheitliche Ungleichheit_ Ausgangsfragen und Herausforderungen. In: Richter, Matthias und Hurrelmann, Klaus [Hrsg.] 2006: Gesundheitliche Ungleichheit. Grundlagen, Probleme, Perspektiven. 2. Auflage. VS. Wiesbaden. S. 13-33.

S

scape Landschaftsarchitekten GmbH 2015: Masterplan – Freiraum Hagen-Wehringhausen. Im Auftrag der Stadt Hagen [Hrsg.]. Düsseldorf. Unveröffentlicht.

Scherber, Katharina 2014: Auswirkungen von Wärme- und Luftschadstoffbelastungen auf vollstationäre Patientenaufnahmen und Sterbefälle im Krankenhaus während Sommermonaten in Berlin und Brandenburg. Dissertation an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät II der Humboldt-Universität zu Berlin.

Scherber, Katharina; Endlicher, Wilfried und Langner, Marcel 2013: Klimawandel und Gesundheit in Berlin-Brandenburg. In: Jahn, H.J.; Krämer, A. und Wörmann, T. [Hrsg.]: Klimawandel und Gesundheit. Internationale, nationale und regionale Herausforderungen und Antworten. Springer. Berlin. S. 25-38

Scholles, Frank 2008: Die verbal-argumentative Bewertung. In: Fürst, Dietrich und Scholles, Frank [Hrsg.] 2008: Handbuch der Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung. 3., vollständig überarbeitete Auflage. Dorothea Rohn. Dortmund.

Schönwiese, Christian-Dietrich 2003: Klimatologie. 2., neu bearbeitete und aktualisierte Auflage. Eugen Ulmer GmbH & Co. KG. Stuttgart.

Stadt- und Regionalplanung Dr. Jansen GmbH 2008: „Soziale Stadt“ – Integriertes Handlungskonzept für den Stadtteil Wehringhausen in Hagen. Im Auftrag der Stadt Hagen [Hrsg.]. Köln

StädteRegion Aachen [Hrsg.] 2012: Gewerbeflächen im Klimawandel. Leitfaden zum Umgang mit Klimatrends und Extremwetter. klimAix – klimagerechte Gewerbeflächenentwicklung in der StädteRegion Aachen.

Stopper, Jochen 2008. Demografischer Wandel und interkommunale Kooperation -Problemwahrnehmungen und Handlungsorientierungen in der Kommunalpolitik. In: Heinelt, H. & Vetter, A. (Hrsg.) 2008: Lokale Politikforschung heute. Verlag für Sozialwissenschaften. Wiesbaden. S. 207-226.

U

Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] 2013a: Natur in der Stadt: Städtische Grünflächen und -räume. Themenblatt: Anpassung an den Klimawandel. Dessau-Roßlau.

Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] 2013b: Handbuch zur Guten Praxi der Anpassung an den Klimawandel. Dessau-Roßlau.

Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] 2015a: Monitoringbericht 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Dessau-Roßlau

Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] 2015b: Umweltgerechtigkeit im städtischen Raum – Entwicklung von praxistauglichen Strategien und Maßnahmen zur Minderung sozial ungleich verteilter Umweltbelastungen. Umwelt & Gesundheit 01/2018. Dessau-Roßlau

Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] 2018a: Klimaanpassung in der räumlichen Planung (Praxishilfe). Starkregen, Hochwasser, Massenbewegungen, Hitze, Dürre. Gestaltungsmöglichkeiten in der Raumordnung und Bauleitplanung. Dessau-Roßlau.

Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] 2018b: Kommunen befähigen, die Herausforderung an den Klimawandel systematisch anzugehen (KoBe). Climate Change 20/2018. Dessau-Roßlau.

Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] 2017: Leitfaden für Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalysen. Empfehlungen der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassung an den Klimawandel der Bundesregierung. Dessau-Roßlau. Verein Deutscher Ingenieure (VDI) 2015: VDI-Richtlinie 3787 Bl. 1: Umweltmeteorologie. Klima- und Lüftungsrichtlinien für Städte und Regionen. Düsseldorf.

W

Wirtschaftsförderung metropol Ruhr GmbH [Hrsg.] 2015: Gewerbliches Flächenmanagement Ruhr. Marktbericht III. Essen.

Rechtsquellen

A

Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) vom 7. August 1996 (BGBl. I S. 1246), das zuletzt durch Artikel 427 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist.

Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) vom 12. August 2004 (BGBl. I S. 2179), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 1 der Verordnung vom 18. Oktober 2017 (BGBl. I S. 3584) geändert worden ist.

B

Baugesetzbuch (BauGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634)

Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 15. September 2017 (BGBl. I S. 3434) geändert worden ist

Bürgerliches Gesetzbuch (BGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. Januar 2002 (BGBl. I S. 42, 2909; 2003 I S. 738), das zuletzt durch Artikel 6 des Gesetzes vom 12. Juli 2018 (BGBl. I S. 1151) geändert worden ist.

E

Energieeinsparverordnung (EnEV) vom 24. Juli 2007 (BGBl. I S. 1519), die zuletzt durch Artikel 3 der Verordnung vom 24. Oktober 2015 (BGBl. I S. 1789) geändert worden ist.

G

Gesetz über das Technische Hilfswerk - THW-Gesetz (THGW) vom 22. Januar 1990 (BGBl. I S. 118), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 11. Juni 2013 (BGBl. I S. 1514) geändert worden ist.

Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. Februar 2010 (BGBl. I S. 94), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 8. September 2017 (BGBl. I S. 3370) geändert worden ist.

Gesetz zur Neuordnung des Brandschutzes, der Hilfeleistung und des Katastrophenschutzes (BHKG) des Landes Nordrhein-Westfalen, vom 17. Dezember 2015.

Grundgesetz (GG) für die Bundesrepublik Deutschland in der im Bundesgesetzblatt Teil III, Gliederungsnummer 100-1, veröffentlichten bereinigten Fassung, das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 13. Juli 2017 (BGBl. I S. 2347) geändert worden ist.

R

Raumordnungsgesetz (ROG) vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2986), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 15 des Gesetzes vom 20. Juli 2017 (BGBl. I S. 2808) geändert worden ist

Richtlinie 96/61/EG des Rates vom 24. September 1996 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung – IVU-Richtlinie. Kodifizierte Fassung: Richtlinie 2008/1/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Januar 2008 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung.

Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik – Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRRL)

Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken – Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (EG-HWRM-RL).

Richtlinie 2014/52/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. April 2014 zur Änderung der Richtlinie 2011/92/EU über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten – UVP-Änderungsrichtlinie

W

Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen - Landeswassergesetz (LWG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 25. Juni 1995. Neu gefasst durch Art.1 des



Änderungsgesetzes vom 08. Juli 2018, in Kraft getreten am 16. Juli 2018.

Wasserhaushaltsgesetz (WHG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771) geändert worden ist.

Z

Zivilschutz- und Katastrophenhilfegesetz (ZSKG) vom 25. März 1997 (BGBl. I S. 726), das zuletzt durch Artikel 2 Nummer 1 des Gesetzes vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2350) geändert worden ist.

Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfall-Verordnung - 12. BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. März 2017 (BGBl. I S. 483), die zuletzt durch Artikel 1a der Verordnung vom 8. Dezember 2017 (BGBl. I S. 3882) geändert worden ist.



Internetquellen

Website DWD: https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/lexikon_node.html



Anhangsverzeichnis

Anhang 1:

Regionalverband Ruhr (2018): Stadtklimaanalyse Hagen.

Anhang 2:

K.PLAN Klima. Umwelt&Planung GmbH (2018):
Mikroskalige Modellierungen für den Untersuchungs-
raum Hagen

Anhang 3:

Ingenieurbüro Reinhard Beck GmbH & Co. KG (2017):
2D-Oberflächenabflussmodell für das Stadtgebiet Ha-
gen. Erläuterungsbericht.