Klimaanpassungskonzept für Recklinghausen

Ruhrfestspielstadt RECKLINGHAUSEN

PROJEKTBERATUNG EPC KOMMUNIKATION

K.PLAN Klima.Umwelt & Planung

Endbericht zum
Klimaanpassungskonzept für Recklinghausen

Förderprojekt
Die Erstellung des Klimaanpassungskonzeptes für die Stadt Recklinghausen ist im Rahmen der Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), vertreten durch den Projektträger Jülich, gefördert worden.

Gefördert durch:
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

NATIONALE KLIMASCHUTZ INITIATIVE

Dr. Monika Steinrücke

K.Plan Klima.Umwelt&Planung GmbH
Steinring 55 | 44789 Bochum

unter Mitarbeit von

Denis Ahlemann, K.Plan
Steffen Schrödter, K.Plan
Dr. Götz Heinrich Loos
Dr. Ulrich Eimer, EPC
Claudia Leifert, EPC
Andreas Meyer (Masterarbeit), Ruhr-Universität Bochum
Birte Trampnau (Bachelorarbeit), Ruhr-Universität Bochum

Bochum
2017

Inhalt

1. Einführung in das kommunale Handlungsfeld „Klimaanpassung“ 1

2. Bestandsaufnahme zur klimatischen Situation in Recklinghausen 7

2.1 Darstellung und Aktualisierung des Klimas in Recklinghausen 7
2.1.1 Auswertung der „Klimaanalyse der Stadt Recklinghausen“ 8
2.1.2 Auswertung der „Fließwegeanalyse der Stadt Recklinghausen“ 11
2.1.3 Die digitale Klimatopkarte von Recklinghausen 13

2.2 Projektionen für die zukünftige Entwicklung des Klimas in Recklinghausen 18
2.2.1 Zukünftige Entwicklung der Lufttemperaturen und der Wärmebelastungen 18
2.2.2 Zukünftige Entwicklung der Niederschlagsverteilung 20
2.2.3 Die zukünftige Klimatopkarte von Recklinghausen auf Grundlage der Klimawandel-Projektionen 21

3. Vulnerabilitäten in Recklinghausen bezüglich des Klimawandels 23

3.1 Abstufung von Belastungsgebieten unter dem Aspekt „Hitze“ 23
3.1.1 Ausweitung der Hitzebelastung im Zukunftsszenario 24
3.1.2 Bevölkerungsdichte als Kriterium der Betroffenheit 25

3.2 Abstufung von Belastungsgebieten unter dem Aspekt „Extremniederschläge“ 28
3.2.1 Gesamtstädtische Fließwegekarte als Folge von Extremniederschlägen 28
3.2.2 Potenzielle Überflutungsbereiche und Vulnerabilitäten als Folge von Extremniederschlägen 29

4. Kommunale Gesamtstrategie zur Anpassung an den Klimawandel 31

4.1 Fallstudien im Stadtgebiet Recklinghausen 31
4.1.1 Fallstudie „Altstadt“ zur Hitzebelastung 31
4.1.1.1 Das Modellgebiet „Altstadt Recklinghausen“ 32
4.1.1.2 Die klimatische Situation im IST-Zustand 38
4.1.1.3 Die klimatische Wirkung von verschiedenen Begrünungsvarianten 41
4.1.1.4 Die klimatische Wirkung von Bewässerungen durch Springbrunnen 55
4.1.1.5 Fazit der Fallstudie „Altstadt“ zur Hitzebelastung 57
4.1.2 Fallstudie „Hillerheide“ – Fließwegeanalysen 60
4.1.2.1 Das Gebiet an der Herner Straße/Werkstättenstraße 60
4.1.2.2 Das Gebiet an der Blitzkuhlenstraße/Alte Grenzstraße 65

4.2 Ablaufschema zur Beachtung von Klimaanpassung bei Planungsprozessen 71
4.2.1 Von der Planung bis zur Genehmigung 74
4.2.2 Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten von Klimaanpassungsmaßnahmen in FN-Plänen und in B-Plänen 83
4.2.3 Hemmnisse und Lösungsansätze 86

4.3 Die „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“ 88
4.3.1 Konfliktpotentiale 89
4.3.2 Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel 92

5. Einbindung von Akteuren und der Öffentlichkeit 99

5.1 Zielgruppen 99

5.2 Kommunikationsstrategie 101

5.3 Die Klimamap Recklinghausen 102
5.3.1 Nutzung der Klimamap 102
5.3.2 Auswertung der Einträge in der Klimamap Recklinghausen 105

5.4 Handlungsempfehlungen zielgruppenspezifischer Öffentlichkeitsarbeit 108

5.5 Bewertung öffentlicher Räume unter dem Aspekt „Klimaanpassung 115

5.6 Der Workshop im Klimaschutzbeirat 119
5.6.1 Inhalte und Ablauf der Veranstaltung 120
5.6.2 Kurzfazit aus der Veranstaltung und der Diskussion 122

5.7 Verstetigung von Klimaanpassung durch Öffentlichkeitsarbeit 122

6. Maßnahmenkatalog zur Anpassung an den Klimawandel 124

6.1 Anpassungsmaßnahmen auf verschiedenen Maßstabsebenen 126

6.2 Maßnahmenplan für die Biotopverbund- und Grünplanung 127

7. Evaluation der Maßnahmen und Controllingkonzept 134

7.1 Aktualisierung der Grundlageninformationen 134
7.1.1 Überwachung der Entwicklung der städtischen Wärmeinsel (permanent) 134
7.1.2 Aktualisierung der Zukunftsprojektionen (alle 2-5 Jahre) 134
7.1.3 Aktualisierung der Klimatopkarte und Fließwegekarte (alle 5-10 Jahre) 135

7.2 Checkliste für Planungsvorhaben 135
7.2.1 Überprüfung von Bauvorhaben auf notwendige Anpassungsmaßnahmen 135

7.2.2 Aktualisierung des Maßnahmenkatalogs zur Anpassung an den Klimawandel 136
7.2.3 Aktualisierung der Belastungsgebiete in der „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“ 136

7.3 Evaluierung der Ziele / Anpassungsmaßnahmen 136
7.3.1 Evaluation von Maßnahmen durch mikroskalige Modellierungen 136
7.3.2 Überprüfung / Aktualisierung von städtischen Zielen 137
7.3.3 Evaluation von Maßnahmen durch Messungen 137

8. Akteursgruppen und ihre Rollen bei der Umsetzung des Klimaanpassungskonzepts Recklinghausen 139

8.1 Zielvorstellung und Einleitung 139

8.2 Bedeutung des eea-plus Prozesses für das Klimaanpassungskonzept 140

8.3 Kurzbeschreibung der umsetzungsrelevanten Zielgruppen 142
8.3.1 Städtische Verwaltungsebene 142
8.3.2 Lokale Akteure und deren Einbettung im gesamtstädtischen Kontext 144
8.3.3 Regionale und überregionale Vernetzungen/ Strukturen 146

8.4 Einbindungs- und Umsetzungsmöglichkeiten der Akteure 149
8.4.1 Nutzung bestehender Strukturen 149
8.4.2 Aktivierung und Ertüchtigung neuer Netzwerke 151

8.5 Aufbau langfristiger Kooperationen und damit Verstetigung des Themas 154

Literaturverzeichnis 155

Anlagen:

- Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen
- Katalog der Maßnahmensteckbriefe zur Klimaanpassung

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1	Sinnvolle Zusammensetzung der Berücksichtigung von Pflanzensippen im Rahmen von Klimaanpassungskonzepten für städtische Räume	6
Abb. 2.1	Realnutzungskarte der Stadt Recklinghausen	8
Abb. 2.2	Lufttemperaturverteilungskarte der Stadt Recklinghausen (relative nächtliche Lufttemperaturen in 2 m Höhe bei Strahlungswetterlagen)	9
Abb. 2.3	Infrarotkarte für das Recklinghäuser Stadtgebiet (Oberflächentemperaturen der Tagsituation, Aufnahme Landsat 5 vom 04.06.2010)	10
Abb. 2.4	Ergebnisse der Fließwegeanalyse in Recklinghausen (Gesamtübersicht der Wasserstände) (Quelle: dr. papadakis 2015)	11
Abb. 2.5	Ergebnisse der Fließwegeanalyse in Recklinghausen (Gesamtübersicht der Geschwindigkeiten) (Quelle: dr. papadakis 2015)	12
Abb. 2.6	Ablauf zur Berechnung der Klimatope im Stadtgebiet von Recklinghausen	14
Abb. 2.7	Digitale Klimatopkarte der Stadt Recklinghausen	15
Abb. 2.8	Änderungen der Erdoberflächentemperatur für das frühe und späte 21. Jahrhundert im Vergleich zum Zeitraum 1980–1999 als Ergebnis von Multimodell-Mittel-Projektionen für das A1B-Szenario, gemittelt über die Jahrzehnte 2020–2029 und 2090–2099 (aus IPCC 2007)	18
Abb. 2.9	Zukünftige Entwicklung der Lufttemperaturverteilung (Hupfer 2006)	19
Abb. 2.10	Zukünftige Entwicklung der Stark- und Extremniederschlagsereignisse (Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen (FiW e.V.)	21
Abb. 2.11	Die Klimatopkarte von Recklinghausen im Zukunftsszenario	22
Abb. 3.1	Areale mit einer potentiellen Hitzebelastung im IST-Zustand	24
Abb. 3.2	Ausweitung der Stadt- und Innenstadtklimatope in Recklinghausen im Zukunftsszenario	25
Abb. 3.3	Karte der Hitzevulnerabilität aufgrund der Bevölkerungsstruktur und der anfälligen Infrastrukturen in Recklinghausen	26
Abb. 3.4	Potentieller Überflutungsbereich: Unterführung Maybachstraße	29
Abb. 3.5	Karte der wassergefährdeten Flächen als Folge von Extremniederschlägen in Recklinghausen	30
Abb. 4.1	„Design-Bäume“ auf dem Marktplatz in Recklinghausen (Foto: K.PLAN)	31
Abb. 4.2	Modellgebiet „Altstadt Recklinghausen“ (Google Inc. 2016)	32
Abb. 4.3	Werteskala PMV Grobeinteilung (ENVI-met GmbH 2016)	33
Abb. 4.4	Modelldatei Ist-Zustand der Altstadt Recklinghausen (eigene Darstellung mit ENVI-met)	36
Abb. 4.5	Modelldatei Ist-Zustand der Altstadt Recklinghausen 3D-Ansicht (eigene Darstellung mit ENVI-met)	36
Abb. 4.6	Lufttemperaturverteilung in 2 m Höhe um 15:00 Uhr als Ergebnis der Simulation des Ist-Zustandes im Modellgebiet „Altstadt Recklinghausen“	38
Abb. 4.7	Lufttemperaturverteilung in 2 m Höhe um 23:00 Uhr als Ergebnis der Simulation des Ist-Zustandes im Modellgebiet „Altstadt Recklinghausen“	39
Abb. 4.8	PMV-Werte (65jährige) in 2 m Höhe um 16:00 Uhr als Ergebnis der Simulation des Ist-Zustandes im Modellgebiet „Altstadt Recklinghausen“	40

Abb. 4.9	Acer campestre (Winter, C. 2015)	42
Abb. 4.10	Acer platanoides „Columnare" Typ 1, 2, 3 (Winter, C. 2015)	42
Abb. 4.11	ENVI-met – Modell der Begrünungsvariante 1	43
Abb. 4.12	Lufttemperaturvergleich [K] um 16:00 Uhr: Variante 1 (niedriger Aufwand) minus Ist-Zustand	44
Abb. 4.13	Lufttemperaturvergleich [K] um 23:00 Uhr: Variante 1 (niedriger Aufwand) minus Ist-Zustand	45
Abb. 4.14	Vergleich PMV-Werte um 16:00 Uhr: Variante 1 (niedriger Aufwand) minus Ist-Zustand	46
Abb. 4.15	Modell der Begrünungsvariante 2	46
Abb. 4.16	Lufttemperaturvergleich [K] um 23:00 Uhr: Variante 2 (mittlerer Aufwand) minus Ist-Zustand	47
Abb. 4.17	Vergleich PMV-Werte um 16:00 Uhr: Variante 2 (mittlerer Aufwand) minus Ist-Zustand	48
Abb. 4.18	ENVI-met – Modell der Begrünungsvariante 3	49
Abb. 4.19	Vergleich PMV-Werte um 16:00 Uhr: Variante 3 (hoher Aufwand) minus Ist-Zustand	50
Abb. 4.20	Lufttemperaturvergleich [K] um 23:00 Uhr: Variante 3 (hoher Aufwand) minus Ist-Zustand	51
Abb. 4.21	ENVI-met – Modell der Begrünungsvariante 4 (Dach- und Fassadenbegrünung)	51
Abb. 4.22	Detailausschnitt aus dem Modell der Variante 4 (Dach- und Fassadenbegrünung)	52
Abb. 4.23	Vergleich PMV-Werte um 16:00 Uhr: Variante 4 (Dach- und Fassadenbegrünung minus Ist-Zustand	53
Abb. 4.24	Lufttemperaturvergleich [K] um 23:00 Uhr: Variante 4 (Dach- und Fassadenbegrünung) minus Ist-Zustand	54
Abb. 4.25	Lufttemperaturvergleich [K] um 23:00 Uhr: Variante 4 (Dach- und Fassadenbegrünung) minus Ist-Zustand im Ost-West-Vertikalschnitt durch das Modellgebiet	54
Abb. 4.26	Springbrunnen – Feld am Neumarkt	55
Abb. 4.27	Lufttemperaturverteilung in 2 m Höhe um 12:00 Uhr als Ergebnis der Simulation des Ist-Zustandes im Modellgebiet „Altstadt Recklinghausen"	56
Abb. 4.28	Lufttemperaturverteilung in 2 m Höhe um 12:00 Uhr als Ergebnis der Simulation der Springbrunnen-Variante im Modellgebiet „Altstadt Recklinghausen"	56
Abb. 4.29	Lufttemperaturvergleich [K] um 12:00 Uhr: Springbrunnen-Variante minus Ist-Zustand	57
Abb. 4.30	Untersuchungsraum (GeobasisNRW 2016, ergänzt)	60
Abb. 4.31	Darstellung der Fließwege und Senken im Untersuchungsraum 1 mit Markierungen der Einfahren (eigene Bearbeitung, DGK:1 .10.000 vom RVR 2011)	61
Abb. 4.32	Fließrichtungen auf der Grünfläche und Versiegelung im Innenhof (eigene Aufnahme 2016, ergänzt)	62
Abb. 4.33	Blick auf die Kellereingänge des Gebäude an der Werkstättenstraße (eigene Aufnahme 2016, ergänzt)	63
Abb. 4.34	Kellerfenster und Einfahrt am Christopherusweg (eigene Aufnahme 2016, ergänzt)	64
Abb. 4.35	Blick auf die Innenhoffläche und Tiefgaragen am Christopherusweg (eigene Aufnahme 2016, ergänzt)	64
Abb. 4.36	Luftbild der Fläche des zweiten Fallbeispiels (Bezirksregierung Köln, GeobasisNRW 2016, ergänzt)	65

Abb. 4.37	Darstellung der Fließwege und Senken im zweiten Untersuchungsraum (eigene Bearbeitung, DGK:1 .10.000 vom RVR 2011)	66
Abb. 4.38	Fließweg auf der Philipp-Reis-Straße (eigene Aufnahme 2016, ergänzt)	67
Abb. 4.39	Einstaufläche im Wendekreis der Philipp-Reis-Straße und weiteres Vordringen des Wassers (eigene Aufnahme 2016, ergänzt)	68
Abb. 4.40	Blick auf die Vorderseite der nördlichen Halle (Leeuw Kunststoffe GmbH 2016, ergänzt)	69
Abb. 4.41	Hinterhof des südlichen Gebäudes (eigene Aufnahme 2016, ergänzt)	69
Abb. 4.42	Ablaufschema zur Integration der „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“ in die Planungsprozesse der Stadt Recklinghausen	72
Abb. 4.43	Übersicht der planerischen Steuerungsinstrumente nach Planungsebenen, (MUNLV 2010, in Anlehnung an Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Stadtplanung und Stadterneuerung, in: VDI RL 3785, Blatt 1 2008)	75
Abb. 5.1	Übersicht der lokalen Zielgruppen für die Öffentlichkeitsarbeit des Klimaanpassungskonzepts (Quelle: EPC)	100
Abb. 5.2	Die Klimamap Recklinghausen im Überblick	103
Abb. 5.3	Ausschnitt aus der Klimamap Recklinghausen	103
Abb. 5.4	Dropdown-Menü der Klimamap Recklinghausen	104
Abb. 5.5	Legende der Klimamap Recklinghausen	105
Abb. 5.6	Verteilung der Einträge in die Klimamap Recklinghausen auf die verschiedenen Themenfelder	106
Abb. 5.7	Herkunft der Einträge in die Klimamap Recklinghausen	108
Abb. 5.8	Fachakteure - Zusammenspiel verschiedener Öffentlichkeitsarbeitsformate und beispielhafte Beteiligung von thematischen Akteursgruppen/ Netzwerken (Quelle: EPC)	114
Abb. 5.9	Bürgerbeteiligung – Beispielhafter Ablauf einer Bürgerbeteiligung mit verschiedenen Formaten der Öffentlichkeitsarbeit (Quelle: EPC)	115
Abb. 5.10	Maßnahmen zur Klimaanpassung bei der Raumgestaltung (Quelle: EPC)	116
Abb. 5.11	Arbeit in den Diskussionsgruppen	120
Abb. 5.12	Ergebnisse der Arbeitsgruppen	121
Abb. 5.13	Liste zur Überprüfung bisheriger Einflussnahme durch die Öffentlichkeitsarbeit	123
Abb. 6.1	Nahezu vegetationsfreie Fläche hinter dem Palais Vest	132
Abb. 6.2	Willy-Brandt-Park im nordwestlichen Teil der Altstadt Recklinghausen	133
Abb. 6.3	Verschiedene Gestaltungen von Parkplatzflächen in Recklinghausen	133
Abb. 7.1	Controllingkonzept für die Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen in Planungsprozesse der Stadt Recklinghausen	138
Abb. 8.1	Prozess eea-plus im Abgleich mit Inhalten, die man aus dem Klimaanpassungskonzept nutzen kann (Quelle: European Energy Award – bearbeitet durch EPC)	141
Abb. 8.2	Eingebundene Fachbereiche in vergangene Klimaschutzaktivitäten und potenzielle Klimaanpassungsprozesse (Quelle: Stadt Recklinghausen, angepasst durch EPC)	150
Abb. 8.3	Entscheidungsbaum zur Erfassung und Einordnung weiterer Akteursgruppen (Quelle: EPC)	153

Tabellenverzeichnis

Tab. 4.1	Werteskala PMV Feineinteilung	33
Tab. 4.2	Werte der PMV-Variablen für die Simulationen des Ist-Zustandes und der Varianten	34
Tab. 4.3	Baumarten für die Modellierungen mit ENVI-met im Ist-Zustand/ Begrünungsvarianten	35
Tab. 4.4	Basiseinstellungen der Modellierung mit ENVI-met für Ist-Zustand/ Varianten im Untersuchungsgebiet Altstadt Recklinghausen	37
Tab. 4.5	Meteorologische Ausgangswerte für die ENVI-Met – Simulationen im Modellgebiet Altstadt Recklinghausen	37
Tab. 4.6	Verwendete Baumarten und Größen in den Begrünungsvarianten 1 – 3	42
Tab. 4.7	Kosteneinschätzung von möglichen Vorsorgemaßnahmen (Anmerkung: geschätzte Kosten ohne Berücksichtigung der Arbeitskosten)	70
Tab. 4.8	Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel in Flächennutzungs- und Bauleitplänen	84
Tab. 5.1	Übersicht der Öffentlichkeitsarbeitsinstrumente geteilt nach internen und externen Maßnahmen aus Sicht der Stadtverwaltung sowie Einordnung nach Information, Beteiligung und Kooperation (Quelle: EPC).	109
Tab. 5.2	Maßnahmen zur Klimaanpassung bei der Raumgestaltung	117
Tab. 5.3	Ablauf der Veranstaltung	120
Tab. 6.1	Aufbau der Steckbriefe zur Klimaanpassung	124
Tab. 8.1	Relevante Akteure für das Klimateam (Quelle: European Energy Award – bearbeitet durch EPC)	140
Tab. 8.2	Klimaanpassungsrelevante Organe der Stadt und beispielhafte Zuweisungen von Klimaanpassungs-themen	142
Tab. 8.3	Überblick lokal vorhandener Akteursgruppen/ Netzwerke in Recklinghausen, mit inhaltlicher Zuordnung von Maßnahmenbereichen für Klimaanpassungsprozesse (Copyright Icons: EPC)	145
Tab. 8.4	Regionale/ überregionale Akteursgruppen für Klimaanpassungsprozesse nach Maßnahmenbereichen	147
Tab. 8.5	Mögliche Akteure für das kommunale Klimateam in Recklinghausen (In Anlehnung an den eea-plus Prozess)	151
Tab. 8.6	Vorschläge zur Aktivierung und Ertüchtigung neuer Netzwerke	152

1. Einführung in das kommunale Handlungsfeld „Klimaanpassung“

Während der Klimaschutz seit vielen Jahren fester Bestandteil der Kommunalpolitik in Nordrhein-Westfalen ist und zahlreiche Städte und Gemeinden eigene Klimaschutzziele und Klimaschutzstrategien haben, beginnt man auf der kommunalen Ebene erst langsam damit, sich auf die nicht mehr abwendbaren Folgen des Klimawandels einzustellen.
Anpassung an den Klimawandel ist bisher oft nur ein Randthema. Allerdings kann die Notwendigkeit der Klimawandelanpassung bereits heute aus dem kommunalen Alltag nicht mehr ausgeblendet werden. Die den Lebensalltag beeinflussenden Veränderungen des Klimas gehen mit erheblichen Belastungen und Risiken einher. Insbesondere ältere Menschen, die aufgrund des demographischen Wandels bald einen großen Teil der Gesamtbevölkerung ausmachen werden, aber auch Säuglinge, Kleinkinder und Kranke leiden verstärkt unter langen Hitzeperioden oder größeren Temperaturschwankungen. Überschwemmungen infolge von Starkregen bedrohen zudem die Infrastruktur wie beispielsweise die Kanalisation, Straßen und Versorgungsleitungen und können in kurzer Zeit zu katastrophalen Situationen führen.
Dort, wo Menschen eng zusammenleben und eine funktionierende Infrastruktur sehr wichtig ist, steigt die Anfälligkeit für Störungen durch Wetterereignisse, die Risiken und Gefährdungen sind dort besonders ausgeprägt. Daher kommt insbesondere in den Städten und Stadtregionen der vorsorgenden Planung und der Durchführung von präventiven Maßnahmen eine große Bedeutung zu. Im Mittelpunkt steht dabei, die zu erwartenden Folgen des Klimawandels in ihren Wirkungen abzumildern.
Die kommunalen Handlungsfelder zur Klimaanpassung umfassen neben organisatorischen vor allem planerische und bauliche Maßnahmen insbesondere für folgende Problemkreise:

- **Überhitzung in verdichteten Stadtteilen**
- **Überflutungsgefahr durch Starkregenereignisse**

Immer mehr Kommunen beginnen damit, sich mit Fragen der Klimawandelanpassung zu beschäftigen. Durch einen kontinuierlichen **Wissensaustausch** zwischen der Forschung und der Praxis sowie Politik und Bevölkerung muss das Risikobewusstsein gefördert und die Akzeptanz für Maßnahmen gesichert werden (MUNLV 2010).

Der Klimawandel betrifft auch Recklinghausen. Nicht der mittlere globale Temperaturanstieg von rund 2 bis 4 Kelvin (Temperaturänderungen werden in Kelvin angegeben, Schrittweite entspricht der °C-Skala) in den nächsten 50 bis 100 Jahren ist von Bedeutung für Klimaanpassungsmaßnahmen, sondern die aus der Verschiebung der Temperaturverteilung resultierende zunehmende Hitzebelastung in den Innenstädten. Neben einem starken Anstieg der Anzahl der Sommertage ($T \geq 25$ °C) und der Tropennächte, in denen die Temperaturen nicht unter 20 °C sinken, fällt der extrem hohe Anstieg der Anzahl der Heißen Tage mit Lufttemperaturen über 30 °C ins Gewicht. Während in den vergangenen 100 Jahren die Anzahl schon um rund 150 % angestiegen ist, kommt in den nächsten 50 Jahren nochmal ein Anstieg von über 200 % dazu. Damit kann im Zukunftsszenario 2051-2060 während sommerlicher Hitzeperioden der heute schon bis zu 8 Kelvin betragende Temperaturunterschied zwischen dem Freiland und den hoch versiegelten Stadtgebieten nochmal um 3 oder mehr Kelvin zunehmen.
Bei einer nur geringen Erhöhung der Gesamtniederschläge ist seit über 100 Jahren eine Zunahme an Tagen mit Starkregen ab 20 mm zu erkennen. Dies wird sich laut der Klimaprojektionen für die nächsten 50 bis 100 Jahre noch verstärken. (Quelle: Daten der Ludger-Mintrop-Stadtklimastation Bochum)

Die Stadt Recklinghausen engagiert sich gemeinsam mit zahlreichen Akteuren seit längerem im Bereich Stadtklima und im allgemeinen Klimaschutz. Mit der „Klimaanalyse Stadt Recklinghausen“, die 2011 vom Regionalverband Ruhr erstellt wurde, liegt eine sehr gute Datenbasis für weitere Untersuchungen vor. Die Klimafunktionskarte ermöglichte Rückschlüsse auf den klimatischen Belastungsgrad und das Entwicklungspotential von Flächen und bildete somit eine wichtige Beurteilungsgrundlage für die Bauleitplanung. Seinerzeit stand noch nicht der allgemeine Klimawandel mit seinen vielschichtigen Auswirkungen im Mittelpunkt, sondern es ging vorrangig allein um stadtklimatische Auswirkungen unter statischen Voraussetzungen. Die Klimaanalyse wird durch eine Fließwegeanalyse aus dem Jahr 2015 ergänzt. Im Rahmen der Datenaufbereitung für das Kooperationsmodul ZUGABE („Zukunftschancen ganzheitlich betrachten“) der Emschergenossenschaft wurde von der dr. papadakis GmbH eine dynamische Fließwegeanalyse für das Stadtgebiet von Recklinghausen durchgeführt. Seit 2012 hat die Stadt Recklinghausen ein integriertes Klimaschutzkonzept. Der Klimaschutzbeirat (KSB) Recklinghausen begleitet die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes und berät zudem zu allen Maßnahmen, die der Anpassung an den Klimawandel dienen.
Aus diesen vorhandenen gesamtstädtischen Untersuchungen zusammen mit einigen räumlich begrenzten Teilvorhaben wurde der Blick auf die Gesamtstadt Recklinghausen erweitert. All diese Vorarbeiten werden durch das Klimaanpassungskonzept aufgegriffen und auf ein breiteres analytisches Fundament gestellt. Das gesamte Stadtgebiet wurde analytisch erfasst, um auf dieser Basis Handlungsempfehlungen zu entwickeln.

Durch Anpassungsmaßnahmen sollten bestehende Lebensräume verbessert und erhalten bleiben. Eine angepasste **Landbewirtschaftung** sollte schädliche Nutzungseinflüsse auf das Klima (z. B Erosion, Strömungsveränderungen) vermeiden. Ein Anteil der Grünlandbewirtschaftung sollte extensiv betrieben werden. Im Stadtgebiet von Recklinghausen dienen die landwirtschaftlich genutzten Flächen durch Produktion von frischer, kühler Luft auch der Abmilderung von stadtklimatischen Belastungen. Der Erhalt und die Vernetzung von Grünflächen spielt deshalb auch in kommunalen Anpassungskonzepten eine herausragende Rolle.
Der **Tourismus** in der Region Recklinghausen muss als nicht klimasensibel angesehen werden und bedarf bei der Entwicklung von Anpassungskonzepten für die Stadt keiner weiteren Beachtung.

Ganz anders sieht es für Recklinghausen in den kommunalen Handlungsfeldern der **Stadtplanung, der kommunalen Infrastruktur, der Grünflächenentwicklung und der Gesundheit** aus. Insbesondere die großen Städte und Ballungszentren stehen vor großen Herausforderungen. Hier sind einige Folgen des Klimawandels deutlicher zu spüren als anderswo. In städtischen Gebieten mit hoher Bevölkerungs- und Bebauungsdichte liegen die durchschnittlichen Temperaturen bereits heute höher als im unbebauten Umland. Hier wird man in Zukunft damit rechnen müssen, stärker als andere Gebiete von steigenden Temperaturen betroffen zu sein. Auch sind die Auswirkungen von zunehmenden Starkregenereignissen in dicht bebauten Gebieten wegen des höheren Versiegelungsgrades oftmals gravierender und die Schäden meist höher als außerhalb der Städte. Aus diesen Gründen müssen sich Städte und Ballungszentren zwangsläufig verstärkt auf die Anpassung an die Folgen des Klimawandels einstellen (MUNLV 2010). Auch der Städtebau der Zukunft kann nicht auf Baukörper, befestigte Straßen und Plätze verzichten. Da bei einem nachhaltigen Stadtumbau mit langwierigen Prozessen gerechnet werden muss, müssen rechtzeitig, das heißt jetzt Maßnahmen getroffen werden, um die Anfälligkeit von Mensch und Umwelt gegenüber den Folgen des Klimawandels zu verringern. Dabei wirken sich die Effekte von Anpassungsmaßnahmen unmittelbar „vor Ort“ positiv aus (MUNLV 2010).

Heutiger **Naturschutz** muss den Klimawandel bei der Entwicklung von Anpassungskonzepten einbeziehen. Die Auswirkungen des Klimawandels auf Tiere, Pflanzen und Lebensräume lassen sich auch in NRW nachweisen. Beispielsweise beginnt die Blüte deutlich früher als noch vor 30 Jahren. Ebenso verändern Zugvögel ihr Verhalten. Es gibt Arten, die deutlich länger in unserer Region bleiben, andere ziehen früher weiter. Manche wärmeliebenden Pflanzen- und Tierarten wandern von Süden ein und stehen z. T. in Konkurrenz zu den bisher heimischen Arten. So können sich die Lebensräume von Pflanzen und Tieren durch den Klimawandel verändern, sowohl in Richtung Ausweitung wie auch zu einer Verkleinerung des Lebensbereichs (MUNLV 2009).
Bekannt in ihren wesentlichen Zügen sind inzwischen die Auswirkungen des globalen Klimawandels auf die Vielfalt der Organismenarten bzw. Organismensippen – im Folgenden meist kurz als **Biodiversität** bezeichnet, obwohl der Begriff im strengen Sinne weitere Aspekte umfasst, u.a. die Organvielfalt der Organismen (vgl. u.a. Secretariat of the Convention of Biological Diversity, CBD). Eingeschlossen ist bei der hier verwendeten Umgrenzung aber auch die genetische Vielfalt, also die innerartliche Variation bzw. genetische Variabilität der Arten, weshalb besser von Sippen als von Arten zu sprechen wäre. Der Umfang des prognostizierten Artenrückgangs hauptsächlich aufgrund von Biotopveränderungen unter schnellerer Temperaturzunahme als zuvor (bei natürlichen Erwärmungen) ist erschreckend, wenn auch genaue Prognosen ein Wagnis darstellen (vgl. Thomas & al. 2004, Moritz & Agudo 2013, Diffenbaugh & Field 2013, Urban 2015). Die Auswirkungen auf *sämtliche* Arten oder die innerartliche Variation im Einzelnen sind allerdings bei Weitem noch nicht untersucht. Dennoch zeichnen sich eindeutige Tendenzen im Arteninventar von Gebieten deutlich ab, so beispielsweise die Ausbreitung von wärmeliebenden (thermophilen) Organismen.

Genauer stellt sich der Status quo folgendermaßen dar: Grundsätzlich muss zunächst davon ausgegangen werden, dass bei der Verwendung gebietsfremder Pflanzenarten Verwilderungen auftreten, die schadhaft invasiv sein können, d.h. Konkurrenz und Verdrängungseffekte auf gefährdete heimische Arten ausüben. Folglich sind Gefährdungen möglich, deren Bedeutungsgrad noch gar nicht abschätzbar ist, z. B. ungünstige Wirkungen auf die Fauna. Die Wirkungszusammenhänge sind häufig noch nicht abschließend gesichert abgeklärt. Als wichtige Beispiele zu nennen sind zum einen das „Hummelsterben“ vor allem unter Silber-Linden (aber auch weiteren Linden und Trompetenbäumen), zum anderen eine monokulturelle Vereinheitlichung des Pflanzgut-Arteninventars ohne Berücksichtigung der örtlichen Spezifika.
Begrünungsflächen sind meist Extremstandorte (z. B. geschotterte oder versiegelte Flächen mit extremen Klima- und Bodenverhältnissen) mit besonders angepassten Pflanzenarten. Diese spontan sich ansiedelnden Arten sind seit Jahrhunderten an die speziellen Standortbedingungen vor Ort angepasst und es zeigt sich auch eine Dynamik, nämlich der Rückgang und die Ausbreitung von Arten im Laufe der Zeit – so wie sich derzeit Wärmezeiger unter den Pflanzen ausbreiten, besonders an städtischen Standorten. Dabei liegt eine Mixtur aus einheimischen Arten, den Altaufgetretenen (Archäophyten) und invasiven Arten, den Neuaufgetretenen (Neophyten), vor. Nicht unbedingt selten treten einerseits seltene und gefährdete Arten an städtischen Biotopen auf, andererseits sind bestimmte städtische Biotope besonders artenreich. Die Studien von Beinde & al. (2015) und Ceplova & al. (2016) zeigen, dass ein Mosaik aus möglichst vielen verschiedenen Biotopen wie auch vorherrschend bestimmte Biotope (namentlich Brachen, Parks, begrünte Dächer, Innenhöfe, Kleingärten) für die Pflanzenartendiversität in Städten verantwortlich sind.

Im Wesentlichen lassen sich hier folgende vornehmliche Problemfelder erkennen, auf die kommunale wie auch suprakommunale Institutionen reagieren sollten (Generelles und Umfassendes zur Gesamtproblematik und Lösungsmöglichkeiten siehe auch bei ICLEI & al. o. J.).

1. *Arten bzw. Sippen, die auf den Klimawandel mit Rückgang oder Aussterben reagieren*:
Hierbei handelt es sich in vielen Fällen um Organismen mit speziellen Anpassungen oder spezifischen Anforderungen an den Lebensraum, z. B. solche, die charakteristisch für klimatisch ozeanisch geprägte, Gebirgs- oder nordische (boreale) Lebensräume sind (z. B. Moor- und Heidearten). Hinzu treten grundsätzlich alle Biotope, die eine Wasserabhängigkeit beinhalten – entweder was das Grundwasser oder die Luftfeuchtigkeit der Lebensräume anbelangt. Neuere Studien zeigen allerdings auch, dass Artengruppen, von denen zumindest ein Teil als häufig und wenig anspruchsvoll gilt, vom Klimawandel stärker betroffen sind als bislang vermutet (so eine Studie von Kerr & al. 2015 über Hummeln). Welche Schutz- oder Anpassungsmaßnahmen für entsprechende Arten und Lebensräume getroffen werden können, ist hier ganz besonders stark vom Einzelfall abhängig und kann kaum generalisierend diskutiert werden. Grundsätzlich können spezielle Arten- und Biotopschutzpläne für die individuell betroffenen Arten und Biotope erarbeitet und umgesetzt werden, die sehr viel spezieller zugeschnitten sein sollten als Biotopmanagementpläne (vgl. u.a. Vedel et al. 2008).

2. *Arten bzw. Sippen, die auf den Klimawandel mit Ausbreitung reagieren*:
Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um wärmeliebende Arten (oder innerartliche Sippen), die derzeit eine Ausbreitung erfahren; bei Insekten lässt eine deutliche Zunahme von mediterranen (mittelmeerischen) Arten in den klimatisch gemäßigten Gebieten konstatieren, bei Blütenpflanzen fällt die Zunahme von generell subtropisch bis tropisch verbreiteten Arten auf, die zusätzlich noch durch die Zunahme bestimmter Anbauformen (vor allem von Mais als Energieträger) und die anhaltende Versiegelung von Flächen (in Siedlungsbereichen) gefördert werden. Bei starker Ausbreitung kann von Bioinvasionen gesprochen werden, wobei das Schadpotenzial solcher Arten auf Ökosysteme, altansässige bzw. heimische Organismenarten (vor allem durch Konkurrenz bzw. Verdrängungseffekte) und die menschliche Gesundheit sowie Bau- und Unterhaltungstechnik im Auge behalten werden muss. Invasive Arten werden nach § 7 (2) Nr. 9 BNatSchG als solche definiert, bei denen solche schädigenden Auswirkungen auftreten. Wissenschaftlich ist eine solche Festlegung umstritten, denn zwischen großflächiger Ausbreitung und Schadwirkungen muss ein solcher ökologischer Sprung von entsprechenden Arten zunächst bewältigt werden, es sollte folglich besser explizit bei schädigenden Organismen von „invasiven Schadarten“ (bzw. „invasiven Schadsippen“) gesprochen werden (Loos, in Vorbereitung). Meist wird zudem betont, dass es sich um „gebietsfremde invasive Arten“ (international: IAS = „invasive alien species“) handelt. Dabei wird übersehen, dass auch heimische Arten aufgrund veränderter Umweltbedingungen zu invasiven Ausbreitungen neigen können. Zu letzteren zählen z.B. die Große Brennnessel, *Urtica dioica*, infolge der Überdüngung der Landschaft oder – zumindest örtlich – das Jakobs-Greiskraut, *Jacobaea vulgaris* (syn. *Senecio jacobaea*) wegen anbautechnischer Veränderungen in der Landwirtschaft; letztgenannte Art birgt wegen ihrer giftigen Inhaltsstoffe (Pyrrolizidine) zudem eine besondere Brisanz, ist also klar als Schadart besonders auch für den Menschen und seine Nutztiere einzustufen. Grundsätzlich breiten sich aber auch heimische Arten mit tendenziell wärmeliebender Verbreitung aus: Hierbei sind vor allem zahlreiche einjährige Blütenpflanzenarten (Therophyten) in den Siedlungsräumen zu nennen, die vorwiegend in Pflasterfugen vermehrt auftreten und natürlicherseits in Trockenbiotopen wie Felsrasen, Sandfluren, Schotterbänken u.ä. vorkommen.

3. ***Arten bzw. Sippen, die durch den Klimawandel individuell geschädigt werden*****:**
Prinzipiell handelt es sich hierbei vielfach um eine Vorstufe des unter 1. erläuterten Problemfeldes. Allerdings überleben viele Arten, insbesondere Pflanzen, die klimatischen Veränderungen vermutlich doch, aber in herabgesetzter Vitalität, d.h. mit Wuchseinbußen oder Schädigungen (z.B. Absterben von Teilen der Individuen). Es können sich zudem Anpassungen auf evolutionärer Ebene ergeben, so dass nur bestimmte Typen innerhalb der Variabilität der Arten den Klimawandel in vitaler Form überstehen, während andere kränkeln oder ganz verschwinden. Grundsätzlich ist dieses Problemfeld in Siedlungsräumen von erheblicher Bedeutung, weil subvitale, in Teilen absterbende Pflanzen durchaus ein Sicherheitsrisiko für Bevölkerung und Infrastrukturen darstellen können, z.B. durch herabfallende abgestorbene Äste oder Stammpartien bei Bäumen.

4. ***Abhängigkeit des menschlichen Wohlbefindens und seiner Gesunderhaltung von Biodiversitätsänderungen durch den Klimawandel*****:**
Gemeint sind hier nicht die Auswirkungen von invasiven Schadarten, wie sie unter 2. genannt wurden oder die unter 3. erwähnten möglichen Risiken, sondern die Wirkungen, die durch entsprechende Arten bzw. Sippen (Pflanzen) als Schattenspender und Luftkühler (im Hinblick auf die *thermische Komponente* des Klimas nach Mayer 1992), Schadstoff- und Staubfänger bzw. -filter (hinsichtlich der *lufthygienischen Komponente* des Klimas nach Mayer 1992) sowie belebende Elemente erzielt werden (eine Gesamtübersicht der Eigenschaften städtischen Grüns siehe bei Matzarakis 2008). Dieser Aspekt spielt besonders in Siedlungsräumen eine vorrangige Rolle, wo eine besonders starke (weitere) Aufwärmung erwartet werden kann. Eine Zusammenstellung nahezu aller bedeutenden Effekte der städtischen Wärmeinsel auf die Biodiversität findet sich bei Kowarik (2011). Die betreffenden Biodiversitätselemente (fast stets Gehölze) sind in der Regel nicht natürlich, sondern durch Pflanzung eingebracht worden und haben sich aus klimatischer Hinsicht aufgrund der bisherigen Bedingungen (meist) bewährt, müssen aber vor dem Hintergrund des Klimawandels auf den Prüfstand gestellt werden. Neben der Erwärmung kommen weitere Aspekte hinzu, die mit dem Klimawandel einher gehen, so vor allem ein höheres Potenzial an Stürmen und zeitlich begrenzten, aber sehr ausgeprägten Starkniederschlägen, eventuell auch eine größere Amplitude an Temperaturschwankungen über den Jahresverlauf. Das Spektrum an solchen Arten und innerartlichen Sippen, die bei Begrünungsmaßnahmen in den Siedlungen verwendet wurde, umfasst ein breit gefächertes Inventar, das von heimischen Waldbäumen und Heckensträuchern bis hin zu gärtnerisch generierten Sorten gebietsfremder bis geradezu exotischer Gehölzarten reicht. Aufgrund der sich ändernden klimatischen Rahmenbedingungen kann nun der Biotop- und Artenschutz bei Begrünungen eine eminentere Position einnehmen, nicht zuletzt, weil die Bedeutung von Siedlungsgebieten für diesen mittlerweile erkannt wurde und die Artenvielfalt insgesamt schon jetzt oftmals von der Vielfalt an urbanen Biotopen profitiert. Hingegen ist außerhalb durch die hochgradig intensivierte Landwirtschaft bisweilen keine Überlebensmöglichkeit für viele Arten gegeben. Freilich muss der Mensch bei diesem Problemfeld im Zentrum der Betrachtung bleiben und es müssen Möglichkeiten gefunden werden, zusätzlich dem Biodiversitätsschutz in gewissem Umfang gerecht zu werden. Über die konkrete lufthygienische Wirksamkeit von Pflanzensippen auf spezifischer Ebene im städtischen Raum sind erst sehr rudimentäre Kenntnisse vorhanden, wenn auch an diesem Themenfeld intensiver gearbeitet wird (siehe u.a. zur Feinstaubbindung die Arbeit von Weber & al. 2014).

Die Problemräume, an denen Kommunen in erster Linie – direkt im öffentlichen Raum, indirekt durch Einwirkung auf private Räume – ansetzen können, sind folglich die Siedlungen, weil sie bei extremen

Witterungsverhältnissen die Rückzugsgebiete für den Menschen darstellen und ihm grundsätzlich günstige Lebensbedingungen bieten müssen. Sie sollen daher im Zentrum der vorliegenden Betrachtung stehen. Entsprechend ist die Begrünung der ausschlaggebende Faktor für die Biodiversität im Klimaanpassungskonzept. Dabei muss die ökologische Anpassung an den Ist-Zustand und gleichzeitig an die anzustrebende Klimaanpassung erfolgen; beide sind bei der Auswahl der Biodiversitätselemente bzw. Pflanzensippen gleichermaßen zu berücksichtigen. Ein wichtiges Element zum Erkennen von dem, was machbar erscheint, ist das Lernen von dem, was da ist. Dies bedeutet, dass zunächst zu erfassen ist, was an potentiellen Begrünungselementen bereits durch eigenständige (natürliche) Ansiedlung und Ausbreitung aus Pflanzungen heraus (Verwilderungen) vorhanden ist und für die Klimaanpassung dienlich sein könnte. Dabei ist auch vor Neophyten und als invasiv eingestuften Arten nicht Abstand zu nehmen, da sie Arten sind, die sich autonom ausbreiten und somit anzeigen, dass sie zumindest mit den derzeitigen klimatischen Bedingungen zurechtkommen. Grundsätzlich sind es vier Statuskategorien von Sippen, die bei einem Klimaanpassungskonzept berücksichtigt werden können (siehe Abb. 1.1).

Diese sollten folgenden konkreten Notwendigkeiten Rechnung tragen: Erstens sollten die Arten sowohl möglichst viele positive Aspekte für die vergesellschafteten (heimischen bzw. angepassten) Pflanzenarten und für die Fauna aufweisen. Zweitens sollten die Arten günstige Eigenschaften und Auswirkungen für die klimatische, insbesondere die stadtklimatische Situation mit sich bringen. Das bedeutet, dass eine ökologische Anpassung an den Ist-Zustand und gleichzeitig ein Einfluss auf die anzustrebende Klimaanpassung bei einer Auswahl von Arten, die gefördert oder gepflanzt werden sollten, gleichermaßen zu berücksichtigen sind. Außerdem ist eine Rücksichtnahme auf heimische bzw. angepasste, gegebenenfalls seltene und gefährdete Arten und Pflanzengemeinschaften entscheidend (durch Schutz und Förderung); sie sollten auch bei Pflanzungen berücksichtigt werden, wobei bei entsprechend heimischen Arten die Verwendung gebietseigener Herkünfte essentiell sein sollte.

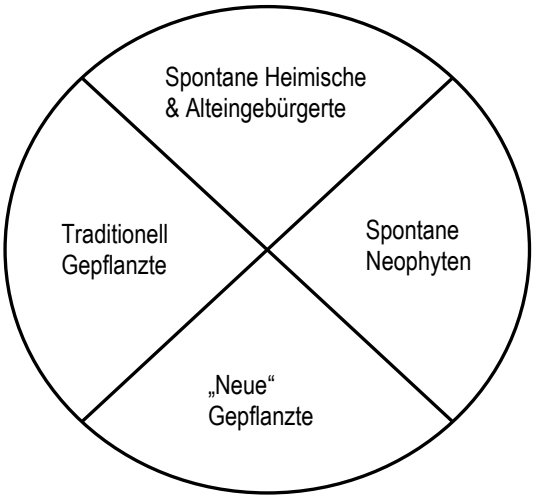

Abb. 1.1 Sinnvolle Zusammensetzung der Berücksichtigung von Pflanzensippen im Rahmen von Klimaanpassungskonzepten für städtische Räume

Konkrete Maßnahmen zur Kombination der genannten Elemente erfordern jeweils individuelle Konzepte, die mit den Kenntnissen der unmittelbaren Situation vor Ort zu erarbeiten sind. Inzwischen existieren einige einschlägige Modellprojekte und auch abgeschlossene Maßnahmen ohne Projektcharakter bzw. ausführliche Dokumentation, die dennoch studiert und bewertet wurden; dazu wurde eine Reihe von Publikationen herausgegeben, wie beispielsweise der ausführliche Band von Di Giulio (2016).

2. Bestandsaufnahme zur klimatischen Situation in Recklinghausen

Die vielfältigen vorhandenen Klimauntersuchungen und Ergebniskarten zum Recklinghäuser Stadtklima werden im Folgenden ausgewertet und aktualisiert, um alle erforderlichen Grundlagendaten für ein Klimaanpassungskonzept zusammenstellen zu können. Insbesondere die existierende Klimaanalyse und die Fließwegeanalyse der Stadt Recklinghausen werden herangezogen, um die Grundlagen für die Betroffenheitsanalyse (Kapitel 3) zu schaffen.

2.1 Darstellung und Aktualisierung des Klimas in Recklinghausen

Die Handlungskarte zur Klimaanpassung beruht auf den Ergebniskarten aller klimatischen Untersuchungen des Stadtgebietes. Die aktuelle Analyse im Zusammenhang mit dem Klimaanpassungskonzept hat eine digitale Klimatopkarte zum Ergebnis. Unter dem Begriff Klimatop werden Stadtbereiche mit gleicher Struktur und klimatischer Ausprägung zusammengefasst. Bestimmend für die Einteilung des Stadtgebietes in Klimatope ist die dominierende Nutzungsart sowie die thermale Situation an dem jeweiligen Ort. Entsprechend dienen als Grundlage für die Berechnung der Klimatopkarte die **Karte der Nutzungsstruktur**, die **Karte der Lufttemperaturverteilung** während einer sommerlichen Strahlungsnacht sowie eine **Thermalkarte**, die flächendeckend die Oberflächentemperaturen an einem Sommertag beschreibt.

Die im Folgenden erläuterte rechnergestützte Modellierung der Auswirkung anthropogener Beeinflussung des Klimas im städtischen Raum in Form einer Klimatopkarte bietet einige Vorteile. Die erfassten Daten bleiben in einer konsistenten Form gespeichert und erleichtern damit eine Fortführung des Kartenmaterials. Durch die Festlegung eines einheitlichen Analyseansatzes und eine nachvollziehbare Gewichtung können subjektive Einflüsse reduziert bzw. verifiziert werden. Im Ergebnis präsentiert sich eine berechnete Klimatopkarte deutlich detaillierter und räumlich höher aufgelöst als die üblicherweise manuell erstellten Karten dieser Art. Diese wiesen bisher starre Grenzen zwischen den Klimatopen auf, die die Interpretation eines Übergangsbereichs erforderten. Die digitale Klimatopkarte weist diesen Übergangsbereich durch eine Verzahnung von Klimatopen aus. Hierdurch wird eine Darstellung erreicht, welche die Stadtstrukturen im klimatischen Sinne realitätsnäher abbilden kann.

Bestimmend für die Einteilung des Stadtgebietes in Klimatope sind die dominierende Nutzungsart sowie die thermale Situation an dem jeweiligen Ort. Abbildung 2.1 zeigt die **Realnutzungskarte der Stadt Recklinghausen** entsprechend dem von der Stadt zur Verfügung gestellten Nutzungsschlüssel, die mit den zum Stand Mitte 2017 im Bau befindlichen Vorhaben in Recklinghausen aktualisiert wurde.

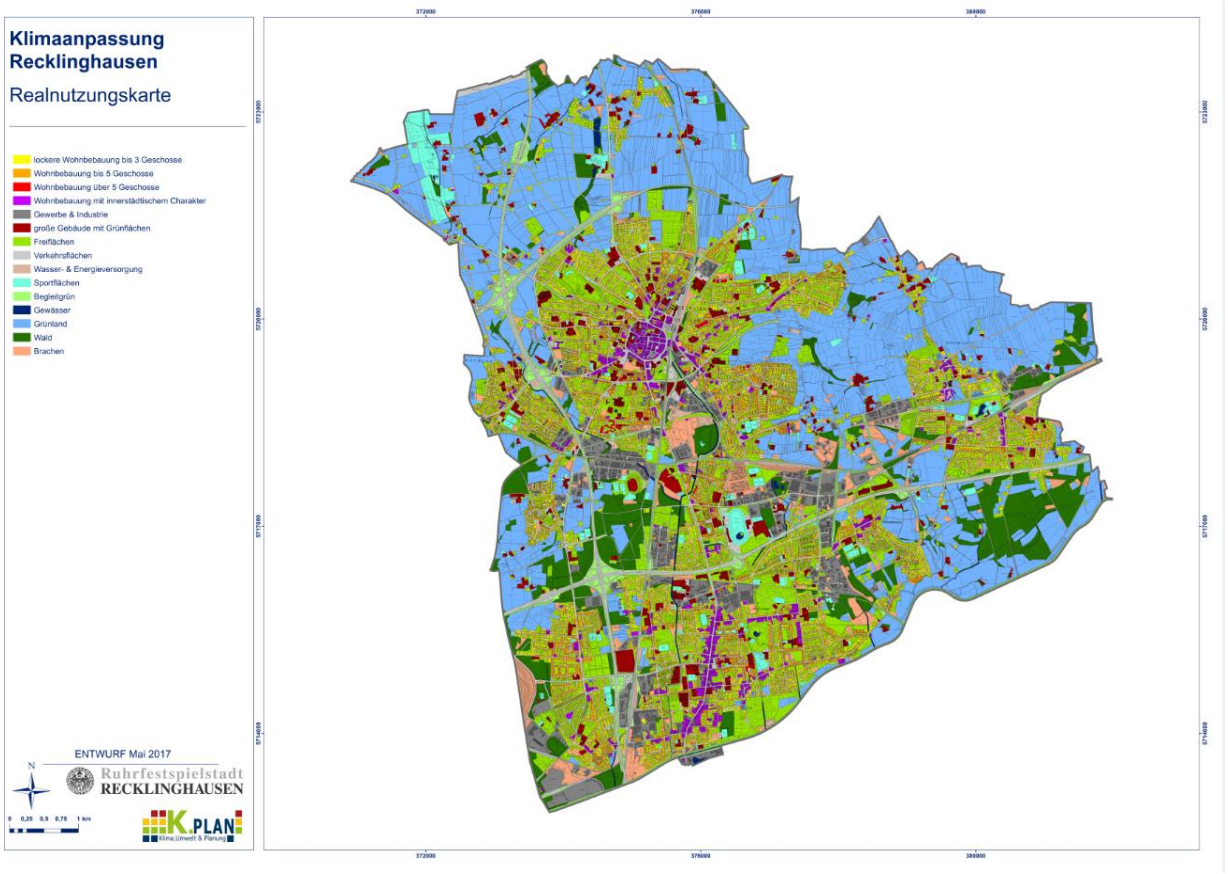

Abb. 2.1 Realnutzungskarte der Stadt Recklinghausen

2.1.1 Auswertung der „Klimaanalyse der Stadt Recklinghausen“

Aus der Klimaanalyse Stadt Recklinghausen von 2011 (RVR 2011)) wurde die **Lufttemperaturverteilungskarte der Stadt Recklinghausen** (Abb. 2.2) herangezogen. Dargestellt sind relative nächtliche Lufttemperaturen in der Messhöhe 2 m über Grund, wie sie bei Strahlungswetterlagen während wolkenloser Nächte auftreten können. Bei diesen Wetterlagen bilden sich die durch Flächennutzungen und Oberflächenformen verursachten Temperaturunterschiede am deutlichsten aus. Damit können die dargestellten Lufttemperaturunterschiede als Idealfall einer nur von den Standortunterschieden beeinflussten Temperaturverteilung angesehen werden. Bei anderen Wetterlagen schwächen sich die Unterschiede ab oder verschwinden völlig. Zwischen den Freilandgebieten, auf denen Kaltluftsammlung stattfindet, und den stark versiegelten Innenstadtbereichen können in windschwachen, wolkenfreien Sommernächten Temperaturunterschiede von bis zu 8 bis 10 Kelvin auftreten. Dies kann bedeuten, dass es nachts im Innenstadtbereich nicht unter 20 °C abkühlt. Solche überwärmten Nächte gelten als gesundheitlich belastend, insbesondere wenn mehrere solcher „Tropennächte“ in Folge auftreten.

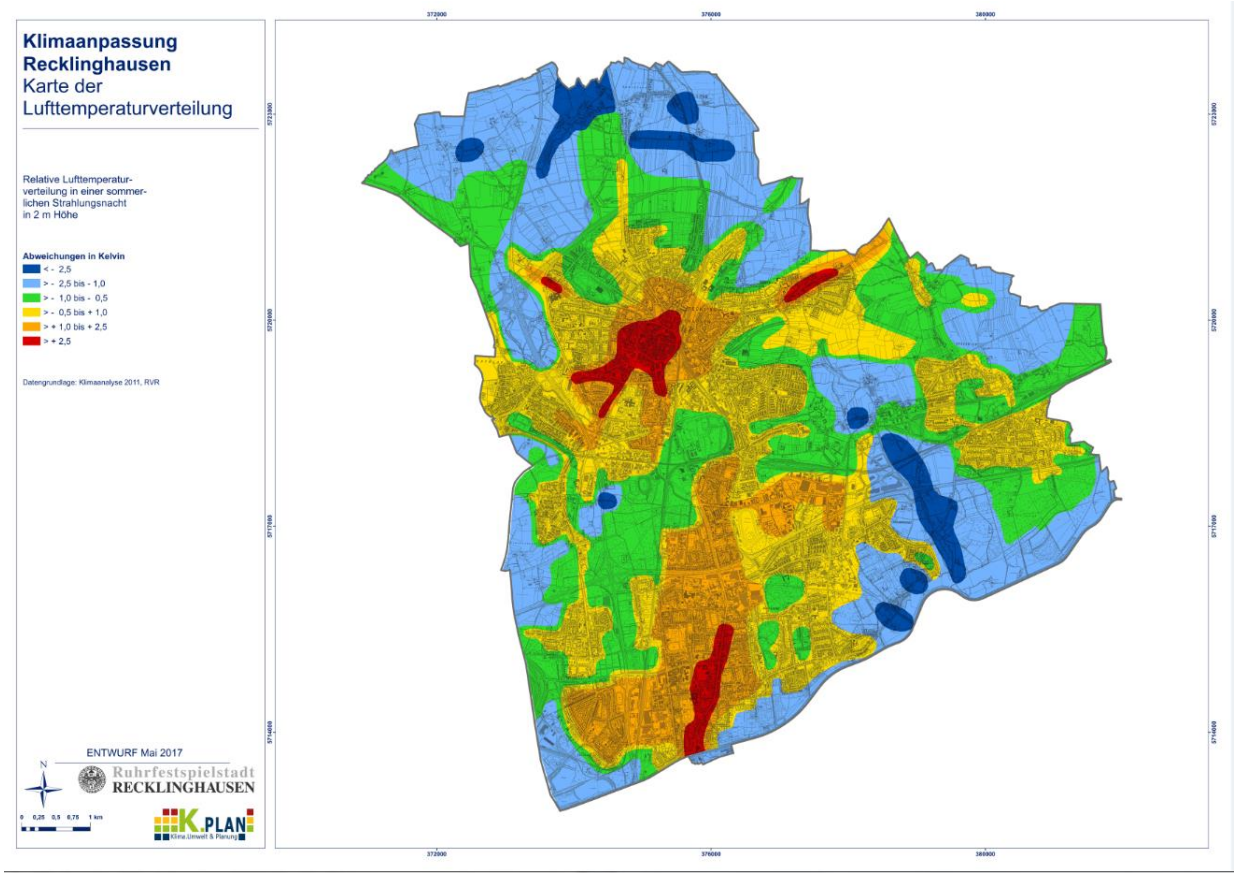

Abb. 2.2 Lufttemperaturverteilungskarte der Stadt Recklinghausen (relative nächtliche Lufttemperaturen in 2 m Höhe bei Strahlungswetterlagen)

Die großen Freilandflächen im Norden und Osten des Stadtgebietes sind wichtige Kaltluftproduzenten. Verglichen mit diesen Freilandflächen sind die Waldgebiete im Süden und Osten schlechtere Kaltluftproduzenten, dafür gute Frischluftproduzenten. Kaltluftabfluss aus den Freilandflächen im Norden und Osten kann durch die höheren Lagen, die Höhenunterschiede betragen hier ca. 40 – 50 m, in Richtung Stadtzentrum stattfinden. Eine gute Belüftungssituation ergibt sich deshalb auf den großen Freilandflächen im Norden und Osten des Stadtgebietes. Gebiete innerhalb des Stadtkerns, wie auch in größeren Bereichen außerhalb des Stadtkerns weisen eine schlechte Belüftungssituation auf. Dasselbe gilt auch für große Teile des Südens. Eine mittlere Belüftungssituation findet sich in den äußeren Stadtbereichen und zu Teilen im Süden wieder. Ein zentraler Teil der Stadtbelüftung stellt die von Norden nach Süden verlaufende Bahntrasse dar, die einige Grünbereiche des Stadtgebietes miteinander verbindet. Im Süden kommt noch die Herner Straße hinzu, welche aber durch Luftschadstoffe eine belastete Belüftungsachse darstellt. Im Norden und Nordwesten über dem Innenstadtbereich befinden sich drei unversiegelte Grünflächen, welche in Verbindung mit den nördlich gelegenen Freiflächen stehen und den überwärmten Siedlungsbereichen kühle und frische Luft zuführen können (RVR 2011).

Um die Oberflächentemperaturen als dritte Eingangsgröße zur Berechnung der Klimatopkarte zu erhalten, wurde eine Infrarotaufnahme des Landsat 5 – Satelliten vom 04.06.2010 ausgewertet. Nur wenige Aufnahmen des Satelliten liefern eine wolkenfreie Aufnahme im Infrarotspektrum, die für die vorliegende Auswertung notwendig ist. Die Datensätze einer multispektralen Thermalscannerbefliegung liefern in einer Auflösung eines 100 m Rasters die IR-Temperaturwerte der Oberflächen, d.h. die

Infrarotkarte der Stadt Recklinghausen (Abb. 2.3) ist ein Abbild der Oberflächentemperaturen des Stadtgebietes.
Die Legende weist die ansteigenden Oberflächentemperaturen von Kaltluftflächen zu Wärmeinseln in den Farbstufen Blau, Gelb und Rot aus. Die höchsten Oberflächentemperaturen treten in den Industrie- und Gewerbegebieten auf. Aber auch trockene, abgeerntete Felder können tagsüber sehr hohe Oberflächentemperaturen erreichen.

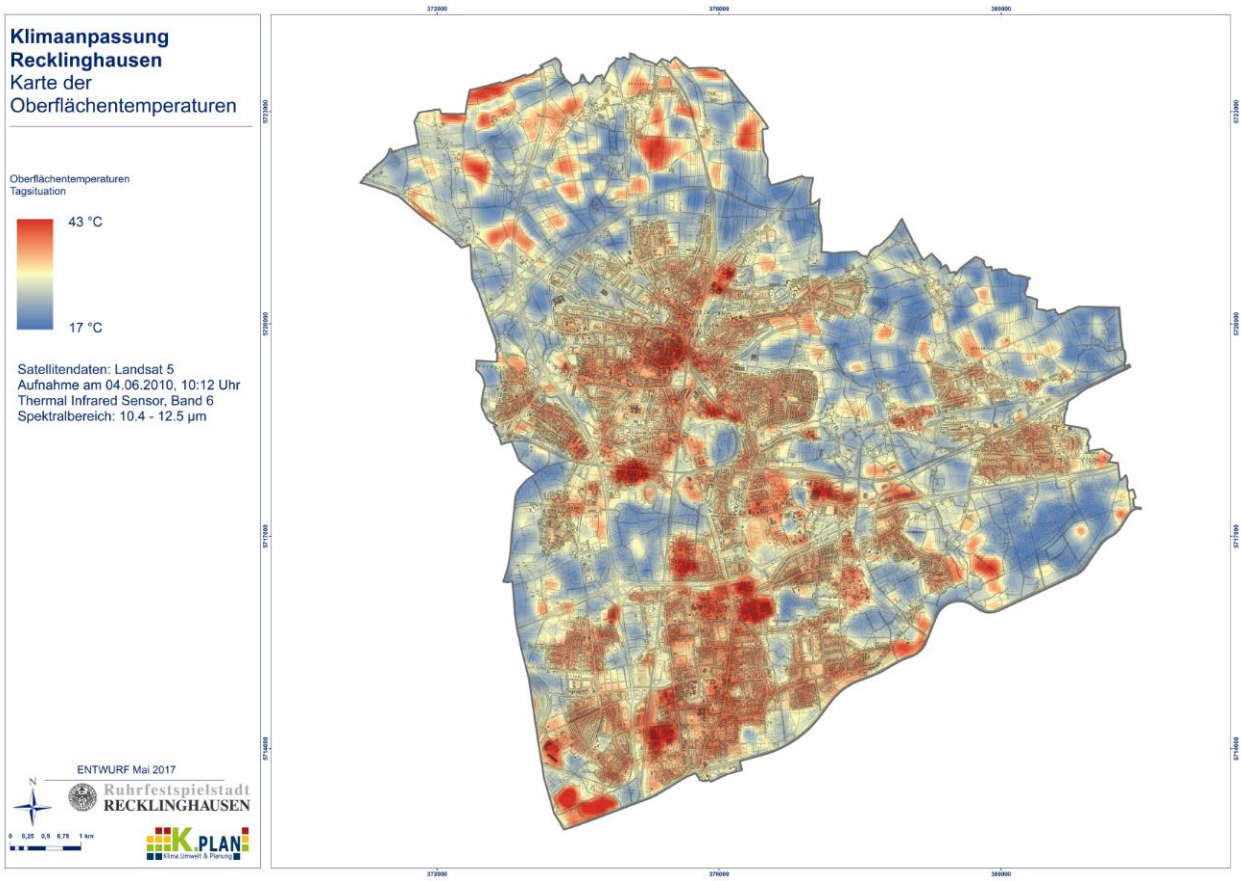

Abb. 2.3 Infrarotkarte für das Recklinghäuser Stadtgebiet (Oberflächentemperaturen der Tagsituation, Aufnahme Landsat 5 vom 04.06.2010)

Thermalbilder sind in ihrer Eigenschaft der strikten Abbildung der Oberflächentemperaturen für die Beurteilung der stadtklimatischen Situation nur indirekt nutzbar. Die Luft wird über den Oberflächen erwärmt oder abgekühlt, das heißt, dass sehr warme Oberflächen zu erhöhten Lufttemperaturen führen. Versiegelte Flächen und Bebauungen speichern viel Energie und kühlen sich auch nachts nur langsam ab. In Verbindung mit einem geringen Luftaustausch in bebauten Stadtgebieten führt dies zur Ausprägung von Wärmeinseln. Freiflächen kühlen nachts sehr schnell ab und haben niedrige Oberflächentemperaturen. Diese kühlen die darüber liegenden Luftschichten und führen zu einer nächtlichen Kaltluftbildung auf den Flächen. Bei austauscharmen Wetterlagen mit geringen Windgeschwindigkeiten können die entsprechend der Geländeneigung abfließenden Kaltluftmassen einen erheblichen Betrag zur Belüftung und Kühlung von erwärmten Stadtgebieten leisten. Im Winter kann es dagegen im Bereich von Kaltluftbildungs-, Kaltluftabfluss- und Kaltluftsammelgebieten zu vermehrter Nebel- oder Frostbildung kommen.

2.1.2 Auswertung der „Fließwegeanalyse der Stadt Recklinghausen“

Die von der dr. papadakis GmbH vorliegende Fließwegeanalyse Recklinghausen aus dem Jahr 2015 liefert als Ergebnisse im Wesentlichen die Wasserstände und Fließgeschwindigkeiten, die aus einer vorgegebenen Niederschlagsbelastung resultieren. Entsprechend den Vorgaben des Auftraggebers wurde ein fiktiver Regen mit einer Niederschlagssumme von 90 mm/h als Belastungsgröße für die Berechnungen angesetzt. Bei diesem Niederschlagsereignis handelt es sich um einen flächendeckenden Blockregen, der als Extremereignis einzustufen ist. Die statistische Niederschlagshöhe für eine Wiederkehrzeit von T = 100 Jahren für die Dauerstufe D = 1 h beträgt entsprechend dem KOSTRA-DWD 2000 (DWD, 2005) für Recklinghausen 38 mm/h bis 42 mm/h. Die Vorgaben für die Simulation der Fließwegeanalyse liegen also deutlich über einem hundertjährigen Ereignis. Von der Niederschlagsbelastung von N = 90 mm/h wurde, ebenfalls in Absprache mit dem Auftraggeber, die statistische Niederschlagshöhe für ein 5-jährliches Ereignis abgezogen, um die Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes bei dem simulierten Extremregenereignis mit zu berücksichtigen. Daraus ergibt sich ein Niederschlagsinput von N = 65 mm/h.

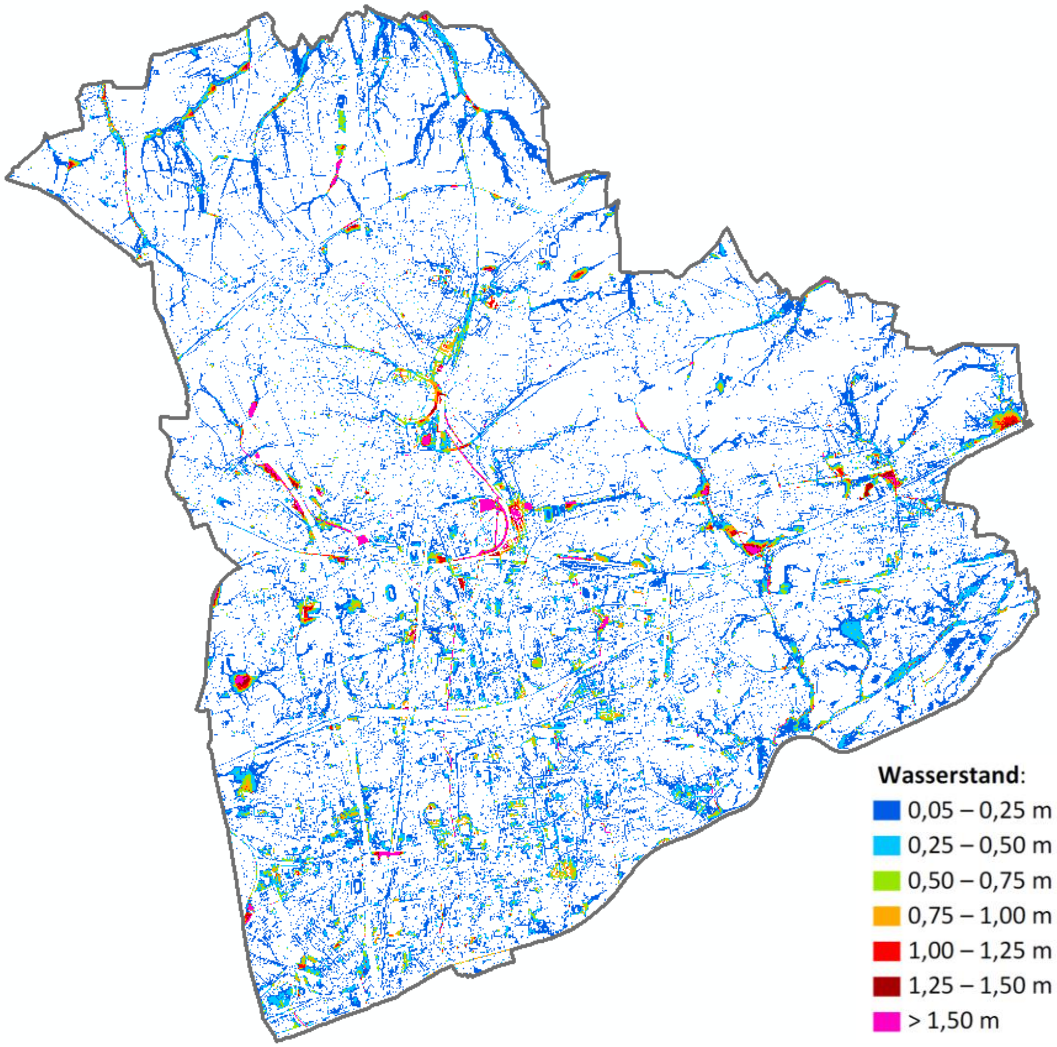

Abb. 2.4 Ergebnisse der Fließwegeanalyse in Recklinghausen (Gesamtübersicht der Wasserstände) (Quelle: dr. papadakis 2015)

Eine Übersicht über die Ergebnisse der Fließwegeanalyse im Stadtgebiet von Recklinghausen zeigen die Abbildungen 2.4 (Überflutete Bereiche mit Wasserständen) und 2.5 (Fließgeschwindigkeiten der Hauptfließwege). Die Ergebnisse zeigen, dass es mehrere große Überflutungsbereiche in Recklinghausen gibt. Insbesondere werden das Zentrum (äußerer Ring, Wall) und der Bahnhofsbereich überflutet (Abb. 2.4). Hier ist die Gefährdung als besonders groß einzustufen, da nicht nur Gebäude, sondern die gesamte Infrastruktur betroffen ist. Die Überflutungsgefährdung resultiert aus der Topografie, da das Zentrum gegenüber angrenzenden Bereichen tiefer liegt und somit viel Wasser vor allem aus nördlicher und östlicher Richtung dem Innenstadtbereich zufließt, teilweise mit hohen Geschwindigkeiten (Abb. 2.5).

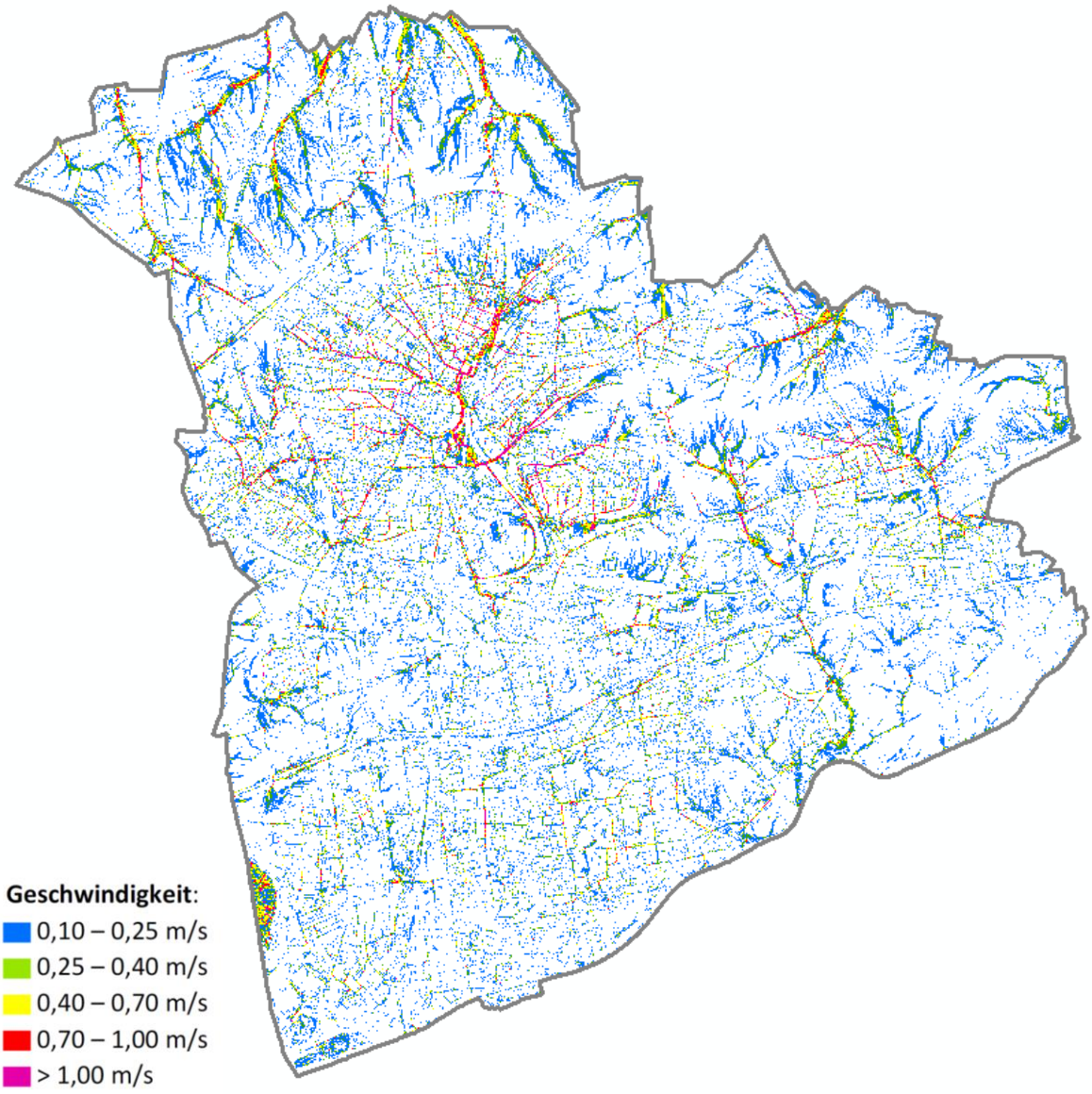

Abb. 2.5 Ergebnisse der Fließwegeanalyse in Recklinghausen (Gesamtübersicht der Geschwindigkeiten) (Quelle: dr. papadakis 2015)

Anhand der dargestellten Geschwindigkeiten (Abbildung 2.5) sind zunächst die Bereiche, meist Straßenzüge, gut zu erkennen, bei denen aufgrund von hohen Fließgeschwindigkeiten ein Gefahrenpotenzial zu erwarten ist. Die Wasserstände (Abbildung 2.4) zeigen schließlich, wo und in welchem Maße sich das Wasser sammelt und welche Gebäude / Straßen betroffen sind. Insgesamt lassen sich mit der Fließwegeanalyse daher durch Starkregen gefährdete Gebäude und Gebiete sehr gut identifizieren, und gleichzeitig kann sie bereits Anhaltspunkte für mögliche Schutzmaßnahmen geben. Des Weiteren kann die Analyse auch Hinweise auf Gebiete geben, die als Freiflächen / Retentionsräume genutzt oder ausgebaut werden können.

2.1.3 Die digitale Klimatopkarte von Recklinghausen

Unter dem Begriff Klimatop sind Flächen mit vergleichbaren mikroklimatischen Verhältnissen zu verstehen. Neben dem Relief sind die Flächennutzungsstrukturen wichtige Klimafaktoren, die für die Zuordnung eines Gebietes zu einem Klimatop entscheidend sind. So ist in der Regel von vergleichbaren mikroklimatischen Bedingungen auszugehen, wenn ähnliche oder gleiche Flächennutzungsstrukturen bei gleichen oder ähnlichen Geländeformen vorliegen.
Eine rechnergestützte Modellierung der Auswirkung anthropogener Beeinflussung des Klimas im städtischen Raum in Form einer Klimatopkarte bietet einige Vorteile. Die erfassten Daten bleiben in einer konsistenten Form gespeichert und erleichtern damit eine Fortführung des Kartenmaterials. Durch die Festlegung eines einheitlichen Analyseansatzes und eine nachvollziehbare Gewichtung können subjektive Einflüsse reduziert bzw. verifiziert werden. Im Ergebnis präsentiert sich eine berechnete Klimatopkarte deutlich detaillierter und räumlich höher aufgelöst als die üblicherweise manuell erstellten Karten dieser Art. Hierdurch wird eine Darstellung erreicht, welche die Stadtstrukturen im klimatischen Sinne realitätsnäher abbilden kann.

Freiland-, Wald-, Gewässer-, Park- sowie Gewerbe- und Industrieklimatope werden auf Grund ihrer inhaltlichen Definition ausschließlich mit Hilfe der Daten der Nutzungsstruktur abgegrenzt. Im GIS sind diese Flächen durch eine Reklassifikation oder Datenbankabfrage leicht darstellbar. Für Bereiche mit Wohnbebauung ist die Einteilung in Klimatope jedoch nicht so einfach durchführbar, da diese ausgesprochen heterogene Strukturen bilden. Um die Zuordnung zu einem der Vorstadt-, Siedlungs-, Stadt- oder Innenstadtklimatope zu klären, ist es notwendig, die thermische Situation des jeweiligen Ortes zu berücksichtigen. Informationen hierzu liefern zusätzlich zur Nutzungsstruktur (Abb. 2.1) die Lufttemperaturverteilungskarte (Abb. 2.2) und die Infrarotkarte (Abb. 2.3). Die Nutzungs- und Lufttemperaturkarten fließen mit einem Gewichtungsanteil von jeweils 35 %, die Infrarotkarte mit 30 % in die Berechnung ein. In der Abbildung 2.6 ist der Ablauf zur Erstellung der Klimatopkarte zusammengefasst dargestellt.

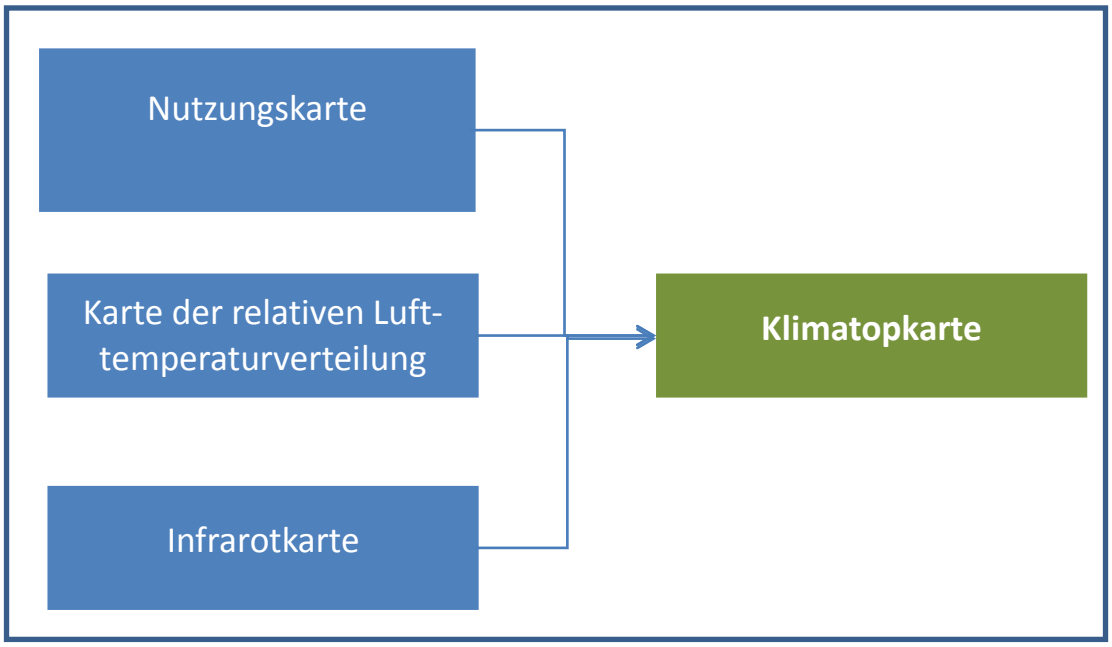

Abb. 2.6 Ablauf zur Berechnung der Klimatope im Stadtgebiet von Recklinghausen

Um zu bestimmen, welche Areale in das Klimatop der dörflichen Strukturen, in das Siedlungs-, Stadt- oder Innenstadtklimatop einzuordnen sind, muss für jedes dieser Klimatope einzeln eine Berechnung durchgeführt werden, welche den Grad der Eignung widerspiegelt. Da die Inhalte der Eingangskarten, also die Nutzungsstruktur, die Lufttemperaturverteilung und die klassifizierte Thermalkarte, nicht direkt vergleichbar, im Sinne der rechnergestützten Verarbeitung mit GIS nicht untereinander verrechenbar sind, müssen die Eingangsparameter zunächst standardisiert werden. Diese Standardisierung wird im Byte-Wertebereich von 0 bis 255 vorgenommen und dient gleichzeitig als Maß für die Bestimmung der Eignung der jeweiligen Parameter (0 = keine Eignung, 255 = sehr gute Eignung) für die Zuordnung zu einem der vier Klimatope. Auf diesem Weg wird für jedes der betroffenen Klimatope eine Karte erstellt, welche für jeden Bildpunkt die jeweilige Eignung darstellt. Die anschließende Verschneidung mit GIS, also die Zuordnung eines jeden Bildpunktes zu dem an genau diesem Punkt dominanten Klimatop, erzeugt eine Darstellung, in welcher eine überprüfbare räumliche Verteilung des Vorstadt-, Siedlungs-, Stadt- und Innenstadtklimatops abgebildet ist. Im Folgenden werden die aufgrund der Flächennutzungskartierung abgegrenzten Klimatope der Freiland-, Gewässer-, Wald-, Park-, Gewerbe- und Industriebereiche den berechneten Klimatopen überlagert, womit eine Gesamtdarstellung der Verteilung der Klimatope im Stadtgebiet erreicht wird (Abb. 2.7).

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 Klimatopkarte nicht als flächenscharfe Grenzziehungen dargestellt werden. In den Übergangsbereichen zwischen den Klimatopen treten in der Regel zwei verschiedene Klimatoptypen eng miteinander verzahnt auf.

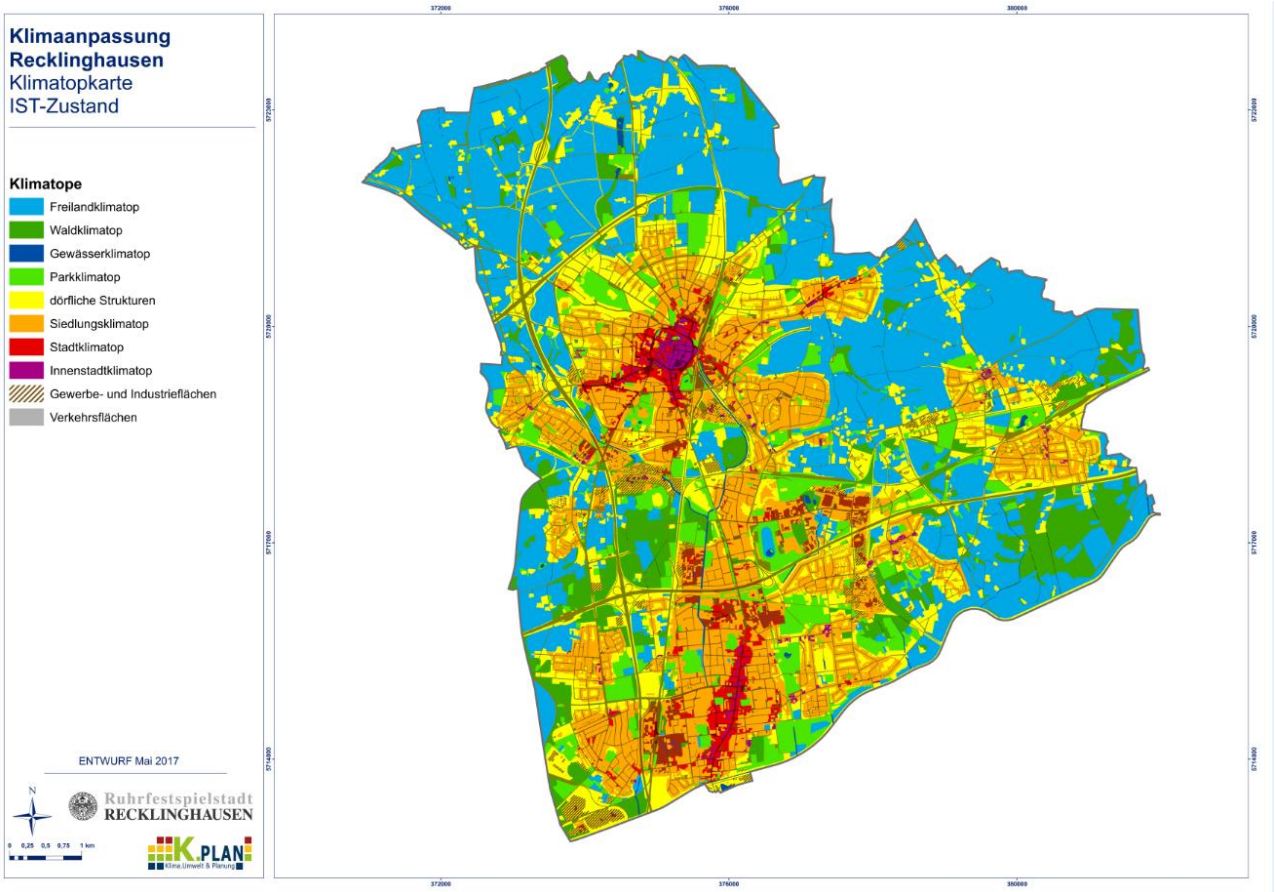

Abb. 2.7 Digitale Klimatopkarte der Stadt Recklinghausen

Freilandklimatop

Dieser Klimatoptyp gibt die Verhältnisse des Freilandes wieder. Freilandklimate stellen sich über den überwiegend landwirtschaftlich genutzten Außenbereichen ein und zeichnen sich durch ausgeprägte Tagesgänge von Temperatur und Feuchte sowie nur wenig lokal beeinflusste Windströmungsbedingungen aus. Da zudem in diesen Bereichen überwiegend keine Emittenten angesiedelt sind, handelt es sich um bedeutsame Frischluftgebiete mit einer hohen Ausgleichswirkung für die in bioklimatischer und immissionsklimatischer Hinsicht belasteten Gebiete mit Wohnbebauung. Bei geeigneten Wetterlagen tragen landwirtschaftlich genutzte Flächen darüber hinaus zur Kaltluftbildung bei.

Waldklimatop

Typische Ausprägungen des Waldklimas sind stark gedämpfte Temperatur- und Feuchteamplituden, die eine Folge des Energieumsatzes im Stammraum (verminderte Ein- und Ausstrahlung) sind. Waldflächen erweisen sich daher aufgrund sehr geringer thermischer und bioklimatischer Belastungen als wertvolle Regenerations- und Erholungsräume. Bei geringen oder fehlenden Emissionen sind Waldflächen darüber hinaus Frischluftentstehungsgebiete, können jedoch aufgrund der hohen Rauhigkeit im Gegensatz zu den unbewaldeten Freiflächen keine Luftleitfunktion übernehmen. Daher zeichnen sie sich auch durch niedrige Windgeschwindigkeiten im Stammraum aus. Oberhalb des Kronenraumes, der auch als Hauptumsatzfläche für energetische Prozesse betrachtet werden kann, oder im Stamm-

raum ohne oder mit nur geringem Unterwuchs kann auch bei Waldbeständen Kaltluft gebildet werden.
Hervorzuheben ist weiterhin die Filterkapazität der Waldflächen gegenüber Luftschadstoffen. Durch Ad- und Absorption vermögen Waldflächen gas- und partikelförmige Luftschadstoffe auszufiltern.

Gewässerklimatop

Gewässerklimate zeichnen sich tagsüber durch deutlich reduzierte Erwärmungsraten auf, so dass bei gleichzeitig hoher Verdunstung der fühlbare Wärmestrom herabgesetzt wird. Während Wasserflächen am Tage relativ kühl sind, sind sie nachts relativ warm. Dieses Phänomen ist auf die hohe Wärmespeicherkapazität des Wassers zurückzuführen, die nur schwache tagesperiodische Temperaturunterschiede an der Gewässeroberfläche ermöglicht. Die Lufttemperaturen in diesem Klimatop weisen einen ausgeglichenen Tagesgang mit abgeschwächten Minima und Maxima auf.
Ein zusätzlich positiver Effekt für die klimatische Situation wird durch die geringe Rauhigkeit von Gewässerflächen bewirkt, wodurch Austausch- und Ventilationsverhältnisse begünstigt werden.

Parkklimatop

Parkklimate sind gekennzeichnet durch aufgelockerte Vegetationsstrukturen mit Rasenflächen und reich strukturierten lockeren Gebüsch- oder Baumbeständen. Sowohl tagsüber als auch in der Nacht treten die Park- und Grünanlagen als Kälteinseln hervor (Oaseneffekte).
Die klimatischen Verhältnisse von Park- und Grünanlagen sind zwischen Freiland- und Waldklima einzustufen. In Abhängigkeit von der Größe der Parkanlagen, deren Ausstattung sowie von der Anbindung an die Bebauung variiert die klimatische Reichweite von Parkflächen. Die Auswirkungen in die Randbereiche der Umgebung sind meist gering und auf die direkt umgebende Bebauung beschränkt.

Klimatop der dörflichen Strukturen

Das Klima der lockeren Bebauung bildet den Übergangsbereich zwischen den Klimaten der bebauten Flächen und den Klimaten des Freilandes. Charakteristisch für Flächen, die dem Dorfklima zugeordnet werden, sind in erster Linie Bebauungsstrukturen mit einem geringeren Versiegelungsgrad und starker Durchgrünung mit Baum- und Strauchvegetation.
Dieser Klimatoptyp ist charakteristisch für dörfliche Einzelsiedlungen und Vorstadtsiedlungen, die im unmittelbaren Einflussbereich des Freilandes stehen und dadurch günstige bioklimatische Verhältnisse aufweisen. Das Klima in den Vorstadtsiedlungen zeichnet sich durch eine leichte Dämpfung der Klimaelemente Temperatur, Feuchte, Wind und Strahlung aus. Die Windgeschwindigkeit liegt dagegen niedriger als im Freiland, aber noch höher als in der Innenstadt.

Siedlungsklimatop

Das Siedlungsklima unterscheidet sich vom Klima der lockeren Bebauung in erster Linie durch zwei Aspekte: zum einen durch eine dichtere Bebauung und zum anderen durch einen geringeren Grünflächenanteil. Dennoch handelt es sich um Bereiche mit einer mäßigen Bebauung und einer relativ guten Durchgrünung. Hieraus resultiert eine nur schwache Ausprägung von Wärmeinseln, und es werden ein ausreichender Luftaustausch sowie in der Regel gute bioklimatische Bedingungen in diesen Stadtbezirken gewährleistet.
Charakteristisch für die dem Siedlungsklimatop zuzuordnenden Wohngebiete ist, dass die stadtklimatischen Effekte nur einen geringen und selten belastenden Ausprägungsgrad erreichen. Dies ist nicht

zuletzt auch eine Folge des Auftretens von Überlagerungseffekten durch geländeklimatische Faktoren wie Kaltluftströme oder Belüftung über Luftleitbahnen.
Nachts zeichnen sich die Gebiete durch eine deutliche Abkühlung aus, tagsüber kommt es nur zu leichten Erwärmungsraten. Das Windfeld weist Strömungsveränderungen auf, die meist nicht erheblich sind. Durch die relative Nähe zu regionalen und lokalen Ausgleichsräumen ist eine Frischluft- und Kaltluftzufuhr auch während windschwacher Wetterlagen gewährleistet.

Stadtklimatop

Kennzeichnend für das Stadtklima ist eine überwiegend dichte, geschlossene Zeilen- und Blockbebauung mit meist hohen Baukörpern und engen Straßen. Während austauscharmer Strahlungsnächte kommt es bedingt durch den hohen Versiegelungsgrad, die hohen Oberflächenrauhigkeiten und geringen Grünflächenanteile zu einer Zunahme der Überwärmungstendenz. Die dichte städtische Bebauung verursacht ausgeprägte Wärmeinseln mit eingeschränkten Austauschbedingungen, die z. T. mit ungünstigen bioklimatischen Verhältnissen gekoppelt sind.

Innenstadtklimatop

Das Innenstadtklimatop zeichnet sich durch die Ausbildung einer deutlichen Wärmeinsel und somit, bezogen auf die Lufttemperaturen im Vergleich mit dem Freiland, einer hohen Überwärmung aus. Kennzeichnend für die Nutzungsstruktur ist eine ausgesprochen dichte Bebauung mit einem geringen Grünanteil. Allerdings kann bei der Zuordnung des Eignungsgrades auch hier wiederum nicht ausgeschlossen werden, dass vereinzelte Bebauungsstrukturen, beispielsweise durch bewusst angelegte Bepflanzungen, eine aufgelockerte Struktur aufweisen. Bezogen auf die klassifizierte Thermalkarte wird die Klasse der schwachen Wärmeinsel auch mit einem geringen Eignungsgrad dem Innenstadtklimatop zugerechnet, da die Übergänge zu den Klassen der Wärmeinsel als kontinuierlich angesehen werden müssen.

Industrie- und Gewerbeflächen

Industrie- und Gewerbegebiete mit den dazugehörigen Produktions-, Lager- und Umschlagstätten prägen das Mikroklima. Bedingt durch den hohen Versiegelungsgrad kommt es verstärkt zu bioklimatischen Konfliktsituationen. Die insgesamt hohe Flächenversiegelung bewirkt in diesen Bereichen eine starke Aufheizung tagsüber und eine deutliche Überwärmung nachts. Der nächtliche Überwärmungseffekt kann hier eine dem Stadtklimatop analoge Ausprägung erreichen.
Im Stadtgebiet von Recklinghausen kann zwischen konventionellen Industrie- und Gewerbegebieten und stärker durchgrünten Gewerbeflächen unterschieden werden.

2.2 Projektionen für die zukünftige Entwicklung des Klimas in Recklinghausen

Klimaänderungen sind ein bekanntes Phänomen in der Erdgeschichte – auf Kaltzeiten folgen Warmzeiten und umgekehrt. Diese globalen Veränderungen wirken sich jeweils drastisch auf unseren Planeten und seine Lebewesen aus. Heute leben wir in Mitteleuropa in einem gemäßigten Klima, das jedoch immer auch Schwankungen unterliegt. Seit Jahrzehnten untersuchen Klimaforscher diese Trends (Abb. 2.8), um für die Zukunft Prognosen zum Klimawandel ableiten zu können. Auch wenn die Meinungen der Forscher im Detail auseinander gehen, so scheint eines sicher zu sein: in Europa werden die Temperaturen in Zukunft weiter steigen, extreme Wetterereignisse werden häufiger.

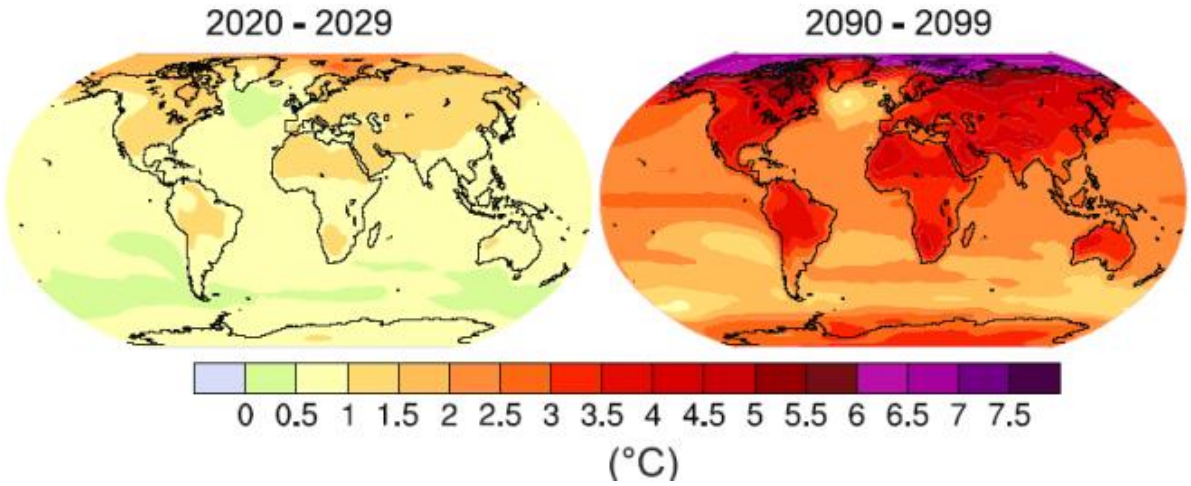

Abb. 2.8 Änderungen der Erdoberflächentemperatur für das frühe und späte 21. Jahrhundert im Vergleich zum Zeitraum 1980–1999 als Ergebnis von Multimodell-Mittel-Projektionen für das A1B-Szenario, gemittelt über die Jahrzehnte 2020–2029 und 2090–2099 (aus IPCC 2007)

Im Vergleich zu den Klimaänderungen der Erdgeschichte ist die Geschwindigkeit, mit der der globale Temperaturanstieg heute voranschreitet, besonders hoch. Hauptgrund für diesen Trend ist die enorme Freisetzung von so genannten Treibhausgasen wie Kohlendioxid und Methan, die vor allem von Industrie, Haushalten, Verkehr und der Landwirtschaft ausgehen. Trotz aller Bemühungen der letzten Jahre, die Treibhausgasbelastung zu verringern, ist der Trend zur Klimaerwärmung mit seinen Folgen im besten Falle zu bremsen, nicht aber aufzuhalten oder gar rückgängig zu machen. Daher müssen wir uns neben allen Bemühungen zum Klimaschutz auch auf langfristige Veränderungen des Klimas einstellen.

2.2.1 Zukünftige Entwicklung der Lufttemperaturen und der Wärmebelastungen

Der Klimawandel betrifft auch Recklinghausen. Nicht der mittlere globale Temperaturanstieg in Deutschland von rund 2 bis 4 Kelvin in den nächsten 50 bis 100 Jahren ist von Bedeutung für Klimaanpassungsmaßnahmen, sondern die aus der Verschiebung der Temperaturverteilung resultierende zunehmende Hitzebelastung in den Innenstädten (Abb. 2.9). Neben einem starken Anstieg der Sommertage ($T \geq 25$ °C) und der Tropennächte, in denen die Temperaturen nicht unter 20 °C sinken, fällt der extrem hohe Anstieg der Heißen Tage mit Lufttemperaturen über 30 °C ins Gewicht.

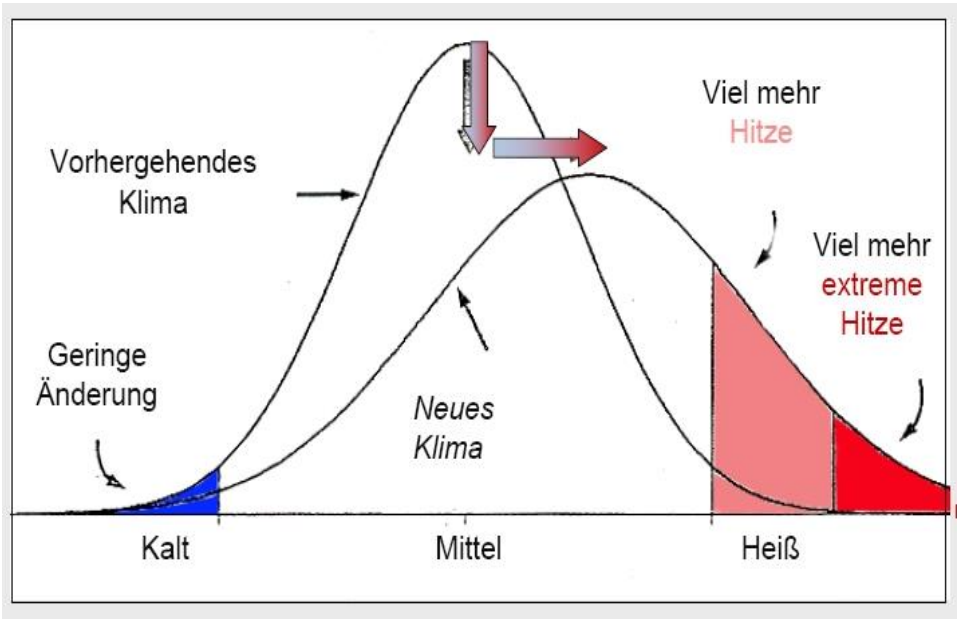

Abb. 2.9 Zukünftige Entwicklung der Lufttemperaturverteilung (Hupfer 2006)

Während in den vergangenen 50 Jahren die Anzahl der Heißen Tage im Mittel schon auf rund 150 % angestiegen ist, kommt in den nächsten 50 Jahren nochmal ein Anstieg von über 200 % dazu. Damit kann es im Zukunftsszenario 2051-2060 während sommerlicher Hitzeperioden im hoch versiegelten Stadtgebiet um 4 oder mehr Kelvin wärmer werden.
Die Anzahl der warmen und heißen Tage lag im Jahr 2015 deutlich über dem Durchschnitt, in Nordrhein-Westfalen gab es mehr als doppelt so viele Heiße Tage wie im langjährigen Mittel zu erwarten gewesen wäre. Solche heißen Sommer mit lang anhaltenden Hitzewellen werden in Zukunft die Regel sein.
Die klimatischen Unterschiede zwischen den Innenstadtbereichen von Recklinghausen und dem Außenbereich treten während der Hitzeperioden nachts besonders deutlich hervor. Dazu wurde die Anzahl der Tropennächte, in denen die nächtlichen Lufttemperaturen nicht unter 20 °C absinken, ausgewertet. Diese Nächte sind belastend für den menschlichen Organismus und können gesundheitliche Schäden verursachen. Klimastationen in der Region verzeichneten 2015 im städtischen Bereich über 10 Tropennächte, im Außenbereich traten dagegen nur ein bis zwei Tropennächte auf. Im Mittel gab es bisher nur etwa alle 2 Jahre eine Tropennacht. Ursache für die Häufung der Tropennächte im Jahr 2015 sind auf der einen Seite der Klimawandel mit der zunehmenden sommerlichen Hitzebelastung und auf der anderen Seite die dichte Bebauung und fehlende Vegetation im innerstädtischen Bereich, die durch Wärmespeicherung und herabgesetzte Belüftung eine gute nächtliche Abkühlung behindert.

Die folgenden Faktoren spielen eine Rolle für das Mortalitätsrisiko bei einer Hitzewelle:

- Soziodemographische Faktoren: Risikogruppen sind ältere Menschen und Neugeborene, Frauen sind stärker betroffen als Männer.
- Dauer: Einzelne, isolierte Hitzetage sind besser verträglich als länger andauernde Hitzeperioden. Nach den Klimaprojektionen ist zukünftig neben der generellen Zunahme der heißen Tage vor allem auch eine Zunahme der Länge der Hitzewellen zu erwarten.

- Jahreszeit: Im Frühjahr hat eine Hitzewelle größeren Einfluss als im Sommer, da der menschliche Organismus dann noch nicht an große Hitze angepasst ist und deshalb sensibler auf Hitzebelastungen reagiert. Die aufgrund des Klimawandels zu erwartende Verschiebung der ersten „Heißen Tage“ von Ende Juni auf Anfang April führt daher zu einem vermehrten Auftreten von besonders unverträglichen Hitzewellen.
- Zeitpunkt: Die Nachttemperaturen sind bedeutender als die Tagesmaxima, da die nächtliche Erholungsphase für den menschlichen Körper besonders wichtig ist.

Die für Nordrhein-Westfalen prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels zeigen, dass sich die Randbedingungen in Richtung Hitzewellen mit hohem Mortalitätsrisiko verändern werden. Dass schwerwiegende Folgen von Hitzewellen vor allem in Städten auftreten, liegt an der Bedeutung der Nachttemperaturen für die Erholungsphase des Menschen. Der Effekt der städtischen Wärmeinsel führt durch Speicherung der eingestrahlten Sonnenenergie zu stark überhöhten nächtlichen Temperaturen. Durch reduzierte nächtliche Abkühlungen werden die gesundheitsschädlichen Auswirkungen von Hitzewellen in Städten in Zukunft deutlich zunehmen.

2.2.2 Zukünftige Entwicklung der Niederschlagsverteilung

Besondere Auswirkungen für die Siedlungswasserwirtschaft wird das zukünftige Niederschlagsverhalten haben (Abb. 2.10). Dazu zählen neben den extremen Niederschlägen auch die erwarteten wärmeren und niederschlagsreicheren Wintermonate. Dies kann besonders in Gebieten mit grundsätzlich hohem Grundwasserstand zu einer Verschärfung der Wasserentsorgung führen. Gebiete, die bis jetzt noch ohne Entwässerungspumpwerke auskommen, könnten bei geringem Grundwasserflurabstand überschwemmt werden.

Aktuelle statistische Untersuchungen der Niederschlagsdaten in Deutschland für die Jahre 1951 bis 2000 zeigen jedoch deutlich, dass Starkregenereignisse zunehmend häufiger auftreten und die statistischen Wiederkehrintervalle nur noch bedingt gültig sind (DWD 2005). Weitere Studien erwarten ebenfalls eine durch den Klimawandel bedingte Zunahme an extremen Wetterereignissen (Bartels et al. 2005, Rahmstorf et al. 2007). Mit Hilfe von Klimamodellen können keine Aussagen über die genaue Veränderung der Häufigkeitsverteilung von extremen Starkregen getroffen werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass ein 50-jähriges Starkregenereignis, für das die Kanalisation nach heutigen Bemessungsmaßstäben nicht dimensioniert ist, in Zukunft wesentlich häufiger stattfinden wird. Das Auftreten von sogenannten "Urbanen Sturzfluten" wird sich demnach in Zukunft deutlich verstärken.

Dauerregen und Regen mit hoher Intensität können die Leistungsfähigkeit einer Stadtentwässerung oder eines Teilsystems übersteigen, im ersten Fall durch die Menge, die nach einiger Zeit nicht mehr durch das Entwässerungssystem aufgenommen werden kann, weil mehr Wasser zufließt, als über Regenüberläufe, Entwässerungspumpwerke oder die Kläranlage aus dem System abgeführt werden kann. Das Resultat ist, dass das Kanalsystem einschließlich vorhandener Regenwasserspeicher vollläuft. Diese Situation wird bei starkem Dauerregen noch verstärkt, wenn die obere Bodenzone nicht versiegelter Flächen wassergesättigt ist und kein Niederschlagswasser mehr aufnimmt. Dann fließt Regenwasser auch von unbefestigten Flächen in die Kanalisation oder in tiefer liegende Räume und Flächen ab.

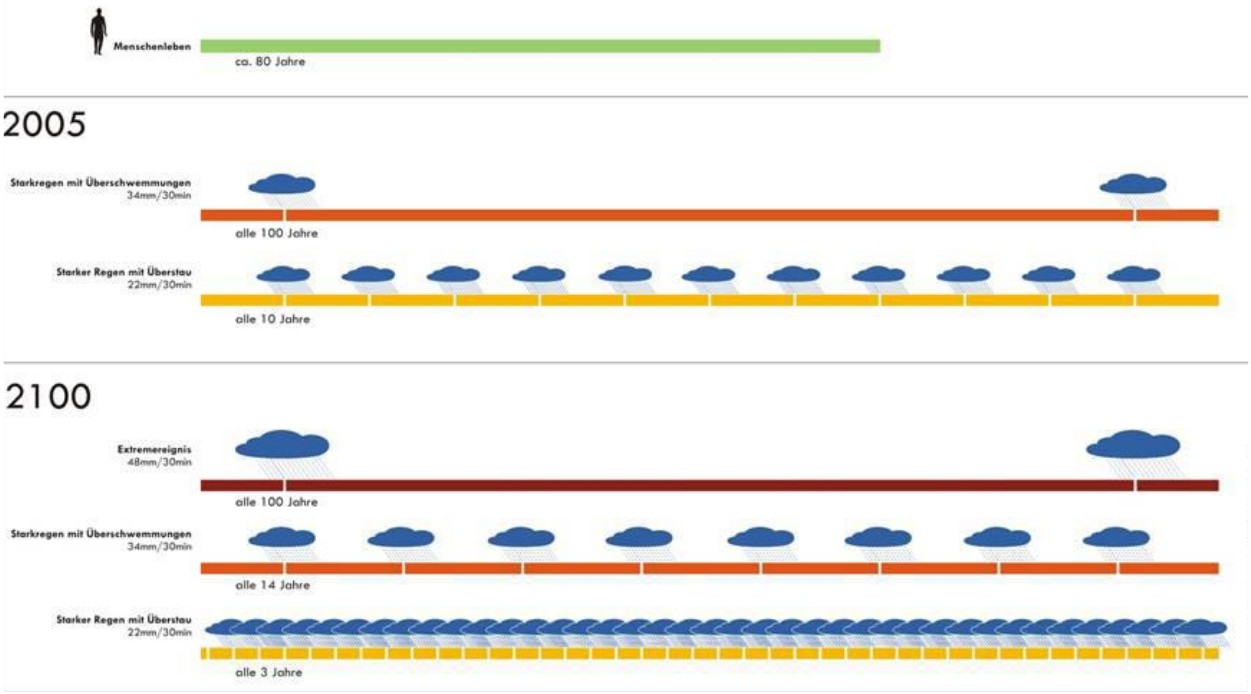

Abb. 2.10 Zukünftige Entwicklung der Stark- und Extremniederschlagsereignisse (Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen (FiW e.V.)

Im Fall eines Regenereignisses mit extremer Intensität ist der Zeitraum des Ereignisses zwar kurz und seine geographische Ausdehnung häufig begrenzt, es kommt aber durch die große Niederschlagsmenge zu einer Überlastung des unmittelbar beaufschlagten Teilentwässerungssystems, weil die anfallende Regenspende den bei der Bemessung des Entwässerungssystems angesetzten Wert zeitweilig wesentlich übersteigt. In diesem Fall können Straßen- und andere Entwässerungseinläufe einen solchen extremen Niederschlagsanfall meist nicht bewältigen, so dass der Niederschlag zum großen Teil oberflächig abfließt. Es entsteht eine Sturzflut. Dabei kann es gleichzeitig dazu kommen, dass sich urbane Entwässerungssysteme temporär vollständig einstauen und schließlich überlaufen.

Die Folgen extremer Regenfälle können also in beiden Fällen überlaufende Straßeneinläufe und Kanalisationsschächte, Sturzfluten auf Straßen und anderen Verkehrsflächen und Überflutungen von Kellern und tiefliegenden baulichen Anlagen wie Tiefgaragen, Unterführungen und Tunnel sein. Je nach anfallenden Wassermengen, Gefälle und Stauhöhen ergeben sich hierdurch vielfältige Risiken für die Bevölkerung, für die städtische Infrastruktur und für private Grundstücke und Anlagen, die es durch geeignete Maßnahmen zu beschränken gilt.

2.2.3 Die zukünftige Klimatopkarte von Recklinghausen auf Grundlage der Klimawandel-Projektionen

Ein Aspekt des Klimawandels ist der prognostizierte globale Anstieg der Jahresmitteltemperaturen um rund 2 K bis zum Jahr 2050 (Zukunftsszenario). Die Jahresmitteltemperatur ist für die sommerliche Hitzebelastung nicht ausschlaggebend, aber die in Zukunft längeren Hitzeperioden führen zu einer größeren Temperaturdifferenz zwischen Stadt und Freiland. Dass schwerwiegende Folgen von Hitzewellen vor allem in Städten auftreten, liegt an der Wärmespeicherung in der Bebauung und an der

Bedeutung der Nachttemperaturen für die Erholungsphase des Menschen. Die Auswertung verschiedener Hitzewellen in Städten zeigt, dass im Verlauf einer mehrtägigen Hitzewelle die nächtlichen Lufttemperaturen von Tag zu Tag ansteigen und schon nach drei bis vier Tagen um 2 bis 4 Kelvin zugenommen haben. Dabei verstärken sich auch die Temperaturunterschiede zwischen dem Freiland und der dicht bebauten Innenstadt.

Entsprechend der Versiegelungsrate und der Dichte der Bebauung wurde deshalb der Ist-Wert der relativen Lufttemperaturverteilung (Abb. 2.2) während sommerlicher Strahlungsnächte im Freiland nicht, aber in der Bebauung je nach Bebauungsdichte erhöht. Die nächtliche Überwärmung in Bereichen mit einer lockeren Bebauung (Villenviertel, Einzelhäuser mit großen Gärten) wurde um nur 1 Kelvin erhöht, mittlere Bebauungsdichten resultierten in einer Erhöhung von 2 bis 3 Kelvin nächtlicher Lufttemperaturen. Maximal wurde der Betrag der Überwärmung in der Recklinghäuser Innenstadt bei hochverdichteter Innenstadtbebauung um 4 Kelvin erhöht. Auf dieser Grundlage wurde mit gleich bleibenden Gewichtungen und Grenzwerten (siehe Kapitel 2.1.3) eine Klimatopkarte der Zukunftsprojektion für die Dekade 2051-2060 berechnet (Abb. 2.11).

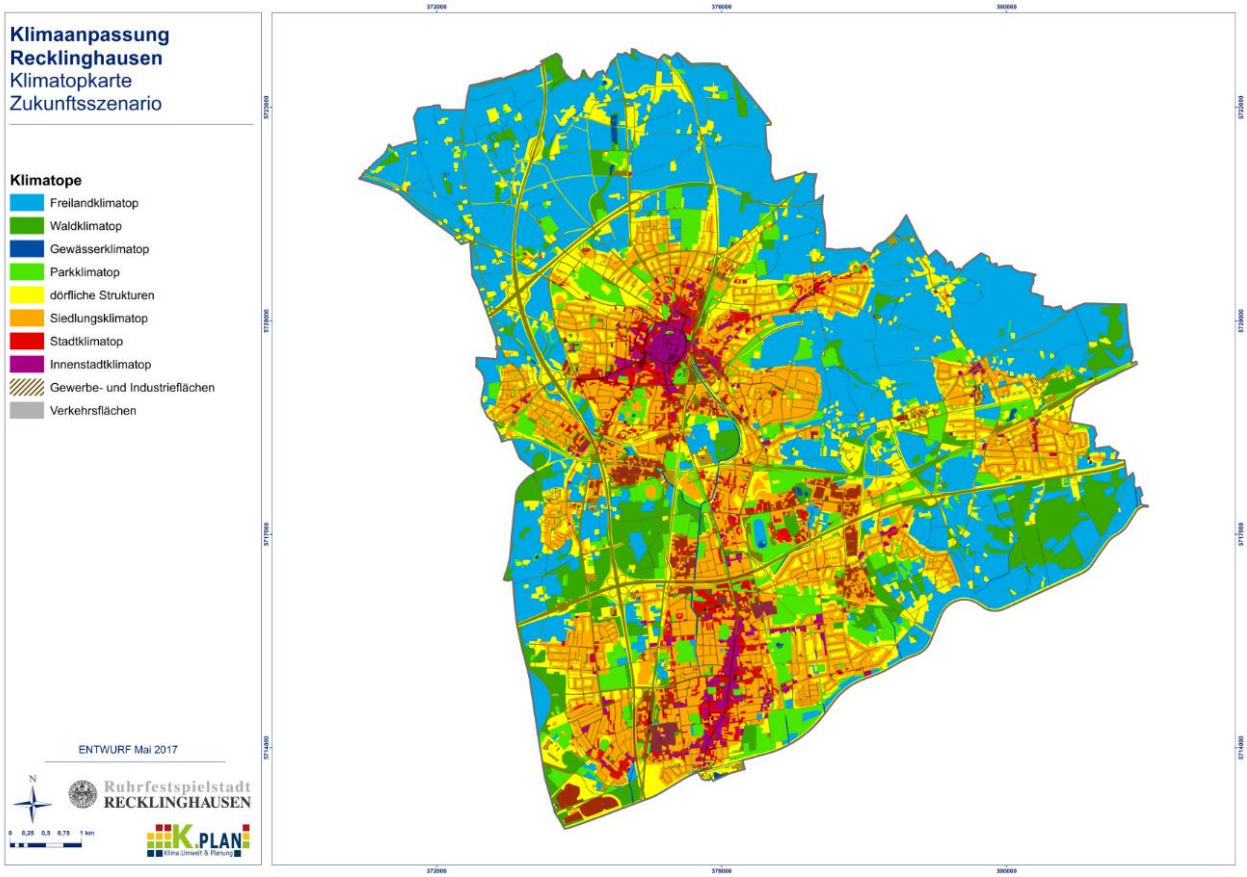

Abb. 2.11 Die Klimatopkarte von Recklinghausen im Zukunftsszenario

3. Vulnerabilitäten in Recklinghausen bezüglich des Klimawandels

3.1 Abstufung von Belastungsgebieten unter dem Aspekt „Hitze“

Um Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel gezielt ein- und möglichst effektiv umzusetzen, sollten die Gebiete und Bereiche identifiziert werden, die eine besondere Sensitivität gegenüber den Folgen des Klimawandels aufweisen. Das sind Gebiete, in denen aufgrund der sozialen, ökonomischen und naturräumlichen Rahmenbedingungen vor Ort besondere Probleme durch die klimatischen Änderungen zu erwarten sind. Auf Grundlage der vorhandenen Datenbestände, der Klimaanalyse und den darauf aufbauenden Analysen mit Hilfe von geographischen Informationssystemen lassen sich in Recklinghausen Gebiete identifizieren, die aufgrund der klimatischen Situation bereits heute als Belastungsräume unter dem Aspekt „Hitze“ bezeichnet werden müssen.

Aufgrund der durchgehenden Bebauung und hohen Versiegelung von Oberflächen gibt es im Recklinghäuser Stadtgebiet Bereiche, die sich im Sommer besonders stark aufheizen. Dies ergibt sich dadurch, dass der bebaute Raum Wärme weitaus stärker speichert, als dies für Flächen im unbebauten Umland gilt, durch mangelnde Durchlüftung im innerstädtischen Raum und durch verringerte Abkühlung durch geringere Wasserverdunstungsraten in hoch versiegelten Gebieten. Diese thermische Belastung resultiert neben hohen Strahlungstemperaturen am Tage sowohl aus der städtischen Wärmeinsel, als auch aus der mangelnden Durchlüftung, wodurch ein Abtransport der warmen Luft aus der Stadt bzw. die Advektion kühlerer Luft aus dem Umland erschwert wird. Große Temperaturunterschiede von bis zu 8 Kelvin in warmen Sommernächten zwischen Innenstadt und Stadtrand sowie dem Umland sind die Folge. Dies führt in der Innenstadt vor allem dann zu einer belastenden Situation, wenn die Temperaturen nachts nicht mehr deutlich genug absinken.
Die weiter zunehmende Klimaerwärmung wird in Zukunft häufiger zu längeren und stärker ausgeprägten Hitzeperioden auch in Recklinghausen führen. Solche Gebiete, die bereits heute als belastend eingestuft sind, werden zukünftig noch stärker betroffen sein und sich in die Umgebung ausdehnen. Neben der Recklinghäuser Innenstadt gilt dies auch für Recklinghausen-Süd.

Grundlagen für die Abgrenzung von potentiellen Problemgebieten unter dem Aspekt der Hitzebelastung des Menschen liefern die Klimatope des „Innenstadtklimas“ und des „Stadtklimas“ (siehe Abb. 2.7). In diesen Bereichen bilden sich aufgrund der hohen Versiegelung die städtischen Wärmeinseln so stark aus, dass es zu einer Belastung des menschlichen Organismus kommt. Zusätzlich wird die Durchlüftung durch die Bebauungsstrukturen behindert. Diese Flächen wurden als **potentielle Bereiche mit einer sommerlichen Hitzebelastung** in die im Kapitel 4.3 näher erläuterte „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“ aufgenommen. Die potentiellen Hitzeareale im IST-Zustand sind in der Abbildung 3.1 dargestellt. Sie liegen vorwiegend im Innenstadtbereich von Recklinghausen und Recklinghausen-Süd, während die Stadtteile in der Umgebung weitgehend von einer Hitzebelastung verschont bleiben. Zum einen ist die Versiegelungsrate hier etwas bis deutlich geringer, zum anderen sind diese Stadtteile von unbebautem Freiland umgeben und werden dadurch auch während einer Hitzewetterlage noch ausreichend gekühlt.
Industrie- und Gewerbeflächen weisen bei einer hohen Versiegelungsrate ebenfalls ein hohes Hitzepotential auf. Stärker durchgrünte Gewerbegebiete gehören dagegen im IST-Zustand noch nicht zu den potentiellen Hitzearealen in Recklinghausen.

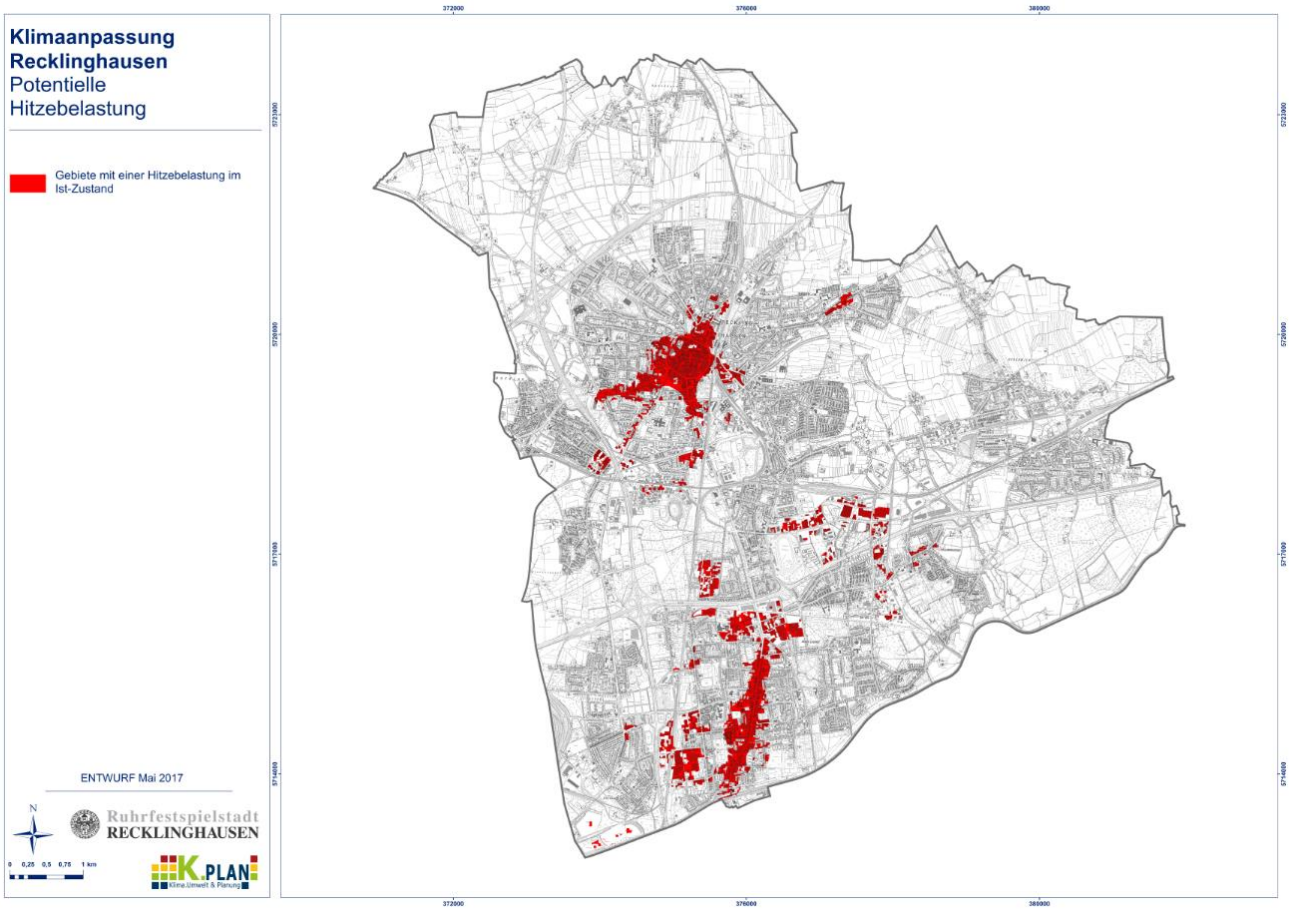

Abb. 3.1 Areale mit einer potentiellen Hitzebelastung im IST-Zustand

3.1.1 Ausweitung der Hitzebelastung im Zukunftsszenario

Die Jahresmitteltemperatur ist für die sommerliche Hitzebelastung nicht ausschlaggebend, aber die in Zukunft längeren Hitzeperioden führen zu einer größeren Temperaturdifferenz zwischen Stadt und Freiland. Dass schwerwiegende Folgen von Hitzewellen vor allem in Städten auftreten, liegt an der Wärmespeicherung in der Bebauung und an der Bedeutung der Nachttemperaturen für die Erholungsphase des Menschen.
Es zeigt sich im Zukunftsszenario eine deutliche Ausweitung der Areale mit einer potentiellen Hitzebelastung im gesamten Stadtgebiet. Zukünftig können auch die umgebenden Stadtteile, die eine leicht erhöhte Bebauungsdichte aufweisen, zusätzlich von der Hitzebelastung aufgrund der Ausweitung der städtischen Wärmeinsel betroffen sein. Diese Flächen sind momentan noch dem Siedlungsklimatop oder dem Klimatop der dörflichen Strukturen zugeordnet. Bis auf die großflächigen Ausnahmen „Trabrennbahn“ und „Kohlehalden“ bleiben bei dieser Berechnung eines Zukunftsszenarios in den nächsten Jahrzehnten umgesetzte Bauprojekte, die je nach Lage zu einer weiteren Verschärfung der Belastungen durch Hitze führen könnten, unberücksichtigt.

Abbildung 3.2 zeigt die Ausweitung der Hitzeareale in die Fläche des Recklinghäuser Stadtgebietes von der IST-Situation (rot) bis zum Zukunftsszenario (lila). In der Abbildung sind die Änderungen der relevanten Klimatope (Stadtklimatop und Innenstadtklimatop) der Hitzebelastungsbereiche in Recklingha-

usen dargestellt. Es zeigt sich eine deutliche Ausweitung dieser Klimatope im Stadtgebiet. Zukünftig können die Randbezirke der Recklinghäuser Innenstadt und von Recklinghausen Süd sowie Teile umgebender Stadtviertel zusätzlich von der Hitzebelastung aufgrund der Ausweitung der städtischen Wärmeinsel betroffen sein. Auch fallen zukünftig mehr Industrie- und Gewerbegebiete in die Bereiche mit einer potentiellen Hitzebelastung.

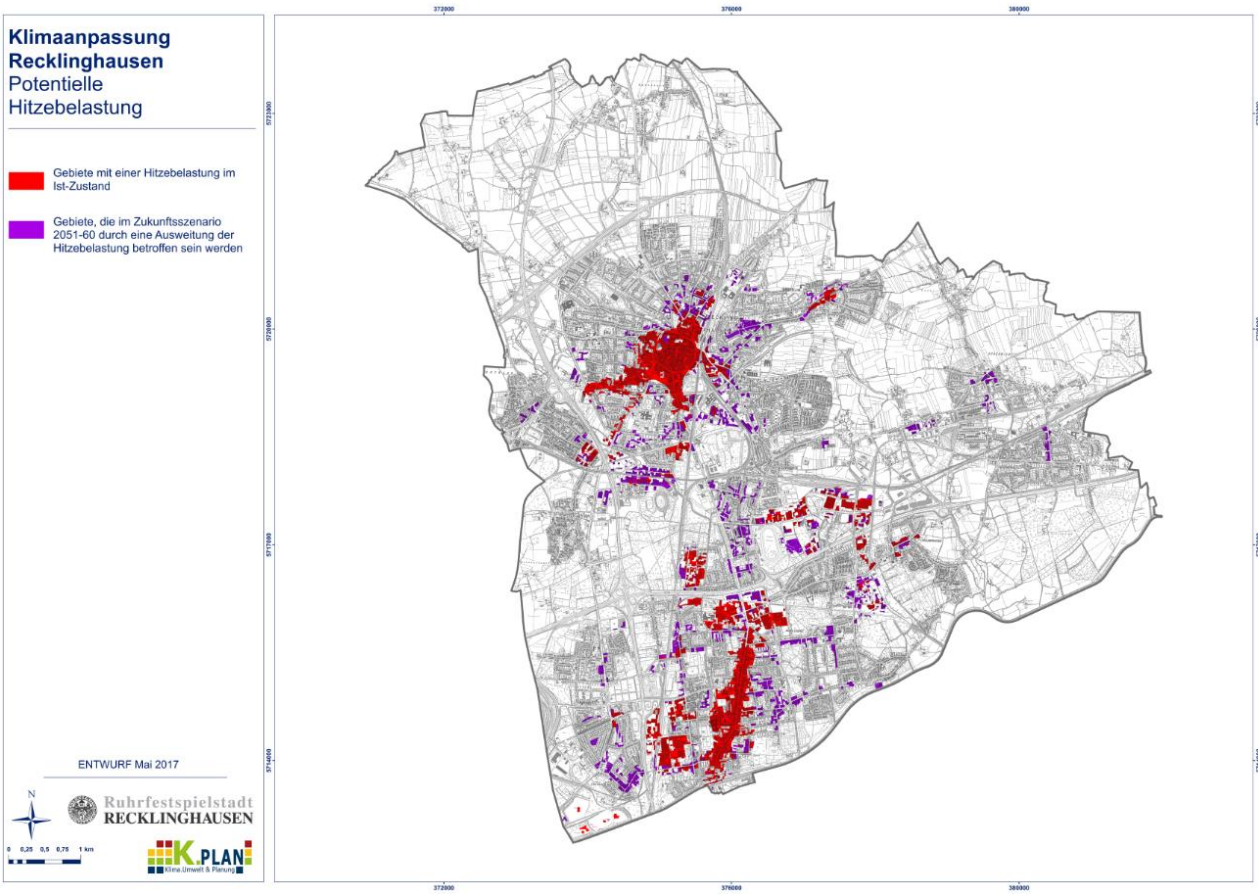

Abb. 3.2 Ausweitung der Stadt- und Innenstadtklimatope in Recklinghausen im Zukunftsszenario

3.1.2 Bevölkerungsdichte als Kriterium der Betroffenheit

Da es um die Abgrenzung von Gebieten aus dem Problemfeld Hitzebelastung mit Bezug zum Menschen geht, wurde in einem zweiten Schritt die Bevölkerungsdichte auf der Grundlage von Wohnblöcken (Quelle: Stadt Recklinghausen) herangezogen. Je größer die Einwohnerdichte ist, desto mehr Menschen sind einer möglichen Hitzebelastung ausgesetzt. Bei einem Aufenthalt in den Innenstädten tagsüber kann einer Hitzebelastung durch Standortwechsel und Vermeidung von besonnten Standorten entgegengewirkt werden. Anders sieht dies bei der Wohnbevölkerung aus, die insbesondere nachts einer Hitzebelastung durch mangelnde Abkühlung im Bereich der städtischen Wärmeinsel nicht ausweichen kann. Innenstadtbereiche, die überwiegend als Dienstleistungszentrum genutzt werden und einen nur geringen oder durchschnittlich hohen Anteil an Wohnbevölkerung haben, sind Problemgebiete mit einer etwas niedrigeren Anfälligkeitsstufe.

Die benötigten Ausgangsdaten zur Abgrenzung und Abstufung von Gebieten mit einer Belastung durch Hitze sind:

a) Bereiche der Städtischen Wärmeinsel (Ist und Zukunft):	Hitzebelastung
b) Einwohnerdichte in Recklinghausen:	Anfälligkeit
c) Anteil der Einwohner über 65 Jahre:	Anfälligkeit
d) Hitzeanfällige Infrastrukturen:	Anfälligkeit

Die Abbildung 3.3 zeigt für das Gebiet von Recklinghausen die Abstufung der Hitzevulnerabilität anhand der Bevölkerungsstruktur und der anfälligen Infrastrukturen. Dabei wurden die potentiellen Hitzeareale sowohl im Ist-Zustand wie auch im Zukunftsszenario berücksichtigt.

Die mittlere Bevölkerungsdichte für Recklinghausen liegt bei rund 4.200 Einwohnern pro km^2, die Standardabweichung der Einwohnerdichte beträgt rund 3.800 EW/km^2. Eine nur generelle Anfälligkeit gegenüber der Hitzebelastung besteht in Gebieten mit einer nur geringen bis durchschnittlichen Einwohnerdichte bis 4.200 EW/km^2 (gelbe Flächen im Bereich der Hitzeinseln (Ist und Zukunft) in der Abb. 3.3). In diese Stufe fallen viele Industrie- und Gewerbeflächen, die in der Regel keine oder nur eine sehr geringe Wohnbevölkerung aufweisen. Gleiches gilt für die Dienstleistungs- und Shoppingbereiche in der Recklinghäuser Innenstadt.

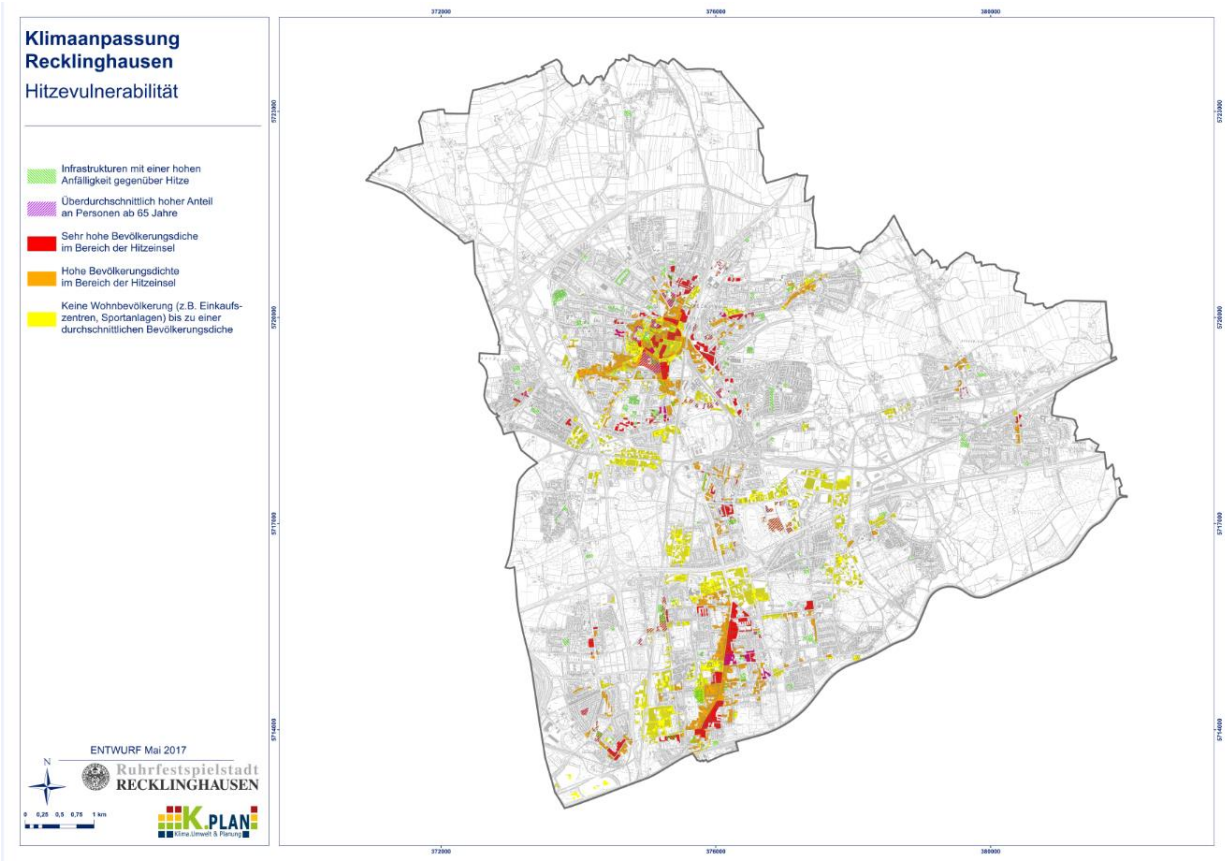

Abb. 3.3 Karte der Hitzevulnerabilität aufgrund der Bevölkerungsstruktur und der anfälligen Infrastrukturen in Recklinghausen

Wohngebiete im Bereich der Hitzeareale mit hohen Einwohnerdichten bis 8.000 EW/km^2 (Mittelwert plus einfache Standardabweichung, orange Bereiche in der Abb. 3.3) oder über 8.000 EW/km^2 (rote Bereiche in der Abb. 3.3) verursachen eine erhöhte bzw. hohe Anfälligkeit gegenüber einer Hitzebelastung, da sich in diesen Gebieten die Wohnbevölkerung konzentriert.

Für die Anfälligkeit eines Gebietes gegenüber einer klimatischen Belastung des Menschen spielen neben dem Hitzepotential auch soziodemographische Faktoren wie das Alter der Bevölkerung eine Rolle. Ältere Menschen zeigen eine schlechtere Anpassung an extreme Hitze mit gesundheitlichen Folgen, die von Abgeschlagenheit bis hin zu Hitzschlag und Herzversagen reichen können. Gebiete mit einem hohen Anteil älterer Menschen können daher als anfälliger gegenüber Hitzestress charakterisiert werden. Aus diesem Grund wurde die Anzahl der über 65-jährigen an den Einwohnern eines Wohnblocks (Quelle: Stadt Recklinghausen) ermittelt. Für Recklinghausen muss ein Anteil von 31 % alte Menschen ab 65 Jahr an der Gesamtbevölkerung als überdurchschnittlich (Mittelwert plus Standardabweichung) bezeichnet werden. Im Mittel sind rund 18 % der Einwohner eines Baublocks 65 Jahre oder älter. Zu bedenken ist, dass aufgrund des zukünftigen demographischen Wandels der Anteil der über 65jährigen an der Bevölkerung zunehmen wird. In der Abbildung 3.3 werden die drei Klassen der Bevölkerungsdichte von Bereichen mit einem überdurchschnittlichen Anteil von Einwohnern ab 65 Jahre überlagert (lila schraffierte Bereiche). Diese Viertel sind höchst problematisch, da sie ein hohes Hitzepotential bei geringen Durchlüftungsmöglichkeiten zusammen mit einem hohen Anteil an der anfälligen Bevölkerungsgruppe der über 65jährigen aufweisen und fallen daher unabhängig von der Gesamtbevölkerungsdichte in die Stufe der extrem hohen Anfälligkeit gegenüber einer Hitzebelastung.

Unabhängig von der Bevölkerungsstruktur sind in die Karte der Hitzevulnerabilität auch verschiedene Infrastrukturen aufgenommen worden, die eine hohe Anfälligkeit gegenüber Hitze aufweisen (grün schraffierte Bereiche). Dazu gehören in erster Linie Krankenhäuser und Altenheime, aber auch Kindergärten, Jugendheime, Bildungseinrichtungen, Kirchen und Gemeindehäuser. Liegen diese Einrichtungen im Bereich der Hitzeareale, ist ein dringender Handlungsbedarf zur Reduzierung des Hitzeeintrags, z.B. durch Begrünung und Verschattung, gegeben. In Recklinghausen liegen viele dieser Einrichtungen außerhalb der Hitzeinsel. Hier ist dafür zu sorgen, dass sich die Hitzebelastung nicht in diese Bereiche ausdehnt.

3.2 Abstufung von Belastungsgebieten unter dem Aspekt „Extremniederschläge“

Neben der Hitzebelastung werden starke Regenereignisse in Zukunft häufiger auftreten. Wenn in kurzer Zeit hohe Regenmengen niedergehen, kann dies zu spontanen und heftigen Überschwemmungsereignissen führen. Besonders gefährlich wird es in Bereichen, in denen das Niederschlagswasser aufgrund fehlender Rückstau- und Versickerungsmöglichkeiten nicht schnell genug abgeführt werden kann. Die städtische Kanalisation ist in der Regel so bemessen, dass Niederschlagsereignisse mit statistischen Wiederkehrintervallen von 3-10 Jahren problemlos bewältigt werden können. Seltenere Ereignisse fallen nicht mehr in die Zuständigkeit der Stadtentwässerung, Private müssen sich vor solchen Ereignissen eigenverantwortlich schützen. Aktuelle statistische Untersuchungen der Niederschlagsdaten in Deutschland für die Jahre 1951 bis 2000 zeigen jedoch deutlich, dass Starkregenereignisse zunehmend häufiger auftreten und die statistischen Wiederkehrintervalle nur noch bedingt gültig sind (DWD Deutscher Wetterdienst (2005): KOSTRA-DWD-2000). Weitere Studien erwarten ebenfalls eine durch den Klimawandel bedingte Zunahme an extremen Wetterereignissen (Bartels et al. (2005); Rahmstorf et al. (2007)). Mit Hilfe von Klimamodellen können keine Aussagen über die genaue Veränderung der Häufigkeitsverteilung von extremen Starkregen getroffen werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass ein 50-jähriges Starkregenereignis, für das die Kanalisation nach heutigen Bemessungsmaßstäben nicht dimensioniert ist, in Zukunft wesentlich häufiger stattfinden wird. Das Auftreten von sogenannten "Urbanen Sturzfluten" wird sich demnach in Zukunft deutlich verstärken.

3.2.1 Gesamtstädtische Fließwegekarte als Folge von Extremniederschlägen

Flutereignisse wurden in der Vergangenheit für Städte über den gewässerseitigen Hochwasserschutz bewertet. Aus der Formulierung ist bereits zu entnehmen, dass die Gefahr von Überflutungen bisher meist von Fließgewässern ausging. Vom Gewässernetz unabhängige, lediglich durch Niederschlag herbeigeführte Flutereignisse werden erst seit wenigen Jahren untersucht. Die allgemeine Diskussion um mögliche Anpassungsstrategien an den Klimawandel, die erwartete Zunahme von Starkregenereignissen und eine weiterhin steigende Flächenversieglung haben die Notwendigkeit der Anpassung an "Urbane Sturzfluten" zunehmend in den Fokus von Wissenschaft und Praxis gerückt.

Die dominanten Abflussprozesse bei Stark- und Extremniederschlagsereignissen finden an der Oberfläche statt. Die hohe Flächenversieglung in Städten verstärkt das Problem durch die vermehrte Bildung von Oberflächenabfluss. Maßgebend für die Identifikation von Gefahrenzonen ist primär die Topographie. Die Entwässerungsrichtung wird durch das natürliche Relief (Rücken, Täler, Hänge, Senken) bestimmt, während kleine natürliche und anthropogene Geländeelemente (Dämme, Mauern) die Fließwege zusätzlich ablenken. Abflusslose Senken stellen besondere Gefahrenbereiche dar, da das Wasser hier nur von der Kanalisation, falls vorhanden, abgeführt werden könnte. Das Problem verstärkt sich durch eine oft reliefbedingte Häufung von Überstaueffekten, wodurch zusätzliches Wasser in die Senke gelangt. Überstaueffekte der Kanalisation können über den hier verfolgten Ansatz nicht vorhergesagt werden. Das aus der Kanalisation austretende Wasser unterliegt an der Oberfläche jedoch wieder genau den hier betrachteten Gesetzmäßigkeiten und wird über die Fließwege an der Oberfläche abgeführt.

Zur Bewertung des Recklinghäuser Stadtgebietes im Hinblick auf Hauptfließwege und eine Überflutungsgefährdung bei Stark- oder Extremniederschlägen wurde die Fließwegeanalyse Recklinghausen (dr. papadakis 2015) herangezogen. Für frei abfließendes Oberflächenwasser in städtischen Einzugsgebieten bestimmt die Regenmenge maßgeblich das Auftreten von freiem Oberflächenabfluss. Während der Niederschlag eines normalen Regenereignisses über die Kanalisation abgeführt wird, entstehen bei Extremniederschlagsereignissen stark wasserführende Fließwege (siehe Abb. 2.5). Entsprechend den Vorgaben des Auftraggebers wurde für die Fließwegeanalyse ein fiktiver Regen mit einer Niederschlagssumme von 90 mm/h als Belastungsgröße für die Berechnungen angesetzt. Bei diesem Niederschlagsereignis handelt es sich um einen flächendeckenden Blockregen, der als Extremereignis einzustufen ist (siehe auch Kap. 2.1.2).
Durch die Beschreibung der Fließwege wird deutlich, dass sich der Oberflächenabfluss häufig an natürlichen Gewässerläufen orientiert. Auch die Senken liegen oft im Bereich von stehenden Gewässern. Sowohl die Hauptentwässerungsachsen als auch die Senken liegen überwiegend in einem Gebiet mit geringer Bebauungsdichte. Betroffene Siedlungsbereiche können anhand der Fließwegekarte detailliert untersucht werden.

3.2.2 Potenzielle Überflutungsbereiche und Vulnerabilitäten als Folge von Extremniederschlägen

Die Ergebnisse der Fließwegeanalyse Recklinghausen (dr. papadakis 2015) zeigen, dass es mehrere große Überflutungsbereiche in Recklinghausen gibt. In der Karte der wassergefährdeten Flächen als Folge von Extremniederschlägen (Abb. 3.5) sind die Hauptfließwege mit einer Fließgeschwindigkeit ab 0,7 m/s und die mit einer Mindesttiefe von 75 cm überfluteten Bereiche dargestellt. Im Recklinghäuser Stadtgebiet liegen viele der überfluteten Flächen in Grünanlagen oder auf Freiflächen. Aber es sind auch bebaute Bereiche betroffen. Insbesondere werden das Zentrum (äußerer Ring, Wall) und der Bahnhofsbereich überflutet (Abb. 3.5). Hier ist die Gefährdung als besonders groß einzustufen, da nicht nur Gebäude, sondern die gesamte Infrastruktur betroffen ist. Die Überflutungsgefährdung resultiert aus der Topografie, da das Zentrum gegenüber angrenzenden Bereichen tiefer liegt und somit viel Wasser vor allem aus nördlicher und östlicher Richtung dem Innenstadtbereich zufließt, teilweise mit hohen Geschwindigkeiten. Auch Verkehrswege, insbesondere tieferliegende Unterführungen können von Fließwegen und Überschwemmungen betroffen sein. Ein Beispiel ist die Unterführung der Maybachstraße, die bei Starkregen schon mehrfach unter Wasser gestanden hat.

Abb. 3.4 Potentieller Überflutungsbereich: Unterführung Maybachstraße

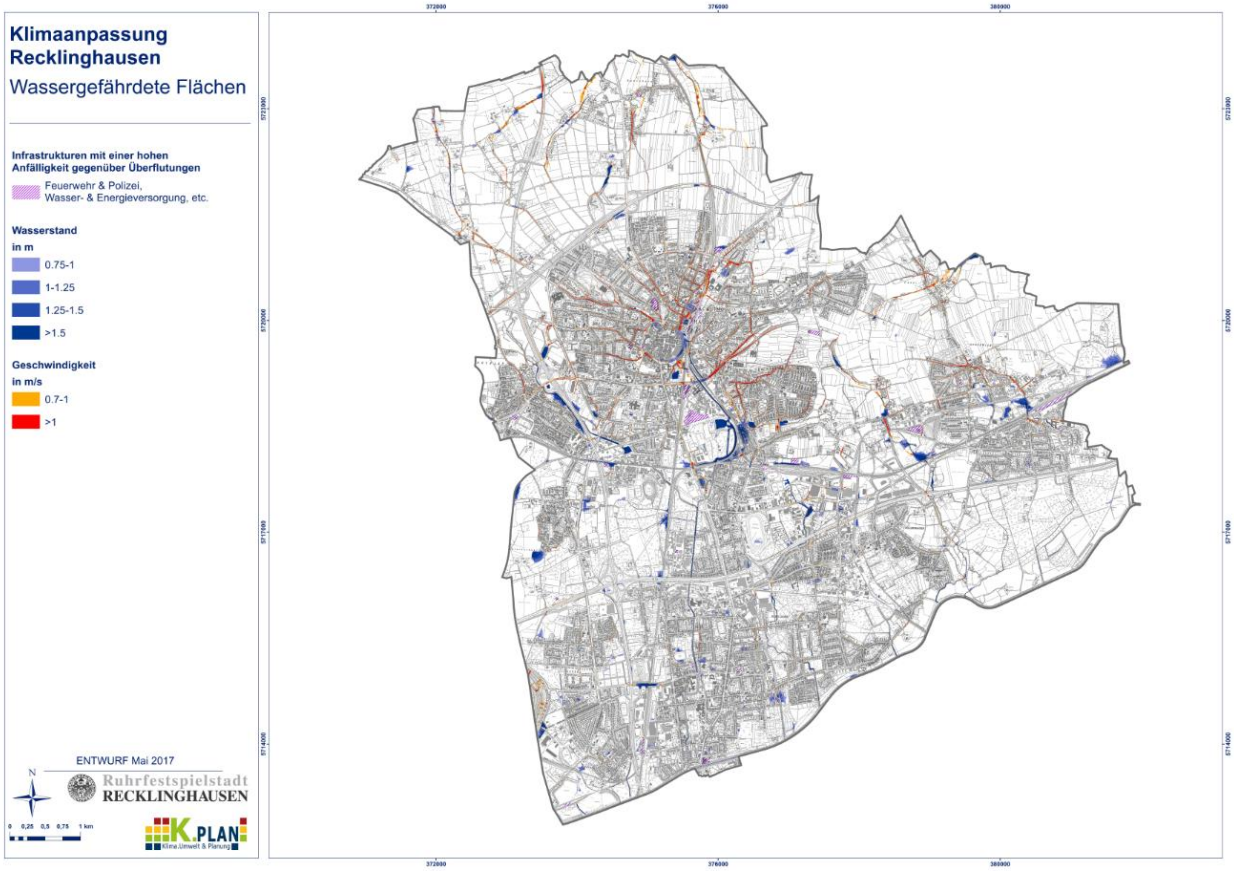

Abb. 3.5 Karte der wassergefährdeten Flächen als Folge von Extremniederschlägen in Recklinghausen

Unabhängig von den berechneten Fließwegen und überfluteten Bereichen infolge von Extremniederschlagsereignissen sind in die Karte der wassergefährdeten Flächen (Abb. 3.5) auch verschiedene Infrastrukturen aufgenommen worden, die eine hohe Anfälligkeit gegenüber Überflutungen aufweisen (lila schraffierte Bereiche). Dazu gehören die Anlagen der Wasser- und der Energieversorger wie Pumpstationen und Umspannanlagen, Polizei- und Feuerwehrstationen und auch Bahnhöfe. Liegen diese Einrichtungen im Bereich der Hauptfließwege oder der überfluteten Bereiche, ist ein dringender Handlungsbedarf zur Reduzierung des Wassereintrags, z.B. durch Zwischenspeicherung oder Umlenkung, gegeben.

4. Kommunale Gesamtstrategie zur Anpassung an den Klimawandel

4.1 Fallstudien im Stadtgebiet Recklinghausen

Für verschiedene Untersuchungsgebiete im Recklinghäuser Stadtgebiet sollten beispielhaft die Zusammenhänge zwischen den Auswirkungen des Klimawandels und den Auswirkungen verschiedener Anpassungsmaßnahmen untersucht werden. Dazu wurden die Themenfelder „Hitzebelastung“ und „Überflutungsgefahr durch Extremniederschläge“ ausgewählt.

4.1.1 Fallstudie „Altstadt“ zur Hitzebelastung

Die Fallstudie „Altstadt“ beschäftigt sich mit den Möglichkeiten der Hitzereduktion und Erhöhung der Aufenthaltsqualität in einem hoch versiegelten innerstädtischen Raum. Bezüglich der Anfälligkeit der Bevölkerung gegenüber Hitzebelastung wird das Innenstadtklimatop, insbesondere der hochverdichtete und -versiegelte Kernbereich, die Fußgängerzone innerhalb des Innenstadtrings, als besonderer Belastungsraum für die Bevölkerung dargestellt. In der Altstadt Recklinghausen sind Shoppingbereiche mit einer nur geringen Einwohnerzahl und Wohnbereiche mit hoher bis sehr hoher Bevölkerungsdichte eng miteinander verzahnt (siehe auch Abb. 3.3). Durch diese erhöhten Hitzebelastungen während austauscharmer Wetterlagen ist der Innenstadtbereich bioklimatisch als hoher Lastraum zu betrachten (RVR 2011). In klimatischer und lufthygienischer Hinsicht ist das geringe Vorhandensein von Grünanlagen in diesem stark anthropogen überprägten Bereich sehr nachteilig und es ist daher besonders wichtig, das Stadtklima durch die Anlage kleinräumiger Grünbereiche aufzuwerten. Das gilt im Besonderen für großflächig versiegelte und überwärmte Areale, wie beispielsweise den Marktplatz. Dieser könnte in klimatischer Hinsicht durch den Schattenwurf nach Anpflanzen großkroniger Bäume aufgewertet werden. Ebenfalls könnten Dach- und Fassadenbegrünungen helfen, das Klima an diesen überwärmten Bereichen abzumildern (RVR 2011).

Abb. 4.1 „Design-Bäume“ auf dem Marktplatz in Recklinghausen (Foto: K.PLAN)

4.1.1.1 Das Modellgebiet „Altstadt Recklinghausen“

Das Untersuchungs- und Modellgebiet ist ein von der Stadt Recklinghausen ausgewählter Ausschnitt von 400 m x 400 m im hochverdichteten und stark versiegelten Innenstadtbereich von Recklinghausen (Abb. 4.2). Das Untersuchungsgebiet wird im Osten durch den umliegenden Innenstadtring begrenzt. Im Norden endet es mit den Grünanlagen der St. Peters Kirche, im Osten mit dem Kaiserwall, südlich mit der Löhrgasse und der Breiten Straße und im Westen mit dem Caspersgässchen und dem Paulsörter. Zentral liegen der Marktplatz und der Karstadt-Gebäudeleerstand und südöstlich davon liegt der Vorplatz des Einkaufszentrums Palais Vest am Löhrhof. Im Nordwesten ist der Kirchplatz westlich der St. Peters Kirche zu sehen und des Weiteren zwei Parkplätze jeweils südwestlich und südöstlich vom Markt gelegen.

Abb. 4.2 Modellgebiet „Altstadt Recklinghausen“ (Google Inc. 2016)

Die Kartierungsmethodik zur Aufnahme des Modellgebietes Innenstadt Recklinghausen wurde in drei Schritten vollzogen: die Aufnahme der Bauwerksstrukturen (Form und Höhe), die Aufnahme der Straßen und Fußwege (Bodenbelag) sowie die Aufnahme der Grünanlagen – hauptsächlich Bäume (Gestalt und Höhe). Die aufgenommenen Daten der drei Kartierungen wurden dann im nächsten Schritt in das Programm ENVI-met übertragen und dort für eine virtuelle Modellierung vom Ist-Zustand des Untersuchungsgebietes und als Grundlage für verschiedene Begrünungs- und Wassermaßnahmen verwendet.

Als Begrünungsmaßnahmen werden hauptsächlich Baum- und Rasenanpflanzungen (Entsiegelung von Flächen) verwendet. Eine Variante zeigt die Wirkung von Dach- und Fassadenbegrünungen. Außerdem wird die klimatische Wirkung verschiedenen Springbrunnen im Untersuchungsgebiet simuliert. Für die

Vergleiche des Ist-Zustands mit den Varianten werden zwei stadtklimatisch relevante Messgrößen, Temperatur und PMV (ein bioklimatischer Index) für bestimmte Tages- und Nachtzeitpunkte (16:00 und 23:00) ausgewählt. Die Nachttemperaturen sind für die Nachtruhe und damit die Gesundheit der Bevölkerung wichtig und der PMV-Wert tagsüber kann für die Bewertung der thermischen Belastung des Menschen herangezogen werden.

PMV, 1972 vom dänischen Wissenschaftler Ole Fanger entwickelt, steht für predicted mean vote (durchschnittliche erwartete Empfindung) und ist ein bioklimatischer Index, der die thermische Behaglichkeit oder Unbehaglichkeit eines Menschen wiederspiegelt. Dieser hat sich anders als andere vergleichbare Indizes über viele Jahrzehnte bis heute als unverändert valide erwiesen. Er wird deswegen genutzt, da die vom Menschen empfundene Wärmebelastung bzw. die wetterbedingte Belastung des Organismus nicht alleine von der Lufttemperatur abhängt, sondern auch von anderen Einflussgrößen innerhalb des thermischen Wirkungskomplexes. Die wichtigsten Einflussgrößen, die das Empfinden im thermischen Wirkungskomplex beeinflussen und zur Berechnung des PMV herangezogen werden sind: Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und die mittlere Strahlungstemperatur. Hinzu kommen noch die körperliche Aktivität des Menschen und der Wärmeleitwiderstand der Kleidung (ENVI-met GmbH 2016). Der PMV-Wert reicht von -4 bis +4 (siehe Abb. 4.3 und Tab. 4.1). Der Wert -4 wird als sehr kalt bzw. extrem kalt empfunden und der Wert +4 als sehr heiß bzw. extrem heiß. Ein neutraler thermischer Komfort wird beim Wert 0 empfunden (ENVI-met GmbH 2016). Dabei ist zu beachten, dass in diesem Kontext thermische Ausdrücke, wie etwa kühl, warm oder heiß in Verbindung mit dem entsprechenden PMV-Wert stehen und nicht alleine mit der Lufttemperatur gleichzusetzen sind, sondern in diesem Falle eine Einordnung des Behaglichkeitsempfindens des Menschen auf der PMV-Skala darstellen.

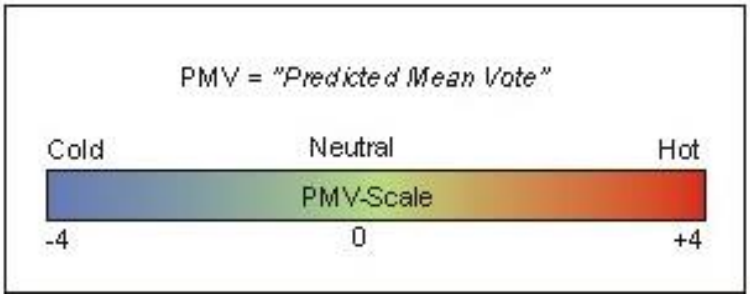

Abb. 4.3 Werteskala PMV Grobeinteilung (ENVI-met GmbH 2016)

Tab. 4.1 Werteskala PMV Feineinteilung

PMV	Thermisches Empfinden	Belastungs-stufe	Biologische Wirkung
-3,5	sehr kalt	Extrem	Kältestress
-2,5	kalt	Stark	
-1,5	kühl	Mäßig	
-0,5	leicht kühl	Schwach	
0,0	behaglich	Keine	keine
0,5	leicht warm	Schwach	
1,5	warm	Mäßig	
2,5	heiß	Stark	
3,5	sehr heiß	Extrem	Wärmebelastung

(Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg 2012)

Der PMV-Wert wird in ENVI-met mit dem dafür entwickelten Programm „Biomet“ für die Ausgabedatensätze der Simulationen berechnet. Die Voreinstellung in Biomet ist für einen schlanken 35-jährigen Mann ausgelegt. Im Zuge dieser Arbeit wurden Werte für einen 65-jährigen Mann in Sommerbekleidung benutzt (Tab. 4.2), um auch dem Umstand Rechnung zu tragen, dass demographisch betrachtet der Anteil der über 65-Jährigen zukünftig weiter zunimmt und gerade ältere Menschen gegenüber hohen Temperaturen besonders anfällig sind.

Tab. 4.2 Werte der PMV-Variablen für die Simulationen des Ist-Zustandes und der Varianten

PMV-Variable	**Wert der Variable**
Alter	65
Geschlecht	männlich
Körpergewicht	85 kg
Körpergröße	1,80 m
Bekleidungswert	0,5
Bewegungsgeschwindigkeit	1 m/s

Das Programm ENVI-met in der Version 4.1.2 (www.envi-met.com) wurde seit 1994 von Prof. Dr. Michael Bruse aufgelegt und bis heute weiterentwickelt. Die Grundversion ist kostenfrei, aber in den Funktionen eingeschränkt (ENVI-met GmbH 2016). Es ist ein mikroskaliges Atmosphärenmodell, welches mittels nummerischer Verfahren ein dreidimensionales und gekoppeltes Strömungsenergiebilanzmodell eines atmosphärischen Zustandes über einer konkret beschaffenen Erdoberfläche zu einem bestimmten Zeitpunkt berechnen und abbilden kann. ENVI-met berechnet unter Einbeziehung der Gesetze der Strömungs- und Thermodynamik atmosphärische Zustandsveränderungen und greift dabei auf die Interaktionen der Modellebenen von Boden, Vegetation, Bauwerke und Atmosphäre zurück (Kuttler et al. 2015; Lee et al. 2015). Für die Modellbildung von realen kleinräumigen Stadtquartieren wird in ENVI-met ein dreidimensionales Raumgitter benutzt, indem Oberflächenstrukturen, wie z. B. Vegetation und Gebäude vereinfacht durch Modellquader kombiniert und abgebildet werden (Bruse 2003). Die maximale räumliche Ausdehnung des Gitterzellenmodells liegt bei 250 x 250 x 25 Gitterzellen und die Auflösung liegt bei mindestens 0,5 m pro Kantenlänge einer Gitterzelle und sollte wegen zu ungenauen Ergebnissen 10 m nicht überschreiten.
Das Modell schließt die Simulation folgender Parameter ein:

- Strömungsfeld (auch Gebäudeumströmung)
- Austauschprozesse für Wärme und Feuchte
- Lufttemperatur- und Feuchteverteilung
- Turbulenz
- Austauschprozesse mit der Vegetation
- Bioklimatologie

ENVI-met versetzt z. B. Stadtplaner in die Lage, die Auswirkungen von gezielten Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel innerhalb verschiedener Planungsszenarien zu simulieren und zu vergleichen, ohne dass das untersuchte Gebiet bzw. die Planungsmaßnahmen in der Realität existieren müssen (Bruse 2003).

Der ausgewählte Untersuchungsbereich der Recklinghäuser Innenstadt von 400 m x 400 m (Abb. 4.2) wird zu einer Eingabedatei für die mikroskaligen ENVI-Met-Modellierungen verarbeitet. Das Ergebnis ist in den Abbildungen 4.4 und 4.5 für den Ist-Zustand dargestellt. Bei der Erstellung der Gebäudestruktur wurden die Gebäudehöhen entsprechend der Auswertung der eigenen Gebäudekartierung mit den jeweiligen Höhen ins Modell gebaut. Die verschieden Gebäudehöhen des modellierten Untersuchungsgebietes verliefen von 2 bis 18 Meter. Die Ausnahme bildete der Kirchturm mit gerundet 30 Metern Höhe. Die am häufigsten auftretende Gebäudehöhe betrug hier 12 Meter.
Neben der Lage, Form und Höhe der Gebäude ist auch die Vegetationsstruktur mit Informationen über Rasenflächen, Büsche und Bäume verschiedener Größen in den Eingabedateien vorhanden. Die unterschiedliche Höhe der Vegetation von Rasenflächen über Büsche bis hin zu Bäumen ist grob anhand der Grüntöne zu unterscheiden. Bäume werden in Dunkelgrün, Büsche in einem mittleren Grün und Rasenflächen in Hellgrün wiedergegeben (Abb. 4.4). Die Bandbreite verlief bei den Wuchshöhen des kartierten Baumbestandes im Ist-Zustand zwischen 4 und 17 Metern und bei der Kronenbreite zwischen 5 und 19 Metern. Die aufgenommen Wuchshöhen und Kronenbreiten wurden aus technischen Gesichtspunkten in ENVI-met generalisiert. Das heißt, nahe beieinanderliegende Wuchshöhen und Kronenbreiten wurden in Untergruppen zusammengefasst. Zusätzlich wurde noch das Auswahlkriterium der Eignung als Stadtbaum nach der Düsseldorfer Zukunftsbaumliste sowie nach KLAM-Stadt (Stadt Düsseldorf 2016 herangezogen. Insgesamt wurden für den kartierten Baumbestand des Ist-Zustands und der Begrünungsvarianten die vier Baumarten Acer campestre, Acer platanoides, Carpinus betulus und Quercus robur für die Modellbildung ausgewählt (Tab. 4.3).

Tab. 4.3 Baumarten für die Modellierungen mit ENVI-met im Ist-Zustand/ Begrünungsvarianten

Botanischer Name	Blattdichte (LAD)	Eignung Zukunftsbaumliste Düsseldorf (Kategorie)	Eignung nach KLAM-Stadt
Acer campestre	2	1	1.1
Acer platanoides	2	1	2.1
Carpinus betulus	1,7	1	2.1
Quercus robur	1,8	1	3.1

(Törkel 2015 ENVI-met GmbH 2016)

Zusätzlich wurden die Bodenart bzw. die Bodenversiegelung im Modellgebiet erfasst und in die Eingabedatei übertragen. Diese sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht in den Abbildungen dargestellt. Für die Modellbildung der Oberflächen wurden nach den Kartierungsaufnahmen verschiedene Materialien in ENVI-met benutzt. Das waren dunkle Zementpflastersteine, helle Granitplatten, Basaltpflastersteine, dunkler Asphalt und unversiegelte Böden.

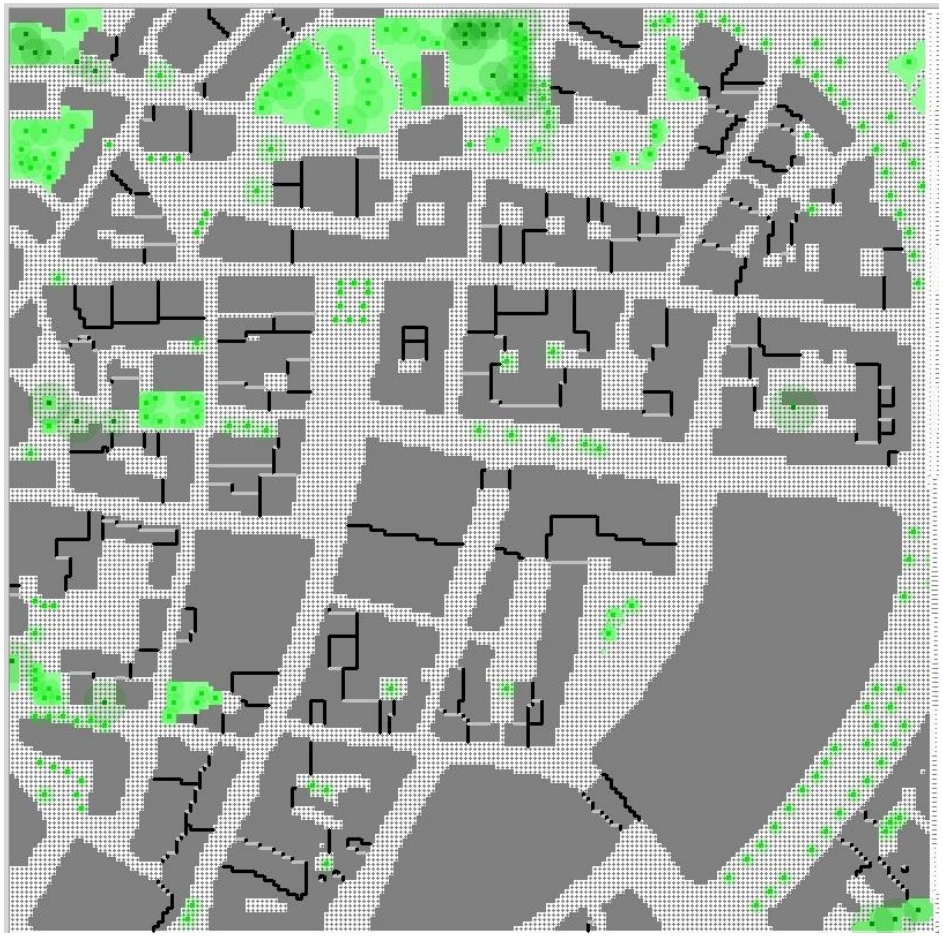

Abb. 4.4 Modelldatei Ist-Zustand der Altstadt Recklinghausen (eigene Darstellung mit ENVI-met)
grau: Gebäude, dunkelgrün: Bäume, mittleres Grün: Büsche, hellgrün: Rasenflächen

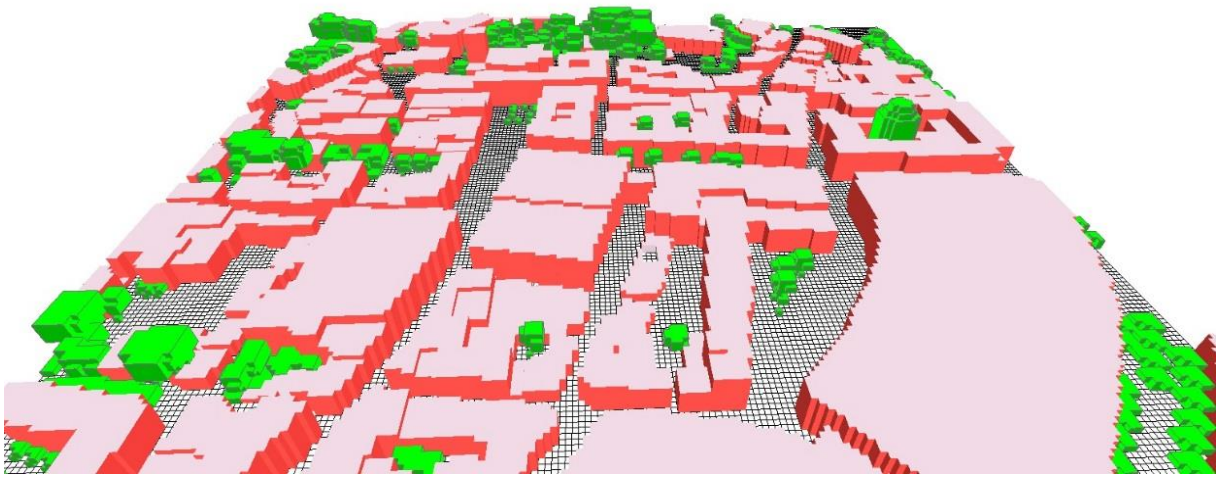

Abb. 4.5 Modelldatei Ist-Zustand der Altstadt Recklinghausen 3D-Ansicht (eigene Darstellung mit ENVI-met)

Für die mikroskalige Modellierung der klimatischen Situation im Untersuchungsgebiet „Altstadt Recklinghausen“ wurden alle Varianten mit den gleichen Modellparametern gerechnet (Tab. 4.4). Für das Gitternetzmodell wurden jeweils 200 Rasterfelder mit einer Auflösung von 2 m in horizontaler Lage in

Nord-Süd- und West-Ost-Richtung festgelegt, um das Untersuchungsgebiet von 400 m x 400 m abbilden zu können. In der Vertikalen werden 24 Rasterfelder mit ebenfalls 2 m Auflösung benutzt. Nach zehn vertikalen Rasterfeldern (Höhe 20 m) nimmt die Auflösung von jedem Rasterfeld um 10 % zu, sodass die Abschlusshöhe bei 72,5 m liegt.

Tab. 4.4 Basiseinstellungen der Modellierung mit ENVI-met für Ist-Zustand/ Varianten im Untersuchungsgebiet Altstadt Recklinghausen

Basiseinstellungen	**Ist-Zustand und Varianten**
Geographische Koordinaten Recklinghausen	N 51.60° E 7.21°
Größe Untersuchungsgebiet	400 m x 400 m
Anzahl Gitterzellen	200 x 200 x 24
Auflösung der Gitterzellen	2 m x 2 m x 2 m, Teleskopfaktor 10 % ab 20 m vertikaler Auflösung

Simuliert wurde jeweils ein sommerlicher Strahlungstag über 24 Stunden, um eine maximale Erwärmung im Modellgebiet zu erreichen. Neben der Gebäude-, Vegetations- und Oberflächenstruktur des Modellgebietes wurden die in der Tabelle 4.5 aufgelisteten meteorologischen Parameter für eine mikroskalige Modellierung des Ist-Zustandes sowie der Varianten festgelegt. Diese Werte entsprechen den typischen Ausgangsbedingungen einer sommerlichen Strahlungswetterlage mit Hitzebelastung. Die Startwerte der meteorologischen Parameter wurden für alle Varianten gleich gewählt. Sommerliche Strahlungstage sind in der Regel Schwachwindwetterlagen. Die Ausgangs-Windgeschwindigkeit in 10 Metern Höhe wurde auf 1,2 m/s festgelegt und die Windanströmung erfolgt aus Nordnordost (30 Grad). Zu den Tages- und Nachtzeitpunkten 16:00 und 04:00 wurden die Temperaturen sowie die relative Feuchte vorgegeben, um einen heißen Tag ($T_{max} \geq 30$ °C) zu simulieren.

Tab. 4.5 Meteorologische Ausgangswerte für die ENVI-Met – Simulationen im Modellgebiet Altstadt Recklinghausen

Parameter	**Parameterwerte**
Simulationstag	Sommerlicher Strahlungstag
Startzeit MEZ	06:00 MEZ
Simulationsdauer	24 h
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	1,2 m/s
Windrichtung	30 Grad (aus Nordnordost)
forcierte Lufttemperatur 04:00	16 °C
forcierte Lufttemperatur 16:00	32 °C
forcierte relative Feuchte 04:00	80 %
forcierte relative Feuchte 16:00	30 %
Bodentemperatur in 20 cm Tiefe um 06:00 MEZ	19,9 °C

Austauscharme Wetterlagen mit geringen Windgeschwindigkeiten des regionalen Windes und, im Sommer, dem Potential für Hitzebelastungen zeigen typischerweise eine andere Windverteilung als im Jahresüberblick. Ein schwacher Regionalwind bei einer solchen Warmwetterlage wird überlagert von Luftströmungen aus Nordost, die aus Nordost aus dem Freiland über die Luftleitbahn der Eisenbahntrasse bis in den Bereich der Recklinghäuser Innenstadt vordringen kann. Diese Belüftung bei windschwachen Wetterlagen wurde in der Klimaanalyse der Stadt Recklinghausen (RVR 2011) nachgewiesen.

4.1.1.2 Die klimatische Situation im IST-Zustand

Abbildung 4.6 zeigt die Lufttemperaturverteilung im Untersuchungsgebiet der Innenstadt Recklinghausen. Zu erkennen ist, dass fast der gesamte hochverdichtete Innenstadtbereich gut 0,5 Kelvin kühler ist als der übrige Teil des Untersuchungsgebietes. Dieser Bereich erstreckt sich vom Palais Vest im Südosten über die Breite Straße (mit anliegender Sparkasse) südlich des zentral liegenden Marktplatzes hin zum Paulsörter und der Schwertfegergasse im Südwesten. Von dort aus erstreckt sich dieses kühlere Gebiet fast auf ganzer Breite bis hoch zur von West nach Ost verlaufenden Fußgängerzone des Holzmarktes und der Kunibertistraße. Diese Bereiche sind über einen großen Teil des Tages hinweg durch die umliegenden Gebäude beschattet. Von dort aus nehmen die Lufttemperaturen in einem Übergangsbereich bis auf Höhe der St. Peters Kirche leicht zu. Im Norden, Osten und Südosten treten im ganzen Verlauf der stark besonnten Straßen um die Innenstadt die höchsten Lufttemperaturen auf.

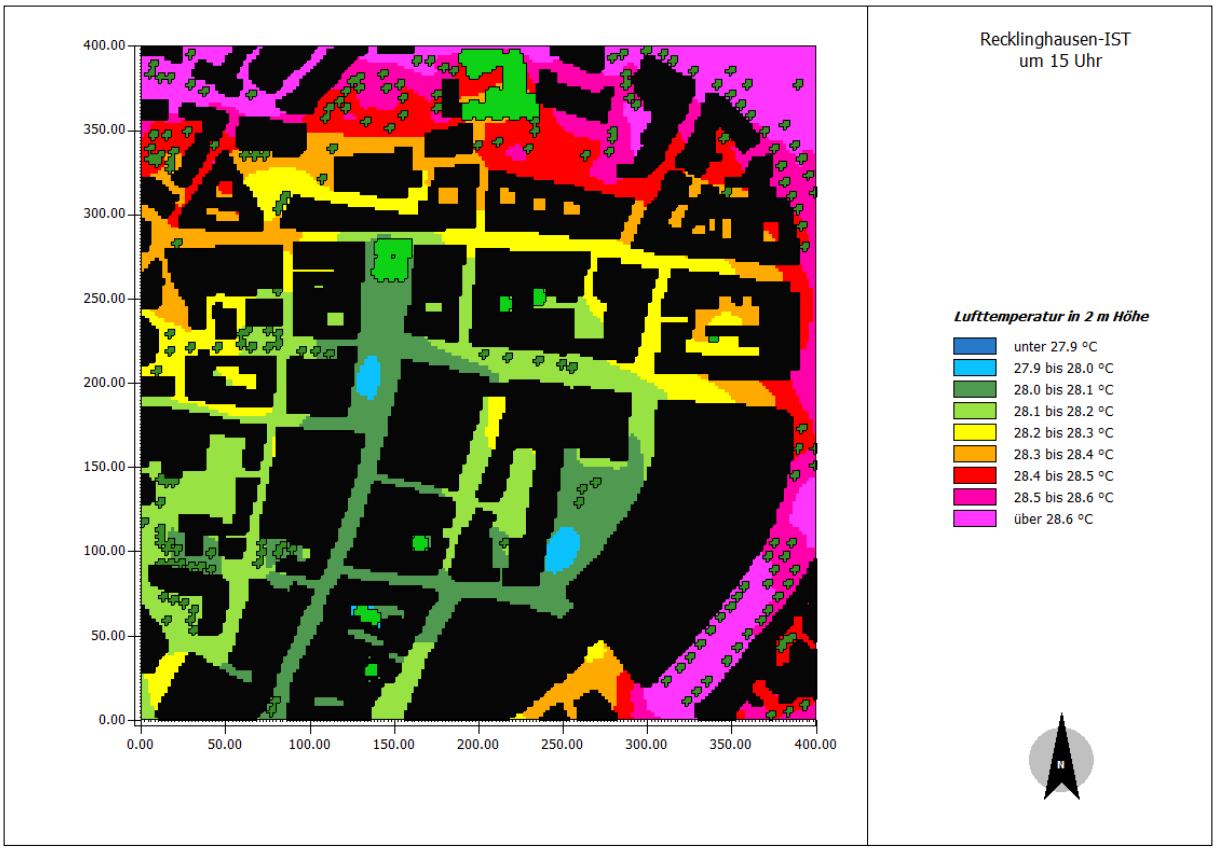

Abb. 4.6 Lufttemperaturverteilung in 2 m Höhe um 15:00 Uhr als Ergebnis der Simulation des Ist-Zustandes im Modellgebiet „Altstadt Recklinghausen“

Diese Unterschiede in der Lufttemperaturentwicklung begründen sich durch die stärkere oder geringere Beschattung der innerstädtischen Flächen am Tag. Hohe Bebauung und Straßenschluchten, bei denen die Gebäudehöhe die Straßenbreite übertrifft, führen dazu, dass die zentralen Flächen im Untersuchungsgebiet fast den ganzen Tag über im Schatten der Stadtbebauung liegen. Die Luft erwärmt sich dort weniger stark im Tagesverlauf. Beispielsweise ist der Holzmarkt erst ab Mittag besonnt. Der aufgeheizte Straßenringbereich vom Nordosten bis zum Südosten (Grafenwall bis Kaiserwall) kann durch eine freie Einstrahlung und insbesondere durch die sich stark aufheizenden schwarzen Oberflächenmaterialien des Straßenasphalts erklärt werden. Am Parkplatz östlich der St. Peters Kirche an der Friedhofstraße staut sich die warme vom Herzogswall kommende Luft an den sie umgebenden Gebäudefronten zu allen Seiten, sodass sie nur schwer abgeführt werden kann und sich dieser Bereich trotz einiger Grünflächen aufheizt.

In Abbildung 4.7 ist die Lufttemperaturverteilung im ausgewählten Untersuchungsgebiet der Altstadt Recklinghausen um 23 Uhr zu sehen. Bei der Betrachtung der Nachtsituation fällt auf, dass sich die räumlichen Lufttemperaturverteilung verglichen mit 15:00 umgekehrt haben. Der städtische Wärmeinseleffekt tritt jetzt zu Beginn der Nachtstunden sehr offen zu Tage. Sehr auffällig ist dies im zentralen Bereich des Marktplatzes auf ganzer Breite bis nach Süden zu erkennen.

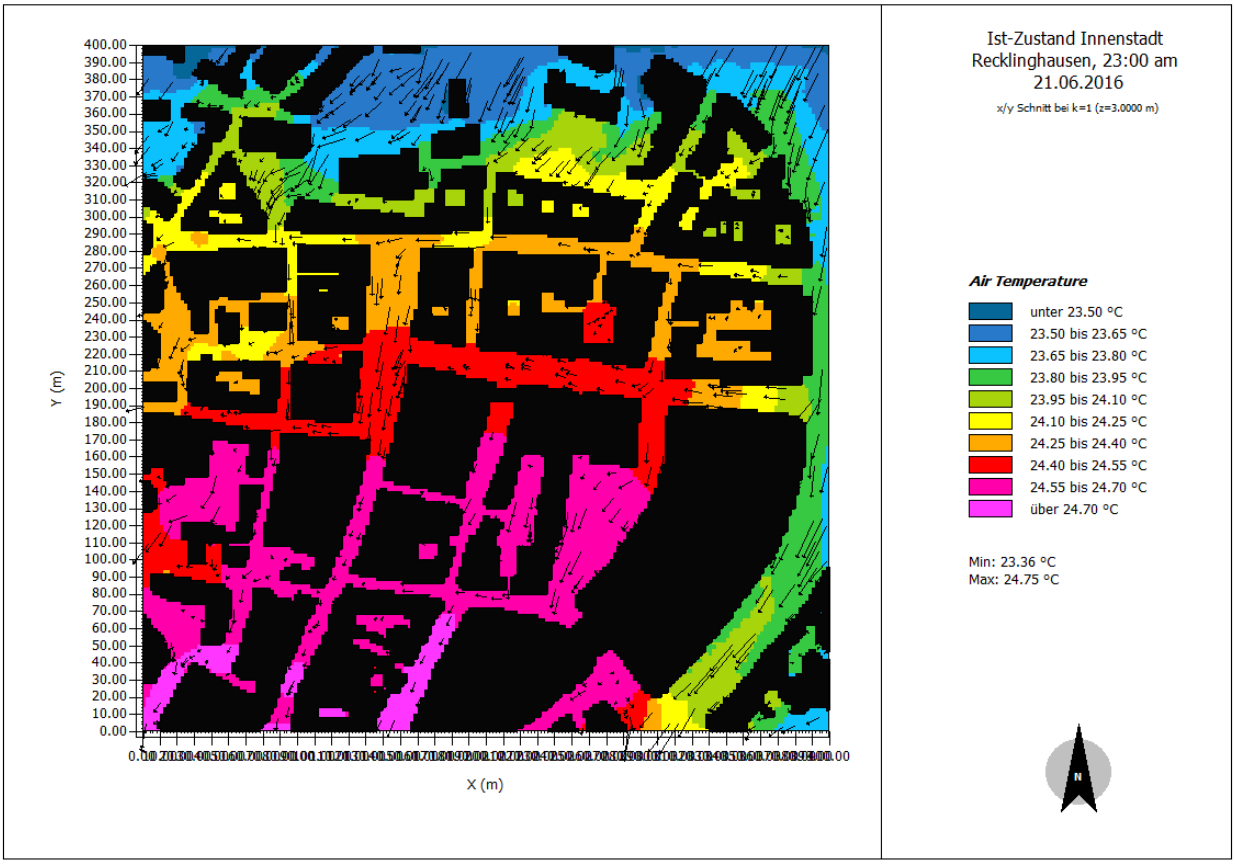

Abb. 4.7 Lufttemperaturverteilung in 2 m Höhe um 23:00 Uhr als Ergebnis der Simulation des Ist-Zustandes im Modellgebiet „Altstadt Recklinghausen“

Während die im Norden gelegenen Grünanlagen die umliegenden Bereiche kühlen, was auf die Verdunstung der Blattoberflächen sowie auf den Einfluss der tagsüber durch die Bäume direkt abgeschat-

teten Bereiche zurückzuführen ist, wird der vorgenannte zentrale und südliche Bereich des Untersuchungsgebietes durch den hochverdichteten Gebäudebestandes überwärmt. Verantwortlich dafür sind die entsprechenden Gebäude- und Oberflächenmaterialien, die tagsüber die Sonneneinstrahlung aufgenommen haben und nach Sonnenuntergang in Form langwelliger Wärmestrahlung an ihre direkte Umgebung abgeben (tags und nachts), während fast durchgängig fehlende Grünanlagen diesen Wärmeinseleffekt verstärken. Die Ausnahme bildet eine kleine kühlere Grünoase im Westen an der Kleine Geldstraße gelegen, wo die Lufttemperaturen etwas niedriger liegen. Die Lufttemperaturdifferenz zwischen höchster- und tiefster Lufttemperatur im Modellgebiet liegt bei 1,4 °C.

Die PMV-Werte für den Ist-Zustand im Modellgebiet um 16:00 Uhr werden in Abbildung 4.8 visualisiert. Die Differenz zwischen dem höchsten und niedrigsten PMV-Wert im Untersuchungsgebiet beträgt 3,6. Insgesamt betrachtet lassen sich im Untersuchungsgebiet vier große Bereiche unterschiedlicher PMV-Werte ausmachen. Der erste größere PMV-Bereich mit Werten von 2,0 bis 2,5 findet sich hauptsächlich im Nordwesten und zentralen Norden unter den großkronigen Bäumen gelegen. Kleinere Areale vom diesem Wertebereich finden sich noch im westlichen Stadtgebiet in einem mit vielen Bäumen bepflanzten privaten Gartenanwesen an der Kleine Geldstraße sowie im südwestlichen Bereich an der Kreuzung Schwertfegergasse und Kellerstraße. In diesen Gebieten sorgt die Evapotranspiration der Bäume und Grünflächen sowie die Beschattung durch Bäume für ein Wärmeempfinden, dass einer mäßigen Belastungsstufe für Menschen entspricht.

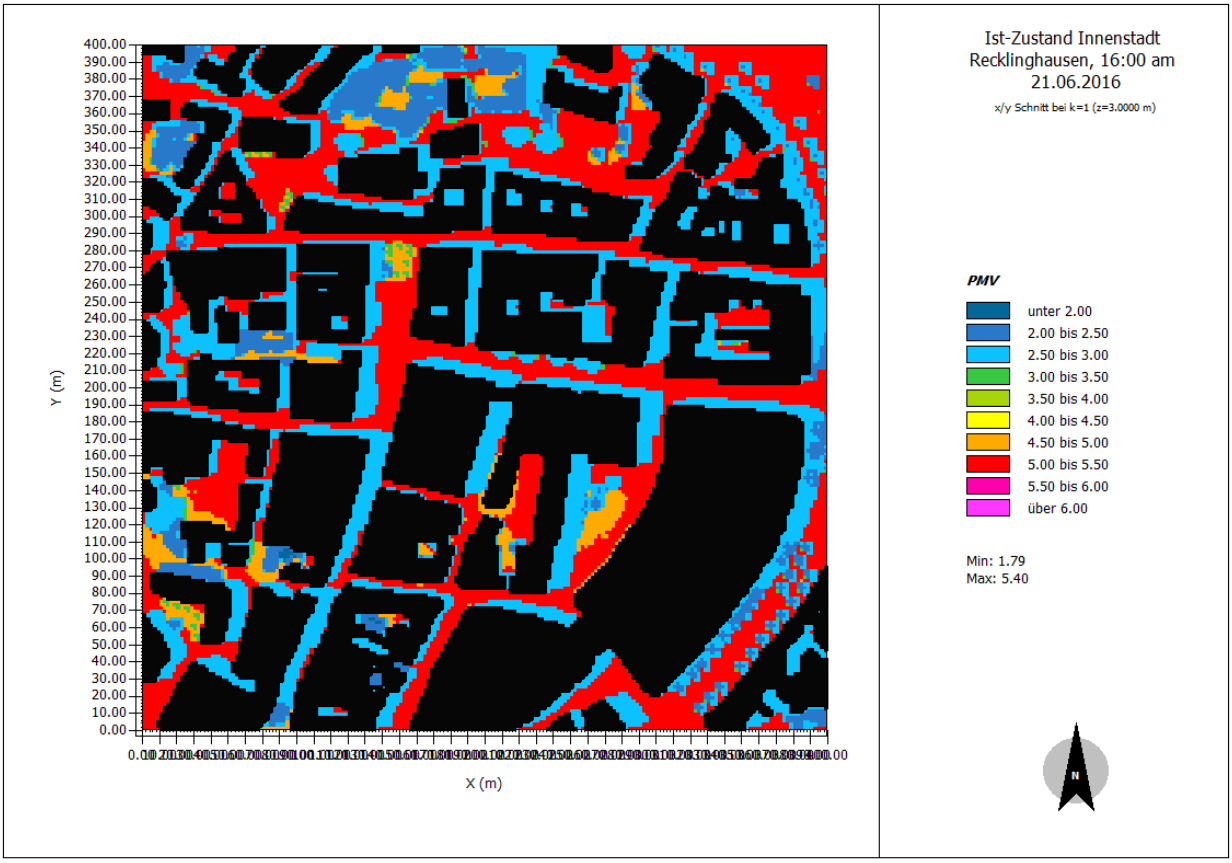

Abb. 4.8 PMV-Werte (65jährige) in 2 m Höhe um 16:00 Uhr als Ergebnis der Simulation des Ist-Zustandes im Modellgebiet „Altstadt Recklinghausen“

Der zweite größere PMV-Bereich mit Werten von 2,5 bis 3,0 (hellblau) befindet sich zumeist östlich der Bauwerksstrukturen und an vereinzelten Baumstandorten, beispielsweise westlich am Paulsörter oder Caspersgässchen im Untersuchungsgebiet, oder bei fünf Bäumen in der östlich zum Marktplatz verlaufenden Schaumburgstraße. Das Auftreten der relativ geringen PMV-Werte im hellblauen Bereich von 2,5 bis 3,0 ist die Folge der Verschattung durch die Bauwerksstrukturen, die dem südwestlichen Sonnenstand um 16:00 Uhr Rechnung tragen. Diese gebäudeverschatteten Areale liefern um diese Zeit trotzdem nur eine mäßige Aufenthaltsqualität mit einer starken Wärmebelastung für ältere Menschen ab 65, für die diese PMV-Werte berechnet wurden.

Der auffällige dritte PMV-Wertebereich ist der orange gekennzeichnete Wertebereich von 4,5 bis 5,0. Dieser liegt zu großen Teilen zwischen den Bäumen des Südwestens und Nordens, im Nordbereich des Marktplatzes, mittig im Vorplatz des Palais Vest und auf einigen sehr kleinen Flächen im Untersuchungsgebiet. Letztlich folgt der größte PMV-Wertebereich, rot eingefärbt, mit Werten von 5,0 – 5,4. Dieser für das thermische Empfinden des Menschen extrem unkomfortable Bereich füllt den größten Teil des Untersuchungsgebietes aus und befindet sich dort, wo keine Grünanlagen vorzufinden sind und die Sonneneinstrahlung fast ungebremst zum Zeitpunkt der Modellierung auf anwesende Personen einwirken kann. Das sind beispielsweise der Marktplatz, der Vorplatz am Palais Vest, der Kirchplatz, jeweils ein Parkplatz südwestlich und südöstlich vom Marktplatz gelegen sowie diverse Gassen und Straßenschluchten. Die sehr hohen PMV-Werte von 4,5 bis 5,5 (orange-rote Bereiche) zeigen auf, dass ein Aufenthalt in diesen Arealen mit einem extrem heißen Wärmeempfinden und einer extremen Wärmebelastung für den menschlichen Organismus verbunden ist. Diese extrem hohen PMV-Werte lassen sich auf hohe Lufttemperaturen, die hohe solare Einstrahlung bei sommerlichen Strahlungswetterlagen und gleichzeitig schwachen Luftströmungen zurückführen. Dazu kommt noch die erhöhte langwellige Wärmestrahlung durch den Gebäudebestand und die versiegelten Oberflächen nach Absorption der kurzwelligen Einstrahlung, bedingt durch die gute Wärmespeicherkapazität der Baumaterialien (Bruse 2003). Der Aufenthalt in diesen extremen PMV-Arealen sollte deswegen aufs Nötigste beschränkt bzw. ganz vermieden werden. Vergleicht man die PMV-Werte um 16:00 Uhr für 65-jährige mit denen für 35-jährige Personen, zeigt sich, dass ein jüngerer Organismus ebenfalls in den nicht beschatteten und versiegelten Bereichen einer extremen Wärmebelastung ausgesetzt ist und ein längerer Aufenthalt dort ebenfalls vermieden werden sollte. Die Höchst-PMV-Werte für 35-jährige (4,5 bis 5,0) liegen hier, verglichen mit denen für 65-Jährige (5,0 bis 5,5), maximal um 0,5 Punkte niedriger.

4.1.1.3 Die klimatische Wirkung von verschiedenen Begrünungsvarianten

In diesem Unterkapitel wird die Modellierung des Ist-Zustandes durch fiktive Begrünungsmaßnahmen abgewandelt, simuliert und die Ergebnisse mit dem Ist-Zustand verglichen. Die fiktiven Begrünungsmaßnahmen erfolgen durch Pflanzung von Bäumen, Bodenentsiegelung und Anlage von Rasenflächen in drei verschiedenen Aufwandsstufen von mittel bis hoch. Zusätzlich zu den Begrünungsmaßnahmen wird das Karstadtgebäude am Marktplatz in Variante 2 entfernt und durch zwei kleinere Gebäude ersetzt und in Variante 3 gegen ein kleineres einzelnes Gebäude in L – Form ausgetauscht. In einer weiteren Variante wird ein großer Bereich des Untersuchungsgebietes mit fiktiven Dach- und Fassadenbegrünungselementen modelliert.

Laut der RVR-Klimaanalyse Recklinghausen werden großkronige Bäume als Anpassungsmaßnahme an den Klimawandel empfohlen, um mit den damit einhergehenden Verschattungseffekten der innerstädtischen Überwärmung vorzubeugen (RVR 2011). Die gezielt in den fiktiven Variantenszenarien 1 - 3 eingebrachten Begrünungsmaßnahmen waren die Anpflanzung von großkronigen (11 m) und mittelkronigen (7 m) Bäumen, schmalen säulenförmigen Bäumen sowie Bodenentsiegelungen mit Grasanpflanzungen. In den Begrünungsvarianten wurden zwei Baumarten genutzt, Acer campestre (Feldahorn, Abb. 4.9) für großflächige Areale und Acer platanoides „Columnare“ Typ 1,2,3 (säulenförmiger Spitzahorn, Abb. 4.10) für enge Straßenschluchten und Gassen, dort wo großkronige Bäume nicht zum Einsatz kommen können. Beide Baumarten sind auch laut Düsseldorfer Liste und der KLAM-Stadt als Stadtbäume empfohlen (Stadt Düsseldorf 2016). Acer campestre wurde in den Varianten 1 bis 3 in zwei Größen im Untersuchungsgebiet aufgestellt und Acer platanoides „Columnare“ verblieb bei einer Größe (siehe Tab 4.6), um den Einfluss der ausgewachsenen Bäume im Untersuchungsgebiet zu simulieren. Zusätzlich wurden bei fast allen großkronigen Baumanpflanzungen des Acer campestre die Böden entsiegelt und der umliegende Bereich mit Rasen bepflanzt.

Tab. 4.6 Verwendete Baumarten und Größen in den Begrünungsvarianten 1 - 3

Botanischer Name	**Wuchshöhe [m]**	**Kronenbreite [m]**	**LAD**
Acer campestre	15	11	2
Acer campestre	11	7	2
Acer platanoides „Columnare“ Typ 1,2,3	9	3	2

Abb. 4.9 Acer campestre (Winter, C. 2015)

Abb. 4.10 Acer platanoides „Columnare” Typ 1,2,3

Variante 1

In dieser Begrünungsvariante wurden die wenigen Baumanpflanzungen in folgenden Innenstadtbereichen durchgeführt (Abb. 4.11): Auf dem Kirchplatz, dem Marktplatz, den beiden Parkplätzen südwestlich (Kellerstraße) und südöstlich (Löhrhof - Hotelrückseite) des Marktplatzes sowie auf dem Vorplatz (Löhrhof) des Palais Vest wurden hauptsächlich die großkronigen Bäume (Acer campestre) gepflanzt. Des Weiteren wurden die schlanken und säulenförmigen Spitzahorne (Acer platanoides Columnare) entlang der engen Straßenschluchten und Fußgängerzonen wie „Breite Straße“ Richtung Sparkasse und im Süden und entlang der Schaumburgstraße Richtung Osten zum Kaiserwall gepflanzt, sowie

rechts des Karstadtgebäudes in der Herrenstraße und in einem Innenhof direkt nördlich über der Schaumburgstraße. Unter den fiktiv gepflanzten Bäumen am Marktplatz, dem Vorplatz am Palais Vest und dem Innenhof über der Schaumburgstraße wurden die Böden um den Stamm mit einem Radius von einer Gitterzelle (2 m) entsiegelt und mit Rasen (Höhe 5 cm) bepflanzt.

Abb. 4.11 ENVI-met – Modell der Begrünungsvariante 1
grau: Gebäude, dunkelgrün: Bäume, mittleres Grün: Büsche, hellgrün: Rasenflächen

Abbildung 4.12 veranschaulicht die Lufttemperaturunterschiede um 16:00 Uhr zwischen der Begrünungsvariante 1 (niedriger Aufwand) und dem Ist-Zustand (siehe Abbildung 4.6) im Untersuchungsgebiet der Altstadt Recklinghausen. Die Änderungswerte bis 0,15 Kelvin (K) sind zu niedrig, um in der Auswertung eine Rolle zu spielen. Änderungswerte über 0,3 K kommen nicht vor und sind daher ausgegraut. Das Augenmerk soll hier auf die Lufttemperaturveränderungen in den begrünten Arealen und deren Umgebung gerichtet werden. Die maximale Lufttemperaturdifferenz von Variante 1 verglichen mit dem Ist-Zustand beträgt je nach Areal zwischen +0,05 K bis +0,3 K. Zu erkennen ist, dass fast der gesamte hochverdichtete Innenstadtbereich in Variante 1 ab Höhe Marktplatz zwischen 0,15 K bis 0,3 K wärmer ist als der Innenstadtbereich im Ist-Zustand. Die rot eingekreisten Areale zeigen die Standorte der fiktiv gepflanzten großkronigen Bäume (Kronenbreite 15 m und 11 m).
Die Lufttemperaturerhöhungen in Variante 1 im Vergleich zum Ist-Zustand lassen sich auf die Stauung der Wärme (Bruse 2003) im Areal der fiktiv gepflanzten großkronigen Bäume zurückführen, die durch eine hohe LAD von 2 und vor allem einen hohen Wuchs und breite Kronen (11 m bis 7 m Breite) dafür

sorgen, dass warme Luft nur schlecht vertikal aufsteigen kann. Des Weiteren stellen die großkronigen Bäume innerhalb der hohen Wohngeschossbebauung und den ausgebildeten Straßenschluchten ein Strömungshindernis für den ohnehin schwachen Wind aus Nordnordost dar, sodass sich dadurch die warme Luft nur erschwert abtransportieren lässt und sich stärker im Lee der fiktiven Bäume ansammelt.

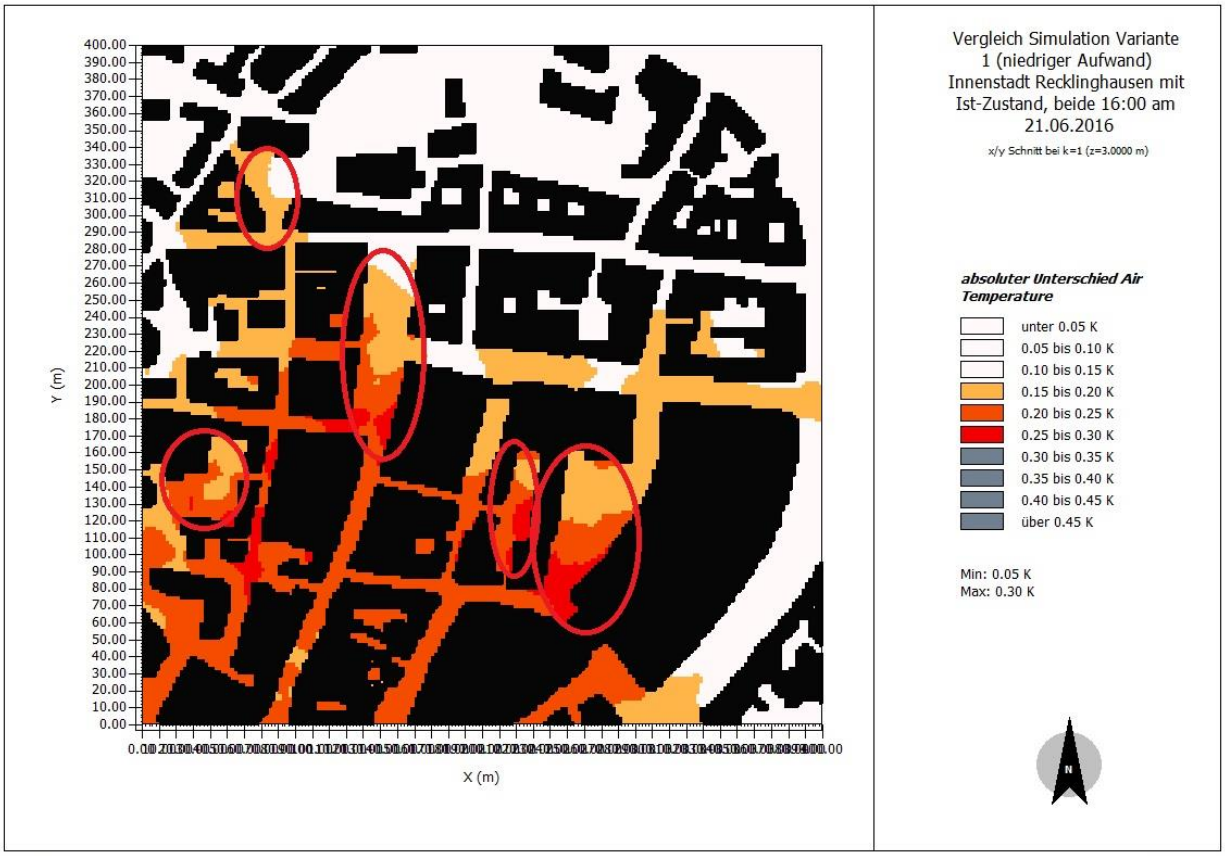

Abb. 4.12 Lufttemperaturvergleich [K] um 16:00 Uhr: Variante 1 (niedriger Aufwand) minus Ist-Zustand

Die maximale Lufttemperaturdifferenz von Variante 1 verglichen mit dem Ist-Zustand beträgt um 23:00 Uhr je nach Areal zwischen +0,15 K bis -0,49 K (Abb. 4.13). Zu erkennen ist, dass sich der jeweils begrünte und rot eingekreiste Bereich mit mindestens 0,15 K bis zu maximal -0,5 K abgekühlt hat und dass sich die tiefsten Abkühlungsbereiche dort befinden, wo die meisten großkronigen Bäume gesetzt wurden. Das sind die Areale des mittleren bis südlichen Marktplatzes und der Vorplatz am Palais Vest (Löhrhof). Die Abkühlungstendenzen sind auf die direkte Umgebung der gepflanzten Bäume und Rasenflächen begrenzt.

Die Abbildung 4.13 zeigt, dass sich die Lufttemperaturverhältnisse gegenüber 16:00 Uhr umgedreht haben. Zu dem Zeitpunkt 23:00 Uhr, wenn der Großteil der Bevölkerung auf eine angenehme Nachtruhe durch nicht zu hohe Lufttemperaturen hofft, sinken die Lufttemperaturen in den Arealen der fiktiv angepflanzten groß- und mittelkronigen Bäume (hier rot markiert) um wenigstens - 0,1 K bis -0,49 K im Maximum. Das kann auf die Verdunstung der Blattoberflächen zurückgeführt werden sowie auf den Einfluss der tagsüber durch die Bäume direkt abgeschatteten Bereiche, welche aufgrund geringer Wärmeaufnahme am Tage in den Nachtstunden weniger langwellige Wärmestrahlung abgeben. Zu erkennen ist beispielsweise im Bereich des nördlichen Marktplatzes, dass bedingt durch die

dichte verwinkelte Bebauung und die wärmeren Luftmassen, welche durch den sehr schwachen Wind aus Nordnordost an die neu begrünten Bereiche herangeführt werden, die kühlere Luft sich nicht nach Norden ausbreiten kann, sondern sich in den Lee-Bereichen der Bäume verteilt.
Die alleeartig angesiedelten Acer platanoides Columnare in der Herren- und Schaumburgstraße scheinen hingegen nur wenig bis keine Lufttemperaturabsenkungen zu erzeugen, da ihre Verdunstung zu gering ist, um mit der massiven langwelligen Wärmestrahlung der sie umgebenden hochverdichteten und versiegelten Bebauung zu konkurrieren.

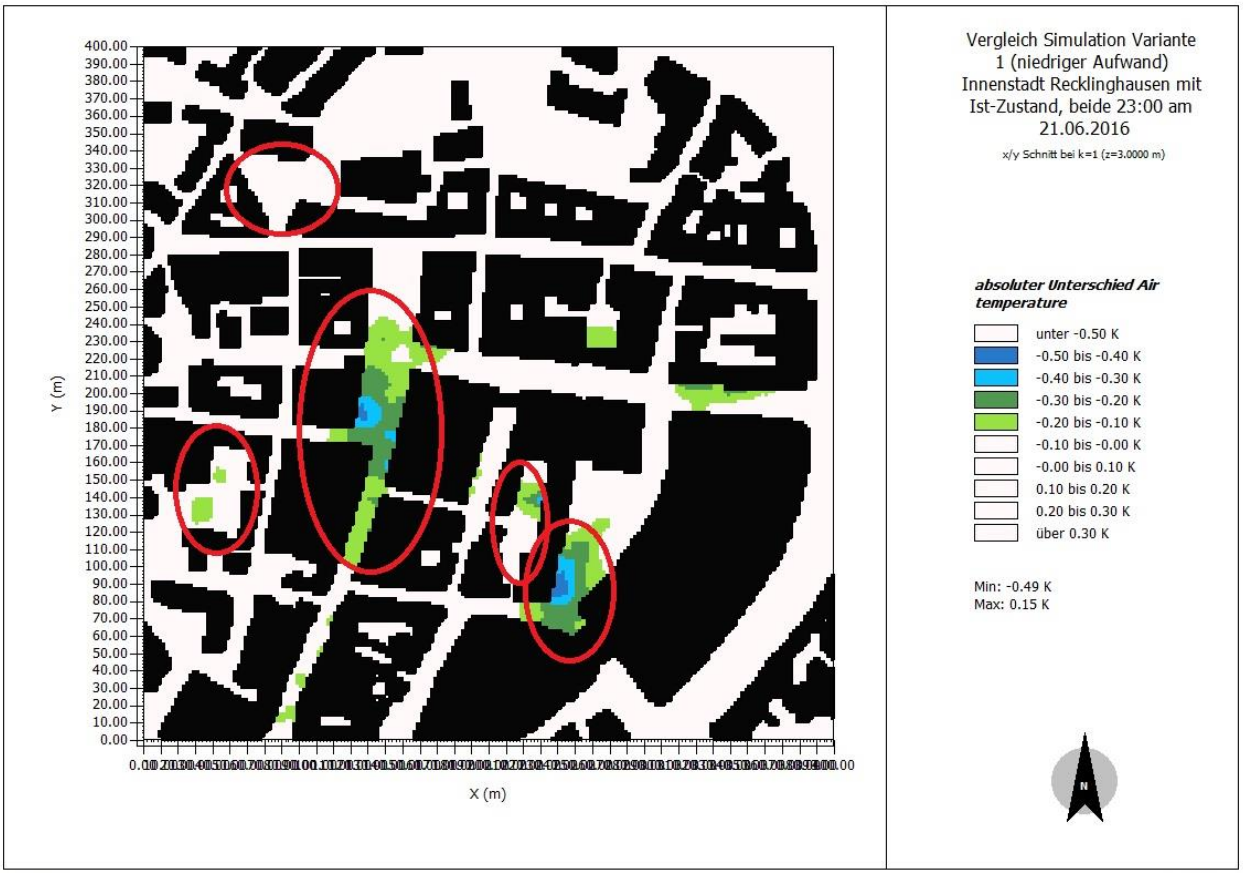

Abb. 4.13 Lufttemperaturvergleich [K] um 23:00 Uhr: Variante 1 (niedriger Aufwand) minus Ist-Zustand

Abbildung 4.14 zeigt die Veränderung der PMV-Werte von Variante 1 im Vergleich zum Ist-Zustand um 16:00 Uhr. Im Bereich der groß- und mittelkronig gepflanzten Bäume (rot markiert) kann eine starke Absenkung des PMV-Werts von -0,5 bis -3,5 beobachtet werden. Dieselbe Änderung des PMV-Wertes trifft auch für die Acer platanoides Columnare an der Schaumburgstraße zu und lediglich entlang der Breiten Straße fällt die Änderung sehr schwach aus bzw. ist beinahe keine Erniedrigung des PMV-Wertes zu erkennen.
Der Haupteffekt zur Senkung der PMV-Werte dürfte an der Verschattung (Mathey et al. 2011) durch das dichte Blätterdach (LAD 2) der groß- und mittelkronigen Bäume (Acer campestre) liegen und nur zu Teilen an der Evapotranspiration und der Albedo der Bäume. Die Beschattung lässt sich recht gut an der hellblauen Einfärbung im Osten der gepflanzten Bäume erkennen. Im Bereich des Marktplatzes wird der im Ist-Zustand sehr hohe PMV-Wert um2,5 bis 3,5 Punkte gesenkt. Das Resultat entspricht noch immer einer mäßigen bis starken Wärmebelastung für den Organismus und gerade ältere Men-

schen sollten trotz der verbesserten Aufenthaltsqualität durch die Beschattung in diesen Bereichen Vorsicht walten lassen.

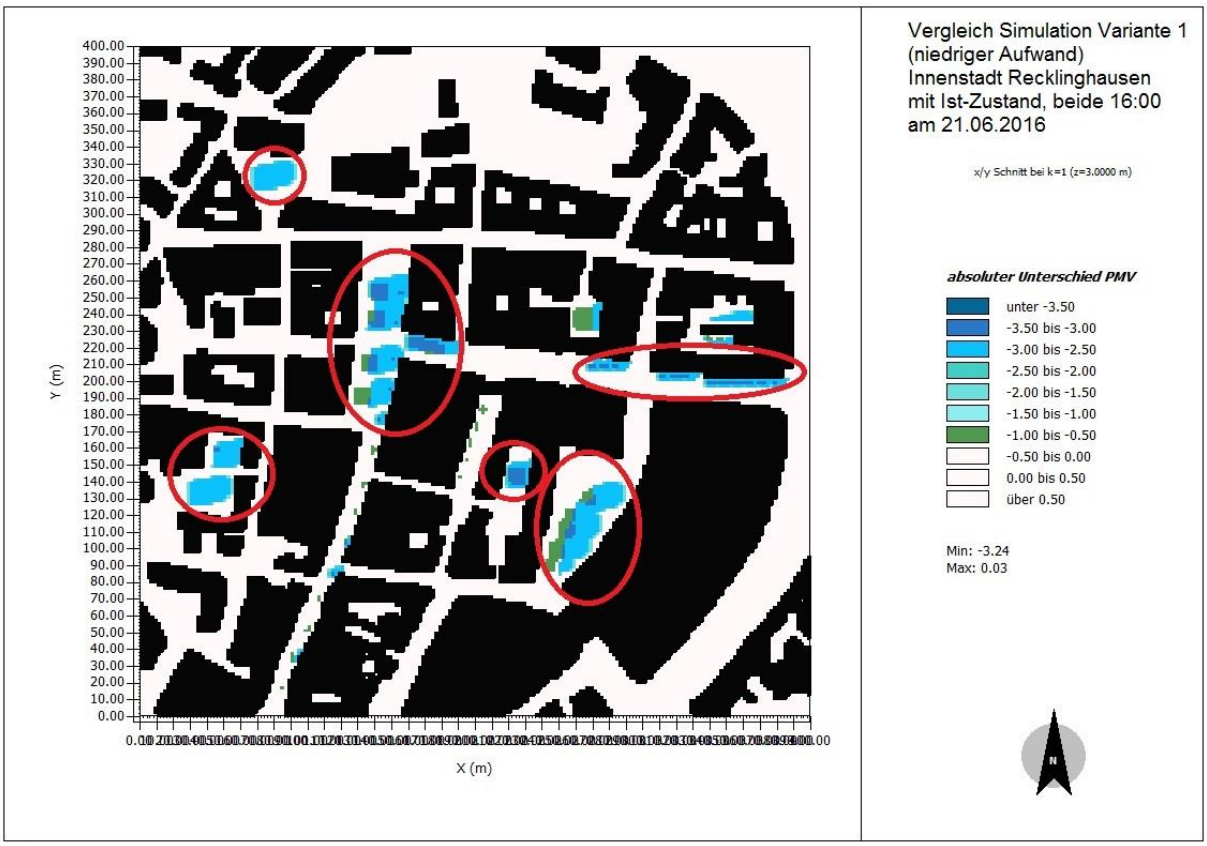

Abb. 4.14 Vergleich PMV-Werte um 16:00 Uhr: Variante 1 (niedriger Aufwand) minus Ist-Zustand

Variante 2

Abb. 4.15 Modell der Begrünungsvariante 2 grau: Gebäude, dunkelgrün: Bäume, mittleres Grün: Büsche, hellgrün: Rasenflächen

Die maximale Lufttemperaturdifferenz von Variante 2 verglichen mit dem Ist-Zustand beträgt um 16:00 Uhr je nach Areal zwischen 0,0 K bis +0,2 K. Fast der gesamte Innenstadtbereich in Variante 2 erwärmt sich um mindestens 0,1 K bis 0,15 K. Auch hier lassen sich in allen neu begrünten Arealen Erwärmungen im Bereich der Bäume von bis zu 0,2 K feststellen. Die Lufttemperaturerhöhungen der Variante 2 im Vergleich zum Ist-Zustand lassen sich auch hier auf die Stauung der Wärme (Mathey et al. 2011) im Bereich der fiktiv gepflanzten Bäume zurückführen.

Die maximale Lufttemperaturdifferenz von Begrünungsvariante 2 verglichen mit dem Ist-Zustand (Abb. 4.16) beträgt je nach Areal zwischen +0,15 K bis -0,7 K. Erkennbar ist, dass sich die jeweils neu begrünten und rot eingekreisten Bereiche mit mindestens -0,1 K bis maximal -0,7 K abgekühlt haben. Die stärksten Abkühlungsbereiche liegen im Süden des Marktplatzes und im Süden des Löhrhofs zwischen -0,4 K bis -0,6 K bzw. -0,7 K. Die Abkühlungstendenzen sind meistens auf die direkte Umgebung der gepflanzten Bäume und Rasenflächen begrenzt. Eine Ausdehnungstendenz mit -0,1 K bis -0,3 K ist vom Marktplatz entlang der Breiten Straße sowie vom Parkplatz Kellerstraße nach Süden vorhanden. Die Ausnahme ist der begrünte Kirchplatz, wo sich keine Abkühlung erzeugen lässt, sowie die Schaumburgstraße.

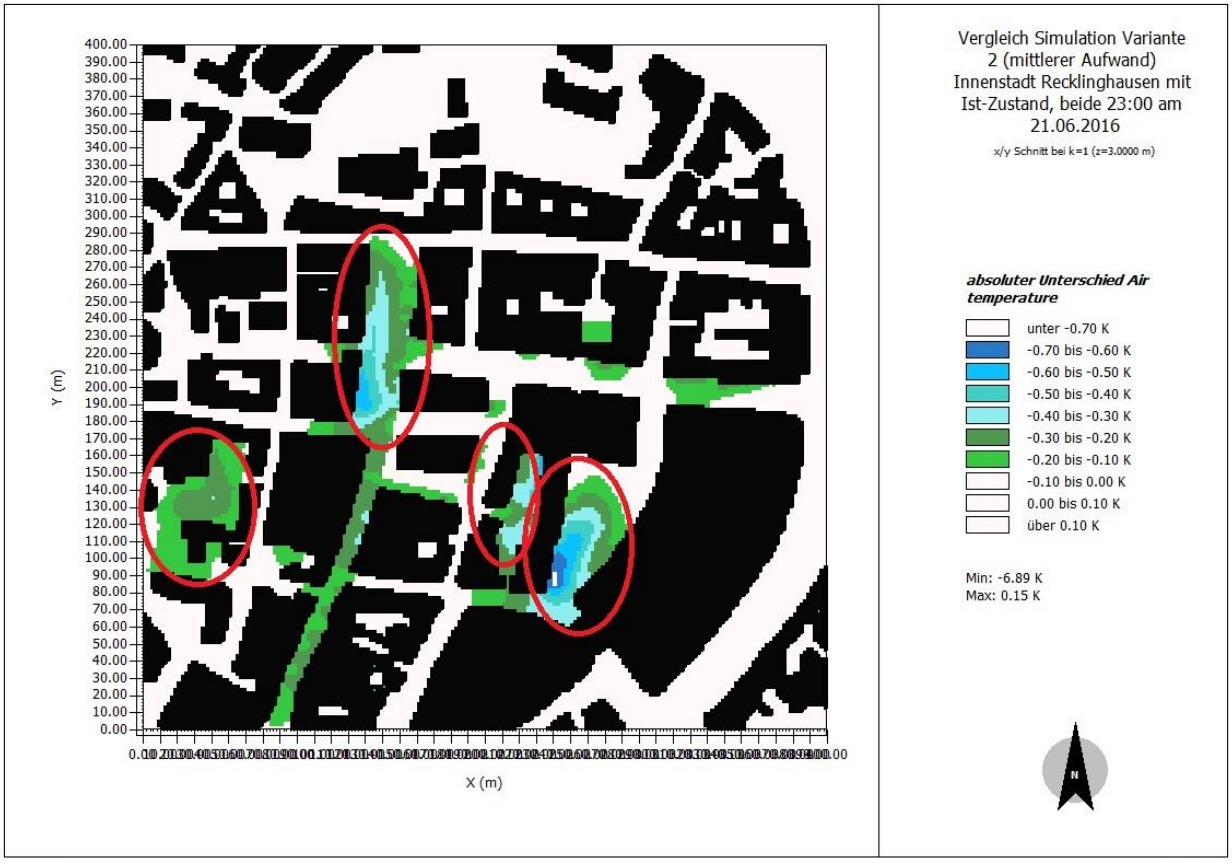

Abb. 4.16 Lufttemperaturvergleich [K] um 23:00 Uhr: Variante 2 (mittlerer Aufwand) minus Ist-Zustand

Bedingt durch die dichte verwinkelte Bebauung und die wärmeren Luftmassen, welche durch den sehr schwachen Wind aus Nordnordost an die neu begrünten Bereiche herangeführt werden, kann sich die kühlere Luft nicht nach Norden ausbreiten, sondern verteilt sich in die Lee-Bereiche der gesetzten Bäume. In der Schaumburgstraße erscheint die Kühlleistung der begrünten Bereiche in Variante 2 zu

zwei Seiten auch durch anströmende warme Luftmassen aus Nordnordost sehr eingeschränkt zu sein, was sich auch im nördlichen Bereich des Löhrhofs beobachten lässt.
Dagegen sind die Parkplätze an der Kellerstraße und am Löhrhof von der Nordnordost-Anströmung baulich separiert, so dass dort eine stärkere Abkühlung als in der Schaumburgstraße oder am Kirchplatz zu erkennen ist.

In Abbildung 4.17 ist die Veränderung der PMV-Werte von Variante 2 im Vergleich zum Ist-Zustand um 16:00 Uhr zu sehen. Im Bereich der groß- und mittelkronig gepflanzten Bäume (rot markiert) kann eine starke Absenkung des PMV-Werts von -0,5 bis - 3,5 beobachtet werden. Dieselbe Änderung des PMV-Werts trifft auch für die Acer campestre und Acer platanoides Columnare an der Schaumburgstraße zu. Lediglich entlang der Breiten Straße fällt die Änderung sehr schwach aus bzw. dort ist beinahe keine Erniedrigung des PMV-Wertes zu erkennen.

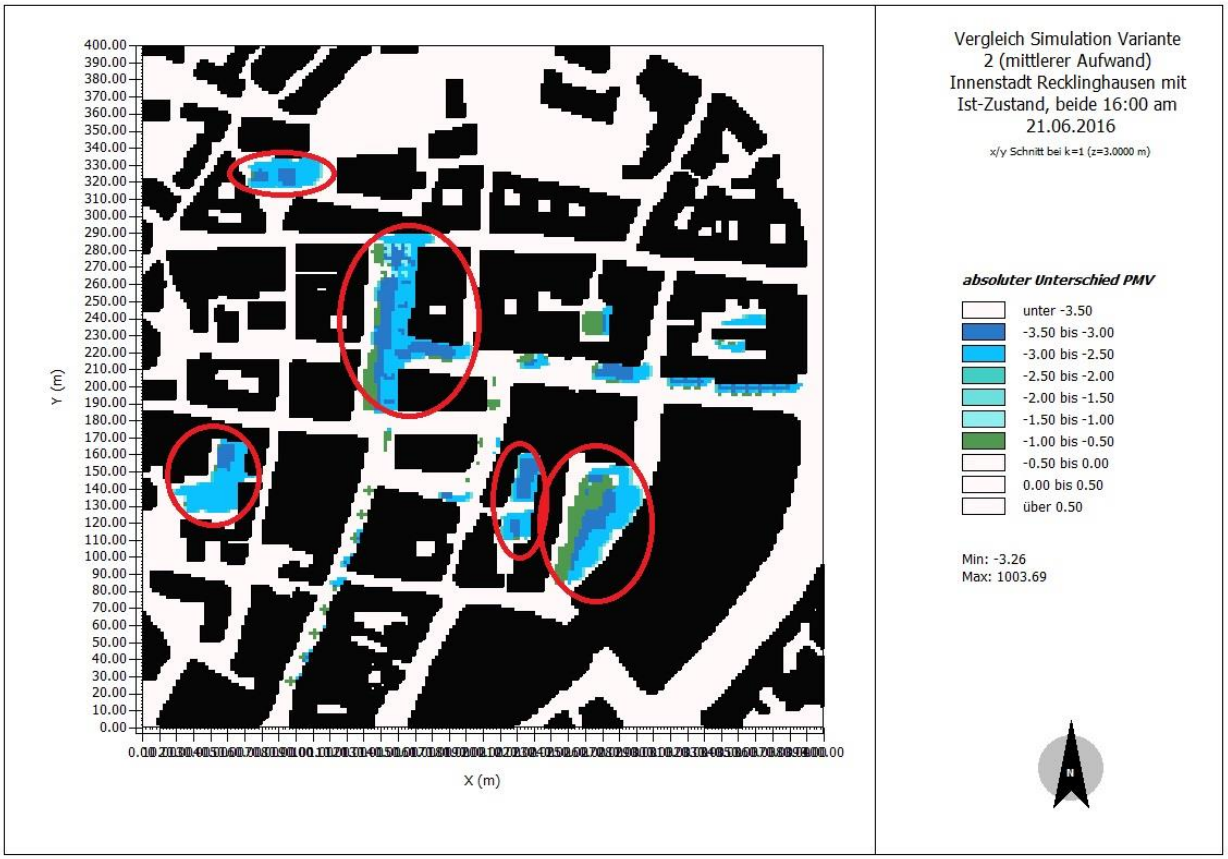

Abb. 4.17 Vergleich PMV-Werte um 16:00 Uhr: Variante 2 (mittlerer Aufwand) minus Ist-Zustand

Variante 3

In der Begrünungsvariante 3 (Abb. 4.18) (Hoher Aufwand, L-Form) wurden, verglichen mit Variante 2 am Kirchplatz und am Parkplatz Kellerstraße jeweils ein großkroniger Acer campestre sowie in der Löhrgasse sechs Acer platanoides Columnare hinzugefügt. Am Vorplatz des Palais Vest wurden zusätzlich zur vorhandenen Begrünung in der Platzmitte entlang der Westseite des Einkaufszentrums mittelkronige Acer campestre gepflanzt. An Stelle des Karstadt-Gebäudeleerstandes wurden ebenfalls zwei kleinere Gebäude platziert. Die Ausrichtung ist dabei eine umgedrehte L-Form, um hier den geschlos-

senen Marktplatzcharakter zu erhalten. Die neuen Gebäude sind Richtung Westen durch eine kleine Gasse durchbrochen, um wenigstens etwas Belüftung für das dahinter angelegte Grünareal in diese Richtung zu ermöglichen. Hinter den L-förmig platzierten neuen Gebäuden wurde in diesem Bereich der Boden entsiegelt, mit Rasenflächen (5 cm Höhe) versehen, durch zwei sich kreuzende Fußwege versehen und es wurden groß- und mittelkronige Bäume (Acer campestre) gepflanzt. Flankiert wird dieses Grünareal südlich und östlich durch Reihenpflanzungen kleiner schlankwachsender Bäume (Acer platanoides Columnare).

Abb. 4.18 ENVI-met – Modell der Begrünungsvariante 3
grau: Gebäude, dunkelgrün: Bäume, mittleres Grün: Büsche, hellgrün: Rasenflächen

Wie bei den Varianten 1 und 2 lassen sich für die nachmittäglichen Lufttemperaturen in allen neu begrünten Arealen Erwärmungen im Bereich der Bäume von mindestens 0,1 K bis 0,2 K feststellen. Besonders ausgeprägt ist die Erwärmung im südlich gelegenen Segment des Untersuchungsgebietes im Lee der Bäume vom Paulsörter über dem Lampengässchen und der Herrenstraße bis hin zur Löhrhofgasse mit Lufttemperaturerwärmungen von 0,2 K bis 0,35 K. Die Bäume sind als Hindernis für den horizontalen und den vertikalen Luftaustausch anzusehen.

Betrachtet man aber die Veränderungen der PMV-Werte um 16:00 Uhr (Abb. 4.19), so ergibt sich aus den fiktiven Baumanpflanzungen eine starke Absenkung des PMV-Wertes um bis zu 3,5 Punkten in weiten Bereichen der Recklinghäuser Innenstadt und damit eine deutliche Verbesserung der bioklimatischen Situation auch tagsüber.

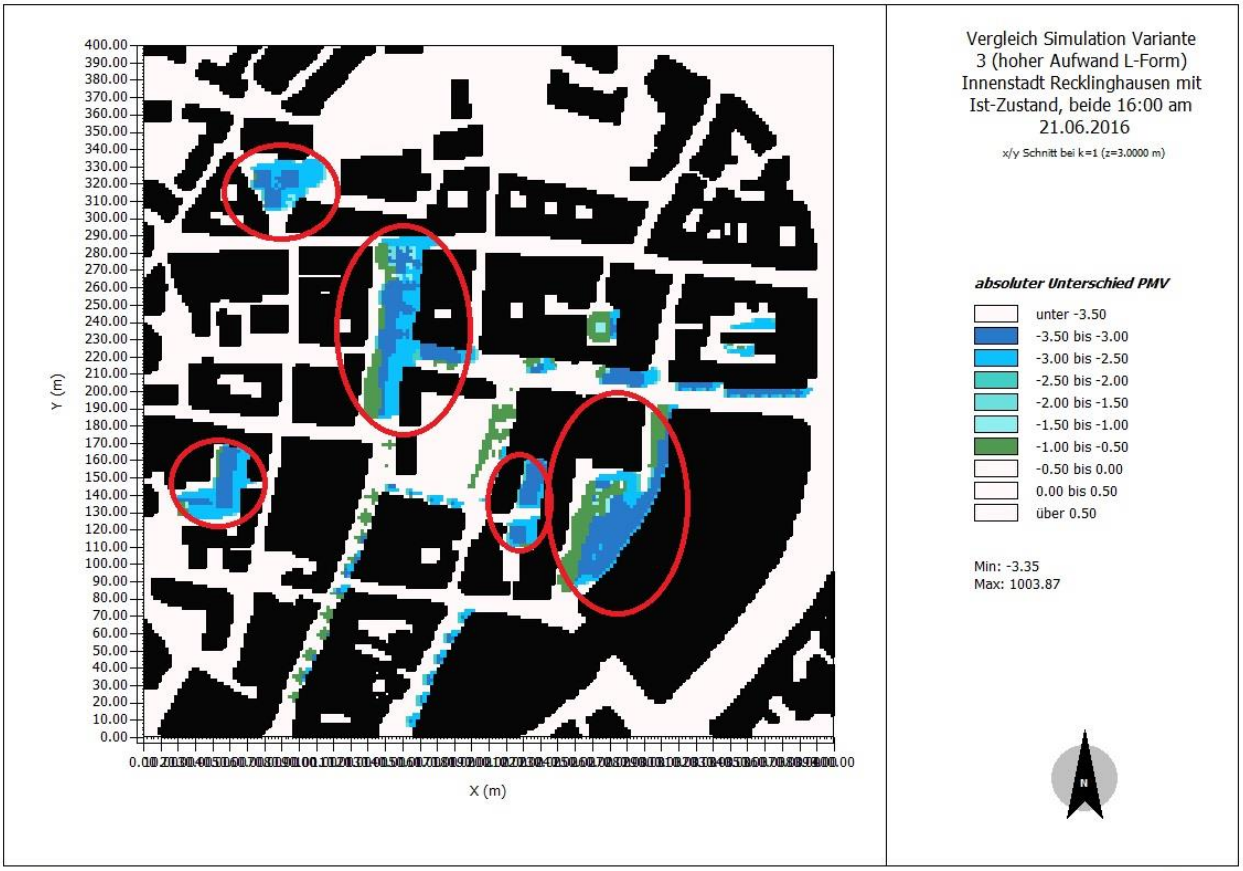

Abb. 4.19 Vergleich PMV-Werte um 16:00 Uhr: Variante 3 (hoher Aufwand) minus Ist-Zustand

Die ausschlaggebende nächtliche Situation des Lufttemperaturvergleichs zwischen Begrünungsvariante 3 (hoher Aufwand, L-Form) und dem Ist-Zustand zum Zeitpunkt 23:00 Uhr ist in der Abbildung 4.20 dargestellt. Die maximale Lufttemperaturdifferenz beträgt je nach Areal zwischen +0,15 K bis -0,8 K. Erkennbar ist, dass sich die jeweils neu begrünten und rot eingekreisten Bereiche mit mindestens -0,1 K bis maximal -0,8 K abgekühlt haben. Die stärksten Abkühlungsbereiche liegen im Süden des Marktplatzes und im Süden des Löhrhofs zwischen -0,4 K bis -0,6 K bzw. -0,8 K. Eine Ausbreitungder Abkühlung in die weitere Umgebung hinein ist wie in den Varianten zuvor vom Marktplatz und hier auch dem Areal der begrünten ehemaligen Karstadt-Fläche entlang der Breiten Straße sowie vom Parkplatz Kellerstraße nach Süden vorhanden. Im Vergleich zu den vorherigen Varianten 1 und 2 ist ein fast komplett zusammenhängendes kühleres Gebiet vom Marktplatz bis zum Ende des Untersuchungsgebietes im Süden zu erkennen.

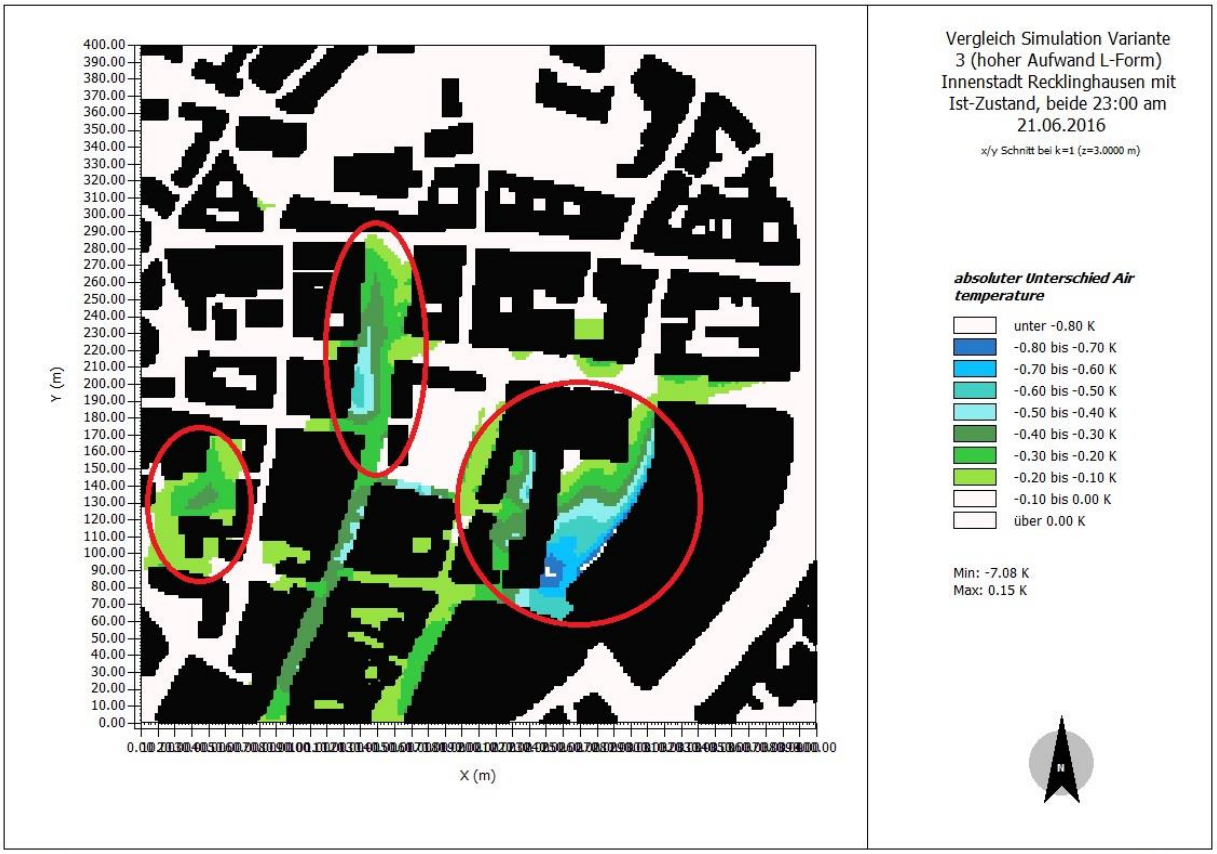

Abb. 4.20 Lufttemperaturvergleich [K] um 23:00 Uhr: Variante 3 (hoher Aufwand) minus Ist-Zustand

Variante 4 (Dach- und Fassadenbegrünung)

Abb. 4.21 ENVI-met – Modell der Begrünungsvariante 4 (Dach- und Fassadenbegrünung)
grau: Gebäude, dunkelgrün: Bäume, mittleres Grün: Büsche, hellgrün: Rasenflächen

Die Begrünungsvariante 4 weicht von den bisherigen Begrünungsvarianten 1 bis 3 dahingehend ab, dass keine Bäume und Rasenanlagen gesetzt wurden. Auch auf neue Gebäude an Stelle des Karstadt-Leerstandes wurde verzichtet. Stattdessen wurden in dieser Variante extensive Dachbegrünungen sowie Fassadenbegrünungen an den Gebäuden modelliert (Abb. 4.21). Für die Modellierung der extensiven Dachbegrünungen wurde das Luftbild ausgewertet und dort, wo erkennbar Flachdächer bzw. leicht geneigte Dächer vorhanden waren, wurden Dachbegrünungen im Modell angelegt. Diese sind in der Abbildung 4.21 aufgrund der Auflösung nicht zu erkennen. Abbildung 4.22 zeigt einen Detail-Ausschnitt aus der ENVI-met – Modelldatei. Alle Gebäudeseiten mit östlichen und vor allem südlichen und westlichen Expositionen wurden mit Fassadenbegrünungen modelliert. In Abbildung 4.21 sind sie als grüne Streifen entlang der Gebäudegrundrisse zu erkennen. Gebäudeseiten, die sich auf Grund der dichten Bebauung in zu engen Straßenschluchten befinden, wurden nicht begrünt. Für die extensive Dachbegrünung wurde auf Gras mit Höhe 10 cm ohne Wurzelboden zurückgegriffen, um selbige zu modellieren.

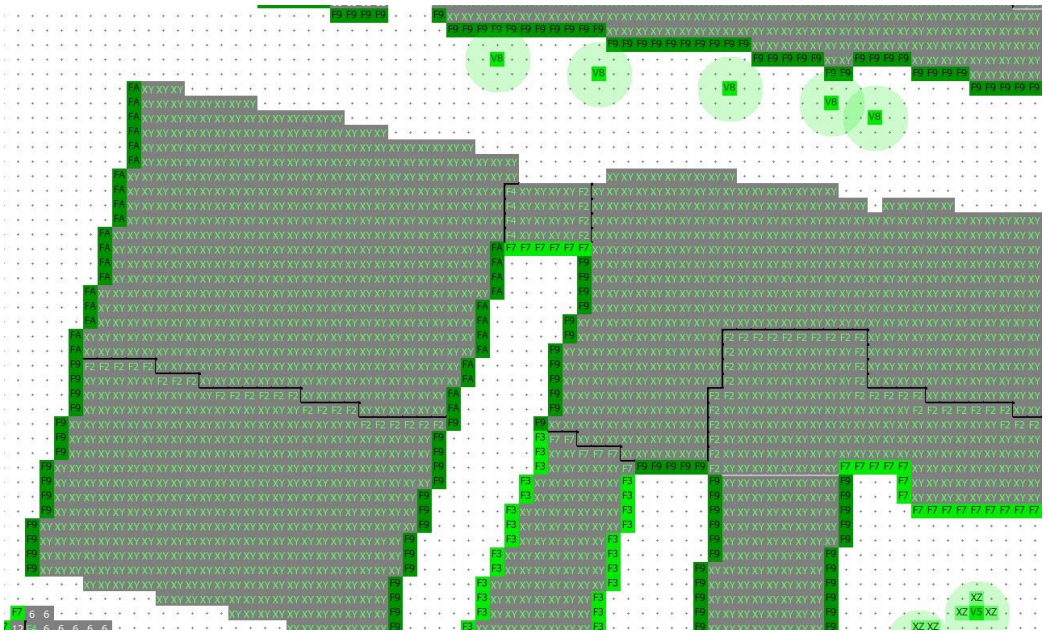

Abb. 4.22 Detailausschnitt aus dem Modell der Variante 4 (Dach- und Fassadenbegrünung)

Die Simulationsergebnisse liefern für die Tagsituation nur sehr gering auseinanderliegende Lufttemperaturen zwischen der Variante 4 (Dach- und Fassadenbegrünung) und dem Ist-Zustand im Vergleich. Über das gesamte Untersuchungsgebiet verteilt, beträgt die Lufttemperaturdifferenz auf 2 m Höhe maximal +0,12 K. Die Begrünung von Dächern auf überwiegend hohen Häusern kann der Aufheizung durch die Sonne tagsüber nichts entgegensetzen.

Die Veränderung der PMV-Werte von Variante 4 (Dach- und Fassadenbegrünung) verglichen mit dem Ist-Zustand um 16:00 Uhr zeigt Abbildung 4.23. Die PMV-Wert-Änderungen betreffen fast durchweg die östlichen Gebäudeseiten mit Änderungen von -0,5 bis -1,0 Punkten. Enge Gassen werden größtenteils komplett durch diese PMV-Wert-Absenkungen betroffen. Die Hauptgründe für die Senkung der PMV-Werte liegen in der Verdunstung durch die begrünten Dächer und Fassaden sowie an deren Kühlung der Oberflächenmaterialien und der Reflexion des Sonnenlichts im Tagesverlauf. Deshalb sind die bis zum Nachmittag fast durchweg besonnten Ostseiten um 16:00 Uhr stärker von der positiven

Wirkung der Fassadenbegrünungen betroffen. Die Süd und Westseiten zeigen im weiteren Verlauf des Tages ähnliche Effekte.

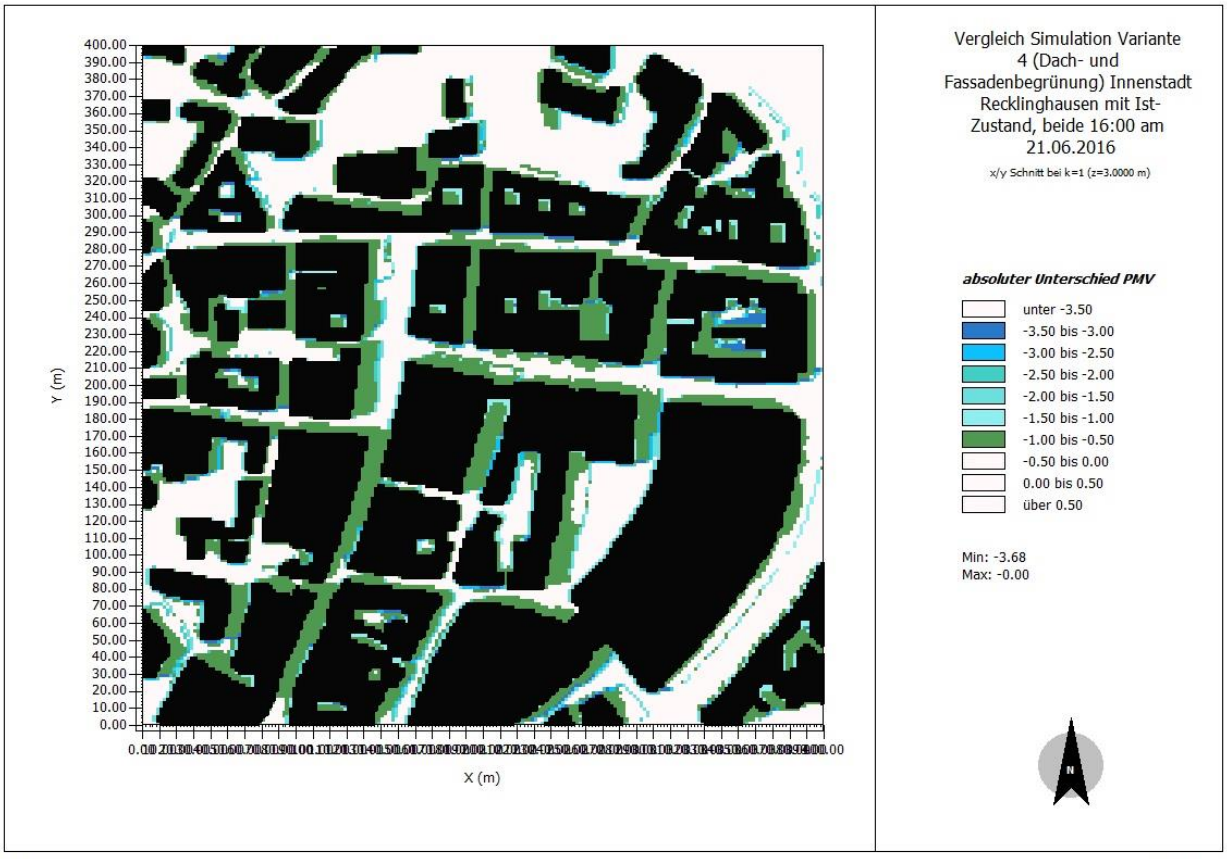

Abb. 4.23 Vergleich PMV-Werte um 16:00 Uhr: Variante 4 (Dach- und Fassadenbegrünung minus Ist-Zustand

Der Vergleich der Variante 4 mit dem Ist-Zustand (Abb. 4.24) zeigt für die Nachtsituation (23:00 Uhr) das erwartete Abkühlungsverhalten durch die Dach- und Fassadenbegrünungen. Die Lufttemperaturdifferenz liegt weitgehend zwischen -0,1 K bis -0,3 K. Damit werden für die Nachtsituation im gesamten Modellgebiet „Altstadt Recklinghausen“ ähnliche absolute Werte für die Absenkungen der Lufttemperaturen erreicht wie in der Variante 1 (niedriger Aufwand), allerdings sind die Abkühlungen weiter verbreitet aufgrund der großflächigen Fassadenbegrünungen.

Die Abkühlungstendenzen mit -0,1 K bis -0,5 K setzen unterhalb der Fußgängerzone Kunibertstraße und Holzmarkt im Norden ein und verlaufen bis zum Ende des Untersuchungsgebietes im Süden. Die stärksten Abkühlungsbereiche von -0,2 K bis -0,5 K verlaufen vom Süden des Marktplatzes entlang der Breiten Straße, an der Schwertfegergasse und der Kellerstraße sowie von der Kreuzung Kampstraße/Schaumburgstraße über den Löhrhof und der Herrenstraße nach Süden zur Löhrgasse. Es konnten nicht alle Gebäudedächer und -fassaden begrünt werden, so dass sich diese im Tagesverlauf durch fehlendes Grün ungebremst aufheizen können und im Verlauf der Nacht diese Energie als langwellige Wärmestrahlung an die Umgebung abgeben. Dieser Umstand mildert den Abkühlungseffekt durch Dach- und Fassadenbegrünungen.

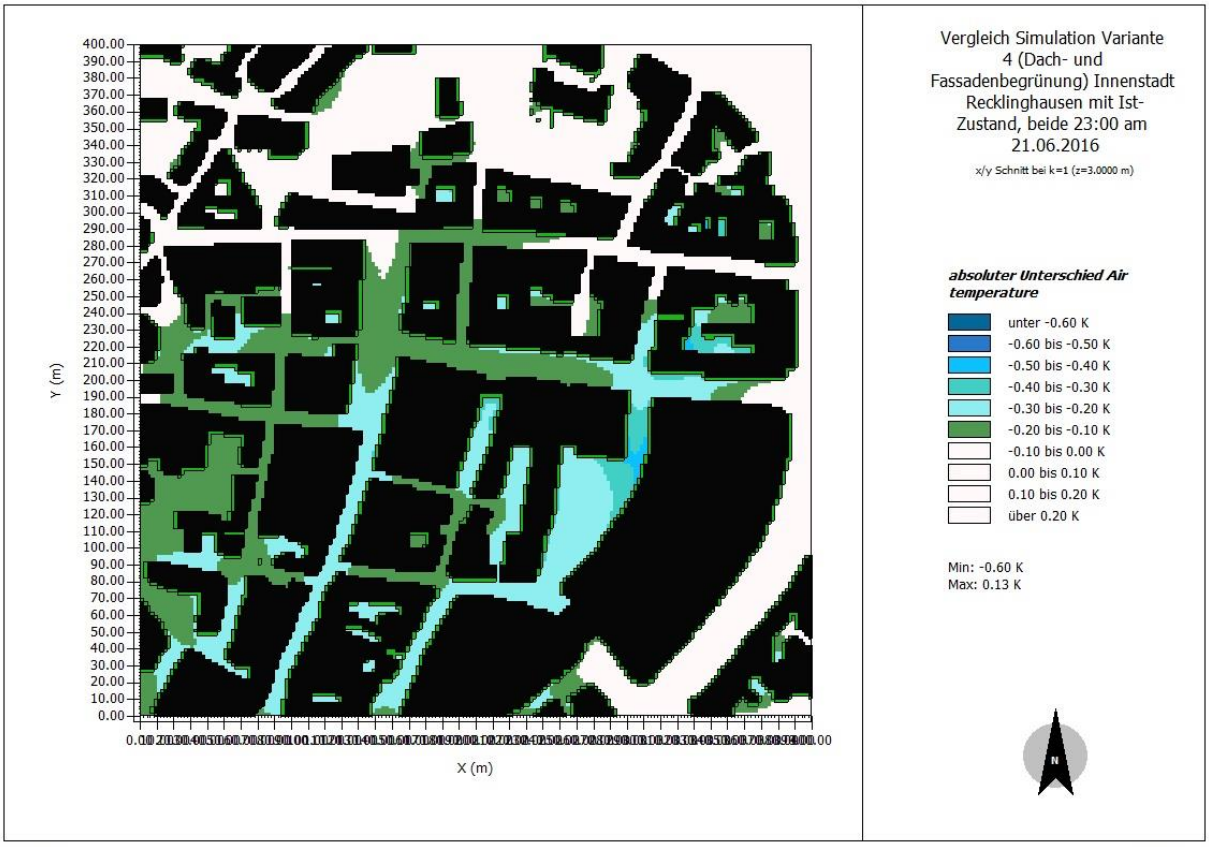

Abb. 4.24 Lufttemperaturvergleich [K] um 23:00 Uhr: Variante 4 (Dach- und Fassadenbegrünung) minus Ist-Zustand

Zusätzlich zeigt eine vertikale Betrachtung der Lufttemperaturen als Schnitt der XZ-Achse (Höhe oberer Markt – rote Linie in der Abb. 4.21) gegen 23:00 Uhr, dass die Maxima der Luftabkühlungen über den Gebäudedächern liegt (siehe Abb. 4.25). Nur im Bereich des Marktes reichen die Abkühlungswerte bis in den unteren Straßenraum hinein. Dach- und Fassadenbegrünungen können eine Hitzeabmilderung nur unterstützen, die alleinige Wirkung reicht nicht aus, um messbare Effekte zu erzielen.

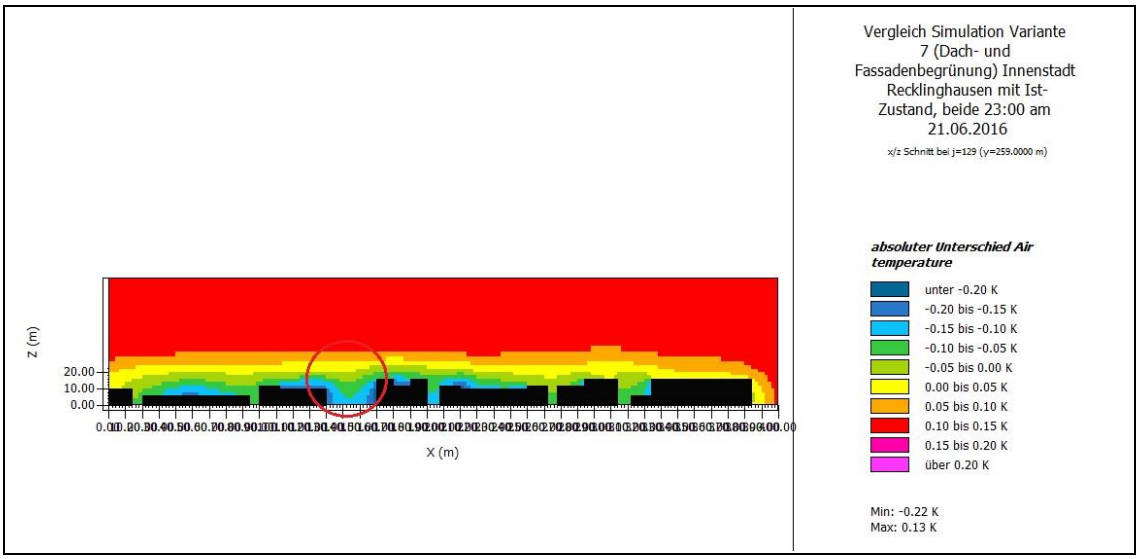

Abb. 4.25 Lufttemperaturvergleich [K] um 23:00 Uhr: Variante 4 (Dach- und Fassadenbegrünung) minus Ist-Zustand im Ost-West-Vertikalschnitt durch das Modellgebiet

4.1.1.4 Die klimatische Wirkung von Bewässerungen durch Springbrunnen

Wie in vielen anderen Städten auch wurden die in der Recklinghäuser Innenstadt früher vorhandenen Springbrunnen aus verschiedenen Gründen aufgegeben. Die Verdunstung von Wasser verbraucht Wärmeenergie aus der Luft und trägt so zur Abkühlung der aufgeheizten Innenstadtluft bei. Über eine Steigerung des Anteils von Wasser- und Grünflächen in Städten kann damit ein Abkühlungseffekt erzielt und gleichzeitig in der meist relativ trockenen Stadtatmosphäre die Luftfeuchtigkeit erhöht werden. Dabei wiegt die positive Wirkung des Abkühlungseffektes durch die Verdunstung die Nachteile einer eventuell häufiger auftretenden Schwüle im urbanen Gebiet auf. Bewegtes Wasser wie innerstädtische Springbrunnen (Abb. 4.26) oder Wasserzerstäuber tragen insgesamt in größerem Maß zur Verdunstungskühlung bei als stehende Wasserflächen.

Abb. 4.26 Springbrunnen – Feld am Neumarkt

Um die klimatische Wirkung von Springbrunnen im innerstädtischen Bereich zu simulieren, wurden in das Modellgebiet „Altstadt Recklinghausen“ 4 große Springbrunnen integriert, jeweils ein Springbrunnen auf dem Kirchplatz und dem Löhrhofplatz und zwei Springbrunnen auf dem Altstadtmarkt. Die Springbrunnen wurden mit permanenten 4 m hohen Wasserfontänen ausgestattet. In den Abbildungen 4.27 und 4.28 sind die Lufttemperaturverteilungen in 2 m über Grund für den Ist-Zustand und die Springbrunnenvariante dargestellt. Innerhalb des Modellgebietes bestehen aufgrund von Schatteneffekten, Vegetationsvorkommen und Belüftungsachsen schon im Ist-Zustand (Abb. 4.27) deutliche Lufttemperaturunterschiede, das Maximum liegt bei 27,0 °C, das Minimum bei 25,5 °C. Durch die Verdunstungskühlung im Umfeld der Springbrunnen (Abb. 4.28) wird das Lufttemperatur-Minimum auf 21,9 °C abgesenkt, das Maximum liegt unverändert bei 27,0 °C. Die blauen Bereiche mit Lufttemperaturen unter 25,6 °C haben sich weiträumig im Innenstadtkern ausgebreitet.

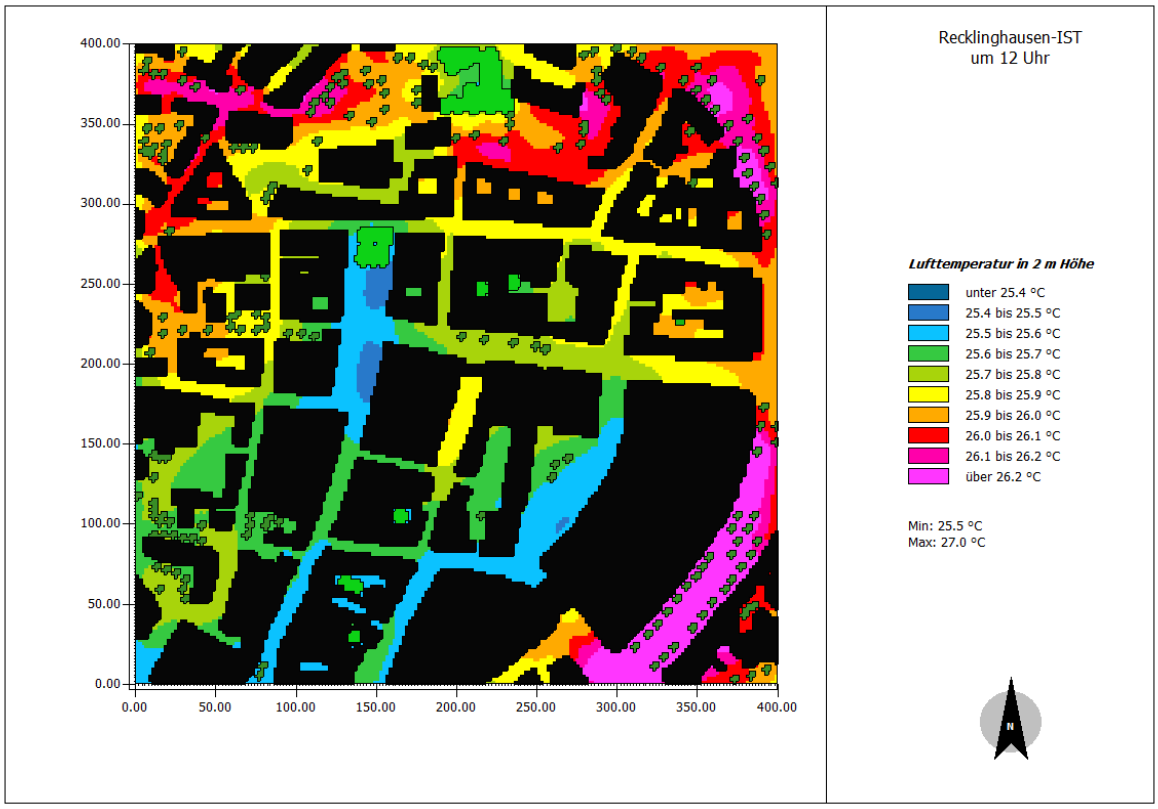

Abb. 4.27 Lufttemperaturverteilung in 2 m Höhe um 12:00 Uhr als Ergebnis der Simulation des Ist-Zustandes im Modellgebiet „Altstadt Recklinghausen“

Abb. 4.28 Lufttemperaturverteilung in 2 m Höhe um 12:00 Uhr als Ergebnis der Simulation der Springbrunnen-Variante im Modellgebiet „Altstadt Recklinghausen“

Den stärksten Effekt kann man auf dem Kirchplatz erkennen. Dieser Bereich hatte im Vergleich zu den anderen Springbrunnen-Standorten die höchsten Ausgangstemperaturen im Ist-Zustand. Die höhere Sonneneinstrahlung stellt mehr Energie zur Wasserverdunstung zur Verfügung, damit erhöht sich der Abkühlungsbetrag. Sonnige Standorte sollten deshalb die bevorzugten Standorte für geplante Brunnen werden.
Die Abkühlungsbeträge für die Lufttemperaturen sind in der Abbildung 4.29 dargestellt. Hier wird deutlich, wie hoch der Kühleffekt direkt am Springbrunnenstandort ist (bis zu 4 K Abkühlung) und wie weit die kühlende Wirkung in die bebaute Umgebung hinein wirkt.

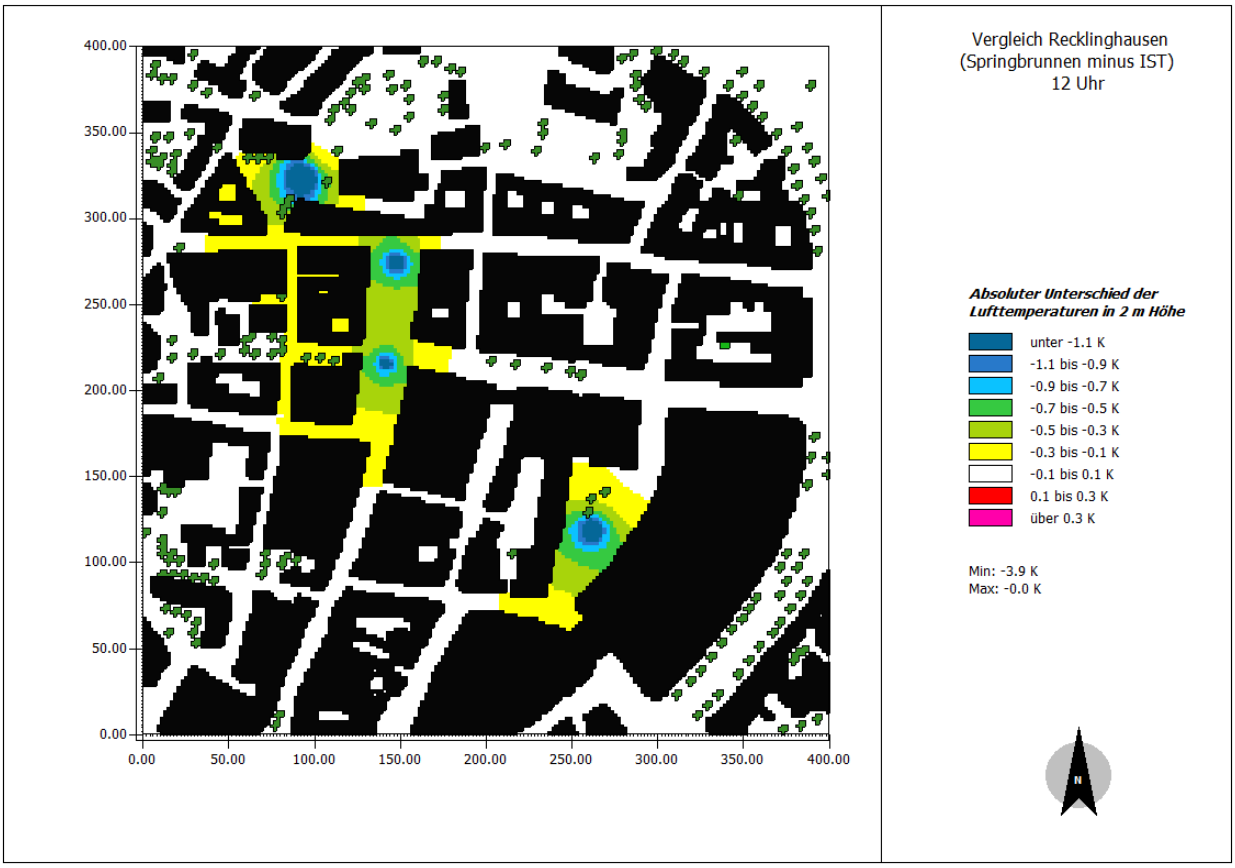

Abb. 4.29 Lufttemperaturvergleich [K] um 12:00 Uhr: Springbrunnen-Variante minus Ist-Zustand

4.1.1.5 Fazit der Fallstudie „Altstadt“ zur Hitzebelastung

Die prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels, beispielsweise zunehmende sommerliche Hitze und Extremniederschlagsereignisse, werden den Kommunen, Unternehmen und privaten Hausbesitzern auf lange Sicht keine Wahl lassen, als Begrünungsmaßnahmen und Wasserflächen in einem größeren Umfang als bisher ins Stadtbild zu implementieren. Die Anlage und Pflege von Maßnahmen verursachen auf der einen Seite natürlich Kosten, schaffen aber auch dauerhaft Arbeitsplätze. Das Stadtgrün kann nicht sich selbst überlassen werden, Bäume müssen wegen des Lichtraumprofils aufgeastet und generell im Stadtraum geschnitten und gepflegt werden. Dasselbe gilt auch für Rasenflächen, Heckenelemente und Wasserflächen. Dach- und Fassadenbegrünungen müssen ebenfalls

gepflegt werden. Das betrifft vor allem intensive Dachbegrünungen sowie fassadengebundene Begrünungen. Aus diesen Gründen und den vorliegenden Ergebnissen dieser Arbeit sollen Begrünungsmaßnahmen im Innenstadtgebiet an dieser Stelle als stadtklimatisch lohnende Zukunftsinvestition zur Anpassung an den Klimawandel betrachtet und empfohlen werden.

Die vorgenommenen Begrünungsmaßnahmen der verschiedenen Varianten führen insbesondere bei breitkronigen Bäumen im engen Straßenraum tagsüber zwar zu einer leichten Lufttemperaturerhöhung von bis zu einem halben Grad, sie sorgen jedoch zeitgleich durch die Senkung des PMV-Wertes für eine thermische Entlastung des menschlichen Organismus und eine verbesserte Aufenthaltsqualität im beschatteten Innenstadtgebiet. Das bedeutet für Menschen ab 65 Jahren statt einer extremen eine nur noch mäßige bis starke Wärmebelastung. Zum Zeitpunkt 23:00 Uhr, wenn die Bevölkerung die Nachtruhe beginnt, werden für Einzelmaßnahmen Abkühlungen bis zu knapp einem Grad (0,8 K) erreicht, was dazu beiträgt, die Hitzebelastung während der Nachtruhe der Bevölkerung zu vermindern. Ebenfalls konnte mit den Simulationsergebnissen gezeigt werden, dass mit zunehmendem Aufwand der Wirkungsbereich von Grünanlagen erhöht wird und der positive Einfluss auf stadtklimatische Werte wie Lufttemperatur und PMV zunimmt.
Die Bereiche der größten Abkühlungswerte bei fiktiven Baumpflanzungen finden sich am Marktplatz und am Löhrhof. An diesen Stellen wird die verringerte Wärmeaufnahme der Oberflächen im Tagesverlauf durch Beschattung durch die Baumkronen und deren Verdunstung sehr deutlich. Hier werden der Südwesten und der Süden, die an die Begrünungsareale angrenzen, zumeist großflächig abgekühlt.

In der Nachtsituation erkennt man anhand der Simulationsergebnisse, dass vor allem die dichteren Bepflanzungen durch großkronige Bäume mit einer LAD von zwei auch in der Fläche zu spürbaren Abkühlungen führen. Weiterhin ist in den Varianten eine Kalt- und Frischluftleitbahn vom nördlichen Marktplatz Richtung Süden bis zum Ende der Breiten Straße zu erkennen. Auch bei den PMV-Werten erweisen sich nach der Auswertung der Simulationsergebnisse die dicht gepflanzten großkronigen Bäume mit einer LAD von zwei gegenüber einer lockeren Bepflanzung bzw. einer Bepflanzung durch Bäume mit geringeren Blattdichten als vorteilhafter. Sie erzielen durchweg gute Beschattungsergebnisse und senken im Areal ihres Schattenwurfs (Kirchplatz, Marktplatz, beide Parkplätze und Löhrhof) den PMV-Wert um bis zu 3,5 Punkte auf großer Fläche. Die Aufenthaltsqualität steigt dadurch im Beschattungsbereich der Bäume erheblich, da eine thermische Entlastung stattfindet und eine starke Hitzebelastung für den Organismus damit vermieden werden kann.
Der geringere Wirkbereich durch die geringere Blattdichte der Tilia cordata im Vergleich mit Acer campestre ist in den Modellierungen zu erkennen. Auch die Acer platanoides Columnare tragen relativ wenig zur Senkung des PMV-Wertes in einem großflächigeren Umfeld bei, was aber durch ihre geringe Kronenbreite (3 m) zu erwarten war.
Jedoch zeigten die Ergebnisse auch, dass der perfekte Stadtbaum nicht existiert, der alle klimatischen Erwartungen und Anforderungen an die Klimaanpassung erfüllt. Je nach Maßnahmensituation vor Ort muss ein Mittelweg gefunden werden, um bestimmte Vorteile zu erhalten und Nachteile zu minimieren. Das kann beispielsweise bedeuten, dass ein gewählter Stadtbaum tagsüber durch hohen Wuchs und eine breite Krone für viel Beschattung sorgt, aber gleichzeitig die Windgeschwindigkeit reduziert. Bei Begrünungsmaßnahmen sollten auch Aspekte der Artenvielfalt Berücksichtigung finden, um im Zuge des Klimawandels gegen wärmeliebende Schädlinge vorzubeugen (MKULNV NRW 2011). Geeignete Bäume für Begrünungsmaßnahmen im Stadtraum wären beispielsweise Acer campestre, Acer platanoides Columnare oder Ginko biloba.

Sinnvoll ist immer eine Kombination aus verschiedenen Maßnahmen wie beispielsweise Baum- und Rasenpflanzungen mit Dach- und Fassadenbegrünungen und Bereichen mit offenem Wasser, vorzugsweise Springbrunnen oder Wasserzerstäuber. Damit können die hitzemildernden Effekte kombiniert und in ihrer Wirkung verstärkt werden. Die begrünten Areale können durch andere Klimaanpassungsmaßnahmen ergänzt werden. Ein Beispiel wäre ein Wasserspielplatz für Kinder im Schatten gepflanzter Bäume im Norden des Marktplatzes oder am Löhrhof vor dem Palais Vest, während die Eltern randseitig ebenfalls im Schatten von Bäumen einen Kaffee genießen. Die Wasserspielplätze könnten vielleicht auch durch Springbrunnen und Wasserläufe ergänzt werden und so würde zusätzliche Kühlung in den begrünten Raum kommen.

Konflikte können auftreten, wenn durch die in dieser Arbeit vorgenommenen fiktiven Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen mit Rasenanlagen und Baumpflanzungen der offene freie Platzcharakter (Marktplatz, Löhrhof) verloren ginge. Im Falle einer Entsiegelung und Begrünung würde auch Fläche für kulturelle Ereignisse (Festivitäten, Märkte usw.) verlorengehen. Auf der anderen Seite wären diese fiktiv begrünten Platzareale selbst an heißen Tagen ansprechende Erholungsgebiete im Nahbereich. Das bereits angesprochene Problem eines zu erhaltenden Marktplatzcharakters, der beim möglichen Abriss des Karstadt-Gebäudes durch Neubauten erhalten bleiben soll, kann zukünftig ein Konfliktfeld zwischen rein städtebaulichen und stadtklimagerechten Aspekten werden. Nach den bisherigen Klimaprognosen für Deutschland wird es stadtklimatisch günstiger sein, an Stelle des Karstadt-Leerstandes Neubauten mit integrierter Grünanlage anzulegen, die aus Rasenflächen und Bäumen besteht, und auf weitere natürliche Strukturelemente wie z. B. Hecken oder Wasserläufe zurückzugreifen. Außerdem sollten die Aspekte der Belüftung des innerstädtischen Raums berücksichtigt werden. Ein weiterer kritischer Punkt ist die Anlage der Begrünungsmaßnahmen hinsichtlich der technischen Machbarkeit. Können die groß- und mittelkronigen Bäume wie in den Modellen platziert werden oder stoßen sie beispielsweise auf bauliche Hindernisse im Untergrund, etwa Rohr- oder Kabelleitungen, die unumgänglich sind? Dies bedarf im Vorfeld einer Überprüfung.

4.1.2 Fallstudie „Hillerheide“ – Fließwegeanalysen

Ein großer Vorteil der Kenntnis von Fließwegen liegt darin, dass die Auswirkungen von Anpassungsmaßnahmen auf Urbane Sturzfluten deutlich genauer geprüft werden können. Entlastungen können meist nicht in den hoch belasteten Stadtgebieten geschaffen werden. Retentionsmaßnahmen, Entsiegelungen oder Regenrückhaltebecken erfüllen ihren Zweck in der Regel am besten im Oberlauf eines Fließweges, dort wo der Oberflächenabfluss entsteht. In diesem Fall ist es dringend notwendig zu wissen, woher das Wasser kommt und vor allem wohin es fließt, um Aussagen darüber treffen zu können, welche Reichweite Entlastungsmaßnahmen haben und in welche Richtung sie sich auswirken.
In der Fallstudie „Hillerheide“ wird für unterschiedliche Gebiete das Potenzial zur Reduzierung von Überflutungen analysiert.

4.1.2.1 Das Gebiet an der Herner Straße/Werkstättenstraße

Die Fläche befindet sich im Süden von Recklinghausen im Stadtteil Hillerheide. Die Bebauung ist eine stellenweise offene Blockrandbebauung, in deren Innenhof eine Grünfläche dominiert. Diese offene Blockrandbebauung wird im Norden von der Werkstättenstraße, im Osten/Süden von dem Christopherusweg und im Westen von der Herner Straße abgegrenzt. Im südlichen Bereich des Untersuchungsraumes befindet sich eine Brachfläche, wobei die gesamte Fläche im Flächennutzungsplan als Wohnbaufläche ausgewiesen ist (Stadt Recklinghausen 2013). Da sowohl die Bebauung als auch der Innenhof von Menschen genutzt wird, ist die Betroffenheit hier hoch. Der innere Bereich ist eine Senke, die 1 bis 1,5 m tiefer als die angrenzenden Straßen liegt und sich in drei Teilbereiche gliedern lässt. Dazu gehört eine ca. 1000 m² große betonsteingepflasterte Fläche, welche entlang der Bebauung an der Werkstätten- und Herner Straße liegt und von der die ebenerdigen Kellereingänge zu erreichen sind. Die zweite, 1700 m² große Teilfläche ist ein mit Ökopflastersteinen ausgelegter Bereich im Innenraum entlang der Bebauung des Christopheruswegs. Dort befinden sich Garagen und Tiefgaragen; insgesamt liegt diese Fläche etwas höher als der dritte Teilbereich. Dieser ist eine ca. 3200 m² große unebene Rasenfläche mit vereinzelten Bäumen und Büschen.

Abb. 4.30 Untersuchungsraum (GeobasisNRW 2016, ergänzt)

Die Betrachtung der Ergebnisse der Fließwege- und Senkenanalyse des Gebiets

Es verlaufen verschiedene Fließwege nahe und innerhalb der Bebauung. Davon entstehen drei Fließwege im Untersuchungsraum selbst, die in einen größeren Fließweg der Klasse 5 münden (siehe Karte). Dieser große Fließweg weist bereits wegen seines ca. 376.000 m² großen Einzugsgebiets eine hohe Gefährdung auf. Er kommt aus Norden, folgt der Grenzstraße und dem Christopherusweg, wo er auf das Gebiet trifft (siehe Karte), um anschließend in Richtung Süden weiterzufließen.

Außerdem befindet sich eine größere Senke im Untersuchungsraum, die sich über den ganzen Innenbereich der Blockbebauung erstreckt. Trotz kleinerer Abstufungen und Unebenheiten deckt sich die identifizierte Senke weitestgehend mit den Gegebenheiten. Sie erstreckt sich in nordsüdlicher Richtung über 110 m und besitzt eine Breite zwischen 25 und 60 m. Im ersten Bereich der unterteilten Senke schließt ein 3 bis 5 m breiter Streifen, der sich etwa 10 bis 15 cm tiefer als der gepflasterte Weg befindet, an die Gebäude an. Dieser Innenbereich ist durch steile Einfahrten erreichbar (siehe die dunkelblaue Markierung in der Abbildung 2), welche zwischen 1,20 bis 1,50 m auf einer 10 m langen Strecke abfallen. Die dadurch ebenfalls angeschlossene dritte Teilfläche bildet zusammen mit der ersten das Einstauvolumen der Senke, dabei wird der zweite Teilbereich wegen seiner etwas höheren Lage und seines fehlenden Gefälles zu den anderen beiden Flächen nicht berücksichtigt. Das ungefähre Volumen aus der Grundfläche und einer geschätzten Tiefe, die aus der Differenz des tiefsten Punkt auf der Rasenfläche und der Höhe der Kellereingänge berechnet wird, beträgt ca. 1450 m³. Dieses Volumen wird, bei Nichtberücksichtigung des Zuflusses der Oberflächenabflüsse aus der Umgebung in den Untersuchungsraum, bei einem Niederschlag von 290 l/m² erreicht. Das entspricht einem Extremereignis mit einem Wiederkehrintervall von über 100 Jahren und Dauerstufen von bis zu 72 Stunden (DWD 1997). Dazu kommt aber noch der Zufluss aus der Umgebung, so dass die Senke bei deutlich geringeren Niederschlagsereignissen gefüllt wird. Die Gespräche mit den Anwohnern ergaben, dass es bereits häufiger zu Überflutungen in der Vergangenheit gekommen ist.

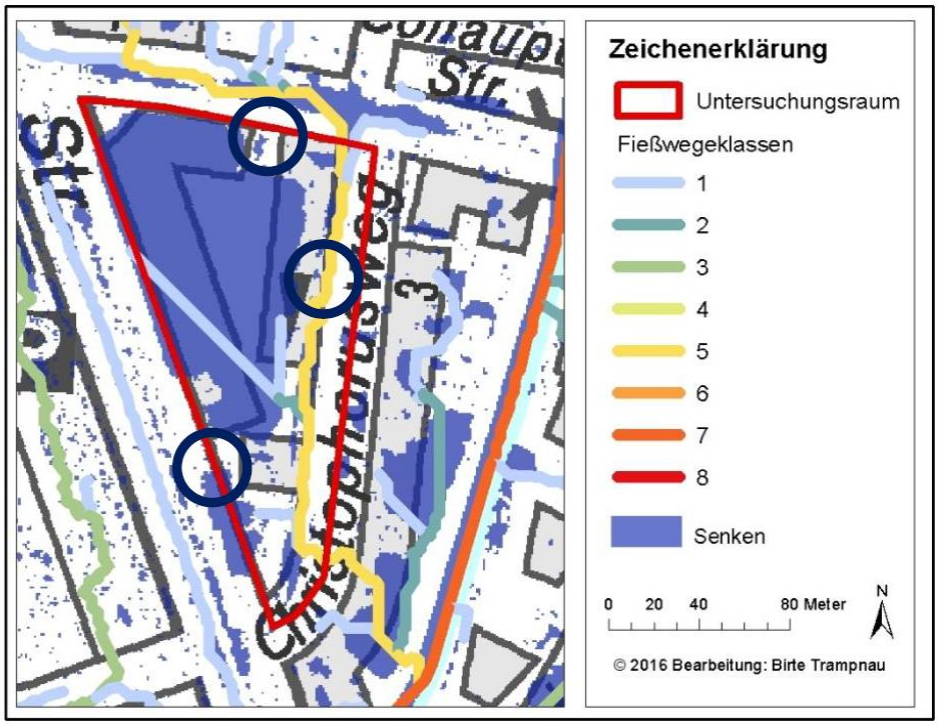

Abb. 4.31 Darstellung der Fließwege und Senken im Untersuchungsraum 1 mit Markierungen der Einfahren (eigene Bearbeitung, DGK:1 .10.000 vom RVR 2011)

Der Zufluss aus den Oberflächen-Fließwegen könnte dazu führen, dass der Abfluss von zusätzlichen 376.000 m² Einzugsgebiet in die Senke gelangt. Daher können seltene bzw. heftige Starkregenereignisse, die nur noch geringfügig von dem Kanalnetz beeinflusst werden, in diese Senke fließen. So würden bei einem Starkregenereignis mit einer Wiederkehrzeit von 20 Jahren bereits bei 20 Minuten rund 26 l/m² fallen (DWD 1997), was bei diesem Einzugsgebiet des Fließweges ein zusätzliches Volumen von maximal 9.700 m³ bedeutet, das nur zum Teil durch die Kanalisation abgeführt werden kann. Wenn ein Starkregenereignis mit einer Wiederkehrzeit von 50 Jahren betrachtet wird, fallen innerhalb von 20 Minuten ca. 31 l/m² (DWD 1997), was in diesem Zeitraum den Oberflächenabfluss um maximal 11.000 m^3 erhöht. Selbst wenn nicht der komplette Oberflächenabfluss in die Senke gelangt, zeigt sich, dass Vorsorgemaßnahmen notwendig sind, um auf der Fläche das Gefährdungspotential durch Starkregenereignisse zu minimieren.
Zur Ermittlung der Vorsorgemaßnahmen stehen weder Informationen über das Gebäude selbst, über die Art des Kanalanschlusses und der Dimensionierung des Gebäudes noch Informationen über die Bodenbeschaffenheit (Abflussbeiwerte) zur Verfügung. Daher werden die Maßnahmen auf Grundlage der sichtbaren Gegebenheiten vorgeschlagen.

Vorsorge auf Verkehrs- und Freiflächen

Das Untersuchungsgebiet ist stark durch die dort vorhandene große Senke geprägt. Sie stellt nicht nur eine Gefahr dar, sondern sollte ebenso gezielt zum Überflutungsschutz eingesetzt werden. Mit Hilfe einer großen Versickerungsmulde kann Niederschlagswasser eingestaut werden. Bisher hat die bestehende Senke ein Volumen von knapp 1500 m³. Um diesen Wert zu erhöhen, sollte die Mulde noch ausgebaut werden, wobei sie nicht tiefer als 0,3 m sein sollte, damit eine Gefährdung spielender Kinder auszuschließen ist (Geiger et al. 2009). Die Begehung der Senke hat ergeben, dass die Oberfläche des Innenbereichs nicht eben ist, sondern kleinere Erhöhungen und Mulden aufweist, die verschiedene Gefälle und unterschiedliche Fließrichtungen besitzen (siehe folgende Abbildung). Deshalb sollte während der Vertiefung der Mulde die Oberfläche profiliert werden, die Zwischenspeicherung lässt sich dann um ca. 150 m^3 erhöhen. Das Volumen kann durch einen temporären Einstau in unterirdischen Rigolensystemen oder Sickerboxen weiter gesteigert werden (Petschek 2014). Vor der Umsetzung der Anlage sollte die Fläche jedoch auf die notwendigen Bodeneigenschaften und den passenden Grundwasserabstand geprüft werden (DWA 2005).

Abb. 4.32 Fließrichtungen auf der Grünfläche und Versiegelung im Innenhof (eigene Aufnahme 2016, ergänzt)

Da im Hinterhof nicht mit Schwerlastverkehr zu rechnen ist, könnte der Weg im Innenbereich der Werkstätten- bzw. Herner Straße mittels ökologischer Pflastersysteme, wie Rasengittersteine, entsiegelt werden (siehe Abbildung 3). Diese verändern neben der Versickerung auch den Abflussbeiwert der Fläche von 0,9 auf 0,15 (DWA 2006a). Diese Veränderung bedeutet für das Abflussverhalten, dass das Wasser auf der Fläche gehalten wird und dadurch weniger Wasser von der Fläche fließt (Richter 1999). Im Bereich des Christopherusweges wurde die Fläche bereits mit Hilfe von Rasengittersteinen entsiegelt.

Vorsorge im Objektschutz

Besonders gefährdet von Überschwemmungen sind meist Keller- und Erdgeschosse, daher sollten gezielt Maßnahmen getroffen werde, die das Eindringen des Wasser am Gebäude selbst verhindern. Das betrifft, die an die Senke angrenzenden Kellereingänge der Bebauung der Werkstätten- und Herner Straße (siehe Abbildung 4). Sie sind nur durch einen kleinen Höhensprung vom Weg getrennt. Die Fläche vor der Tür besitzt kein Gefälle und die Kellertür selbst schließt mit einem Schlitz ebenerdig ab (siehe Abbildung 4).

Abb. 4.33 Blick auf die Kellereingänge des Gebäude an der Werkstättenstraße (eigene Aufnahme 2016, ergänzt)

Hier kann der Versiegelungsgrad ebenfalls durch einen durchlässigeren Oberflächenbelag verringert und gleichzeitig ein Gefälle erzeugt werden, welches das Wasser vom Gebäude wegfließen lässt. Bei außergewöhnlichen Starkregen bietet die vorhandene Tür keinen Schutz, sodass Änderungen vorgenommen werden sollten: Schott-, Rollklappen, eine Türschwelle oder eine vollständige Erneuerung der Tür könnten hier den entsprechenden Schutz bieten (DWA 2013). Jedoch sind die Aufkantung des Eingangs bzw. eine Türschwelle (Hamburg Wasser 2012) und der Einbau einer druckwasserdichten Tür (DWA 2013) wirtschaftlicher als die übrigen beiden Systeme.

Nicht nur die Bebauung entlang der Werkstätten- und Herner Straße ist gefährdet, sondern auch die entlang des Christopherusweges. Die Kellerfenster liegen bei diesen Gebäuden nahe am Erdboden und es besteht ein starkes Gefälle zum Innenhof (siehe Abbildung 5). Entlang des Grünstreifens besteht

zum einen ein Gefälle zu den Kellerfenstern, sodass das Niederschlagswasser direkt zu den Fenstern des Kellergeschosses gelangt, und zum anderen folgt der Fließweg der Klasse 5 diesem Grünstreifen (siehe die Hervorhebung in Abbildung 5). Eine Vorsorgemaßnahme müsste also an dieser Stelle ansetzen (Steinrücke et al 2012). Dafür bieten sich zwei verschiedene Maßnahmenkombinationen an: Ein aufgesetzter Kellerfensterlichtschacht mit einer wasserdichten Abdeckung oder aber ein kostengünstigerer Einbau eines druckwasserdichten Fensters (DWA 2013).

Abb. 4.34 Kellerfenster und Einfahrt am Christopherusweg (eigene Aufnahme 2016, ergänzt)

Auf der Rückseite des Gebäudes ist es wegen des starken Gefälles zum Innenhof und der dortigen Senke ebenso notwendig, Vorsorgemaßnahmen zu treffen (Abbildung 6). In diesem Bereich gibt es bis auf die Entsiegelung der Fläche bisher keinen weiteren Überflutungsschutz, daher könnten vor den Garagentoren oder im Bereich der Einfahrt Klappschotten installiert werden, die das weitere Vordringen des Niederschlagswassers verhindern. Der Investitionsaufwand für diese Maßnahmen ist jedoch recht hoch, sodass dieser mit der potentiellen Schadenshöhe abgewogen werden sollte. So könnten auch kostengünstige Maßnahmen innerhalb der Garagen, wie die Verlegung der Steckdosen, die Änderung der Bodenbeläge oder die Verlegung wichtiger Haustechnik umgesetzt werden (Hamburg Wasser 2012; Kommunalagentur NRW 2015; DWA 2013).

Abb. 4.35 Blick auf die Innenhoffläche und Tiefgaragen am Christopherusweg (eigene Aufnahme 2016, ergänzt)

4.1.2.2 Das Gebiet an der Blitzkuhlenstraße/Alte Grenzstraße

Die Fläche des zweiten Fallbeispiels wird primär gewerblich genutzt, lediglich der südwestliche Bereich ist im Flächennutzungsplan als Grünfläche ausgewiesen (Stadt Recklinghausen 2013). Die Bebauung ist locker und durch größere Hallen geprägt, nur vereinzelt finden sich Gebäude mit einer Wohnnutzung. Die rechteckige Fläche ist etwa 270 m breit und ca. 200 m lang, sodass sie eine Gesamtfläche von rund 50.000 m² besitzt. Sie wird im Norden von der Blitzkuhlenstraße, im Osten von einer Hochspannungsleitung, im Süden von der A 2 und im Westen von der Alten Grenzstraße eingegrenzt (siehe Abbildung 7). Innerhalb der Fläche verläuft die Philipp-Reis-Straße.

Abb. 4.36 Luftbild der Fläche des zweiten Fallbeispiels (Bezirksregierung Köln, GeobasisNRW 2016, ergänzt)

Für die weiteren Untersuchungen ist vor allem der Teilbereich im Westen des Gebiets relevant, da die Topographie in Richtung der alten Grenzstraße abfällt und sich dort eine Senke befindet, die stellweise zwischen 1 bis 1,5 m tiefer als der obere Bereich der Philipp-Reis-Straße liegt. Die Nutzung im Zusammenhang mit den Fließwegen und der großen Senke sind die Auswahlkriterien des Fallbeispiels. Wie dabei konkret die Fließwege und Geländesenken ausgeprägt sind, gilt es nun zu prüfen, um auf deren Grundlage Vorsorgemaßnahmen zu ermitteln.

Die Betrachtung der Ergebnisse der Fließwege- und Senkenanalyse des Gebiets

Die Fließwege im Untersuchungsraum richten sich nach der Topographie. Es verlaufen insgesamt elf Fließwege innerhalb der Fläche (siehe Abbildung 8), wovon neun im Gebiet selbst entstehen. Vier dieser Fließwege fließen zusammen in einen, der der Philipp-Reis-Straße folgt bis er in einen Fließweg der Klasse 4 mündet. Das ist die größte Klasse im Untersuchungsgebiet, dieser verläuft von Nordosten in Richtung Süden bis er seine Richtung nach Nordwesten ändert. Die Begehung hat gezeigt, dass dieser Fließweg innerhalb eines Grabens verläuft und streckenweise unterirdisch weitergeführt wird.
Neben den Fließwegen hat die Analyse ebenfalls mehrere im Gebiet verteilte Senken ermittelt. Eine größere grenzt im Norden an den Untersuchungsraum an, mehrere zusammenliegende befinden sich im westlichen Bereich und die restlichen verteilen sich im Gebiet. Wenn die Senken in Verbindung mit der Topographie des Gebiets gesetzt werden, zeigt sich, dass vor allem im Westen die Höhen niedriger sind als im restlichen Bereich, sodass die dort lokalisierten Senken zusammen mit der tiefer liegende Fläche eine größere Senke bilden. Während die eigentliche Senke eine Fläche von ca. 1.300 m² umfasst, hat der tiefere Bereich eine Fläche von etwa 7.300 m², sodass das Volumen dort ca. 180 m³ beträgt. Sobald sich das Regenwasser bis zu diesem Volumen angestaut hat, wird es sich weiter in dem tiefen Bereich verteilen und zwei Hallen im Gebiet gefährden (siehe blaue Hervorhebung in Abb. 8).

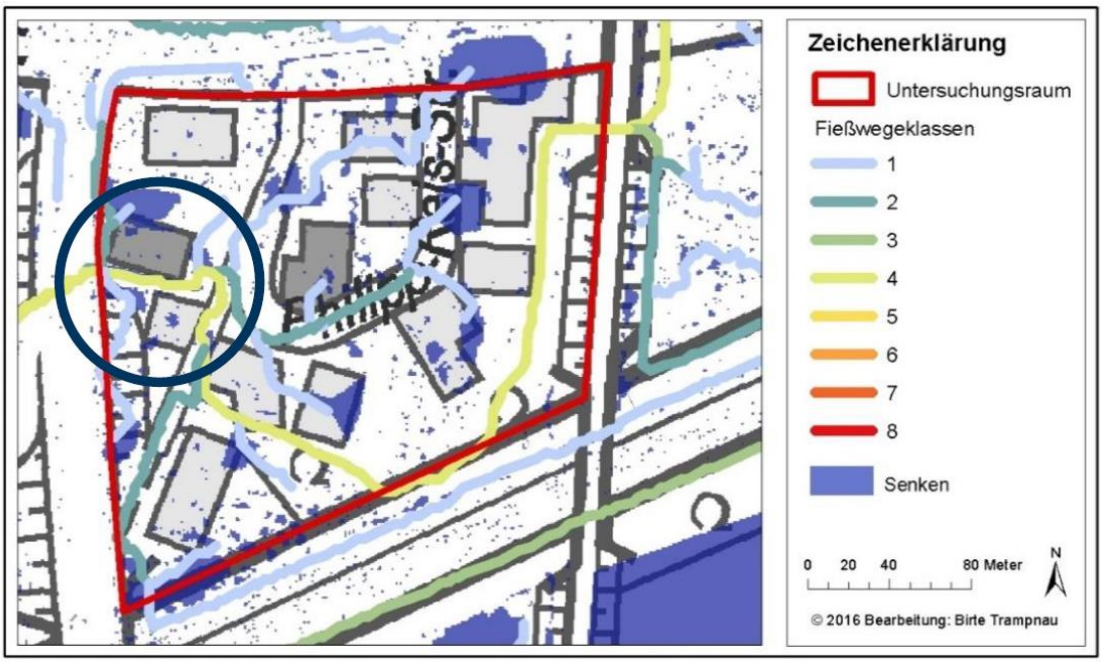

Abb. 4.37 Darstellung der Fließwege und Senken im zweiten Untersuchungsraum (eigene Bearbeitung, DGK:1 .10.000 vom RVR 2011)

Das nördlichere Gebäude am Wendebereich der Philipp-Reis-Straße befindet sich ca. 0,1 m tiefer als der Gehweg und weist ein Gefälle vom Gehweg zum Gebäude auf (siehe Abbildung 11 weiter unten). Sobald deshalb das Volumen des Wendekreises von 33 m³ erreicht ist, fließt das Wasser in Richtung des Gefälles zum Gebäude. Diese Niederschlagsmengen liegen schon bei Starkregen mit Wiederkehrzeiten zwischen 1 und 10 Jahren vor. Da es sich bei dem Gebiet aber um ein Gewerbegebiet handelt, ist die Kanalisation dort laut Frau Kolter (Stadt RE, per Email) auf Ereignisse mit Wiederkehrzeiten von bis zu 10 Jahren ausgelegt. Erst bei höheren Starkregenereignisse mit Wiederkehrzeiten von 20 oder mehr Jahren kommt es zu einem Überstau der Kanalisation. Der Niederschlag aus diesen Ereignissen

sorgt nach dem KOSTRA-Atlas des DWD (1997) bereits nach 30 Minuten zu einer Überschreitung des Rückstauvolumens.
Die südlichere Halle befindet sich unter dem Höhenniveau der Straße, sodass es dort einen Unterschied von ca. 0,5 m von der Straße zum Eingang und von ca. 0,6 m zum Hinterhof des Betriebs gibt (siehe Abbildung 12 weiter unten). Die dortigen Eingänge liegen ca. 0,05 m höher als der Innenhof, sodass das Rückstauvolumen durch die nah am Boden abschließenden Eingänge ca. 5 m³ beträgt. Während heftiger Starkregenereignisse kommt es deshalb sehr schnell zu Überflutungen, bei einem 20-jährigen Ereignis wäre dies schon nach wenigen Minuten der Fall (DWD 1997). Der Fließweg direkt an dieser Fläche wird darüber hinaus noch zusätzlichen Oberflächenabfluss in den Hinterhof befördern.
Wie bei der ersten exemplarischen Betrachtung fehlen für diese Fläche ebenfalls nähere Informationen zu den Kanalanschlüssen der Gebäude und Bodeneigenschaften, daher werden nur Vorsorgemaßnahmen auf Verkehrs- und Freiflächen und direkt am Objekt für die erkennbaren Gefahrenpunkte ermittelt.

Vorsorge auf Verkehrs- und Freiflächen

Die Untersuchung der Fließwege und die Gespräche mit den Anliegern haben ergeben, dass die Philipp-Reis-Straße einen hohen Oberflächenabfluss hat und den Abfluss weiter ins Gebiet führt (Abb. 9). Um nun diesen Oberflächenabfluss zu verringern, kann einerseits mit Hilfe von installierten Querrinnen im Straßenprofil Niederschlagswasser aufgenommen werden (DWA 2013) und andererseits Regenwasser im Graben zwischengespeichert werden.

Abb. 4.38 Fließweg auf der Philipp-Reis-Straße (eigene Aufnahme 2016, ergänzt)

Vorsorge im Objektschutz

Die Veränderungen an den Verkehrs- und Freiflächen leisten bereits einen Beitrag zum Überflutungsschutz. Trotzdem sind weitere Maßnahmen notwendig, um auch bei seltenen Starkregenereignissen den Überflutungsschutz zu gewährleisten. Da der Objektschutz bei direkt betroffenen Gebäuden umgesetzt werden sollte, gilt es die beiden Hallen, die sich in der Senke befinden, näher zu betrachten. Die nördlich gelegene Halle liegt an dem Wendekreis der Philipp-Reis-Straße, in dem sich wegen der Topographie das Wasser bei Starkregenereignissen sammeln wird. Um zu verhindern, dass das Wasser, sobald das Rückstauvolumen ausgeschöpft ist, in Richtung der Halle fließt (siehe Abbildung 10), müssen Vorsorgemaßnahmen getroffen werden.

Abb. 4.39 Einstaufläche im Wendekreis der Philipp-Reis-Straße und weiteres Vordringen des Wassers (eigene Aufnahme 2016, ergänzt)

Dies kann eine Entsiegelung sein, wobei dieses vorher geprüft werden muss, da durch den Schwerlastenverkehr Schadstoffe und Flüssigkeiten emittiert werden könnten, die nicht über das Sickerwasser in das Grundwasser gelangen dürfen (Borgwardt et al. 2000). Sollte eine Entsiegelung durch die Gegebenheiten nicht oder nur teilweise möglich sein, würde sich stattdessen oder auch als Kombination mit einem anderen Oberflächenbelag eine Bodenschwelle anbieten, die eine weitere Barriere für das Wasser darstellt (Hamburg Wasser 2012).

Aber auch ein direkter Schutz des Gebäudes kann sinnvoll sein, um zu verhindern, dass Sturzfluten eindringen können (siehe Abbildung 11). Hier sollte der Eingang aufgekantet werden, sodass eine zusätzliche Barriere für das Wasser entsteht. Dieses bietet sich jedoch wegen des nicht befahrbaren Höhensprungs am Tor nicht an, stattdessen könnte mit Hilfe von einer Klappschotte oder eines großflächigen Schutztors die Gefährdung vermindert werden. Obwohl der Investitionsbedarf bei beiden Maßnahmen ähnlich ist, benötigt die Klappschotte keinen Schwenkradius und hat einen geringeren Platzbedarf (DWA 2013).

Abb. 4.40 Blick auf die Vorderseite der nördlichen Halle (Leeuw Kunststoffe GmbH 2016, ergänzt)

Das südlichere Gebäude ist ebenso eine Halle, die tiefer liegt als die angrenzende Straße. Im vorderen Bereich beträgt der Unterschied ca. 0,5 m, im Bereich des Hinterhofs sogar 0,6 m. Hier gibt es zwei Garagen und einen weiteren Eingang (siehe Abbildung 12). Sowohl die Garagen als auch der Eingang sind nur wenige Zentimeter über der Flächenhöhe. Die Eingänge sollten daher aufgekantet werden, sodass eine Barriere entsteht, die das Eindringen des Niederschlagswassers in das Gebäude verhindert (MUNLV NRW 2010a). Um zu verhindern, dass noch weiteres Niederschlagswasser auf den Hinterhof gelangt und das dortige Rückstauvolumen schneller füllt, muss eine zusätzliche Barriere in der Einfahrt gebildet werden, dabei eignet sich allerdings wegen des Gefälles keine Bodenschwelle, sondern eher ein Schutztor. Dieses sollte vor dem Gefälle der Einfahrt installiert werden, sodass es bei Starkregenereignissen das Wasser aufhalten kann (Patt & Jüpner 2013).

Abb. 4.41 Hinterhof des südlichen Gebäudes (eigene Aufnahme 2016, ergänzt)

Die exemplarische Untersuchung der Flächen zeigt, dass es Vorsorgemaßnahmen gibt, die zur Minimierung und teilweise auch zur Eliminierung der Gefährdung führen. Diese lassen sich nicht nur auf den untersuchten Raum anwenden, sondern auch auf weitere Gebiete in Recklinghausen. Bei der Auswahl einer Maßnahme oder einer Kombination der vorgeschlagenen Maßnahmen sollte dabei neben der Effektivität auch der Investitionsaufwand mit berücksichtigt werden (siehe Kosteneinschätzung im Anhang) (Kersting & Werbeck 2012).

Tab. 4.7 Kosteneinschätzung von möglichen Vorsorgemaßnahmen
(Anmerkung: geschätzte Kosten ohne Berücksichtigung der Arbeitskosten)

Vorsorgemaßnahme	Kosten ab
Rasengittersteine	30 €/m² [1]
Zusätzliche Vertiefung einer Mulde	35 €/m² [1]
Sickerbox	80 € /Box [2]
Querrinne (3 m lang)	140 €/Stück [3]
Rigolensystem	200 – 300 €/m² [1]
Druckdichte Fenster	500 € [4]
Kellerfensterschacht	500 € [4]
Abdeckung eines Kellerfensterschachts	1000 € [4]
Druckdichte Tür	1000 € [4]
Klappschotte	5.000 € [4]
Schutztor	10.000 € [4]

Bodenschwelle	Nicht bekannt
Aufkantung	Nicht bekannt

Preissegment 1 Preissegment 2 Preissegment 3

Quellen:

1: Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlicher Raum und Verbraucherschutz 2007: 18; 29; 30

2: Rewatec 2016: 28

3: Flügel GmbH 2016

4: DWA 2013: 52f.

4.2 Ablaufschema zur Beachtung von Klimaanpassung bei Planungsprozessen

Die Fallstudien in Recklinghausen befassen sich eingehend mit den klimatischen Bedingungen vor Ort. Es werden Maßnahmen simuliert, wie sich das "Kleinklima" ändern könnte. Die simulierten Maßnahmen erstrecken sich auf Bäume, Fassaden und Dächer sowie Wasserflächen im Bestand. Diese Anpassungsmöglichkeiten haben wenig mit Neubauprojekten oder mit einer städtebaulichen Entwicklung zu tun. Hier ergeben sich viele Möglichkeiten der Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen in bauliche Entwicklungen.

Die große Herausforderung in diesem Zusammenhang für die kommenden Jahre wird es sein, Klimaanpassungskonzepte nicht nur parallel zum kommunalen Planungsalltag parat liegen zu haben, sondern sie in die kommunalen Planungsabläufe zu integrieren. Auf diesem Wege blieben es nicht bloß gut gemeinte Handlungsempfehlungen und hilfestellende Ratgeber, sondern feste, und vor allem für die beteiligten Akteure verbindliche Bestandteile der Kommunalplanung, wenn möglich und nötig in Satzungsform. Eine verwaltungsintern vorgeschriebene Berücksichtigung des Ablaufschemas zur Integration von Klimaanpassung in die Planungsprozesse der Stadt Recklinghausen (Abb. 4.42) und der „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“ (siehe Anlage) ist notwendig.

Der größte Spielraum für Anpassungsmöglichkeiten liegt weniger bei Planungen im Bestand, sondern bei Neubauprojekten (z.B. Trabrennbahn) oder städtebaulichen Entwicklungen.
Andere wichtige Maßnahmen neben dem klassischen Bebauungsplanverfahren sind:

- Klimagerechte Planung von Straßenräumen (Artenauswahl, Anzahl und Anordnung von Bäumen und sonstigem Grün, etc....),
- Planung von öffentlichen Grün- und Freiflächen,
- Klimawandelgerechte Entwässerungsplanung, Rückhalteflächen, Abkopplung etc.,
- Anpassungsmaßnahmen an privaten bestehenden Gebäuden (Fassadenbegrünung und -farbe, Innenhofentsiegelung, ggf. Dachbegrünung, Abkopplungsmaßnahmen für Regenwasser).

Dies bedeutet für den Instrumentenkasten, stärker auch folgende Aspekte zu beachten:

- Den Bereich "Beratung von Eigentümern", Werbung,
- die Berücksichtigung von Anpassungsmaßnahmen in Stadtteilsanierungen, Stadterneuerungsstrategien, etc.,
- das nachfolgende Ablaufschema auch für die Planung von öffentlichen Plätzen zu nutzen, nicht nur für Bebauungspläne,
- bei Wettbewerben Vorgaben für Klimaanpassungsmaßnahmen formulieren,
- vertragliche Vereinbarungen mit Bauherren und Investoren (z. B. Städtebauliche Verträge).

Wichtig ist vor allem, dass im Rahmen der informellen Ämterbeteiligung den jeweiligen Bearbeitern während des Erstellungsprozesses immer klar ist, um welche Art von klimatischem Belastungsraum nach dem Klimaanpassungskonzept es sich handelt und welche Möglichkeiten für Abhilfe versprechende Klimaanpassungsmaßnahmen sich bieten. Diese lassen sich direkt aus dem Klimaanpassungskonzept entnehmen.

An dieser Stelle soll außerdem darauf hingewiesen werden, dass es für Flächen, die in keinem klimatischen Belastungsraum (siehe Anhang „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“) nach dem Klimaanpassungskonzept liegen, ebenso wünschenswert ist, dass Anpassungsmaßnahmen berücksichtigt werden. Mit möglichen unvorhersehbaren Änderungen des Klimas in der Zukunft sind potenzielle Anpassungsmaßnahmen verbunden, deren theoretische Durchführung bereits zum heutigen Zeitpunkt ermöglicht werden sollte.

Für den Einstieg in das Ablaufschema zur Integration der „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“ in die Planungsprozesse der Stadt Recklinghausen (Abb. 4.42) gibt es zwei völlig unterschiedliche Ausgangsfragestellungen:

A Planung im Außenbereich: Es ist eine Flächenentwicklung oder Nutzungsänderung einer Fläche (stadteigene Fläche oder Fläche eines Investors) vorgesehen.

B Innenentwicklung: Es sollen Maßnahmen zur Optimierung der Lebensqualität in Recklinghausen bezogen auf den Klimawandel ergriffen werden.

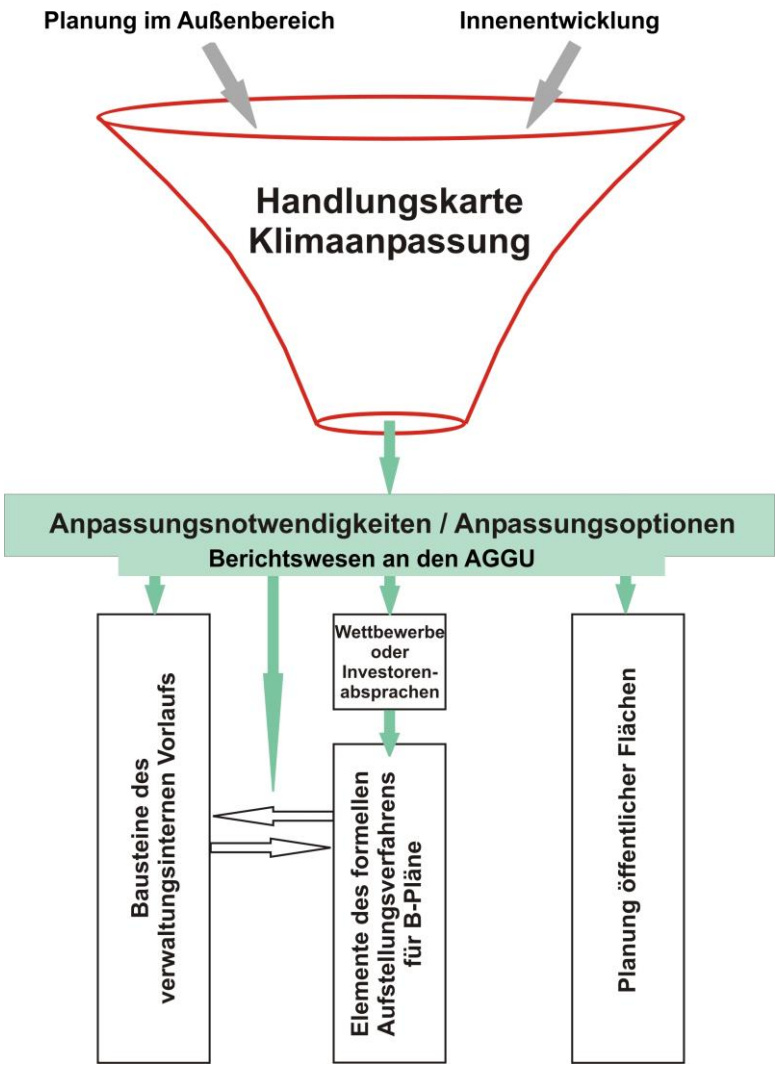

Abb. 4.42 Ablaufschema zur Integration der „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“ in die Planungsprozesse der Stadt Recklinghausen

Variante A (Planung im Außenbereich):
Bevor es zu einer Entscheidung zugunsten einer konkreten Fläche kommt, muss bereits an dieser Stelle verwaltungsintern mit Hilfe der „Handlungskarte Klimaanpassung“ abgeglichen werden, ob die angestrebte Fläche ein dort ausgewiesenes Gefährdungspotential aufweist. Ist dies zutreffend, so muss geklärt werden, um welche Art von Belastungsgebiet es sich handelt, Hitzebelastung und/oder Belastung durch die Folgen von Extremniederschlägen. Ab diesem Zeitpunkt muss eine Belastung, wenn zutreffend, bei jedem weiteren Schritt im Planungsverfahren mit berücksichtigt werden.

Liegt die Fläche **beispielsweise** in einem Gebiet, das durch Überflutung bei Extremniederschlägen belastet sein kann, sollte das Tiefbauamt besonders frühzeitig und intensiv mit einbezogen werden, da die Entwässerung einer solchen Fläche von besonderer Wichtigkeit ist. Es muss unter anderem geklärt werden, welche Kanalkapazitäten vorhanden sind und ob eine Abkopplung von Regenwasser möglich ist. Auch das Umwelt- und Grünflächenamt müsste frühzeitig mit einbezogen werden. Sollte es sich um ein Bauvorhaben im Außenbereich beziehungsweise auf bislang unbebauter Fläche handeln, muss zu Beginn der Planungen abgeklärt werden, ob es sich um eine Frischluftschneise handelt, die beeinträchtigt werden könnte.

Handelt es sich um die Neuentwicklung einer Fläche (Variante A), kann eine **Wettbewerbsausschreibung** durchgeführt werden. Dabei wird eine genaue Planungsaufgabe für ein Gebiet veröffentlicht. Bei einer solchen Auslobung hat die Stadt eine Steuerungsmöglichkeit und somit gute Möglichkeiten, Klimaanpassungsmaßnahmen in Form von Dach- und Fassadenbegrünungen oder von Bebauung freizuhaltender Flächen zu integrieren. Will ein Grundstückseigentümer oder ein Investor eine bestimmte Fläche entwickeln, kann die Stadt außerdem im aufzustellenden Bebauungsplan ganz konkrete Vorgaben und Auflagen bezüglich der Klimaanpassungsmaßnahmen für das angestrebte Bauvorhaben machen. Die **Aushandlungsprozesse zwischen Stadt und Investor** finden in den meisten Fällen vor Beginn des offiziellen Aufstellungsverfahrens für einen Bebauungsplan statt. Als Hauptargument seitens der Investoren gegen Klimaanpassungsmaßnahmen werden fast immer die zu hohen Kosten angeführt. Für solche Fälle besteht immer die Möglichkeit, in Abstimmung mit dem Investor aus einem Maßnahmenkatalog auf der Grundlage der „Steckbriefe Klimaanpassungsmaßnahmen“ (Kap. 6.1) die für das Bauvorhaben passenden Maßnahmen auszuwählen und dies nach Möglichkeit vertraglich zu fixieren. Dabei ist der Maßnahmenkatalog so breit angelegt, dass einer klimawandelangepassten Planung bzw. Bebauung immer ausreichend Raum gegeben werden kann, wenn auch nicht immer alle möglichen Maßnahmen zur Anwendung kommen. Dies gilt sowohl für Wohnbauvorhaben als auch für Industrie- und Gewerbegebiete. Darüber hinaus sollten die Festsetzungsmöglichkeiten bei B-Plänen wie Dach- und Fassadenbegrünung, Grundflächenzahl (zwecks Reduzierung der Bodenversiegelung) oder Fassadengestaltung genutzt werden, um Klimaanpassungsmaßnahmen in die Bebauung zu integrieren. Zum Beispiel kann in einem B-Plan eine helle Fassadenfarbe festgelegt werden, die die Albedo (die Reflexion von direkter Sonneneinstrahlung) erhöhen und verhindern würde, dass sich die Gebäude im Sommer zu stark aufheizen. Solche Festsetzungen können dort erfolgen, wo dem keine städtebaulichen Gründe grundsätzlicher Natur wie z. B. die Ortsbildprägung oder Anpassung an die Umgebung entgegenstehen. Wenn eine solche Festsetzung weniger konkret sein soll oder der Planungsträger ganz darauf verzichten will, sollten die klimatischen Vorzüge einer helleren Fassadenfarbe den Investoren bzw. Bauherren zumindest verdeutlicht werden.

Variante B (Innenentwicklung):
Wird im Rahmen von städtischen Zielvorgaben eine Optimierung der Lebensqualität in Recklinghausen im Zusammenhang mit dem Klimawandel angestrebt, so können auf der Grundlage der „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“ Flächen im Recklinghäuser Stadtgebiet ausgewählt werden, die eine aktuelle oder zukünftige klimatische Belastung aufweisen. Abhängig von den dargestellten Konfliktpotentialen werden entsprechende Klimaanpassungsmaßnahmen vorgeschlagen.

Beispielsweise können für eine vorgesehene Regenwasserabkopplung Gebiete gefunden werden, in denen eine solche Maßnahme den größtmöglichen Effekt erzielt. Andere Gebiete bieten sich speziell für Fassaden- und Dachbegrünungsmaßnahmen an.

Unabhängig von städtebaulichen Wettbewerben oder Investorengesprächen soll geprüft werden, inwieweit in der Bauleitplanung Klimaanpassungsmaßnahmen thematisiert und realisiert werden können. Der Ablauf eines Bauleitplanverfahrens und von Städtebauprojekten für den öffentlichen Raum (Gestaltung von Frei- und Verkehrsflächen) wird hinsichtlich der Integrationsmöglichkeiten für Klimaanpassung im Folgenden kurz beschrieben.

4.2.1 Von der Planung bis zur Genehmigung

Im Raumordnungsgesetz (ROG), das als Bundesrahmenrecht die Landesplanungsgesetze harmonisiert, ist mit der Verankerung der Leitvorstellung einer „nachhaltigen Raumentwicklung, die die sozialen und wirtschaftlichen Ansprüche an den Raum mit seinen ökologischen Funktionen in Einklang bringt und zu einer dauerhaften, großräumig ausgewogenen Ordnung führt“ (§ 1 Abs. 2 ROG) der Bezug zum Schutzgut Klima bereits hergestellt. Konkretisiert wird die Leitvorstellung zum Schutzgut Klima innerhalb der Grundsätze der Raumordnung, in denen es heißt: „Den räumlichen Erfordernissen des Klimaschutzes ist Rechnung zu tragen, sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen.“ (§2 Abs. 2 Nr. 6 ROG) Anders als für den Bereich Klimaschutz (z.B. Ausbau der erneuerbaren Energien, Erhalt und Entwicklung natürlicher Senken für klimaschädliche Stoffe) werden an dieser Stelle jedoch keine konkreten Maßnahmen für den Bereich der Klimaanpassung gegeben. Als formelle Instrumente nennt das ROG Vorbehalts- und Vorranggebiete, die als Flächen für den Hochwasserschutz oder als Gebiete zur Verbesserung des Stadtklimas interpretiert werden können. (§8 Abs. 7 ROG)

Nachfolgende Abbildung 4.43 gibt eine Übersicht der planerischen Steuerungsinstrumente nach Planungsebenen. Auf jeder dieser Ebenen kann den Auswirkungen des Klimawandels planerisch entgegengewirkt und es können Belange des Klimas sinnvoll in Raum- und Stadtplanung eingebracht werden. Gemäß § 4 Abs. 1 ROG müssen die „raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen“ der unteren Planungsebenen die Ziele der Raumordnung beachten; das in § 1 Abs. 3 ROG definierte „Gegenstromprinzip“ ermöglicht aber auch eine umgekehrte Kommunikation der Planungsebenen.

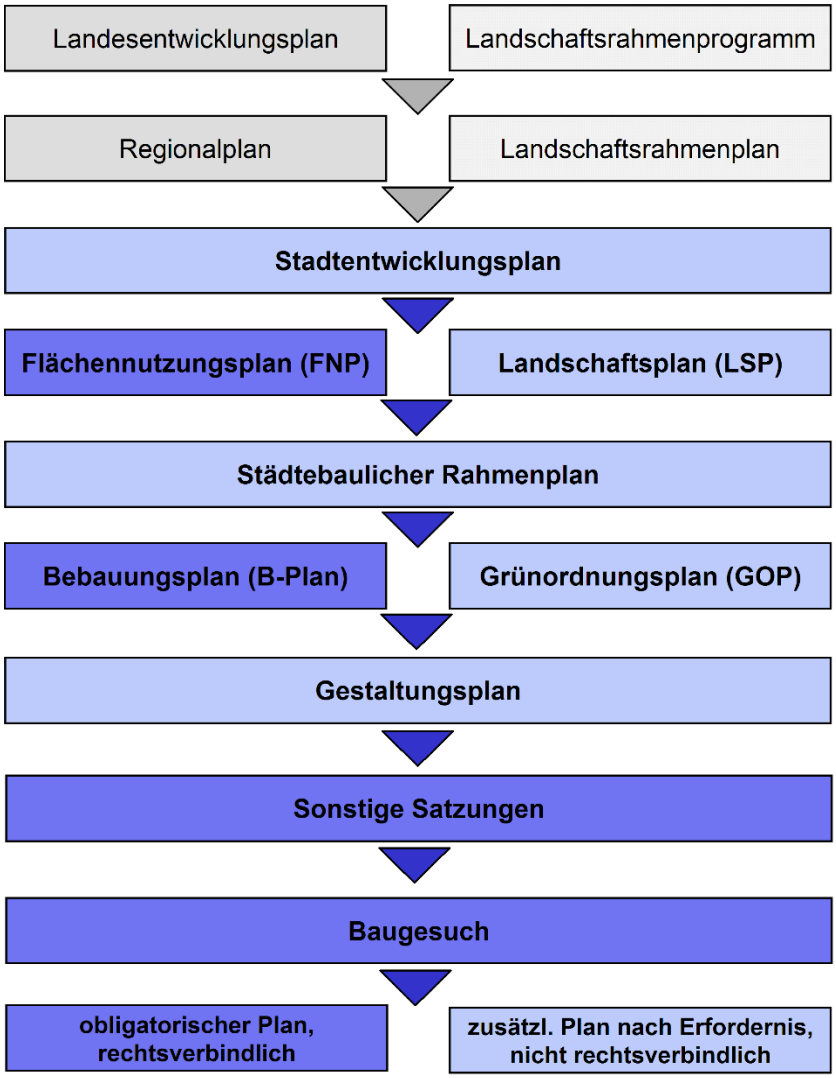

Abb. 4.43 Übersicht der planerischen Steuerungsinstrumente nach Planungsebenen, (MUNLV 2010, in Anlehnung an Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Stadtplanung und Stadterneuerung, in: VDI RL 3785, Blatt 1 2008)

Klimaanpassung im BauGB

Das Thema Klimaanpassung ist in den letzten Jahren verstärkt in das Blickfeld deutscher Städte gerückt. Grund dafür dürften vor allem die immer häufiger vorkommenden Extremwetterereignisse und die daraus resultierenden, teils gravierenden Folgen für die urbanen Räume sein. Dieser Umstand führte den Verantwortlichen aus Politik und Verwaltung vor Augen, dass Anpassungskonzepte an das sich ändernde Klima unabdingbar sind. Im Laufe meiner Recherchen stellte sich heraus, dass mittlerweile fast alle deutschen Städte, von der Kleinstadt bis zur Millionenmetropole, ihre Vulnerabilitäten in Bezug auf die Folgen des Klimawandels herausgearbeitet und entsprechende Anpassungskonzepte, meist mit konkreten Maßnahmenkatalogen, erarbeitet haben. Die große Herausforderung in diesem Zusammenhang für die kommenden Jahre wird es jedoch sein, diese Klimaanpassungskonzepte nicht nur parallel zum kommunalen Planungsalltag parat liegen zu haben, sondern sie in die kommunalen Planungsabläufe zu integrieren. Auf diesem Wege blieben es nicht bloß gut gemeinte Handlungsempfehlungen und hilfestellende Ratgeber, sondern feste, und vor allem für die beteiligten Akteure verbindliche Bestandteile der Kommunalplanung, wenn möglich und nötig in Gesetzesform.

Trotz der Klimaschutznovelle, die im Jahr 2011 in Kraft getreten ist, finden sich im BauGB bezogen auf das Thema Klimaanpassung nur einige wenige direkte Verweise. In der BauGB-Fassung vom 22.07.2011 wird jedoch neben dem Klimaschutz erstmals auch ausdrücklich die Klimaanpassung als bei der Aufstellung der Bauleitpläne zu berücksichtigender Belang mit aufgeführt. Darin heißt es unter anderem, dass Bauleitpläne dazu beitragen sollen "den Klimaschutz und die Klimaanpassung, insbesondere auch in der Stadtentwicklung, zu fördern" (§1 Abs. 5 S. 2, BauGB). An anderer Stelle wird angeführt:
"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." (§1a Abs. 5 S. 1, BauGB). Zu beachten ist in diesem Zusammenhang jedoch stets, dass es bei der Neuaufnahme beziehungsweise bei der Neuformulierung der Gesetzesstellen, die Bezug auf die Klimaanpassung und den Klimaschutz nehmen, nicht darum geht diesen Themen eine Sonderstellung einzuräumen. Sie fließen als zusätzliche Belange neben den anderen genannten lediglich mit in die Abwägung ein. Es ist weiterhin die Aufgabe der Gemeinde, die in der konkreten Planung betroffenen Interessen zu ermitteln und im Verhältnis zueinander zu bewerten und zu gewichten. Es ist also auch durchaus weiterhin möglich, dass die Kommune die Belange des Klimaschutzes und der Klimaanpassung mit einer entsprechenden Begründung zurückstellt.

Das Klima allgemein wird unter anderem als Belang in der Umweltprüfung aufgeführt. Darüber hinaus finden sich noch viele Formulierungen im BauGB, die auslegungs- und interpretationsbedürftig sind. Beispielsweise wird als wichtigstes Ziel der Bauleitpläne die Berücksichtigung der Anforderungen an "gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse" genannt (§1 Abs. 6 Nr. 1 BauGB), worunter sich neben vielen anderen Aspekten auch die Anpassung an das Klima als Voraussetzung für die genannten gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnisse fassen ließe. Paragraph 1, Absatz 7 BauGB nimmt Bezug auf die Berücksichtigung der verschiedenen Belange des Umweltschutzes. Unter a) wird das Klima erwähnt, in c) und d) ist von "umweltbezogenen Auswirkungen" auf den Menschen und seine Gesundheit beziehungsweise auf Kultur- und sonstige Sachgüter die Rede. Diese Formulierungen lassen Interpretationen darüber zu, ob in diesem Zusammenhang auch die Folgen des Klimawandels und somit die daraus resultierende Notwendigkeit für Klimaanpassung gemeint sind.

Wettbewerbe, Förderinstrumente, Beratung und Investorenverträge

Eine wichtige Rolle für die Berücksichtigung von Anpassungsmaßnahmen bei Bauprojekten spielen Wettbewerbe. Für größere Einzelbauvorhaben, aber auch für städtebauliche Projekte ab einer bestimmten Größe werden stets Wettbewerbe mit Architekten, Planern und ggf. Investoren durchgeführt. Im Rahmen der Wettbewerbsausschreibung kann der Auslober (entweder die Stadt oder ein privater Grundstückseigentümer) auf verschiedene fachliche Aspekte eingehen und entsprechende Vorgaben für die Wettbewerbsteilnehmer machen. Somit besteht hier die Möglichkeit, fachliche Anforderungen zu stellen, um das Projekt klimawandelverträglich zu gestalten. Von dieser Möglichkeit sollte künftig Gebrauch gemacht werden. Die konkreten Vorgaben für das jeweilige Projekt sollten individuell auf das Projekt zugeschnitten sein und sich an den Kriterien des Handlungs- und Controllingkonzeptes orientieren.

Es ist ferner zu beachten, dass bei der Auswahl der Wettbewerbssieger in der Regel städtische Fach- und Sachpreisrichter mitwirken und somit eine direkte Einflussnahme der Stadt auch bei privaten Grundstücksentwicklungen besteht.

Neben den vorstehend beschriebenen „harten“ rechtlichen Instrumenten bieten sich die „weichen“ Instrumente in Form von Förderungen und Beratung von Bauherren und Eigentümern an. Bezüglich der Förderung von privaten Maßnahmen muss jedoch eingeschränkt werden, dass in NRW derzeit keine Förderprogramme zur Verfügung stehen, die dezidiert die Realisierung von (investiven) Klimaanpassungsmaßnahmen vorsehen. Stattdessen ist es anzustreben, eine geschickte Verknüpfung von Stadterneuerungsmaßnahmen (Stadtumbau West, soziale Stadt, energetische Quartierserneuerung etc.) mit Anpassungsaspekten zu erreichen. Im Rahmen der jeweiligen Förderziele sind Aufwertungsmaßnahmen des öffentlichen Raums möglich, die zugleich auch Anpassungsfunktionen übernehmen. Auf diese Weise wird auch dem integrativen Ansatz des Klimaanpassungskonzeptes Genüge getan, indem sozialräumliche, baulich-räumliche und klimatologische Aspekte gleichermaßen berücksichtigt werden.

Eine weitere kommunale Einflussmöglichkeit liegt in der Beratung von (und bei größeren städtebaulichen Projekten auch Verhandlung mit) Bauherren und Investoren. Oftmals ist das Wissen über die Handlungsfelder im Bereich der Klimaanpassung - im Gegensatz zu Energie und Klimaschutz - kaum vorhanden. Durch eine fachlich fundierte, aber nicht bevormundende Beratung können oftmals größere Effekte erzielt werden als durch zwingende Vorgaben. In jedem Falle sind auf diesem Wege mit geringerem personellem Verwaltungsaufwand konkrete Erfolge zu erreichen. Dies zeigt die bisherige Erfahrung aus anderen fachlichen Bereichen der Beratung (z. B. architektonische Gestaltung, Energieeffizienz, erneuerbare Energien). Es ist anzustreben, eine Beratung für Anpassungsaspekte einzuführen.

Bei größeren Bauvorhaben und bei städtebaulichen Projekten wird in der Regel ohnehin ein städtebaulicher Vertrag mit dem Investor abgeschlossen. In diesen können auch solche Vorgaben zur Klimaanpassung aufgenommen werden, die sich z. B. im Bebauungsplan aus rechtlichen Gründen nicht festsetzen lassen (siehe unter 4.2.1). Generell ist der städtebauliche Vertrag deutlich flexibler und rechtssicherer zu nutzen für spezielle Regelungen zur Klimaanpassung, als der Bebauungsplan, der eine formelle, allgemeingültige Satzung darstellt, die von allen Seiten vor Gericht angefochten werden kann.

Bausteine des verwaltungsinternen Vorlaufs

Sobald durch die Entscheidung des Rates klar ist, welche Fläche entwickelt und beplant werden soll - unabhängig davon ob es sich um eine stadteigene Fläche oder eine Fläche handelt, die von einem Investor an die Stadt herangetragen wurde - laufen im verwaltungsinternen Vorlauf weitere Arbeitsschritte ab, die zur Vorbereitung der Erstellung des Bebauungsplanes dienen. Die verwaltungsinternen Vorläufe finden fallabhängig immer in einer anderen Reihenfolge statt und lassen sich nicht allgemeingültig in ein festes Schema fassen.

Die Möglichkeiten für integrierbare Klimaanpassungsmaßnahmen reichen von großflächigen, allgemeinen bis hin zu sehr kleinteiligen und konkreten Maßnahmen. Der Ablauf beginnt mit dem Abgleich übergeordneter klimatischer Restriktionen im Regionalen Flächennutzungsplan (von Bebauung freizu-

haltendes Gebiet, Frischluftschneisen etc.) sowie den Aussagen der strategischen Umweltplanung und setzt sich mit den Informationen aus der „Handlungskarte Klimaanpassung“ bezüglich des konkreten Planungsgebietes hinsichtlich der Art der klimatischen Belastung der angestrebten Fläche fort. Hier besteht die Möglichkeit für die beteiligten Fachbereiche, neben sonstigen Anmerkungen ganz konkrete Eingaben im Hinblick auf notwendige Klimaanpassungsmaßnahmen zu machen.
Der verwaltungsinterne Vorlauf kann verschiedene wichtige Bausteine enthalten, die im Folgenden näher vorgestellt werden sollen.

Die strategische Umweltplanung
Die im Rahmen einer strategischen Umweltplanung verfolgten Umweltziele liefern einen wichtigen Beitrag zur Klimaanpassung. Besonders die Umweltqualitätsziele, die sich auf die Begrenzung der Neuversiegelung, die Mindestanteile unversiegelter Flächen, die Erhaltung der unbebauten Flächen und die Regenwasserabkopplung beziehen, sind hinsichtlich der Klimaanpassung sinnvoll. Durch die konkret vorgegebenen Werte gibt es klar formulierte Ziele, die bis zu einem bestimmten Zeitpunkt erreicht sein sollen. Mit dem Instrument der strategischen Umweltplanung bieten sich im Zusammenhang mit der Erstellung des städtebaulichen Konzeptes große Möglichkeiten für die Integration von Maßnahmen, die der Anpassung an das Klima dienen. Voraussetzung dafür ist, dass Inhalte der strategischen Umweltplanung in der Abwägung der privaten und öffentlichen Belange im Bebauungsplanverfahren Berücksichtigung finden.

Ein Arbeitskreis „B-Pläne“
Ein zentraler Baustein kann ein Arbeitskreis aus verschiedenen Fachbereichen für die Aufstellung von B-Plänen sein. Er sollte tendenziell sehr früh im verwaltungsinternen Vorlauf stattfinden. In dem Arbeitskreis geht es um die Vorstellung aller neu aufkommenden Planungen mit Beteiligung der Ämter, die bei jedem Bebauungsplan in städtebaulichen Fragen im Kern betroffen sind.
Da zu diesem Zeitpunkt bereits klar ist, für welche Fläche ein Bebauungsplan aufgestellt werden soll, muss spätestens hier unter Beteiligung der wichtigsten Verwaltungsakteure im Planungsprozess vom federführenden Fachbereich darauf hingewiesen werden, wenn die Fläche in einem klimatischen Belastungsgebiet liegt. Bei den ersten getroffenen Abstimmungen und Absprachen im Arbeitskreis B-Pläne muss die Art der klimatischen Belastung Berücksichtigung finden. Im Arbeitskreis B-Pläne kann zu einem frühen Zeitpunkt im Planungsverfahren sowie in sachlich kompetenter Runde mit Hilfe des Klimaanpassungskonzeptes über in Frage kommende, zu integrierende Klimaanpassungsmaßnahmen beraten werden. In der „Handlungskarte Klimaanpassung“ zusammen mit dem Maßnahmenkatalog sind die konkret für die einzelnen Belastungsgebiete in Frage kommenden Klimaanpassungsmaßnahmen für die vorliegende Art der Belastung (Hitze oder Extremniederschläge) aufgelistet.

Das städtebauliche Konzept
Das städtebauliche Konzept zeigt die Entwurfsidee, die im Anschluss von den Fachplanungen umgesetzt werden muss. Eingezeichnet werden im Konzept Standort, Ausmaß und Ausrichtung der geplanten Gebäude, der geplante Straßen- und Wegeverlauf sowie Grün- und Freiflächen. Hier lassen sich auf einfache Art und Weise bereits Klimaanpassungsmaßmaßnahmen integrieren, beispielsweise über die Gebäudestellung. Es ist im Normalfall noch nicht so detailliert, dass es beispielsweise bereits feste Standorte für Bäume gibt.
Im Laufe der Erstellung des städtebaulichen Konzeptes wäre es sinnvoll, mikroklimatische Modellierungen mit Hilfe des am Geographischen Institut der Ruhr-Universität Bochum entwickelten Pro-

gramms ENVI-met einzusetzen, um beabsichtigte Klimaanpassungsmaßnahmen für alle Beteiligten visualisierbar und greifbar zu machen. Es könnte so anschaulich aufgezeigt werden, von welchem Besserungseffekt durch die einzelne Maßnahme beziehungsweise das Zusammenwirken von mehreren Maßnahmen auszugehen wäre. Auf diese Weise könnte die Integration der Klimaanpassung argumentativ unterstützt werden und eventuell das Bewusstsein einzelner, fachlich nicht mit dem Thema vertrauter oder ihm kritisch gegenüberstehender Akteure für die Sinnhaftigkeit und Notwendigkeit von Klimaanpassungsmaßnahmen erhöht werden.

Die Planungsworkshops

Ein weiterer Baustein, der im verwaltungsinternen Vorlauf gewählt werden kann, sind die Planungsworkshops oder Planungswerkstätten. Sie finden vor allem bei Planungen für kleinere und mittelgroße Flächen statt, die in den letzten Jahren hauptsächlich aufkamen, und haben die Erstellung eines städtebaulichen Konzeptes zum Ziel.

Während der Workshops wird über vorhandene Barrieren und in Frage kommende Lösungen diskutiert. Da die Planungsworkshops die Erstellung eines städtebaulichen Konzeptes zum Ziel haben, bieten sich hier die gleichen umfangreichen Möglichkeiten für die Integration von Klimaanpassung an.

Die informellen verwaltungsinternen Abstimmungen

Diese bilateralen verwaltungsinternen Absprachen sind als ein wichtiges informelles Instrument zu sehen. Dadurch, dass der offizielle, meist schriftliche, Dienstweg vermieden wird, lassen sich viel Verwaltungsaufwand und vor allem Zeit sparen. Bezogen auf Klimaanpassungsmaßnahmen besteht in diesem Zusammenhang möglicherweise die Gelegenheit, durch informelle Gespräche weitergehende Ausführungen zu liefern und Verständnis für die jeweilige Sichtweise des Fachamtes zu generieren, wodurch es möglicherweise eher zu Kompromissen kommt als über den formellen Dienstweg.

Elemente des formellen Aufstellungsverfahrens für B-Pläne

Zwar ist die Bauleitplanung bundesrechtlich im Baugesetzbuch geregelt, die Stadtplanung gehört jedoch zu den Selbstverwaltungsaufgaben einer Stadt oder Gemeinde, sodass sie ihre Entwicklung im Rahmen der Gesetze selbst bestimmt. (Art. 28 GG) Faktisch sind die Möglichkeiten für die Integration von Klimaanpassung im formellen Verfahren begrenzt. Das viel größere Potenzial diesbezüglich bietet der informelle verwaltungsinterne Vorlauf. Bei ohnehin geplanten städtebaulichen Entwicklungen ist es eine sinnvolle Möglichkeit, das Thema Klimaanpassung mit Hilfe der vorhandenen Instrumente zu integrieren. Flächennutzungs- und Bebauungspläne bieten im Rahmen von Änderungen beziehungsweise der Ausweisung neuer Baugebiete die Möglichkeit, Klimaanpassungsmaßnahmen als bestimmte Darstellungen (FNP) oder Festsetzungen (B-Pläne) zu enthalten.

Nach erfolgter Umweltprüfung und der darauf folgenden Anfertigung eines abgestimmten Planentwurfes mit Begründung und Umweltbericht erfolgt der Auslegungsbeschluss durch den Rat. Diese Stelle ist vorentscheidend in Bezug auf die im Bebauungsplan festsetzbaren Klimaanpassungsmaßnahmen, denn der Planentwurf stellt zum größten Teil bereits den zum Abschluss des Aufstellungsverfahrens als Satzung beschlossenen Bebauungsplan dar, sofern sich im Zuge der folgenden zweiten Öffentlichkeits- und Behördenbeteiligung keine gravierenden Änderungen mehr ergeben, die eine nochmalige Auslegung des überarbeiteten Planentwurfs zur Folge hätten. Im Anschluss wird die Ab-

wägung durch den Fachbereich darüber durchgeführt, welche der Eingaben bei der Erstellung des Bebauungsplanes Berücksichtigung finden sollen.

Aufstellungsbeschluss B-Plan

Bauleitpläne müssen in einem förmlichen Verfahren aufgestellt, geändert, ergänzt oder aufgehoben werden. Dabei sind die geltenden Verfahrensvorschriften des Baugesetzbuches zu beachten. Die Verwaltung, Politik, Investoren oder die Bürgerschaft kann die Aufstellung eines Bauleitplans anregen. Laut §1 (3) BauGB besteht jedoch kein Anspruch darauf. Ebenso wenig kann die Aufstellung eines Bauleitplans vertraglich begründet werden. Zunächst wird durch den Aufstellungsbeschluss die Notwendigkeit eines Bauleitplans festgestellt. Dies geschieht durch den Rat, bzw. den zuständigen Fachausschuss – im Falle von Recklinghausen je nach Thema durch den Ausschuss für Gebäudewirtschaft, Gründflächen und Umwelt, den Ausschuss für Stadtentwicklung oder den Ausschuss für Verkehr, Feuerwehr und Tiefbau Der Fachbereich erarbeitet Lösungsvorschläge bzw. Vorentwürfe welche vom Fachausschuss geprüft werden. Bereits der formell vom Rat benötigte Aufstellungsbeschluss für einen B-Plan, der am Anfang des formellen Verfahrens steht, kann zu ganz unterschiedlichen Zeitpunkten gefasst werden und wird nicht etwa erst erlassen, wenn der verwaltungsinterne Vorlauf abgeschlossen ist.

Eine Stelle im Aufstellungsverfahren, an der Chancen und Möglichkeiten für die Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen bestehen, ist zweifelsohne die Umweltprüfung mit der anschließenden Erstellung des Umweltberichtes, der unter anderem auf klimatisch negative Auswirkungen der geplanten Bebauung hinweisen kann.

Frühzeitige Öffentlichkeitsbeteiligung als Schritt des formellen Aufstellungsverfahrens

Die Verwaltung wird damit beauftragt eine vorgezogene oder frühzeitige Beteiligung der Öffentlichkeit nach §3 (1) BauGB und der Behörden gemäß §4 (1) BauGB durchzuführen. Um Ziele und Zwecke der Planung sowie mögliche Alternativen bekannt zu machen wird an dieser Stelle häufig zu einer Bürgerversammlung eingeladen, bei der Bedenken, Verbesserungsvorschläge und Anregungen diskutiert werden können. In der Praxis findet die Öffentlichkeitsbeteiligung häufig auch auf Basis eines städtebaulichen Konzeptes statt. Dies hat den Vorteil, dass für die Öffentlichkeit bereits ein anschauliches Konzept zur Verfügung steht, in dem die Planungen für jedermann verständlich visualisiert sind.

Ziel von Öffentlichkeitsarbeit muss es sein, die Bürgerinnen und Bürger ebenso wie weitere Prozessbeteiligte über die Problemlagen sowie über mögliche Lösungswege und Strategien zu informieren und zu sensibilisieren. Dies muss zielgruppenspezifisch erfolgen, um einen möglichst hohen Wirkungsgrad entfalten zu können. Aufbauend auf der gezielten Informationsvermittlung sollen die einzelnen Akteursgruppen aktiv in die entsprechenden Planungs- und späteren Umsetzungsprozesse einbezogen werden, dazu eigene Ideen entwickeln und auch umsetzen können (Akteursbeteiligung).

Die Vernetzung der Akteure untereinander ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für ihre Partizipation. Durch die Transparenz zwischen allen Mitwirkenden können Innovationen angeregt und gegenseitiges Verständnis bei Umsetzungsproblemen geweckt werden. Neben der klassischen zielgruppenorientierten Ansprache der Akteure ist es wichtig, dass die Stadtverwaltung als Kernakteur und Vermittler auch innerhalb ihrer eigenen Strukturen vernetzt ist. Die verschiedenen Fachbereiche müssen in stärkerem Maße miteinander im Austausch stehen und kommunizieren.

Neben der Nutzung von Informationsmaterialien und -medien in der Öffentlichkeitsarbeit spielen zielgruppenspezifische und öffentlichkeitswirksame Aktionen (siehe Kap. 5) eine große Rolle. Öffentlichkeitsarbeit steht nicht für sich alleine, sondern sollte immer auch vor dem Hintergrund der Motiva-

tion zur Partizipation gestaltet werden. So kann sie genutzt werden, um ausgewählte Partizipationsbestrebungen anzukündigen, zu dokumentieren und zum Mitmachen anzuregen.

Öffentlichkeits- und Behördenbeteiligung
Auf Grundlage der Beteiligungsergebnisse von Öffentlichkeit und Behörden erstellt die Verwaltung den ersten förmlichen Planentwurf, welcher gemäß den Vorgaben aus § 3 (2) BauGB öffentlich ausgelegt wird. Vorgebrachte Stellungnahmen werden gesammelt und dem Rat der Stadt Recklinghausen zur Abwägung öffentlicher und privater Belange vorgelegt (§1 (7) BauGB) sodass über Berücksichtigung oder Zurückweisung entschieden wird (§3 (2) BauGB).
Hier können erneut Eingaben und Stellungnahmen gemacht werden, die sich auf den abgestimmten Planentwurf beziehen. Es bietet sich dementsprechend auch die Möglichkeit, Bezug auf die Klimaanpassung zu nehmen. Zu den Trägern öffentlicher Belange zählen beispielsweise auch Umweltverbände, die aus ihrer fachlichen Perspektive Eingaben und Anregungen hinsichtlich der nötigen Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen machen können. Zudem kann beispielsweise das Umwelt- und Grünflächenamt mit dem ebenfalls nötigen fachlichen Hintergrundwissen Forderungen in Bezug auf Klimaanpassungsmaßnahmen stellen.

Baugenehmigungsverfahren
Nach eventuellen Änderungen des Entwurfs wird der Bauleitplan mit dem Feststellungsbeschluss bzw. Satzungsbeschuss abgeschlossen. Der Plan tritt in Kraft, sobald die Genehmigung bzw. der Beschluss der Satzung bekanntgemacht wird. (§10 (3) BauGB bzw. §6 (5) BauGB)
Das Baugenehmigungsverfahren schließt sich an das Ende des formellen Aufstellungsverfahrens für B-Pläne an. Hier geht es um konkrete Bauanträge für das einzelne Gebäude, das sich nach dem als Satzung beschlossenen Bebauungsplan zu richten hat. Sofern der Bebauungsplan es erlaubt beziehungsweise es nicht schon vorschreibt, bieten sich hier große Möglichkeiten für Klimaanpassung an den Gebäuden selbst. Als Anpassungslösungen für das Problemfeld der Hitzebelastung können beispielsweise Maßnahmen wie Hauswandverschattungen durch angebaute Verschattungselemente oder durch Vegetation realisiert werden. Auch die sinnvolle Wahl der Baumaterialien sowie der Fassadenfarbe ist sowohl für das einzelne Gebäude als auch hinsichtlich des Wärmeinseleffektes möglich. Die Festsetzung einer optimalen Bauweise und Gebäudeausrichtung trägt ebenso dazu bei, die Hitzebelastung zu verringern.
Im Problemfeld Extremniederschläge gibt es in der Bauvorsorge für ein einzelnes Gebäude technische Möglichkeiten, das Schadenspotenzial kurzfristig oder nachhaltig zu verringern. Um das Gebäude vor einem Wassereintritt aufgrund von Überflutungen zu schützen, bedarf es beispielsweise dichter Kellerfenster oder höher gelegener Eingänge. Schutz vor rückstauendem Wasser aus der Kanalisation bieten Rückstauklappen. Weiterhin ist eine Regenwasserbewirtschaftung des Grundstücks möglich.

Die Integration der genannten Klimaanpassungsmaßnahmen in das einzelne Gebäude ist allerdings freiwillig, wenn die Maßnahmen nicht ausdrücklich im Bebauungsplan festgesetzt sind. Letztendlich muss der Bauwillige in Absprache mit dem Architekten selbst entscheiden, ob und welche Klimaanpassungsmaßnahmen am und im Gebäude durchgeführt werden sollen. Hinsichtlich der entstehenden Kosten sind beispielsweise Fördermaßnahmen als Anreiz sinnvoll. Bei freiwilligen Klimaanpassungsmaßnahmen ist die Aufklärung der Bevölkerung seitens der Stadt unerlässlich, um ihnen Kosten und Nutzen der Maßnahmen näherzubringen.

Planung öffentlicher Flächen

Dieses Kapitel soll die Planung des öffentlichen Raumes näher beleuchten. Dazu zählen Grünflächen, Straßen, Plätze und Wege. Die konkrete Planung dieser Flächen unterliegt den zuständigen Fachplanungen, ist also Aufgabe der Stadt und bedarf daher keiner detaillierten Festsetzungen wie die im Bebauungsplan geregelte Bebauung privater Flächen. Sie erfolgt auf dem kurzen Wege mittels verwaltungsinterner Abstimmungen. Für die Grünflächen ist die Abteilung Umwelt und Stadtgrün, für die Verkehrsflächen mit konkreter Ausbauplanung der Straßen mit der Festlegung der Maße, Neigungen, Pflasterung (Straßen, Wege, Plätze) das Tiefbauamt zuständig.

Bei der planungsrechtlichen Sicherung geht es darum, ob das geplante Vorhaben von "unwesentlicher Bedeutung“ ist oder den Straßenraum wesentlich verändern wird. Im ersten Fall finden die Maßnahmen im vorhandenen (Straßen-)Raum statt. In diesem Fall erfolgt keine umwelttechnische Untersuchung mehr, da diese zum Zeitpunkt des Straßenbaus bereits durchgeführt wurde. Sollte es sich herausstellen, dass mehrere Varianten nötig sind, wird der Vorentwurf mit den anderen Ämtern, den Trägern öffentlicher Belange (Leitungsträger, Stadtwerke etc.) sowie allen im Straßenraum von der Maßnahme Betroffenen feinabgestimmt. Die Abstimmungen finden im Bereich der Maßnahmen mit "unwesentlicher Bedeutung" immer nur informell und in einem formlosen Verfahren statt. Bei der Planung von Maßnahmen mit "unwesentlicher Bedeutung'" erfolgt keine Bürgerbeteiligung. Insgesamt sind bezüglich der Einbringung von Klimaanpassungsmaßnahmen wenig Möglichkeiten vorhanden. Einfache Klimaanpassungsmaßnahmen wie die Verwendung einer hellen Asphaltfarbe zur Erhöhung der Albedo lassen sich aber auch bei solchen Maßnahmen durchführen. Die Möglichkeit der Regenwasserabkopplung sollte grundsätzlich geprüft werden.

Bei der zweiten Möglichkeit geht das Verfahren in die Bauleitplanung oder bei größeren Projekten auf Kreis-, Landes- und Bundesstraßen optional in ein Planfeststellungsverfahren. Hierbei werden die Umweltbelange berücksichtigt, da eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) durchgeführt werden muss. Hier erfolgen Variantenuntersuchungen, Gegenüberstellungen und Abwägungen, um die Auswirkungen auf die Umwelt zu klären. In der Bauleitplanung erfolgen in der Entwurfsplanung Abstimmungen mit den Trägern öffentlicher Belange (unter anderem Umweltbehörden und Versorgungsträger). Zudem erfolgen Abstimmungen bezüglich der Entwässerung, die Abteilung Umwelt und Stadtgrün wird an der Straßenplanung bezüglich der Durchgrünung (z. B. Straßenbäume) beteiligt. Die Möglichkeiten für die Integration von Klimaanpassung sind im Zuge der formellen Verfahren begrenzt. Sie können im Rahmen der Verfahrensschritte der Umweltprüfung sowie den Öffentlichkeits- und Behördenbeteiligungen Berücksichtigung finden.

Die weitaus größeren Möglichkeiten für die Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen wie z. B. straßenbegleitende Baumpflanzungen, begrünte Mittelstreifen, die Verwendung von Rasengittersteinen oder Begrünung der Bereiche zwischen den Schienen bestehen im Rahmen eines Bauleitplan- beziehungsweise Planfeststellungsverfahrens.

4.2.2 Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten von Klimaanpassungsmaßnahmen in FN-Plänen und in B-Plänen

Das Thema Klimaanpassung ist im Städtebaurecht bis dato nicht sehr präsent und findet nur an wenigen Stellen Erwähnung. Im folgenden Kapitel soll daher auf die Möglichkeiten eingegangen werden, die die Bauleitplanung durch das BauGB in ihrer aktuellen Form (2017) bietet, um Festsetzungen hinsichtlich der Klimaanpassung zu treffen, wie sie den Folgen für die Städte durch teilweise relativ simple Maßnahmen entgegenwirken kann. Bei ohnehin geplanten städtebaulichen Entwicklungen ist dies eine sinnvolle Möglichkeit, das Thema Klimaanpassung mit Hilfe der vorhandenen Instrumente zu integrieren. Flächennutzungs- und Bebauungspläne bieten im Rahmen von Änderungen beziehungsweise der Ausweisung neuer Baugebiete die Möglichkeit, bestimmte Darstellungen (FNP) oder Festsetzungen (B-Pläne) zu enthalten. Hier gilt es allerdings bestimmte, einschränkende Rahmenbedingungen zu beachten. Klimaanpassungsmaßnahmen können im baulichen Bestand von Siedlungsbereichen und gerade in dicht bebauten Innenstädten nur deutlich eingeschränkt umgesetzt werden. Gründe hierfür sind vor allem Platzmangel und ein teils enormer Aufwand für notwendige Umbau- beziehungsweise Renovierungsmaßnahmen. Hinsichtlich der dadurch entstehenden Kosten sind beispielsweise Fördermaßnahmen als Anreiz nötig. Die Einfluss- und Steuerungsmöglichkeiten der Kommunen können nur im Falle großer Neubaugebiete voll ausgeschöpft werden. Eine weitere Einschränkung ist die bei der Aufstellung von Bauleitplänen zu berücksichtigende gerechte Abwägung privater und öffentlicher Belange gegen- und untereinander. Hierbei können die Umweltbelange natürlich keinen rechtlichen Vorrang haben, weshalb Klimabelange in Einzelfall bezogenen Abwägungsentscheidungen nicht immer vollständig berücksichtigt werden können. Zusätzlich spielen Zielkonflikte zwischen Klimaschutz und Klimaanpassung eine Rolle, wodurch Anpassungsmaßnahmen in einigen Fällen nicht durchgeführt werden können (MUNLV 2010).

Tabelle 4.2 fasst die Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten von Anpassungsmaßnahmen in FN-Plänen und B-Plänen zusammen. Bei all den in diesem Kapitel genannten Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten für Klimaanpassungsmaßnahmen ist zu beachten, dass immer ein dem Einzelfall entsprechend sinnvolles Maßnahmenbündel geschnürt und umgesetzt werden sollte. Die Anwendung einzelner Maßnahmen wäre in den meisten Fällen nicht ausreichend für eine Verbesserung der klimatischen Situation. Bereits an der Aufzählung der verschiedenen Klimaanpassungsmaßnahmen ist ersichtlich, dass es sich um die Zuständigkeiten verschiedenster Verwaltungsbereiche sowie Träger öffentlicher Belange handelt. Die Findung geeigneter Maßnahmenbündel für die Klimaanpassung ist somit ein interdisziplinärer und integrativer Prozess, denn die gute Kooperation der beteiligten Akteure ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für eine gelungene Klimaanpassung. Entscheidend ist allem voran eine frühzeitige Beteiligung betroffener Verwaltungsakteure, besonders von Behörden und sonstigen Trägern öffentlicher Belange. Nur so kann eine zielführende, von Beginn an abgestimmte Kooperation garantiert werden (MUNLV 2010).

Tab. 4.8 Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel in Flächennutzungs- und Bauleitplänen

Erläuterungen / Hinweise		**FNP/ B-Plan**	**Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten nach BauGB**
Festlegen von Bebauungsgrenzen	• Festsetzen der überbaubaren Grundstücksflächen (B-Plan) bzw. Festsetzen/Darstellen der von der Bebauung freizuhaltenden Flächen (B-Plan und FNP)	FNP	• Darstellen von Bauflächen und Baugebieten sowie dem allgemeinen Maß der baulichen Nutzung nach § 5 (2) Nr. 1 BauGB, konkretisiert durch §§ 22 und 23 BauNVO
		B-Plan	• Festsetzen von Art und Maß der baulichen Nutzung nach § 9 (1) Nr. 1 BauGB • Festsetzen der Bauweise, der überbaubaren und der nicht überbaubaren Grundstücksflächen sowie der Stellung der baulichen Anlagen nach § 9 (1) Nr. 2 BauGB, konkretisiert durch §§ 22 und 23 BauNVO
Freiflächen erhalten, neue Freiflächen schaffen	• Einflussnahme durch BauNVO: Im Abschnitt „Maß der baulichen Nutzung“ sind Obergrenzen für den versiegelten Flächenanteil bebauter Grundstücke festgelegt • Nachrichtliche Übernahme der Flächen für den Natur- und Landschaftsschutz (BNatSchG) • Nachrichtliche Übernahme und Vermerk von Flächen für den Hochwasserschutz • Im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffs-/Ausgleichsregelung (B-Plan siehe rechte Spalte Nr. h)): Flächen zum Ausgleich im Sinne des § 1 a Abs. 3 im Geltungsbereich des FNP können den Flächen, auf denen Eingriffe in Natur und Landschaft zu erwarten sind, ganz oder teilweise zugeordnet werden (§ 5 (2 a) BauGB)	FNP	• Darstellen von Grünflächen, (Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel-, Badeplätze, Friedhöfe nach § 5 (2) Nr. 5 BauGB • Darstellen von Wasserflächen und Flächen, die im Interesse des Hochwasserschutzes und der Regelung des Wasserabflusses freizuhalten sind nach § 5 (2) Nr. 7 BauGB • Darstellen von Flächen als landwirtschaftliche Flächen und Waldflächen nach § 5 (2) Nr. 9 BauGB • Darstellen von Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft nach § 5 (2) Nr. 10 BauGB
		B-Plan	• Festsetzen von Mindestmaßen der Baugrundstücke und von Höchstmaßen für Wohnbaugrundstücke nach § 9(1) Nr.3 BauGB, konkretisiert durch BauNVO • Festsetzen, dass Stellplätze und Garagen außerhalb der überbaubaren Grundstücksflächen nur unter der Geländeoberfläche hergestellt (§ 9 (1) Nr. 4 BauGB i. V. m. § 12 (4) BauNVO) oder dass sie auf den nicht überbaubaren Grundstücksflächen nicht hergestellt werden dürfen (§ 23 (5) BauNVO) • Festsetzen der Flächen, die von der Bebauung freizuhalten sind, und ihrer Nutzung nach § 9 (1) Nr. 10 BauGB • Festsetzen von öffentlichen und privaten Grünflächen, wie Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel-, Zelt- und Badeplätzen, Friedhöfe nach § 9 (1) Nr. 15 BauGB • Festsetzen von Wasserflächen nach § 9 (1) Nr. 16 BauGB • Festsetzen von Flächen für die Landwirtschaft und Waldflächen nach § 9 (1) Nr. 18 BauGB • Festsetzen der Flächen oder Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft nach § 9 (1) Nr. 20 BauGB • Festsetzen von Flächen oder Maßnahmen zum Ausgleich im Sinne des § 1a Abs. 3 BauGB auf den Grundstücken auf denen Eingriffe in Natur und Landschaft zu erwarten sind, oder an anderer Stelle sowohl im sonstigen Geltungsbereich des B-Plans als auch in einem anderen B-Plan
Parkanlagen schaffen, erhalten, umgestalten		FNP	• Darstellen von Grünflächen, wie Parkanlagen, nach § 5 (2) Nr. 5 BauGB
		B-Plan	• Festsetzen der öffentlichen und privaten Grünflächen, wie Parkanlagen, nach § 9 (1) Nr. 15 BauGB
Begrünung von Straßenzügen Dachbegrünung Fassadenbegrünung	• Festsetzungen zur Begrünung und Bepflanzung von Stellplätzen und baulicher Anlagen können auch durch Satzung als örtliche Bauvorschrift nach § 86 (1) Nr. 4 BauO NRW erlassen werden	B-Plan	• Festsetzen von Anpflanzungen und Pflanzbindungen für einzelne Flächen oder für ein B-Plangebiet oder Teile davon nach § 9 (1) Nr. 25 BauGB
Erhalt, Schaffung von Frischluftflächen		FNP	• Darstellungsmöglichkeiten siehe „Freiflächen“
		B-Plan	• Festsetzen von öffentlichen und privaten Grünflächen, wie Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel-, Zelt- und Badeplätzen, Friedhöfe nach § 9 (1) Nr. 15 BauGB

Offene Wasserflächen schaffen	• Der Vorrang der Fachplanung bei Vorhaben von überörtlicher Bedeutung nach §38 BauGB sowie die materiellen und formellen Erfordernisse nach WHG und Landeswassergesetzen sowie Wasserstraßengesetz sind zu beachten	FNP	• Darstellen von Wasserflächen nach § 5 (2) Nr. 7 BauGB
		B-Plan	• Festsetzen von Wasserflächen nach § 9 (1) Nr. 16 BauGB • Festsetzen von Bindungen für Bepflanzungen und für die Erhaltung von Bäumen, Sträuchern uns sonstigen Bepflanzungen sowie von Gewässern nach § 9 (1) Nr. 25. b) BauGB
Gebäudeausrichtung optimieren		B-Plan	• Festsetzen der Bauweise, der überbaubaren und der nicht überbaubaren Grundstücksflächen sowie der Stellung der baulichen Anlagen nach § 9 (1) Nr. 2 BauGB • Festsetzen der Gebäudestellung nach § 9 (1) Nr. 23 b BauGB
Hauswandverschattung, Wärmedämmung		B-Plan	• Festsetzen von Anpflanzungen und Pflanzbindungen für einzele Flächen oder für ein Bebauungsplangebiet oder Teile davon sowie für Teile baulicher Anlagen nach § 9 (1) Nr. 25 BauGB
Erhalt, Schaffung von Luftleitbahnen	• Frischluftschneisen als zeichnerische Darstellung in den FNP übernehmen (im Ermessen der Gemeinde, keine rechtliche Begründung erforderlich im vorbereitenden BLP, erleichtert Begründung für Freihaltung im B-Plan) • Im Erläuterungsbericht zum FNP (§ 5 (5) BauGB) bzw. in der Begründung zum B-Plan (§ 9 (8) BauGB) auf die lokalklimatische Bedeutung der betreffenden Flächen für die Frischluftversorgung des Siedlungsraumes besonders eingehen	FNP	Darstellung von Grünflächen, wie Parkanlagen, nach § 5 (2) Nr. 5 BauGB
		B-Plan	• Festsetzen von Mindestmaßen der Baugrundstücke und von Höchstmaßen für Wohnbaugrundstücke nach § 9 (1) Nr. 3 BauGB • Festsetzen der Flächen, die von der Bebauung freizuhalten sind, und ihrer Nutzung nach § 9 (1) Nr. 10 BauGB • Festsetzen von öffentlichen und privaten Grünflächen, wie Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel-, Zelt- und Badeplätzen, Friedhöfe nach § 9 (1) Nr. 15 BauGB • Festsetzen von Flächen für die Landwirtschaft und Waldflächen nach § 9 (1) Nr. 18 BauGB
Hänge von hangparalleler Riegelbebauung freihalten	• Die überbaubaren Grundstücksflächen sollten eng ausgewiesen werden, um die Überbauung ganzer Baugrundstücke zu vermeiden	B-Plan	• Festsetzen von Art und Maß der baulichen Nutzung nach § 9 (1) Nr. 1 BauGB, konkretisiert insbesondere durch §§ 16 (3), 17, 19 BauNVO • Festsetzen der Bauweise, der überbaubaren und der nicht überbaubaren Grundstücksflächen sowie der Stellung der baulichen Anlagen nach § 9 (1) Nr. 2 BauGB, konkretisiert durch BauNVO • Festsetzen von Mindestmaßen der Baugrundstücke und von Höchstmaßen für Wohnbaugrundstücke nach § 9 (1) Nr. 3 BauGB
Bauliche Verschattungselemente im öffentlichen Raum Bepflanzung urbaner Räume mit geeigneten Pflanzenarten Vermehrter Einsatz von bodenbedeckender Vegetation; Abdeckung unbewachsener Bodenflächen Beschattung relevanter Flächen Geeignete Bepflanzung urbaner Flächen zur Verbesserung der Durchlässigkeit der oben Bodenschicht		B-Plan	• Festsetzen von Anpflanzungen und Pflanzbindungen für einzelne Flächen oder für ein Bebauungsplangebiet oder Teile davon sowie für Teile baulicher Anlagen nach § 9 (1) Nr. 25 BauGB
Rückbau versiegelter Flächen	• indirektes Entsiegelungsgebot durch Bodenschutzklausel in § 1 a BauGB • Rückbauverpflichtung in		• Festsetzung einer nichtbaulichen Nutzung

	§ 35 (5) BauGB • Stadtumbaumaßnahmen nach §§ 171 a – d BauGB		
Verbesserung bzw. Ermöglichung der Versickerung		B-Plan	• Festsetzen von Flächen für die Abfall- und Abwasserbeseitigung, einschließlich der Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser, nach § 9 (1) Nr. 14 BauGB
Schaffung von Niederschlagswasserzwischenspeichern und Notwasserwegen		B-Plan	• Festsetzen der Flächen für die Abfall- und Abwasserbeseitigung, einschließlich der Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser, nach § 9 (1) Nr. 14 BauGB • Festsetzen der Flächen für die Wasserwirtschaft, für Hochwasserschutzanlagen und für die Regelung des Wasserabflusses nach § 9 (1) Nr. 16 BauGB
Unterführungen mit beidseitigen Entwässerungs-/Versickerungsgräben	• Maßnahme ist schwierig umzusetzen, da die Unterführungen meist sehr tief liegen und kein Platz für entsprechende Gräben vorhanden ist	B-Plan	• Festsetzen der Flächen für die Abfall- und Abwasserbeseitigung, einschließlich der Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser, nach § 9 (1) Nr. 14 BauGB • Festsetzen der Flächen für die Wasserwirtschaft, für Hochwasserschutzanlagen und für die Regelung des Wasserabflusses nach § 9 (1) Nr. 16 BauGB

4.2.3 Hemmnisse und Lösungsansätze

Als Ergebnis aller externen Akteursgespräche muss festgestellt werden, dass das Thema Anpassung an den Klimawandel relativ neu ist. Oft wird Klimaanpassung nur in Zusammenhang mit den Aspekten „Energieeffizienz“ und „Klimaschutz“ aufgefasst und somit präventiv und nicht reaktiv in Hinblick auf den Klimawandel verstanden. In Bezug auf Anpassungsmaßnahmen zur Klimaverbesserung haben aber alle Akteure eine hohe Sensitivität gezeigt. Bei den Ämtern und Einrichtungen, die mit Planung und Bauen zu tun haben, ist das Thema Klimaanpassung durch die langjährige Beschäftigung mit den Themen Stadtklima, Hochwasser, Entwässerung und Niederschlagswassermanagement allerdings schon präsent.
Dies gilt insbesondere für alle Planungs- und Entwicklungsmaßnahmen. Jedoch schränkt die Notwendigkeit zur Finanzierbarkeit bzw. Wirtschaftlichkeit die Möglichkeiten der Umsetzung ein, da eine Verwert- und Vermarktbarkeit in allen Fällen oberste Priorität genießt. Daher sind flexible und kreative Lösungen, an deren Entwicklung und Umsetzung sich alle Akteure beteiligen sollten, von besonderer Bedeutung.

Hemmnisse

- Informationsdefizit zum Thema „Klimaanpassung“
- Fehlendes Problembewusstsein, gesamtgesellschaftlich ebenso wie z. T. in Planung und Verwaltung
- Ökonomische Zwänge - fehlende zusätzliche Investitionsmittel
- Klimaanpassung ist ein Belang im Rahmen der Abwägung öffentlicher und privater Belange gegen- und untereinander
- Großer Zeithorizont: Maßnahmen "lohnen" sich z. T. erst nach mehreren Jahren/Jahrzehnten
- Fehlende bzw. unpraktikable Festsetzungsmöglichkeiten im BauGB (Ausnahme-Regelungen)
- Platzprobleme im Bestand für die nachträgliche Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen (z.B. für Regenrückhalteflächen)

Mögliche Lösungsansätze

- Kostenneutraler Einbezug von Maßnahmen zur Klimaanpassung bei Gebäudeplanung und –umsetzung (z.B. helle Fassadenfarbe)
- Kommunizieren der Wertsteigerung von klimagerechter Bebauung
- Kommunizieren der Synergieeffekte mit dem Natur- und Gewässerschutz, um eine bessere Akzeptanz zu erreichen
- Kommunizieren von finanziellen Vorteilen, z.B. bei der dezentralen Regenwasserversickerung das Sparen von Gebühren bei privaten Anlagen
- Konkrete Vorgaben durch Plan- und Genehmigungsbehörden
- Offener, flexibler Diskurs zwischen Investoren, Bauträgern, Architekten und Verwaltung / Genehmigungsbehörden
- Schaffung von Anschauungsobjekten und „Leuchtturmprojekten“, beispielhafte Realisierung von Klimaanpassungsmaßnahmen bei städtischen Gebäuden
- Beratung und Information für Bürger/innen, Investoren, Eigentümer
- Einbeziehung von mikroskaligen Modellierungen zur Visualisierung und Optimierung von Anpassungsmaßnahmen
- Kosten/ Nutzen Analysen für verschiedene Zeithorizonte bzw. Szenarien

4.3 Die „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“

In der „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“ sind alle Flächen ausgewiesen, die momentan oder auf das Zukunftsszenario 2051-60 bezogen ein Konfliktpotential im Hinblick auf den Klimawandel aufweisen. Neben der Berücksichtigung anderer Belange sollte diese Karte in alle Planungsprozesse der Stadt Recklinghausen integriert werden. Sie enthält neben der Darstellung des Konfliktpotentials auch schon einen ersten Überblick über notwendige Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel. In Kombination mit dem ausführlichen Katalog der Maßnahmen-Steckbriefe zur Anpassung an den Klimawandel (Kapitel 6.1) bildet sie ein gewichtiges Instrument, um die Stadt Recklinghausen nachhaltig vor den Folgen des Klimawandels zu schützen.

Im Fall eines Neubauprojektes muss, bevor es zu einer Entscheidung zugunsten einer konkreten Fläche kommt, verwaltungsintern mit Hilfe der „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“ abgeglichen werden, ob die angestrebte Fläche ein Konfliktpotential aufweist. Ist dies zutreffend, so muss geklärt werden, um welche Art von Belastungsgebiet es sich handelt: Hitzebelastung und/oder Belastung durch die Folgen von Extremniederschlägen. Ab diesem Zeitpunkt muss eine Belastung, wenn zutreffend, bei jedem weiteren Schritt im Planungsverfahren mit berücksichtigt werden.
Sind Maßnahmen, zum Beispiel zur Stadtsanierung, im Bestand vorgesehen oder ist im Rahmen von städtischen Zielvorgaben eine Optimierung der Lebensqualität in Recklinghausen im Zusammenhang mit dem Klimawandel angestrebt, so können auf der Grundlage der „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“ Flächen im Stadtgebiet ausgewählt werden, die eine aktuelle oder zukünftige klimatische Belastung aufweisen. Abhängig von den dargestellten Konfliktpotentialen werden entsprechende Einschränkungen und Klimaanpassungsmaßnahmen vorgeschlagen.
Auch wenn die ausgewählte Fläche nicht in einem im Klimaanpassungskonzept ausgemachten klimatischen Belastungsgebiet liegen sollte, ist es für den weiteren Planungsprozess mit Blick auf die Zukunft wünschenswert, dass mögliche Änderungen des Klimas und potentiell damit verbundene, notwendige Anpassungsmaßnahmen berücksichtigt werden. Eine weitreichende Kommunikation der „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“ in die Öffentlichkeit hinein erleichtert die Anwendung des Maßnahmenkatalogs im Bereich privater Grundstücksflächen.

Bei der Betrachtung der verschiedenen Klimaanpassungsmaßnahmen wird ersichtlich, dass es sich um die Zuständigkeiten verschiedenster städtischer Verwaltungsbereiche sowie sonstiger Behörden handelt. Die Findung geeigneter Maßnahmenbündel für die Klimaanpassung ist somit ein interdisziplinärer und integrativer Prozess, denn die gute Kooperation der beteiligten Akteure ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für eine gelungene Klimaanpassung. Entscheidend ist allem voran eine frühzeitige Beteiligung betroffener Akteure.

Die Handlungskarte beruht auf den Ergebniskarten aller klimatischen Untersuchungen des Stadtgebietes. Grundlagen für die Abgrenzung von potentiellen Problemgebieten unter dem Aspekt der Hitzebelastung des Menschen liefern die Klimatope des „Stadtklimas“ und des „Innenstadtklimas“ (siehe Kap. 3.1). In diesen Bereichen bilden sich aufgrund der hohen Versiegelung die städtischen Wärmeinseln so stark aus, dass es zu einer Belastung des menschlichen Organismus kommt. Zusätzlich wird die Durchlüftung durch die Bebauungsstrukturen behindert. Diese Flächen wurden als **potentielle Bereiche mit einer sommerlichen Hitzebelastung** in die im Folgenden näher erläuterten „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“ aufgenommen.

4.3.1 Konfliktpotentiale

Um Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel gezielt ein- und möglichst effektiv umzusetzen, sollten die Gebiete und Bereiche identifiziert werden, die eine besondere Sensitivität gegenüber den Folgen des Klimawandels aufweisen. Das sind Gebiete, in denen aufgrund der sozialen, ökonomischen und naturräumlichen Rahmenbedingungen vor Ort besondere Probleme durch die klimatischen Änderungen zu erwarten sind. Neben Belastungsgebieten unter den Aspekten Hitze und Extremniederschläge werden in der „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“ auch die Belastungsgebiete der Gewerbe- und Industrieflächen und die Restriktionsflächen der Frischluftschneisen und Luftleitbahnen sowie der aus klimatischer Sicht schutzwürdigen Grünflächen und Freiräume ausgewiesen. Die in der Karte dargestellten Zonen werden im Folgenden beschrieben.

Zone 1 Gebiete mit einer Hitzebelastung im Ist-Zustand

Aufgrund der durchgehenden Bebauung und hohen Versiegelung von Oberflächen gibt es im Recklinghäuser Stadtgebiet Bereiche, die sich im Sommer besonders stark aufheizen. Dies ergibt sich dadurch, dass der bebaute Raum Wärme weitaus stärker speichert als dies für Flächen im unbebauten Umland gilt. Weitere Gründe für die städtische Wärmeinsel sind eine verringerte Abkühlung aufgrund geringer Wasserverdunstungsraten in hoch versiegelten Gebieten und eine mangelnde Durchlüftung, wodurch ein Abtransport der warmen Luft aus der Stadt bzw. die Zuführung kühlerer Luft aus dem Umland erschwert wird. Große Temperaturunterschiede von bis zu 8 Grad in warmen Sommernächten zwischen Innenstadt und dem unbebauten Umland sind die Folge. Dies führt in der Innenstadt vor allem dann zu einer belastenden Situation, wenn die Temperaturen nachts nicht mehr deutlich genug absinken.

Zone 2 Gebiete, die im Zukunftsszenario 2051-60 durch eine Ausweitung der Hitzebelastung betroffen sein werden

Die weiter zunehmende Klimaerwärmung wird in Zukunft häufiger zu längeren und stärker ausgeprägten Hitzeperioden auch in Recklinghausen führen. Solche Gebiete, die bereits heute als belastend eingestuft sind, werden sich zukünftig noch stärker aufheizen und sich in die Umgebung ausdehnen. Neben der Recklinghäuser Innenstadt und Recklinghausen Süd werden in Zukunft mehr Stadtteile von Recklinghausen im Bereich ihrer verdichteten Siedlungszentren von einer sommerlichen Hitzebelastung betroffen sein.
Die Jahresmitteltemperatur ist für die sommerliche Hitzebelastung nicht ausschlaggebend, aber die in Zukunft längeren Hitzeperioden führen zu einer größeren Temperaturdifferenz zwischen Stadt und Freiland. Dass schwerwiegende Folgen von Hitzewellen vor allem in Städten auftreten, liegt an der Wärmespeicherung in der Bebauung und an der Bedeutung der Nachttemperaturen für die Erholungsphase des Menschen. Die Auswertung verschiedener Hitzewellen in Städten zeigt, dass im Verlauf einer mehrtägigen Hitzewelle die nächtlichen Lufttemperaturen von Tag zu Tag ansteigen und schon nach drei bis vier Tagen um 2 bis 4 Kelvin zugenommen haben. Entsprechend der Versiegelungsrate und der Dichte der Bebauung wurde deshalb der Ist-Wert der relativen Lufttemperaturverteilung während sommerlicher Strahlungsnächte im Freiland nicht, aber in der Bebauung um 1 bis zu 4 Kelvin, je nach Bebauungsdichte, erhöht. Auf dieser Grundlage wird mit gleich bleibenden Gewichtungen und Grenzwerten wie bei der Klimatopkarte des Ist-Zustandes eine Klimatopkarte der Zukunftsprojektion

2051-2060 berechnet. Das Ergebnis sind Flächen, die eine Gefährdung für eine potentielle zukünftige Hitzebelastung aufweisen. Die Flächen der Belastungsgebiete im Zukunftsszenario resultieren nur aus der Neuberechnung der Klimatopflächen. Zukünftige Bauprojekte könnten zu einer zusätzlichen Veränderung führen.

Zone 3 Belastungsgebiete der Gewerbe- und Industrieflächen

Die insgesamt hohe Flächenversiegelung bewirkt in diesen Bereichen eine starke Aufheizung tagsüber und eine deutliche Überwärmung nachts. Der nächtliche Überwärmungseffekt kann hier eine der Innenstadt analoge Ausprägung erreichen. Aufgrund der Gebäudeanordnungen und der hohen Rauhigkeit in den Industriegebieten wird das Windfeld stark verändert. Dies äußert sich durch Düseneffekte im Bereich der Werkhallen, die jedoch keine immissionsverbessernden Effekte haben müssen. Besonders problematisch sind unmittelbar an das Zentrum angrenzende Industriekomplexe, die aufgrund der hohen Versiegelungsrate eine stark eingeschränkte nächtliche Abkühlung aufweisen. Im Zusammenwachsen mit dichter Stadtbebauung kann sich eine große Wärmeinsel ausbilden.
Die dicht bebauten Industriegebiete sind aus klimatischer wie auch lufthygienischer Sicht als ausgeprägte Lasträume zu bezeichnen. Sie werden in der Klimatopkarte als gesonderte Klimatypen behandelt. Gewerbegebiete weisen zum Teil eine stärker durchgrünte Struktur auf und sind dann etwas weniger stark von Hitzebelastung betroffen. In die Handlungskarte Klimaanpassung wurden alle Gewerbe- und Industriegebiete übernommen, da sie ein Gefährdungspotential für die Ausdehnung der Hitzebelastung aufweisen.
Im Stadtgebiet von Recklinghausen kann zwischen konventionellen Industrie- und Gewerbegebieten und stärker durchgrünten Gewerbeflächen unterschieden werden.

Zone 4 Gebiete der stadtklimarelevanten Grün- und Freiflächen

Im gesamten Stadtgebiet von Recklinghausen wurden alle Grünflächen und Freiräume bezüglich ihrer Relevanz für das Recklinghäuser Stadtklima bewertet. Neben innerstädtischen Parks haben vor allem Grünflächen im städtischen Randbereich, die die Hitzeinseln begrenzen können, und Freiflächen mit stadtklimarelevantem Kaltluftbildungspotential eine hohe Bedeutung.

Zone 5 Gebiete der Luftleitbahnen

Eine gute Belüftungssituation in der Stadt trägt wesentlich zur Qualität ihres Mikroklimas bei. Durch einen guten Luftaustausch können überwärmte Luftmassen aus dem Stadtgebiet abgeführt und durch kühlere aus dem Umland ersetzt werden. Weiterhin können mit Schadstoffen angereicherte Luftmassen durch Frischluft ersetzt und die vertikale Durchmischung der Luft erhöht werden. Aufgrund ihrer Lage, der geringen Oberflächenrauhigkeit bzw. des geringen Strömungswiderstandes und der Ausrichtung können einzelne Flächen im Stadtgebiet zu einer wirkungsvollen Stadtbelüftung beitragen. Dabei sind die vorherrschenden Strömungsrichtungen des Windes bei austauscharmen Warm- und Hitzewetterlagen zu berücksichtigen.
In Recklinghausen wurden im Verlauf der Klimauntersuchungen vier übergeordnete Luftleitbahn-mit passendem Richtungsverlauf zur Innenstadt bzw. zur verdichteten Südstadt hin identifiziert. Die von

Norden (Bahnlinie) und Nordwesten Richtung Innenstadt von Recklinghausen verlaufenden Freiflächen stellen potentielle Kaltluftbahnen dar. Diese Flächen sind in Bezug auf das Hitzegefährdungspotential von sehr hoher Relevanz für die Innenstadt und als zu schützender Raum anzusehen. Die Luftleitbahnen im Süden des Stadtgebietes haben ihren Ausgangspunkt in den kaltluftbildenden landwirtschaftlichen Freiflächen im Osten und in den Grünflächen in Hillerheide und führen kühle Luft nach Recklinghausen Süd.

Zone 6 Gebiete, die durch hohen Oberflächenabfluss bei Starkregen gefährdet sind

Pluviale Fließwege mit einer hohen Abflussgeschwindigkeit bei Starkregenereignissen

Die dominanten Abflussprozesse finden bei Extremniederschlägen an der Oberfläche statt. Die hohe Flächenversieglung in Städten verstärkt das Problem durch die vermehrte Bildung von Oberflächenabfluss. Maßgebend für die Identifikation von Gefahrenzonen sind somit primär die Fließwege. Die Entwässerungsrichtung wird durch das natürliche Relief (Rücken, Täler etc.) bestimmt, während kleine natürliche und anthropogene Geländeelemente (Dämme, Bordsteine, Mauern oder Häuser) die Fließwege zusätzlich ablenken.
Für die Ausweisung der Belastungsgebiete in der „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“ werden die Hauptfließwege dargestellt. Als Resultat sind alle Bereiche dargestellt, die von einer Überflutung als Folge von Extremniederschlägen betroffen sein können. Potentielle Belastungsbereiche finden sich dort, wo ein großes Oberflächenabflussvolumen auf Siedlungen, Gebäudekomplexe oder städtische Infrastruktur trifft. Im Fall von unversiegelten Gebieten mit hohem Oberflächenabfluss und im Bereich von abflusslosen Senken besteht momentan noch keine Gefährdung von Infrastruktur. Bei einer geplanten Nutzungsänderung / Bebauung ist aber mit einem Gefährdungspotential durch Überflutungen zu rechnen.

Überflutete Bereiche bei Extremniederschlägen

Kleinräumig müssen darüber hinaus Senken als Belastungsgebiete Beachtung finden. In solchen Senken kann das Wasser nur über die Kanalisation abgeführt werden. Insbesondere während intensiver Starkregenereignisse kann die überlastete Kanalisation dies nicht leisten. In der „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“ sind solche Senken ausgewiesen, in die einer der Hauptfließwege des Oberflächenabflusses bei Starkregen führt. Die pluvialen Fließwege und abflusslosen Senken geben allerdings keine Auskunft über Konfliktbereiche, die durch Rückstau in Folge von bei urbanen Sturzfluten überlasteten Kanälen entstehen. Hierfür ist eine Einzelfallbetrachtung von Höhen gefährdeter Gebäude notwendig.

Weiße Flächen

Als weiße Flächen verbleiben in der „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“ solche Siedlungsflächen, die keine oder nur eine sehr geringe Betroffenheit durch insbesondere nächtliche Hitzebelastung aufweisen, bei Extremniederschlägen nicht direkt überflutet werden und großflächige Freiräume ohne besondere stadtklimatische Beziehungen. Aber auch bei diesen Flächen ist es für den weiteren Planungsprozess mit Blick auf die Zukunft wünschenswert, dass mögliche Änderungen des Klimas und potentiell damit verbundene, notwendige Anpassungsmaßnahmen berücksichtigt werden.

4.3.2 Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel

Die „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“ stellt in einem ersten Überblick geeignete Klimaanpassungsmaßnahmen vor, die auf die jeweils typischen Konfliktpotentiale der in der Karte (siehe Anlage) dargestellten 6 verschiedenen Zonen abgestimmt sind. In Kombination mit dem ausführlichen Maßnahmenkatalog zur Anpassung an den Klimawandel (Anpassungs-Steckbriefe im Kapitel 6.1) werden den an einem Prozess beteiligten Planern und Akteuren konkrete Vorschläge zur Klimaanpassung an die Hand gegeben, um die Stadt Recklinghausen nachhaltig vor den Folgen des Klimawandels zu schützen.

Entsprechend des ausgewiesenen Konfliktpotentials können geeignete Anpassungsmaßnahmen aus dem Maßnahmenkatalog ausgewählt werden. Dieser stellt für jedes Problemfeld bzw. jeden thematischen Verwundbarkeitsbereich (Hitzebelastung, Trockenheit, Extremniederschläge) die erarbeiteten Informationen steckbriefartig zusammen. Dabei werden die Anpassungsmaßnahmen auf unterschiedlichen Maßstabsebenen dargestellt.

Maßnahmen zur Anpassung der Stadtstruktur an den Klimawandel sind in der Regel nur langfristig umsetzbar. Größtenteils fallen sie in den Bereich der Freiraum- und der Bauleitplanung. Aufgrund der sehr langsamen Geschwindigkeit eines nachhaltigen Stadtumbaus besteht hier ein hoher Handlungsdruck für die Stadtplanung. Im Bereich der Siedlungswasserwirtschaft sind Maßnahmen zur Verminderung des Oberflächenabflusses durch Flächenentsiegelung und Verbesserung der Rückhalte- und Versickerungsmöglichkeiten beispielsweise nur unter Beachtung eines erheblichen Planungsvorlaufes und unter erheblichen Kosten durchführbar. Kurzfristig umzusetzende **Maßnahmen zur Anpassung der städtischen Infrastruktur** an den Klimawandel sind kleinere Begrünungs- und Entsiegelungsmaßnahmen. Bei den Entsiegelungsmaßnahmen muss der Straßenraum ausgenommen werden. Ebenfalls kurzfristig umsetzbar ist die Schaffung von kleineren offenen Wasserflächen im Stadtbereich, z.B. Springbrunnen. Häufig sind aber auch solche Maßnahmen aufgrund des finanziellen und des Planungsaufwandes nur mittelfristig umsetzbar. Maßnahmen gegen eine Fehlfunktion des Kanalisationssystems und zur Minderung von Schadenspotentialen bei Überflutungen verlangen meist einen höheren technischen und finanziellen Aufwand und sind nur mittel- oder langfristig umsetzbar. Zu den **Anpassungsmaßnahmen auf Gebäudeebene** gehören kurzfristig umzusetzende Maßnahmen zur Reduzierung der Hitzebelastung im städtischen Raum wie z. B. Dach- und Fassadenbegrünungen. Veränderungen im Gebäudedesign, wie die Gebäudeausrichtung, Hauswandverschattung, Wärmedämmung und der Einsatz von geeigneten Baumaterialien können als mittelfristige Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel zusammengefasst werden.

Bei allen Klimaanpassungsmaßnahmen ist zu beachten, dass immer ein dem Einzelfall entsprechend sinnvolles Maßnahmenbündel geschnürt und umgesetzt werden sollte. Die Anwendung nur einzelner Maßnahmen wäre in den meisten Fällen nicht ausreichend für eine Verbesserung der klimatischen Situation.

Die in der „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“ ausgewiesenen Klimaanpassungsmaßnahmen werden im Folgenden erläutert.

Zone 1 Gebiete mit einer Hitzebelastung im Ist-Zustand

Die generelle Anfälligkeit gegenüber einer Hitzebelastung ergibt sich aus der typischen, hoch versiegelten Bebauungsstruktur der Stadt- und Innenstadtbereiche kombiniert mit einer geringen oder mittleren Bevölkerungsdichte. Innenstadtbereiche, die überwiegend als Dienstleistungszentrum genutzt werden und einen nur unterdurchschnittlichen Anteil an Wohnbevölkerung haben, sind Problemgebiet mit anderer Anfälligkeit als reine Wohngebiete. Bei einem Aufenthalt in den Innenstädten tagsüber kann einer Hitzebelastung durch Standortwechsel und Vermeidung von besonnten Standorten entgegengewirkt werden.

Sinnvolle Maßnahmen in der Recklinghausener Innenstadt haben zum Ziel, die Aufenthaltsqualität zu steigern durch Verringerung der Hitzeentwicklung am Tag. Hierzu können Maßnahmen auf Gebäudeebene und Maßnahmen zur Anpassung der städtischen Infrastruktur herangezogen werden wie:

- Beschattung durch Vegetation und Bauelemente (z, B. Pergola, Arkaden)
- Kühleffekte der Verdunstung nutzen (offene Wasserflächen, Begrünung)
- Windblockaden (wie sehr dichte Vegetation oder Trennwände bei Außengastronomie) bei Schwachwindlagen vermeiden

In Bereichen der Hitzeinsel mit einer hohen Bevölkerungsdichte müssen Maßnahmen zur Klimaanpassung einerseits die Aufenthaltsqualität steigern durch Verringerung der Hitzeentwicklung am Tag, andererseits aber auch Maßnahmen ergriffen werden, die die nächtliche Überwärmung verringern. Tagsüber müssen Ausgleichsräume für die Bevölkerung geschaffen werden, z.B. Parks in Nahbereich (siehe Zone 4). Unbedingt muss hier aber die nächtliche Überwärmung verringert werden. Einerseits kann hierzu die Verringerung der Hitzeentwicklung am Tag durch Vegetation, Verschattung und Entsiegelung beitragen. Andererseits sind Maßnahmen zur Anpassung der gesamten Stadtstruktur notwendig, damit die Zufuhr kühlerer Luft aus der Umgebung verbessert wird. Frischluftschneisen und Luftleitbahnen (siehe auch Zone 5) spielen für diese Gefährdungsgebiete eine wichtige Rolle.

Eine Erhöhung des Grünanteils durch Baumpflanzungen im hoch verdichteten Bereich der Zone 1 ist nur unter der Berücksichtigung der Belüftung, die durch die Maßnahme nicht eingeschränkt werden darf, anzustreben. Für Baumpflanzungen bieten sich besonders größere Plätze und Stellplatzanlagen an. Hierbei steigern insbesondere großkronige Laubbäume durch ihren Schattenwurf die Aufenthaltsqualität. An Hauptverkehrsstraßen bestehen meist weitreichende Restriktionen durch Leitungen und Kanäle im Boden. Hier sind die Kosten gegen die Nutzen sorgfältig abzuwägen. Aufgrund des geringen bis fehlenden Platzangebotes für die Neuanlage von Grünflächen können ergänzend Fassaden- und Dachbegrünungen zur Verbesserung des Mikroklimas durchgeführt werden. Zur Begrenzung von Neuversiegelung und zum Erhalt von Freiflächen sind beispielsweise Festsetzungen im Bebauungsplan zur Gestaltung von Stellplätzen heranzuziehen. In schon bebauten Gebieten ist eine Entsiegelung nur vertretbar, wenn die Funktion des Gebäudes bzw. des Verkehrsweges darunter nicht leidet und keine Grundwassergefährdungen vorliegen. Abseits der öffentlichen Straßen können Bodenversiegelungen durch den Einsatz von durchlässigen Oberflächenbefestigungen vermieden bzw. reduziert werden und zwar vor allem dann, wenn die Nutzungsform der Flächen nicht unbedingt hochresistente Beläge wie Beton oder Asphalt voraussetzt.

Die Zone 1 umfasst Gebiete mit einer hohen Flächenkonkurrenz. Dadurch sind in diesen Bereichen enge Grenzen für Maßnahmen zur klimatischen Optimierung gesetzt. Deshalb können hier bioklimatische Extreme nur abgemildert werden. Es ist im Hinblick auf die gesamtstädtische Entwicklung darauf zu achten, dass sich die Flächen dieses Lastraums nicht weiter im Stadtgebiet ausdehnen.

Zone 2 Gebiete, die im Zukunftsszenario 2051-60 durch eine Ausweitung der Hitzebelastung betroffen sein werden

Durch eine Ausweitung der Hitzeinsel im Zuge des Klimawandels kommen im Zukunftsszenario 2051-60 insbesondere im Randbereich der Recklinghausener Innenstadt und in den stärker verdichteten Wohn- und Geschäftsvierteln aller anderen Recklinghäuser Stadtteile Gebiete dazu, die von einer Hitzebelastung betroffen sein werden.
Die Anpassungsmaßnahmen der Zone 1 sollten auch im Bereich der Zone 2 zur Anwendung kommen, auch wenn die Hitzebelastung momentan noch geringer einzustufen ist. Anpassungsmaßnahmen für Veränderungen, die sich erst in der Zukunft ergeben, müssen bereits heute beginnen. Durch geeignete Maßnahmen kann der Ausweitung der Hitzeinsel in der Zukunft entgegengewirkt werden. Momentan noch vorhandene Freiflächen in dieser Zone sollten auf keinen Fall zur Innenverdichtung herangezogen werden.

Zone 3 Belastungsgebiete der Gewerbe- und Industrieflächen

Die im Folgenden beschriebenen Anpassungsmaßnahmen sind nicht nur für die in der „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“ ausgewiesenen Flächen der Zone 3 relevant, sondern sollten auch bei der Neuplanung von Industrie- und Gewerbegebieten einbezogen werden. Durch die Wahl eines geeigneten Areals zur Sicherung einer hinreichenden Be- und Entlüftung kann die Ausbildung großflächiger Wärmeinseln vermieden werden. Dazu kann auch ein bepflanzter Freiraum als Puffer zu angrenzenden Flächen dienen. Im Gewerbeumfeld sollte wie auch im Innenstadtbereich durch Anpassungsmaßnahmen eine akzeptable Aufenthaltsqualität erreicht werden.

Maßnahmen, die zu einer Verbesserung der Situation in den Lasträumen der Gewerbe- und Industrieflächen führen, bestehen in erster Linie in der Entsiegelung und dem Erhalt sowie der Erweiterung von Grün- und Brachflächen. Die Erfordernisse gewerblich-industrieller Nutzungen bestimmen maßgeblich die Gestaltung der Gebiete und schränken somit den Rahmen für klimaverbessernde Maßnahmen ein. Es entstehen Zielkonflikte zwischen einer anzustrebenden Verbesserung der Grünstruktur und Verringerung des Versiegelungsgrades einerseits und einer notwendigen Vollversiegelung betrieblicher Funktionsbereiche auch zum Schutz des Grundwassers andererseits. Lösungsmöglichkeiten sind in diesem Fall in einer ausreichenden Gliederung von hochversiegelten Bauflächen und betrieblichen Funktionsbereichen wie Lager- und Freiflächen, durch breite Pflanzstreifen und Grünzüge zu suchen. Darüber hinaus bieten sich oft Stellplatzanlagen, Randsituationen und das Umfeld von Verwaltungsgebäuden für Begrünungen an. Weitere sinnvolle Maßnahmen sind die Begrünung von Fassaden und Dächern sowie die Nutzung von gespeichertem Regenwasser zur Kühlung.

Bei Neuplanungen von Gewerbe- und Industriegebieten ist darauf zu achten, in den jeweiligen Planungsstufen die Belange von Klimaanpassung zu berücksichtigen. Zu nennen sind die Rahmenplanung, die Flächennutzungsplanung, die Bebauungsplanung, die Vorhaben- und Erschließungsplanung sowie das Baugenehmigungsverfahren. Klimawirksame Maßnahmen lassen sich insbesondere in der Bauleitplanung für neue und zu erweiternde Standorte umsetzen. So ist im Rahmen der Eingriffsregelung darauf zu achten, soweit möglich die Kompensationsmaßnahmen auf dem Gelände selbst durchzuführen, um für eine Verbesserung der klimatischen und lufthygienischen Bedingungen vor Ort zu sorgen. Mit Hilfe geeigneter Festsetzungen ist im Bebauungsplan eine Begrenzung der Flächeninanspruchnahme sowie eine ausreichende Grünausstattung zu sichern. Weiterhin ist durch eine geeignete

Baukörperanordnung und die Beschränkung bestimmter Bauhöhen eine optimale Durchlüftung zu gewährleisten.

Zone 4 Gebiete der stadtklimarelevanten Grün- und Freiflächen

Im Bereich der stadtklimarelevanten Kaltluftentstehungsgebiete, die über den Anschluss mit einer Luftleitbahn kühle Umgebungsluft für die überwärmten Innenstadtbereiche bereitstellen können, sollten keine großflächigen Aufforstungen stattfinden, um die Bildung und den Transport der Kaltluft nicht zu behindern. Innenstadtnahe und innerstädtische Grünflächen sollten zur Abmilderung der Hitzebelastungen erhalten bleiben. Zur Sicherung einer guten Belüftung sollten auch hier keine Aufforstungen stattfinden. Innerstädtische Grünflächen sollten eine parkartige Struktur mit Einzelbäumen, Baumgruppen und Büschen aufweisen und möglichst nicht als reine Rasenflächen angelegt oder erhalten werden.

Diese Kategorie ist bei der Bauleitplanung in die Abwägung einzustellen, die Auswirkungen von Eingriffen in die betroffenen Flächen sind im Verfahren näher zu untersuchen. Grünflächen, die vorrangig einen Ausgleichsraum bei einer Hitzebelastung am Tage bieten sollen, sollten als strukturierte, parkartige Anlagen gestaltet sein mit Rasenflächen, Büschen und Bäumen. Großkronige Einzelbäume oder Baumgruppen als Schattenspender sind auf diesen Flächen sinnvoll. Insbesondere die innenstadtnahen Grünflächen gehören in diese Kategorie.

Flächen mit einer Belüftungsfunktion oder Flächen zur Produktion und Bereitstellung von Kaltluft sollten dagegen möglichst rauhigkeitsarm gestaltet sein. Hier sollten keine Aufforstungen stattfinden.

Zone 5 Gebiete der Luftleitbahnen

Die in der „Handlungskarte Klimaanpassung“ ausgewiesenen Frischluftschneisen und Luftleitbahnen sind aufgrund ihrer Bedeutung für die klimatische Situation im Bereich der Recklinghäuser Innenstadt unbedingt zu erhalten. Sie können zu einer wirkungsvollen Stadtbelüftung beitragen. Zur Unterstützung der Funktion von Frischluftschneisen und Luftleitbahnen sollten hier die folgenden Maßnahmen eingehalten werden:

- Keine weitere Bautätigkeit
- Von Emittenten freihalten
- Randliche Bebauung sollte keine Riegelwirkung erzeugen
- Keine hohe und dichte Vegetation (Sträucher und Bäume) als Strömungshindernis im Bereich von Luftleitbahnen und Frischluftschneisen, keine Aufforstungen in diesen Bereichen
- Übergangsbereiche zwischen den Frischluftschneisen und der Bebauung sollten offen gestaltet werden, um einen guten Luftaustausch zu fördern.

Zur Unterstützung der Belüftungsfunktion wird die Anlage zusätzlicher rauhigkeitsarmer Grünzonen im Umfeld der Luftleitbahn empfohlen.

Zone 6 Gebiete, die durch hohen Oberflächenabfluss bei Starkregen gefährdet sind

In den ausgewiesenen Belastungsbereichen, in denen ein hoher Oberflächenabfluss zur Gefährdung von Infrastruktur führen kann, sind neben technischen Maßnahmen des Objektschutzes Maßnahmen erforderlich, die die Abflussmenge reduzieren und Abflussspitzen durch verzögerten Abfluss verringern. Dazu gehören in erster Linie:

- Entsiegelung und Begrünung der hoch versiegelten Bereiche zur Reduzierung des Oberflächenabflusses und Verbesserung des Stadtklimas
- Retentionsmaßnahmen in Form von Überlaufbecken (techn. Bauwerke) oder Überflutungsflächen mit Entlastungspotential für extreme Regenereignisse

Um die Effektivität von möglichen Maßnahmen zu prüfen, aber auch Möglichkeiten für eine bewusste Ableitung des Niederschlags an der Oberfläche zu erkennen, müssen Fließwege des Oberflächenabflusses bei Starkregen identifiziert werden. Entsiegelungs- und Begrünungsprogramme sollten so geplant werden, dass neben einer Reduzierung der Direktabflüsse eine Verbesserung des Stadtklimas erreicht werden kann. Eine Aufwertung des Stadtbildes sollte bei einer Umsetzung mit berücksichtigt werden. Multifunktionale Überflutungsflächen sollten einhergehen mit stärker begrünten und entsiegelten Innenstädten. Ein bewusstes Wasserwegenetz steigert die Wohnqualität und bietet gleichzeitig Möglichkeiten für eine gezielte Ableitung des Direktabflusses.

Untersuchungen zeigen deutlich, dass Begrünungs- und Entsiegelungsmaßnahmen auf die Direktabflussmenge von seltenen Starkregenereignissen nur eine verhältnismäßig geringe Auswirkung haben. Es entstehen hohe Kosten, die zumindest in Bezug auf die Retentionswirkung bei intensiven Regenereignissen nur schwer gerechtfertigt werden können. Als reine Anpassungsmaßnahme an Starkregen ist die Wirkung von Entsiegelungsprogrammen eher gering, während sich Retentionsmaßnahmen in Form von Überlaufbecken oder Überflutungsflächen als sehr effektiv erwiesen haben. Neben der hohen Effektivität von Retentionsbecken und dem geringen Flächenverbrauch, besteht ein weiterer Vorteil in der schnellen und einmaligen Umsetzung. Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen müssten sukzessive umgesetzt werden, so dass eine maximal mögliche Wirkung erst nach langer Zeit erreicht werden könnte. Entsiegelte und begrünte Flächen entfalten ihre Wirkung vor allem in ihrer alltäglichen Wirkung. Neben einer deutlichen Aufwertung des innerstädtischen Klimas wird die Lebensqualität deutlich verbessert. Aus hydrologischer Sicht zeigen sich die Vorteile des reduzierten Oberflächenabflusses insbesondere bei mittleren Niederschlagsereignissen. Hier verringert sich das Verhältnis aus Gesamtniederschlag und Oberflächenabflussvolumen. Während die Speicherkapazität eines Gründaches bei einem 50-jährigen Niederschlagsereignis schnell erschöpft ist, kann die gleiche Fläche einen gewöhnlichen sommerlichen Starkregen nahezu vollkommen aufnehmen. Wird die Aufnahmekapazität überschritten, werden trotzdem die Abflussspitzen deutlich verringert.

Unversiegelte Flächen im Bereich der Hauptabflusswege und innerhalb von abflusslosen Senken weisen momentan nur ein geringes Schadenspotential auf, da das Niederschlagswasser im Falle eines Starkregens auf der Fläche versickern kann. Im Hinblick auf mögliche Schäden sollte aber eine Bebauung oder Flächenversiegelung in diesen Bereichen auch in Zukunft vermieden werden. Unvermeidbare Bebauung sollte mit technischen Maßnahmen zum Schutz vor Überflutungen versehen werden.

Beispiele für planungsrechtliche Umsetzungsinstrumente und Maßnahmen

Die vorhandenen Instrumente sollten ausgenutzt werden, um Klimaanpassungsmaßnahmen in Planungsprozesse zu integrieren. Flächennutzungs- und Bebauungspläne bieten im Rahmen von Änderungen beziehungsweise der Ausweisung neuer Baugebiete die Möglichkeit, bestimmte Darstellungen (FNP) oder Festsetzungen (B-Pläne) zu enthalten. Im Folgenden sind einige Beispiele aufgelistet, wie konkrete Maßnahmen in Flächennutzungspläne und B-Pläne übernommen werden können.

1 Um **Frei- und Frischluftflächen** zu erhalten beziehungsweise neue Frei- und Frischluftflächen zu schaffen, können in den FNP großräumige Darstellungen von nicht baulichen Nutzungen mit unterschiedlichen Zweckbestimmungen wie Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel-, Zelt- und Badeplätze sowie Friedhöfe integriert werden (nach § 5 Abs. 2 Nr. 5 BauGB). Darüber hinaus können Wasserflächen (als Flächen, die nach § 5 Abs. 2 Nr. 7 BauGB aufgrund des Hochwasserschutzes und der Regelung des Wasserabflusses freizuhalten sind) sowie landwirtschaftliche Flächen und Waldflächen (nach § 5 Abs. 2 Nr. 9 BauGB) dargestellt werden. Im B-Plan kann die Erhaltung beziehungsweise Schaffung von Frei- und Frischluftflächen über die Festsetzung der Grundfläche oder Grundflächenzahl (§ 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB), der überbaubaren und nicht überbaubaren Grundstücksfläche (§ 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB) sowie Flächen, die von der Bebauung freizuhalten sind (§ 9 Abs. 1 Nr. 10 BauGB) gesteuert werden. Ferner ist es möglich im B-Plan öffentliche und private Grünflächen wie Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel-, Zelt- und Badeplätze sowie Friedhöfe festzusetzen (§ 9 Abs. 1 Nr. 15 BauGB). Auch lassen sich Flächen für die Landwirtschaft und Waldflächen festsetzen (§ 9 Abs. 1 Nr. 18 BauGB).
Besonders vorteilhaft für das Lokalklima sind **Luftleitbahnen**. Deren Erhalt beziehungsweise Schaffung können durch die oben bereits erwähnten Darstellungen und Festsetzungen zu Frei- und Frischluftflächen im FNP und in den B-Plänen ermöglicht werden. Förderlich kann in diesem Zusammenhang auch sein, in der Begründung zum FNP (§ 5 Abs. 5 BauGB) beziehungsweise B-Plan (§ 9 Abs. 8 BauGB) besonders auf die lokalklimatische Bedeutung der betreffenden Flächen für die Frischluftversorgung des Siedlungsraumes einzugehen.

2 Maßnahmen wie die **Begrünung von Straßenzügen, Dächern und Fassaden** können durch das Festsetzen von Anpflanzungen und Pflanzenbindungen für einzelne Flächen oder für ein B-Plangebiet beziehungsweise Teile davon in den B-Plan integriert werden (§ 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB). Auf diese Weise ist es beispielsweise möglich, Stellplätze und bauliche Anlagen zu begrünen und zu bepflanzen. Durch die vorgenannten Festsetzungen nach § 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB lassen sich auch die Bepflanzung urbaner Räume mit wärmeresistenten Pflanzenarten mit geringem Wasserbedarf sowie der vermehrte Einsatz bodenbedeckender Vegetation und die Vermeidung oder künstliche Abdeckung unbewachsener Bodenflächen in Bebauungspläne integrieren. Auch lassen sich auf diese Weise Hauswandverschattung und Wärmedämmung im B-Plan festsetzen.

3 Die Verwendung baulicher **Verschattungselemente** im öffentlichen Raum (z.B. Arkaden, Sonnensegel) lässt sich durch das Festsetzen von Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung erreichen.
Ganz konkrete Maßnahmen zur **Optimierung der Gebäudeausrichtung** können zum Beispiel die Ausrichtung von Gebäudeöffnungen zur Wind abgewandten Seite oder die Planung von Gebäudekomplexen mit wind- und wettergeschützten Innenhöfen sein. Im Bebauungsplan können zu diesen Zwecken die Bauweise, die überbaubaren und nicht überbaubaren Grundstücksflächen sowie die Stellung der baulichen Anlagen festgesetzt werden (§ 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB).

4 Eine Möglichkeit zur Klimaanpassung in dicht bebauten, urbanen Gebieten stellt der **Rückbau versiegelter Flächen** dar. Dies kann durch die Festsetzung einer nicht baulichen Nutzung erfolgen (vgl. 1. Frei- und Frischluftflächen). Hier gilt es zu beachten, dass die Umnutzung baulich genutzter Grundstücke in nicht baulich genutzte Grundstücke in der Regel mit Entschädigungsansprüchen nach dem Planungsschadensrecht verbunden ist. Hier ist jeweils eine Einzelfallbe-

trachtung notwendig. Mit Hilfe von § 179 BauGB kann jedoch die Entsiegelung dauerhaft nicht mehr genutzter Flächen durch ein Entsiegelungsgebot durchgesetzt werden, sofern dies der Umsetzung des B-Plans dient. Rückbau- und Entsiegelungsmaßnahmen werden vor allem bei Stadtumbaumaßnahmen (§§ 171a – d BauGB) gefördert. Auch das BNatSchG (Eingriffsregelung) kann herangezogen werden, da vor allem bei Baumaßnahmen die Entsiegelung von Flächen oberste Priorität hat.

5 Die Verbesserung beziehungsweise Ermöglichung der dauerhaft funktionierenden **Versickerung** (z.B. durch Versickerungsgräben oder -mulden) sowie die Schaffung von Bauwerken wie **Niederschlagswasserzwischenspeicher und Notwasserwege** (z.B. Regenrückhaltebecken, Sammelmulden) können durch eine Festsetzung von Flächen für die Abfall- und Abwasserbeseitigung, einschließlich der Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser (§9 Abs. 1 Nr. 14 BauGB), im B-Plan ermöglicht werden. Zudem kann im Falle der Schaffung von Niederschlagswasserzwischenspeichern und Notwasserwegen das Festsetzen von Flächen für die Wasserwirtschaft, für Hochwasserschutzanlagen und für die Regelung des Wasserabflusses (§9 Abs. 1 Nr. 16 BauGB) erfolgen.
Freiflächen, die bei extremen Niederschlägen beaufschlagt werden können, sind aber keine abwassertechnischen Anlagen im herkömmlichen Sinn und daher auch nicht durch die Stadtentwässerung zu unterhalten.

5. Einbindung von Akteuren und Öffentlichkeit

Mit diesem Kapitel zur Öffentlichkeitsarbeit werden Handlungsoptionen zur zukünftigen Einbeziehung der Bürgerschaft, der lokalen und regionalen Akteursgruppen sowie von Politik und Verwaltung in den Klimaanpassungsprozess vorgelegt. Die Erarbeitung von Handlungsempfehlungen für die Kommunikation und den Transfer der Inhalte des Klimaanpassungskonzeptes ist dabei ein wichtiger Bestandteil. Mit der Kommunikationsstrategie wird auf die spezifischen Gegebenheiten in der Stadt Recklinghausen eingegangen. Neben der Darstellung, wie die Inhalte des Klimaanpassungskonzepts bei relevanten Akteuren/ Akteursgruppen verbreitet werden können, soll mit diesem Konzept ein breiter Konsens und eine aktive Mitarbeit zur Umsetzung der entwickelten Maßnahmen erreicht werden.

Das Ziel von Öffentlichkeitsarbeit und Beratung muss sein, alle Prozessbeteiligten über die Problemlagen sowie über mögliche Lösungswege und Strategien sach- und fachgerecht zu informieren.

Der Umsetzungserfolg von Klimaanpassungsmaßnahmen hängt in starkem Maße von der Art der Informationsvermittlung und Beratung sowie der Fähigkeit zur Einbindung wichtiger Prozessbeteiligter ab. Dies sollte zielgruppenspezifisch erfolgen, um einen möglichst hohen Wirkungsgrad erzielen zu können. Aufbauend auf einer gelenkten Informationsvermittlung sollten die einzelnen Akteursgruppen motiviert werden, eigene Strategien im Sinne einer nachhaltigen, klimaangepassten Stadtentwicklung zu erarbeiten und umzusetzen. Dabei nimmt der lokale Aspekt bei der Information und Integration der Akteure eine zentrale Stellung ein. Das vorliegende Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit zielt darauf ab, sowohl Hemmnisse bei der Umsetzung der Klimaanpassungsmaßnahmen im Vorfeld zu vermindern sowie deren Akzeptanz langfristig zu steigern. Es soll in erster Linie die Mitarbeiter der Stadt Recklinghausen bei der Umsetzung und Weiterentwicklung des erstellten Klimaanpassungskonzeptes unterstützen, um:

- Klimaanpassungsmaßnahmen abgestimmt und effektiv zu kommunizieren,
- relevante Akteursgruppen zu mobilisieren und einzubinden und
- Klimaanpassungsthemen nachhaltig und breit in Recklinghausen zu verankern.

In den folgenden Kapiteln werden die Voraussetzungen und ausgewählte Möglichkeiten der Öffentlichkeitsarbeit in der Stadt Recklinghausen dargestellt. Neben der Strategiebeschreibung erfolgt die Veranschaulichung der einzelnen lokalen Maßnahmen und Methoden einer zielgruppen- und themenspezifischen Öffentlichkeitsarbeit sowie die Vorstellung von Optionen zur langfristigen Verstetigung der Maßnahmen und Begleitung der Akteure.

5.1 Zielgruppen

Das Kapitel „Akteursgruppen und ihre Rollen bei der Umsetzung des Klimaanpassungskonzepts in Recklinghausen“ (Kapitel 8) zeigt eine detaillierte Darstellung der relevanten Akteursgruppen und -netzwerke auf. Übertragen auf das Öffentlichkeitsarbeitskonzept ist die Akteurs- und Zielgruppenanalyse ein wichtiger Baustein für die Kommunikation mit Akteursgruppen auf verschiedenen Ebenen. In der Praxis hat sich aus Gründen der Effizienz und Effektivität gezeigt, dass die Zusammenfassung von Einzelakteuren zu Akteurs-/ Zielgruppen förderlich ist. Der

Die Ansprache und Wissensvermittlung an Bürger und Vereine benötigt eine andere Herangehensweise als die Durchführung von Transfermaßnahmen für Entscheidungsträger, Wirtschaft und Träger öffentlicher Belange.

Akteursanalyse zufolge sind die in Abbildung 5.1 dargestellten Akteursgruppen von besonderer Bedeutung.

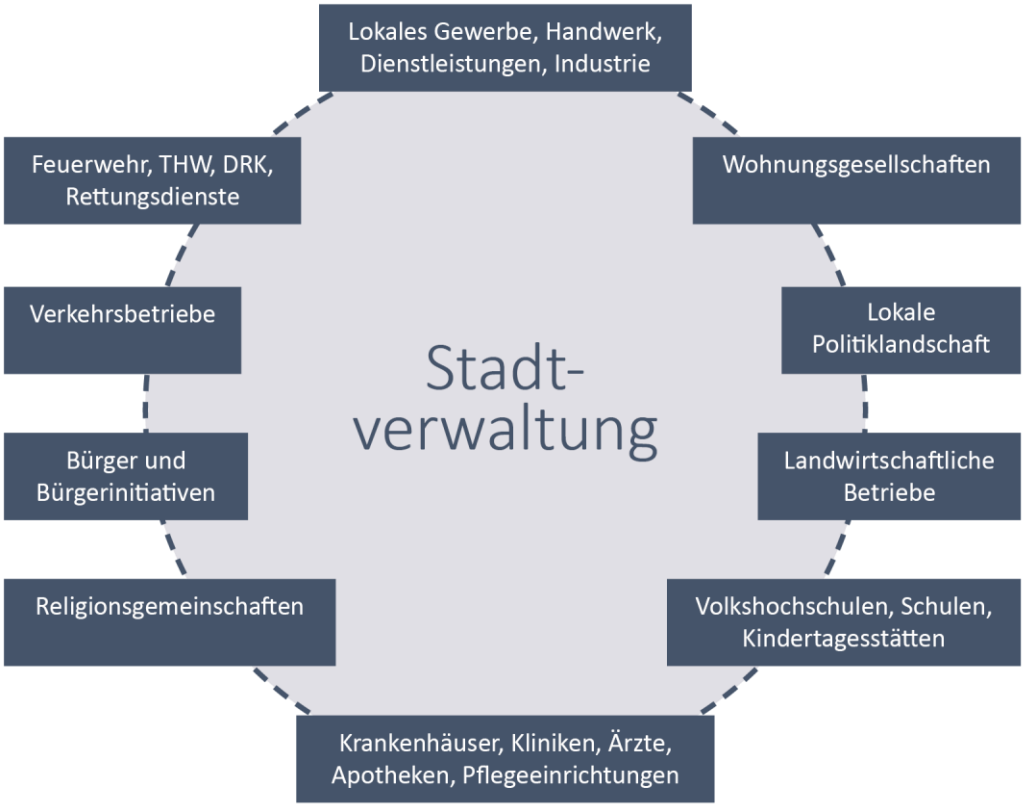

Abb. 5.1 Übersicht der lokalen Zielgruppen für die Öffentlichkeitsarbeit des Klimaanpassungskonzepts (Quelle: EPC)

Die Stadtverwaltung als Kernakteur nimmt eine zentrale Position als Vermittler, Mediator und Bündelungsstelle für zahlreiche planerische, technische und organisatorische Belange ein. Naturgemäß ist ein interner Dialog mit den Verantwortlichen aus der kommunalen Verwaltung und Politik notwendig. Akteure sind hier vor allem die in Kapitel 8.3.1, Tabelle 8.2 genannten Dezernate und ihre Fachabteilungen, darunter insbesondere die planende und bauende Verwaltung, die Wirtschaftsförderung sowie die lokale Politiklandschaft in Form von Ausschüssen (Fraktionen/ politische Vertreter). Die Wohnungswirtschaft / Wohnungsbaugesellschaften als Vermieter sowie als planende und bauwirtschaftlich tätige Organisationen stellen eine wichtige Zielgruppe für die Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen des Klimaanpassungskonzepts dar. Landwirtschaftliche Betriebe, Gewerbe- und Dienstleistungsunternehmen bieten zahlreiche Ansatzpunkte als Zielgruppen für Information und Beteiligungsmaßnahmen. Insbesondere im Bereich der Anfälligkeit für die Folgen des Klimawandels, z.B. in Hinblick auf Extremwettereignisse können Anpassungsmaßnahmen hier kommuniziert werden.
Neben den Bürgern insgesamt stellen Bürgerinitiativen oder Vereine als lokale Akteure ebenfalls eine wichtige Zielgruppe dar. Ihre Kenntnisse der örtlichen Gegebenheiten bieten gute Voraussetzungen für die Umsetzung von kleinteiligen Klimaanpassungsmaßnahmen, wie beispielsweise Garten- und Bepflanzungsprojekte. Auch die Einbindung von Bildungsträgern, Schulen und Kindertagesstätten im

Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit stellt eine wichtige Aufgabe dar. Neben der inhärenten Wissensvermittlung kann über diese Zielgruppen auch die vulnerable Gruppe „Kinder und junge Erwachsene“ direkt erreicht werden. Weitere wichtige und unter Klimawandelaspekten besonders belastete Gruppen, wie beispielsweise ältere und/ oder kranke Menschen, werden potentiell durch die Zielgruppe der Not- und Rettungsdienste sowie Krankenpflegeeinrichtungen angesprochen und eingebunden. Die Öffentlichkeitsarbeit des Klimaanpassungskonzeptes zielt auf die Information und Integration der genannten Akteure ab, es stellt den Auftakt zu einem längeren Prozess in Recklinghausen dar und soll den Dialog mit allen Beteiligten fördern.

5.2 Kommunikationsstrategie

Der Klimawandel und der damit einhergehende Begriff Klimaanpassung sind in den verschiedenen Bereichen der Gesellschaft oftmals negativ behaftet (Sturmschäden, Hochwasser, Ernteausfälle, Ausbreitung von Krankheitsüberträgern, Hitzetode, etc.). Die mit dem Klimaanpassungskonzept angestrebte Kommunikation sollte daher in alle Zielgruppen hinein positiv gestaltet werden, dazu gehören beispielsweise die Verbreitung von Best-Practice-Beispielen und das Sichtbarmachen von Erfolgen und Veränderungsprozessen.

Richtlinien der Kommunikationsstrategie:

- *Aufbau von Vertrauen durch kontinuierliche und stringente Öffentlichkeitsarbeit;*
- *Aktiver Informationsaustausch mit den Zielgruppen, um die Aktualität von Informationen sicherzustellen;*
- *Transparente, offene Kommunikation und Erarbeitung von Kompromissen für kontroverse Themen, durch das Betreiben von präventivem Krisenmanagement;*
- *Einbeziehen der Zielgruppe/n in Entscheidungsprozesse.*

Für die Fachakteure aus Verwaltung, Planung und Umsetzung besteht ein wesentliches Kriterium in der leicht verständlichen Aufbereitung von Informationen und Schlüsselbegriffen. Die Akteure aus der Fachöffentlichkeit verfügen oftmals über ein Überangebot an Informationen, sodass die Bereitstellung der wichtigsten Aspekte in Form von zusammenfassenden Publikationen vorzuziehen ist. „Klimaanpassung“ für sich alleine genommen ist kein geeignetes Leitthema im Sinne einer Leitbildentwicklung für die Stadt oder den Kreis Recklinghausen. Die Kommunikationsstrategie berücksichtigt dies inhaltlich und koppelt sich daher an einzelne bestehende oder neu zu entwickelnde Entwicklungsziele der Stadt an. In der Vergangenheit wurden z.B. im Zuge der Neuaufstellung des Flächennutzungsplans klimawirksame Flächen, z. B. kaltluftbildende Flächen als schützenswert ausgewiesen.
Die Ansprache zivilgesellschaftlicher Akteure kann über den Ansatz „Was bewegt Menschen?“ erfolgen. Dabei steht insbesondere die emotionale Bindung an positive Themen im Fokus. Klimaanpassung kann beispielsweise über Begrifflichkeiten wie „Erhöhung von Lebensqualität“ oder „Lebenswerte Stadt“ kommuniziert werden. Filme wie „Das Klima lässt grüßen!“ können diese Aspekte beleuchten und als Einstieg in die Thematik genutzt werden. Das Internet bietet eine Reihe von Möglichkeiten, interessierte Bürger oder Unternehmen, auf aktive Art und Weise einzubinden. Online-Plattformen wie die „Klimamap Recklinghausen“ bieten sich als Informations- und Beteiligungsform ebenso an wie E-Mailverteiler und soziale Medien. Grundsätzlich ist es wichtig, die jeweilig zu vermittelnden Informationen zielgruppenspezifisch aufzubereiten und zu kommunizieren. Dabei dürfen die Anliegen und

Bedürfnisse der Zielgruppen nicht außer Acht gelassen werden, um im Zuge der Umsetzung zur Partizipation zu motivieren.

5.3 Die Klimamap Recklinghausen

In städtischen Gebieten mit hoher Bevölkerungs- und Bebauungsdichte liegen die durchschnittlichen Temperaturen bereits heute höher als im unbebauten Umland. Hier wird man in Zukunft damit rechnen müssen, aufgrund des Klimawandels stärker als andere Gebiete von Hitzebelastungen betroffen zu sein. Auch sind die Auswirkungen von Starkregenereignissen oder Stürmen in dicht bebauten und stark versiegelten Gebieten oft gravierender mit mehr (materiellen) Schäden als außerhalb der Städte. Aus diesen Gründen müssen sich Städte verstärkt und frühzeitig um Anpassungsmaßnahmen an die Folgen des Klimawandels kümmern.
Auch die Region Vest hat die Folgen des Klimawandels bereits zu spüren bekommen. Besonders Stürme, Gewitter und Starkregenereignisse stellen bereits heute ein Problem dar. Die „RE.Klimamap“ stellt dabei ein geeignetes Hilfsmittel dar, um gemeinsam mit den Bürgern darüber nachzudenken und festzuhalten, wie man sich an den Klimawandel anpassen und seine Auswirkungen mindern kann.
Die Hinweise der Bürger sind dabei deshalb so wichtig, weil die Folgen des Klimawandels für alle spürbar sind. Vor allem Sturm, Gewitter und Starkregen bereiten den Städten zunehmend Probleme. Und hier setzt das Klimaanpassungskonzept an: Durch das Konzept soll zum einen erkannt werden, wo die Recklinghäuser Bürger schon betroffen sind. Zum anderen soll es Lösungen anbieten, durch die das Stadtklima erhalten werden kann – zum Beispiel da, wo es auch im Sommer angenehm und schattig ist. Außerdem kann mithilfe des Konzepts das Stadtklima an Orten verbessert werden, an denen Hitzestress oder Überflutungen Probleme bereiten

5.3.1 Nutzung der Klimamap

Die „RE.klimamap“ ist eine interaktive Karte der Stadt Recklinghausen, in der Bürger Anregungen, Ideen, Hinweise und Bedenken zum Stadtklima in Recklinghausen hinterlassen können, um somit aktiv an der Entwicklung des Klimaanpassungskonzepts mitzuwirken. Unter www.RE.klimamap.de hatten Bürger in der Zeit von September 2016 bis Ende Februar 2017 die Möglichkeit mitzumachen und Anregungen einzubringen: Wo gibt es Orte, die besonders hitzeanfällig sind? Welche Flächen drohen im Falle von Starkregen zu überfluten? Wo gab es schon Probleme mit Überflutungsereignissen? Welchen Einfluss haben diese Ereignisse auf die Lebensqualität? Wie schütze ich beispielsweise mein Haus? Welche Ideen habe ich, um die Klimawandelfolgen abzumildern oder zu vermeiden?
Ziel ist es, vielfältiges lokales Wissen über Stadtklima und Klimawandel zu bündeln, öffentlich zugänglich zu machen und zu archivieren, denn auch nach Abschluss der Projektlaufzeit bleibt die „RE.klimamap“ bis Ende 2018 zugänglich. Die gesammelten Informationen dienen dann zur Erstellung einer Handlungskarte und eines Maßnahmenkatalogs zur Anpassung an den Klimawandel.

Bei der „RE.klimamap“ wird eine interaktive Karte der Stadt Recklinghausen gezeigt (Abb. 5.2), in der anonym Vermerke hinterlassen werden können. Eine Registrierung ist dafür nicht erforderlich, Angaben zum Wohnen bzw. Arbeiten in Recklinghausen oder zum Alter sind freiwillig, sodass jeder interes-

sierte Bürger teilnehmen kann, unabhängig davon, ob er in Recklinghausen arbeitet, wohnt oder lediglich seine Freizeit verbringt.

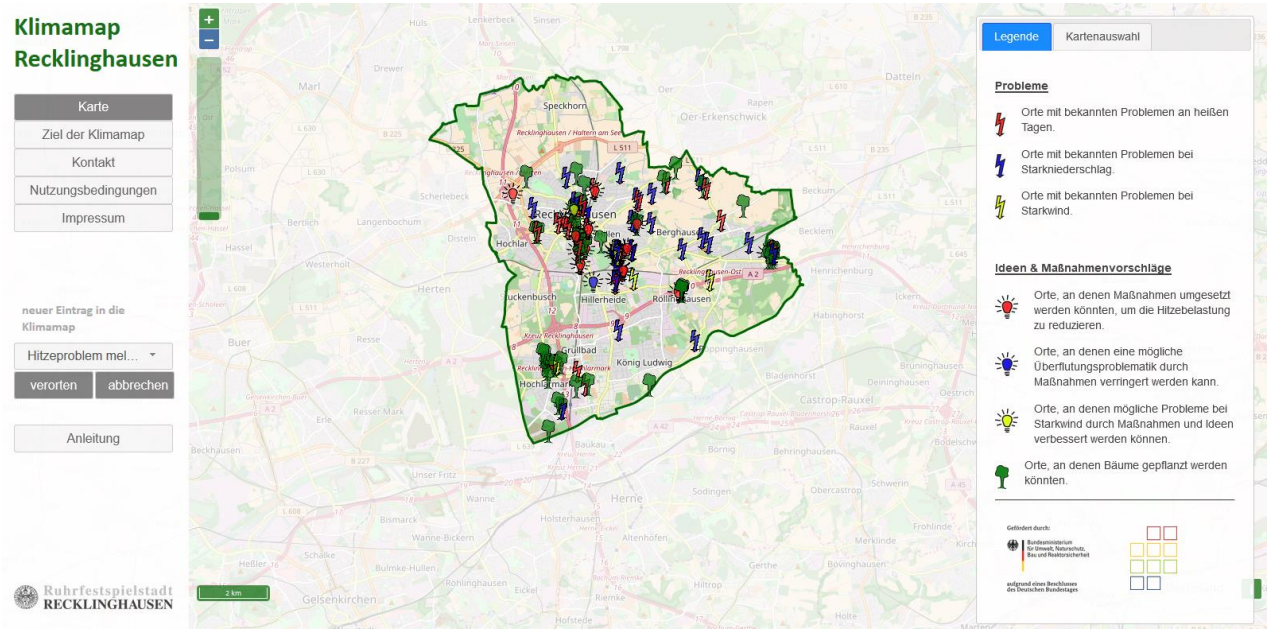

Abb. 5.2 Die Klimamap Recklinghausen im Überblick

Die Karte ist zoombar (Abb. 5.3), sodass sowohl in der Übersicht besondere Brennpunkte ausgemacht werden können als auch die Verortung möglichst genau durchgeführt werden kann. Die Navigation auf der Karte erfolgt mit der Maus durch Klicken und Ziehen. Der Zoom wird mit Hilfe des Mausrades oder einem Doppelklick gesteuert. Die Befehlskombination Shift+Klick+Bewegung der Maus bewirkt eine Drehung der Karte, die mit dem Nordpfeil an der linken Seite zurückgesetzt werden kann.

Abb. 5.3 Ausschnitt aus der Klimamap Recklinghausen

Über ein Dropdown-Menü (Abb. 5.4) können Themenbereiche ausgewählt werden, zu denen ein Kommentar verfasst werden soll. Über den Button „verorten“ wird die Auswahl des Themas bestätigt, sodass anschließend der zu kommentierende Ort bestimmt werden kann. Der Kommentar wird in einem Textfeld erstellt und durch den Befehl „speichern“ abgeschickt und damit gesichert und veröffentlicht. Die optional angegeben Daten zum Alter und Wohnort werden nicht veröffentlicht, sondern lediglich im Rahmen des Klimaanpassungskonzepts zur statistischen Auswertung genutzt.

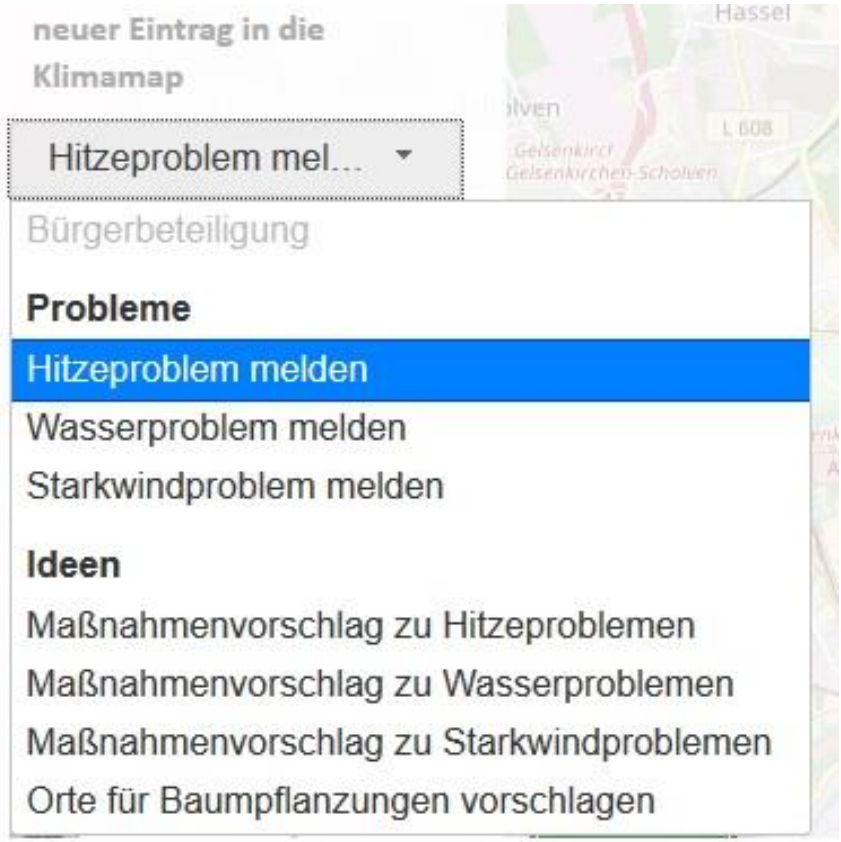

Abb. 5.4 Dropdown-Menü der Klimamap Recklinghausen

Damit die Einträge der Bürger übersichtlich dargestellt werden können, ist eine Kategorisierung der Beiträge in „Probleme“ und „Ideen & Maßnahmenvorschläge“ vorgenommen worden (siehe Legende der Klimamap in der Abbildung 5.5). Probleme werden dabei mit verschiedenen farbigen Blitzen gekennzeichnet, während Ideen und Maßnahmenvorschläge als Lampen bzw. Baum ersichtlich werden. Rote Blitze stehen für Orte mit bekannten Problemen an heißen Tagen, blaue für Orte mit bekannten Problemen bei Starkniederschlag und gelbe für Standorte mit Problemen bei Starkwind. Die gleiche farbliche Zuordnung zu den Themenbereichen Hitze, Niederschlag und Wind wird für die Lampensymbole angewendet. Der Baum steht für Orte, an denen sich Bürger wünschen, dass ein Baum gepflanzt werden soll. Die Symbole können angeklickt werden, um Kommentare anderer Nutzer zu lesen.

Abb. 5.5 Legende der Klimamap Recklinghausen

5.3.2 Auswertung der Einträge in der Klimamap Recklinghausen

Bis zum 28.02.2017 haben sich an der Erstellung der „RE.klimamap“ insgesamt 53 Teilnehmer mit 133 Einträgen beteiligt. Von den 133 Einträgen sind 63 Problemmeldungen und 70 Ideen und Maßnahmenvorschläge. Rund 50% der Beiträge zu Problemen beziehen sich auf den Themenbereich Niederschlag, 40% sind Meldungen zu Hitzeproblemen und 8% der Einträge sind dem Bereich Wind zugeordnet worden (Abb. 5.6).

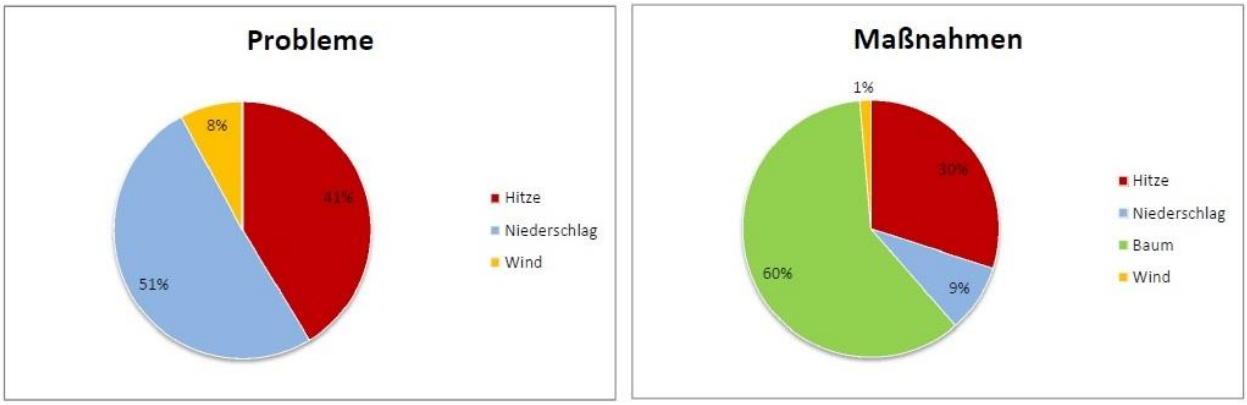

Abb. 5.6 Verteilung der Einträge in die Klimamap Recklinghausen auf die verschiedenen Themenfelder

Probleme

Die Hitzeproblematik konzentriert sich im Bereich der Recklinghäuser Innenstadt und südlich davon. Häufigste Anmerkungen sind an diesen Stellen zu hohe Versiegelungsgrade und mangelnder Luftaustausch. Bei starker Sonneneinstrahlung kommt es im Innenstadtgebiet deswegen zu hohen Temperaturen. Ebenfalls bemängelt werden mehrere Orte, an denen kein Schatten zu finden ist. So beispielsweise an der Martinstraße, auf dem westlichen Kirchplatz der St. Peter Kirche oder dem Konrad-Adenauer Platz. Bei letzterem kritisiert der Bürger des Weiteren die geringe Kühlleistung durch mangelnde Verdunstungsprozesse. Auch in den Randbereichen Recklinghausens wurden Meldungen zu Hitzebelastungen vermerkt. Entlang der Hochstraße in Recklinghausen Hochlarmark wird angemerkt, dass zu wenig schattenspendende Bäume vorhanden sind, sodass es im Sommer zu hohen Temperaturen kommt und man keine Möglichkeit hat sich abzukühlen. Am Höhenweg, an der Sachsenstraße und an der Esseler Straße in Recklinghausen Essel wurde festgestellt, dass die Fahrbahndecken den hohen Sommertemperaturen nicht standhalten.

In Bezug auf Starkniederschläge wurden über einen Großteil des Stadtgebiets Hinweise eingetragen. Eine Konzentration von Einträgen ist im östlichen Stadtgebiet, insbesondere in Hillen zu finden. Dort wird von regelmäßigen Überflutungen von Straßen, Gärten und Kellern bei Starkregen berichtet. Eine Vielzahl von Einträgen befasst sich mit dem Wegschwemmen des Oberbodens von Feldern oder anderen Bodenbelägen. Dies führt dazu, dass Straßen verschmutzt werden und der Wasserabfluss behindert wird. Am Froschkönigweg wird die wassergebundene Wegbefestigung an Hanglagen ausgespült, so dass heute keine geeignete Befestigung mehr vorhanden sein soll. Ein weiteres Problem stellen die Unterführungen an der Sachsenstraße sowie der Maybachstraße dar. Diese stehen bei Starkregen unter Wasser. Ebenso wird an mehreren Stellen darauf hingewiesen, dass Gullideckel durch Laub oder Abfälle blockiert sind und der Abfluss gestört wird.

Für das Problemgebiet Starkwind ist nur eine geringe Menge an Einträgen gesammelt worden. Entlang der Castroper Straße weisen zwei Einträge auf Windschneisen hin, die durch die Rodung zahlreicher Bäume entlang des Beckbruchwegs und der ehemaligen Halde entstanden zu sein scheinen. An der Brombergerstraße sollen sich die Windverhältnisse durch den Bau des Max-Born-Berufskollegs geändert haben, so dass Anwohner mit stärkeren Windböen zu kämpfen haben.

Maßnahmen
Aufgrund einer Pressemeldung (RZ online) von Ende Dezember 2016 wurden mit 60% besonders viele Kommentare zu möglichen Baumpflanzungen abgegeben. Weitere 30% entfallen auf den Themenbereich Hitze, etwa 9% nehmen Bezug zum Niederschlag und lediglich rund 1% der Beiträge liefern Ideen zum Problemfeld Wind.

Schwerpunktbereiche für Anpflanzungsvorschläge sind die Innenstadt, die Westfalenstraße in Recklinghausen Hochlarmark sowie die Langobardenstraße im Osten der Stadt. Neben den optischen Vorzügen einer begrünten Straße machen die Bürger darauf aufmerksam, dass die Schadstoff- und Hitzebelastung durch die Anpflanzung von Bäumen reduziert werden kann. Vielerorts kritisieren sie außerdem, dass Bäume gefällt worden sind, ohne das Ersatzpflanzungen stattgefunden haben. So beispielsweise im Gewerbegebiet Richardstraße oder an der Wilhelmstraße.

Maßnahmenvorschläge zur Hitzeproblematik konzentrieren sich meist auf den gleichen Raum, in dem die Probleme gesehen werden. Für den bereits erwähnten Konrad-Adenauer Platz werden besonders fundierte Maßnahmenvorschläge gemacht. Der Bürger fordert die Integration verdunstungsstarker Pflanzbeete, die die Kühlleistung der Fläche erhöhen sollen. Der Auftrag von Mutterboden soll außerdem für eine tiefgründige Durchwurzelung sorgen, was den Wasserentzug optimieren soll. Durch die Anpflanzung schattenspendender Bäume soll die direkte Sonneneinstrahlung reduziert werden, sodass sich die Temperaturen an diesem Ort mindern. Des Weiteren wird vorgeschlagen eine hydrologische und ökologische Verbindung zum renaturierten Hellbach zu entwickeln. Weitere Vorschläge für das Stadtgebiet ist die Begrünung und Entsiegelung von Parkplätzen, Dachbegrünung und die Einplanung von mehr Grün- und Freiflächen.

Für die Castroper Straße, welche offensichtlich anfällig für Überschwemmungen ist, wird von den Bürgern vorgeschlagen, die Entwässerung für dieses Gebiet zu verbessern. Gullideckel sollen aufnahmefähiger sein und sollten nicht mehr von parkenden Autos oder Laub verdeckt werden. Das Volumen des vorhandenen Regenrückhaltebeckens sollte vergrößert werden bzw. weitere Regenrückhaltebecken geplant werden.

Der einzige Kommentar zur Reduzierung von Problemen bei Starkwind stellt sich als falsch zugordnet heraus, sodass zu diesem Themenbereich leider keine Ideen festgehalten werden konnten.

Die Auswertung der statistischen Daten zum Alter sowie zum Wohnort sehen wie folgt aus (Abb. 5.7): Mit über 60% ist die deutliche Mehrheit der Teilnehmer zwischen 30 und 65 Jahren alt. Die Gruppe der 18 bis 30-jährigen erreicht einen Anteil von rund 10%. 4,5% der Teilnehmer sind 65 Jahre oder älter. Lediglich ein Bürger, der jünger als 18 war hat sich beteiligt, sodass der prozentuale Anteil dieser Altersgruppe weniger als 1% beträgt. 22% der Bürger haben keine Angaben zu ihrem Alter gemacht.
Über den Wohnort haben rund 75% der Teilnehmer ausgesagt, dass sie in Recklinghausen wohnen. Circa 2% arbeiten lediglich dort. Ebenfalls 22% haben keine Angabe hinterlassen.

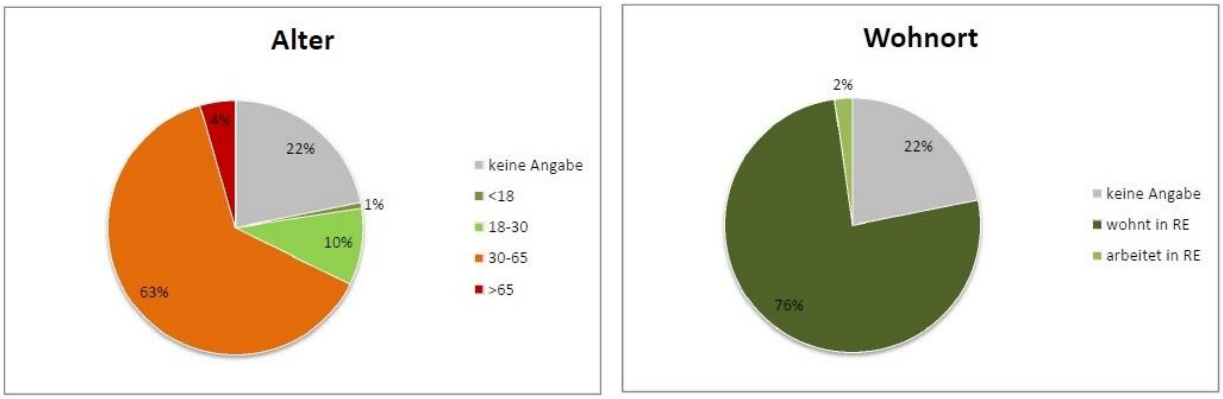

Abb. 5.7 Herkunft der Einträge in die Klimamap Recklinghausen

5.4 Handlungsempfehlungen zielgruppenspezifischer Öffentlichkeitsarbeit

Die Anregung der Akteure kann über zielgruppenspezifische oder auch niedrigschwellige, öffentlichkeitswirksame Aktionen geschehen. Die Einbindung von bereits aktiven Akteuren, wie Initiativen oder Vereine in Themenbereichen der Klimaanpassung kann zur Überzeugung von weiteren Akteursgruppen beitragen. Oftmals kann bei der aktivierenden Öffentlichkeitsarbeit mit einzelnen, sorgfältig vorbereitet und platzierten Aktionen, wie beispielsweise zielgruppenspezifischen Veranstaltungen, mehr erreicht werden als mit einer flächendeckenden Variante oder Häufung von Aktionen. Insbesondere für langfristig zu verankernde öffentliche Kampagnen vor Ort ist es sinnvoll, den Wiedererkennungswert über ein Logo, eine Wortbildmarke oder einen Leitspruch zu erhöhen.
Öffentlichkeitsarbeit sollte zudem immer im Kontext der aktiven Beteiligung gesehen werden. Sie sollte genutzt werden, um ausgewählte Partizipationsbestrebungen anzukündigen, zu dokumentieren und die Mediation zwischen in Konflikt stehenden Akteuren anzuregen. Vor dem Hintergrund der Motivation zur Partizipation können moderierte Bildungs- und Diskussionsveranstaltungen zu einer aktiven Beteiligung der relevanten Zielgruppen genutzt werden.
Die Information von Akteuren, d.h. die reine Wissensvermittlung, erfolgt beispielsweise über Informationsmaterialien. Eine Kombination kommunikativer Aktionen (Flyer, Broschüren, Rundfunkinterviews, Pressemitteilungen, etc.) mit konkreten Ereignissen und Veranstaltungen ist besonders dann ratsam, wenn geringe finanzielle und personelle Ressourcen zur Verfügung stehen. Wichtig ist dabei, dass eine anschauliche, zielgruppenspezifische Kommunikation und Darstellung der Inhalte erfolgt und ein Ansprechpartner für eventuell auftretende Rückfragen zur Verfügung steht. Hier könnte der WhatsApp-Service der Stadt Recklinghausen sinnvoll genutzt werden.

Eine breite Beteiligung über die Einzelakteure hinaus ist wesentlich, um Klimaanpassungspotentiale und die vorhandenen Bedarfe sowie die sich daraus ergebenen Möglichkeiten gemeinsam mit den zentralen Zielgruppen kontinuierlich analysieren zu können. Für die unterschiedlich intensive Einbindung der Akteure von der Information und Motivation über die Beteiligung bis hin zur direkten Kooperation in Netzwerken können verschiedene Methoden herangezogen werden. Die Formate der Öffentlichkeitsarbeit können innerhalb der Stadtverwaltung angewandt werden (interne Maßnahmen) sowie für die weiteren in Abbildung 1 beschriebenen Akteursgruppen genutzt werden (externe Maßnahmen). Die Tabelle 5.1 zeigt die Kategorien interner und externer Maßnahmen sowie die Intensität, mit

der die Akteursgruppen eingebunden werden können. Einige exemplarische Handlungsempfehlungen werden im Anschluss detailliert beschrieben.

Tab. 5.1 Übersicht der Öffentlichkeitsarbeitsinstrumente geteilt nach internen und externen Maßnahmen aus Sicht der Stadtverwaltung sowie Einordnung nach Information, Beteiligung und Kooperation (Quelle: EPC).

Interne Maßnahmen	Interne/ Externe Maßnahmen	Externe Maßnahmen
Interne Umsetzung	**Veranstaltungen**	**Außendarstellung**
Interne Kommunikation **Mailverteiler** **Beirat und Ausschuss** **Organisation** **Personalentwicklung**	**Panel-, Podiumsdiskussion** **Agendakonferenz** **Ausstellung, Fachkonferenz** **Stadtfest** **Exkursion, Ortsbegehung,** **Aktivierendes Spiel** Workshop, World Café, Planungswerkstatt, Arbeitsgruppe Trialoge, Open Space, Charretteverfahren **Planning for Real**	**Logo** **Slogan** **Webseite** **Informationsmaterial**
	Vernetzung	**Medienarbeit**
	Akteursgespräch, Befragung, Interview **Kooperative Entwicklung von Programmen, Konzepten und Plänen** **Online-Dialog** **Runder Tisch, Mediation**	**Pressemitteilung** **Anzeige** **Artikel**

Möglichkeiten der Einflussnahme/Partizipation nach Abstufungen:
Information **Beteiligung/ Mitwirkung** **Kooperation/ Mitentscheidung**

Interne Maßnahmen

Interne Umsetzung: Organisation

Zielgruppe: Verwaltung und lokale Politiker

Die interne Umsetzung spielt eine entscheidende Rolle für die Planung und Ausführung der Öffentlichkeitsarbeit. In einer effektiven Organisationsstruktur müssen die entsprechenden Verantwortlichkeiten durch ausgewählte Ansprechpartner sowie Koordinationsstellen frühzeitig festgelegt sein, um das Thema erfolgreich einzubringen. Dieses Thema wird ausführlich in dem Kapitel 8 „Akteursgruppen und ihre Rollen bei der Umsetzung des Klimaanpassungskonzepts in Recklinghausen“ beschrieben und mit konkreten Vorschlägen für eine Verankerung in der Stadtverwaltung hinterlegt. Es ist wichtig, die politischen und verwaltungstechnischen Entscheidungsträger und somit die strategische Steuerung, Zielsetzung und Entwicklung sowie Umsetzung der Öffentlichkeitsmaßnahmen zusammenzubringen.

Interne / Externe Maßnahmen

Veranstaltungen: Paneldiskussion/ Podiumsdiskussion

Zielgruppe: Lokale Akteure – Verwaltung

Die Planung und Durchführung eines so genannten Experten-Panels in Form einer öffentlichen Podiumsdiskussion zielt darauf ab, Planer und Verwaltungsvertreter mit den lokalen Akteursgruppen und Ihren Vertretern ins Gespräch zu bringen und gezielte Themenschwerpunkte von verschiedenen Seiten zu beleuchten. Insbesondere planerische Aspekte sowie Möglichkeiten und Hemmnisse in Hinblick auf die spätere Umsetzung von Klimaanpassung stehen im Mittelpunkt der moderierten Diskussion. Folgende Aspekte werden berücksichtigt:

- Ein zentrales Thema wird vorab festgelegt und mit den Diskutanten abgestimmt,
- Die Diskussion wird durch einen Moderator gelenkt,
- Das Podium ist öffentlich; die Vernetzung zwischen Fachleuten und Interessensgruppen steht dabei im Vordergrund,
- Mediale Übertragung (Funk, Fernsehen) oder Presse vor Ort ist möglich,
- Dauer: ca. 1 – 2 Stunden.

Veranstaltungen: Agendakonferenz

Zielgruppe: Lokale Akteure - Verwaltung

Bei dem Format der Agendakonferenz handelt es sich um eine aus dem Prozess der Lokalen Agenda 21 abgeleiteten Beteiligungsmethode. Die Prozessbegleitung und -unterstützung langjähriger Strategien stehen hier im Fokus. Der Klimaanpassungsprozess in der Stadt Recklinghausen kann mit diesem Instrument resümiert und eine aktuelle Bestandsaufnahme sowie Bewertung der bisherigen Entwicklungen vorgenommen werden. Die Agendakonferenz zielt gleichzeitig darauf ab, Leitbilder für die künftige Entwicklung und konkrete Aktionen für eine Umsetzung zu entwickeln.

Die Veranstaltung wird in ihren verschiedenen Phasen durchgängig begleitet und in Abhängigkeit der Teilnehmerzahl (mindestens 30 bis maximal 200 Personen) mit verschiedenen Methoden moderiert. Bei einer hohen Teilnehmerzahl kann in Kleingruppen gearbeitet und die Ergebnisse anschließend in einer Plenarsitzung zusammengeführt werden. Die Agendakonferenz kann entsprechend der Komplexität des Themas und Stand des Prozesses zwischen einem bis zu sieben Tagen andauern. Die Moderation der Veranstaltung sollte durch eine professionelle und fachlich kompetente Person erfolgen.

Veranstaltungen: Exkursion, Ortsbegehung, aktivierendes Spiel

Zielgruppe: Lokale Akteure (insbesondere Bürger) – Verwaltung (Planer)

Unterstützend zu Agenda- und Diskussionsveranstaltungen sollen zielgruppenspezifische Exkursionen wie Rundgänge, Besuche oder Ortsbegehungen an ausgewählten Standorten angeboten werden. Die Termine für die Exkursionen können bereits auf den diversen Veranstaltungen (z.B. Informationsveranstaltungen, Podiumsdiskussionen, Planungswerkstätten) angekündigt werden, um das Engagement und Interesse der jeweils involvierten Akteure zu fördern.

Ziel ist es, neben der reinen Informationsweitergabe auch die Planungsprozesse zu veranschaulichen, Akteure untereinander zu vernetzen und dabei den lokalen Bezug herauszustellen:

- Die verschiedenen Exkursionsformate unterstützen die Planungsprozesse visuell durch geführte Informationsrundgänge beispielsweise zu ermittelten Hotspots der Stadt.
- Die Teilnehmenden tauschen sich hierbei mit Fachleuten aus, informieren sich und erläutern ihre Ideen.
- Wenn die Ortsbegehungen mit spielerischen Aufgaben kombiniert werden, können oft neue Sichtweisen und Erkenntnisse über den Ort gewonnen werden (siehe Kap. 5.5: „Betroffenheitscheck“ und „Raumbewertung“).
- Ortsbegehungen können mit sozialen Aktivitäten wie z.B. einem Grillabend oder Fest an den Standorten verknüpft werden. Im optimalen Fall können bereits geplante Festivitäten vor Ort genutzt werden, um das Projektvorhaben vorzustellen.

Veranstaltungen: Planungswerkstatt/ -workshop

Zielgruppe: Verwaltung (Planung, Bau-/Wohnungswirtschaft) –lokale Akteure (Bürger)

Das Format Planungswerkstatt/-workshop, zu der in erster Linie die relevanten Akteure aus Verwaltung, Planung und Wohnungswirtschaft, aber auch die Bürger eingeladen werden, dient insbesondere dem direkten Austausch zwischen der planenden Verwaltung, weiteren Experten und Bürgern. Die Basis der Diskussionen bilden bereits vorhandene Nutzungsideen, beispielsweise aufbauend auf den Ergebnissen einer Ideenwerkstatt. Bereits entwickelte Klimaanpassungsmaßnahmen und Strategien werden in der Veranstaltung weiterentwickelt und räumlich im Planungsgebiet verortet.

Die Werkstatt / der Workshop ermöglicht es allen Akteuren, sich über den bisherigen Arbeitsprozess zu informieren, die Ergebnisse kennenzulernen, zu diskutieren und weitere Ideen in den Kommunikations- und Partizipationsprozess einzubringen. Des Weiteren können Erfolgsfaktoren für den Prozess definiert werden, insbesondere in Hinblick auf Konfliktlösungen zwischen beteiligten Akteursgruppen. Die Ergebnisse fließen anschließend in weitere Entscheidungs- und Planungsprozesse ein (siehe als Beispiel den im Rahmen des Klimaschutzbeirates während der Konzepterstellung initiierten Beteiligungsworkshop).

Die eintägige Veranstaltung stellt sich mit folgenden inhaltlichen und konzeptionellen Blöcken dar:

- Kurze Einführung in die Thematik und Vermittlung von aktuellen Informationen zum Stand der Analyse und Planungen,
- Interaktiver Workshop in Form einer Planungswerkstatt oder eines Planspieles an verschiedenen Thementischen (offener Charakter – Teilnehmer können sich ihre Impulse setzen, sich an den laufenden Diskussionen beteiligen oder einfach zuhören),
- Auswertung und Diskussion.

Veranstaltungen: Charretteverfahren | Charretteverfahren

Zielgruppe: Stadtverwaltung (Planer) – Lokale Akteure (insbesondere Bürger, weitere Fachakteure)

Beim Charretteverfahren handelt es sich um eine öffentliche Planungsmethode, die direkte Beteiligung von Bürgern, (Projekt-)Planern, Entscheidungsträgern und anderen Fachakteuren ermöglicht. Die

Veranstaltung ist öffentlich und dient der Initiierung, Steuerung und Konzeptionierung von Bau- und Planungsprozessen.
Das Verfahren ist ideal für die Integration von Klimaanpassungsaspekten in der Gestaltung eines Stadtquartiers oder anderer städtebaulicher Entwürfe. Die Planer erhalten einen Einblick in die Wünsche und Bedarfe der betroffenen Akteure und können diese anhand unterschiedlicher Planungsalternativen abwägen. Die Bürger und weiteren Fachakteure erhalten im Gegenzug Einblicke in die Restrukturierungen und Hemmnisse, die den Projektplanern vorliegen. Das aktivierende und dynamische Format eignet sich daher bei der Entwicklung von Lösungen und Erarbeitung von Kompromissen. Das Charretteverfahren kann in drei Phasen gegliedert werden:

- Auftaktveranstaltung zur Vorstellung des Vorhabens,
- Hauptveranstaltung zum Austausch zwischen den unterschiedlichen Akteursgruppen und Fachexperten,
- Abschlussveranstaltung zur Abstimmung der Ergebnisse und Handlungsschritte mit Politik und Verwaltung.

Veranstaltungen: Open Space

Zielgruppe: Lokale Akteure (u.a. Bürger) - Fachexperten
Bei dem Format Open Space handelt es sich um eine sogenannte „Großgruppenmethode“. Die Veranstaltung ist in hohem Maße selbstverantwortlich organisiert. Die Tagesagenda und Schwerpunkte werden durch die Teilnehmenden festgelegt und anschließend in frei gebildeten, nicht-fixen Arbeitsgruppen bearbeitet. Inhaltlich wird den Teilnehmern ausschließlich das Leitthema vorgegeben. Dieses wird in dem offenen Format kreativ und ungezwungen besprochen. Ziel der Veranstaltung ist neben dem offenen Meinungsaustausch die Verabredung von künftigen Handlungsschritten und dem Lösen von Problemen.

Vernetzung: Akteursgespräch, Befragung, Interview

Zielgruppe: Lokale Akteure - Fachakteure
Ein wichtiges Element zur praktischen Einbeziehung lokaler Akteure sowie Experten und Entscheider aus Planung, Verwaltung und Wissenschaft stellt die Durchführung von strukturierten Akteursgesprächen, Interviews und Befragungen dar. Ziele dieser Gespräche sind insbesondere:

- Information der Akteure über Ziele, Methoden und aktuelle Projektstände
- Vorstellung und Diskussion möglicher Planungs- und Investitionsszenarien
- Anforderung eines Feedbacks zu ausgewählten Teilen des Maßnahmenkataloges

Für die Durchführung der Akteursgespräche, die jeweils maximal 60 Minuten dauern sollten, wird ein vorab strukturierter Fragebogen mit themen- sowie zielgruppenrelevantem Präsentationsmaterial vorbereitet (Gesprächs-/Präsentationsmappe). Die Akteursgespräche sollten ausgewählte Vertreter der Fachbereiche sowie wichtige Vertreter der lokalen Akteursgruppen einbeziehen. Nach den Gesprächen findet eine kurze, zusammenfassende Auswertung der Ergebnisse in Form eines Kurzprotokolls statt.

Vernetzung: Online-Dialog

Zielgruppe: Lokale Akteure (u.a. Bürger) - Fachexperten

Ein Online-Dialog ist eine über das Internet organisierte und moderierte Akteursbefragung und -kommunikation, die für den Durchführungszeitraum als dauerhafte und barrierefreie Diskussionsplattform fungiert. Im Fokus dieser Maßnahme steht das Sammeln von neuen Ideen und deren Diskussion. Sie kann dazu dienen, ein Feedback der Beteiligten zu Planungsvarianten zu erhalten, Priorisierungen zu erstellen oder auch bestehende Konflikte zu entschärfen. Insbesondere Online-Plattformen mit integrierten GIS -Funktionalitäten erleichtern den partizipativen Planungsprozess. Ein internetbasiertes Geoinformationssystem (WebGIS) wie die Klimamap Recklinghausen (siehe Kap. 5.3) bietet mittels interaktiver Karten und Stadtpläne die Möglichkeit, die Öffentlichkeit unmittelbar an den Planungs- und Entscheidungsprozessen zu beteiligen. Das kartengestützte, partizipative Instrument eignet sich besonders gut, um explizites Fachwissen sowie die Bedürfnisse von Anliegern abzufragen und in die Planungen zu integrieren. Diese Informationen können im einfachen Fall der Erläuterung von Planungsständen und Umsetzungsvorschlägen dienen. In einem weiteren Schritt sollten die Akteure über Kommentarfunktionen in die Lage versetzt werden, sich aktiv am Planungsprozess zu beteiligen.

Vernetzung: Runder Tisch, Mediation

Zielgruppe: Lokale Akteure (Bürger, Fachakteure) - Verwaltung

Runde Tische werden vor allem dann eingesetzt, wenn sich unterschiedliche Interessenvertreterinnen und -vertreter unversöhnlich gegenüberstehen und eine mittelfristige Schlichtung unabdingbar ist. Ziel der Maßnahme „Runder Tisch“ ist die Konsensfindung zwischen widerstreitenden Interessenansprüchen. Hierbei diskutieren Vertreterinnen und Vertreter unterschiedlicher Interessengruppen gleichberechtigt ein kontrovers diskutiertes Sachproblem und versuchen es gemeinsam zu lösen. Im Idealfall ist das generierte Ergebnis von großer Verbindlichkeit, da alle Betroffenen aktiv beteiligt waren. Eine neutrale Moderation bzw. Mediation sowie eine Protokollierung des Verfahrens sind notwendig.

Externe Maßnahmen

Außendarstellung: Informationsmaterial

Zielgruppe: Alle Zielgruppen

Zur Unterstützung der Akteursinformation wird eine gezielte Öffentlichkeitsarbeit betrieben. Für die jeweiligen Projektideen und Klimaanpassungsmaßnahmen werden kurze Informationen zusammengestellt, die online und als Druckwerk veröffentlicht werden. Im Mittelpunkt steht dabei eine Informationsbroschüre / ein Handout für die jeweiligen Akteure vor Ort. Das Handout wird kontinuierlich aktualisiert und dient auch als richtungweisende, zusammenfassende Projektdarstellung. Die Publikationen werden im Rahmen akteurs- und projektspezifischer Veranstaltungen angeboten sowie bei allen persönlichen Kontakten übergeben. Eine möglichst in die Startwebseite der Stadt Recklinghausen eingebundene Themenseite dient als zentrale Informations- und Kommunikations- und Beratungsplattform. Diese thematisch gut gestaltete Webseite sollte neben Veranstaltungshinweisen, verschiedene aufbereitete Informationen, wie praktische Anpassungstipps und Links, vor allem auch ein Einstiegsberatungsangebot beinhalten. Einen wichtigen Teil dieses Beratungsangebotes machen Verweise zu unabhängigen Experten innerhalb und außerhalb der städtischen Verwaltung aus.

Medienarbeit: Pressemitteilung, Artikel, Anzeigen

Zielgruppe: Alle Zielgruppen

Ein wichtiger Bereich ist die Kommunikation nach außen. Diese sollte in regelmäßigen Abständen und professionell über die öffentlichen Kanäle der Stadtverwaltung erfolgen. Mit Pressemitteilungen und ähnlichen Formaten können Fachakteure und Bürger gleichermaßen über aktuelle Vorgänge informiert und zu Veranstaltungen eingeladen werden.

Die in diesem Kapitel beispielhaft vorgestellten Instrumente der Öffentlichkeitsarbeit müssen nicht ausschließlich einzeln betrachtet werden. Für die Entwicklung und Durchführung von Maßnahmen bietet sich meist eine Kombination der Formate an. Bestimmte Prozesse können und sollten vorrangig von Fachakteuren eingeleitet und entwickelt werden. Abbildung 2 gibt einen Überblick wie innerhalb von Arbeitsgruppen/-kreisen Klimaanpassungsmaßnahmen und Strategien für die Stadt erarbeitet werden könnten.

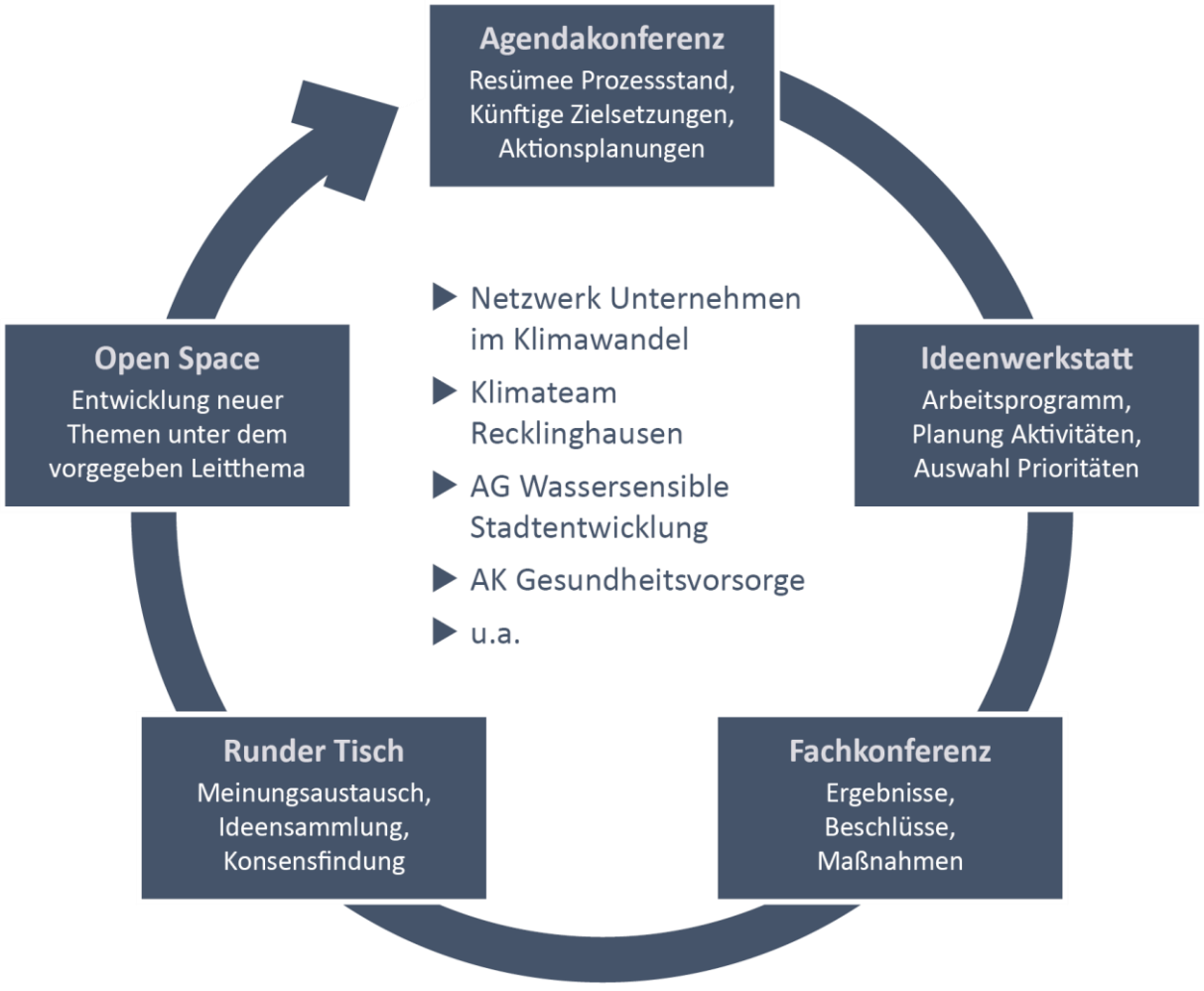

Abb. 5.8 Fachakteure - Zusammenspiel verschiedener Öffentlichkeitsarbeitsformate und beispielhafte Beteiligung von thematischen Akteursgruppen/ Netzwerken (Quelle: EPC)

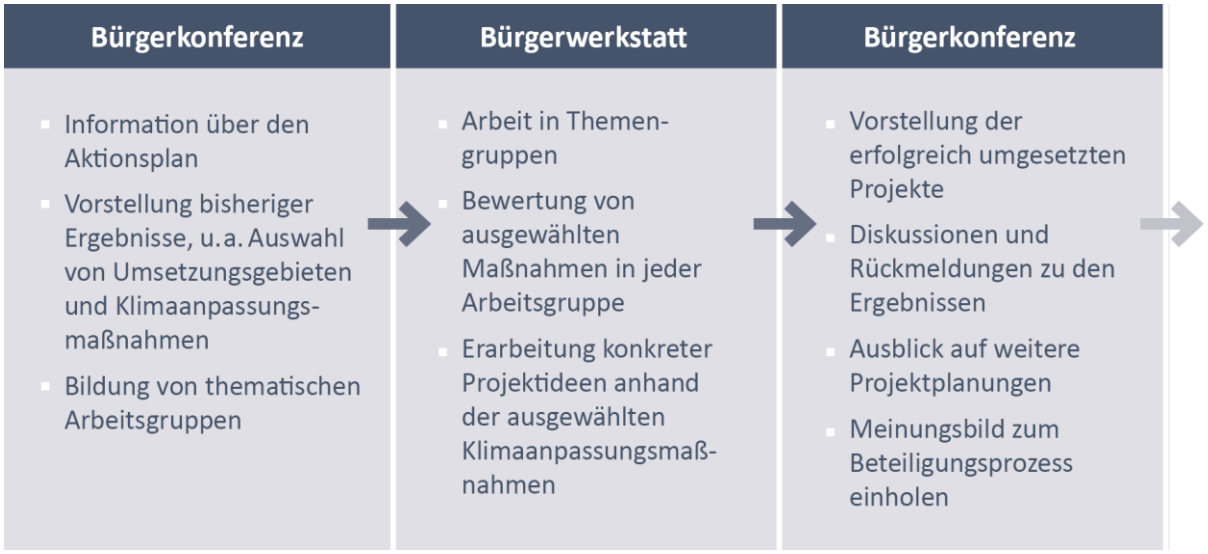

Abb. 5.9 Bürgerbeteiligung – Beispielhafter Ablauf einer Bürgerbeteiligung mit verschiedenen Formaten der Öffentlichkeitsarbeit (Quelle: EPC)

Eine frühzeitige Bürgerbeteiligung an Klimaanpassungsprozessen ist unabdingbar. Dazu gehört z.B. die Erstellung von umfangreichen Informations- und Beteiligungsangeboten, um das Thema bei der Zielgruppe langfristig zu verankern. Die Einbindung der Anwohner ist besonders dort notwendig, wo vor Ort Veränderungen am äußeren Lebensumfeld der betroffenen vorgenommen werden sollen. Für die Darstellung von Vorhaben und Konzepte bietet sich auch die Bürgerkonferenz/ Bürgerwerkstatt (Abb. 5.9) als Instrument zur Informationsweitergabe, aber auch zur Diskussion an.

5.5 Bewertung öffentlicher Räume unter dem Aspekt „Klimaanpassung

Kurzanleitung

Ziel: In den letzten Jahren erleben wir immer häufiger Extremwetterereignisse wie Hitzewellen, Starkregenereignisse, Hagel und Stürme. Der Klimawandel hat uns längst erreicht und Wissenschaftler gehen davon aus, dass sich die Änderungen künftig weiter verstärken werden.
Wenn wir unsere Lebensqualität dauerhaft erhalten wollen, müssen wir unsere Städte künftig an das sich ändernde Klima anpassen. In den Sommermonaten fehlt es an vielen Plätzen an Kühlung und Schatten, Starkregen hingegen kann ungewollte Überschwemmungen verursachen. Die Stadt und BürgerInnen können gemeinsam mit verschiedenen Maßnahmen zu einer gelungenen Anpassung beitragen.
Das Spiel soll dazu beitragen bei den Teilnehmenden ein Bewusstsein für die Auswirkungen des Klimawandels in den städtischen Räumen zu schaffen. Gleichzeitig werden Anpassungsmaßnahmen kennengelernt und konkrete Handlungsoptionen vor Ort sichtbar gemacht.

Ort: Ausgewählte öffentliche Plätze

Ablauf: Die TeilnehmerInnen erhalten pro Kleingruppe einen laminierten Kartenausschnitt des ausgewählten Standortes, auf dem sie nach klimarelevanten Aspekten den Standort bewerten sollen: Positiv

eingeschätzte Bereiche werden mit grünen Aufklebepunkten auf der Karte markiert, negative Aspekte der Räume mit roten Punkten.
Gemeinsam mit dem Moderator wird diese Einschätzung kurz ausgewertet. Im zweiten Bewertungsschritt erhalten die Teilnehmer Aufklebeetiketten mit verschiedenen Raumelementen, mit denen Sie konkrete Verbesserungsvorschläge auf der Karte platzieren können. Im Anschluss stellt jede Gruppe ihre Klimaanpassungsmaßnahmen vor und diskutiert diese in der Gesamtgruppe.

Abb. 5.10 Maßnahmen zur Klimaanpassung bei der Raumgestaltung (Quelle: EPC)

Tab. 5.2 Maßnahmen zur Klimaanpassung bei der Raumgestaltung

Beispiele für klimarelevante Raumgestaltung	
Entsiegelung und Verwendung wasserdurchlässiger Materialien	Abkühlung durch Entfernen von Aufheizflächen, Versickerung von Oberflächenwasser statt Ableitung in die Kanalisation
Erhöhung von Grünvolumen	Vermeidung von Aufheizflächen, Abkühlung durch Verdunstung
Oberflächen aufhellen	Reduktion der Wärmeabsorption/-speicherung in Bodennähe sowie auf Fassaden und Dachniveau
Schattenplätze schaffen durch Vegetation, bauliche oder technische Strukturen	Vermeidung von Aufheizflächen
Bewegtes Wasser einsetzen	Abkühlung durch Verdunstung

Betroffenheitscheck | Klimawandel

Kurzanleitung

Ziel: Eigenwahrnehmung von Risiken des Klimawandels schärfen - Die TeilnehmerInnen überprüfen im „Betroffenheitscheck“ ihre eigene Anfälligkeit gegenüber den Folgen des Klimawandels.

Ort: Benötigt wird entweder eine Treppe mit mindestens 18 Stufen, alternativ ein öffentlicher Platz auf dem Gehwegplatten als Markierung dienen oder es wird Kreide für die Bodenmarkierung verwendet.

Ablauf: Moderator nennt zunächst das Ziel des Spiels. Der erste Themenblock wird inhaltlich (Text) vorgestellt – die Teilnehmer sehen währenddessen die Themenkarte. Zu jedem Themenblock kann ein Beispielfoto gezeigt werden. Der Moderator geht anschließend chronologisch alle Aussagen für den Betroffenheitscheck durch. Kann ein/e TeilnehmerIn mit „Ja“ auf eine Aussage antworten, kann er / sie eine Stufe aufsteigen bzw. einen Schritt weitergehen. Nachdem alle drei Themenblöcke abgefragt worden sind, können die TeilnehmerInnen prüfen, inwieweit sie in den drei Lebensbereichen durch den Klimawandel eingeschränkt werden.

Freizeit + Gesundheit

Themenkarte:

Der Klimawandel hat einen erheblichen Einfluss auf unsere Gesundheit, die gesundheitlichen Folgen von Hitzestress belasten ältere oder kranke Menschen und Kleinkinder am stärksten. Im Jahr 2003 gab es in Europa ca. 70.000 Todesopfer verursacht durch eine besonders stark ausgeprägte Hitze-welle. Auch indirekte Folgen wirken sich auf uns aus. Es besteht eine erhöhte Gefährdung durch veränderte Krankheitsbilder. Mildere Wintermonate begünstigen zudem die Ausbreitung verschiedenster Krankheitsüberträger wie Zecken und Stechmücken. Neben der Gesundheit sich auch Freizeitaspekte betroffen, Ski-, Eis- und Schlittenfahrten sind beispielsweise nicht mehr in allen Urlaubsgebieten möglich.

Aussagen für den Betroffenheitscheck:
(1) Ich bin über 65 Jahre alt
(2) Ich habe ein Kind/ Enkelkind von unter sechs Jahren
(3) Ich fühle mich bei Hitze oft schlapp bzw. unwohl
(4) Während Hitzeperioden kann ich nur schlecht schlafen
(5) Ich habe gesundheitliche Beschwerden (z.B. Herz-, Kreislauf-, Atemwegsprobleme)
(6) In der Sonne bekomme ich schnell einen Sonnenbrand

Wohnen + Wirtschaftsaspekte

Themenkarte:

Wir halten uns zu einem großen Teil in unseren eigenen vier Wänden auf, auch hier spielen die Folgen des Klimawandels mitunter eine größere Rolle als uns vielleicht bewusst ist. Dichte Wohngebiete ohne Frischluftschneisen heizen sich im Sommer schnell auf, das ist mitunter bis in die späten Nachtstunden zu spüren. Finanziell ist der Klimawandel ebenso wahrzunehmen, ob Sturmschäden am Haus oder Garten, Ernteausfälle in der Landwirtschaft oder Ausfälle / Mehrkosten in der Schifffahrt und Urlaubsgebieten.

Aussagen für den Betroffenheitscheck:
(1) In meiner Wohnung ist es im Sommer oft unangenehm heiß
(2) Im Sommer habe ich häufiger verdorrte Pflanzen im Garten/ auf dem Balkon
(3) Mein Wohnumfeld ist kaum begrünt und stark versiegelt
(4) Ich habe in meinem Wohnumfeld (< 1.000m) keinen Zugang zum Wasser (See, Brunnen, etc.)
(5) Ich hatte bereits Sturmschäden oder Überflutungsschäden am Haus/ im Keller
(6) Ich habe in der Vergangenheit meine Versicherung zur Begleichung von Schäden durch Extremwetter- oder Naturereignisse in Anspruch genommen

Arbeitsplatz + Öffentliches Leben

Themenkarte:

Mit dem fortschreitenden Klimawandel ist im Sommer zunehmend mit Hitzeperioden von über 30°C zu rechnen. Für Arbeitnehmer ist die Belastung durch lange Hitzeperioden unter Umständen besonders spürbar. Aufgeheizte Räume oder dauerhafte Sonneneinwirkung im Freien können die Leistungsfähigkeit stark beeinträchtigen. In den öffentlichen Bereichen können sich die Auswirkungen des Klimawandels ebenso bemerkbar machen. Hitzewellen können die Klimaanlagen in Fernzügen ausfallen lassen, Extremereignisse die Gleise blockieren und so Reisen stark erschweren. Öffentliche Spiel- und Sportplätze können sich in den Sommermonaten zu kleinen Wärmeinseln entwickeln.

Aussagen für den Betroffenheitscheck:

(1) Manchmal weiß ich an heißen Tagen gar nicht, wo ich hingehen soll
(2) Ich konnte meinen Zielort durch Hochwasser, blockierte Bahngleise, etc. schon öfters nicht erreichen
(3) Mein Kind / Enkelkind kann sich im Hochsommer nicht auf den Spiel- oder Sportplatz aufhalten
(4) Ich bin bei jeder Wetterlage auf öffentliche Transportmittel für den Dienstweg angewiesen
(5) Ich arbeite im Sommer im Freien
(6) Ich habe an meinem Arbeitsplatz keine ausreichenden Schutzmaßnahmen für heiße Tage (Schutz vor übermäßiger Sonneneinstrahlung im Büro, Schutzausrüstung im Freien, Zugang zu Trinkwasser und anderen Getränken, etc.)

5.6 Der Workshop im Klimaschutzbeirat

Am 24.11.2016 wurde im Rahmen des Projektes „Klimaanpassungskonzept Recklinghausen“ ein Workshop zu dem Thema: „**Klimaanpassungsmaßnahmen für die Recklinghäuser Innenstadt“** durchgeführt. Den Kontext für den Workshop im Stadthaus A bildete die Sitzung des Klimaschutzbeirates. Ziel des Workshops war es, anhand von Kartenmaterial geeignete, innovative Ideen und Maßnahmen zur Verbesserung der klimatischen Situation des Altstadtbereiches herauszuarbeiten.

An Thementischen sollten die Mitglieder des Klimaschutzbeirates ihre Ideen diskutieren und in einer Karte des Pilotgebietes sowie textlich am Flipchart festhalten. Die so erarbeiteten Maßnahmenideen zur Verbesserung des Innenstadtklimas sollen in Hinblick auf die Entwicklung des Maßnahmenplanes für das Klimaanpassungskonzept einer Prüfung unterzogen werden. Einige der umsetzbaren Maßnahmen sollen anschließend in das Maßnahmenpaket übernommen werden.

5.6.1 Inhalte und Ablauf der Veranstaltung

Tab. 5.3 Ablauf der Veranstaltung

Moderation	Dr. Ulrich Eimer, EPC Bochum
Begrüßung und Einführung	Begrüßung durch Herrn Einck, Vorsitzender des Klimaschutzbeirates Einführung in den Workshop durch Dr. Ulrich Eimer
Teil I: Vorträge zum Klimaanpassungskonzept Recklinghausen	Klimaanpassung in Recklinghausen Marianne Härtl-Hürtgen, Stadt Recklinghausen Vorstellung der klimatologischen Ist- und Belastungssituation im Modellgebiet Dr. Monika Steinrücke, K.PLAN Bochum
Diskussion	
Teil II: Workshop	Erläuterung der Vorgehensweise Arbeiten an zwei Tischen Ergebnisdarstellung und Diskussion

Abb. 5.11 Arbeit in den Diskussionsgruppen

Im Workshop sollten die Mitglieder des Klimaschutzbeirates in zwei Arbeitsgruppen mögliche Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel für das vorgestellte Modellgebiet diskutieren und möglichst auf einer Karte verorten.

Es bilden sich zwei thematische Arbeitstische:

- Schwerpunkt: Grün in die Stadt,
  unter der Leitung von Andreas Meier, Masterstudent der RUB

- Schwerpunkt: Belüftung und Winddiskomfort,
  unter der Leitung von Steffen Schrödter, K.PLAN Bochum

Die Arbeitsergebnisse können der nachfolgenden Bilddokumentation entnommen werden.

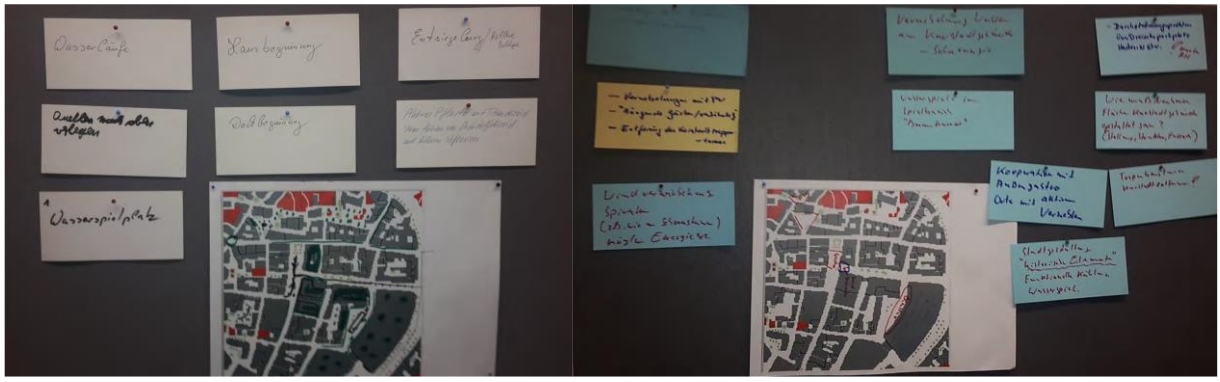

Abb. 5.12 Ergebnisse der Arbeitsgruppen

Im Anschluss an die Gruppenarbeit, werden die Ergebnisse im Plenum präsentiert. Es wurden u.a. nachfolgende Maßnahmenvorschläge vorgestellt:

- Klimaangepasste Bauweise und Gebäudeausrichtung
- Photovoltaikanlagen auf Parkdächern – Verschattung und Gewinnung von Strom zur Eigennutzung (z.B. Palais Vest)
- Entsiegelung von Straßenraum und Plätzen
- Anlage von Wasserflächen, Brunnen
- Erstellung von Leitfäden für Bürger (Vertikale Gärten, Fassadenbegrünung, Fassadengestaltung [Farben])
- Unterstützung zivilgesellschaftlicher Projekte (z.B. „urbanes Gärtnern“)
- Erhöhung der Rückstrahlungseffekte (Albedo) durch helle Fassadengestaltung (gilt ebenso für Straßenbelag)
- Fassaden- und Dachbegrünung
- Sicherung der Luftzirkulation durch Gebäudeöffnungen (Abriss von Gebäuden)
- Nutzung von erhöhten Windgeschwindigkeiten zur Kühlung und zum Betrieb von Kleinwindanlagen auf Dächern / Erzeugung von Verwirbelungen zur Kühlung der Fußgängerwege
- Gestaltungselemente zur Verschattung (Vordächer, Balkone, Sonnensegel, Fensterläden, Vertikallamellen)
- Verschattung durch Bäume: hierbei sollte darauf geachtet werden, dass die Bäume keine Lüftungsschneisen „verbauen“
- Aufstellen von Vernebelungsanlagen in der Nähe von Restaurants
- Anreize schaffen, um vorgenannte Maßnahmen für die Umsetzung durch den Bürger attraktiver zu gestalten

5.6.2 Kurzfazit aus der Veranstaltung und der Diskussion

Während des Workshops diskutierten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sehr angeregt an den Thementischen. Neben den Einzelergebnissen wurden im Anschluss auch Möglichkeiten diskutiert, wie verschiedene Maßnahmen zur Klimaanpassung im Innenstadtbereich realisiert werden können.

In diesem Zusammenhang ist ein enger Austausch mit der Wirtschaftsförderung in Hinblick auf die verfügbaren Mittel zur Steigerung der Attraktivität der Innenstadt wünschenswert. Zudem liegt ein „Handlungskonzept Altstadt“ vor, in dem Handlungsempfehlungen zur Anpassung an den Klimawandel eingebracht werden könnten. Ein Programm zur Fassadengestaltung wird zudem vom Fachbereich 62 geführt und bearbeitet.

Im Einzelnen sollten Maßnahmen zur Klimaanpassung auch bei der Umsetzung des Bebauungsplanes „Paulusanger/östliche Kemnastraße“, speziell der Grünordnungsplanung, berücksichtigt werden. Dies wäre auch im laufenden Prozess noch möglich.

Die verschiedenen Maßnahmenvorschläge flossen als Szenarien in die Modellierung der Wirksamkeit von Klimaanpassungsmaßnahmen ein. Die Ergebnisse sind im Kapitel zur Modellierung der Altstadt (Kap. 4.1.1) eingeflossen und wurden im Mai 2017 im AGGU vorgestellt.

5.7 Verstetigung von Klimaanpassung durch Öffentlichkeitsarbeit

Das Thema Klimaanpassung ist heute kaum im Bewusstsein von breiten Bevölkerungsgruppen und wichtigen Entscheidungsträgern verankert. Mit Hilfe der vorgeschlagenen Öffentlichkeitsarbeit sollten wichtige Akteursgruppen in Recklinghausen für das Thema sensibilisiert und für die Beteiligung aktiviert werden. Die Grundlage für zukünftige Handlungsvorschläge für die Öffentlichkeitsarbeit ist die Entwicklung einer Verstetigungsstrategie. Als Ausgangspunkt für die weitere Öffentlichkeits- und Partizipationsarbeit kann beispielsweise eine Ist-Analyse zur bisherigen Ansprache dienen. Anhand der Checkliste in Abbildung 5.11 kann eine Ist-Analyse zum Einfluss der durchgeführten Öffentlichkeitsarbeit auf die Akteursgruppen in Recklinghausen durchgeführt werden. Folgende grundsätzliche Fragen sollten dabei geklärt werden:

Langfristig lässt sich die erfolgreiche Integration des Themas Klimaanpassung in die Stadtentwicklung anhand der umgesetzten Klimaanpassungsmaßnahmen und Projekte messen. Erst in der Umsetzung wird sich zeigen, ob die Verstetigung des Konzepts und seiner Inhalte innerhalb der Stadt Recklinghausen gelungen ist.

- Welche Akteursgruppen konnten nur schlecht oder nicht eingebunden werden und welche Gründe können dafür eine Rolle gespielt haben?
- Wie wurden einzelne Maßnahmen und Aktionen angenommen? Konnten damit die gewünschten Ergebnisse erzielt werden?

Der Verstetigungsprozess sollte kontinuierlich in der Stadt Recklinghausen kommuniziert werden. Ziel der öffentlichkeitswirksamen Veranstaltungen ist die Verankerung der Verstetigungsthemen im Gebiet und die Übernahme von Verantwortung durch die Hauptakteure. Die Veranstaltungen können genutzt werden, um öffentlichkeitswirksame Verabredungen mit der städtischen Verwaltung und politischen Akteuren zu künftigen Entwicklungen und zuständigen Ansprechpartnern zu treffen. Zusätzlich sollten langfristige Mitwirkungsmöglichkeiten für lokale Akteure in Recklinghausen etabliert werden, beispielsweise über Beratungsangebote für urbanes Gärtnern, den Ausbau von Bürgerbeteiligungsformen, Bildungskampagnen zur Klimaanpassung an Schulen/ Kindertagesstätten oder über regelmäßige wiederkehrende Formate wie Klimarundgänge und Gartenfeste.

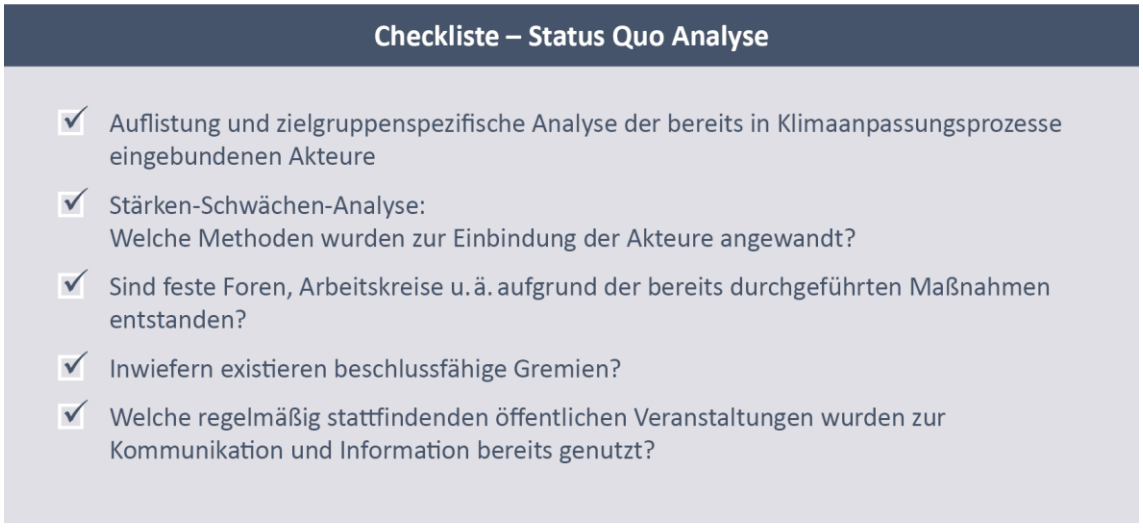

Abb. 5.11 Liste zur Überprüfung bisheriger Einflussnahme durch die Öffentlichkeitsarbeit

6. Maßnahmenkatalog zur Anpassung an den Klimawandel

Während es in den heißen Klimazonen der Erde schon immer einen klimaangepassten Städtebau (z. B. enge Gassen mit Verschattung der Hauswände, helle Oberflächen) gegeben hat, ist in unseren Regionen ein Umdenken erforderlich, um eine Anpassung an die Folgen des Klimawandels zu erreichen. Es muss eine Umgestaltung der Stadt-, Quartiers- und Gebäudearchitektur stattfinden, um eine Verminderung der zukünftigen Belastungen durch die Folgen des Klimawandels zu erreichen. Zur Erstellung eines systembezogenen Handlungskatalogs (siehe Anlage **„Katalog der Maßnahmensteckbriefe zur Klimaanpassung“)** werden für jedes Problemfeld bzw. jeden thematischen Vulnerabilitätsbereich (Hitzebelastung und Trockenheit (orange Steckbriefe) und Extremniederschläge (blaue Steckbriefe)) die vorhandenen bzw. im Rahmen der Gefährdungs- und Risikoanalyse erarbeiteten Informationen zusammengestellt. Darauf aufbauend können Maßnahmen oder Maßnahmenbündel empfohlen und mit anderen Problemfeldern abgeglichen werden, z. B. welche Interaktionen mit Anpassungsmaßnahmen in anderen Problembereichen (z. B. Extremniederschläge mit Hitze) oder Verantwortungsbereichen bei der Planung und Umsetzung zu beachten sind.

Die im Katalog der Maßnahmensteckbriefe zur Klimaanpassung (siehe Anlage) zusammengestellten Klimaanpassungsmaßnahmen sind unterteilt nach unterschiedlichen Maßstabsebenen. Der farblich markierte räumliche Bezug unterscheidet Maßnahmen zur Anpassung der Stadtstruktur an den Klimawandel (grün, Steckbriefe S1 bis S5), Maßnahmen zur Anpassung auf Quartiersebene (gelb, Steckbriefe Q1 bis Q18) und Anpassungsmaßnahmen auf Gebäudeebene (rosa, Steckbriefe G1 bis G10). Einige Maßnahmen haben keinen räumlichen Bezug (Steckbriefe M1 bis M5), die entsprechende Tabellenzeile ist weiß. Alle Maßnahmen werden in Form von Steckbriefen mit einer ausführlichen Beschreibung, ihren Anwendungsbereichen, eventuell auftretenden Synergien und Zielkonflikten sowie Akteuren, Kooperationspartner, Zielgruppe und Umsetzungsinstrumenten vorgestellt. Tabelle 6.1 zeigt den Aufbau der Steckbriefe mit einem Beispiel zur Hitzereduzierung (orange) auf Stadtebene (grün).

Tab. 6.1 Aufbau der Steckbriefe zur Klimaanpassung

Titel	**S1: Erhalt und Schaffung von Luftleitbahnen**
Räuml. Bezug	Stadtstruktur
Relevanz	Sehr hoch
Beschreibung	
Erwartete Auswirkungen	
Synergien	
Zielkonflikte	
Akteure **Kooperationspartner** **Zielgruppe**	♦
Umsetzungsinstrumente	

Bei der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen ist die Zusammenarbeit verschiedener Bereiche innerhalb der Kommune ein entscheidender und das Ergebnis beeinflussender Faktor. In vielen Kommunen finden einzelne planerische Verfahren (z. B. Bauleitplanung, wasserwirtschaftliche Planung) überwiegend getrennt oder zeitlich nachgeschaltet statt. Dementsprechend schwer ist es, unterschiedliche Belange in die jeweils anderen planerischen Verfahren einzubringen. Insbesondere die Belange derjenigen kommunalen Ressorts, die lediglich als Träger öffentlicher Belange in Planungsverfahren eingebunden sind (z. B. Gesundheitsressort), finden im Rahmen der Umsetzung nur selten Berücksichtigung.
Durch eine integrierte Zusammenarbeit der verschiedenen Planungsbereiche zu einem möglichst frühen Zeitpunkt der Maßnahmenplanung besteht die Möglichkeit, die verschiedenen Belange frühzeitig zu bündeln, besser untereinander abzuwägen und möglichst in Einklang zu bringen. Eine integrierte Zusammenarbeit kann ergänzend zur schriftlichen Abfrage von Stellungnahmen im Rahmen regelmäßiger Ressortbesprechungen oder projektbezogener ressortübergreifender Arbeitsgruppen erfolgen. Mögliche Zielkonflikte von Maßnahmen können durch eine integrierte Planung mit Beteiligung verschiedener Ressorts entschärft werden, Synergien aufgedeckt und genutzt werden. Durch die integrierte Zusammenarbeit verschiedener Planungsbereiche kann der Besprechungsaufwand in den Kommunen zwar anwachsen, letztlich wird die Planungsarbeit durch frühzeitige Absprachen aber erleichtert und qualitativ verbessert.

Einige Anpassungslösungen des Handlungskatalogs wie zum Beispiel Dachbegrünungen oder die Begrünung von Straßenzügen machen keinen Sinn, wenn nicht zuvor die baulich-technischen Voraussetzungen wie Dachstatik oder der Verlauf von Leitungstrassen und Kanälen im Straßenbereich abgeklärt werden. Sollen Anpassungsmaßnahmen für ganze Stadtviertel entwickelt werden, ist die Durchführung einer technischen Machbarkeitsstudie sinnvoll, die z. B. klärt, welche Dächer sich zur Begrünung eignen. Das bedeutet gleichzeitig aber auch einen gewissen Aufwand im Vorfeld der Planungen.
Ein effizienter Einsatz von Anpassungslösungen ist nur dann möglich, wenn man in der Lage ist, Bereiche zu identifizieren, in denen ein Handlungsbedarf besteht, und abzuschätzen, mit welcher Strategie und mit welchem Einsatz ein möglichst hoher Kosten-Nutzen-Quotient erreicht wird. Sollen Auswirkungen einer beabsichtigten Veränderung der Stadtstruktur vorausgesagt werden, ist der Einsatz eines numerischen Simulationsmodells eine sinnvolle Lösung.

Übergeordneter Aspekt für fast alle Anpassungslösungen ist auch die Schaffung eines (politischen) Bewusstseins für die Umsetzungsbereitschaft von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel. Diese Überlegungen stellen grundsätzliche Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen dar und sollten deshalb am Anfang stehen. Neben den öffentlichen Institutionen sind auch die Bürgerinnen und Bürger aufgerufen, sich in Zukunft verstärkt mit den Fragen des Klimawandels und den Möglichkeiten zur Anpassung im eigenen Umfeld zu engagieren. Bürgerinnen und Bürger treffen Entscheidungen in ihrem privaten Umfeld und können somit einen wichtigen Beitrag zur Klimaanpassung leisten. Das eigene Haus, der eigene Garten und angrenzende Bereiche bieten dazu ein großes Betätigungsfeld. Nicht zuletzt auch gewerbliche und industrielle Investoren können durch ihre raumbestimmenden Entscheidungen einen wichtigen Beitrag zum Gelingen des Anpassungsprozesses beisteuern. Daher ist die Information und aktive Beteiligung von Akteuren, Bürgerinnen und Bürgern sowie von privaten Einrichtungen an den Planungen und Umsetzungen für eine klimaangepasste Stadt besonders wichtig. Ziele dieser Maßnahmen sind neben der Informationsvermittlung vor allem der aktive Einbezug der Beteiligten in Planung und Umsetzung.

6.1 Anpassungsmaßnahmen auf verschiedenen Maßstabsebenen

Maßnahmen zur Anpassung der Stadtstruktur

Langfristig umzusetzende Maßnahmen fallen in den Bereich der Freiraumplanung. Aufgrund der sehr langsamen Geschwindigkeit eines nachhaltigen Stadtumbaus besteht hier ein hoher Handlungsdruck für die Stadtplanung. Anpassungsmaßnahmen für Veränderungen, die sich erst in der Zukunft ergeben, müssen bereits heute beginnen. Im Bereich der Siedlungswasserwirtschaft sind Maßnahmen zur Verminderung des Oberflächenabflusses durch Flächenentsiegelung und Verbesserung der Rückhalte- und Versickerungsmöglichkeiten kurzfristig umsetzbar.

Anpassungsmaßnahmen auf Quartiersebene

Kurzfristig umzusetzende Maßnahmen zur Anpassung der städtischen Infrastruktur an den Klimawandel sind Begrünungs- und Entsiegelungsmaßnahmen im Straßenraum. Ebenfalls kurzfristig umsetzbar ist die Schaffung von kleineren offenen Wasserflächen im Stadtbereich. Maßnahmen gegen eine Fehlfunktion des Kanalisationssystems und zur Minderung von Schadenspotenzialen bei Überflutungen verlangen meist einen höheren technischen und finanziellen Aufwand und sind nur mittel- oder langfristig umsetzbar.

Anpassungsmaßnahmen auf Gebäudeebene

Kurzfristig umzusetzende Maßnahmen zur Reduzierung der Hitzebelastung im städtischen Raum auf Gebäudeebene sind Dach- und Fassadenbegrünungen. Veränderungen im Gebäudedesign, wie die Gebäudeausrichtung, Hauswandverschattung, Wärmedämmung und der Einsatz von geeigneten Baumaterialien können als mittelfristige Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel zusammengefasst werden.

In der Anlage „**Katalog der Maßnahmensteckbriefe zur Klimaanpassung“** werden die einzelnen Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel jeweils als doppelseitiger Steckbrief zu einem Maßnahmenkatalog zusammengestellt. Der Katalog enthält 38 Steckbriefe mit einem jeweiligen Bezug zum Stadtgebiet von Recklinghausen.

6.2 Maßnahmenplan für die Biotopverbund- und Grünplanung

Nicht an jedem Ort innerhalb eines Siedlungsgebietes ist es aus stadtklimatischer Sicht sinnvoll, Begrünungen vorzunehmen. Zusätzlich spielt die Art der Begrünung eine große Rolle. Beispielsweise ist bei Bäumen ihre Gestalt von entscheidender Bedeutung: Bäume mit breiten, tief ansetzenden Kronen können Frischluftschneisen verstopfen und somit zumindest örtlich einen negativen Effekt bewirken. Gleiches gilt für breite Strauchbeete mit relativ hochwachsenden Bodendeckern und Hecken, die ebenfalls eine Barriere für Luftströmungen darstellen könnten, wenn sie andererseits auch eine günstige Staubfilterwirkung aufweisen. Schließlich ist die Wahl der Arten bzw. ihrer innerartlichen Sippen (bei Kulturpflanzen Sorten = Kultivare) bedeutend, einerseits in taxonomisch-spezifischer Hinsicht, andererseits hinsichtlich ihrer Wuchsformentypen, die bei Sorten relativ klar sind, bei allgemeinen Herkünften oder gebietsheimischem Pflanzgut nicht ohne Weiteres vorausgesagt werden können.

Grundsätzlich sollten die Begrünungselemente in erster Linie der thermischen und der lufthygienischen Komponente des Stadtklimas dienlich sein. Um dem Biodiversitätsschutz entgegen zu kommen, sollte dann die Schnittmenge mit entsprechenden Arten gesucht werden. Ein grundsätzliches Patentrezept existiert allerdings nicht, das eine Allgemeingültigkeit für alle Standortsituationen selbst bei sonst maximaler Vergleichbarkeit versprechen kann. Hinzu kommt, dass bestimmte Eigenschaften von Pflanzen, die als geeignet erscheinen, andererseits hinsichtlich eines anderen Klimafaktors wiederum ungünstig sein können. So sind Bäume mit großflächigen Blättern als Feinstaubfilter zunächst günstig, eine große Blattoberfläche kann aber ein Problem für zunehmende Trockenheit sein, weil eine höhere Verdunstungsrate erzielt wird; andererseits sind Bäume mit schmalen Blättern besser widerstandsfähig gegenüber Verdunstung, fangen aber erheblich weniger Feinstaub ab. Schließlich existieren art- und sortenspezifische Wirkungen, die trotz laufender Forschungsprojekte und bereits existenter Arten- und Sortenlisten (für Stadt- bzw. Straßenbäume) nur teilweise bekannt sind. Es ist damit für den jeweilig zu betrachtenden Einzelfall – der jeweilige Straßenzug, die jeweilige Siedlung – nach einer Lösung zu suchen.

Im Stadtgebiet von Recklinghausen fällt bereits die Menge an thermophilen Pflanzenarten auf, die eindeutige Hinweise für eine Klimaerwärmung darstellen. Allerdings sind nur vergleichsweise wenige dieser Arten geeignet, um im Rahmen eines Klimaanpassungskonzeptes maßgebliche Beiträge zu liefern. Erhaltung und Förderung von Biodiversität münden konzeptionell in der Biotopverbund- und Grünplanung.
Die entsprechenden Arten der Ruderalflora, wie sie in den Siedlungsbereichen häufig auftreten, weisen vergleichsweise wenig Biomasse auf. Als häufige niedrigwüchsige Arten sind zu nennen: Einjähriges Rispengras (*Poa annua*), Gleichblättriger Vogel-Knöterich (*Polygonum arenastrum*), Quendelblättriges Sandkraut (*Arenaria serpyllifolia*), Niederliegendes und Kronblattloses Mastkraut (*Sagina procumbens, S. micropetala*), Kriechender Sauerklee (*Oxalis repens*), Knäuel-Hornkraut (*Cerastium glomeratum*), Kahles Bruchkraut (*Herniaria glabra*), Breit-Wegerich (*Plantago major*), Vogel-Sternmiere (*Stellaria media*), Feld-Ehrenpreis (*Veronica arvensis*) weiterhin – mitunter etwas hochwüchsiger: Drüsiger Nachtschatten (*Solanum decipiens*), Gewöhnliches Greiskraut (*Senecio vulgaris*), Löwenzahn-Arten (*Taraxacum* spp.; darunter „Stadtarten“ wie *T. debrayi*), Hirtentäschelkraut (*Capsella* spp.), Verkannter Saat-Mohn (*Papaver confine*), Strahlenloser Kamille (*Matricaria discoidea*) etc. Von der Flächendeckung machen diese Arten wenig aus, es sei denn sie würden dicht gesät oder Tritt und „Unkrautentfernung“ würden eingestellt. Aber selbst dann ist ihr Effekt eingeschränkt. Selbiges gilt für

die eigentlichen Wärmezeiger, die lokal auch häufig sind – wie Kleines und Japanisches Liebesgras (*Eragrostis minor, E. scholzii*), Bluthirse (*Digitaria sanguinalis*), Grüne Borstenhirse (*Setaria viridis*) sowie weitere Hirsen-Arten. Abhilfe könnten hier (mit Bäumen in Kombination) Rasenflächen schaffen, die vor allem durch Schnitt niedrig gehalten werden. Durch Trittbelastung würden diese dann ruderale Mikrostandorte bilden, an denen sich Arten der Ruderalflora ansiedeln würden. Hier könnte aber generell ein Pilotprojekt angesetzt werden, was sich mit entsprechender Boden- bzw. bodennaher Begrünung beschäftigen würde.

Es folgt eine Liste empfehlenswerter Baumarten für Pflanzungen für Straßenbäume in Recklinghausen, die Aspekte von Klimaanpassung, Biodiversität und Pflanzungstradition zusammenbringt. Die Neuanpflanzung von Straßenbäumen muss sich prioritär an den Maßgaben der Klimaanpassung orientieren. Entsprechend sind hier häufig hochstämmige Bäume mit höher ansetzender, schmaler Krone geeignet. Unter Berücksichtigung der regionalen Pflanztraditionen und verwandter einheimischer Sippen seien daher entsprechende Sorten des Spitz-Ahorns (*Acer platanoides*) und der Hainbuche (*Carpinus betulus*) vorgeschlagen. Im Falle des Spitz-Ahorns handelt es sich bei der Sorte ’Columnare’ um die nach GALK-Straßenbaumliste (GALK 2015) empfehlenswerteste Sorte (Typ 1, 2, 3), die auch nach eigenen Beobachtungen allen Anforderungen gerecht wird; lediglich besteht bei starkem Blattlausbefall die Möglichkeit einer verstärkten Honigtauabsonderung. Bezüglich der Hainbuche ist die Sorte ’Frans Fontaine’ am besten geeignet; nach GALK (2015) sollen zwar vermehrt Spätfrostschäden auftreten können, dies konnte jedoch bei Beobachtungen an Pflanzungen als Stadt-Straßenbaum bisher nicht selbst bestätigt werden.
Bei den Baumarten zeigt sich neuerdings vermehrt, dass eigentlich auch gut verwendbare Arten bzw. Sorten mit zunehmendem Alter schneller abgängig sein können, mindestens aber aufgrund des Trockenstresses in der Stadt früher Herbstfärbung und Blattabwurf vornehmen können (Forschungsprojekte der TUM, Zentrum Stadtnatur und Klimaanpassung (ZSK), in München unter Leitung von Prof. Dr. S. Pauleit). Diesem Umstand könnte man zumindest hinsichtlich des ersten Aspektes begegnen, indem man dort (wo hinreichend Platz ist) einige Jahre nach der Ursprungspflanzung bereits einen jüngeren Baum nachpflanzt. Wenn die älteren Bäume dann entfernt werden müssen, bleiben die jüngeren Exemplare und ersetzen den oder die Altbäume.

Der Bewuchs auf Baumscheiben unterhalb sollte niedrig gehalten werden. Um die Biodiversität zu fördern, sind daher heimische Formen der Wilden Malve (*Malva sylvestris*) geeignet, um hier einen entsprechend niedrigen Wuchs zu erhalten. Ergänzt werden können indigene Bodendecker, wobei standörtlich Gundermann (*Glechoma hederacea*) geeignet erscheint; sinnvollerweise sollten heimische Vorkommen an trockeneren Standorten hierzu besammelt und vermehrt werden. Eine Auswahl für konkrete Örtlichkeiten sollte jedoch in Abstimmung mit örtlichen Pflanzenkennern bzw. hinreichend einschlägig kundigen Grünplanern erfolgen.

Kommentierte Liste der Zukunfts-Straßenbäume
Die Stadt Düsseldorf (Törkel 2015) legte unlängst eine Zukunftsbaumliste für ihren Zuständigkeitsbereich vor, die mit der GALK-Straßenbaumliste (GALK 2015) abgestimmt ist. Diese Liste berücksichtigt alle wesentlichen Aspekte für die Eignung entsprechender Baumarten und -sorten im Rahmen der Erfordernisse einer Klimaanpassung, stellt insofern einen wichtigen Meilenstein dar, ist jedoch zu umfangreich, um die sinnvollen Sippen herauszufiltern und enthält viele Sorten, bei denen Sinn, Nutzen und Tradition für eine regelmäßige Verwendung angezweifelt werden kann. Deshalb erschien es

wichtig, eine eigenständige Liste für die Verwendung als Straßenbäume vorzulegen, um Aspekte der Kulturtradition und Biodiversität hinreichend zu berücksichtigen. Dass es nicht *den* Baum gibt, der ausschließlich günstige Eigenschaften aufweist, wird bei derzeitigen Versuchen immer deutlicher (vgl. z. B. die Untersuchungen zu Hitzeschäden durch Uehre 2015). Es ist aber wichtig, sinnvolle Kompromisslösungen und maximal geeignete Bäume zu finden. Dazu vermag folgende Liste einen Beitrag leisten. In Städten können freilich weitere Sippen gepflanzt wird, z. B. wird man nicht grundsätzlich auf Platanen verzichten mögen, was in Parkanlagen auch kein Problem darstellt. Die Übersicht ist aber insbesondere auf Straßenbäume zugeschnitten. Unter den in Recklinghausen in der Vergangenheit verwendeten Baumarten findet sich vielfach der Christusdorn (*Gleditsia triacanthos*), der bislang mit der Erwärmung gut zurecht gekommen ist – er sollte auch nicht entfernt werden. Trotz guter Empfehlungen sollte nicht übersehen werden, dass Arten auch Sippen hervorbringen, die besser angepasst sind als die Eltern oder andere Vorkommen. Hier muss jedes Anpassungskonzept auch Labor sein, um entsprechende Typen zu erkennen. Die Berücksichtigung von Untersuchungen von Pauleit & al. (TUM, ZSK), z. B. wonach Linden in der Stadt die Hitze kaum noch zu ertragen scheinen (siehe auch Pressebericht „Bäume im Klimawandel: Amerikanische Ablöse für Linden“ unter https://www.tum.de/print/die-tum/aktuelles/pressemitteilungen/detail/article/33912/), kann Hinweise bieten, aber eigene Erfahrungen nicht ersetzen, zumal eigene Beobachtungen zeigen, dass beispielsweise Winter-Linden durchaus mit extremeren Wärmeverhältnissen zurechtkommen. Schließlich wird jede Stadt hier in den nächsten Jahrzehnten Erfahrungen sammeln müssen, um einwandfreie Empfehlungen vornehmen zu können. Unterschiedliche Anpassungen verschiedener Typen einer Art an extremere Klimaereignisse belegen bereits derzeit, dass zudem mit resistenteren und weniger resistenten Typen zu rechnen ist.

***Acer campestre* – Feld-Ahorn**
Diese möglicherweise einheimische Art spielt generell bei zukünftigen Pflanzungen eine bedeutende Rolle, in der Ursprungsform allerdings mehr als Einzel- und Gruppenpflanzungen in Parks und Anlagen sowie Straßen mit breitem Gehölzsaum. Für Siedlungsstraßen eignen sich die säulenförmigen bzw. aufrechten Sorten ’Fastigiata’ und ’Huibers Elegant’.

***Acer negundo* – Eschen-Ahorn**
Wird als invasive Schadart betrachtet, ist aber in NRW allenfalls örtlich invasiv. Ihr spontanes Auftreten kann in gleicher Weise wie bei der Ursprungsform genutzt werden; punktuell sind auch Pflanzungen möglich.

***Acer platanoides* – Spitz-Ahorn**
Die Ursprungsform kann in ähnlicher Weise wie die Ursprungsform des Feld-Ahorns und der Eschen-Ahorn genutzt werden; da diese häufig spontan auftritt, kann ihr Vorkommen an entsprechenden Stellen geduldet oder gefördert werden. Von den in der Düsseldorfer Zukunftsbaumliste genannten geeigneten Sorten können alle unter den entsprechenden Bedingungen verwendet werden. Besonders bedeutsam erscheint die Sorte ’Columnare’ (Typ 1, 2, 3) für enge Straßen (säulenförmig) sowie die Sorte ’Globosum’ mit kugelförmiger Krone (traditioneller Straßenbaum).

***Aesculus carnea* – Rote Rosskastanie**
Auf nicht zu verdichteten Böden und bei geringerem Versiegelungsgrad erheblich besser geeignet als die Gewöhnliche Rosskastanie, besonders in der attraktiven Sorte ’Briotii’.

***Ailanthus altissima* – Götterbaum**
Laut GALK (2015) nicht geeignet, weil Bruchgefahr und starke vegetative Ausbreitung. An geeigneten Stellen, wohl eher abseits der Straßenränder, aber durchaus brauchbar, weil klimaangepasst. Pflanzungen sind allerdings eher weniger sinnvoll, spontan auftretende Exemplare hingegen sollten geduldet und gefördert werden, wo es möglich erscheint. Ist als schadhaft invasiv eingestuft, was aber in NRW nur ganz lokal gilt.

***Alnus cordata* – Italienische Erle**
Spätfrostgefährdung und Schneebruchgefahr dürften in Recklinghausen nur eine geringe Rolle spielen, so dass dieser sonst bestens geeignete Stadtbaum (weiterhin) empfehlenswert ist. An geeigneten Stellen können Verjüngungen geduldet oder gefördert werden.

***Betula pendula* – Sand-Birke**
In der Ursprungsform an geeigneten Stellen gut brauchbar; spontane Vorkommen sind besser angepasst und sollten geduldet und gefördert, gegebenenfalls vermehrt werden, da sie entgegen den Angaben in den genannten Listen durchaus stadtklimafest sind, allerdings sind sonstige potenzielle Probleme zu beachten (siehe Törkel 2015).

***Carpinus betulus* – Hainbuche**
Geeignet sind die säulenförmigen Sorten ’Frans Fontaine’ und ’Fastigiata’, wobei die erstgenannte für dauernde Pflanzungen zu bevorzugen ist.

***Cornus mas* – Kornelkirsche**
Hochstämmige Kultivare sind als kleine Straßenbäume gut geeignet.

***Corylus colurna* – Baumhasel**
Als Straßenbaum insgesamt bewährt, in der Fruchtzeit allerdings unter Umständen sehr viele große Fruchtkomplexe abwerfend.

***Crataegus monogyna* – Eingriffeliger Weißdorn**
Die Sorte ’Stricta’ ist als kleiner Straßenbaum geeignet.

***Fraxinus angustifolia* – Schmalblättrige Esche**
Ist als Ursprungsform und in der Sorte ’Raywood’ als Stadtbaum geeignet.

***Fraxinus excelsior* – Gewöhnliche Esche**
Die Ursprungsform ist weniger geeignet als Straßenbaum, breitet sich aber spontan stark im urbanen Raum aus, daher an sinnvollen Stellen (keine engen Straßen) in der Stadt vermutlich verwendbar, wenn diese Herkünfte vermehrt werden (dürfen aber nicht zu alt werden, sonst ist Bruchgefahr gegeben). Die Sorte ’Altena’ kann an nicht zu trockenen Stellen als Straßenbaum verwendet werden, besser ist vermutlich noch die Sorte ’Geessink’.

***Fraxinus ornus* – Blumen-Esche**
An nicht zu schmalen Straßen in der Ursprungsform geeignet, an schmaleren Straßen besser in der Sorte ’Rotterdam’.

***Ginkgo biloba* – Ginkgobaum**
Geeignet als männliche Pflanzen (weibliche sollten wegen der stinkenden Früchte vermieden werden), vor allem die säulenförmige Sorte ’Fastigiata Blagon’.

***Juglans regia* – Walnuss**
Breitet sich aus, ist an geeigneten Stellen (breitere Säume) vornehmlich aus Spontanvorkommen sinnvoll zu erhalten; Anpflanzungen erscheinen nur lokal sinnvoll.

***Liquidamber styraciflua* – Amberbaum**
Die Ursprungsform und die Sorten sind bewährte, nicht zu stark wachsende Straßenbäume; für zu basische Böden nicht empfehlenswert.

***Malus tschonoskii* – Woll-Apfel**
Unter allen Apfelarten scheint nur diese Art besonders geeignet als Straßenbaum.

***Mespilus germanica* – Echte Mispel**
An geeigneten Stellen (nicht zu schmale Straßen) geeigneter Kleinbaum, jedoch eher einzeln.

***Prunus cerasifera* – Kirschpflaume**
In verschiedenen Sorten an nicht zu schmalen Straßen geeignet; abwechselndes Pflanzen von weiß-, rosa- und tiefrosablütigen Sorten kann eine attraktive Abwechslung ergeben.

***Pyrus calleryana* – Chinesische Birne**
In der Sorte ’Bradford’ sehr geeignet, die bewährte Sorte ’Chanticleer’ wirft häufiger Früchte, ist aber sonst ähnlich einzustufen.

***Quercus cerris* – Zerr-Eiche**
An nicht zu schmalen Straßen geeignet; verjüngt sich oft in Menge, an sinnvollen Stellen kann Jungwuchs geduldet bzw. gefördert werden.

***Sophora japonica* – Schnurbaum**
In den Sorten ’Columnaris’ und ’Princeton Upright’ gut als städtischer Straßenbaum geeignet, auch an stärker versiegelten Stellen.

***Sorbus aria* – Mehlbeere**
Vor allem in der Sorte ’Magnifica’ als Stadt-Straßenbaum gut geeignet, die Sorte auch an schmaleren Straßen.

***Sorbus intermedia* – Schwedische Mehlbeere**
Als Straßenbaum bewährt und geeignet, sehr windfest, vor allem die schmaler wachsende Sorte ’Brouwers’.

***Tilia cordata* – Winter-Linde**
Diese wie die folgende und die meisten anderen Linden sind wegen Honigtauabsonderung nicht immer beliebt, aber vor allem in der Sorte ’Greenspire’ günstig, letztere auch an schmaleren Straßen. Die Windbruchfestigkeit an städtischen Straßen bedarf aber – wie bei allen Linden – noch eingehenderer Studien.

***Tilia x europaea* – Kaiser-Linde**
In der Sorte ’Pallida’ gut geeignet, wenn die Straßen nicht zu schmal sind.

Beispiele konkret anwendbarer Möglichkeiten vor Ort

Weite Bereiche insbesondere des Nordostens der Recklinghausener City sind – abgesehen von *Pelargonium*-Töpfen zu Zierzwecken, denen kaum ein kühlender Effekt zukommen kann (schon aufgrund der geringen Größe des bewachsenen Bereichs) – ganz frei von Bepflanzungen. Dies können schmalere Straßen sein wie die Martinistraße – oder größere Plätze wie der Löhrhof, wo gerade einmal drei Silber-Ahorne auf dem großen Platz davor eingepflanzt sind.

Abb. 6.1 Nahezu vegetationsfreie Fläche hinter dem Palais Vest

Bei den schmaleren Gassen und Straßen können freilich nur pyramidenförmig wachsende bzw. schlankkronige Sorten eingesetzt werden. Abwägungen sind notwendig, wenn es sich um Frischluftschneisen handelt. In diesem Fall und generell auch bei größeren Straßenengen sollte über Möglichkeiten von Typen des „Vertical Gardening“ nachgedacht werden. Gräser, Würzpflanzen, Obst, Gemüse und Blumen werden in Behältnissen oder Halterungen parallel zu den Hauswänden angebracht (siehe die Pionierarbeit von Blanc 2009 und https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/). Auch in diesem Fall sind Kenntnisse über konkrete mildernde Effekte kaum bekannt und entsprechend muss berücksichtigt werden, dass es sich zunächst um ein Experimentierstadium handelt. Anzunehmen ist jedoch: Je mehr beständiges Grün (also nicht temporäres) hier angebracht wird, desto größer ist der anzunehmende Effekt.

Im Nordwesten der Altstadt ist hingegen teilweise ein günstiger Baumbestand vorhanden (am imposantesten eine uralte Blut-Buche (Naturdenkmal!) am Suberg-Restaurant mit weitreichender Schattenwirkung), der ausgebaut werden könnte. Konkrete Umsetzungen müssten jedoch individuell örtlich geprüft werden, bevor zu ungeordnete Maßnahmen zum Zuge kämen.

Abb. 6.2 Willy-Brandt-Park im nordwestlichen Teil der Altstadt Recklinghausen

Eine weitere Empfehlung bezieht sich auf die Parkplatzanlagen am Stadthaus südlich der City. Hier hat sich bereits eine nicht uninteressante Spontanflora angesiedelt. Diese könnte gefördert werden, wenn nur kleinere Bereiche mit gebundener Decke bzw. Schotter / Split erhalten bleiben würden und stattdessen mit Rasengittersteinen gearbeitet würde.

Abb. 6.3 Verschiedene Gestaltungen von Parkplatzflächen in Recklinghausen

7. Evaluation der Maßnahmen und Controllingkonzept

Für eine in die Zukunft gerichtete Kommunalplanung ist es unabdingbar, bereits zum jetzigen Zeitpunkt Klimaanpassung in aktuelle Planungen zu integrieren, um die Auswirkungen des Klimawandels so erträglich wie möglich zu gestalten. Um das Ablaufschema zur Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen und die „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“ langfristig und aktuell in die Planungsprozesse der Stadt Recklinghausen einzubeziehen, bedarf es eines mehrstufigen Controllingkonzeptes. Es enthält Aufgaben aus drei verschiedenen Themenfeldern, die auf drei unterschiedlichen Zeitachsen eine Rolle spielen. Die für die Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen Verantwortlichen aus den entsprechenden Fachabteilungen haben die Aufgabe, die Grundlageninformationen aktuell zu halten, eine Checkliste für Planungsvorhaben abzuarbeiten und die städtischen Ziele sowie erfolgte Anpassungsmaßnahmen zu evaluieren. Dabei sind einige Aufgaben permanent zu berücksichtigen und die Aktualisierungen im Zeitraum von 2-5 Jahren bzw. 5-10 Jahren durchzuführen. Die Kommunalpolitik kann dabei als Überwachungsinstrument zur Einhaltung der notwendigen Schritte fungieren. Das Controllingkonzept für die Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen in Planungsprozesse der Stadt Recklinghausen ist als Übersicht in der Abbildung 7.1 dargestellt.

7.1 Aktualisierung der Grundlageninformationen

7.1.1 Überwachung der Entwicklung der städtischen Wärmeinsel (permanent)

Da die Hitzebelastung eine zentrale Rolle für die Ausweisung von Gefährdungspotentialen im Zusammenhang mit dem Klimawandel spielt, ist eine permanente Überprüfung der Entwicklung der städtischen Wärmeinsel notwendig. Die Daten vorhandener Klimastationen und periodisch durchgeführte Messfahrten während sommerlicher Hitzeperioden stellen dazu eine ausreichende Datengrundlage zur Verfügung.
Auf der einen Seite kann die mögliche Zunahme von Hitzetagen im Innenstadtbereich verfolgt werden. Die Anzahl der Heißen Tage mit Temperaturmaxima von mindestens 30 °C hat sich in den vergangenen 100 Jahren schon mehr als verdoppelt. Hier kommt nach den Klimaprojektionen in den nächsten 50 Jahren nochmal ein Anstieg von rund 200 % dazu. Damit kann es im Zukunftsszenario 2051-2060 im Mittel über 30 Heiße Tage im Jahr geben.
Auch die Intensität der städtischen Hitzeinsel muss permanent überwacht werden. Die Temperaturdifferenz zwischen Freiland und Innenstadt in sommerlichen Strahlungsnächten mit einer Belastung durch nächtliche Hitze liegt aktuell bei 6 bis 8 Kelvin. Durch eine Analyse der Temperaturdifferenzen zwischen der Recklinghäuser Innenstadt und Freilandbereichen kann die Entwicklung der Hitzeinselintensität überwacht werden.

7.1.2 Aktualisierung der Zukunftsprojektionen (alle 2-5 Jahre)

Die im Klimaanpassungskonzept Recklinghausen verwendeten Klimaprojektionen beruhen auf den Ergebnissen des IPCC-Berichtes (Intergovernmental Panel on Climate Change) aus dem Jahr 2014. Bei einer zukünftigen Fortschreibung des Reports ist auch eine Aktualisierung der Zukunftsszenarien für

Recklinghausen notwendig. Da die Prognosen der zukünftigen Klimaentwicklung mit vielen Unsicherheiten verbunden sind, sollte die Berücksichtigung des Klimawandels bei Planungsfragen immer auf den neuesten verfügbaren Ergebnissen fußen.

7.1.3 Aktualisierung der Klimatopkarte und Fließwegekarte (alle 5-10 Jahre)

Die GIS-basierte Berechnung der Klimatopkarte für Recklinghausen, im Ist-Zustand ebenso wie im Zukunftsszenario 2051-60, erleichtert die zukünftige Aktualisierung dieses Kartenmaterials. Bestimmend für die Einteilung des Stadtgebietes in Klimatope ist die dominierende Nutzungsart sowie die thermale Situation an dem jeweiligen Ort. Entsprechend muss die Karte des Zukunftsszenarios aktualisiert werden, sobald die Ergebnisse der neuen Klimazukunftsprojektionen vorliegen. Beide Karten brauchen eine Aktualisierung, sobald sich die Flächennutzungen im Recklinghäuser Stadtgebiet in dem Maße geändert haben, dass diese Änderungen klimawirksam werden. In der Regel ist dies alle 10 Jahre der Fall.
Nutzungsänderungen, insbesondere veränderte Flächenversiegelungen wirken sich bedeutend auf die Karte der Fließwege im Recklinghausener Stadtgebiet aus. Deshalb muss auch diese Karte spätestens nach 10 Jahren aktualisiert werden.

7.2 Checkliste für Planungsvorhaben

7.2.1 Überprüfung von Bauvorhaben auf notwendige Anpassungsmaßnahmen

Für alle zukünftigen Planungsprozesse in der Stadt Recklinghausen sollte das im Kapitel 4.2 beschriebene Ablaufschema im Zusammenhang mit der „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“ in den Abwägungsprozess einbezogen werden.
In einem ersten Schritt ist eine Überprüfung der Lage der betroffenen Fläche im Stadtgebiet notwendig. Mit Hilfe der „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“ muss abgeglichen werden, ob die angestrebte Fläche ein Konfliktpotential aufweist, beispielsweise durch die Lage in einer Frischluftschneise oder einer Luftleitbahn, oder ob es sich um ein aktuelles oder zukünftiges Belastungsgebiet handelt. Ist dies zutreffend, so muss geklärt werden, um welche Art von Belastung es geht, Hitzebelastung und/oder Belastung durch die Folgen von Extremniederschlägen. Ab diesem Zeitpunkt muss eine Belastung, wenn zutreffend, bei jedem weiteren Schritt im Planungsverfahren mit berücksichtigt werden.
Für das Planungsvorhaben muss im Folgenden eine Zusammenstellung notwendiger und sinnvoller Anpassungsmaßnahmen entsprechend der Lage (Belastungsgebiet „Hitze“ und/oder Belastungsgebiet „Extremniederschlag“ oder außerhalb eines Belastungsgebietes) gemacht werden. Hierzu sind die Informationen aus der „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“ und der Maßnahmenkatalog heranzuziehen. Liegt ein Bebauungsplan vor, sollte dieser ämterübergreifend auf die Integration von entsprechenden Klimaanpassungsmaßnahmen überprüft werden.
Begleitend zum Planungsprozess ist eine Diskussion der notwendigen Maßnahmen mit beteiligten Akteuren, der Öffentlichkeit sowie der Politik vorzusehen. Auch die verschiedenen Bereiche und Ämter müssen in stärkerem Maße miteinander im Austausch stehen und kommunizieren.

7.2.2 Aktualisierung des Maßnahmenkatalogs zur Anpassung an den Klimawandel

In einem Zeitabstand von 2-5 Jahren muss der Maßnahmenkatalog überarbeitet und aktualisiert werden. Erkenntnisse aus der Evaluierung von umgesetzten Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel aus Recklinghausen genauso wie aus anderen Städten sollen in den Maßnahmenkatalog einfließen. Die Klimaanpassung in der Stadtplanung steckt noch in den Anfängen, gesicherte Evaluierungsergebnisse liegen daher erst in einigen Jahren vor.
Neue Erkenntnisse für die Möglichkeiten zur Klimaanpassung sowie eventuelle technische Neuentwicklungen müssen neu in den Maßnahmenkatalog aufgenommen werden. Dabei sind die neuen Maßnahmen entsprechend ihrer Maßstabsebene (Stadtstruktur, Quartiersebene, Gebäudeebene) und ihrer Synergien und Zielkonflikte zu beurteilen.

7.2.3 Aktualisierung der Belastungsgebiete in der „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“

Aus der im Rhythmus von 5-10 Jahren stattfindenden Aktualisierung der Klimatopkarten des Ist-Zustandes und des Zukunftsszenarios und der Karte der Fließwege verbunden mit aktuellen regionalen Klimaprojektionen ergibt sich die Notwendigkeit, die „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“ zu überarbeiten. Dabei sollten neben klimatischen Prognosen und Nutzungsänderungen im Stadtgebiet auch Prognosen zur demographischen Entwicklung in Recklinghausen einbezogen werden. Auf dieser Grundlage müssen die Abgrenzungen für die Belastungsgebiete bezüglich Hitze und bezüglich einer Überflutung im Falle von Extremniederschlägen neu berechnet werden. Dies sollte mindestens alle 10 Jahre erfolgen, um eine aktuelle Grundlage für das Handlungskonzept zur Klimaanpassung zu haben.

7.3 Evaluierung der Ziele / Anpassungsmaßnahmen

7.3.1 Evaluation von Maßnahmen durch mikroskalige Modellierungen

Die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Klimaelementen wie Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit oder Wind und einer Stadt sind so komplex, dass man die Folgen von baulichen oder anderen Veränderungen in einem Stadtviertel nicht ohne weiteres abschätzen kann. Sollen Auswirkungen einer beabsichtigten Veränderung der Stadtstruktur vorausgesagt werden, ist der Einsatz eines numerischen Simulationsmodells eine sinnvolle Lösung. Ein solches Simulationsmodell berücksichtigt die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen urbanen Klimafaktoren wie Bebauung und Vegetation und der Atmosphäre. Auf diesem Weg ist sowohl eine Planung zur Vermeidung von Belastungsräumen als auch die Optimierung bereits vorhandener Strukturen möglich.
Während rein qualitative Aussagen zu geplanten Maßnahmen meist von Experten getroffen werden können, ist die Quantifizierung einer Veränderung, beispielsweise der Lufttemperatur durch eine Parkanlage, nur mittels numerischer Simulation möglich. Eine ökologisch sinnvolle und ökonomisch effiziente Begrünung von städtischen Gebieten ist folglich nur möglich, wenn man in der Lage ist, Bereiche zu identifizieren, in denen ein Handlungsbedarf besteht, und abzuschätzen, mit welcher

Strategie und mit welchem Einsatz ein möglichst hoher Kosten-Nutzen-Quotient erreicht wird. Um einen Vergleich zwischen Ist-Zustand und verschiedenen Planvarianten zu ermöglichen, ist der Einsatz eines mikroskaligen Klimamodells erforderlich.

Bei größeren Planungsprozessen im Stadtgebiet sollte zur Evaluierung von möglichen Klimaanpassungsmaßnahmen immer eine mikroskalige Modellierung zum Einsatz kommen. Damit kann einerseits die beste Planvariante ermittelt werden. Ebenso wichtig ist aber auch die Möglichkeit, positive Auswirkungen von Anpassungsmaßnahmen anschaulich in die Öffentlichkeit und in die Akteursgruppen zu kommunizieren.

7.3.2 Überprüfung / Aktualisierung von städtischen Zielen

Viele der im Rahmen der Umweltplanung verfolgten Umweltziele leisten einen wichtigen Beitrag zur Klimaanpassung. Besonders Umweltqualitätsziele, die sich auf die Begrenzung der Neuversiegelung, die Mindestanteile unversiegelter Flächen, die Erhaltung der unbebauten Flächen, den Erhalt von Park- und Grünanlagen und die Regenwasserabkopplung beziehen, sind hinsichtlich der Klimaanpassung relevant.
Mit dem Instrument der „Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“ bieten sich im Zusammenhang mit der Erstellung von städtebaulichen Konzepten große Möglichkeiten für die Integration von Maßnahmen, die der Anpassung an das Klima dienen. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass Inhalte der Umweltplanung in der Abwägung der privaten und öffentlichen Belange im Bebauungsplanverfahren gegenüber Belangen, die einer Verbesserung des Stadtklimas nicht zuträglich wären, Berücksichtigung finden.
In regelmäßigen Abständen von einigen Jahren sind die Ziele der Umweltplanung zu überprüfen und gegebenenfalls zu ergänzen.

7.3.3 Evaluation von Maßnahmen durch Messungen

Eine langfristig angelegte Evaluation von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel besteht in der Möglichkeit, bei größeren Projekten Messungen jeweils vor und nach Umsetzung der Anpassungsmaßnahmen durchzuführen. Beispielsweise großflächige Begrünungsmaßnahmen bieten sich an, um den Effekt auf die Reduzierung von sommerlicher Hitze zu messen.
Die Messungen können mittels mobiler Messeinrichtungen während ausgewählter Hitzeperioden oder langfristig mittels stationärer Messungen durchgeführt werden. Um einen Vergleich vorher/nachher zu ermöglichen, sind solche Messungen schon im Vorfeld, vor Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen zu veranlassen.

Intervall / Aufgabe	permanent	2 – 5 Jahre	5 – 10 Jahre
Aktualisierung der Grundlageninformationen	Überwachung der Entwicklung der **städtischen Wärmeinsel** (periodische Klimamessungen)	Aktualisierung der klimatischen **Zukunftsprojektionen** nach Stand der Forschung	Aktualisierung der **Klimatopkarte** und der **Fließwegekarte** (Berücksichtigung der Änderungen der Realnutzungen und der Klimaprojektionen)
Checkliste für Planungsvorhaben	Überprüfung der Lage im Stadtgebiet Zusammenstellung notwendiger/sinnvoller Anpassungsmaßnahmen entsprechend der Lage (Belastungsgebiet „Hitze“ / „Extremniederschlag“ / außerhalb eines Belastungsgebietes) Ämterübergreifende Überprüfung der Bebauungspläne (sind entsprechende Maßnahmen vorgesehen?) Diskussion der notwendigen Maßnahmen mit Akteuren/ Öffentlichkeit/ Politik	Überarbeitung und Aktualisierung des **Maßnahmenkatalogs** zur Anpassung an den Klimawandel (neue Erkenntnisse einarbeiten)	Aktualisierung der **„Handlungskarte Klimaanpassung Recklinghausen“** für „Hitze“ und „Extremniederschläge“ (Einbeziehung der klimatischen, demographischen und Nutzungsveränderungen)
Evaluierung der Ziele / Anpassungsmaßnahmen	**Mikroskalige Modellierung** der klimatischen Auswirkungen von Planentwürfen	Überprüfung / Aktualisierung von städtischen **Zielen** (Einbindung der Kommunalpolitik) Überprüfung der klimatischen Auswirkungen von umgesetzten Bauvorhaben und Anpassungsmaßnahmen durch **Messungen** vorher/nachher	

Abb. 7.1 Controllingkonzept für die Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen in Planungsprozesse der Stadt Recklinghausen

8. Akteursgruppen und ihre Rollen bei der Umsetzung des Klimaanpassungskonzepts Recklinghausen

8.1 Zielvorstellung und Einleitung

Mit dem vorliegenden Kapitel 8 soll eine a) Analyse der bestehenden Entscheidungsstrukturen und Akteursgruppen in der Stadt Recklinghausen sowie b) die Überprüfung ihrer Nutzungsmöglichkeiten für den Anpassungsprozess im Sinne einer regionalen Kooperation vorgenommen werden. Im Fokus stehen dabei verschiedene Fragestellungen, die sich mit einer erfolgreichen Verankerung und Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen in Stadt und Region auseinandersetzen:

- Wie kann das Klimaanpassungskonzept künftig innerhalb der Stadtverwaltung Recklinghausen Anwendung finden und zur Umsetzung gebracht werden?
- Wie erfolgen Abstimmung und Koordination innerhalb der Verwaltung sowie auch mit übergeordneten Ebenen?
- Welche externen Gremien, Arbeitsgruppen und sonstigen Akteursgruppen auf lokaler bis überregionaler Ebene sind für die Mitarbeit an Klimaanpassungsthemen geeignet?
- Welche zusätzlichen Akteursnetzwerke können unter welchen kommunalen Rahmenbedingungen für einen erfolgreichen Anpassungsprozess ertüchtigt werden?
- Wie kann insgesamt eine langfristige Verstetigung des Themas Klimaanpassung in der Stadt erreicht werden?

Bei der Beschreibung der Notwendigkeiten und Möglichkeiten zur Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen in der kommunalen Praxis steht unter anderem der aktuell angestoßene eea-plus-Prozess[1] Pate. Dieser befindet sich gegenwärtig in der Testphase und wird anhand von zwölf Modellkommunen auf Handlungsmöglichkeiten in klimasensitiven Bereichen überprüft. Das Kapitel 8.2 greift zudem auf, wie Einzelaspekte des Klimaanpassungskonzepts für Recklinghausen aussehen und wie diese mit dem eea-plus Prozess harmonisiert werden können.
Im darauffolgenden Kapitel 8.3 werden die bestehenden Akteursgruppen in Recklinghausen und eventuell vorhandene Verbindungen untereinander analysiert. Die Beschreibungen der einzelnen verwaltungsinternen und -externen Akteursgruppen erfolgt gruppiert nach Einfluss- und Handlungsmöglichkeiten im Bereich der Klimaanpassung. Dabei werden in einem ersten Schritt insbesondere verwaltungsinterne Akteure, in einem zweiten Schritt weitere lokale Akteure außerhalb der Verwaltung identifiziert und bezüglich ihrer Bedeutung für städtische Klimaanpassungsprozesse beschrieben. Auf der (über-)regionalen Ebene werden anschließend die bestehenden Verflechtungen aus themenrelevanten Netzwerken und Gremien untersucht.
Kapitel 8.4 betrachtet, welche Optionen sich für die Stadt durch die vielfältig vorhandenen Akteure und Netzwerke ergeben. Die Einbindungs- und Umsetzungsmöglichkeiten der bestehenden Strukturen werden überprüft, zeitgleich wird überlegt, inwieweit neue Kooperationen in der Stadt aufgebaut werden können, um die Kommune für einen Prozess wie eine eea-plus Zertifizierung zu ertüchtigen. Die Gesamtstrategie zielt insbesondere auf langfristige Kooperationen ab. Im Fokus stehen dabei Prozesse und Methoden, die zu einer thematischen Verankerung und Verstetigung von Klimaanpassung in Recklinghausen führen sollen.

[1] http://www.european-energy-award.de/

8.2 Bedeutung des eea-plus Prozesses für das Klimaanpassungskonzept

Der European Energy Award Plus - Prozess

Mit dem eea-plus wird gegenwärtig ein kommunales Qualitätsmanagementinstrument und Controllingsystem entwickelt, das Kommunen im Prozess der Klimafolgenanpassung unterstützt. Da argumentiert werden kann, dass es sich bei der Anpassung an den Klimawandel um eine kommunale Aufgabe im Sinne der öffentlichen Daseinsvorsorge handelt (Vgl. IÖR [2015]: Rechtliche Argumentationshilfe: Anpassung an den Klimawandel im Rahmen der kommunalen Daseinsvorsorge[2]), sollte eine klimagerechte Planung Teil der kommunalen Strategie sein. Der eea-plus-Prozess zielt insbesondere auf die Verbesserung von städtischen Anpassungskapazitäten ab, um langfristige und unkalkulierbare Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen, aber vor allem auch in Hinblick auf die menschliche Gesundheit vermeiden zu können.

Die Erfassung des Ist-Zustandes steht am Anfang des Prozesses; hierfür wird zunächst kontrolliert, ob bereits eine Vulnerabilitätsanalyse für die Kommune erstellt wurde und ob diese für die Durchführung des eea-plus Prozesses von Nutzen ist. Die Überprüfung der aktuellen Situation in einer Kommune wird anhand von sechs Themenbereichen[3] vorgenommen und bildet die Grundlage zum Aufbau eines strukturierten und fachlich fundierten Maßnahmenkatalogs für den Anpassungsprozess. Auf Basis der Ist-Analyse wird ein Arbeitsprogramm erstellt, anschließend erfolgt die Fokussierung auf die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen in Form von Projekten. Erreicht die Kommune ≥50% der im Arbeitsprogramm festgelegten Inhalte, wird sie mit dem Zertifikat eea-plus geehrt, bei Erreichen von ≥75% erhält die Kommune eine zusätzliche Auszeichnung. Da es sich neben einer Umsetzungsstrategie um ein Controlling-Tool handelt, ist eine jährliche Überprüfung des Arbeitsstands der Maßnahmen sowie eine jährliche Evaluation der Maßnahmen vorgesehen. In einem Turnus von fünf Jahren werden der Stand der Maßnahmen und die Inhalte des Arbeitsplans überprüft.

Die Durchführung des eea-plus Prozesses kann nur mit Hilfe eines starken Klimateams in der Kommune gelingen. Gibt es bereits vorhandene Klimaschutz- und/oder Energieteams, wie beispielsweise aus dem Klimaschutzprozess eea, kann das Team um Akteure aus dem Bereich der Klimafolgeanpassung erweitert werden (vgl. Tabelle 8.1). Auf diese Weise kann sich ein integriertes, durch einen eea-plus Berater begleitetes, Klimateam gründen, welches beide Themen bearbeitet.

Tab. 8.1 Relevante Akteure für das Klimateam (Quelle: European Energy Award – bearbeitet durch EPC)

Klimaschutz, Energieeffizienz (eea)	Klimaanpassung (eea-plus)
Klimaschutzbeauftragter; Wasserversorgung und -entsorgung; Verkehrsplanung; Gebäudemanagement; Stadtplanung, Stadtentwicklung; Kommunale Betriebe (u.a. Energie); Lokale Energieversorger; Wohnungsunternehmen	Bevölkerungsschutz, Katastrophenschutz; Gesundheitsamt (Kreiskooperation); Regionalplanung; Wirtschaftsförderung (Industrie, Gewerbe); Interessierte Bürger, Hausbesitzer; Wasserbehörde, Wasserverbände; Naturschutz, Grünflächenamt; Land- und Forstwirtschaft, Landschaftsbehörde
Klimateam	

2 http://bit.ly/2m4flDs

3 1) Analyse, Strategie, Planung; 2) Kommunale Gebäude und Anlagen; 3) Ver-/Entsorgung; 4) Mobilität und Infrastruktur im öffentlichen Raum; 5) Interne Organisation; 6) Kommunikation, Partizipation

Klimaanpassungskonzept

Die Stadt Recklinghausen hat bereits im Jahr 2012 ein integriertes Klimaschutzkonzept (IKSK) erstellen lassen. Dieses enthält neben der städtischen Klimaanalyse, Berechnungen zu oberirdischen Fließwegen sowie erste, allgemein formulierte Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel. Für die Entwicklung kommunaler Umsetzungsstrategien im Bereich der Klimaanpassung wird daher das hier vorliegende Teilkonzept erstellt.

Neben der klimasensitiven Vulnerabilitätsanalyse zur Bewusstseinsbildung wird ein an die Gegebenheiten der Kommune angepasster Maßnahmenkatalog erarbeitet. In einem weiteren Schritt wird ein Controlling-Konzept zur späteren Evaluierung dieser Maßnahmen erstellt. Kommunikation und Akteursbeteiligung spielen bereits in der Entwicklung des Recklinghäuser Klimaanpassungskonzepts eine zentrale Rolle. Mit einem Methodenmix werden kommunale Akteursgruppen über die laufenden Prozesse informiert und aktiv eingebunden.

In der Umsetzung kommt neben den bereits etablierten Veranstaltungsformaten eine online-Beteiligungsplattform, die „KlimaMap Recklinghausen“ zum Einsatz. Weitere Aktionen, wie beispielsweise Klima-Stadtführungen sowie ein Film mit Bürgerinterviews wurden ebenfalls erarbeitet. Mit dem Öffentlichkeitsarbeitskonzept (Kap. 5) wird eine Strategie für die Kommunikation der Klimaanpassungsmaßnahmen entwickelt. In diesem wird jede Klimaanpassungsmaßnahme mit konkreten Kommunikationsmaßnahmen und Zielgruppe kombiniert.

In Abbildung 8.1 lassen sich einige Punkte aufzeigen, die mit der Umsetzung des eea-plus Prozesses zusammenpassen. Dies betrifft insbesondere die Vulnerabilitätsanalyse sowie die Umsetzung erster Klimaanpassungsaktionen und -projekte. Langfristig könnten diese genutzt werden, um eine systematische und nachhaltige Ausführung von Anpassungsprozessen in der Stadt Recklinghausen zu erreichen. Eine eea-plus Zertifizierung könnte daher mittelfristig angestrebt werden.

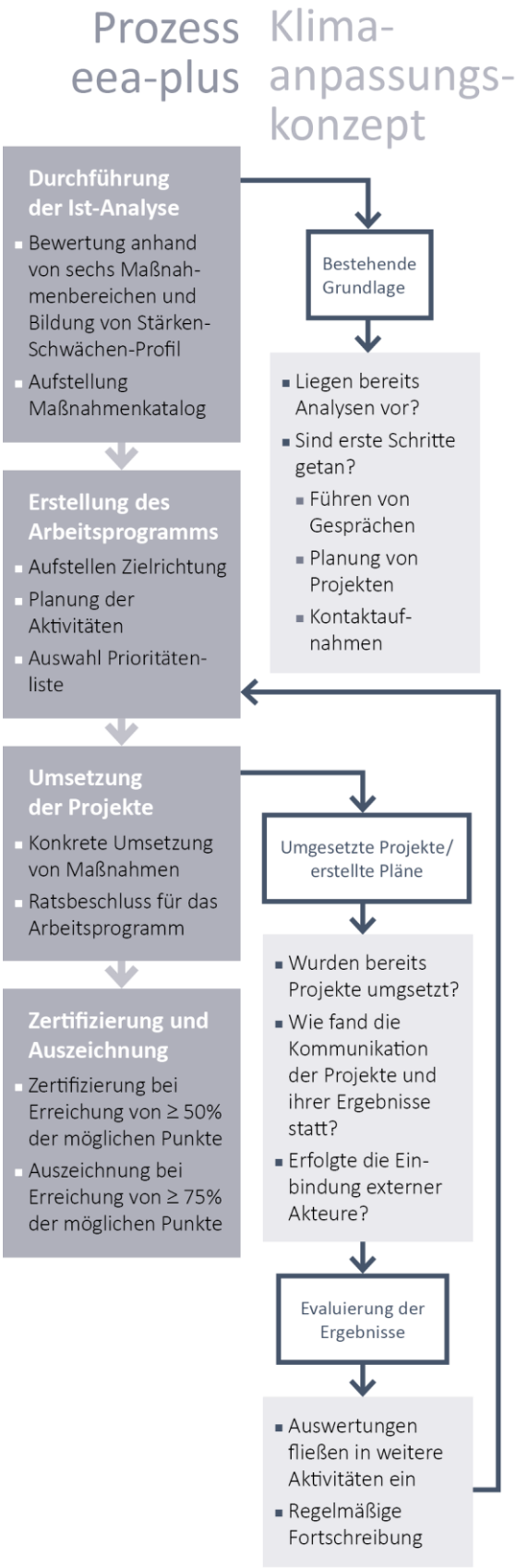

Abb. 8.1 Prozess eea-plus im Abgleich mit Inhalten, die man aus dem Klimaanpassungskonzept nutzen kann (Quelle: European Energy Award – bearbeitet durch EBC)

8.3 Kurzbeschreibung der umsetzungsrelevanten Zielgruppen

8.3.1 Städtische Verwaltungsebene

Kommunale Schnittstellen in Recklinghausen bildeten sich in den vergangenen Jahren über die Einbindung verschiedener Akteure in Projekten zu den Themen Umwelt, Klima, Nachhaltigkeit und Erneuerbare Energien. Die auf diesem Weg bereits involvierten städtischen Mitarbeiter gehören den Dezernaten I – III an. Beispielsweise das Projekt „Mission E: Energiespar-Kampagne der Stadt Recklinghausen“ sensibilisierte Mitarbeiter der Stadt für das Energiesparen am Arbeitsplatz. Da es sich bei der Klimaanpassung ebenfalls um ein Querschnittsthema handelt, kann auch dieses über verschiedene Abteilungen hinweg platziert und über gemeinsame Projekte an Bedeutung gewinnen und so entsprechende Maßnahmen umgesetzt werden. Besonders geeignet erscheint dafür das Dezernat III, welches in allen Abteilungen einen Bezug zur Klimaanpassung aufweist und bereits im Klimaschutz in mehreren Projekten aktiv war, bzw. ist. Welche Handlungsbereiche der Klimaanpassung thematisch von den einzelnen Fachbereichen und ihren Abteilungen bearbeitet werden könnten und welche beratende Gremien und Beschlussorgane für die jeweiligen Fachbereiche relevant sind, ist im Detail in der Tabelle 8.2 aufgeschlüsselt.

Tab. 8.2 Klimaanpassungsrelevante Organe der Stadt und beispielhafte Zuweisungen von Klimaanpassungsthemen

Fachbereich (Dezernat)	Handlungsbereiche der Klimaanpassung	Relevante Beschluss-/ Beratungsorgane
Büro des Bürgermeisters (BM)	Die im Büro des Bürgermeisters angesiedelte Pressestelle ist neben der Pflege des städtischen Internetauftritts, für die interne Kommunikation der einzelnen Dezernate und ihrer Fachbereiche zuständig. Die Stelle kann daher für die öffentlichkeitswirksame Verbreitung von Themen der Klimaanpassung genutzt werden.	
Stab für außergewöhnliche Ereignisse (BM)	Die Stadt Recklinghausen hat einen Krisenstab für außergewöhnliche Ereignisse (SAE) gebildet, es handelt sich um eine operativ-taktische Komponente, die dem Bürgermeister als politisch gesamtverantwortliche Komponente unterstellt ist. Koordinationsarbeiten bei lokalen Schadensereignissen können über den Krisenstab gesteuert werden.	Bürgermeister
10 FB Personal und Organisation, Rechts- und Ratsangelegenheiten (BM)	Bei sommerlichem Hitzestress ist das betriebliche Gesundheitsmanagement für die Erhaltung/ Förderung der Gesundheit und des Wohlbefindens der Beschäftigten der Stadt am Arbeitsplatz zuständig.	
40 FB Bildung und Sport (I)	Der FB ist verantwortlich für den Wissenstransfer und Sportinfrastrukturen für >14.000 Schüler. Klimaanpassung kann über verschiedene Anreize, wie der Teilnahme an Klimawettbewerben, Gründung von Schulgärten, Badetage, etc., an den Schulen integriert werden.	Sportausschuss; Ausschuss für Schule und Bildung; Gremium Kinder- und Jugendparlament

50 FB Soziales und Wohnen (I)	Der Fachbereich 50 kennt die Bedürfnisse von lebensälteren Menschen sowie Menschen mit Behinderungen als vulnerable Gruppen. Er ist u.a. für die Altenhilfeplanung-/ koordination verantwortlich und nimmt die Geschäftsführung für das Senioren- sowie das Behindertenreferat wahr.	Ausschuss für Soziales und Demografie; Gremium Seniorenbeirat; Ratskommission für Menschen mit Behinderung
51 FB Kinder, Jugend und Familie (I)	Als öffentlicher Träger von 14 Kindertageseinrichtungen ist die Stadt Recklinghausen im Bereich der Gesundheitsvorsorge als Ansprechpartner für die vulnerable Gruppe Kinder zuständig.	Ausschuss für Kinder, Jugend und Familie; Gremium Kinder- und Jugendparlament
15 FB Wirtschaftsförderung, Standortmanagement, Stadtmarketing (II)	Alle Abteilungen widmen sich unter dem holistischen Ansatz "Wohnen - Leben - Arbeiten“ der aktiven Daseinsvorsorge der Stadt (Unternehmerbetreuung, Flächenmanagement, etc.). Im Bereich der Kommunikation spielt die Abteilung Stadtmarketing zudem eine besonders wichtige Rolle.	Ausschuss für Wirtschaftsförderung, Liegenschaften und Beteiligungen
18 FB Gebäudewirtschaft (II)	Die technische Abteilung befasst sich mit der Gebäudeoptimierung im Bereich Erweiterungs-, Neu- und Umbauten, dazu gehören z.B. Verschattungselemente an Gebäuden, Wärmedämmung, Verwendung geeigneter Baumaterialien, Dach- und Fassadenbegrünung.	Ausschuss für Gebäudewirtschaft, Grünflächen und Umwelt
37 FB Feuerwehr (II)	Im Fachbereich 37 liegt die Zuständigkeit für die allgemeine Sicherheit und Ordnung in Hinblick auf Maßnahmen der Gefahrenabwehr sowie der Verhinderung und Beseitigung schädlicher Umwelteinwirkungen.	Ausschuss für Verkehr, Feuerwehr und Tiefbau
61 FB Planen, Umwelt, Bauen (III)	Die Abteilungen sind u.a. zuständig für klimaangepasste Quartiersgestaltung, städtebauliche Infrastrukturen sowie quartiersübergreifende Hinweise. Beispielhafte Themen sind: Entsiegelung, Grün- und Wasserflächenerhalt, Optimierung von Gebäudeausrichtung, Verkehrsflächenbau mit geringerer Wärmespeicherfähigkeit, Schaffung von Luftschneisen.	Ausschuss für Verkehr, Feuerwehr und Tiefbau; Ausschuss für Stadtentwicklung; Ausschuss für Gebäudewirtschaft, Grünflächen und Umwelt; Klimaschutzbeirat
62 FB Ingenieurwesen (III)	Die Abteilung Stadtentwässerung ist u.a. für das städtische Wassermanagement verantwortlich und übernimmt damit eine wichtige Rolle was den Umgang mit Starkregenereignissen und Sturmschäden (Folgen für die Kanalisation) betrifft.	Ausschuss für Verkehr, Feuerwehr und Tiefbau; Ausschuss für Stadtentwicklung; Ausschuss für Gebäudewirtschaft, Grünflächen und Umwelt
Kommunale Servicebetriebe Recklinghausen (III)	Im Verantwortungsbereich der KSR liegt neben der Abfallentsorgung auch die Zuständigkeit für den Winterdienst (z.B. bei Schneefall oder Eisglätte).	Ausschuss für Verkehr, Feuerwehr und Tiefbau; Ausschuss für Gebäudewirtschaft, Grünflächen und Umwelt

Auf politscher Ebene sind insbesondere der **Ausschuss für Gebäudewirtschaft, Grünflächen und Umweltschutz, der Ausschuss für Verkehr, Feuerwehr und Tiefbau sowie der Ausschuss für Stadtentwicklung** als offizielle Ratsausschüsse und damit Beschlussorgane auch für Themen des Klimaschutzes und der Klimaanpassung zuständig. Die kommunalen Sondergremien spielen mit ihrem Vorschlagsrecht für die jeweiligen Ausschüsse ebenfalls eine wichtige Rolle. Der **Klimaschutzbeirat** beispielsweise begleitet die Umsetzung des IKSK und berät zudem zu allen Maßnahmen, die der Anpassung an den Klimawandel dienen. Die Empfehlungen des Gremiums sollen bei allen Organen der Stadt Recklinghausen sowie der Verwaltung angemessen berücksichtigt werden.

8.3.2 Lokale Akteure und deren Einbettung im gesamtstädtischen Kontext

Klimaanpassungsprozesse erfordern einen komplexen Ansatz, der viele unterschiedliche Akteure auf lokaler Ebene umfasst. Im gesamtstädtischen Kontext wird deutlich, dass die lokalen Interessensgruppen aus den Bereichen Politik, Gesundheit, Versicherungen, Dienstleistungen/ Unternehmen sowie BürgerInnen ebenfalls an den Anpassungsprozessen der Stadt beteiligt werden sollten. Für eine zukünftige Zusammenarbeit der verwaltungsinternen und -externen Akteure muss in einem ersten Schritt deutlich gemacht werden, welche inhaltlichen Schnittstellen zwischen den Akteursgruppen bestehen. In der Tabelle 8.3 werden die lokalen Akteursgruppen in Recklinghausen in Hinblick auf verschiedene Klimaanpassungsaspekte dargestellt. Die Auswahl der Themenfelder erfolgt in Anlehnung an den eea-plus Prozess, für den diese Maßnahmenbereiche (MB) grundlegend sind:

- **MB1 – Analyse, Strategie, Planung:**
  Vorhandensein von Strategien; Umgang mit klimawandelbedingten Schäden; Entwicklungen von Planungen im Bereich der Klimaanpassung; etc.

- **MB2 – Kommunale Gebäude und Anlagen:**
  Stadtentwicklung und Umbau; Wärme- und Hochwasserschutz an Gebäuden; Einsatz neuer Materialien; etc.

- **MB3 – Ver-/Entsorgung:**
  Ver- und Entsorgung von Wasser, Wassermanagement; Schutz vor Starkregen; Vor-/Nachsorge von Sturmschäden; Gesundheit und Soziales; etc.

- **MB4 – Mobilität und Infrastruktur im öffentlichen Raum:**
  Anpassung der Verkehrsinfrastruktur an Hitze und Hochwasser; Städtisches Grün, Flächenrecycling; etc.

- **MB5 – Kommunikation, Partizipation:**
  Bewusstseinsbildung; Wissenstransfer; Kooperationen mit Akteuren; etc.

Tab. 8.3 Überblick lokal vorhandener Akteursgruppen/ Netzwerke in Recklinghausen, mit inhaltlicher Zuordnung von Maßnahmenbereichen für Klimaanpassungsprozesse (Copyright Icons: EPC)

Maßnahmenbereich / Akteursgruppe					
Lokale Agenda 21	▪	▪	▪	▪	▪
InnovationCity Rollout – Hillerheide	▪	▪	▪	▪	▪
Lokale Politiklandschaft	▪	▪	▪	▪	▪
Wohnungsgesellschaften	▪	▪			
Kirchliche Einrichtungen	▪		▪		
Krankenhäuser, Kliniken, Ärzte, Apotheken, Pflegeeinrichtungen	▪		▪		▪
(Freiwillige) Feuerwehr, THW Ortsverband Recklinghausen	▪		▪		▪
Volkshochschulen, Schulen, Kindertagesstätten			▪		▪
Urban Gardening			▪	▪	▪
Lokales Gewerbe, Handwerk, Dienstleistungen, Industrie		▪		▪	▪
Beraternetzwerk		▪			▪
Landwirtschaftliche Betriebe				▪	
Vestische Straßenbahnen GmbH				▪	

Die Netzwerke und Akteursgruppen in der Tabelle 8.3 sind durch ihre bestehenden Kompetenzen und Potenziale, Themenbereiche der Klimaanpassung zu bearbeiten, von hoher Bedeutung. In den Fachforen der Agenda 21 befassen sich Bürger, Verbände, Initiativen mit selbstgewählten Themenschwerpunkten wie der umweltverträglichen Gestaltung der Stadt und Daseinsvorsorgethemen wie Ver- und Entsorgung. Der Agendaprozess ist ein gutes Beispiel dafür, wie engagierte und sachkundige Bürger gemeinsam mit der Verwaltung und politischen Entscheidungsträgern an der Umsetzung von Klimaanpassungsprozessen mitwirken können (vgl. auch Kapitel 3.1 für Details zu den Fachbereichen, Ausschüssen und Gremien).

Die **InnovationCity Rollout** – Hillerheide gehört zu dem Prozess InnovationCity roll out[4] und befasst sich seit 2016 mit der Entwicklung von klimagerechten Stadtquartieren. In der Metropole Ruhr wurden insgesamt 20 Quartiere ausgewählt, davon in Recklinghausen das Stadtgebiet Hillerheide. Das Innova-

[4] http://www.icrollout.de/ueber-das-projekt-innovationcity-roll-out/

tionCity-Konzept für Recklinghausen Hillerheide wird in einem rund sechsmonatigen Prozess in enger Abstimmung zwischen der Stadt Recklinghausen und der Innovation City Management GmbH erstellt. Verschiedene Akteure aus öffentlichen und privaten Institutionen bringen sich in diesen Prozess mit ein. In mehreren aufeinander abgestimmten Schritten entsteht so ein tragfähiges, umsetzungsorientiertes Konzept für eine zukunftsgerichtete Weiterentwicklung des Quartiers im Sinne eines klimagerechten Stadtumbaus. Auch die **Wohnungsgesellschaften** sind für die klimaangepasste Quartiersentwicklung entscheidende Akteure. Insbesondere Neuplanungen können verschiedene Anpassungsmaßnahmen, wie Rückhaltebecken für Niederschlagswasser berücksichtigen.

Das **Urban Gardening** Netzwerk ist besonders hinsichtlich seiner Einzelakteure interessant, hier arbeiten bereits viele Gruppen wie NABU, Lokale Agenda 21 Recklinghausen, Imkerverein, Bündnis 90/ Die Grünen, Blumenläden/ Gärtnereien/ Baumschulen, Schulbauernhof, Jugendwerkstatt, Tauschring, Vestische Straßenbahnen GmbH und die Kommunalen Servicebetriebe zusammen im Bereich städtisches Grün, Wissenstransfer und Gesundheitsvorsorge. Die **kirchlichen** und **medizinischen Einrichtungen** sowie **Not- und Rettungsdienste** (Feuerwehr, Technisches Hilfswerk) sind im Bereich Gesundheitswesen und Planung von Katastrophenschutz entscheidende Ansprechpartner. Den weiteren Akteursgruppen (**landwirtschaftliche Betriebe, Schulen, Gewerbe, Verkehrsbetriebe**) kommt unter verschiedenen Gesichtspunkten der Klimaanpassung ebenfalls Bedeutung zu, die sich in bestehende und neue Netzwerke integrieren lassen können (vgl. Kapitel 8.4).

Umweltbildung – Bildungsnetzwerk: Im Zeitraum von 2013-2015 hat der Fachbereich Bildung und Sport das Projekt „Klimaschutz macht Schule“ an Recklinghäuser Kindertageseinrichtungen und Schulen durchgeführt. Ziel war es, Kinder, Jugendliche, Pädagogen, Hausmeister und Eltern für einen energiesparenden Umgang zu sensibilisieren und gemeinsame (Klimaschutz-) Projekte und Fortbildungsangebote durchzuführen. Zum Projektabschluss im Jahre 2015 erhielten alle Teilnehmer*innen eine Klimaschutz-Bildungsbox mit diversen Materialien, um die Projektidee nachhaltig vor Ort weiterzuführen. Einige Schulen führen seitdem kontinuierlich Aktionswochen oder Aktionstage durch (Energiewoche für Grundschüler, Klimaschutz- und Energiespardetektive). Der FB 40 unterstützt die Schulen weiterhin bei der Durchführung von Klimaschutzaktionen (Bsp. „Schul-AG Grüner Otto“) und gewährleistet einen Informationsaustausch auch zu außerschulischen Partnern (Bsp. RWE – Klimaschutzausschreibung bzw. innogy). Durch die Vernetzung von diversen Bildungspartnern werden auch zukünftig Kooperationen angeregt und initiiert.

8.3.3 Regionale und überregionale Vernetzungen/ Strukturen

Die Rolle der regionalen und überregionalen Akteure liegt insbesondere in der Bündelung des Fachwissens, weniger in der aktiven Umsetzung von Maßnahmen. Auf regionaler Ebene können Netzwerke bei der Entwicklung und Umsetzung einer Klimaanpassungsstrategie für den gesamten Kreis Recklinghausen behilflich sein. Mithilfe von überregionalen Akteuren kann zudem ein Erfahrungsaustausch zwischen den Kommunen (Peer-to-Peer) beflügelt werden. Regelmäßige Treffen der über-/ regionalen Akteure können Themenfelder der Klimaanpassung ebenfalls voranbringen. Auch in Tabelle 8.4 werden die Akteure nach den Maßnahmenbereichen aus dem eea-plus Prozess eingeordnet (vgl. Kapitel 8.3.2), um Schnittstellen und mögliche Synergien zwischen den regionalen und überregionalen Strukturen in Hinblick auf Klimaanpassung deutlicher hervorzuheben.

Tab. 8.4 Regionale/ überregionale Akteursgruppen für Klimaanpassungsprozesse nach Maßnahmenbereichen

Maßnahmenbereich / Regionale Akteursgruppe					
AK Umweltdienststellenleiter im Kreis Recklinghausen	▪	▪	▪	▪	▪
KlimametropoleRuhr2022	▪	▪	▪	▪	▪
AK Klimaschutzmanager der Emscher-Lippe Region	▪	▪	▪	▪	▪
Runder Tisch Klimaanpassung (RVR)	▪	▪	▪	▪	▪
Kreisverwaltung	▪	▪	▪	▪	▪
Katastrophenschutz (Kreisbrandmeister)	▪	▪	▪		▪
AG Wasser- und Bodenverbände Westfalen-Lippe	▪		▪		▪
Hochschulen, Institute	▪				▪
Deutsches Rotes Kreuz Kreisverband Recklinghausen e.V.	▪		▪		▪
Handwerkskammer, Industrie- und Handelskammer, Innungen		▪			▪
Landwirtschaftskammer NRW – Kreisstelle Recklinghausen				▪	▪
Landwirtschaftlicher Kreisverband Recklinghausen				▪	▪
Maßnahmenbereich / Überregionale Akteursgruppe					
Experten-Netzwerke „Wasser in der Stadt von Morgen“	▪	▪	▪	▪	▪
Amtsleiterkonferenz Umweltschutz des Städtetages NRW	▪	▪	▪	▪	▪
Banken, Investoren, Versicherungen	▪				▪

Der Arbeitskreis der **Umweltdienststellenleiter im Kreis Recklinghausen** ist ein seit über 25 Jahren bestehendes festes Netzwerk für regionale Umweltthemen. Die Vertreter der zehn kreisangehörigen Städte und der Kreisverwaltung tauschen sich quartalsweise zu allen Themen des Umwelt- und Klimaschutzes/-anpassung aus. Die gemeinsame Nutzung vorhandenen Wissens führt in Abstimmung mit der Kreisverwaltung zu veränderten Abläufen in der Praxis und zur Vorbereitung gemeinsamer Projekte. Der Arbeitskreis der **Klimaschutz- und Klimaanpassungsmanager in den Städten der Emscher-Lippe-Region** trifft sich in einem Abstand von zwei bis drei Monaten. Hier werden Erfahrungen und aktuelle Entwicklungen ausgetauscht, Projektideen und gemeinsame Veranstaltungen entwickelt sowie Klimaanpassungsprojekte in der Region besucht. Von besonderer Bedeutung ist der 2016 gegründete **Runde Tisch Klimaanpassung**, der aufgrund des zunehmenden Interesses der Kommunen/ Kreise im Regionalverband Ruhr entstanden ist. Die Mitarbeiter der Städte können sich zu dem Thema Klimaanpassung in den regelmäßig stattfindenden Treffen in Hinblick auf ihre Erkenntnisse und Erfahrungen austauschen. An den ersten beiden Runden haben insgesamt 24 Städte und Kommunen aus der Region teilgenommen, zwei von ihnen gehören zu den Modellkommunen, die den eea-plus Prozess von 2015 – 2017 beispielhaft durchführen. Hier besteht ein erhöhter Mehrwert durch die frühzeitige Erkenntnisweitergabe zu durchgeführten Methoden/ Best Practise Beispielen.

Die K**limametropole RUHR 2022** gehört zu den acht regionalen Partnern der KlimaExpo.NRW. Diese wurde von der Landesregierung initiiert, um die Themen Klimaschutz und Klimaanpassung in die Gesellschaft zu vermitteln und den Dialog mit allen gesellschaftlich relevanten Gruppen zu fördern. Auf der regionalen Ebene fördert die klimametropole RUHR 2022 den Austausch von Know-how und

Ideen in den Themenfeldern: Energie, Mobilität, Wirtschaft, Stadt, Landschaft, Wasser, Wissen und Kultur. Die Region besitzt mit der Hochschule Ruhr West, drei Standorten der Westfälischen Hochschule sowie zwölf weiteren Hochschulen und Universitäten in der näheren Umgebung eine sehr gute Bildungslandschaft (**Hochschulen, Institute**). Das Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie ist ein exzellenter Akteur für Wissenskommunikation und -transfer im Bereich des Klimaschutzes, aber mittlerweile auch auf dem Gebiet der Klimafolgenanpassung. Das Institut beschäftigt sich mit den Themenfeldern: Klima, Energie, Ressourcen, Wohlstand, Stadtwandel, Wirtschaft, Mobilität und Wissen.

Die Recklinghäuser **Kreisverwaltung** deckt eine Reihe klimaanpassungsrelevanter Themen ab. Neben Sozialem und Wohnen ist das Gesundheitsamt ein wichtiger Akteur. Die Mitarbeiter der Kreisverwaltung sind zudem mit Planungsaufgaben in den Fachgebieten Bauen und Liegenschaften betraut. Der Bereich Umwelt ist mit der Unteren Wasserbehörde, der Unteren Landschaftsbehörde und der Lokalen Agenda 21 von besonderer Bedeutung. Ähnlich wie auf der Stadtverwaltungsebene, könnte eine integrierte Zusammenarbeit der verschiedenen Fachbereiche zu Klimaanpassungsthemen angestrebt werden. Der Themenkomplex Katastrophenschutz unterliegt dem Landrat, dieser wird bei der Aufsicht über die öffentlichen Feuerwehren durch den Kreisbrandmeister und seine Stellvertreter unterstützt. Das Gesetz über den Brandschutz, die Hilfeleistung und den **Katastrophenschutz** (BHKG) regelt die Aufgaben und Zuständigkeiten im Brandschutz und bei Hilfeleistung. In erster Linie liegt diese Aufgabe bei den kreisangehörigen Städten und ihrer Berufs- und/ oder Freiwilligen Feuerwehr. Diese sind weiterhin in den Rettungsdienst eingebunden, darunter auch dem **Deutschen Roten Kreuz Kreisverband Recklinghausen e.V.** mit seinen vielseitigen Dienstleistungen.

Die **Landwirtschaftskammer NRW – Kreisstelle Recklinghausen** vertritt die Berufstätigen in der Landwirtschaft und ist damit beauftragt ihre Mitglieder zu fördern und zu betreuen. Nach Klimaanpassungsaspekten erstreckt sich ihr Aufgabenbereich insbesondere darauf, den ökologischen Landbau (u.a. Flächenrecycling) zu fördern, die landwirtschaftliche Erzeugung an die Folgen des Klimawandels anzupassen (z.B. Bewässerungstechniken, angepasste Arten) und berufsbezogene Weiterbildungen durchzuführen. Diese Themen werden vom **Landwirtschaftlichen Kreisverband Recklinghausen** ebenfalls bedient. Die **AG Wasser- und Bodenverbände** nimmt für ihre Mitglieder die politische Interessenvertretung auf Kreis-, Bezirks- und Landesebene wahr. Zudem fördert Sie den Erfahrungsaustausch zwischen den Einzelverbänden. Zu den Arbeitsschwerpunkten der **Handwerkskammer, der Industrie-/ Handelskammer und den Innungen** gehört u.a. zu bilden, beraten und fördern. Das Bedienen neuer Anfragen wie komplexe Fragestellungen (bau-)technischer Klimaanpassungsmaßnahmen gehört ebenfalls dazu.

Auf der überregionalen Ebene besteht weiterhin das **Experten-Netzwerk „Wasser in der Stadt von Morgen“**, für das die Emschergenossenschaft verantwortlich ist. Bei diesem Netzwerk handelt es sich um einen groß angelegten Dialogprozess mit verschiedenen interkommunalen Arbeitsgruppen. Beim Thema „Wasser in der Stadt“ handelt es sich um ein zentrales Thema der Klimaanpassung, das entsprechend Berücksichtigung finden sollte. In einem halbjährlichen Turnus findet die **Amtsleiterkonferenz Umweltschutz des Städtetages NRW** statt, in welcher Recklinghausen als große kreisangehörige Stadt Mitglied ist. In dieser Runde werden Umwelt- und Klimathemen auf übergeordneter Ebene besprochen, dazu gehören die Klimaschutzpläne und Fördermaßnahmen sowie Gesetzesnovellen (Klimaschutzgesetze) auf Bundes- und Landesebene. Nicht zuletzt werden für die Umsetzung und

Finanzierung von Klimaanpassungsmaßnahmen **Banken** und **Investoren** benötigt. Überregionale Akteure wie die NRW-Bank, Sparkasse Vest oder im Rahmen der Akquise von Bundesmitteln auch der Projektträger Jülich, können beispielsweise für die Fördermittel- und Projektbeantragung genutzt werden. Schäden, die durch klimatische Extremereignisse wie Starkregen, Hagel oder langanhaltende Hitzeepisoden verursacht werden, sind zunehmend ein Thema für die **Versicherungsunternehmensgruppen** und müssen in den Gesamtrahmen der Klimaanpassungsstrategien der Region einbezogen werden.

8.4 Einbindungs- und Umsetzungsmöglichkeiten der Akteure

Aus dem Zusammenschluss kompetenter Akteure ergeben sich funktionierende Netzwerke, die komplexe Fragestellungen der Klimaanpassung bearbeiten können. Für die Stadt Recklinghausen lässt sich auf diesem Weg eine Umsetzungsstrategie entwickeln, die Einzelakteure für Anpassungsprozesse aktiviert und Akteursgruppen mittelfristig für eea-plus und andere Klimaanpassungsprozesse ertüchtigt. Zu den denkbaren Optionen, die in Kapitel 8.3 analysierten Akteursstrukturen zu nutzen und weitere Akteursgruppen einzubinden, gehören:

- **Erweiterung**
  Thematisch "passende" Akteure können in bestehende Netzwerke integriert werden.
- **Neubildung**
  Es erfolgt ein Zusammenschluss geeigneter Klimaanpassungsakteure für die Neugründung eines Klimanetzwerks auf Stadt- oder Kreisebene Recklinghausen.
- **Clusterbildung**
  Auf übergeordneten Ebenen erfolgen Kooperationen oder Allianzen von mehreren Netzwerken alternativ können Partnerschaften mit anderen Kommunen für einen Austausch und die Verstetigung des Themas Klimaanpassung angestrebt werden.

8.4.1 Nutzung bestehender Strukturen

Die Stadt Recklinghausen ist, wie viele andere Kommunen, in ihren Handlungsmöglichkeiten durch bestehende Pflichtaufgaben und limitierte Ressourcen beschränkt. Da es sich bei den Themen Klimaschutz- und Klimaanpassung um Querschnittsthemen handelt, die strategisch in verschiedenen Ressorts verankert werden können, müssen die Mittel in den Fachbereichen entsprechend eingeplant werden. Für die zentrale Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen ist daher die fachübergreifende Zusammenarbeit innerhalb der Stadtverwaltung ein entscheidender Faktor. Dabei bestehen zwei verschiedene Vorgehensweisen, die sich gegenseitig nicht ausschließen, sondern im Idealfall ergänzen:

Integrierte Fachplanungen

Eine Variante besteht aus der Einbindung des Themas in passende Fachbereiche und der Zusammenarbeit im Rahmen von (projektbezogenen) Ressortbesprechungen. Wie bereits in Kapitel 8.3.1 (Tabelle 8.2) erläutert, umfassen die gelisteten Fachbereiche mit ihren inhaltlichen Kompetenzen alle fünf genannten Maßnahmenbereiche[5]. Die Höhe der Personalkosten zur Bearbeitung des Querschnittthemas könnte durch die jeweilige thematische Integration begrenzt werden. In der Abbildung 8.2 werden die bereits in Klimaschutz- und Energieprojekten tätigen Fachbereiche abgebildet, zudem werden

[5] (1) Analyse, Strategie, Planung; (2) Kommunale Gebäude und Anlagen; (3) Ver-/Entsorgung; (4) Mobilität und Infrastruktur im öffentlichen Raum; (5) Kommunikation, Partizipation

die Stellen aufgezeigt, in denen Klimaanpassung zukünftig thematisch eingebracht werden könnte. Zu den Vorteilen gehört hier neben der fachlichen Anbindung und Zielgruppennähe, die schnellen Kommunikationswege zur Abstimmung. Allerdings erhöht sich damit der Besprechungsaufwand innerhalb der Kommune, so dass sich bereits kurzfristig die Frage nach der Koordination und entsprechender Organisationsform stellt.

Kommunales Klimateam

Damit wird die Variante zwei eröffnet, welche die Gründung einer neuen Stelle für die Koordination des Gesamtprozesses in der Kommune beinhaltet. Benötigt wird eine zentrale Anlaufstelle für den Klimawandel (Klimaschutz-/ Klimawandelmanagement) in der Stadtverwaltung, um kommunale Aktivitäten zu initiieren und zu koordinieren. Die Stelle könnte durch einen Beauftragten, eine Stabsstelle, einem Referat oder wie im eea-plus vorgeschlagen, durch die Gründung eines kommunalen Klimateams mit Akteuren aus Klimaschutz und -anpassung, ausgefüllt werden. Zu den Aufgaben des Klimateams gehört die Erarbeitung des klima-politischen Arbeitsprogrammes mit der Aufstellung kurz-/ mittel-/ langfristiger Aufgaben, wie die Ausarbeitung und Umsetzung von konkreten Projektvorschlägen. Je nach Kapazitäten der einzelnen Fachbereiche können ein bis zwei Personen aus jedem Fachbereich als Hauptansprechperson involviert werden, diese tragen die Informationen aus dem Klimateam in ihre jeweiligen Abteilungen/ Organisationen. Die Treffen im Klimateam können je nach Bedarf zwischen zwei und vier Mal pro Jahr stattfinden. Die Koordinierung des Klimateams kann zudem durch einen kommunalen Klimamanager erfolgen, dieser wird über den kommunalen Haushalt und/ oder Förderzuschüsse bezahlt. In der Tabelle 8.5 sind die für ein kommunales Klimateam geeigneten Akteure (ohne Dopplungen bei Eignung in beiden Klimabereichen) aufgelistet.

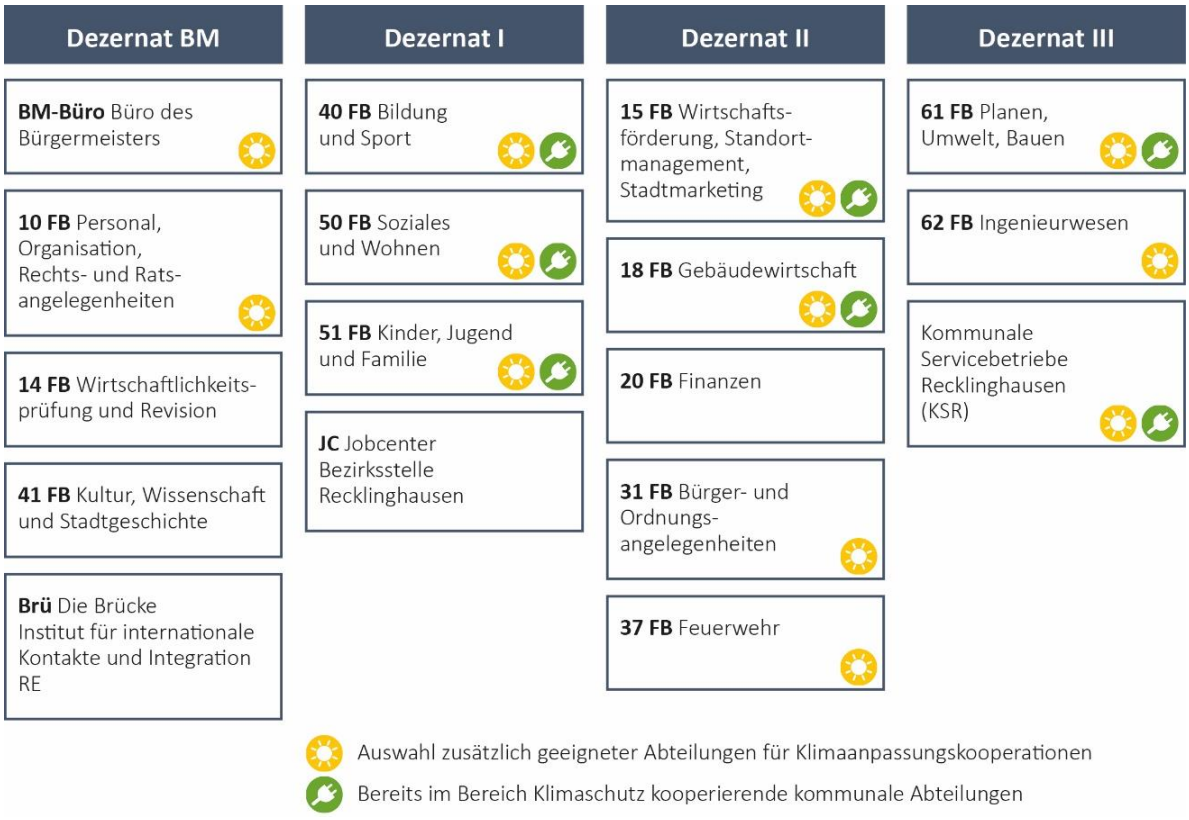

Abb. 8.2 Eingebundene Fachbereiche in vergangene Klimaschutzaktivitäten und potenzielle Klimaanpassungsprozesse (Quelle: Stadt Recklinghausen, angepasst durch EPC)

Tab. 8.5 Mögliche Akteure für das kommunale Klimateam in Recklinghausen (In Anlehnung an den eea-plus Prozess)

Klimaschutz, Energieeffizienz (eea)	Klimaanpassung (eea-plus)
Büro des Bürgermeisters 10 FB Personal und Organisation, Rechts- und Ratsangelegenheiten; 18 FB Gebäudewirtschaft; Kommunale Servicebetriebe Recklinghausen; Klimaschutzbeauftragter; Lokale Agenda 21; Wohnungsgesellschaften; Vestische Straßenbahnen GmbH; InnovationCity Rollout – Hillerheide; Lokales Gewerbe, Handwerk, Dienstleistungen, Industrie; Lokale Energieversorger; Beraternetzwerk	15 FB Wirtschaftsförderung, Standortmanagement, Stadtmarketing; 40 FB Bildung und Sport; 50 FB Soziales und Wohnen; 51 FB Kinder, Jugend und Familie; Stab für außergewöhnliche Ereignisse; 37 FB Feuerwehr (inkl. Rettungsdienst und THW); 61 FB Planen, Umwelt, Bauen; 62 FB Ingenieurwesen; Interessierte Bürger, Hausbesitzer; Krankenhäuser, Kliniken, Ärzte, Apotheken, Pflegeeinrichtungen; Landwirtschaftliche Betriebe; Volkshochschulen, Schulen, Kindertagesstätten; Urban Gardening; Kirchliche Einrichtungen
Klimateam	

Unabhängig davon, ob man sich auf der kommunalen Ebene für die Integration der Fachbereiche oder auf die zusätzliche Bildung des gesamtstädtischen Klimateams einigt, sind die Handlungsoptionen ohne politische Rückendeckung begrenzt. Da Klimaschutz und -anpassung zu den sogenannten freiwilligen Selbstverwaltungsaufgaben gehören, sind keine zusätzlichen finanziellen Mittel für diese Bereiche im kommunalen Haushalt eingeplant. Von hoher Bedeutung für die prozessorientierten Ansätze ist es daher, sich bei politischen Akteuren, z.B. vor Neuwahlen, Gehör zu verschaffen. Nur mit einem entsprechenden lokalpolitischen Beschluss erhält die Verwaltung und damit das Klimateam eine Legitimität und Mittel zum Handeln.

8.4.2 Aktivierung und Ertüchtigung neuer Netzwerke

Die Abstimmung und Koordination mit übergeordneten Ebenen ist ebenfalls eine wichtige Herangehensweise für den Aufbau starker Klimaallianzen. Wie bereits geschildert, bildet die Vielzahl der kommunalen Kompetenzen eine breite Zugangsbasis für den Aufbau von Klimaanpassungskapazitäten. Für einen flächenbezogenen Ansatz bildet beispielsweise eine klar definierte Fläche die Basis für die Auswahl von Akteuren. Ein trägerbezogener Ansatz zielt vor allem auf die Zusammenarbeit thematisch passender Akteursgruppen ab. Bei dem unter Kapitel 4.1 vorgeschlagenen kommunalen Klimateam handelt es sich um ein sehr komplexes und alle fünf Maßnahmenbereiche (Mobilität, Kommunale Gebäude, Ver-/Entsorgung, etc.) umfassendes Netzwerk. Um die Themen der Klimaanpassung konkreter bearbeiten zu können, werden daher auf Grundlage der Akteursanalyse aus Kapitel 3 exemplarisch inhaltlich fokussierte Arbeitsgruppen/ -kreise vorgeschlagen. Je nachdem welcher Ansatz verfolgt werden soll, können diese aus Akteuren lokaler, regionaler und überregionaler Ebene bestehen und über die verschiedenen Ebenen hinweg kooperieren. Die in Tabelle 6 erstellten Vorschläge kombinieren die beiden genannten Ansätze.

Tab. 8.6 Vorschläge zur Aktivierung und Ertüchtigung neuer Netzwerke

AG Wassersensible Stadtentwicklung	AK Gesundheitsvorsorge	Netzwerk Unternehmen im Klimawandel
Grundlagen - **Vulnerabilitätsanalyse IKSK (2012)** - **Umweltalarmplan des Kreises Recklinghausen (2016)** - **Klimaanpassungskonzept Recklinghausen (2017)**	**Grundlagen** - Vulnerabilitätsanalyse IKSK (2012) - Klimaanpassungskonzept Recklinghausen (2017) - Hitzewarndienst des Deutschen Wetterdienstes (Fortlaufend)	**Grundlagen** - Vulnerabilitätsanalyse IKSK (2012) - Klimaanpassungskonzept Recklinghausen (2017)
Lokale Akteure - **Stadtverwaltung:** **15 FB Wirtschaftsförderung, Standortmanagement, Stadtmarketing** **37 FB Feuerwehr** **61 FB Planen, Umwelt, Bauen** **62 FB Ingenieurwesen** **SAE – Stab für außergewöhnliche Ereignisse** **KSR – Kommunale Servicebetriebe Recklinghausen** - **Lokale Politiklandschaft** - **Wohnungsgesellschaften** - **Vestische Straßenbahnen GmbH** - **(Freiwillige) Feuerwehr, THWRecklinghausen**	**Lokale Akteure** - Stadtverwaltung: 10 FB Personal und Organisation, Rechts- und Ratsangelegenheiten 40 FB Bildung und Sport 50 FB Soziales und Wohnen 51 FB Kinder, Jugend, Familie 37 FB Feuerwehr 61 FB Planen, Umwelt, Bauen - Lokale Politiklandschaft - Kirchliche Einrichtungen, - Krankenhäuser, Kliniken, Ärzte, Apotheken, Pflegeeinrichtungen - (Freiwillige) Feuerwehr, THW Ortsverband Recklinghausen - Volkshoch-/ Schulen, Kindertagesstätten	**Lokale Akteure** - Stadtverwaltung: 15 FB Wirtschaftsförderung, Standortmanagement, Stadtmarketing - Lokale Agenda 21 - Wohnungsgesellschaften - Urban Gardening - Lokales Gewerbe, Handwerk, Dienstleistungen, Industrie - Beraternetzwerk - Landwirtschaftliche Betriebe - Vestische Straßenbahnen GmbH
Regionale Akteure - **Kreisverwaltung:** **Gesundheitsamt** **Untere Wasserbehörde** **Lokale Agenda 21** - **Katastrophenschutz (Kreisbrandmeister)** - **AG Wasser- und Bodenverbände Westfalen-Lippe**	**Regionale Akteure** - Kreisverwaltung: Gesundheitsamt Soziales Lokale Agenda 21 - Hochschulen, Institute	**Regionale Akteure** - KlimametropoleRuhr2022 - Handwerkskammer, Industrie- und Handelskammer, Innungen - Landwirtschaftskammer NRW – Kreisstelle Recklinghausen - Landwirtschaftlicher Kreisverband Recklinghausen
Assoziierte Akteure - **Überregionale Akteure als Impulsgeber:** **Netzwerk „Wasser in der Stadt von Morgen“** **Banken, Investoren, Versicherungen** - **Information von Bürgern, Presse**	**Assoziierte Akteure** - Überregionale Akteure als Impulsgeber: Banken, Investoren, Versicherungen - Information von Bürgern, Presse	**Assoziierte Akteure** - Überregionale Akteure als Impulsgeber: Banken, Investoren, Versicherungen - Information von Bürgern, Presse

Beispiel Maßnahme
- **Zukunftsfähiger Umgang mit Starkregenereignissen, die Analyse von Fließwegen wird in der B-Planung berücksichtigt, um Überflutungen zu vermeiden**
- **Systematische Auswertungen von Schadensereignissen und Feuerwehreinsätzen zur Ermittlung vermeidbarer Überflutungen von Gebäuden**

Beispiel Maßnahme
- Informationskampagnen für Bürger zu Hitzestress z.B. über die Apotheken
- Aktionstage/ Veranstaltungen der Stadt nutzen, z.B. mit Informationsstand „Gesundes Stadtleben“/ „Hitzestress vorbeugen“
- Gemeinschaftliches Hitze- und Unwetterwarndienst auf lokal-regionaler Ebene (für vulnerable Gruppen)

Beispiel Maßnahme
- Informationskampagnen und Anpassungsstrategien für Unternehmen und Dienstleistern zu Risiken und Chancen des Klimawandels in verschiedenen Branchen (z.B. Landwirtschaft)
- „Climate Business Idea Jam“ Gründungsideen im Klimawandel

Auf der überregionalen Ebene sind v.a. prozessbezogene Ansätze zu finden, die sich mit dem Aufbau von Kapazitäten z.B. über Strategieentwicklungen oder politische Beschlüsse befassen. Die kommunalen Bedarfe liegen insbesondere in der Schaffung von deutlichen Verantwortlichkeiten (Stichworte: Koordination und Verstetigung) und Zuständigkeiten innerhalb eines rechtlichen und politischen Rahmens. Auf der Informationsebene besteht oftmals kein Mangel, sondern Überangebot an Einzelkonzepten und Strategien. Fehlenden Kenntnissen können beispielsweise durch einen regelmäßigen Wissensaustausch in regionalen-überregionalen Themenclustern entgegengewirkt werden. Ein Zusammenschluss von Fachexperten aus den bestehenden Netzwerken (z.B. Runder Tisch Klimaanpassung, KlimametropoleRuhr2022, Experten-Netzwerke „Wasser in der Stadt von Morgen“) eignet sich hervorragend, um prozessorientiertes Vorgehen voranzutreiben. Wichtig ist es dabei zu beachten, welche personellen Kapazitäten (z.B. Stadt-/ Kreisverwaltung) genutzt werden können. Zur zukünftigen Erfassung geeigneter Akteure, ist in der Abbildung 8.3 übersichtlich dargestellt, mit welcher Funktion Akteursgruppen in bestehende Netzwerke eingebunden werden können.

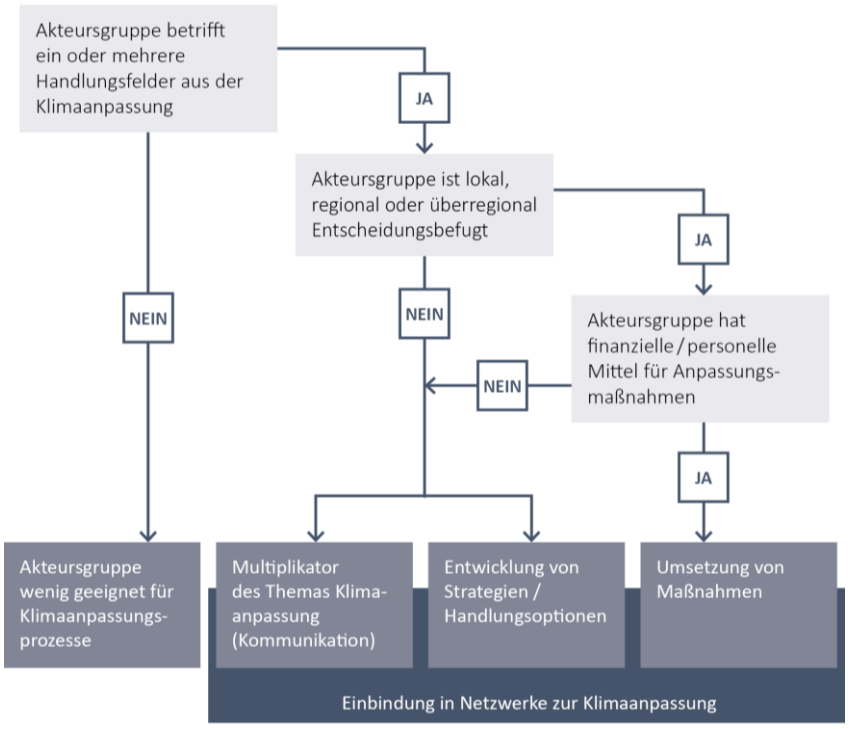

Abb. 8.3 Entscheidungsbaum zur Erfassung und Einordnung weiterer Akteursgruppen (Quelle: EPC)

8.5 Aufbau langfristiger Kooperationen und damit Verstetigung des Themas

Ziel dieses Kapitels 8.5 ist es, Wege aufzuzeigen, wie das Klimaanpassungskonzept in der Stadt Recklinghausen im Sinne einer regionalen Kooperation umgesetzt und begleitet werden kann. Es wurden eine Vielzahl geeigneter Akteure identifiziert, die mit gezielter Ansprache und Beteiligung ein starkes Netzwerk für die Umsetzung von integrierten Klimaanpassungsmaßnahmen bilden können. Für die langfristige Einbindung und Umsetzung des Themas „Klimaanpassung“ werden daher zusammenfassend folgende Faktoren als maßgebend angesehen:

- Bildung einer Anlaufstelle für ein Klimateam bei der Stadtverwaltung in Form eines „Kümmerers“ (Klimamanager), durch die Verankerung von Personalkosten im kommunalen Haushalt sowie Einstellung personeller Ressourcen aus allen relevanten Fachbereichen;

- Nutzung von Synergieeffekten bei der Planung und Umsetzung von Klimaanpassungsprojekten über kommunale Zusammenarbeit, z.B. in Form von Zukunftsvereinbarungen im Bereich Regenwassermanagement;

- Mitwirkungsmöglichkeiten für interessierte BürgerInnen und weitere Akteursgruppen über regelmäßige wiederkehrende Formate wie bspw. Klimarundgänge, Gartenfeste, Qualifizierungsinitiativen für klimaangepasste Quartiers- und Gebäudeplanung (Planer, Architekten, Handwerker), Anpassungsthemen im Rahmen von ÖkoProfit (seit 2004);

- Weiterentwicklung und Vertiefung bestehender Netzwerkstrukturen zur mittelfristigen Qualifizierung der Akteure für den eea-plus Prozess, der mit seinen festgesetzten Qualitätskriterien einen wichtigen Ansatzpunkt für die Strukturierung und Verankerung der Klimafolgenanpassung in der Verwaltung bietet.

Literaturverzeichnis

Bartels et al. (2005): KOSTRA-DWD-2000. Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951-2000). Fortschreibungsbericht. Herausgegeben vom Deutschen Wetterdienst. Hydrometeorologie. Offenbach am Main.

Beinde, J. & al. (2015): Biodiversity in cities need space: a meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation. Ecology Letters 18: 581-592.

Blanc, P. (2009): Vertikale Gärten. Die Natur in der Stadt. – Stuttgart (Ulmer).

Bruse, M. (2003): Stadtgrün und Stadtklima. In: Mitteilungen der Landschaftsanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten 2003.

Ceplova, N. & al. (2016): Effects of settlement size, urban heat island and habitat type on urban plant biodiversity. Landscape and Urban Planning 159: 15-22.

Diffenbaugh, N. S. & Field, C. B. (2013): Changes in Ecologically Critical Terrestrial Climate Conditions. – Science 341 (6145).

DIFU - Deutsches Institut für Urbanistik (Hrsg.) (2011): Klimaschutz in Kommunen – Praxisleitfaden, Berlin.

DIFU - Deutsches Institut für Urbanistik (Hrsg.) (2010): Nutzung erneuerbarer Energien durch die Kommunen. Ein Praxisleitfaden, Köln.

Di Giulio, M. (2016): Förderung von Biodiversität im Siedlungsgebiet. Gute Beispiele und Erfolgsfaktoren. – Bern (Haupt Verlag).

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) (2013): Starkregen und urbane Sturzfluten - Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge. (=DWA-Themen T1/2013). Hennef.

Dr. papakis GmbH (2015): Fließwegeanalyse Recklinghausen. Erläuterungsbericht (internes Dokument).

DWD Deutscher Wetterdienst (2005): KOSTRA-DWD-2000. Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951 - 2000). Grundlagenbericht. Abteilung Hydrometeorologie. Offenbach am Main.

Dyck, S. (Hg.) (1980): Angewandte Hydrologie. 2. Aufl. 2 Bände. Berlin: Ernst (2).

Ellenberg, H. & Leuschner, C. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 6. Aufl. Stuttgart. Zusatzkapitel 27: Zeigerwerte der Pflanzen Mitteleuropas. URL: http://www.utb-shop.de /downloads/dl/file/id/27/zusatzkapitel_zeigerwerte_der_pflanzen_mitteleuropas.pdf.

ENVI-met GmbH (2016): ENVI-met. (www.envi-met.com) [12.03.2017].

Fischer, L. K., von der Lippe, M., Rillig, M. C. & Kowarik, I. (2013): Creating novel urban grasslands by reintroducing native species in wasteland vegetation. – Biological Conservation 159.

Flügel GmbH (2016): Spezial-Querrinnen zur Entwässerung von Forstwegen (feuerver-zinkt). Osterode am Harz. https://www.fluegel-gmbh.de/de/produkte/spezial-querrinnen-zur-entw-sserung-von-forstwegen-feuerverzinkt/ [03.08.2016].

GALK (Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz) (2015, Version vom 03.09.): GALK Straßenbaumliste. – http://www.galk.de/arbeitskreise/ak_stadtbaeume/webprojekte/ sbliste/

Hachtel, M., Chmela, C., Schmidt, P. & Sander, U. (2008): Biodiversitätsbericht 2008: Natur in der Stadt Bonn. Hrsg.: Stadt Bonn. – Bonn.

Hupfer, P. & W. Kuttler (Hrsg.) (2006): Witterung und Klima. Eine Einführung in die Meteorologie und Klimatologie. 12., überarbeitete Auflage, Teubner, Stuttgart, Leipzig.

ICLEI, Countdown 2010, ECNC & LAB (o. J.): Biodiversity and Climate Change. – Countdown 2010. Save biodiversity. Local & Regional Authorities for Biodiversity. O. O.

IPCC (2007): Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. In: Klimaänderung 2007: Wissenschaftliche Grundlagen. Beitrag der Arbeitsgruppe I zum Vierten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderung (IPCC), Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor und H.L. Miller, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom und New York, NY, USA. Deutsche Übersetzung durch ProClim-, österreichisches Umweltbundesamt, deutsche IPCC-Koordinationsstelle, Bern/Wien/Berlin.

Kerr, J. T., Pindar, A., Galpern, P., Packer, L., Potts, S. G., Roberts, S. M., Rasmont, P., Schweiger, O., Colla, S. R., Richardson, L. L., Wagner, D. L., Gall, L. F., Sikes, D. S. & Pantoja, A. (2015): Climate change impacts on bumblebees converge across continents. – Science 349 (6244).

Kowarik, I. (2011): Novel urban ecosystems, biodiversity and conservation. – Environmental Pollution 159: 1974-1983.

Kuttler, W.; Miethke, A.; Dütemeyer, D.; Barlag, A.-B. (2015): Das Klima von Essen. Hohenwarsleben.

Lee, H.; Mayer, H.; Chen, L. (2015): Contribution of trees and grasslands to the mitigation of human heat stress in a residential district of Freiburg, Southwest Germany. In: Landscape and Urban Planning. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204615002467

Loos, G. H. (in Vorbereitung, 2016): Die invasiven Pflanzenarten Nordrhein-Westfalens. – Decheniana (Bonn).

Mathey, J.; Rößler, S.; Lehmann, I.; Bräuer, A.; Goldberg, V.; Kurbjuhn, C.; Westbeld, A. (2011): Noch wärmer, noch trockener? Stadtnatur und Freiraumstrukturen im Klimawandel. In: Naturschutz und Biologische Vielfalt. Heft 111. Bonn – Bad Godesberg.

Matzarakis, A. (2008): Klimawandel und Städte – Stadtklimatischer Einfluss von Bäumen. – Osnabrücker Baumpflegetage: Aktiv für Bäume. 30. Sept. und 1. Okt. 2008. Tagungsband III.

Mayer, H. (1992): Planungsfaktor Stadtklima. – Münchner Forum, Berichte und Protokolle.

Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg (2012): Städtebauliche Klimafibel Online. https://www.staedtebauliche-klimafibel.de/?p=9&p2=2.6 [02.04.2016].

Moritz, C. & Agudo, R. (2013): The Future of Species Under Climate Change: Resilience or Decline? – Science 341 (6145).

MUNLV - Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2009): Anpassung an den Klimawandel – Eine Strategie für Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf.

MUNLV - Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2010): Handbuch Stadtklima - Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel (Langfassung), Essen.

Rahmstorf, Stefan; Schellnhuber, Hans Joachim (2007): Der Klimawandel. Diagnose, Prognose, Therapie. 6. Aufl., Online verfügbar unter http://www.gbv.de/dms/faz-rez/S13200706171109587.pdf.

REWATEC (2016): Regenwassernutzung für Haus und Garten. o.O.http://www.rewatec.de/m4_userdateien/PDF/deutsch/RW-Katalog-2016-mit-Preisen.pdf [10.08.2016].

RVR - Regionalverband Ruhr (2011): Klimaanalyse Stadt Recklinghausen. Essen.

Secretariat of the Convention of Biological Diversity, CBD (permanent aktualisiert): Text of the CBD. – https://www.cbd.int/convention/text/

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin (Hrsg.) (2012): Handbuch zur Partizipation, 2. Auflage, Berlin.

Thomas, C. D. & al. plur. (2004): Extinction risk from climate change. – Nature 427.

Törkel, D. (2015): Zukunftsbaumliste Düsseldorf. – Landeshauptstadt Düsseldorf, Garten-, Friedhofs- und Forstamt. Düsseldorf.

Uehre, P. (2015): Spezifische Hitze- und Trockenheitstoleranz von Bäumen. – http://www.nua.nrw.de/fileadmin/user_upload/NUA/Veranstaltungen/Veranstaltungsberichte/049-15/06-Hitze-_und_Trockenheitstolereanz_Uehre.pdf

Urban, M. C. (2015): Accelerating extinction risk from climate change. – Science 348 (6234).

Vedel, D., Neuschulz, F. & Spreter, R. (2008): Städte und Gemeinden aktiv für den Naturschutz (3/2008). Hrsg.: Deutscher Städtetag, Deutscher Städte- und Gemeindebund und Deutsche Umwelthilfe. – Burgwedel.

Weber, F., Kowarik, I. & Säumel, I. (2014): Herbaceous plants as filters: Immobilization of particulates along urban street corridors. – Environmental Pollution.

Winter, C. (2015): Feldahorn. www.biowin.at/all/Pflanzen/bilder/Sapindales/Aceraceae/%20Acer%20campestre/Acer%20campestre.htm [03.02.2017].