

Reihe KLIMOPASS-Berichte

Projektnr.: 4500287423/23

Städtebaulicher Rahmenplan

Klimaanpassung

für die Stadt Karlsruhe (Teil II)

von B. Beermann, M. Berchtold, J. Baumüller, G. Gross, M. Kratz

Finanziert mit Mitteln des Ministeriums für Umwelt, Klima und
Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM)

Oktober 2014

KLIMOPASS

– Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

HERAUSGEBER	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Postfach 100163, 76231 Karlsruhe
KONTAKT KLIMOPASS	Dr. Kai Höpker, Referat Medienübergreifende Umweltbeobachtung, Klimawandel; Tel.:0721/56001465, Kai.Hoepker@lubw.bwl.de
FINANZIERUNG	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg - Programm Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg (KLIMOPASS)
BEARBEITUNG UND VERANTWORTLICH FÜR DEN INHALT	Martin Kratz, Stadt Karlsruhe, Stadtplanungsamt Lammstr. 7, 76124 Karlsruhe Dr. Björn Beerman, GEO-NET Umweltconsulting GmbH Martin Berchtold, Philipp Krass, berchtoldkrass space&options Prof. Dr. Jürgen Baumüller, Stuttgart Prof. Dr. Günter Gross, Hannover
BEZUG	http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/91063/ ID Umweltbeobachtung U83-W03-N12
STAND	Oktober 2014, Internetausgabe Februar 2015

Verantwortlich für den Inhalt sind die Autorinnen und Autoren. Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

Nachdruck für kommerzielle Zwecke - auch auszugsweise - ist nur mit Zustimmung der LUBW unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	I
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	VI
TABELLENVERZEICHNIS	XII
1. HINTERGRUND – VON DER KLIMARAHMENKONVENTION ZUR KARLSRUHER ANPASSUNGSSTRATEGIE	1
2. ZIELSTELLUNG – DER RAHMENPLAN KLIMAAANPASSUNG	4
3. GRUNDLAGEN - DAS STADTKLIMAPHÄNOMEN UND SEINE BEDEUTUNG FÜR DIE GESUNDHEIT DER STADTBEVÖLKERUNG	7
3.1 Wärmeinsel-Effekt in Städten	7
3.2 Wärmebilanz in Stadtgebieten	8
3.3 Thermisches Empfinden	11
4. KARLSRUHE 2050 – EXPERIMENTELLE STÄDTEBAULICHE TESTENTWÜRFE	12
4.1 Anlass, Ziel und kritische Einordnung	12
4.2 Ableitung von zwei Extremszenarien der städtebaulichen Entwicklung	13
4.3 Untersuchungsgebiet und Ausgangslage	14
4.4 Die Testentwürfe	18
4.4.1 Szenario 1: „Schrumpfung und Entsiegelung“	18
4.4.2 Szenario 2: „Nachverdichtung im Bestand und Bebauung bisheriger Freiflächen“	20
5. KLIMAÖKOLOGISCHE AUSWIRKUNGEN DER STÄDTEBAULICHEN TESTENTWÜRFE	22
5.1 Methodik	22
5.2 Ist-Zustand	30
5.2.1 Bodennahes (Gefühltes) Temperaturfeld am Tage und in der Nacht	30
5.2.2 Kaltluftleitbahnen, -strömungsfeld und -einwirkungsbereiche	32
5.3 Auswirkungen von Szenario 1	34
5.3.1 Bodennahes (Gefühltes) Temperaturfeld am Tage und in der Nacht	34

II

5.3.2	Kaltluftleitbahnen, -strömungsfeld und –einwirkungsbereiche	37
5.4	Auswirkungen von Szenario 2	38
5.4.1	Bodennahes (Gefühltes) Temperaturfeld am Tage und in der Nacht	38
5.4.2	Kaltluftleitbahnen, -strömungsfeld und –einwirkungsbereiche	41
5.5	Schlussfolgerungen für die Karlsruher Stadtentwicklung und den Städtebaulichen Rahmenplan Klimaanpassung	43
5.5.1	Allgemeine Schlussfolgerungen	43
5.5.2	Raumkonkrete Schlussfolgerungen	45
6.	MAßNAHMEN ZUR REDUKTION DES HITZEINSELEFFEKTES – STAND VON WISSENSCHAFT UND PRAXIS, BEISPIELE AUS KARLSRUHE UND ANDEREN STÄDTEN	48
6.1	Gesamtstädtische Ebene	50
6.1.1	Massnahme 01: Erhalt, Entwicklung und Schaffung von Kaltluftleitbahnen und Kaltluftentstehungsgebieten	50
6.1.2	Massnahme 02: Erhalt, Entwicklung und Schaffung großräumiger Grün-, Wald- und Freiflächen	53
6.1.3	Massnahme 03: Vernetzung und Anbindung grüner Infrastruktur	57
6.1.4	Massnahme 04: Anthropogene Wärmeemissionen reduzieren	59
6.1.5	Massnahme 05: Erhalt und Schaffung von offenen bewegten Wasserflächen	61
6.2	Stadtviertel- und Quartiersebene	64
6.2.1	Massnahme 06: Rückbau („Entdichtung“)	64
6.2.2	Massnahme 07: Entsiegelung	66
6.2.3	Massnahme 08: Grüne Parkierungen, Veschattung von Parkflächen	69
6.2.4	Maßnahme 09: Verschattung von Straßen, Plätzen und Gebäuden	71
6.2.5	Massnahme 10: Pocket-Parks	72
6.2.6	Massnahme 11: Innen-/ Hinterhofbegrünung	74
6.2.7	Massnahme 12: Erhöhung der Oberflächen-Albedo („Reflektion“)	76
6.2.8	Massnahme 13: Erlebbares Wasser im öffentlichen Raum („Wasserspielplätze“)	79
6.2.9	Massnahme 14: Grüne Gleistrassen	81
6.3	Gebäudeebene	84
6.3.1	Massnahme 15: Energetische Gebäudesanierung	84
6.3.2	Massnahme 16: Dachbegrünung	86
6.3.3	Massnahme 17: Fassadenbegrünung	89
6.3.4	Massnahme 18: Sommerlicher Wärmeschutz an Gebäuden	92

6.3.5	Massnahme 19: Sozial-Ökologische Infrastruktur	94
6.4	Synergien und Konflikte der Maßnahmen mit anderen städtischen Handlungsfeldern	96
6.4.1	Handlungsfelder mit besonders vielfältigen und/oder intensiven Wechselbeziehungen zu den Maßnahmen des Rahmenplans	97
6.4.2	Maßnahmen mit besonders vielfältigen und/oder intensiven Wechselwirkungen mit den Handlungsfeldern aus der Karlsruher Anpassungsstrategie	99
7.	MAßNAHMENPAKETE FÜR HOT-SPOT-QUARTIERE UND DEREN ÜBERTRAGBARKEIT	100
7.1	Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 01 „Geschlossene Blockrandbebauung“	102
7.1.1	Charakterisierung und Vulnerabilität des Quartiers	102
7.1.2	Klimaökologische Situation im Quartier	104
7.1.3	Quartiersspezifisches Massnahmenpaket	106
7.1.4	Übertragbarkeit der Massnahmen	112
7.2	Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 02 „Offene Blockrandbebauung“	114
7.2.1	Charakterisierung und Vulnerabilität des Quartiers	114
7.2.2	Klimaökologische Situation im Quartier	116
7.2.3	Quartiersspezifisches Massnahmenpaket	117
7.2.4	Übertragbarkeit der Massnahmen	122
7.3	Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 03 „Zeilenbebauung“	124
7.3.1	Charakterisierung und Vulnerabilität des Quartiers	124
7.3.2	Klimaökologische Situation im Quartier	125
7.3.3	Quartiersspezifisches Massnahmenpaket	127
7.3.4	Übertragbarkeit der Massnahmen	132
7.4	Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 04 „Ortskern“	134
7.4.1	Charakterisierung und Vulnerabilität des Quartiers	134
7.4.2	Klimaökologische Situation im Quartier	136
7.4.3	Quartiersspezifisches Massnahmenpaket	137
7.4.4	Übertragbarkeit der Maßnahmen	142
7.5	Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 05 „Aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte (MFH)“	144
7.5.1	Charakterisierung und Vulnerabilität des Quartiers	144
7.5.2	Klimaökologische Situation im Quartier	146
7.5.3	Quartiersspezifisches Massnahmenpaket	148

7.5.4	Übertragbarkeit der Maßnahmen	154
7.6	Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 08 „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“	156
7.6.1	Charakterisierung und Vulnerabilität des Quartiers	156
7.6.2	Klimaökologische Situation im Quartier	158
7.6.3	Quartiersspezifisches Massnahmenpaket	160
7.6.4	Übertragbarkeit der Maßnahmen	166
7.7	Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 09 „Bereiche mit Grossstrukturen“	168
7.7.1	Charakterisierung und Vulnerabilität des Quartiers	168
7.7.2	Klimaökologische Situation im Quartier	171
7.7.3	Quartiersspezifisches Massnahmenpaket	172
7.7.4	Übertragbarkeit der Maßnahmen	178
7.8	Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 10 „Gewerbe“	180
7.8.1	Charakterisierung und Vulnerabilität des Quartiers	180
7.8.2	Klimaökologische Situation im Quartier	181
7.8.3	Quartiersspezifisches Massnahmenpaket	183
7.8.4	Übertragbarkeit der Maßnahmen	188
7.9	Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 11 „Industrie“	190
7.9.1	Charakterisierung und Vulnerabilität des Quartiers	190
7.9.2	Klimaökologische Situation im Quartier	192
7.9.3	Quartiersspezifisches Massnahmenpaket	193
7.9.4	Übertragbarkeit der Maßnahmen	198
8.	BETEILIGUNGSPROZESS – VERNETZUNG, EINBINDUNG VON AKTEUREN UND ENTSCHEIDUNGSTRÄGERN	200
9.	TRANSFER DER ERKENNTNISSE AUF DIE GESAMTSTÄDTISCHE EBENE – DER STÄDTEBAULICHE RAHMENPLAN KLIMAAANPASSUNG	204
9.1	Zielsetzung des Planwerks „Städtebaulichen Rahmenplans Klimaanpassung“	204
9.2	Methodik und Entstehungsprozess der Erstellung des Planwerks	204
9.3	Die Komponenten des „Städtebaulichen Rahmenplans Klimaanpassung“	209
9.4	„Lesehilfe Legende“: Die Inhalte des Planwerks „Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung“	210
9.4.1	Abschnitt Stadtstruktur	210
9.4.2	Abschnitt Entlastungssystem	211

9.4.3	Relevante Klimafunktionen	214
9.5	Das Planwerk „Städtebaulichen Rahmenplans Klimaanpassung“ - Arbeitsstand	215
10.	STRATEGIE ZUR UMSETZUNG DES RAHMENPLANS	220
10.1	Planungsrechtliche Grundlagen und Einordnung	220
10.1.1	Vorbereitende Bauleitplanung – Flächennutzungsplan und Landschaftsplan	221
10.1.2	Verbindliche Bauleitplanung – Bebauungsplan und Grünordnungsplan	222
10.1.3	Massnahmen der Innenentwicklung, der städtebaulichen Sanierung und des Stadtumbaus	223
10.1.4	Städtebauliche Wettbewerbe	224
10.1.5	StädtebaulicheR Vertrag nach §11 BauGB	224
10.2	Beschluss durch den Gemeinderat	225
10.2.1	Planungsrechtliche Bedeutung	225
10.2.2	Beschlussempfehlungen	226
10.3	Weitere Massnahmen zur Umsetzung des Rahmenplans	226
10.4	Evaluierung des Rahmenplans	226
11.	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	227
	ANHANG	229
	QUELLENVERZEICHNIS	232

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: konzeptionelle Klimaschutz- und Klimaanpassungsaktivitäten der Stadt Karlsruhe im Kontext der räumlichen Gesamtplanung des NVK seit 2009	3
Abbildung 2: Einordnung des Städtebaulichen Rahmenplans Klimaanpassung in das System der räumlichen Planung	4
Abbildung 3: Maximale Temperaturabweichung im Zentrum von Siedlungen gegenüber dem Umland (Intensität der „städtischen Wärmeinsel“; Quelle: Schönwiese 2013)	7
Abbildung 4: Wärmeinsel in Karlsruhe, Temperaturgradient Alter Flughafen / Kernstadt: 8 K auf ca. 1200 m (GEO-NET, 2011)	8
Abbildung 5: Schema der Wärmebilanz einer Stadt – Tagsituation (Baumüller, 2013)	9
Abbildung 6: Schema der Wärmebilanz einer Stadt – Nachtsituation (Baumüller, 2013)	9
Abbildung 7: Urban Atlas Karlsruhe (Quelle: gmes 2011, http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-atlas)	10
Abbildung 8: Strahlungsoberflächentemperatur, Karlsruhe 26.09.2008, 20:00-21:30 Uhr (Quelle: NVK 2013)	10
Abbildung 9: Aktualität der Thematik im Schwerpunkt der Planerin 5/13 „Kompakte Stadt vs. Umwelt“	12
Abbildung 10: Abstimmungsworkshop zu Szenarien und Testentwürfen im Rathaus (Quelle: GEO-NET)	13
Abbildung 11: Grünsystem der Stadt Karlsruhe, Landschaftsplan 2025 (Quelle: GBA), Untersuchungsgebiet, zentrale „Grünfinger“	14
Abbildung 12: Untersuchungsgebiet und Ausgangslage	16
Abbildung 13: Plandarstellung Testentwurf zu Szenario 1- „Schrumpfung und Entsiegelung“	18
Abbildung 14: Plandarstellung Testentwurf zu Szenario 2- „Nachverdichtung im Bestand und Bebauung bisheriger Freiflächen“	20
Abbildung 17: Ablaufschema Modellierung mit FITNAH	22
Abbildung 18: Das Klima-Michel-Modell (Quelle: DWD)	24
Abbildung 19: Modelleingangsdatum „Flächennutzung“ für die Modellierung des Ist-Zustandes	26
Abbildung 20: Modelleingangsdatum „Flächennutzung“ für die Modellierung von Szenario 1 (oben) und Szenario 2 (unten)	29
Abbildung 21: Temperaturfeld im Ausgangszustand um 14:00 Uhr nachmittags in 2m Höhe während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage	30
Abbildung 22: Temperaturfeld im Ausgangszustand um 04:00 Uhr morgens in 2m Höhe während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage	31
Abbildung 23: Kaltluftströmungsfeld und –leitbahnen im Ausgangszustand um 04:00 Uhr morgens in 2m Höhe während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage	33
Abbildung 24: Einwirkungsbereich der nächtlichen Kaltluftströmung in den Siedlungsbereich im Ausgangszustand während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage um 04:00 Uhr morgens	34
Abbildung 25: Temperaturdifferenz zwischen Szenario 1 und dem Ausgangszustand um 04:00 Uhr morgens in 2m Höhe während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage	36
Abbildung 26: Differenz der gefühlten Temperatur zwischen Szenario 1 und dem Ausgangszustand um 14:00 Uhr nachmittags in 2m Höhe während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage	36
Abbildung 27: Kaltluftströmungsfeld und –leitbahnen in Szenario 1 um 04:00 Uhr morgens in 2m Höhe während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage (Erläuterung der Nummerierung im Fließtext)	37
Abbildung 28: Einwirkungsbereich der nächtlichen Kaltluftströmung in den Siedlungsbereich in Szenario 1 um 04:00 morgens während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage	38
Abbildung 29: Temperaturdifferenz zwischen Szenario 2 und dem Ausgangszustand um 04:00 Uhr morgens in 2m Höhe während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage	40

Abbildung 30: Differenz der gefühlten Temperatur zwischen Szenario 2 und dem Ausgangszustand um 14:00 Uhr nachmittags in 2m Höhe während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage	40
Abbildung 31: Kaltluftströmungsfeld und –leitbahnen in Szenario 2 um 04:00 Uhr morgens in 2m Höhe während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage	41
Abbildung 32: Einwirkungsbereich der nächtlichen Kaltluftströmung in den Siedlungsbereich in Szenario 2 um 04:00 morgens während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage	42
Abbildung 33: Gegenüberstellung der Flächennutzungsänderungen und der Kaltlufteinwirkungsbereiche in den beiden Szenarien im Vergleich zum Ausgangszustand	43
Abbildung 34: Maßnahmenmatrix des Rahmenplans	49
Abbildung 35: Auszug aus der gesamtstädtischen Klimaanalyse für den Nachbarschaftsverband Karlsruhe (GEO-NET 2011)	51
Abbildung 36: Chéong Gye Cheon vor (2002) und nach (2005) Realisierung des Umbaus (In-Keum Lee ,2006)	51
Abbildung 37: Thermalaufnahme vom Plangebiet im Vergleich mit einer Straße in der Umgebung (Juli 2005) (In-Keum Lee, 2006)	52
Abbildung 38: Impressionen des neuen Frei-und Erholungsraums in Seoul (Fotos: Baumüller)	52
Abbildung 39: Parkanlage mit Bäumen zur Schattenspende (Foto: Baumüller)	53
Abbildung 40: Temperaturprofile im belaubten und unbelaubten Wald (Groß 1993)	54
Abbildung 41: Stadtpark Karlsruhe (Quelle: Holyday-Check.de)	56
Abbildung 42: Günter Klotz Anlage (Foto: Baumüller)	56
Abbildung 43: Grün- und Wegeverbindung im Bereich Beiertheimer Feld (Foto: Baumüller)	57
Abbildung 44:Grünsystem der Stadt Karlsruhe	58
Abbildung 45: Verkehrs-Wärmeemissionen (Groß-London) in W/m ² (oben bezogen auf 1km ² , unten auf Straßen) (Quelle: MEGAPOLI, 2010)	59
Abbildung 46: Blick in die Kaiserstraße (Foto: Hauser)	60
Abbildung 47: Kombilösung in der Kriegsstraße: oberirdische Straßenbahn und Autotunnel (Graphiken: Kasig)	60
Abbildung 48: Wasserfläche als Kühlelement am Tage (Foto: Baumüller)	61
Abbildung 49: Mittlere Monats- und Jahressummen der Gewässerverdunstung in mm und der korrigierten Niederschlagshöhe (Beispielort), DWD	62
Abbildung 50: Wasserfläche an der Günter Klotz Anlage (Foto: Baumüller)	63
Abbildung 51: Element Wasser als Planungselement im Siedlungsraum Karlsruhe Neue Oststadt (Foto: Baumüller)	63
Abbildung 52: innerstädtische Rückbaumaßnahme (Foto: Baumüller)	64
Abbildung 53: Garagenhof in der Karlsruher Südweststadt (Foto: Büter)	65
Abbildung 54: Flächennutzung in Karlsruhe West	66
Abbildung 55: Zusammenhang zwischen Vegetationsanteil und Oberflächentemperaturen in Manchester (Pauleit, 2011)	67
Abbildung 56: Flächennutzung in Karlsruhe (Statistisches Jahrbuch 2011)	68
Abbildung 57: Bahnhofvorplatz in Karlsruhe stark versiegelt (Foto: Baumüller)	68
Abbildung 58: Beispiele für begrünte Parkplätze in Kobe (Fotos: Baumüller)	69
Abbildung 59: „Grünparkierung“ in Kobe (links), Thermalbild dieser Fläche am Tage (rechts); (Quelle: Moriyama Laboratory Department of Architecture and Civil Engineering, Kobe University, 2006)	69
Abbildung 60: Durch Bäume beschatteter Parkplatz der Universität Stuttgart (Winter, Sommer) (Fotos: Baumüller)	70
Abbildung 61: Stark versiegelter Parkplatz in der Karlsruher Südweststadt (Foto: Büter)	70
Abbildung 62: Baumalleen (Fotos: Baumüller)	71
Abbildung 63 :Thermalbilder von Alleestraßen in Sendai mit unterschiedlich dichter Bepflanzung	71
Abbildung 64: Baumalleen in Karlsruhe und anderen Städten (links: An der Alster, Mitte: Kastanienallee in Stuttgart, rechts: Rhode-Island-Allee in Karlsruhe) Fotos: Baumüller	72
Abbildung 65: Pocket park - Urban Gardening in Berlin (dpa/R. Jensen)	72

VIII

Abbildung 66: Kleiner Park in Karlsruhe, Schützenstraße (Foto: Baumüller)	73
Abbildung 67: Gelungene Gestaltung und Begrünung eines Hinterhofes in Karlsruhe	74
Abbildung 68: Gelungene Gestaltung und Begrünung eines Hinterhofes in Karlsruhe	75
Abbildung 69: Weiß gestrichene Häuser auf Santorin (oben), weiße Dächer auf den Bermudas(Mitte und unten)	76
Abbildung 70: Hellerer Untergrund = höhere Reflexion	77
Abbildung 71: Weiße Dächer auf den Bermudas (Luftbild) (Quelle: Googlemaps)	78
Abbildung 72: Springbrunnen als Kühlungsquelle (Fotos: Baumüller)	79
Abbildung 73: Wassertrittsteine in der Günter Klotz Anlage (Foto: Baumüller)	80
Abbildung 74: Wasserspielplatz in Karlsruhe bei der Ständehausstraße (Foto: Baumüller/Berchtold)	80
Abbildung 75: Begrünte Gleistrasse in Karlsruhe Nordstadt (Foto: Baumüller)	81
Abbildung 76: Abflussbeiwerte verschiedener städtischer Oberflächen (nach DIN 1986-100 (2008) ergänzt)	82
Abbildung 77: Begrünte Gleistrasse bei hinreichend Regen (links) und bei extremer Trockenheit (rechts) (Foto: Baumüller)	83
Abbildung 78: Begrünte Gleistrasse an der Brauerstraße in Karlsruhe (Fotos: Baumüller)	83
Abbildung 79: Energieeffizientes Wohnen (Quelle StZ vom 21.06.2014)	84
Abbildung 80: Aktuelle und aufgehobene Sanierungsgebiete in Karlsruhe	85
Abbildung 81: Gründach, Amt für Umweltschutz Stuttgart (Foto: Baumüller)	86
Abbildung 82: Tagesgang von Luft- und Oberflächentemperaturen unterschiedlicher Flachdächer (Quelle: MIVBW)	87
Abbildung 83: Dachbegrünungen kann sich positiv auf Photovoltaikanlagen auswirken (Foto: Baumüller)	88
Abbildung 84: Beispiele von Dachbegrünungen in Karlsruhe	88
Abbildung 85: Fassadenbegrünung Kloster Neustift in Brixen (Foto: Baumüller)	89
Abbildung 86: Vergleich von Klimaparametern (links) sowie Temperaturverläufe (rechts) zwischen begrünter und unbegrünter Außenfassade (Kießl:1986)	90
Abbildung 87: Beispiele begrünter Fassaden in Karlsruhe (Foto: Baumüller)	91
Abbildung 88: Bäume als „grüne Fassade“ zur Verschattung und als Gestaltungselement (Foto: Baumüller)	92
Abbildung 89: Verschattungselemente an Wohnhäusern (Fotos: Baumüller)	93
Abbildung 90: Baumpflanzungen in Karlsruhe Oststadt auf der „richtigen“ (linke Abbildung) und „falschen“ Seite (rechte Abbildung) (Foto: Baumüller)	93
Abbildung 91: NeuLand – ein mobiler Gemeinschaftsgarten auf einer ehemaligen Industriebrache (Quelle: http://www.neuland-koeln.de)	94
Abbildung 92: Ergebnis der Erhebung über Synergie- und Konfliktpotential zwischen Maßnahmen des Rahmenplans und Handlungsfelder aus der Karlsruher Anpassungsstrategie	97
Abbildung 93: Räumliche Lage und Abgrenzung des Hot-Spot-Quartiers „geschlossener Blockrand“	103
Abbildung 94: Impressionen aus dem Hot-Spot Quartier des Stadtstrukturtyp 01 „geschlossener Blockrand“; Links oben: Blick in eine typische Querstraße, die zwei Blockrandbebauungen voneinander trennt; rechts oben: Blick in einen begrünten Innenhof; links unten: mit Garagen versiegelter Blockinnenhof (Vordergrund) und Blockrandbebauung mit Fassadenbegrünung (Hintergrund)	103
Abbildung 95: Gegenwärtige und zukünftige bioklimatische Belastung in dem Hot-Spot-Quartier des Stadtstrukturtyps „geschlossener Blockrand“	105
Abbildung 96: Stadtklimatische Situation im Umfeld des Hot-Spot-Quartiers „geschlossener Blockrand“	106
Abbildung 97: instanzspezifische Maßnahmenanwendung des Stadtstrukturtyps 01 „geschlossener Blockrand“	107
Abbildung 98: detaillierter Ausschnitt der Maßnahmenanwendung	108
Abbildung 99: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 01 „ geschlossener Blockrand“ – heutige Situation	110
Abbildung 100: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 01 „ geschlossener Blockrand“ – Situation mit Maßnahmen	111
Abbildung 101: Verortung der Instanzen des Stadtstrukturtyps 01 „geschlossene Blockrandbebauung“	112
Abbildung 102: Instanzen des Stadtstrukturtyps 01 „geschlossene Blockrandbebauung“	113
Abbildung 103: Räumliche Lage und Abgrenzung des Hot-Spot-Quartiers „offener Blockrand“	114
Abbildung 104: Impressionen aus dem Hot-Spot Quartier des Stadtstrukturtyp 02 „offener Blockrand“; Links und rechts oben: Brachflächen mit sich ankündigender Bautätigkeit im Westen des Quartiers; links unten: neuere/sanierte Bebauung an der Südendstraße; rechts unten: Kindertagesstätte Vinzentino im Blockinnenhof	115

Abbildung 105: Gegenwärtige und zukünftige bioklimatische Belastung in dem Hot-Spot-Quartier des Stadtstrukturtyps „offener Blockrand“	116
Abbildung 106: Stadtklimatische Situation im Umfeld des Hot-Spot-Quartiers „offener Blockrand“	117
Abbildung 107: instanzspezifische Maßnahmenanwendung des Stadtstrukturtyps 02 „offener Blockrand“	119
Abbildung 108: instanzspezifische Maßnahmenanwendung des Stadtstrukturtyps 02 „offener Blockrand“	119
Abbildung 109: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 02 „offener Blockrand“ – heutige Situation	120
Abbildung 110: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 02 „offener Blockrand“ – Situation mit Maßnahmen	121
Abbildung 111: Verortung der Instanzen des Stadtstrukturtyps 02 „offene Blockrandbebauung“	122
Abbildung 112: Instanzen des Stadtstrukturtyps 02 „offene Blockrandbebauung“	123
Abbildung 113: Räumliche Lage und Abgrenzung des Hot-Spot-Quartiers „Zeilenbebauung“	124
Abbildung 114: Impressionen aus dem Hot-Spot Quartier des Stadtstrukturtyp 03 „Zeilenbebauung“ ; Links und rechts oben: Begrünung zwischen zwei Zeilenbauten; links unten: energetisch nicht sanierte Zeilenbebauung; rechts unten: voll versiegelter Garagenhof	125
Abbildung 115: Gegenwärtige und zukünftige bioklimatische Belastung in dem Hot-Spot-Quartier des Stadtstrukturtyps „Zeilenbebauung“	126
Abbildung 116: Stadtklimatische Situation im Umfeld des Hot-Spot-Quartiers „Zeilenbebauung“	127
Abbildung 117: instanzspezifische Maßnahmenanwendung des Stadtstrukturtyps 03 „Zeilenbebauung“	128
Abbildung 118: detaillierter Ausschnitt der Maßnahmenanwendung	129
Abbildung 119: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 03 „Zeilenbebauung“ – heutige Situation	130
Abbildung 120: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 03 „Zeilenbebauung“ – Situation mit Maßnahmen	131
Abbildung 121: Verortung der Instanzen des Stadtstrukturtyps 03 „Zeilenbebauung“	132
Abbildung 122: Instanzen des Stadtstrukturtyps 03 „Zeilenbebauung“	133
Abbildung 123: Räumliche Lage und Abgrenzung des Hot-Spot-Quartiers „Ortskern“	134
Abbildung 124: Impressionen aus dem Hot-Spot Quartier des Stadtstrukturtyp 04 „Ortskern“	135
Abbildung 125: Gegenwärtige und zukünftige bioklimatische Belastung in dem Hot-Spot-Quartier des Stadtstrukturtyps „Ortskern“	136
Abbildung 126: Stadtklimatische Situation im Umfeld des Hot-Spot-Quartiers „Ortskern“	137
Abbildung 127: instanzspezifische Maßnahmenanwendung des Stadtstrukturtyps 04 „Ortskern“	138
Abbildung 128: detaillierter Ausschnitt der Maßnahmenanwendung	139
Abbildung 129: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 04 „Ortskern“ – heutige Situation	140
Abbildung 130: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 04 „Ortskern“ – Situation mit Maßnahmen	141
Abbildung 131: Verortung der Instanzen des Stadtstrukturtyps 04 „Ortskern“	142
Abbildung 132: Instanzen des Stadtstrukturtyps 04 „Ortskern“	143
Abbildung 133: Räumliche Lage und Abgrenzung des Hot-Spot-Quartiers „Aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte (MFH)“	144
Abbildung 134: Impressionen aus dem Hot-Spot Quartier des Stadtstrukturtyp 05 „Aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte (MFH)“	145
Abbildung 135: Gegenwärtige und zukünftige bioklimatische Belastung in dem Hot-Spot-Quartier des Stadtstrukturtyps „aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte (MFH)“	146
Abbildung 136: Stadtklimatische Situation im Umfeld des Hot-Spot-Quartiers „aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte (MFH)“	147
Abbildung 137: instanzspezifische Maßnahmenanwendung des Stadtstrukturtyps 05 „aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte“	150
Abbildung 138: detaillierter Ausschnitt der Maßnahmenanwendung	151
Abbildung 139: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 05 „aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte“ – heutige Situation	152
Abbildung 140: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 05 „aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte“ – Situation mit Maßnahmen	153
Abbildung 141: Verortung der Instanzen des Stadtstrukturtyps 05 „aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte“	154

Abbildung 142: Instanzen des Stadtstrukturtyps 05 „aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte“	155
Abbildung 143: Räumliche Lage und Abgrenzung des Hot-Spot-Quartiers „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“	156
Abbildung 144: Impressionen aus dem Hot-Spot Quartier des Stadtstrukturtyp 08 „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“	157
Abbildung 145: Gegenwärtige und zukünftige bioklimatische Belastung in dem Hot-Spot-Quartier des Stadtstrukturtyps „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“	159
Abbildung 146: Stadtklimatische Situation im Umfeld des Hot-Spot-Quartiers „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“	160
Abbildung 147: instanzspezifische Maßnahmenanwendung des Stadtstrukturtyps 08 „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“	162
Abbildung 148: detaillierter Ausschnitt der Maßnahmenanwendung	163
Abbildung 149: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 08 „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“ – heutige Situation	164
Abbildung 150: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 08 „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“ – Situation mit Maßnahmen	165
Abbildung 151: Verortung der Instanzen des Stadtstrukturtyps 08 „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“	166
Abbildung 152: Instanzen des Stadtstrukturtyps 08 „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“	167
Abbildung 153: Räumliche Lage und Abgrenzung des Hot-Spot-Quartiers „Bereiche mit Grossstrukturen“	169
Abbildung 154: Impressionen aus dem Hot-Spot Quartier des Stadtstrukturtyp 09 „Bereiche mit Großstrukturen“	170
Abbildung 155: Gegenwärtige und zukünftige bioklimatische Belastung in dem Hot-Spot-Quartier des Stadtstrukturtyps „Bereiche mit Großstrukturen“	171
Abbildung 156: Stadtklimatische Situation im Umfeld des Hot-Spot-Quartiers „Bereiche mit Großstrukturen“	172
Abbildung 157: instanzspezifische Maßnahmenanwendung des Stadtstrukturtyps 09 „Bereiche mit Großstrukturen“	173
Abbildung 158: detaillierter Ausschnitt der Maßnahmenanwendung	174
Abbildung 159: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 09 „Bereiche mit Großstrukturen“ – heutige Situation	176
Abbildung 160: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 09 „Bereiche mit Großstrukturen“ – Situation mit Maßnahmen	177
Abbildung 161: Verortung der Instanzen des Stadtstrukturtyps 09 „Gebiete mit Großstrukturen“	178
Abbildung 162: Instanzen des Stadtstrukturtyps 09 „Gebiete mit Großstrukturen“	179
Abbildung 163: Räumliche Lage und Abgrenzung des Hot-Spot-Quartiers „Gewerbe“	181
Abbildung 164: Impressionen aus dem Hot-Spot Quartier des Stadtstrukturtyp 10 „Gewerbe“	181
Abbildung 165: Gegenwärtige und zukünftige bioklimatische Belastung in dem Hot-Spot-Quartier des Stadtstrukturtyps „Gewerbe“	182
Abbildung 166: Stadtklimatische Situation im Umfeld des Hot-Spot-Quartiers „Gewerbe“	183
Abbildung 167: instanzspezifische Maßnahmenanwendung des Stadtstrukturtyps 10 „Gewerbe“	184
Abbildung 168: detaillierter Ausschnitt der Maßnahmenanwendung	185
Abbildung 169: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 10 „Gewerbe“ – heutige Situation	186
Abbildung 170: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 10 „Gewerbe“ – Situation mit Maßnahmen	187
Abbildung 171: Verortung der Instanzen des Stadtstrukturtyps 10 „Gewerbe“	188
Abbildung 172: Instanzen des Stadtstrukturtyps 10 „Gewerbe“	189
Abbildung 173: Räumliche Lage und Abgrenzung des Hot-Spot-Quartiers „Industrie“	190
Abbildung 174: Impressionen aus dem Hot-Spot Quartier des Stadtstrukturtyp 11 „Industrie“	191
Abbildung 175: Gegenwärtige und zukünftige bioklimatische Belastung in dem Hot-Spot-Quartier des Stadtstrukturtyps „Industrie“	192
Abbildung 176: Stadtklimatische Situation im Umfeld des Hot-Spot-Quartiers „Industrie“	193
Abbildung 177: instanzspezifische Maßnahmenanwendung des Stadtstrukturtyps 11 „Industrie“	194
Abbildung 178: detaillierter Ausschnitt der Maßnahmenanwendung	195
Abbildung 179: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 11 „Industrie“ – heutige Situation	196
Abbildung 180: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 11 „Industrie“ – Situation mit Maßnahmen	197

Abbildung 181: Verortung der Instanzen des Stadtstrukturtyps 11 „Industrie“	198
Abbildung 182: Instanzen des Stadtstrukturtyps 11 „Industrie“	199
Abbildung 183: Impressionen vom Workshop	201
Abbildung 184: Erste grafische Versuche in manuellen Umsetzungen	205
Abbildung 185: Gesamtplan der ersten Fassung (im Original M. 1:10.000, ca. 2,00 m Breite, 1,50 m Höhe)	206
Abbildung 186: Erste Fassung des Rahmenplans als Diskussionsgrundlage für die interne Arbeit und Beteiligung	207
Abbildung 187: Vergrößerte Ausschnitt der ersten Fassung	207
Abbildung 188: Inhaltliche Arbeit am Plan - Arbeitsgruppe 1 „Inhalte und Darstellung des Rahmenplans beim Beteiligungsworkshop“ (Fotos: Martin Kratz, Stadtplanungsamt)	208
Abbildung 189: Das Planwerk und seine Komponenten	209
Abbildung 190: Legendenabschnitt Stadtstruktur	210
Abbildung 191: Legende Entlastungssystem, Abschnitte „Entlastungsflächen“ und „Zuwegungssystem“	212
Abbildung 192: Legende Entlastungssystem, Abschnitte „Ergänzende Komponenten und Maßnahmen“ und „Wasser im öffentlichen Raum“	213
Abbildung 193: Legendenabschnitt Relevante Klimafunktionen	214
Abbildung 194: Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung, Übersicht Gesamtplan, im Original M. 1:7.500	215
Abbildung 195: Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung, Gesamtplan, im Original M. 1:7.500	216
Abbildung 196: Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung, exemplarischer Teilbereich Südweststadt	218
Abbildung 197: Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung, exemplarischer Teilbereich Zentrum	218
Abbildung 198: Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung, Teilplan „Stadtstruktur“, im Original M. 1:7.500	219
Abbildung 199: Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung, Teilplan „Entlastungssystem“, im Original M. 1:7.500	219
Abbildung 200: Erweitertes Spektrum an Klimabelangen in der FNP-UP nach BauGB 2011 (Quelle: Jakoby 2013)	221
Abbildung 201: Anzahl von Quartieren je Stadtstrukturtyp, die gegenwärtig und bis 2050 eine relevante Vulnerabilität gegenüber Hitzestress aufweisen	227
Abbildung 202: Gefühltes Temperaturfeld im Ausgangszustand um 14:00 Uhr nachmittags in 2m Höhe während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage	229
Abbildung 203: Temperaturdifferenz zwischen Szenario 1 und dem Ausgangszustand um 14:00 Uhr morgens in 2m Höhe während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage	229
Abbildung 204: Temperaturdifferenz zwischen Szenario 2 und dem Ausgangszustand um 14:00 Uhr morgens in 2m Höhe während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage	230

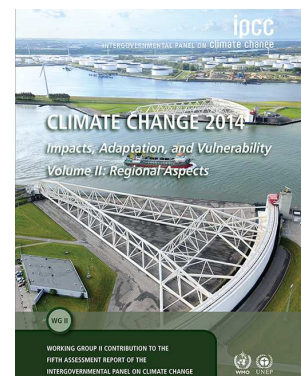
Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht von Indikatoren für das thermische Empfinden von Menschen	11
Tabelle 2: Gefühlte Temperatur und thermische Beanspruchung (Quelle: VDI 2008)	24
Tabelle 3: Verwendete Datengrundlagen, Zielparameter und deren Wertespannen	26
Tabelle 4: Anteil der Nutzungsklassen am gesamten Untersuchungsraum für die Modellierung des Ausgangszustandes	27
Tabelle 5: Anteil der Nutzungsklassen am gesamten Untersuchungsraum für die Modellierung von Szenario 1 und 2 sowie die prozentualen Änderungen gegenüber dem Ausgangszustand	28
Tabelle 6: Zusammenfassende Empfehlungen für die Eingriffsschwerpunkte der beiden städtebaulichen Testentwürfe	46
Tabelle 7: Größe, Umgebung, Kühleffekt und thermische Reichweite städtischer Grünflächen (nach Kuttler, 2011, verändert)	54
Tabelle 8: Benefitseigenschaften des Waldes (Foto: Baumüller)	55
Tabelle 9: Strahlungseigenschaften (Albedo/Emissionsgrad) von üblichen Baumaterialien, Stadtflächen und natürlichen Oberflächen (Helbig, 1987)	77
Tabelle 10: Regenrückhaltung bei Gründächern (Quelle: Roth-Kleyer St.,2010)	87
Tabelle 11: Primäre und nachgeordnete Konflikt- und Synergiepotentiale zwischen den Maßnahmen des Rahmenplans und den Handlungsfeldern der Karlsruher Anpassungsstrategie an den Klimawandel (Blickwinkel: Handlungsfelder)	99
Tabelle 12: Primäre und nachgeordnete Konflikt- und Synergiepotentiale zwischen den Maßnahmen des Rahmenplans und den Handlungsfeldern der Karlsruher Anpassungsstrategie an den Klimawandel (Blickwinkel: Maßnahmen)	99
Tabelle 13: Kreuztabelle – Maßnahmenpakete je Hot-Spot / Stadtstrukturtyp	100
Tabelle 14: Einschätzung der Übertragbarkeit der Maßnahmenpakete für die Hot-Spots auf alle Quartiere des jeweiligen Stadtstrukturtyps (Spannweite: schlecht – mittelmäßig – gut)	101
Tabelle 15: Charakterisierung der Vulnerabilität des Hot-Spot-Quartiers „geschlossener Blockrand“	104
Tabelle 16: Charakterisierung der Vulnerabilität des Hot-Spot-Quartiers „offener Blockrand“	115
Tabelle 17: Charakterisierung der Vulnerabilität des Hot-Spot-Quartiers „Zeilenbebauung“	125
Tabelle 18: Charakterisierung der Vulnerabilität des Hot-Spot-Quartiers „Ortskern“	136
Tabelle 19: Charakterisierung der Vulnerabilität des Hot-Spot-Quartiers „Ortskern“	146
Tabelle 20: Charakterisierung der Vulnerabilität des Hot-Spot-Quartiers „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“	158
Tabelle 21: Charakterisierung der Vulnerabilität des Hot-Spot-Quartiers „Bereiche mit Grossstrukturen“	170
Tabelle 22: Charakterisierung der Vulnerabilität des Hot-Spot-Quartiers „Gewerbe“	181
Tabelle 23: Charakterisierung der Vulnerabilität des Hot-Spot-Quartiers „Industrie“	191
Tabelle 24: Programm des öffentlichen Workshops zum 1. Rahmenplanentwurf	202
Tabelle 25: Teilnehmerliste des öffentlichen Workshops zum 1. Rahmenplanentwurf	231

1. Hintergrund – Von der Klimarahmenkonvention zur Karlsruher Anpassungsstrategie

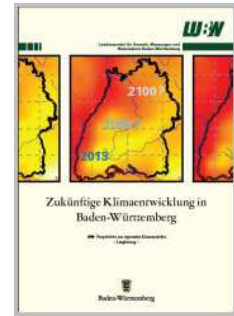
Spätestens durch die Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio de Janeiro und der in ihrem Rahmen verabschiedeten Klimarahmenkonvention (Vereinte Nationen 1992) ist der Klimawandel von der globalen bis hinunter zur regionalen Ebene als eine der größten Herausforderungen der Zukunft anerkannt. Die Veränderung des Weltklimas und die Auswirkungen eines weltweiten Klimawandels werden seitdem durch das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, „Weltklimarat“) in regelmäßigen Sachstandsberichten dokumentiert und öffentlichkeitswirksam diskutiert.

Seit dem 4. Sachstandsbericht aus dem Jahr 2007 ist das Thema der Arbeitsgruppe II „Klimafolgen, Anpassung und Vulnerabilität“ (IPCC 2007) deutlich weiter in den Fokus wissenschaftlichen Forschens, politischen Handelns und folglich auch der öffentlichen Wahrnehmung gerückt, als dies in den Jahren zuvor der Fall gewesen ist. Angesichts der Aussagen des ersten Teils des 5. Sachstandsberichtes (IPCC 2013), global wieder ansteigender CO₂-Emissionen und stockender Verhandlungen der Weltgemeinschaft zu einem Post-Kyoto Abkommen, ist davon auszugehen, dass die Klimafolgenanpassung im Laufe der kommenden Jahrzehnte noch weiter an Bedeutung gewinnen wird. Als Reaktion auf den IPCC-Bericht 2007 hat die Europäische Union ihre Mitgliedsstaaten in einem Grün- bzw. Weißbuch Klimaanpassung zu einem gemeinschaftlichen Vorgehen aufgefordert (EU Kommission 2007 bzw. 2009) und diese Forderung im Rahmen einer Klimafolgenanpassungsstrategie noch einmal Nachdruck verliehen (EU Kommission 2013).



Der Aufforderung der EU sind mittlerweile viele europäische Staaten gefolgt und haben nationale Anpassungsstrategien auf den Weg gebracht. Die Bundesrepublik Deutschland gehört hierbei mit der 2008 verabschiedeten „Deutschen Anpassungsstrategie an die Folgen des Klimawandels (DAS)“ (Bundesregierung 2008) sowie dem „Aktionsplan Anpassung“ (Bundesregierung 2011) gemeinsam mit anderen Staaten wie den Niederlanden oder Großbritannien zu den Vorreitern des Kontinents. Der deutsche Anpassungsprozess wird vom Umweltbundesamt bzw. vom dortigen „Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (KomPass)“ gesteuert. Der initiierte Prozess hat bereits in einigen normativen Regelungen (Gesetze, Verordnungen, Richtlinien) seinen Niederschlag gefunden. Für den Städtebaulichen Rahmenplan Klimapassung sind im diesem Zusammenhang die Verankerung des Anpassungsziels in das RROG und vor allem die Klimanovelle des BauGB von 2011/2013 von Relevanz (vgl. Kapitel 2 und 10).

Das Land Baden-Württemberg hat frühzeitig auf die Entwicklungen auf Bundes- und EU-Ebene reagiert und im Jahr 2010 die Broschüre „Klimawandel in Baden-Württemberg: Fakten – Folgen – Perspektiven“ veröffentlicht (LUBW 2010) und mit „KLIMOPASS – Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg“ eine Begleitforschung installiert. Eine konkretisierende Landes Anpassungsstrategie, die auf die Problemlagen in den klimasensitiven Handlungsfeldern des Flächenbundeslandes fokussiert, ist in Arbeit (Stand Ende 2013). Vorab wurde bereits eine detaillierte Auswertung der verfügbaren Klimadaten vorgelegt (LUBW 2013).



Auf allen skizzierten politischen Ebenen wird lokalen Akteuren und Kommunen ausdrücklich eine zentrale Rolle im Anpassungsprozess an die Folgen des Klimawandels zugeschrieben. Dieses liegt vor allem darin begründet, dass sich der Klimawandel aufgrund inhomogener Vulnerabilitäten kleinräumig unterschiedlich auswirken wird und es daher den lokalen Verhältnissen angepasste Reaktionen bedarf.

In der Deutschen Anpassungsstrategie heißt es hierzu:

“Da Anpassung in den meisten Fällen auf regionaler oder lokaler Ebene erfolgen muss, sind viele Entscheidungen auf kommunaler oder Kreisebene zu treffen“ (Bundesregierung 2008, 60)

Es steht außer Frage, dass Großstädten im Anpassungsprozess des polyzentrisch strukturierten Deutschlands eine Schlüsselfunktion zukommen wird (vgl. Deutscher Städtetag 2012). Sie nehmen nicht nur wichtige wirtschaftliche, soziale und kulturelle Funktionen wahr, sie gehören gleichzeitig auch zu den besonders klimawandelvulnerablen Raumstrukturen. Dieses liegt insbesondere in den folgenden Punkten begründet:

- **Dem Stadtklimaeffekt:** Durch eine vergleichsweise hohe Versiegelungs- und geringe Vegetationsrate heizt sich die Stadt bis zu 10° stärker auf als ihr Umland, was zu einer enormen gesundheitlichen Belastung der Stadtbevölkerung im Allgemeinen und von Risikogruppen im Speziellen führen kann. Ein nicht klimawandelgerechter Nachverdichtungsgrundsatz kann den Stadtklimaeffekt noch verstärken und damit den Gefahren Vorschub leisten.
- **Der geographischen Lage:** Großstädte liegen häufig an der Küste oder an größeren Flussläufen. Dieses macht sie zum einen vulnerabel gegenüber Sturmfluten sowie steigenden Meeresspiegeln und Flusshochwässern. Eine Tallage kann zum anderen den Stadtklimaeffekt noch verstärken.
- **Dem Schadenspotential:** In einer Stadt herrscht eine vergleichsweise hohe Dichte sowohl an Menschen als auch an Sach- und Kulturwerten, woraus sich ein extrem hohes Schadenspotential ergibt.
- **Der Anpassungskapazität:** Da Flächennutzungen in Städten in aller Regel auf Jahrzehnte hinaus festgelegt sind und eine flexible Reaktion auf klimatische Ereignisse dadurch erschwert wird, ist die Anpassungskapazität vieler Städte begrenzt.

Auf die Stadt Karlsruhe als adressierten Raum für den Städtebaulichen Rahmenplan Klimaanpassung treffen alle vier zumindest in Teilen Punkte zu. Aufgrund ihrer exponierten Lage innerhalb des Oberrheingrabens, der wärmsten Region Deutschlands, sind für die badische Metropole der Effekt der städtischen Hitzeinsel und die damit verbundenen gesundheitlichen Risiken der Bevölkerung allerdings von herausragender Bedeutung.

Wie nicht zuletzt der Hitzesommer 2003 gezeigt hat, steigt während Hitzewellen die Morbidität und Mortalität an Herz-Kreislaufkrankungen signifikant an. Als Risikogruppen gelten hier vor allem Kleinkinder, hochbetagte Menschen sowie solche mit Vorerkrankungen. Aber auch das Wohlbefinden und das Leistungsvermögen der breiten Bevölkerung können durch Hitzestress beeinträchtigt werden, so dass auch der Wirtschaftssektor negativ von Hitzeereignissen betroffen ist. Angesichts der zu erwartenden Klimaerwärmung, in deren Zuge vor allem auch eine erhöhte Auftretshäufigkeit von Hitzetagen und Hitzeperioden zu erwarten ist, erscheint es daher insbesondere für hochgradig exponierte Städte wie Karlsruhe angeraten, sich proaktiv an die Folgen des Klimawandels anzupassen.

Die Stadt Karlsruhe hat diese Anpassungsnotwendigkeit frühzeitig erkannt und sich bereits in dem 2008 erschienen Bericht „Anpassung an den Klimawandel in Karlsruhe“ grundsätzliche Gedanken zum Thema gemacht. Ab dem Jahr 2009 wurde die inhaltliche Arbeit aufgenommen und in den Kontext der räumlichen Gesamtplanung im Nachbarschaftsverband Karlsruhe (NVK) eingebettet (Abbildung 1). So lagen mit der im Rahmen der Tragfähigkeitsstudie (TFS) erstellten Klimafunktionskarte (NVK 2011) und den Ergebnissen aus dem ExWoSt-Modellvorhaben „InnenKlima“ (NVK 2012) bereits vor Beginn der ersten Projektphase des Städtebaulichen Rahmenplans Klimaanpassung (StäRK) wichtige Grundlageninformationen über die stadt- bzw. bioklimatische Situation in Karlsruhe vor. Eine gesamtstädtische Betrachtung, die darauf abzielt, konkrete Handlungsbedarfe und -optionen zur Verbesserung der Situation in besonders vulnerablen Quartieren zu entwickeln und dabei auch die zukünftige Stadtentwicklung ins Kalkül zu ziehen, konnte bislang allerdings noch nicht erfolgen. Auch vor dem Hintergrund der Klimaanpassungsstrategie der Stadt Karlsruhe (Stadt Karlsruhe 2013a) stellt der StäRK also die konsequente Fortsetzung des stringenten Karlsruher Weges dar.

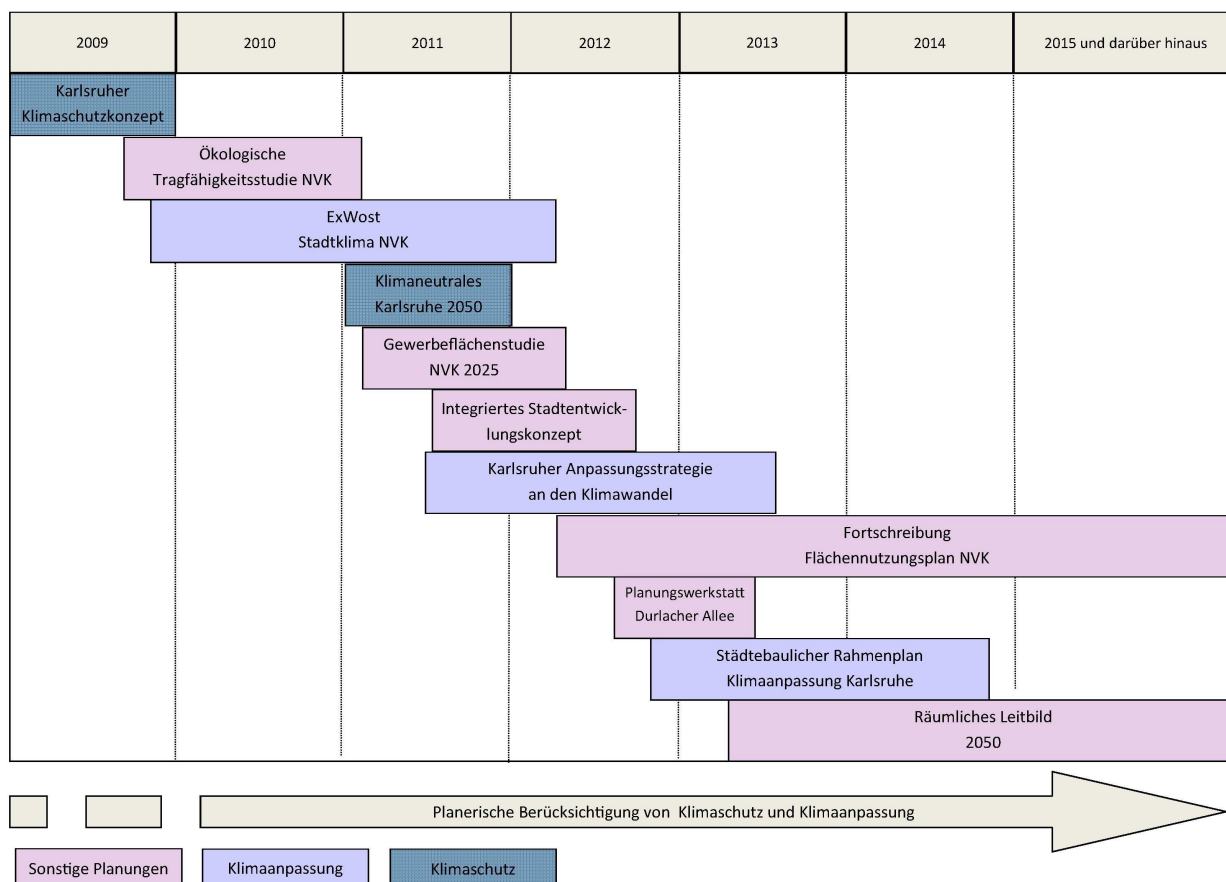


Abbildung 1: konzeptionelle Klimaschutz- und Klimaanpassungsaktivitäten der Stadt Karlsruhe im Kontext der räumlichen Gesamtplanung des NVK seit 2009

2. Zielstellung – Der Rahmenplan Klimaanpassung

Entsprechend der in Kapitel 1 geschilderten Problemstellung und aufbauend auf den Ergebnissen der Stadtstrukturtypen- und Vulnerabilitätsanalyse (StäRK-Projektphase I, Stadt Karlsruhe 2013) verfolgt das Forschungsprojekt das Ziel, einen „Städtebaulichen Rahmenplan Klimaanpassung“ für die Stadt Karlsruhe zu entwickeln. Der Rahmenplan soll als informelles Planungsinstrument vor allem städtischen aber auch privaten Entscheidungsträgern nachhaltige und raumkonkrete Maßnahmen zur Reduktion des klimawandelbedingt zunehmenden Hitzestresses aufzeigen sowie Wege zu ihrer Umsetzung diskutieren.

Die Bauleitplanung ist in Deutschland mehrstufig aufgebaut (Abbildung 2). Rahmenpläne sind als informelle Planungsinstrumente meist in der Hierarchie zwischen dem Flächennutzungsplan und dem Bebauungsplan angesiedelt. Sie haben die Aufgabe, für größere Quartiere prinzipielle und strategische Ziele vorzugeben, die bei der verbindlichen Bauleitplanung berücksichtigt werden sollen. Im vorliegenden „Städtebaulichen Rahmenplan Klimaanpassung“ für die Stadt Karlsruhe wird dieses Konzept auf die Gesamtheit aller Quartiere und damit auf die Gesamtstadt bezogen. Insofern ist der Rahmenplan eher auf der Ebene eines Stadtentwicklungsplans mit dem Thema Klimaanpassung anzusiedeln. Diese Einordnung ist insbesondere für die Vorbereitung der Umsetzungsphase relevant (Kapitel 10).

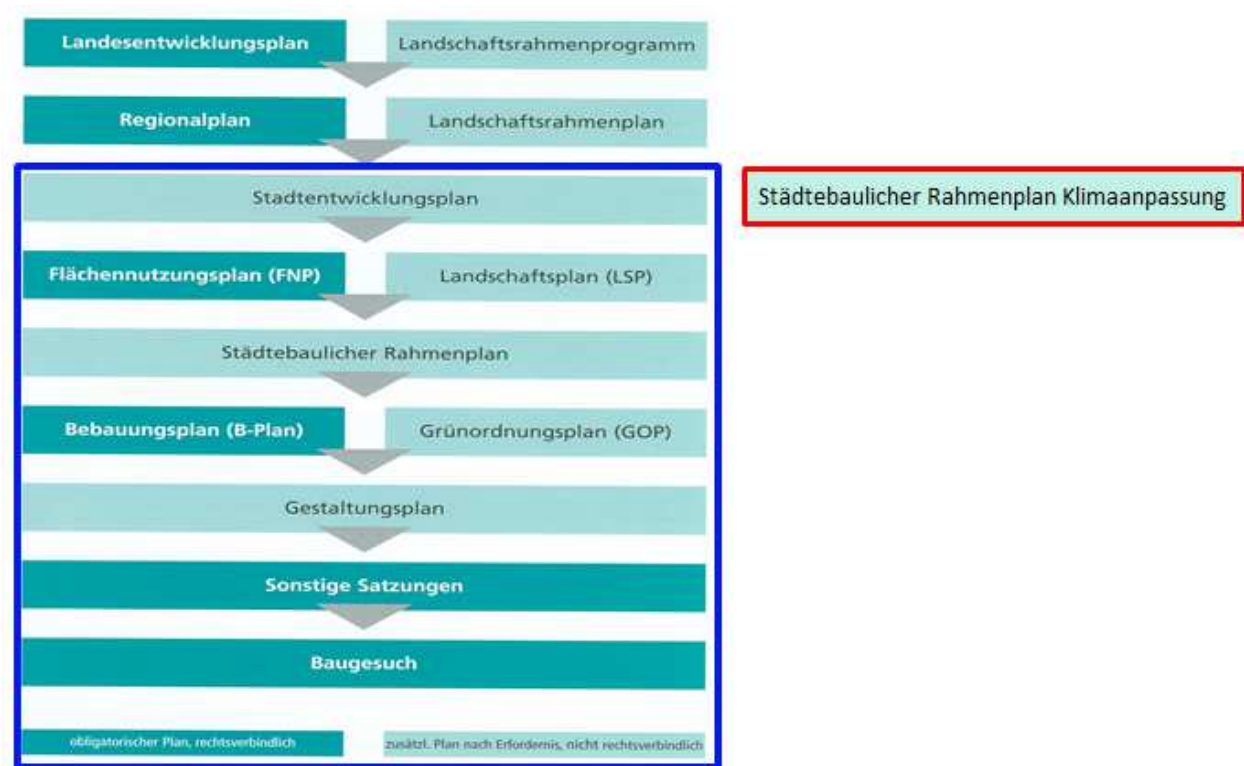


Abbildung 2: Einordnung des Städtebaulichen Rahmenplans Klimaanpassung in das System der räumlichen Planung

Mit dem Rahmenplan sind zwei abgeleitete Zieldimensionen verknüpft. Zum einen soll der durch die Karlsruher Anpassungsstrategie und das ExWoSt-Projekt initiierte Anpassungsprozess weiterverfolgt und verstetigt werden. Über dieses mehr übergeordnete Mainstreamingziel der Klimafolgenanpassung hinaus, verfolgt der Rahmenplan vor allem auch das Ziel, der „Klimanovelle“ des BauGB (Stüer 2011) gerecht zu werden und Politik und Verwaltung Abwägungsmaterial für eine klimagerechte Stadtentwicklung bzw. -sanierung an die Hand zu geben.

Der Rahmenplan soll dabei zwei Maßstabsebenen bedienen. Zum einen sollen die im Rahmen der Vulnerabilitätsstudie identifizierten Hot-Spots und die für sie entwickelten Maßnahmen möglichst hoch aufgelöst und detailliert abgebildet werden (Maßstab ca. 1:1000). Durch die jeweiligen Maßnahmen(pakete) sollen dabei grundsätzlich drei Bedingungen erfüllt sein:

- Sie sollen die spezifische Situation in den Quartieren berücksichtigen
- Sie sollen die Vulnerabilität der Quartiersbevölkerung deutlich verringern
- Sie sollen grundsätzlich auf andere Quartiere desselben Stadtstrukturtyps übertragbar sein

Als Voraussetzung für alle drei Punkte gilt, dass zunächst ein grundlegendes Portfolio zusammengestellt werden muss, in dem der nationale und internationale Stand von Wissenschaft und Praxis hinsichtlich der Anpassung an das Urban Heat Phänomen überblicksartig abgebildet ist (vgl. Kapitel 1).

Da grundsätzlich nicht damit zu rechnen ist, dass das gesamte Portfolio auch in allen Hot-Spot-Quartieren Karlsruhes umgesetzt werden kann (z.B. aufgrund statischer, bauordnungs- oder bauleitplanungsrechtlicher sowie kostentechnischer Gründe, Akzeptanzprobleme bei der Bevölkerung und/oder der Politik), müssen die Maßnahmenpakete an die individuelle Situation vor Ort angepasst werden (vgl. Kapitel 7). Hierzu bedarf es einer intensiven Auseinandersetzung mit dem jeweiligen Untersuchungsraum (Begehungen, Fotodokumentationen, Auswertung von Luftbildern und Bauleitplänen).

Die Entwicklung der quartiersindividuellen Maßnahmenpakete erfolgt unter der Prämisse einer deutlichen Verringerung der Vulnerabilität der Quartiersbevölkerung. Die Erfüllung dieser Bedingung bedarf zweierlei Arbeitsschritte. Erstens einer - je nach Maßnahmentypus – qualitativen bzw. quantitativen Wirkungsanalyse der Maßnahmenpakete und zweitens der Definition eines Ziels des angestrebten Vulnerabilitätsniveaus. Sowohl die Auswahl der Maßnahmen als auch die Zieldefinition kann sinnvoll nur unter Beteiligung zentraler Entscheidungsträger erfolgen. Daher enthält der Rahmenplan auch einen Partizipationsbaustein (vgl. Kapitel 8).

Die Forderung nach einer grundsätzlichen Übertragbarkeit der Maßnahmen auf andere Quartiere desselben Stadtstrukturtyps – als dritte Bedingung für die Entwicklung der Maßnahmenpakete - soll den gesamtstädtischen Ansatz des Projektes unterstreichen. Es ist das Ziel des Projektes, nicht nur punktuelle Hinweise für einzelne Hot-Spots zu geben, sondern den Entscheidungsträgern für das gesamte Stadtgebiet speziell auf die Stadtbausteine Karlsruhes zugeschnittene Handlungsoptionen zur Verfügung zu stellen. Es liegt in der Natur dieses sog. roll-up Ansatzes, dass der Detaillierungsgrad der Maßnahmen bei dem Transfer von den konkreten Hot-Spots auf den gesamten Stadtstrukturtyp abnehmen muss. Der eigentliche Rahmenplan als zweite Maßstabsebene des Projektes muss daher einen deutlich kleineren Maßstab (ca. 1:10.000) aufweisen als die Betrachtung der einzelnen Hot-Spots (vgl. Kapitel 1).

In dem der Rahmenplan zukünftige Entscheidungen (z.B. im Rahmen von Stadtsanierungs- oder Nachverdichtungsprojekten) durch die Herleitung von nachhaltigen Anpassungsmaßnahmen wissenschaftlich unterstützt, erleichtert er den Entscheidungsträgern die notwendige Abwägungsentscheidung, ohne ihnen diese im Detail aber abnehmen zu wollen bzw. zu können. Auch nach Fertigstellung des Rahmenplans werden die Träger von Planungs- und Investitionsentscheidungen nicht umhin kommen, die speziellen Situationen vor Ort in ihre Entscheidungsprozesse zu integrieren. Insofern stellt der Rahmenplan ein informelles Instrument zur Entscheidungsunterstützung, nicht aber zur automatisierten Entscheidungsvorwegnahme dar.

Der roll-up Ansatz ist auch deswegen angebracht, weil er als Instrument zum Umgang mit planerischen Unsicherheiten bei der Ausweisung von Hot-Spots bezeichnet werden kann. Die im ersten Projektteil identifizierten Quartiere sind zwar mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit die vulnerabelsten ihres Stadtstrukturtyps, mit absoluter Sicherheit lässt sich dieses aber auf der Grundlage der vorliegenden Datenbasis nicht feststellen. Somit bedarf es eines flexiblen Vorgehens bei der Entwicklung von Maßnahmenpaketen, das diesen Unsicherheiten Rechnung trägt und eine gewisse Fehlertoleranz aufweist.

Unsicherheiten ergeben sich zum einen aus den modell- und szenarienabhängigen Informationen zum zukünftigen Klimawandel, auf denen die Identifikation der Hot-Spots ebenso beruht, wie auf teils unsicheren oder unvollständigen Informationen zum Demographischen Wandel oder zum energetischen Gebäudestandard in Karlsruhe. Zum anderen ergeben sich Unsicherheiten auch aus dem Umstand, dass die zukünftige bioklimatische Belastung einzelner Stadtteile bzw. -quartiere nicht unwesentlich von der übergeordneten Stadtentwicklung Karlsruhes (Änderung und Lage des Grünflächenanteils, Ent- und Versiegelung von Brachflächen,...) abhängig ist. Aus diesem Grund soll der zu entwickelnde Rahmenplan auch die städtebauliche Entwicklung Karlsruhes bis zum Jahr 2050 berücksichtigen (vgl. Kapitel 4 und 5).

Dieses soll über zwei Testentwürfe sichergestellt werden, in denen das Stadtklimamodell FITNAH 3D mit realistischen Annahmen über großflächige Entwicklungen in der Karlsruher Kernstadt angetrieben wird. Mithilfe dieser Modellierungen soll dabei die Frage geklärt werden, ob die Situation in der Kernstadt durch „externe“ Maßnahmen (also solche die außerhalb der überhitzten Quartiere umgesetzt werden) signifikant entschärft werden kann bzw. sich durch bestimmte Aktivitäten (z.B. eine intensive Nachverdichtung) noch weiter verschärfen können. Aus der Antwort auf diese Fragen kann ggf. eine Priorisierungsempfehlung abgeleitet werden, ob eher groß- oder eher kleinmaßstäbige Maßnahmen sinnvoll erscheinen bzw. ob lokale Maßnahmen in der Lage sind, großflächige städtebauliche Entwicklungen auszugleichen.

Der Forschungsbericht schließt zum einen mit konzeptionellen Überlegungen sowohl zur Umsetzung des entwickelten Rahmenplans als auch zum Monitoring und zur Evaluierung seines Erfolges (Kapitel 10). Darauf aufbauend wagt der Bericht zum anderen einen kurzen Ausblick in die Zukunft der Klimaanpassung in Karlsruhe (Kapitel 11).

3. Grundlagen - Das Stadtklimaphänomen und seine Bedeutung für die Gesundheit der Stadtbevölkerung

3.1 WÄRMEINSEL-EFFEKT IN STÄDTEN

Das Phänomen des Stadtklimas insbesondere der Wärmeinsel in Städten (engl. Urban Heat Island, UHI) ist schon lange bekannt (Kratzer, 1935). Kurz gefasst sind Städte wärmer, windstillere und schmutzige (Luft) als das Umland (Baumüller, 2008). Am typischen Erscheinungsbild des Stadtklimas sind alle Klimaelemente beteiligt (Kuttler, 2013). Dies betrifft den Wind, die kurzweilige Globalstrahlung, die langweilige Ausstrahlung und Gegenstrahlung die Veränderung der Sonnenscheindauer (z.B. durch Verschattung) und insbesondere die Ströme der fühlbaren und latenten Wärme.

Das Resultat ist eine Überwärmung der Stadt zum Umland, das im Jahresmittel bei 1 bis 2 K liegt. Erheblich größer sind jedoch die Unterschiede bei windschwachen Strahlungswetterlagen in der Nacht. Sie liegen dann in großen Städten teilweise über 12 K. Unter dem Begriff Wärmeinsel versteht man also die Überwärmung der Stadt gegenüber dem Umland (meist die maximale Überwärmung in der Nacht!). Mit der Stadtgröße wächst in der Regel dieser Wärmeinseleffekt (Abbildung 3). Der Wärmeinseleffekt ist sowohl im Sommer als auch im Winter vorhanden.

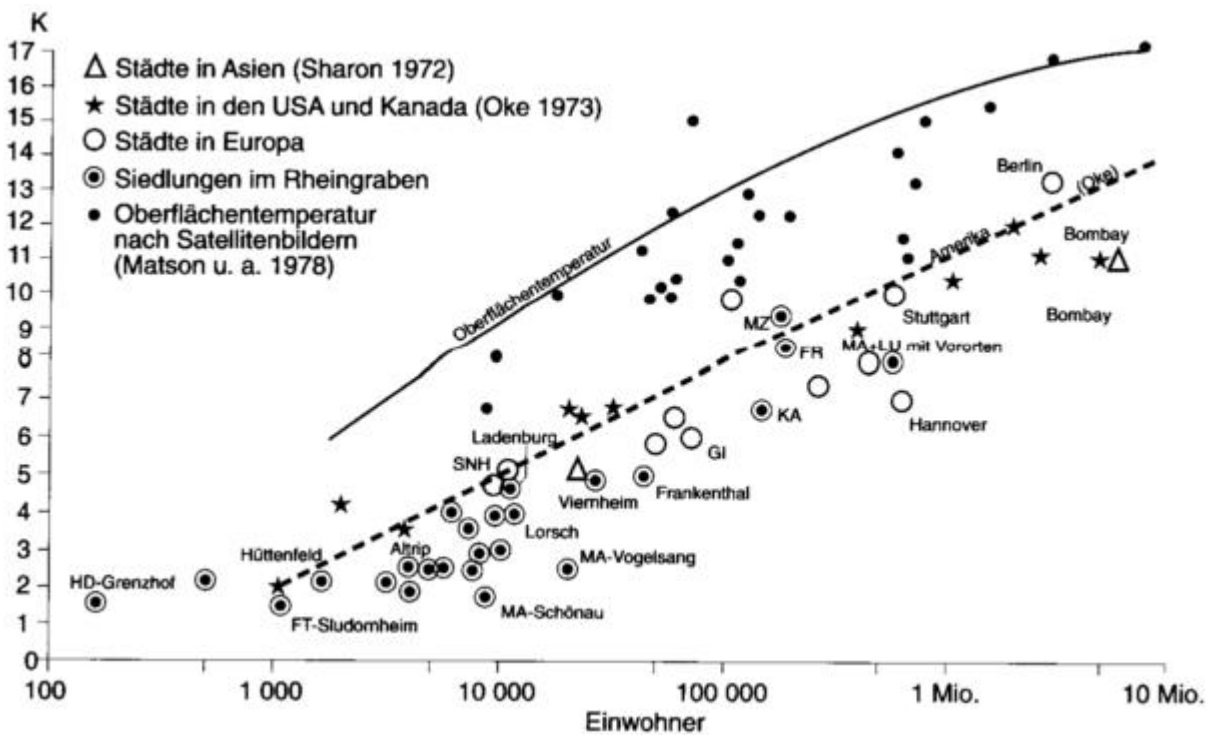


Abbildung 3: Maximale Temperaturabweichung im Zentrum von Siedlungen gegenüber dem Umland (Intensität der „städtischen Wärmeinsel“; Quelle: Schönwiese 2013)

Die Ausbildung der Wärmeinsel einer Stadt ist in der Regel nicht homogen, da die Überwärmung sehr stark von der realen Nutzung abhängt. Dies ist auch der Grund, weshalb man vom Wärmearchipel der Stadt spricht (Abbildung 4).

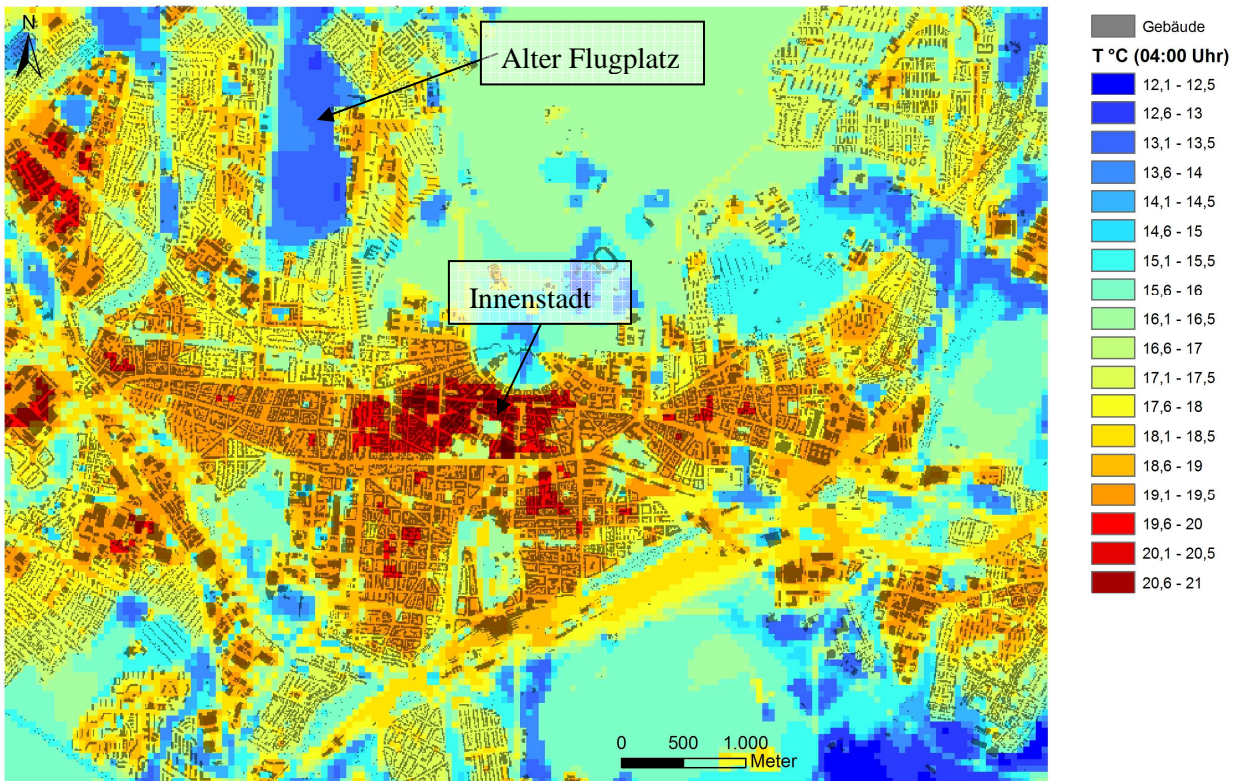


Abbildung 4: Wärmeinsel in Karlsruhe, Temperaturgradient Alter Flughafen / Kernstadt: 8 K auf ca. 1200 m (GEO-NET, 2011)

3.2 WÄRMEBILANZ IN STADTGEBIETEN

Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel und zur Reduktion des städtischen Wärmeinseleffektes lassen sich ableiten aus der Betrachtung der Wärmebilanz einer Stadt (Abbildung 5 und Abbildung 6). Die entscheidende Größe zur Stadterwärmung ist am Tage die kurzwellige Einstrahlung durch die Sonne und die dadurch ausgelösten Energieumsätze an den Oberflächen. Dem steht die langwellige Ausstrahlung gegenüber, die sowohl am Tage als auch in der Nacht wirksam ist.

Einen direkten Einfluss auf die Sonneneinstrahlung in einer Stadt ist nur durch Verschattung gegeben. Sei es durch die geschickte räumliche Anordnung (Orientierung) der Straßen, durch Bäume, durch künstliche Verschattungen aber auch durch Arkaden. Einen großen Einfluss haben jedoch die Art und Ausstattung der Oberflächen. Hierdurch kann man die Wärmeaufnahme (Absorption bzw. Reflektion), die Wärmekapazität, die Wärmeleitung und die Verdunstung beeinflussen. Die künstlich in die Stadtatmosphäre eingebrachte Wärme ist im Sommer stark durch den Autoverkehr und die Industrieanlagen geprägt, während im Winter noch die Hausheizungen hinzukommen. Besonders in stark befahrenen Straßenräumen ist der verkehrsbedingte Wärmeeintrag nicht zu vernachlässigen (Megapoli, 2010).

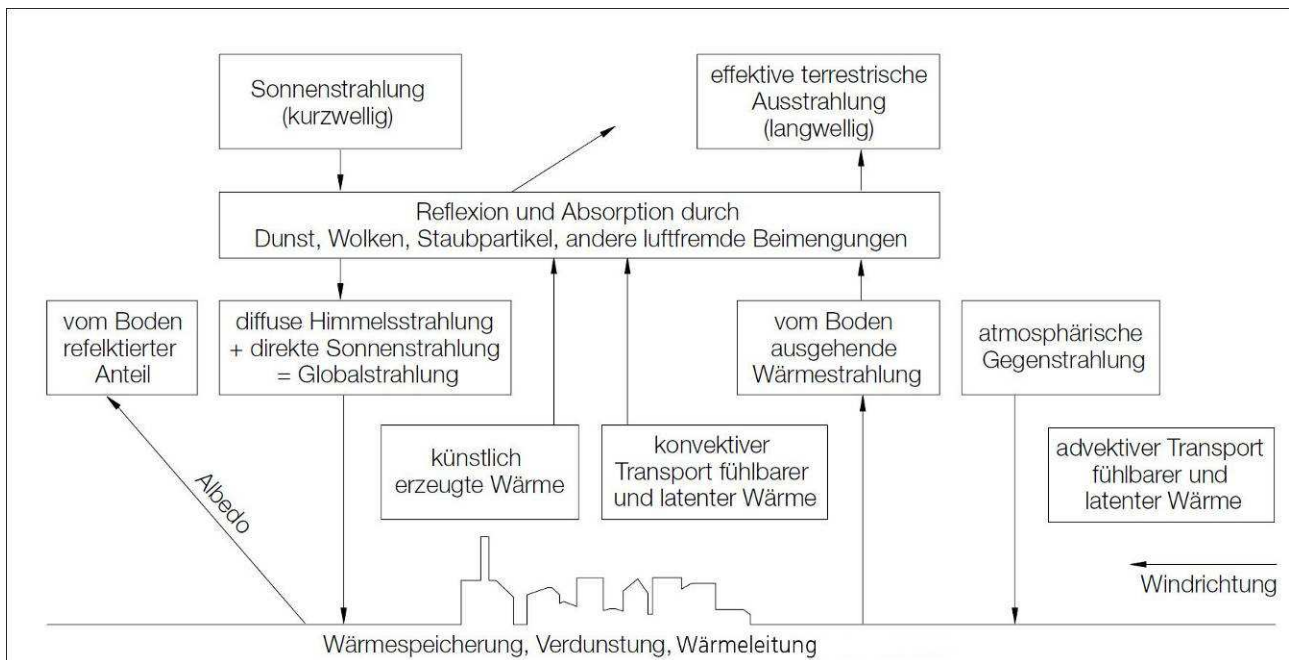


Abbildung 5: Schema der Wärmebilanz einer Stadt – Tagsituation (Baumüller, 2013)

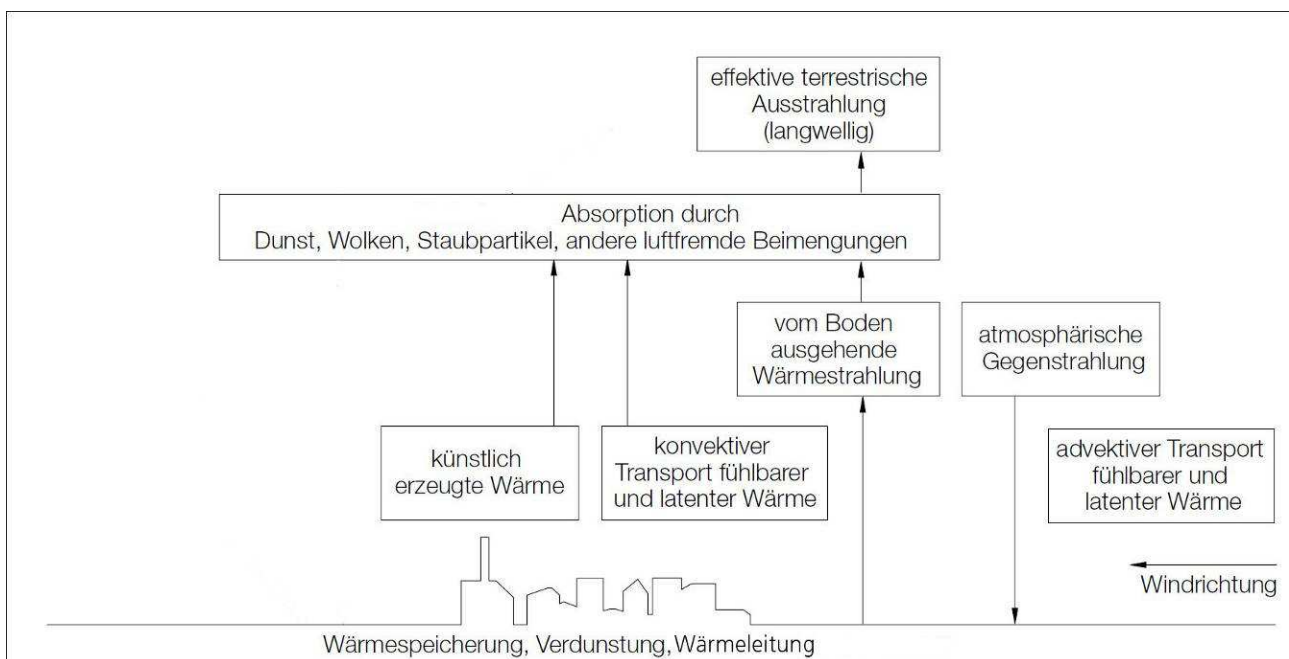


Abbildung 6: Schema der Wärmebilanz einer Stadt – Nachtsituation (Baumüller, 2013)

Die Wärmeabstrahlung wird in der Stadt teilweise durch die atmosphärische Gegenstrahlung kompensiert. Diese Gegenstrahlung verstärkt sich bei dem Vorhandensein von Luftschadgasen und Luftbeimengungen. Somit haben Maßnahmen zur Reduktion der Luftbelastung auch einen positiven Einfluss auf das Stadtklima. Wie dargestellt kommt der Landnutzung in der Stadt eine große Bedeutung zu. Durch den „Urban Atlas“, (2010) liegen nun differenzierte Daten von vielen europäischen Städten, so auch von Karlsruhe vor (Abbildung 7). Man erkennt den hohen Versiegelungsgrad in der Karlsruher Innenstadt also dem Bereich der ausgeprägten Wärmeinsel. Die Bodenbeschaffenheit wirkt sich natürlich auch sehr stark auf die Oberflächentemperaturen in der Stadt aus, wie man der Thermalaufnahme von Karlsruhe (Abbildung 8) am Abend des 26.09.2008 entnehmen kann.

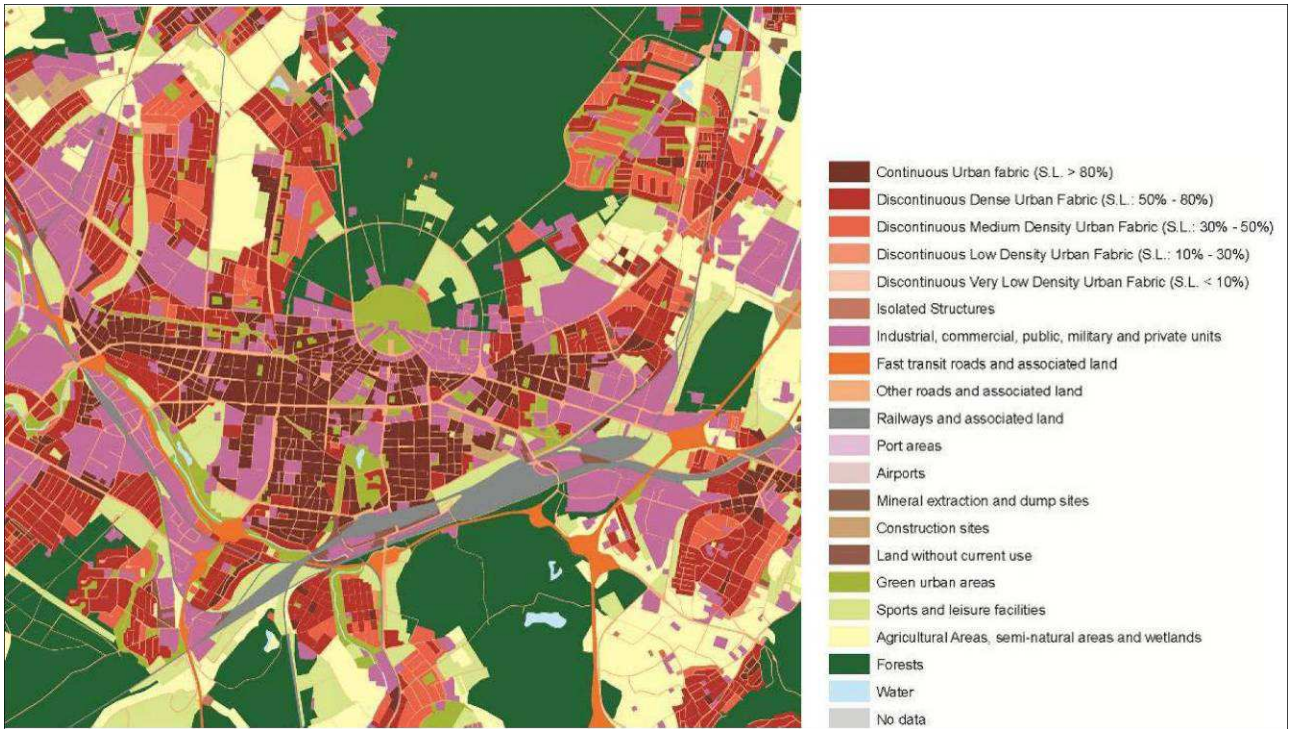


Abbildung 7: Urban Atlas Karlsruhe (Quelle: gmes 2011, <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-atlas>)

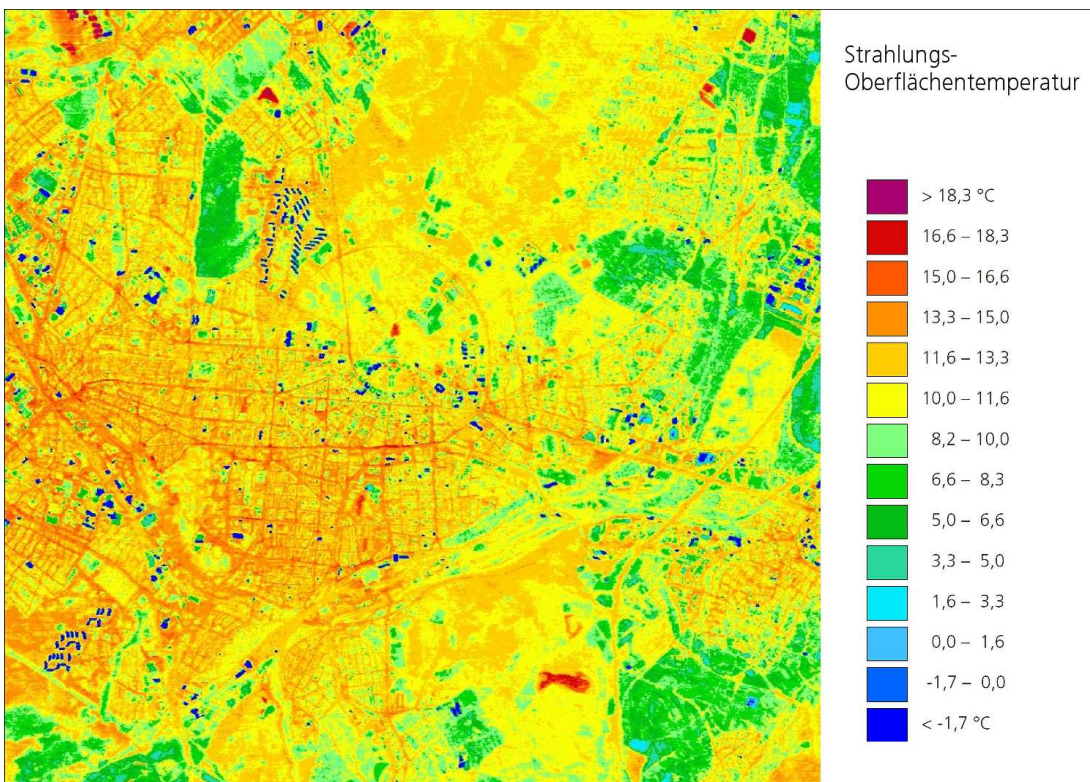


Abbildung 8: Strahlungsoberflächentemperatur, Karlsruhe 26.09.2008, 20:00-21:30 Uhr (Quelle: NVK 2013)

3.3 THERMISCHES EMPFINDEN

Die vom Menschen empfundene Temperatur (physiologisch empfundene Temperatur) ist nicht nur eine Funktion der Lufttemperatur (Konvektiver Wärmegewinn $T(\text{Haut}) < T(\text{Luft})$, Konvektiver Wärmeverlust $T(\text{Haut}) > T(\text{Luft})$) sondern hängt entscheidend von der Strahlungstemperatur (Aus-tausch fühlbarer Wärme zwischen Haut und Umgebung), der Windgeschwindigkeit (Konvektion und Verdunstung, turbulente Flüsse fühlbarer und latenter Wärme) und der Luftfeuchtigkeit (Verlust oder Gewinn latenter Wärme) ab. Zur Beschreibung der empfundenen Temperatur gibt es verschiedene Indizes wie z.B. Predicted Mean Vote (PMV), Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) oder die vom Deutschen Wetterdienst verwendete Gefühlte Temperatur (Tabelle 1). Eine ausführliche Beschreibung findet sich in der VDI Richtlinie 3787 Blatt 2 (Methoden zur human –biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für Stadt- und Regionalplanung Teil 1: Klima).

Bei der Auswahl von Maßnahmen bei Hitze ist es wichtig, nicht nur die Lufttemperatur sondern auch die empfundene Temperatur im Blick zu haben. Abgesehen von der nächtlichen Situation unterscheidet sich die Lufttemperatur innerhalb der Stadt und zum Umland nur unwesentlich. Die Veränderung der Lufttemperatur durch Maßnahmen ist nur in geringem Umfang möglich. Sehr viel mehr Einfluss hat man bei der empfundenen Temperatur. Allein der Unterschied zwischen beschattet und besonnt liegt deutlich über 10 Grad.

Tabelle 1: Übersicht von Indikatoren für das thermische Empfinden von Menschen

PMV	PET in °C	Gefühlte Temperatur in °C	thermisches Empfinden	physiologische Belastungsstufe
-3.5	4	-39	Sehr kalt	Extremer Kältestress
-2.5	8	-39 bis -26	Kalt	Starker Kältestress
-1.5	13	-26 bis -13	Kühl	Mäßiger Kältestress
-0.5	18	-13 bis 0	Leicht kühl	Schwacher Kältestress
0.5	23	0 bis 20	Behaglich	Keine Wärmebelastung
1.5	29	20 bis 26	Leicht warm	Schwache Wärmebelastung
2.5	35	26 bis 32	Warm	Mäßige Wärmebelastung
3.5	41	32 bis 38	Heiß	Starke Wärmebelastung
			Sehr heiß	Extreme Wärmebelastung

4. Karlsruhe 2050 – Experimentelle städtebauliche Testentwürfe

4.1 ANLASS, ZIEL UND KRITISCHE EINORDNUNG

Welche stadtklimatischen Wirkungen (Be- bzw. Entlastung der Umgebung) lassen sich mit gezielten Eingriffen in die Karlsruher Stadtstruktur *überhaupt* erzielen? Diese Frage steht im Fokus des Bausteins 2 - Szenarien und „experimentelle Testentwürfe“. Für eine plausible Einschätzung, ob und in welchem Umfang „große“ städtebauliche Maßnahmen dazu führen, die Umgebung signifikant zu ent- bzw. belasten, werden Szenarien für einen Teil der Gesamtstadt entwickelt und daraus experimentelle Testentwürfe mit dem Schwerpunkt Luftleitbahnen abgeleitet, deren klimatische Auswirkungen mit Hilfe eines Klimamodells analysiert werden.

Hierbei stehen ganz gezielt nicht besonders realistische Entwicklungsoptionen im Vordergrund, sondern die Untersuchung eines Wirkungsspektrums im Sinne maximal erzielbarer negativer und positiver klimatischer Wirkungen, die durch Eingriffe in die Stadtstruktur verursacht werden. Hierzu werden zwei *möglichst prägnante* „Showcases“ erarbeitet, zwar auf Grundlage der realen Bedingungen als Ausgangslage, aber in der Aussage deutlich überzeichnet, „radikal“, damit überhaupt erzielbare Wirkungen sichtbar werden können.



Abbildung 9: Aktualität der Thematik im Schwerpunkt der Planerin 5/13 „Kompakte Stadt vs. Umwelt“

Die Szenarien sind also keinesfalls als echte Entwicklungsvorschläge zu verstehen! Allerdings können sie, sollten signifikante Erkenntnisse entstehen, wertvolle Hinweise für planende Verwaltung und Politik geben, an welchen Schrauben bei zukünftigen Stadtentwicklungen aus klimatischer Sicht für maximale Wirkung gedreht werden kann, insbesondere in Punkto Flächenmobilisierung und Bauleitplanung. Sollte im Ergebnis herauskommen, dass auch die „großen“ Maßnahmen nur sehr geringe Wirkungen erzielen, wäre auch dies ein wertvoller Hinweis in Bezug auf zukünftige Anstrengungen. In diesem Fall könnten investive Mittel an anderen Stellen mit größerer Wirkung eingesetzt werden.

4.2 ABLEITUNG VON ZWEI EXTREMSZENARIEN DER STÄDTEBAULICHEN ENTWICKLUNG

Zur Vorbereitung der Szenarien/städtebaulichen Testentwürfe wird zunächst die Ausgangslage geklärt und das Untersuchungsgebiet festgelegt. Für dieses wird der Status Quo der bebauten Flächen wie der Freiflächen als Ausgangspunkt ermittelt und dargestellt. Die Entwicklung der Szenarien erfolgt daraufhin auf Basis grober Leitlinien, die mit dem Stadtplanungsamt bereits im Vorfeld abgestimmt wurden. Für die Diskussion und Abstimmung der Inhalte mit Projektpartnern, Stadtverwaltung und weiteren Experten werden die Testentwürfe in einem ersten Schritt skizzenhaft als Arbeitsgrundlage erstellt.

In einem Abstimmungsworkshop in erweiterter Besetzung werden daraufhin die Inhalte von Szenarien und Testentwürfen diskutiert, modifiziert und ergänzt, um das lokale fachliche Wissen der jeweiligen Akteure in den Prozess einzuspielen und insbesondere einen unter den Teilnehmern abgestimmten Stand für die Weiterbearbeitung festzulegen (Abbildung 10).



Abbildung 10: Abstimmungsworkshop zu Szenarien und Testentwürfen im Rathaus (Quelle: GEO-NET)

Im Anschluss werden die Szenarien textlich ausformuliert und die abgestimmten Testentwürfe GIS-basiert ausgearbeitet und grafisch umgesetzt - unter Berücksichtigung des Maßstabs und der Übersetzbarkeit in ein geeignetes Format für das Klimamodell. Für die Veränderungen gegenüber dem Status Quo werden jeweils Flächenbilanzen aufgestellt, die Auskunft darüber geben, wie viel Fläche welcher Nutzung in einem Szenario wegfällt bzw. hinzukommt. Die Problematik einer etwaigen Kompensation von Veränderungen an anderem Ort außerhalb des Untersuchungsgebiets mit gegebenenfalls Auswirkungen auf das dortige Mikroklima ist den Verfassern durchaus bewusst. Ziel dieser Untersuchung ist jedoch nicht eine umfassende Bilanzierung in einem gesamtstädtischen Modell, sondern die Abschätzung überhaupt erzielbarer Effekte größerer supralokaler Maßnahmen in einem größeren Zusammenhang.

Die fertiggestellten Testentwürfe werden von GEO-NET in klimamodelltaugliche Formate übersetzt, daraufhin erfolgt die Modellierung und stadtklimatische Analyse der Ausgangslage sowie der Auswirkungen der beiden Szenarien. Die Analyseergebnisse werden anschließend ausgewertet und die daraus gewonnenen Erkenntnisse nachvollziehbar aufgearbeitet und dargestellt. Als Ergebnis dieses Bausteins werden Schlussfolgerungen für die weitere Arbeit am „Städtebaulichen Rahmenplan Klimaanpassung“ dargelegt.

4.3 UNTERSUCHUNGSGBIET UND AUSGANGSLAGE

Grundlage der städtebaulichen Testentwürfe und Analysen ist ein Untersuchungsgebiet im Bereich der Kernstadt zwischen Mühlburg und der A5-Anschlussstelle Karlsruhe-Durlach in Ost-West- bzw. C-Areal Alter Flugplatz und Dammerstock in Nord Süd- Ausdehnung. Hauptgrund für die räumliche Einschränkung des Untersuchungsgebietes auf einen Teilbereich der Gesamtstadt ist die Auflösung des Klimamodells: Für diesen Ausschnitt kann mit einer sehr feinen Auflösung (10m Raster) gearbeitet werden, die präzisere Ergebnisse erwarten lässt. Außerdem erlaubt die Maßstäblichkeit eine differenziertere Ausformulierung der räumlichen Inhalte der Testentwürfe, so dass diese prägnanter und nachvollziehbarer dargestellt werden können.

Als Ausgangslage dient die aktuelle Situation der Stadt bzw. Stadtentwicklung mit Stand September 2013, wobei Planungen und Vorhaben, die sich in Realisierung befinden oder bereits beschlossen bzw. genehmigt sind, als gegeben in die Ausgangslage mit aufgenommen werden (z.B. Fertigstellung Südstadt Östlicher Teil bzw. City Park, Frühlingstraße/Im Lohfeld, GartenCarrée).

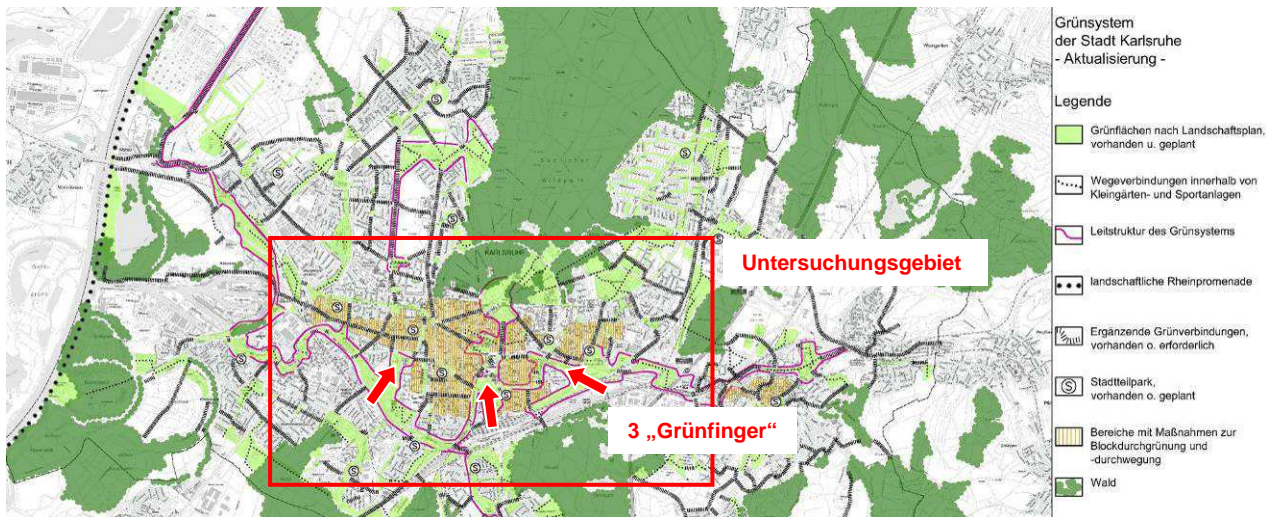


Abbildung 11: Grünsystem der Stadt Karlsruhe, Landschaftsplan 2025 (Quelle: GBA), Untersuchungsgebiet, zentrale „Grünfinger“

Primären Ausgangspunkt stellen die drei im Untersuchungsgebiet liegenden „Grünfinger“ im Grünsystem des Gartenbauamts dar (siehe rote Pfeile in Abbildung 11: Beiertheimer Feld, Zoologischer Stadtgarten, Durlacher Allee / Ostaupark), die je nach Szenario unterschiedliche Entwicklungspfade einschlagen. Außerdem spielt die bauliche Entwicklung (Nachverdichtung/Aufstockung vs. Entdichtung/Abriss bzw. „Freimachen“), insbesondere im Umfeld der „Grünfinger“, eine entscheidende Rolle.

Da es sich nicht um einwohnerbasierte Szenarien handelt, wird beiden das „prosperierende Szenario“ der Bevölkerungsentwicklung Karlsruhe 1996 bis 2030 (AfSta 2012, siehe auch Endbericht KLIMOPASS Teil 1, Abb. 28) mit einem Zuwachs von 4,7% (etwa 14.000 Einwohner) zu Grunde gelegt.

Das Untersuchungsgebiet wird in der Ausgangsversion auf Grundlage eines vektorbasierten Nutzungsartenkatalogs und des Baumkatasters (Gartenbauamt) abgebildet, aus denen die Formate für das Klimamodell erzeugt werden können. Aus Gründen der besseren Übersicht wird die Darstellung um die Gebäude des ALK ergänzt. Beide Szenarien werden auf Basis dieser Datengrundlagen abgeleitet und dargestellt.



Abbildung 12: Untersuchungsbiet und Ausgangslage



4.4 DIE TESTENTWÜRFE

4.4.1 SZENARIO 1: „SCHRUMPUNG UND ENTSIEGELUNG“

Szenario 1 setzt vorrangig auf Schrumpfung der versiegelten und bebauten Flächen, eine möglichst weite Öffnung der Baustruktur sowie konsequente Entsiegelung von bisher versiegelten Flächen. Hierdurch sollen Luftleitbahnen geschaffen bzw. vergrößert werden, um maximalen Austausch und eine möglichst tiefe Reichweite in die Quartiere im Umfeld zu ermöglichen. Neue und entsprechend klimatisch günstig gestaltete Freiflächen sollen die Situation weiter verbessern. Außerdem sollen möglichst viele Straßenräume und Platzflächen klimagerecht umgestaltet werden. Hierzu sind beispielsweise schattenspendende Baumpflanzungen, Entsiegelungsmaßnahmen oder der Einsatz geeigneter Oberflächen (inkl. Thema Wasser) denkbar.

In diesem Szenario werden Nachverdichtungen in Bestandsgebieten innerhalb des Untersuchungsgebiets generell ausgeschlossen. Dadurch anfallende Wohnbedarfe müssen insofern vorrangig durch Maßnahmen der Innenentwicklung in sonstigen Wohn- und Mischgebieten des Verbandsgebiets NVK gedeckt werden. In erster Linie baut es jedoch auf den Rückbau von strategisch als klimawirksam eingestuften Flächen an Orten, die an größere und vernetzte Grünflächen anschließen und an denen ein zukünftig entsprechend verstärkter Luftaustausch vermutet wird. Zusätzlich werden auch bestimmte, bisher als eher unwahrscheinlich zu bewertende Maßnahmen auf ihre Wirksamkeit getestet: das gezielte Herstellen von Schneisen in Wäldern und die gezielte Schaffung von großen Durchlässen im südlich der Kernstadt gelegenen Bahndamm (Abbildung 13).

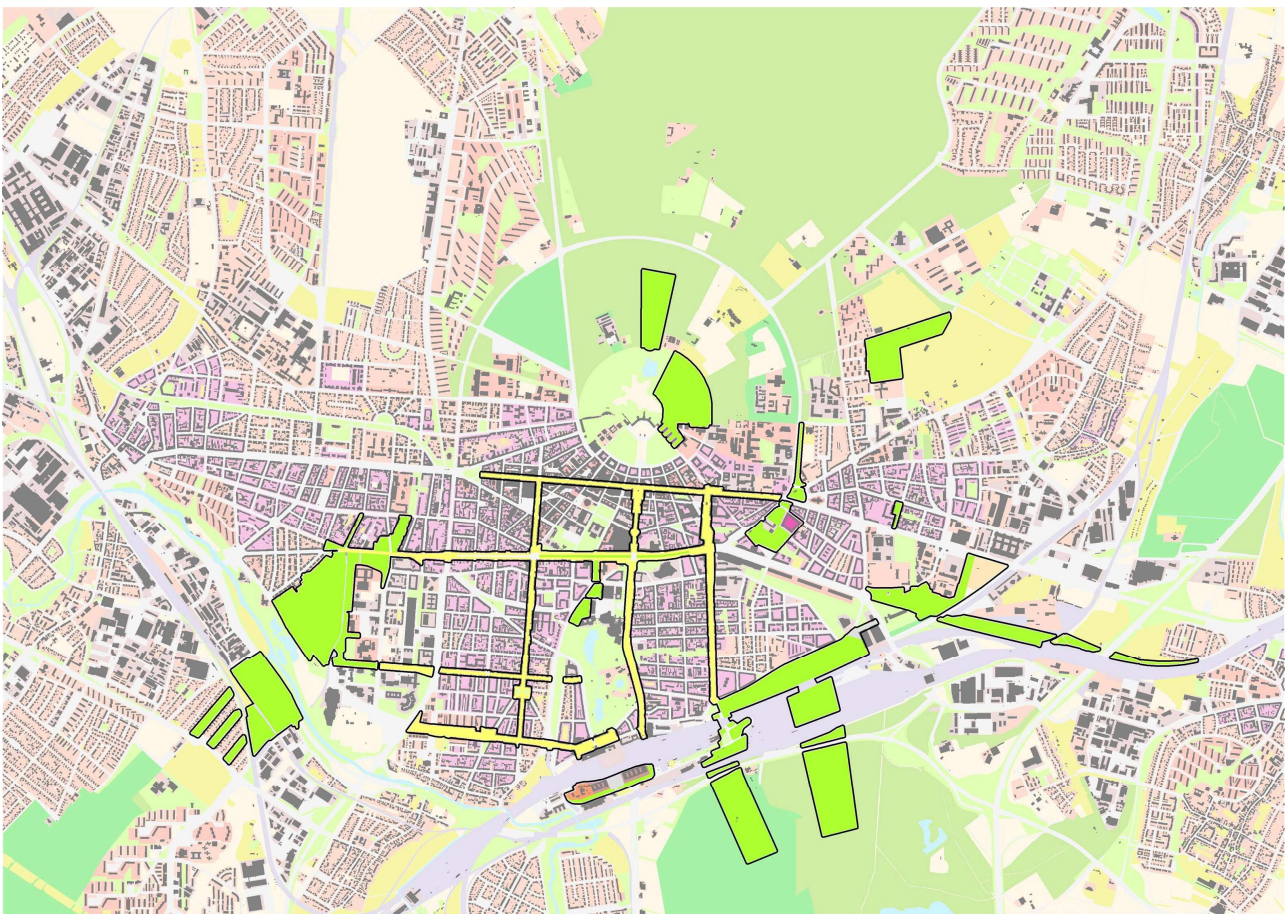


Abbildung 13: Plandarstellung Testentwurf zu Szenario 1- „Schrumpfung und Entsiegelung“

Der Testentwurf zu Szenario 1 verortet die Maßnahmen und bringt sie zu einem räumlichen Gesamtzusammenhang. Hierzu werden unter anderem zentrale Aussagen des Grünsystems (Gartenbauamt) aufgegriffen und im Sinne einer starken Überzeichnung weiterentwickelt: Eingriffsschwerpunkte befinden sich an den drei zentralen südlichen „Grünfingern“ des Grünsystems, Beiertheimer Feld, Zoologischer Stadtgarten sowie Durlacher Allee, die mit den weiter nördlich gelegenen Freiraumsystemen (Hildapromenade, Schlossgarten und Hardtwald) über neue oder ausgebauten Grünzüge verknüpft werden. Ergänzt wird dieses System durch die Begrünung und Umgestaltung wichtiger Hauptverkehrs- und Verbindungsstraßen.

Im Einzelnen werden dabei folgende Maßnahmen angedacht:

- Umwandlung eines Großteils der Schrebergartenanlage an der Günther-Klotz-Anlage (Beiertheimer Feld) in öffentlich zugängliche und klimaökologisch optimierte Entlastungsflächen
- genereller Ausschluss von Aufstockungs- und Nachverdichtungsmaßnahmen in der Hardecksiedlung
- Rückbau Areal Metro (Bannwaldallee), als Ersatz Anlage einer durchgängigen Grünverbindung zur Günther-Klotz-Anlage, Gründeckel über die Südtangente in diesem Bereich
- Verbreiterung der Schillerstraße auf die Flucht der Bonifatiuskirche, Begrünung
- Umwandlung des westlichen Bereichs nördlich Rentenversicherung zwischen Gartenstraße und Kriegsstraße zu einer Grünfläche, Anschluss an Nottingham-Anlage bis Hildapromenade
- Schaffung eines durchgängigen Grünzugs vom Zoologischen Stadtgarten bis zum Nymphengarten/Friedrichsplatz durch Beseitigung der Nancyhalle, eines Gebäudeteils an der Beiertheimer Allee sowie des Wohnriegels an der Badenwerkstraße, Umbau Kriegsstraße zu Boulevard und Beseitigung Brücke
- Fertigstellung des Cityparks, des Otto-Dullenkopf-Parks sowie des Grünzugs entlang der Stuttgarter Straße
- Herstellung einer Grünverbindung vom Alten Friedhof zum Hardtwald über das Areal des bestehenden Autohauses am Durlacher Tor und über den Adenauerring
- Entwicklung des Bereiches zwischen Durlacher Allee und Gleisstrasse (Gleisbahnhof, Mastweide) als durchgängiger Grünzug von Durlach bis zum Stadtkern inkl. Begrünung bestehender Messplatz
- Schaffung eines durchgängigen Grünzugs vom Schloss Gottesaue über die Veilchenstraße, den Park bei der Villa Höpfner bis zum Hauptfriedhof
- Herstellung von Lichtungen im Ober- sowie im Hardtwald
- Ausdünnung der dicht baumbestanden Bereiche des Schlossgartens
- Verbreiterung Unterführung Mittelbruchstraße zur Südstadt als Durchlass zur Belüftung
- Herstellung zweier breiter Durchlässe im Bahndamm östlich Hauptbahnhof zur Belüftung
- Herstellung von Grünflächen auf dem Areal des ehem. Güterbahnhofs
- bauliche Entwicklung des Hauptbahnhofs-Süd mit maximaler Höhe Oberkante Bahndamm
- Durchgrünung und Umgestaltung bestimmter Haupterschließungs- und Verbindungsstraßen (Kriegsstraße, Ebertstraße, Kaiserstraße, Südendstraße, Karlstraße, Rüppurrer Straße, Durlacher Allee) sowie Bahnhofsvorplatz und Marktplatz
- Herstellung von Ersatzneubauten für die Pavillons Wirtschaftswissenschaften KIT (östl. Schlossbereich) unter Berücksichtigung der Flurwinde von Schlossgarten und Hardtwald

Wie bereits oben erwähnt, ist Ziel dieses Bausteins, die stadtklimatischen Effekte bestimmter größerer, supralokaler Eingriffe in den Stadtkörper auszutesten. Die umfassende Bilanzierung der Eingriffe und deren eventuell notwendiger Ausgleich an anderem Ort auf gesamtstädtischer oder regionaler Ebene wird hingegen nicht angestrebt, obwohl den Verfassern dieser Zusammenhang sehr wohl bewusst ist. Ausgleichsmaßnahmen (z.B. Ersatz wegfallender Wohnflächen), die aufgrund der Ergebnisse dieser Untersuchung gegebenenfalls erforderlich werden, müssen in jedem Fall in klimaneutralen Bereichen und bestenfalls durch Maß-

nahmen der Innenentwicklung (Konversion, Nachverdichtung etc.) im Verbandsgebiet des NVK vorgenommen werden. Hierzu bedarf es weiterer Untersuchungen.

4.4.2 SZENARIO 2: „NACHVERDICHUNG IM BESTAND UND BEBAUUNG BISHERIGER FREIFLÄCHEN“

Szenario 2 verfolgt das Ziel, alle im Untersuchungsbereich verfügbaren und prinzipiell für Bebauung geeigneten Flächen konsequent zu bebauen sowie alle untergenutzten Bestandsflächen nachzuverdichten. Dabei soll untersucht werden, welche klimatischen Auswirkungen diese Form maximal denkbarer baulicher Ausnutzung für die betroffenen und die benachbarten Quartiere mit sich bringt. Interessant sind dabei auch eventuelle Unterschiede in der räumlichen Lage: Neubebauung und Nachverdichtung müssen nicht überall dieselben Wirkungen verursachen, aufgrund von situativen Vorprägungen (topographische Merkmale, Umgebungsbebauung, ...) können sich diese sehr verschieden darstellen. In diesem Szenario werden ebenfalls in Anlehnung an das Hochhauskonzept der Stadt bestimmte geeignete Bereiche mit Punkthochhäusern bebaut. Außerdem findet eine Bebauung auch in überraschenden, bisher teils nicht denkbaren Lagen statt, um auch bei solchen Maßnahmen die Auswirkungen für das Stadtklima beurteilen zu können (Abbildung 14).

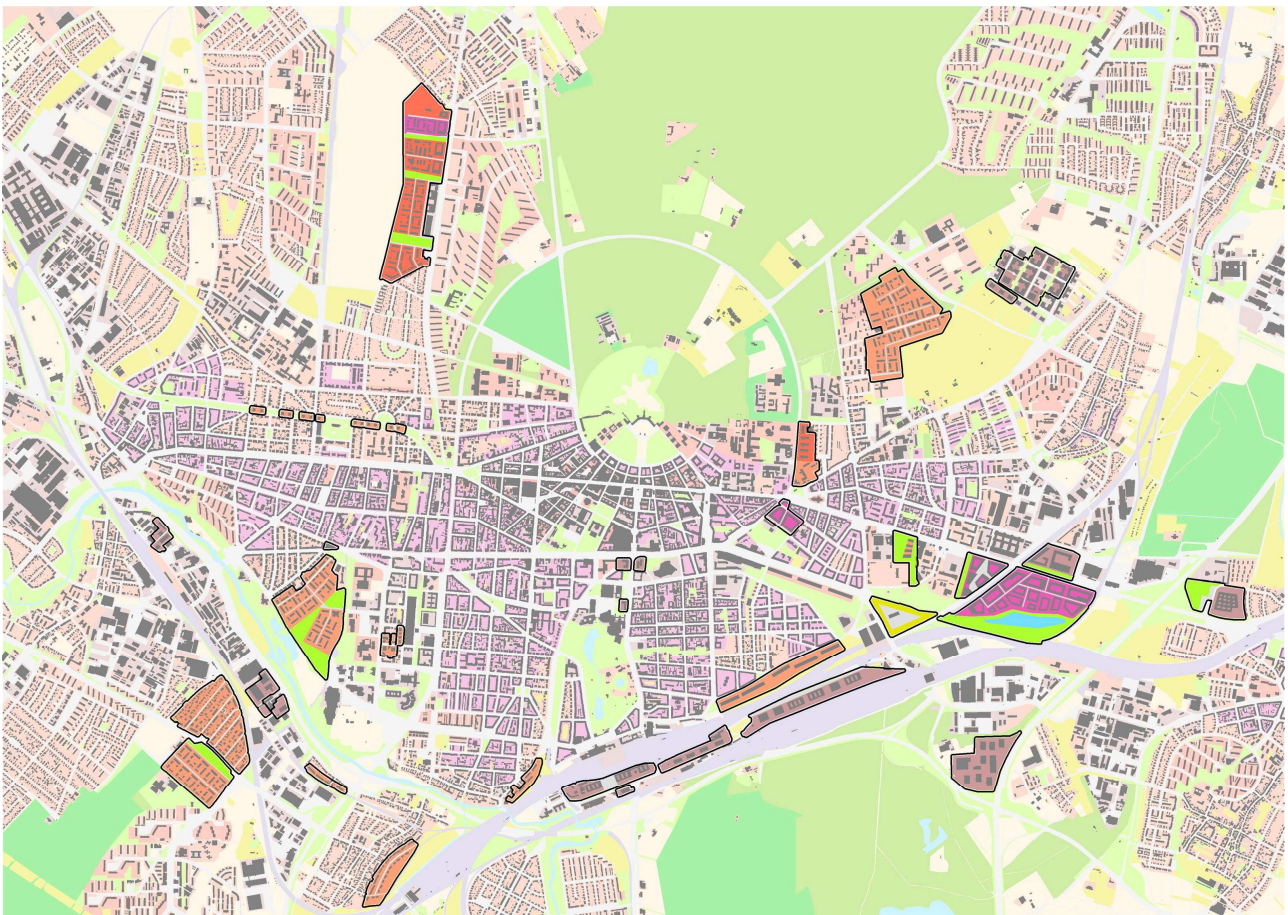


Abbildung 14: Plandarstellung Testentwurf zu Szenario 2- „Nachverdichtung im Bestand und Bebauung bisheriger Freiflächen“

Der Testentwurf zu Szenario 2 verortet die oben dargestellten Maßnahmen konkret und bringt sie in einen räumlichen Zusammenhang. Auch in diesem Szenario werden zentrale Eingriffe an den drei „Grünfingern“ des Grünsystems des Gartenbauamtes vorgenommen, allerdings bestehen diese diesmal in einer deutlichen Reduktion der Freiflächen zugunsten von neuen Bebauungen. Außerdem werden auch weitere mögliche Flächen, etwa im Bereich der Südtangente/Gleisfelder bebaut oder nachverdichtet, wo entsprechende Entwicklungen als sinnvoll erscheinen. Auch im Siedlungsgefüge der Kernstadt ergeben sich Nachverdichtungsmöglichkeiten an prominenten Standorten, die in diesem Rahmen getestet werden (z.B. Ettlinger Tor oder Festplatz).

Im Einzelnen sind folgende Maßnahmen angedacht:

- Massive Aufstockung und Nachverdichtung der Hardecksiedlung
- Neues Quartier mit Blockrandbebauung auf den bisherigen Sportanlagen südlich Hardecksiedlung
- Nachverdichtung und Ergänzung von Gewerbebauten auf dem bisherigen Parkplatz Metro (auch parkplatzüberbauende Gebäude sind denkbar)
- Bebauung Beiertheimer Feld mit Blöcken, Erhalt eines Grünkeils
- Neubebauung Weinbrennerplatz auf dem Dreieck zwischen Kriegstraße, Weinbrennerstraße und Körnerstraße
- Bebauung Quartier Ehrmann- und Römhildtstraße in offener Bauweise (vgl. Hotspot des Stadtstrukturtyps „offener Blockrand“)
- Realisierung neue Quartiere auf dem Messplatz, Gleisbahnhof, Weinweg (westl. Möbelmarkt)
- Realisierung Bebauung Technologiepark
- Neubebauungen nördlich Hauptfriedhof
- Transformation C-Areal Alter Flugplatz
- Neubebauung Ostflanke Alter Flugplatz südlich C-Areal
- Bebauung Konzernzentrale dm Drogeriemarkt
- Nachverdichtung Kaloderma-Gelände
- bauliche Ergänzung Gottesauer Schloss
- Bebauung Hauptbahnhof Süd
- Aktivierung und Bebauung Güterbahnhof Nordseite
- Nachverdichtung Gewerbegebiet Liststraße/Ziegelstraße
- bauliche Ergänzungen Wohnnutzung Bannwaldallee (gegenüber Metro, L605)
- Neubebauung Bulach-Ost (Petergraben/St.-Florian-Straße)
- Nachverdichtung Beiertheim Breite Straße, zweite Reihe bzw. Kleingartenanlage
- Bebauung Südseite Stuttgarter Straße
- Entwicklung Gewerbeflächen zwischen Ottostraße, A5 und Südtangente
- Bebauung Ettlinger Tor Südseite
- Randbebauung östlicher Festplatz
- Bebauung Hildapromenade mit Stadtvillen

5. Klimaökologische Auswirkungen der Städtebaulichen Testentwürfe

5.1 METHODIK

Um die Auswirkungen der beiden Szenarien auf das Stadtklima beurteilen zu können, wurde ein modellgestützter Ansatz gewählt. Zum Einsatz kam dabei das dreidimensionale mesoskalige Klimamodell FITNAH-

3D¹, auf dessen Basis in Karlsruhe bereits eine grundlegende Klimaanalyse (GEO-NET 2011) sowie der Themenkomplex Nachverdichtung versus Klimakomfort (Stadt Karlsruhe 2013) vertiefend bearbeitet worden ist. Das Modell wurde seit dem ExWoSt-Projekt bezgl. der räumlichen Auflösung und der Modellparametrisierung weiterentwickelt (vgl. Gross 2014), so dass für den Rahmenplan Klimaanpassung noch einmal eine deutliche Verbesserung hinsichtlich der Aussagegenauigkeit der Ergebnisse erreicht werden konnte. Die Grundzüge des Modells sind weitgehend beibehalten worden, so dass für Details zur Modellarchitektur auf die entsprechenden Gutachten verwiesen wird. Zur grundsätzlichen Orientierung über die Methodik ist in Abbildung 15 aber das Ablaufschema skizziert.

Demnach basiert die Modellierung auf Vektor- und/oder Rasterdaten, die mithilfe eines Geographischen Informationssystems und darin implementierten Verarbeitungsroutinen für das Modellgitter aufbereitet werden. Eingangsgrößen sind die Landnutzung und deren Strukturhöhe, der Versiegelungsgrad sowie die Geländehöhe.

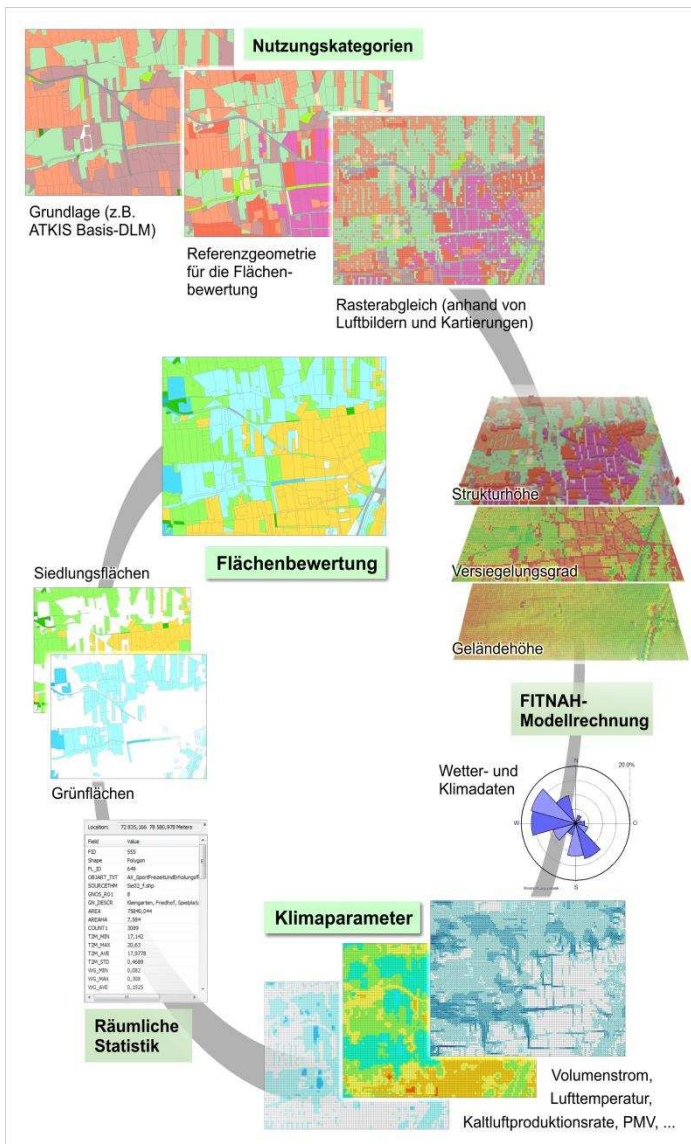


Abbildung 15: Ablaufschema Modellierung mit FITNAH

¹ FITNAH = Flow over Irregular Terrain with Natural and Anthropogenic Heat Sources. FITNAH als dreidimensionales nichthydrostatisches Modell erlaubt eine detaillierte Beschreibung der räumlichen und zeitlichen Verteilung der verschiedenen meteorologischen Parameter wie Wind und Temperatur. FITNAH wurde als das "Deutsche Regionale Klimamodell" ausgewählt und übertrifft die in der VDI-RL 3783 festgelegten Anforderungen. Es liefert auch die Möglichkeit, Bewertungsmaßstäbe, für die ansonsten eigene Modellanwendungen notwendig wären, zu berechnen (z.B. Gefühlte Temperatur).

Unter Berücksichtigung von gemessenen Wetter- und Klimadaten wird FITNAH mit den entsprechend aufbereiteten Daten angetrieben. Standardausgabegrößen der numerischen Simulation sind für eine detaillierte Klimaanalyse dreidimensionale Wind- und Temperaturfelder, Kaltluftvolumenströme sowie weitere bioklimatische Indizes (z. B. PMV, Gefühlte Temperatur, PET). Die Daten werden mithilfe der Geostatistik – ggf. auf der Basis einer Referenzgeometrie – ausgewertet. Die abschließende gutachterliche Interpretation und Bewertung erfolgt in enger Anlehnung an die einschlägigen VDI Richtlinien (vor allem 3787) und in Abhängigkeit der Fragestellung.

Mit dem Klimamodell wurden für den Rahmenplan insgesamt drei Modellrechnungen mit einer horizontalen Auflösung von 10m für eine autochthone Wetterlage durchgeführt:

- Ist-Zustand (Kapitel 5.2)
- Szenario 1 (Kapitel 5.3)
- Szenario 2 (Kapitel 5.4)

Modelliert wurde jeweils die Situation um 04 Uhr (Nachtsituation) und 14Uhr (Tagsituation). Der nächtlichen Situation kommt dabei insbesondere für die Wohnquartiere eine herausragende Stellung zu. Zu dieser Tageszeit liegt der Mensch als Zielgruppe des Rahmenplans in aller Regel im Bett und sucht erholsamen Schlaf, er ist also gewissermaßen immobil und kann sich – anders als am Tage – weniger gezielt gegen die Hitze schützen. In der einschlägigen Literatur wird darauf hingewiesen, dass in Mitteleuropa aufgrund einer weitgehend fehlenden Klimatisierung von Wohngebäuden ein enger Zusammenhang zwischen Außenraum- und Innenraumklima besteht. Der VDI stellt in diesem Zusammenhang fest, dass „die Lufttemperatur der Außenluft die entscheidende Größe“ (VDI 2008, 25) für das Innenraumklima darstellt. Wie eng der Zusammenhang zwischen Außen- und Innenraumklima nun tatsächlich ausfällt, hängt im Wesentlichen mit der Bauphysik der betrachteten Gebäude zusammen. Da aber gegenwärtig in Karlsruhe noch kein verwertbarer Datenpool existiert, auf dessen Basis eine teil- geschweige denn gesamtstädtische Berücksichtigung von Gebäudespezifika (z. B. energetischer Sanierungszustand, Fensterflächenindex, Oberflächenalbedo) im Modell erfolgen kann, gilt flächendeckend näherungsweise weiterhin der Ansatz des unmittelbaren Zusammenhangs zwischen Außen- und Innentemperatur. Um Missverständnissen vorzubeugen, berechnet das Modell keine Werte für geschlossene Räume². Da die Außentemperatur nachts nicht unwesentlich von etwaigen Kaltluftströmen beeinflusst wird, die dem Stadtkörper aus dem Umland über Kaltluftleitbahnen oder aus größeren Grünflächen zugeführt werden, ist es wichtig, diese meteorologische Größe ergänzend zu betrachten. Bioklimatische Indizes hingegen, die sich regelmäßig auf den Außenraum beziehen, stellen für die Nachtsituation keine relevante Größe dar.

Zwar hält sich der überwiegende Teil der Stadtbevölkerung auch tagsüber die meiste Zeit in geschlossenen Räumen auf, so dass die obigen Hinweise zum Innenraumklima auch für die Tagsituation gelten. Allerdings wird zu dieser Tageszeit auch ein nennenswerter Zeitanteil im Freien verbracht, sei es auf der Arbeit (z. B. im Rahmen der gegenwärtig intensiven Tiefbauarbeiten in Karlsruhe) bzw. dem Weg dorthin, als Freizeitbeschäftigung, zum Zwecke der Beschaffung von Dingen des täglichen und nicht täglichen Bedarfs oder sogar um der Überwärmung der eigenen Wohnung zu entfliehen. Je nach Aufenthalts- bzw. Bewegungsziel ist er damit mehr oder weniger ortsgebunden oder er kann gezielt die für ihn mikroklimatisch angenehmen Räume

² Ein FITNAH-Modul, das in Abhängigkeit u.a. des Dachaufbaus sowie von Farbe, Material und Dämmzustand der Außenfassade das bioklimatische Belastungsniveaus auch für den Innenraum modellieren kann, befindet sich gegenwärtig in der Entwicklung

Im Bewusstsein dieser Umstände wurden insbesondere mit Blick auf die zunehmende Bedeutung des Klimawandels folgende Parameter für das gesamte Untersuchungsgebiet modelliert, geostatistisch analysiert und verbal-argumentativ bewertet:

- Tagsituation: Temperatur, gefühlte Temperatur
- Nachsituation: Temperatur, Flurwindfeld, Kaltlufteinwirkungsbereich

Die in den folgenden Kapiteln bzw. Unterkapiteln dargestellten Werte beziehen sich dem Stand der Technik entsprechend jeweils auf 2m Höhe, also auf den Aufenthaltsbereich des Menschen im Freien³. Als dreidimensionales Modell gibt FITNAH alle Werte auch für weitere Höhenschichten aus. Diese können für spezielle Fragestellungen - z. B. die thermische Belastung in Dachgeschoßwohnungen - überaus relevant sein, konnten im Rahmen des vorliegenden Projektes aber nicht berücksichtigt werden.

In das für das Rahmenplan-Projekt verwendete Modell fließen in erster Linie die überwiegende Flächennutzung in Verbindung mit dem räumlichen differenzierten Versiegelungsgrad und der Strukturhöhe der vorherrschenden Nutzung je Rasterzelle ein. Für das Fließverhalten etwaiger Kaltluft sind auch Informationen zur Orographie des Geländes notwendig. Die erforderlichen Geodaten konnten zu einem Großteil aus bereits existierenden Datenquellen abgeleitet werden. Als äußerst hilfreich erwiesen sich hierbei - neben dem digitalen Geländemodell (DGM5) und einem für die Erhebung der gesplitteten Abwassergebühr erstellten (nicht flächendeckenden) Versiegelungsdatensatz - das 3-D Stadtmodell, aus dem sowohl die Geometrie einzelner Gebäude als auch deren individuelle Höhe abgeleitet werden konnten. Für einige wenige Nutzungstypen ließ die Datenlage die Zuweisung eines Individualwertes für jede der rund 500.000 Rasterzellen nicht flächendeckend zu, so dass vereinzelt auch Pauschalwerte angenommen werden mussten (Tabelle 3).

Eine besondere Herausforderung bestand in diesem Zusammenhang bei der Festlegung der Lage und der Höhe einzelner Vegetationsstrukturen. Diese spielen für die mikro- und mesoklimatische Situation in der gewählten räumlichen Auflösung von 10 m sowohl am Tage (u.a. Verschattung) als auch in der Nacht (u.a. Hinderniswirkung für Flurwinde) eine wichtige Rolle. Während für den öffentlichen Raum mit dem Baumkataster eine hinreichend gute Datengrundlage vorlag, mussten die entsprechenden Informationen im privaten Raum (z. B. in den Blockinnenhöfe) aus Luftbildern abgeleitet werden⁴. Dieser zeitaufwendige Arbeitsschritt liefert zufriedenstellende Ergebnisse, aufgrund der Zweidimensionalität der Luftbilder war es aber unumgänglich, den Grünstrukturen im privaten Bereich pauschale Höhen- und Versiegelungswerte zuzuordnen.

³ Eine Ausnahme hiervon bildet der auf der Basis des Kaltluftvolumenstroms abgeleitete Einwirkungsbereich der Kaltluftströmung, der entsprechend des dreidimensionalen Modells eine räumlich variable Höhenkomponente besitzt.

⁴ Noch validere Ergebnisse ließen sich beispielsweise aus einer Laserscannerbefliegung ableiten

Tabelle 3: Verwendete Datengrundlagen, Zielparameter und deren Wertespanssen

Nr.	Überwiegende Flächennutzung	Versiegelungsgrad	Strukturhöhe	Datenquelle(n)
01	Gebäude - ohne Gründach	100	Individuell	3D-Stadtmodell (LOD1)
02	Gebäude – extensives Gründach*	100	Individuell	3D-Stadtmodell (LOD1); Versiegelungsdatensatz
03	Gebäude – intensives Gründach*	100	Individuell	3D-Stadtmodell (LOD1); Versiege- lungsdatensatz
04	ebenerdig versiegelt	Individuell (> 50 %) oder pauschal 95 %	0,0 m	Versiegelungsdatensatz; Luftbild
05	Gleisanlage	Individuell (< 80 %) oder pauschal 40%	0,5 m	Versiegelungsdatensatz; ATKIS, Luftbild
06	Niedrig. Vegetation, ungestörter Boden	0 %	1,0 m	Versiegelungsdatensatz; ATKIS
07	Niedrig. Vegetation, gestörter Boden	Individuell (≤ 50 %) oder pauschal 30 %	1,0 m	Versiegelungsdatensatz; ATKIS
08	Mittlere bis hohe Gehölze/Baum, Wald	Individuell (< 80 %) oder pauschal 0 % (=Wald)	Individuell oder pauschal 12 m ⁵	Versiegelungsdatensatz; ATKIS, Baumkataster, Luftbild
09	Offene Wasserfläche	0 %	0,0 m	ATKIS

* = Einfluss der Dachbegrünung erfolgt direkt über die Parametrisierung im Modell

Um einen Eindruck von den aufbereiteten Modelleingangsdaten zu vermitteln, ist in Abbildung 17 stellvertretend die in das Modell einfließende Flächennutzung für den Ist-Zustand abgebildet. Tabelle 4 fasst die prozentualen Werte der einzelnen Nutzungsklassen am gesamten Untersuchungsraum zusammen.

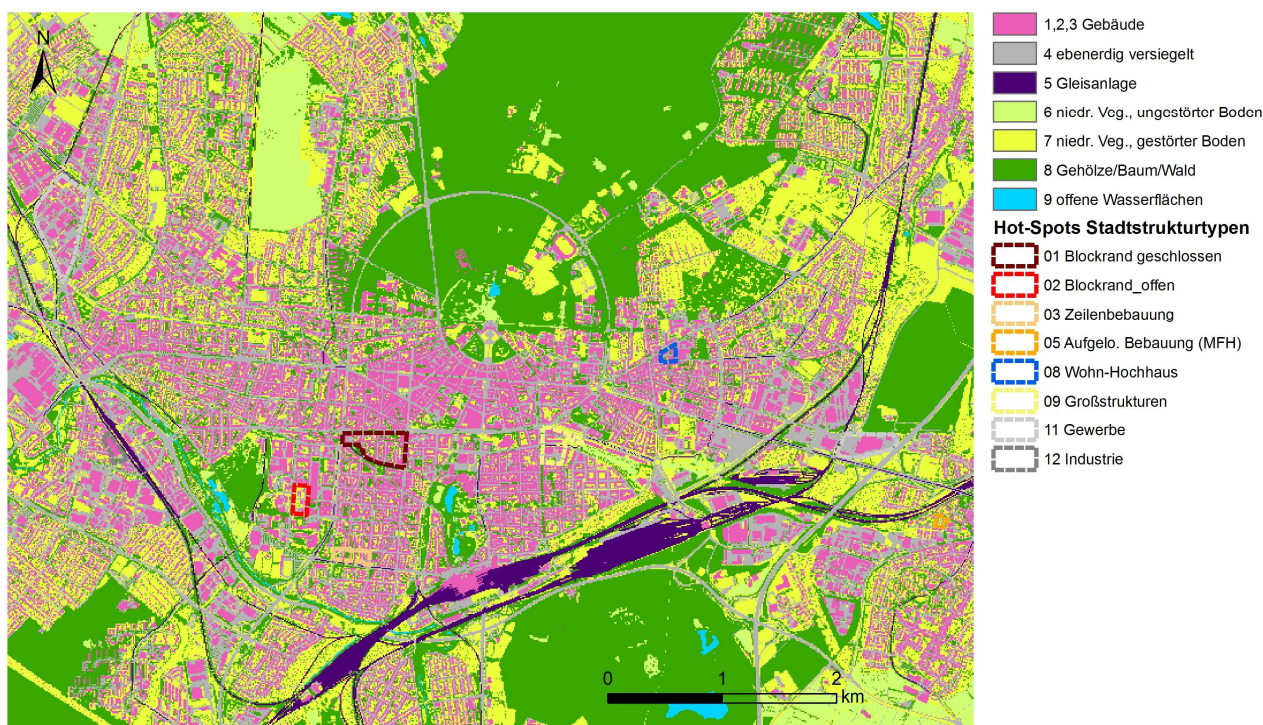


Abbildung 17: Modelleingangsdatum „Flächennutzung“ für die Modellierung des Ist-Zustandes

Es zeigt sich, dass selbst im gewählten kernstädtischen Ausschnitt die Grün- und Freiflächen (Klassen 6 und 7) einen Anteil von > 50 % an der Raumnutzung einnehmen, während Gebäude⁶ und ebenerdig versiegelte Flächen (Klassen 1-4) einen vergleichsweise geringeren Anteil von etwa 35 % aufweisen. Diese Werte legen

⁵ Entspricht dem Mittelwert aller im Baumkataster erfassten Gehölze

⁶ Die Nutzungsklasse 1 (Gebäude ohne Dachbegrünung), 2 (Gebäude mit extensiver Dachbegrünung) und 3 (Gebäude mit intensiver Dachbegrünung) sind aus darstellerischen Gründen in der Abbildung zusammengefasst.

den Schluss nahe, dass Karlsruhe grundsätzlich eine relativ stark durchgrünte Stadt ist. Allerdings kommt es mit Bezug zum Stadtklima vor allem auch auf das räumliche Muster, die Ausstattung, die Wasserversorgung und die Erreichbarkeit der Grünflächen an. So handelt es sich bei den genannten Werten lediglich um Mittelwerte des Untersuchungsraumes. Ein Blick auf die Karte verdeutlicht, dass keinesfalls von einer räumlichen Gleichverteilung der Grün- und Freiflächen gesprochen werden kann. Vielmehr schwanken die Werte zwischen einzelnen Stadtteilen und Quartieren sehr stark.

Daher reagieren die einzelnen Rasterzellen im Modell auch in Abhängigkeit ihrer nachbarschaftlichen Beziehungen sowie ihrer Lagebeziehungen zu übergeordneten Kaltluftleitbahnen und nicht lediglich entsprechend ihrer Nutzung, ihres Versiegelungsgrades und ihrer Strukturhöhe. Um die Wirkungen der Leitbahnen im Modell angemessen widerspiegeln zu können, erfolgten die Modellrechnungen - entsprechend den Ergebnissen der gesamtstädtischen Klimaanalyse (GEO-NET 2011) - mit einem leichten Antrieb aus südlicher Richtung. Die Modellergebnisse basieren also auf einem raumdynamischen, Mikro- und Mesoklimaprozessgeschehen, bei dem sich die über 500.000 Rasterzellen wechselseitig beeinflussen.

Tabelle 4: Anteil der Nutzungsklassen am gesamten Untersuchungsraum für die Modellierung des Ausgangszustandes

Nr.	Nutzungsklasse	Anteil am Untersuchungsraum [%]
01	Gebäude - ohne Gründach	16,6
02	Gebäude – extensives Gründach	0,8
03	Gebäude – intensives Gründach	0,1
04	ebenerdig versiegelt	19,3
05	Gleisanlage	2,6
06	Niedrig. Vegetation, ungestörter Boden	3,6
07	Niedrig. Vegetation, gestörter Boden	23,8
08	Mittlere bis hohe Gehölze/Baum, Wald	32,7
09	Offene Wasserfläche	0,4

Um mit den Modellierungen einen extremen, aber realistischen Karlsruher Hitzetag abbilden zu können, wurden Temperaturmesswerte der Vergangenheit als Modellantrieb verwendet. Zum einen handelt es sich hierbei um Lufttemperaturen der DWD-Messstation Karlsruhe (Kennung 02698, Messzeitraum 1876 – 2008) sowie zum anderen um Wassertemperaturen im Mündungsbereich der Alb aus dem LUBW-Messnetz. So datiert die bisher wärmste Nacht in Karlsruhe mit 22,7° C von 29.07.1990. Die höchste Tagestemperatur wurde während der Hitzewelle Mitte August 2003 mit 40,2° C gemessen. Angesichts der standardisierten, den Stadtklimaeffekt bewusst ausklammernden Messmethode sowie der randstädtischen Lage der Messstation östlich des alten Flugplatzes kann begründet davon ausgegangen werden, dass zumindest die Nachttemperaturen in Extremsituationen und in einzelnen Teilräumen noch einmal deutlich höher liegen können als die punktuellen Messwerte.

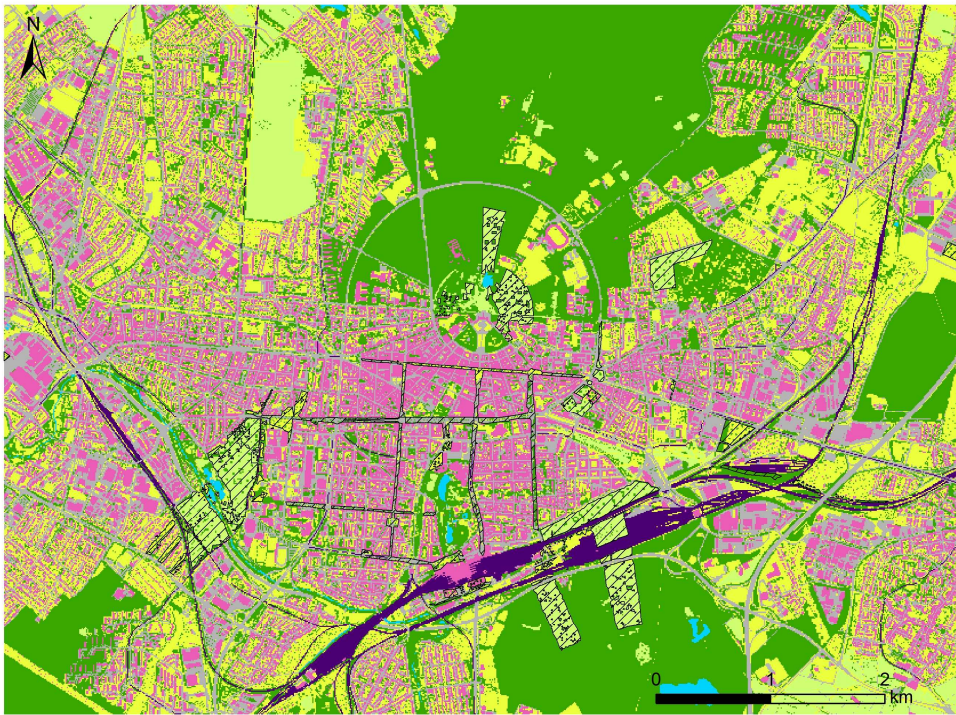
Es liegt in der Natur von Zukunftsszenarien, dass die beiden städtebaulichen Skizzen nicht direkt aus den oben genannten, bereits existierenden Datenbeständen abgeleitet werden können. Daher erfolgte eine GIS-technische Digitalisierung der beiden zunächst analog vorliegenden Entwurfsskizzen (vgl. Kapitel 4.4) in Verbindung mit einer Zuweisung von modellrelevanten (Geo-)Informationen. Auf diese Weise konnte eine unmittelbare Vergleichbarkeit zwischen dem Ausgangszustand und den beiden Szenarien erreicht werden. Wie Tabelle 5 in Verbindung mit Abbildung 18 am Beispiel der Modelleingangsdaten für die Flächennutzung verdeutlicht, fallen die Änderungen in den beiden Szenarien gegenüber dem Ausgangszustand trotz des gewählten „radikalen“ Stadtentwicklungsansatzes bezogen auf den gesamten Untersuchungsraum mit 1-2%

eher moderat aus⁷. Die Werte dürfen aber nicht darüber hinweg täuschen, dass es auf einzelnen Teilflächen zu z.T. erheblichen städtebaulichen Entwicklungen kommt. Das Beiertheimer Feld wird beispielsweise in beiden Szenarien annähernd komplett „umgestaltet“. Insgesamt liegt die Hypothese nahe, dass eine gesamt-räumlich bzw. –städtisch signifikante klimaökologische Auswirkung der Szenarien nicht zu erwarten ist, dass es aber teilträumlich durchaus zu relevanten Effekten kommen sollte, die auch in die jeweilige nähere Umgebung ausstrahlen sollten.

Tabelle 5: Anteil der Nutzungsklassen am gesamten Untersuchungsraum für die Modellierung von Szenario 1 und 2 sowie die prozentualen Änderungen gegenüber dem Ausgangszustand

Nr.	Nutzungsklasse	Szenario 1		Szenario 2	
		Anteil am Untersuchungsraum [%]	Änderung gegenüber Ausgangszustand [%]	Anteil am Untersuchungsraum [%]	Änderung gegenüber Ausgangszustand [%]
01	Gebäude - ohne Gründach	16,4	- 0,2	17,2	+ 0,6
02	Gebäude – extensives Gründach	0,8	0,0	0,8	0,0
03	Gebäude – intensives Gründach	0,1	0,0	0,1	0,0
04	ebenerdig versiegelt	18,8	- 0,5	19,3	0,0
05	Gleisanlage	2,5	- 0,1	2,4	- 0,2
06	Niedrig. Vegetation, ungestörter Boden	5,6	+ 2,0	3,4	- 0,2
07	Niedrig. Vegetation, gestörter Boden	23,7	- 0,1	23,7	- 0,1
08	Mittlere bis hohe Gehölze/Baum, Wald	31,7	- 1,0	32,6	- 0,1
09	Offene Wasserfläche	0,4	0,0	0,5	+0,1

⁷ Die Statistik wird durch bestimmte Phänomene geringfügig verfälscht. So können sich beispielsweise in Szenario 2 Versiegelungen an einer Stelle (z. B. im Beiertheimer Feld) durch Entsiegelungen an anderer Stelle (z. B. dem Messplatz) statistisch gegenseitig aufheben und der Anteil ebenerdig versiegelter Fläche bleibt gegenüber dem Ausgangszustand identisch. Berücksichtigt man diese und ähnliche Phänomene, so ergeben sich Änderungen in der Flächennutzung von insgesamt 3,4% in Szenario 1 und 2,9% in Szenario 2



- 1,2,3 Gebäude
- 4 ebenerdig versiegelt
- 5 Gleisanlage
- 6 niedr. Veg., ungestörter Boden
- 7 niedr. Veg., gestörter Boden
- 8 Gehölze/Baum/Wald
- 9 offene Wasserflächen
- Änderungen zu Ist



- 1,2,3 Gebäude
- 4 ebenerdig versiegelt
- 5 Gleisanlage
- 6 niedr. Veg., ungestörter Boden
- 7 niedr. Veg., gestörter Boden
- 8 Gehölze/Baum/Wald
- 9 offene Wasserflächen
- Änderungen zu Ist

Abbildung 18: Modelleingangsdatum „Flächennutzung“ für die Modellierung von Szenario 1 (oben) und Szenario 2 (unten)

5.2 IST-ZUSTAND

5.2.1 BODENNAHES (GEFÜHLTES) TEMPERATURFELD AM TAGE UND IN DER NACHT

Abbildung 19 zeigt das Temperaturfeld im Untersuchungsgebiet, wie es sich unter den in Kapitel 5.1 definierten Randbedingungen um 14:00 mittags in 2m Höhe während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage einstellen würde. Entsprechend der räumlich hoch aufgelösten Modellrechnung zeigt sich ein stark differenziertes thermisches Mosaik, in dem sich Wärme- und Kältepole kleinteilig abzeichnen. Die auftretende Amplitude der bodennahen Luft liegt bei annähernd 20 K. Diese große Spannweite ist auf die offenen Wasserflächen zurückzuführen. Sie unterliegen im Tagesverlauf aufgrund ihrer vergleichsweise hohen spezifischen Wärmekapazitätsdichten sehr viel geringeren Temperaturschwankungen als Vegetationsflächen oder versiegelte Flächen und erreichen auch tagsüber nur unwesentlich höhere Temperaturen als in der Nacht. Lässt man die Wasserflächen unberücksichtigt, ergibt sich eine mit der nächtlichen Situation vergleichbare räumliche Temperaturamplitude von etwa 7 K.

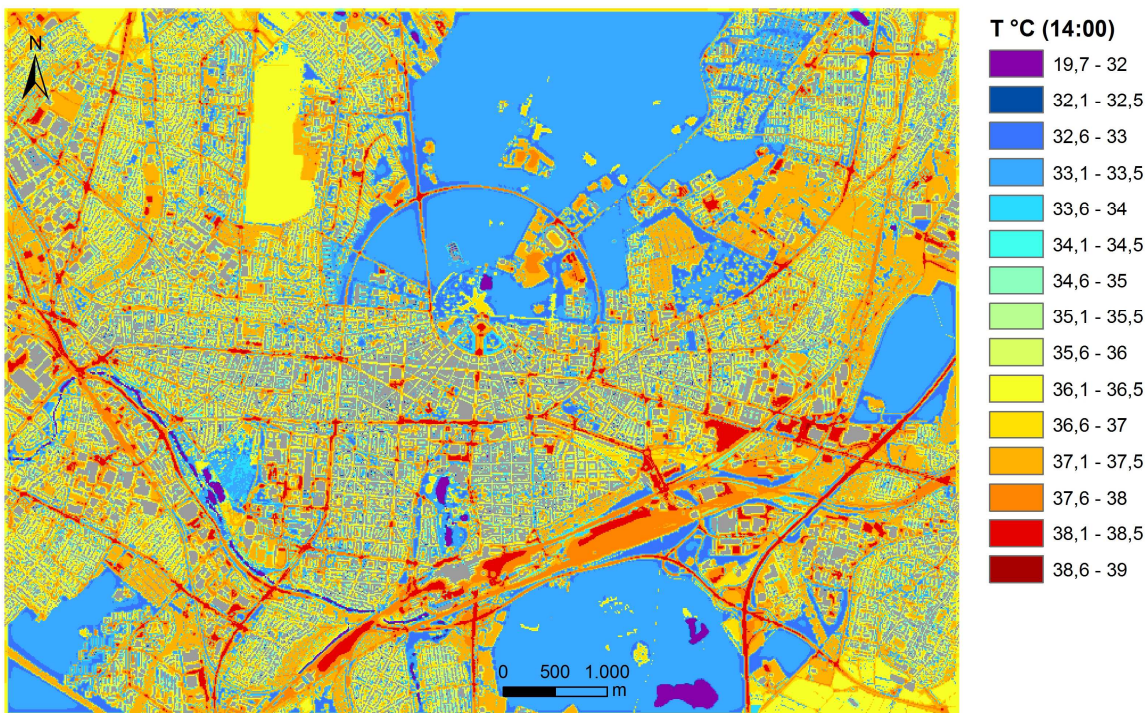


Abbildung 19: Temperaturfeld im Ausgangszustand um 14:00 Uhr nachmittags in 2m Höhe während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage

Neben den Wasserkörpern und ihrem unmittelbaren Umfeld stellen tagsüber die Stadtwälder bzw. stadtnahen Wälder die kühlest Flächen dar. Nur geringfügig wärmer wird es in den größeren innerstädtischen Grünflächen des Zoos / Stadtparks und des Beiertheimer Feldes. Auch die Baum bestandenen, verschatteten Teile des Schlossgartens gehören zu den wichtigen „cool places“ Karlsruhes. Hier ist es etwa 4-5 Kelvin kühler als auf unmittelbar der Einstrahlung ausgesetzten Rasenflächen wie etwa dem alten Flugplatz. In den hoch verdichteten Wohnquartieren, die nachts den Wärmepol der Stadt bilden, ist es zwar auch tagsüber deutlich wärmer (etwa 2-3 K) als auf den Freiflächen, die dicht stehende Gebäude verschatten sich aber gegenseitig und verhindern damit auch eine Überhitzung der zwischen ihnen befindlichen Außenräume (Straßen, Höfe, Plätze). Somit verschieben sich um 14:00 Uhr die Hot-Spots gegenüber der nächtlichen Situation. Am heißesten ist es auf offenen, baumlosen, starkversiegelten Flächen. Hierzu gehören neben größeren Straßenzü-

gen wie der Durlacher Alle oder der A5 und den Gleistrassen auch der Messplatz, der Bahnhofsvorplatz und das Gewerbegebiet im Dreieck Durlacher Allee / A5 (u.a. MANN Mobilia und real). Insbesondere auf den letztgenannten Plätzen halten sich teilweise verstärkt und über längere Zeiträume Menschen auf, weshalb ihnen eine besondere Bedeutung zukommt.

Die Gefühlte Temperatur zeigt identische Raummuster (Abbildung 200 im Anhang). Allerdings ist das Temperaturniveau insgesamt deutlich höher, so dass die Thermophysiologische Beanspruchung nach der gängigen Klassifizierung fast flächendeckend im Bereich einer extremen Wärmebelastung (= höchste Belastungsstufe) liegt. Auch bei der 04:00 Uhr Situation bildet sich im Modell ein differenziertes Temperaturfeld aus. Insgesamt ergibt sich eine Temperaturamplitude von 8 K, was in etwa der Varianz am Tage entspricht. Im Gegensatz zur Tagsituation bilden sich allerdings räumlich deutlich homogenere Muster heraus. Dieses liegt darin begründet, dass sie entscheidenden Faktoren sind hier nun nicht mehr die unmittelbare Exposition zur Sonneneinstrahlung, sondern die spezifische Wärmespeicherkapazität der Baukörper sowie die Nähe zu Kaltluft produzierenden bzw. leitenden Frei- und Grünflächen sind (vgl. Kapitel 5.2.2).

Als kälteste Teilräume stechen insbesondere der alte Flugplatz im Nordwesten, die landwirtschaftlichen Flächen im Südosten sowie die offenen Wasserflächen der Alb und der Standgewässer heraus. Auch die offenen Rasenflächen im Schlossgarten können als Kältepole bezeichnet werden. Als Hitze-pol lassen sich eindeutig die stark versiegelten bzw. verdichteten Quartiere südlich der Schlossanlage und innerhalb der ersten Ausbaustufe des Karlsruher Fächers identifizieren. Aber auch außerhalb dieses Kernbereichs existieren Teilflächen die aufgrund ihres wärmespeichernden Bauvolumens ein vergleichbares Temperaturniveau aufweisen. Hierzu gehören u.a. der Bereich um das ZKM in der Südweststadt, einzelne Blockrandquartiere im nördlichen Teil der Südstadt und im westlichen Teil der Oststadt sowie einzelne Gewerbeflächen entlang der Durlacher Allee. Die ausgedehnten Waldflächen des Hardtwaldes nehmen thermisch eine Mittelstellung zwischen den kühlen Freiflächen und den warmen Siedlungsflächen ein. Das geschlossene Kronendach verhindert hier nachts eine stärkere Auskühlung.

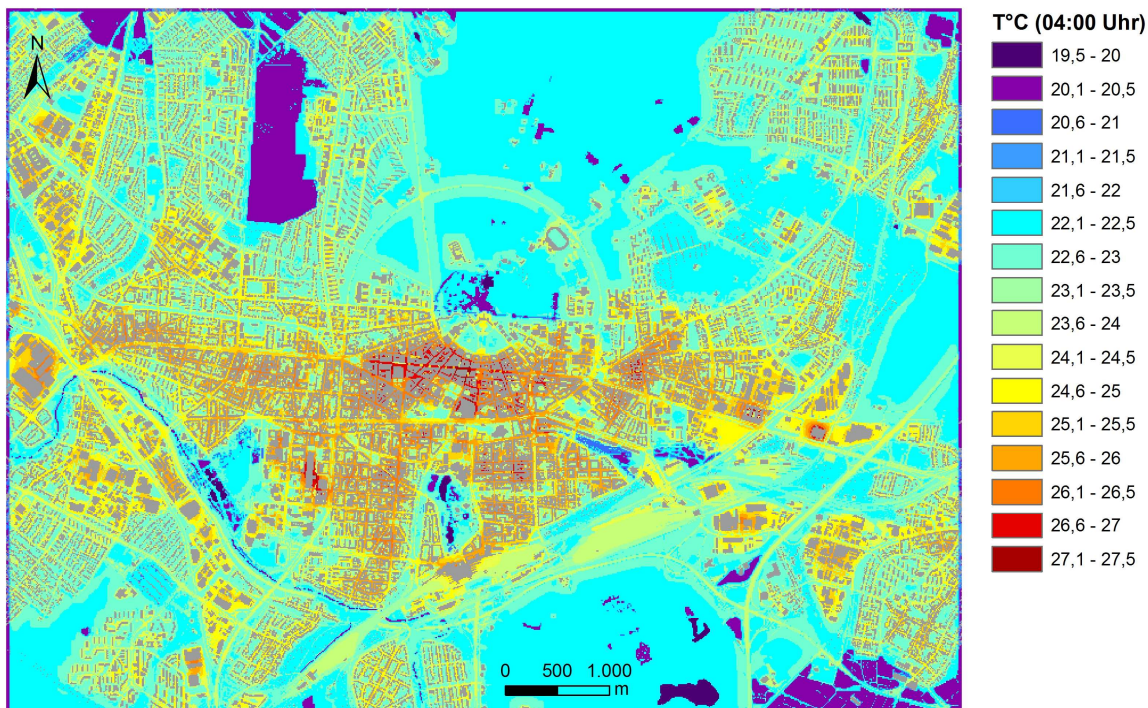


Abbildung 20: Temperaturfeld im Ausgangszustand um 04:00 Uhr morgens in 2m Höhe während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage

5.2.2 KALTLUFTLEITBAHNEN, -STRÖMUNGSFELD UND -EINWIRKUNGSBEREICHE

Da bei modellgestützten Stadtklimaanalyse standardmäßig eine autochthone Wetterlage ohne übergeordneten Windeinfluss⁸ als meteorologischer Antrieb verwendet wird, ist das resultierende Windfeld in erster Linie von durch die in Kapitel 5.2.1 beschriebenen nächtlichen Temperaturunterschiede bedingten Hoch- und Tiefdruckgebieten beeinflusst. Über vergleichsweise warmen Teilräumen steigt Luft auf, die dann aus der (kühleren) Umgebung wieder nachströmt. Dadurch wird ein Flurwindssystem in Gang gesetzt, das seinerseits durch Hindernisse oder orographische Einflüsse entweder gebremst, abgelenkt oder auch beschleunigt bzw. kanalisiert wird. Flurwinde haben in aller Regel geringe Windgeschwindigkeiten von wenigen Dezimetern bis zu 1-2 m/s. Sie können aber eine Mächtigkeit von mehreren 10er Metern erreichen, so dass ggf. große Kaltluftvolumina transportiert werden können.

Wie Abbildung 21 zeigt, ist das Kaltluftströmungsfeld im Modelllauf zwar relativ schwach ausgeprägt, die groß- und kleinräumigen Effekte sind aber dennoch deutlich sichtbar. So treten die höchsten Windgeschwindigkeiten im siedlungsnahen Bereich an der Westflanke des Alten Flugplatzes und im Albtal auf. Während es sich bei dem Windfeld auf dem Alten Flugplatz um ein weitgehend geschlossenes System handelt, das nur in geringem Maße Zufluss von angrenzenden Freiflächen erhält, ist das Albtal an einigen Stellen an die südlich und östlich angrenzenden Freiflächen angeschlossen, von wo es nachhaltig mit Kaltluft versorgt wird. Dies macht das Flusstal zur wichtigsten Kaltluftleitbahn Karlsruhes (vgl. GEO-NET 2011). An das Albtal mit dem Beiertheimer Feld im Südwesten und dem Stadtgarten im Süd wiederum zwei wichtige Grünzüge angeschlossen, die z.T. sowohl Leitbahnen als auch Kaltluftproduktionsflächen sind. Ein dritter wichtiger „grüner Finger“ ist der in Entwicklung befindliche Citypark im Südosten in Verbindung mit der Kleingartenanlage zwischen Stuttgarter Straße und Gleisanlage.

Im Beiertheimer Feld werden die Windgeschwindigkeiten der vom Albtal herangeführten Luftmassen gegenwärtig allerdings deutlich abgebremst. Dieses Phänomen ist auf den dichten Baumbestand des Kleingartengebietes zurück zu führen und verringert den Kaltlufttransport Richtung Norden bzw. in die angrenzenden Quartiere nicht unwesentlich. Dieses trifft in abgeschwächter Form auch auf den Stadtgarten und den Citypark zu. Die Durchlässigkeit ist hier aber noch ausreichend hoch, um ihnen wichtige Klimafunktionen zuweisen zu können.

Deutlich wird aus der Abbildung letztlich auch die Bedeutung größerer Nord-Süd exponierter Straßenzüge (z. B. Brauerstraße oder Karlsstraße). Hier werden die Flurwinde aus Süden z.T. kanalisiert und damit beschleunigt. Eine lufthygienische Belastung der transportierten Kaltluft kann aufgrund des hohen Verkehrsaufkommens allerdings nicht ausgeschlossen werden (vgl. GEO-NET 2011)

⁸ Da das Flurwindssystem der modellierten Karlsruher Kernstadt nicht unwesentlich vom Umland (u.a.) beeinflusst wird, erfolgte die Modellrechnung mit einem aus der für den Nachbarschaftsverband durchgeführten Klimaanalyse abgeleiteten Antrieb aus südlicher und östlicher Richtung (vgl. GEO-NET 2011).

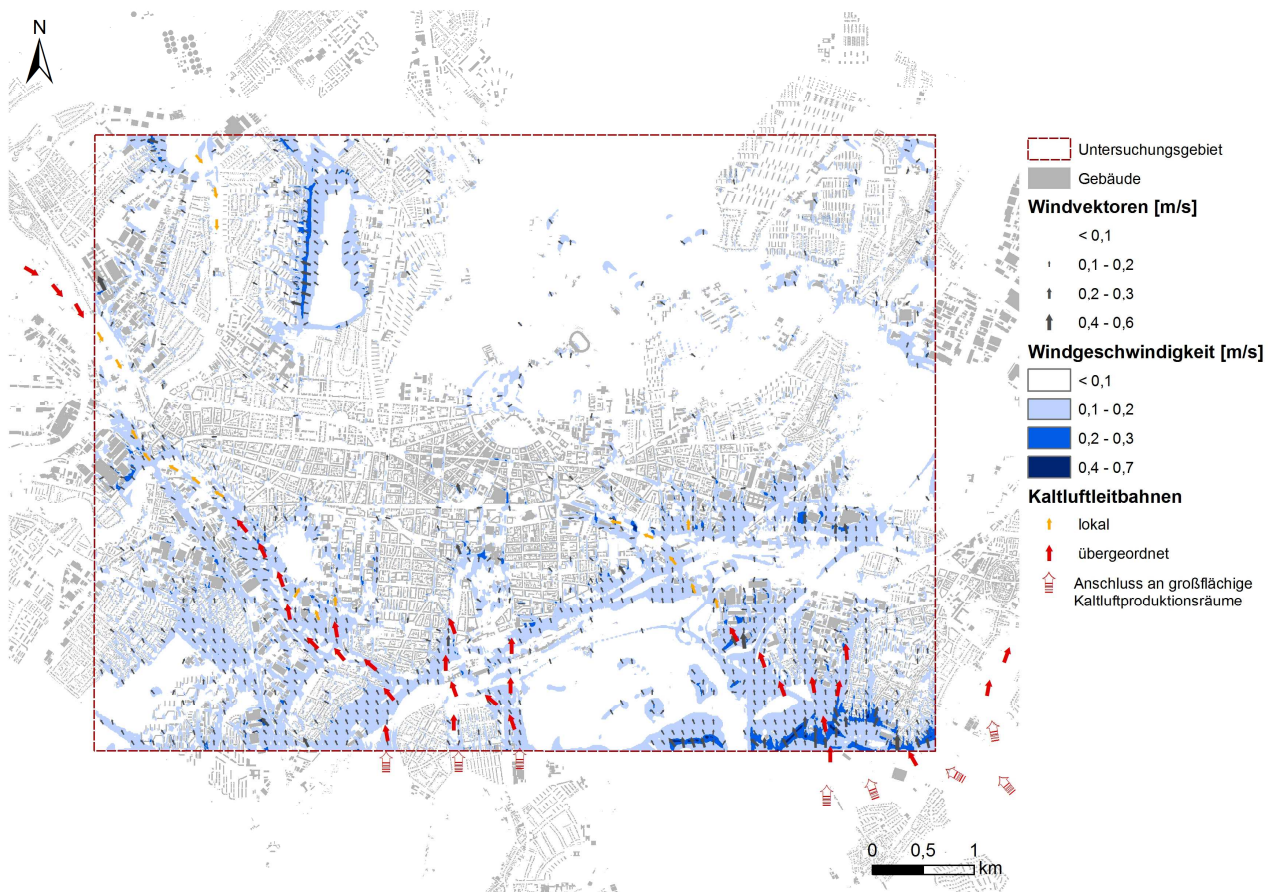


Abbildung 21: Kaltluftströmungsfeld und –leitbahnen im Ausgangszustand um 04:00 Uhr morgens in 2m Höhe während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage

Das dargestellte Windfeld bezieht sich auf die zweidimensionale Strömungssituation in 2 m Höhe. Über die tatsächlich transportierten Luftmassen kann hieraus zunächst keine Aussage abgeleitet werden. Hierfür ist eine Berücksichtigung der Mächtigkeit der Kaltluftpakete notwendig, aus der sich letztlich Kaltluftvolumina berechnen lassen. Diejenigen Räume innerhalb von Siedlungsflächen, über denen diese Volumina einen bestimmten Schwellenwert überschreiten bzw. relativ betrachtet besonders hoch sind, können als von Kaltluft beeinflusste Quartiere bezeichnet werden.

Diese Gebiete liegen zum einen in den weniger stark verdichteten Ein- und Mehrfamilienhaussiedlungen südlich der Südtangente und zum anderen entlang der Kaltluftleitbahnen. Auch in die Quartiere westlich des Alten Flugplatzes werden relevante Kaltluftvolumina transportiert. Insgesamt ergibt sich aus den Modelldaten für die Ausgangssituation eine von Kaltluft beeinflusste Siedlungsfläche von 3,16 km². Der Anteil, der davon auf überwärmte Quartiere entfällt, die im Rahmenplan als potentielle klimaökologische Sanierungsgebiet ausgewiesen sind, liegt bei 0,49 km². Dieser Wert entspricht ca. 15 % der insgesamt von Kaltluft beeinflussten Siedlungsräume (Abbildung 22).



Abbildung 22: Einwirkungsbereich der nächtlichen Kaltluftströmung in den Siedlungsbereich im Ausgangszustand während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage um 04:00 Uhr morgens

5.3 AUSWIRKUNGEN VON SZENARIO 1

5.3.1 BODENNAHES (GEFÜHLTES) TEMPERATURFELD AM TAGE UND IN DER NACHT

Die Abbildung 23 und Abbildung 24 zeigen die Auswirkungen der städtebaulichen Eingriffe in Szenario 1 auf die bodennahen Temperaturfelder am Tage und in der Nacht im Vergleich zur Ausgangssituation. Bei einer Gegenüberstellung der beiden Abbildungen zeigen sich sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschied, die für die Ausgestaltung des Rahmenplans von zentraler Bedeutung sind. Gemein ist beiden Modellergebnissen für Szenario 1 demnach, dass

- ein als relevant einzustufender Einfluss auf das Temperaturfeld erkennbar ist
- der Einfluss sich insbesondere auf den Eingriffsflächen selbst sowie in deren Nahbereich zeigt (max. 150 m)
- eine Fernwirkung der Eingriffe nicht festgestellt werden kann

Diesen Gemeinsamkeiten steht ein für den Rahmenplan zentraler Unterschied gegenüber: Einige Eingriffe führen sowohl in der Nacht als auch am Tage zu Abkühlungseffekten, während andere die Hitzebelastung am Tage zusätzlich erhöhen. Augenfällig ist dabei zunächst, dass (fast) alle modellierten städtebaulichen Entwicklungen in der Nacht zu einem Temperaturrückgang führen. Das Maximum liegt hier bei >5 K. Demgegenüber stellen sich die Auswirkungen auf die gefühlte Temperatur am Tage deutlich differenzierter dar. Es treten sowohl Abkühlungseffekte bis ca. 10 K als auch Erwärmungseffekte bis ca. 15 K auf⁹.

⁹ Für die Lufttemperatur ergeben sich vergleichbare Raummuster auf einem insgesamt niedrigeren Niveau

Ein Eingriff, der sich dabei als besonders wirksam erwiesen hat, ist die Bepflanzung und Teilentsiegelung der innerstädtischen Straßenzüge (insbesondere Kaiserstraße, Kriegsstraße, Karlsstraße, Ziffer 1 in den Abbildungen). Diese Maßnahmenkombination führt tagsüber durch Verschattung dazu, dass sich die bodennahe Luft im darunter befindlichen Straßenraum sowie deren teilentsiegelte Oberfläche weniger stark aufheizt. Nachts steht somit weniger Wärme zur Abgabe an die Umgebung zur Verfügung, was ebenfalls zu einer Abkühlung gegenüber dem Ausgangszustand führt. Um diesen Effekt zu optimieren, wurde bei der Aufbereitung der Modelleingangsdaten darauf geachtet, dass kein räumlich ausgeprägter Kronenschluss entsteht, um die Ausstrahlung nicht zu behindern. Dieser Ansatz ist auch aus lufthygienischen Gründen sinnvoll, da er den in viel befahrenen Straßen wichtigen vertikalen Luftaustausch nicht verhindert. Ein vergleichbar positiver Effekt wird durch die Entsiegelung und Begrünung von Stadtplätzen (u.a. Bahnhofsvorplatz und Messplatz) erreicht (Ziffer 2). Auch die „grüne Konversion“ im Bereich des Gleisbauhofs (Ziffer 3) führt zu robusten Abkühlungseffekten zu beiden Tageszeiten und kann somit ebenso positiv bewertet werden wie der Teilrückbau des Rangierbahnhofs in Verbindung mit der klimaökologischen Optimierung der Kleingartenanlagen an der Stuttgarter Straße (Ziffer 4).

Während also die Bepflanzung und Teilentsiegelung des Straßenraums und von Stadtplätzen aus klimaökologischen Gesichtspunkten – sowie mit Blick auf Biodiversitäts- und des Bodenschutzziele – uneingeschränkt empfohlen werden kann, müssen andere Eingriffe durchaus differenziert betrachtet werden. Hierzu gehört zum einen die Überführung des Beiertheimer Feldes von einer baumdominierten Kleingartenanlage mit eingeschränkter Zugänglichkeit hin zu einer parkähnlichen Fläche mit Baumgruppen (Ziffer 5). Diese Umgestaltung führt zwar in der Nacht aufgrund einer Erhöhung des Ausstrahlungspotentials zu einer Abkühlung der bodennahen Luftschichten, tagsüber ergibt sich aufgrund einer eingeschränkten Verschattung aber eine Aufheizung der Fläche. Der Umbau des Beiertheimer Feldes erscheint gleich aus mehreren Gründen dennoch lohnenswert. Zum einen führt er dazu, dass die über das Albatal herangeführte Kaltluft sehr viel besser in die angrenzenden Wohnquartiere eindringen und dort zu einer Verbesserung des nächtlichen Bioklimas führen kann (vgl. Kapitel 5.3.2). Zum anderen werden die Grünflächen für jedermann gänzlich zugänglich gemacht und kann somit ihre Wohlfahrtswirkung für deutlich mehr Menschen entfalten als dies heute der Fall ist. Die großflächige Temperaturzunahme am Tage relativiert sich dadurch, dass unter den Baumgruppen gezielt schattige Plätze aufgesucht werden können und die mikroklimatische Vielfalt deutlich erhöht wird.

Diametral zur Umgestaltung des Beiertheimer Feldes fällt die Einschätzung der Auswirkung der Rodungsschneisen in Hardt- und Oberwald aus (Ziffern 6). Deren Ziel war es, signifikante Volumina Kaltluft in die belasteten Quartiere zu transportieren um diese abzukühlen. Wie Abbildung 23 deutlich macht, ist die räumliche Reichweite dieser Eingriffe jedoch zu gering, als das eine Waldumwandlung gerechtfertigt erscheint. Allenfalls die östliche Schneise im Oberwald besitzt über eine Verbindung zur Kleingartenanlage Stuttgarter Straße / City Park das Potential eines relevanten Beitrages. Die Südtangente und der Rangierbahnhof stellen jedoch Hindernisse dar, die mit vertretbarem technischen und finanziellen Aufwand auch mittelfristig kaum realisierbar erscheinen.

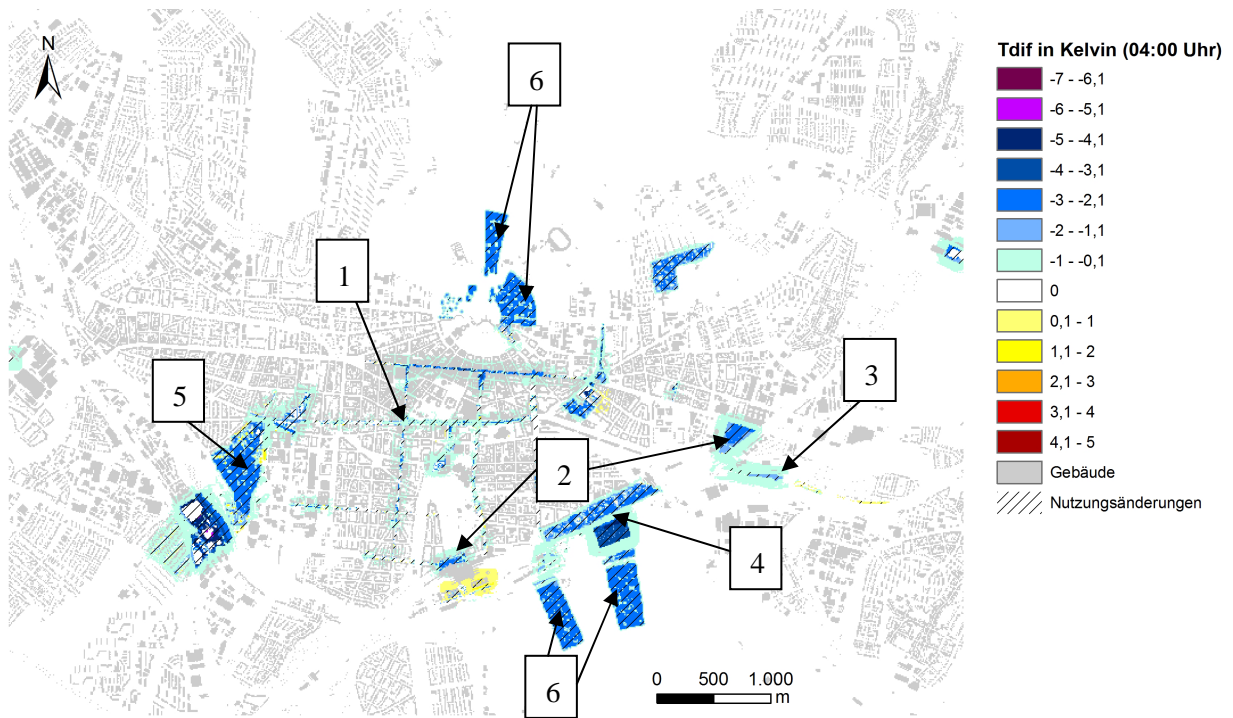


Abbildung 23: Temperaturdifferenz zwischen Szenario 1 und dem Ausgangszustand um 04:00 Uhr morgens in 2m Höhe während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage

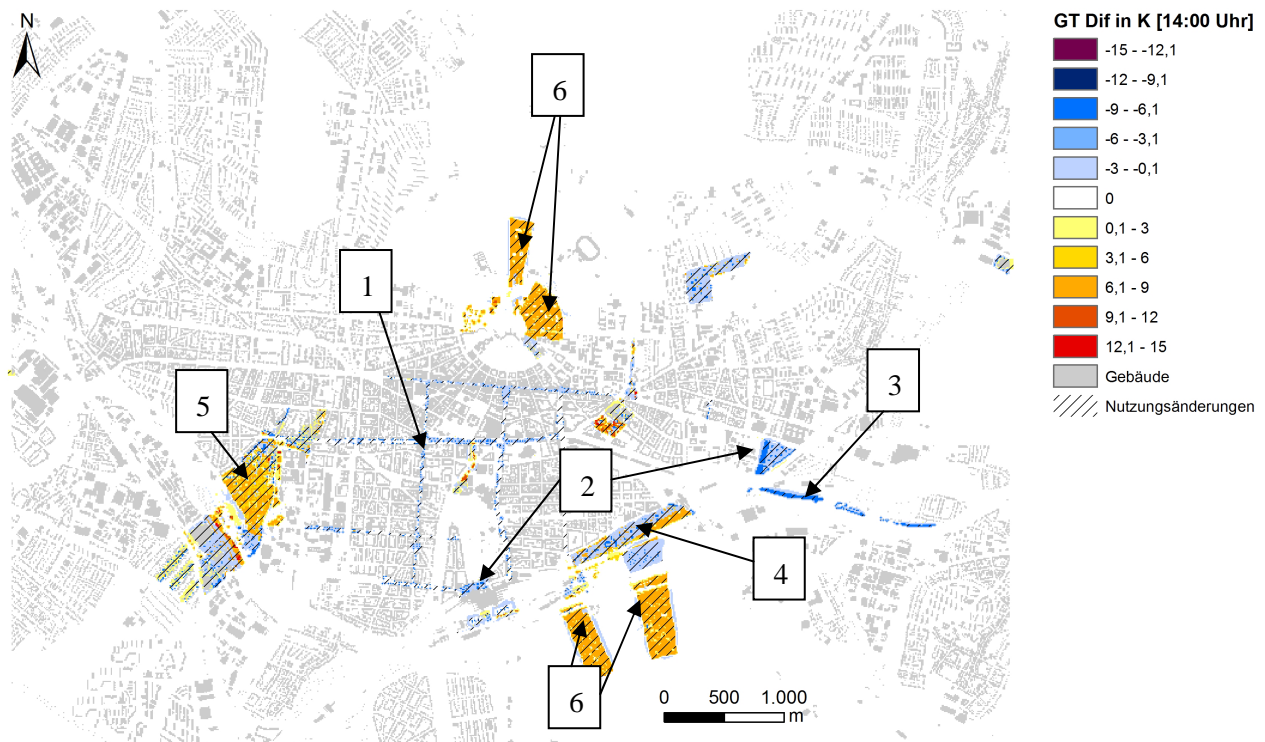


Abbildung 24: Differenz der gefühlten Temperatur zwischen Szenario 1 und dem Ausgangszustand um 14:00 Uhr nachmittags in 2m Höhe während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage

5.3.2 KALTLUFTLEITBAHNEN, -STRÖMUNGSFELD UND -EINWIRKUNGSBEREICHE

Die in Szenario 1 definierten Stadtentwicklungen haben über die Modifizierung des Temperaturfeldes auch deutlich sichtbare Einflüsse auf den Kaltfluthaushalt Karlsruhes. Dieses gilt analog zur thermischen Betrachtung insbesondere für Flächen im unmittelbaren und näheren Umfeld der Eingriffe (Abbildung 25).

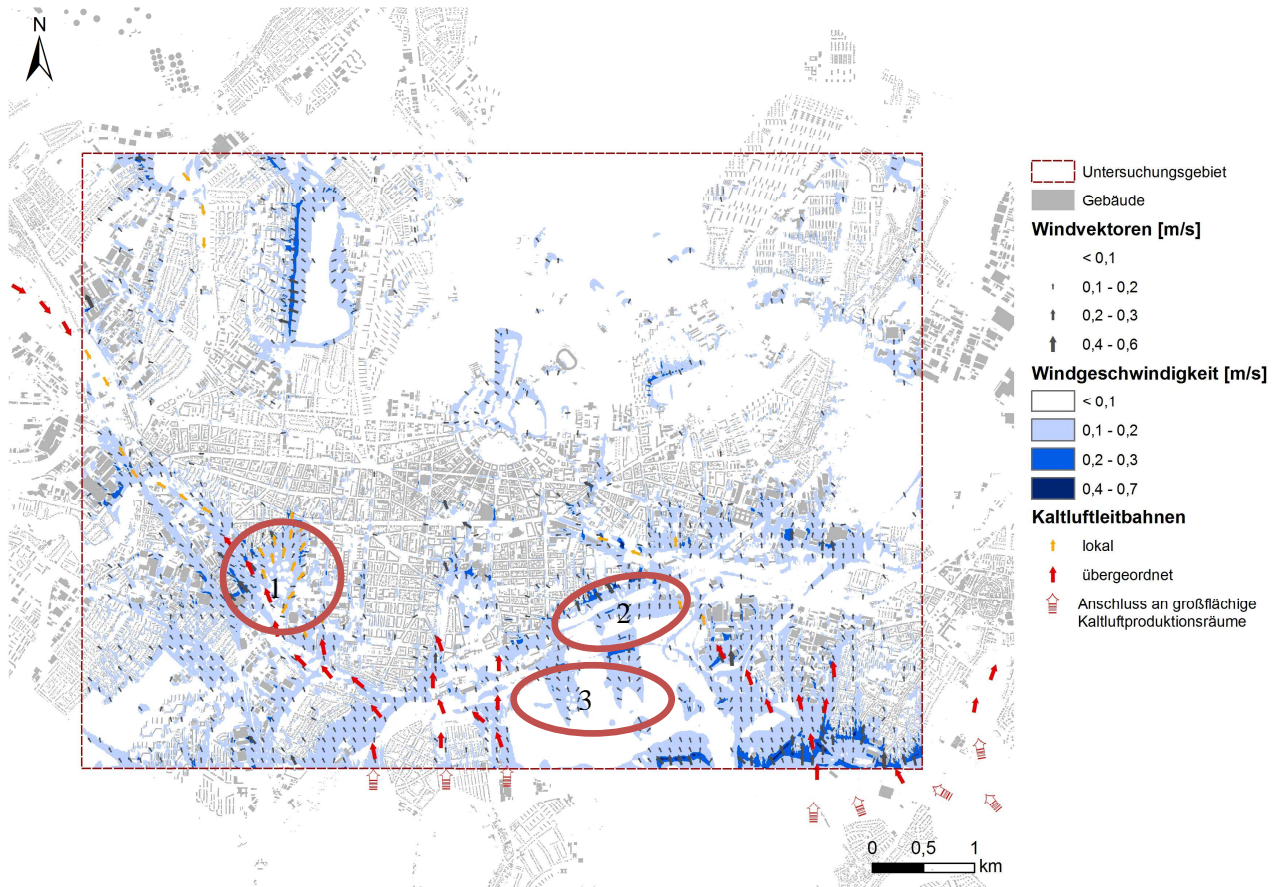


Abbildung 25: Kaltluftströmungsfeld und -leitbahnen in Szenario 1 um 04:00 Uhr morgens in 2m Höhe während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage (Erläuterung der Nummerierung im Fließtext)

Der stärkste Effekt zeigt sich im Bereich des Beiertheimer Feldes, das im Szenario hinsichtlich seiner nächtlichen Klimafunktion optimiert wurde. Es ist nun direkt an die übergeordnete Kaltluftleitbahn des Albtals angebunden und liefert als lokal relevante Leitbahn fortlaufend bodennahe Kaltluft vor allem in die nördlich und westlich angrenzenden Quartiere nach. Im Modell wird dies durch erhöhte Flurwindgeschwindigkeiten von bis zu 0,3 m/s deutlich (Ziffer 1 in Abbildung 25). Ähnliche Werte werden auch durch die Modifikation der Kleingartenanlage an der Stuttgarter Straße erreicht (Ziffer 2). Die Grünfläche ist zwar auch im Szenario lediglich randlicher Bestandteil einer lokal relevanten Leitbahn, besitzt aber insbesondere für das unmittelbar nördlich angrenzende Wohnquartier ein gegenüber dem Ausgangszustand deutlich erhöhtes Kaltluftliefervermögen.

Auch im Bereich der im Modell in den Oberwald geschlagenen Schneisen sind deutlich erhöhte Flurwindgeschwindigkeiten erkennbar (Ziffer 3). Mithilfe der im Szenario vorgenommenen Überdeckelung bzw. Durchtunnelung der Südtangente sollte getestet werden, ob die hier produzierte Kaltluft bis in die nördlich angrenzenden Wohnquartiere und darüber hinaus transportiert werden kann. Im Ergebnis zeigt sich, dass die Hinderniswirkung der Südtangente weiterhin zu hoch ist, um relevante Wirkungen des Eingriffs erzielen zu können.

Ersichtlich wird dies auch durch die relativ geringen Abkühlungsraten im Nahbereich der Schneisen (vgl. Kapitel 5.3.1). Die übrigen, hier nicht diskutierten Szenariobestandteile haben nur sehr geringe oder keine Einflüsse auf den nächtlichen Kaltlufthaushalt.

Besonders relevant ist die Modifizierung des Kaltluftströmungsfeldes im direkten Wohnumfeld des Menschen. Unter Berücksichtigung der hypothetischen Stadtstruktur in Szenario 1 stehen 1,6% mehr Siedlungsfläche unter Kaltlufteinfluss als im Ausgangszustand (Abbildung 26). Das entspricht in etwa dem gesamtstädtischen Flächennutzungsänderungsanteil im Szenario. Bilanziert man allerdings ausschließlich die im Rahmenplan vorgeschlagenen klimaökologischen Sanierungsgebiete, so erhöht sich der von Kaltluft beeinflusste Anteil um rd. 11% (von 0,49 km² auf 0,54 km²). Besonders positiv betroffen sind die im Szenario entdichtete Hardecksiedlung im Südwesten des Untersuchungsgebietes sowie das östlich gelegene Gewerbegebiet (Abbildung 26). Aber auch außerhalb der Sanierungsgebiete ergeben sich relevante Erhöhungsraten, z. B. in dem Quartier, das nördlich an die hinsichtlich ihrer Klimafunktion optimierte Kleingartenanlage an der Stuttgarter Straße angrenzt.

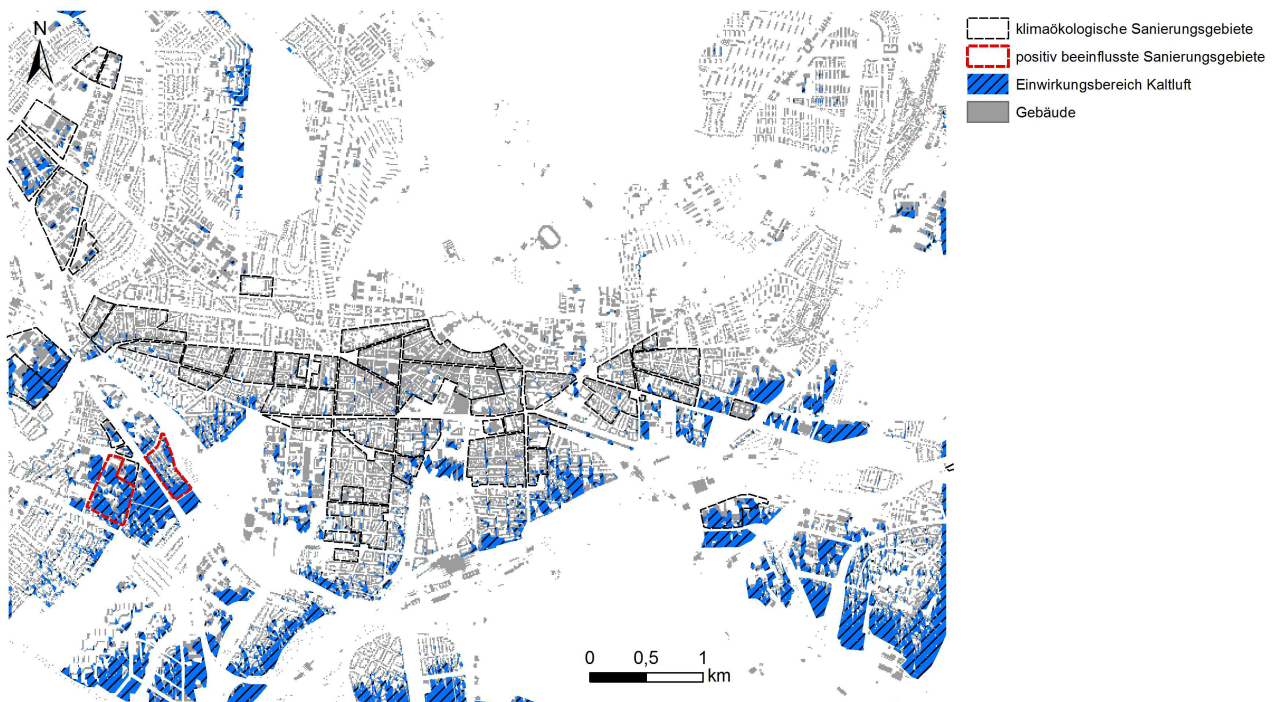


Abbildung 26: Einwirkungsbereich der nächtlichen Kaltluftströmung in den Siedlungsbereich in Szenario 1 um 04:00 morgens während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage

5.4 AUSWIRKUNGEN VON SZENARIO 2

5.4.1 BODENNAHES (GEFÜHLTES) TEMPERATURFELD AM TAGE UND IN DER NACHT

Abbildung 27 und Abbildung 28 zeigen die Auswirkungen der städtebaulichen Eingriffe in Szenario 2 auf das bodennahe Temperaturfeld in der Nacht und die Gefühlte Temperatur am Tage im Vergleich zur Ausgangssituation. Im Gegensatz zum Schrumpfung- und Entsiegelungsszenario lässt sich im Nachverdicht-

tungsszenario kein baulicher Eingriff identifizieren, der sowohl tagsüber als auch in der Nacht zu einer thermischen Entlastung führt.¹⁰

Am positivsten ist die durchgrünte Bebauung des Messplatzes zu bewerten, die mit einer nicht unwesentlichen Entsiegelung und Verschattung einhergeht, wodurch auf Teilflächen eine Verbesserung des Belastungsniveaus zu beiden Tageszeiten erreicht wird (Ziffer 1 in den Abbildungen). Mit dem neu geschaffenen Landschaftssee auf dem nahegelegenen Gleisbahnhof existiert zudem eine gestalterische Maßnahme, die die bodennahe Luft über dem See sowie in seinem Nahbereich ganztägig im Vergleich zum versiegelten Ausgangszustand um einige Kelvin abkühlt (Ziffer 2). Hier zeigt sich die Wohlfahrtswirkung, die offene Wasserflächen während Hitzeperioden einnehmen können.

Der weitaus überwiegende Teil der Nachverdichtungsprojekte ist erwartungsgemäß allerdings mit einer negativen Wirkung insbesondere auf das nächtliche thermische Belastungsniveau verbunden. Die Temperaturzunahmen liegen dabei meistens im Bereich von einigen Zehnteln bis zu 2 K. Im südlichen Bereich der zusätzlichen Bebauung des Alten Flugplatzes auch bei >2 K (Ziffer 3). Da auf dem Alten Flugplatz trotz der Neubebauungen noch große Mengen Kaltluft produziert werden und die östlich angrenzenden Quartiere bis 2050 nicht zu den belasteten Quartieren erscheint eine moderate, durchgrünte Bebauung unbedenklich.

Mit der intensiven Bebauung des Beiertheimer Feldes existiert ein Eingriff, der zu beiden Tageszeiten deutlich negative Auswirkungen auf die Fläche und die unmittelbar nordwestlich angrenzenden Häuserzeilen hat (Ziffer 4). Dabei liegt die Gefühlte Temperatur am Tage um bis zu 14 K über den Werten der Ist-Situation. Das Modellierungsergebnis zeigt, dass auf eine Komplettbebauung der Grünfläche verzichtet werden sollte.

Eine verschärfte Baubeschränkung sollte auch für die Hildapromenade (Ziffer 5) sowie die Kleingartenanlagen an der Stuttgarter Straße (Ziffer 6) und Petergraben Bulach (Ziffer 7) gelten. Letztere ist Bestandteil der übergeordneten Kaltluft- und Frischluftleitbahn möglichst in ihrem jetzigen Zustand zu erhalten. Die Anlage an der Stuttgarter Straße liefert schon heute relevanten Volumina Kaltluft für die angrenzenden Quartiere. Darüber hinaus besitzt sie das Potential, durch eine Neugestaltung in Verbindung mit einem Rückbau des Rangierbahnhofs und durch eine bessere Anbindung an den Citypark zu einer lokal relevanten Leitbahn entwickelt werden zu können.

Die Nachverdichtung im Bereich der Hardecksiedlung und dem Kleingartenverein Pulverhausstraße führen zu beiden betrachteten Tageszeiten zu einer leichten Temperaturzunahme (Ziffer 8). Da das Gebiet bis 2050 nicht zu den bioklimatisch belasteten Quartieren gehören wird und auch nicht Bestandteil einer Leitbahn ist, steht einer moderaten Nachverdichtung sowie einer zurückhaltenden Bebauung des Kleingartenareals aus klimaökologischer nichts entgegen. Dieselben Gründe führen auch zu der Einschätzung, dass die Entwicklung neuer Quartiere in der Nördlichen Oststadt bzw. in der KGA Hagsfelder Allee vertretbar erscheint (Ziffer 9). Hier führt die Verschattung durch Gebäude und Baumneupflanzungen am Tage sogar zu einer Abkühlung gegenüber der eher offenen Landschaft im Ausgangszustand.

Die nächtliche Erwärmung der im Szenario geplanten Gewerbebauten südlich der Ottostraße sowie südlich des Hauptbahnhofes sind grundsätzlich von untergeordneter Bedeutung, da sich nachts hier keine Menschen aufhalten und sich auch keine Wohnbebauung in unmittelbarer Nähe befindet (Ziffer 10). Allerdings liegen

¹⁰ vgl. auch Abbildung 202 im Anhang

sie im Einflussbereich von schwach ausgeprägten lokal wirksamen Kaltluftleitbahnen, weshalb bei ihrer etwaigen Realisierung vor allem auf durchströmbare Gebäudestellungen geachtet werden sollte (vgl. Kapitel 1.1.1).

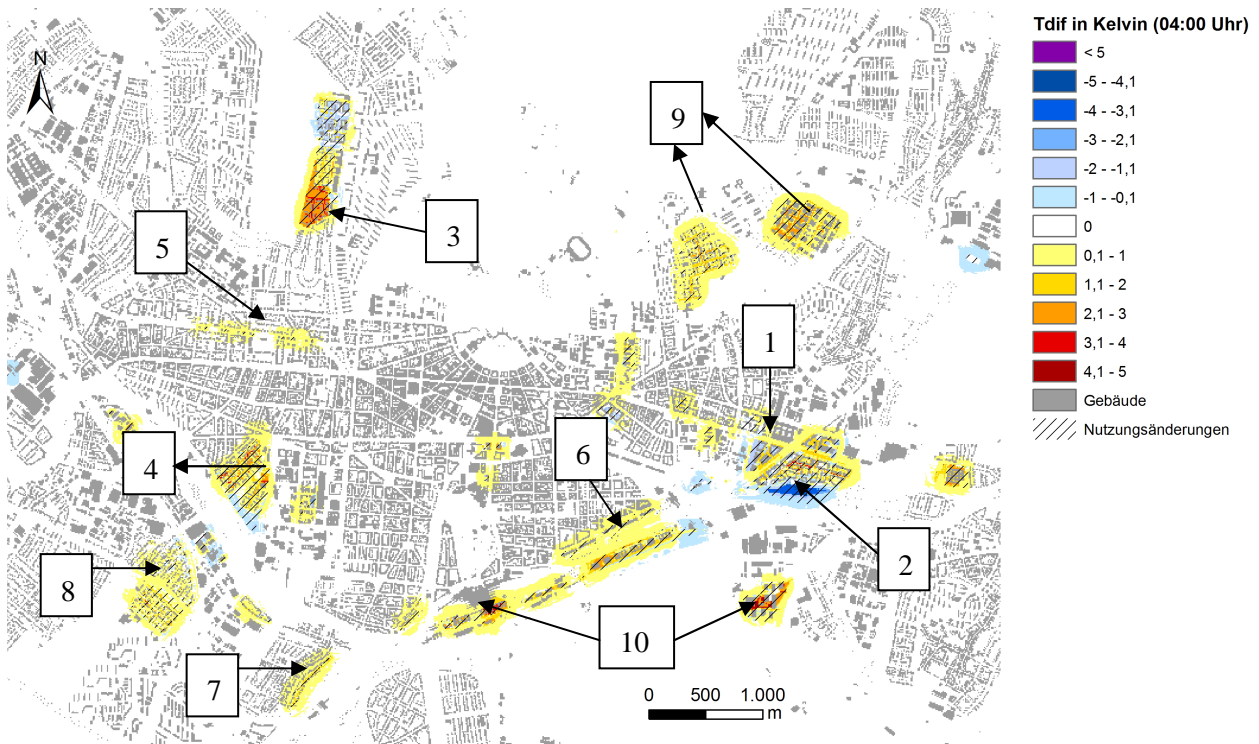


Abbildung 27: Temperaturdifferenz zwischen Szenario 2 und dem Ausgangszustand um 04:00 Uhr morgens in 2m Höhe während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage

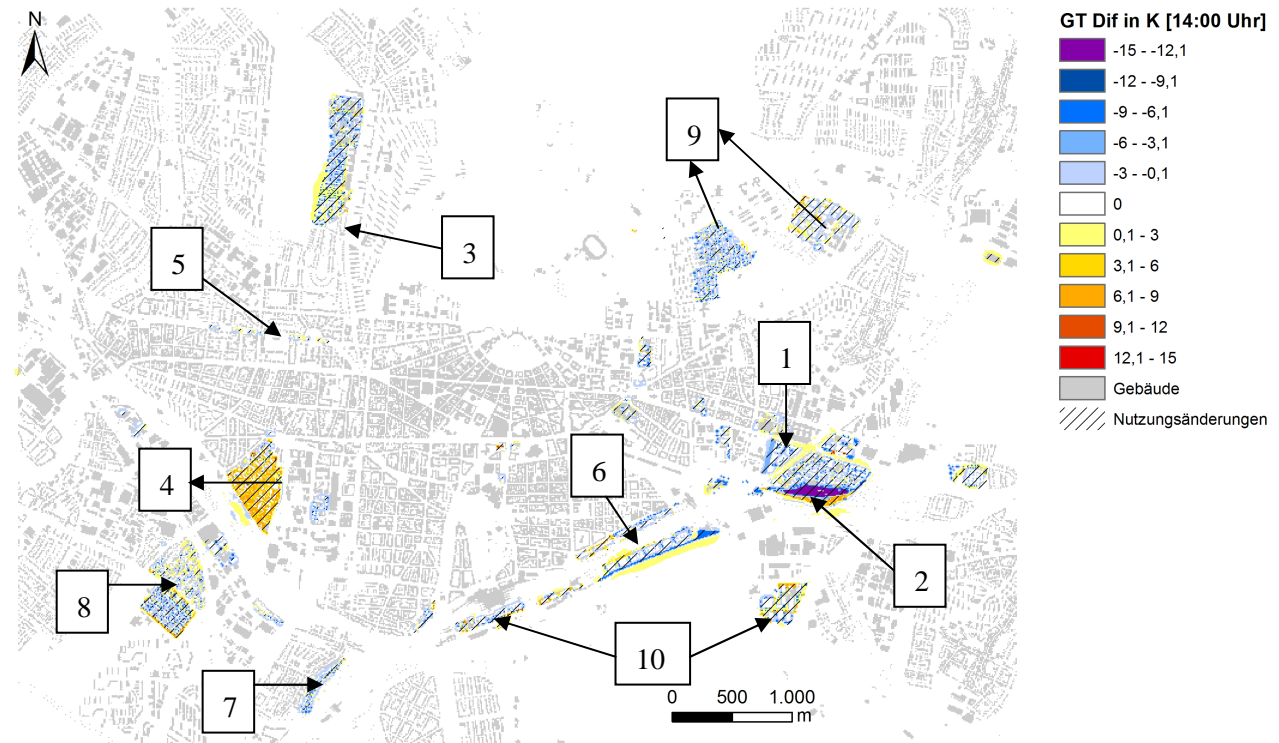


Abbildung 28: Differenz der gefühlten Temperatur zwischen Szenario 2 und dem Ausgangszustand um 14:00 Uhr nachmittags in 2m Höhe während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage

5.4.2 KALTLUFTLEITBAHNEN, -STRÖMUNGSFELD UND -EINWIRKUNGSBEREICHE

Die in Szenario 2 definierten Stadtentwicklungen haben über die Modifizierung des Temperaturfeldes auch deutlich sichtbare Einflüsse auf den Kaltfluthaushalt der Karlsruher Kernstadt. Dieses gilt analog zur thermischen Betrachtung insbesondere für Flächen im unmittelbaren und näheren Umfeld der Eingriffe (Abbildung 29).

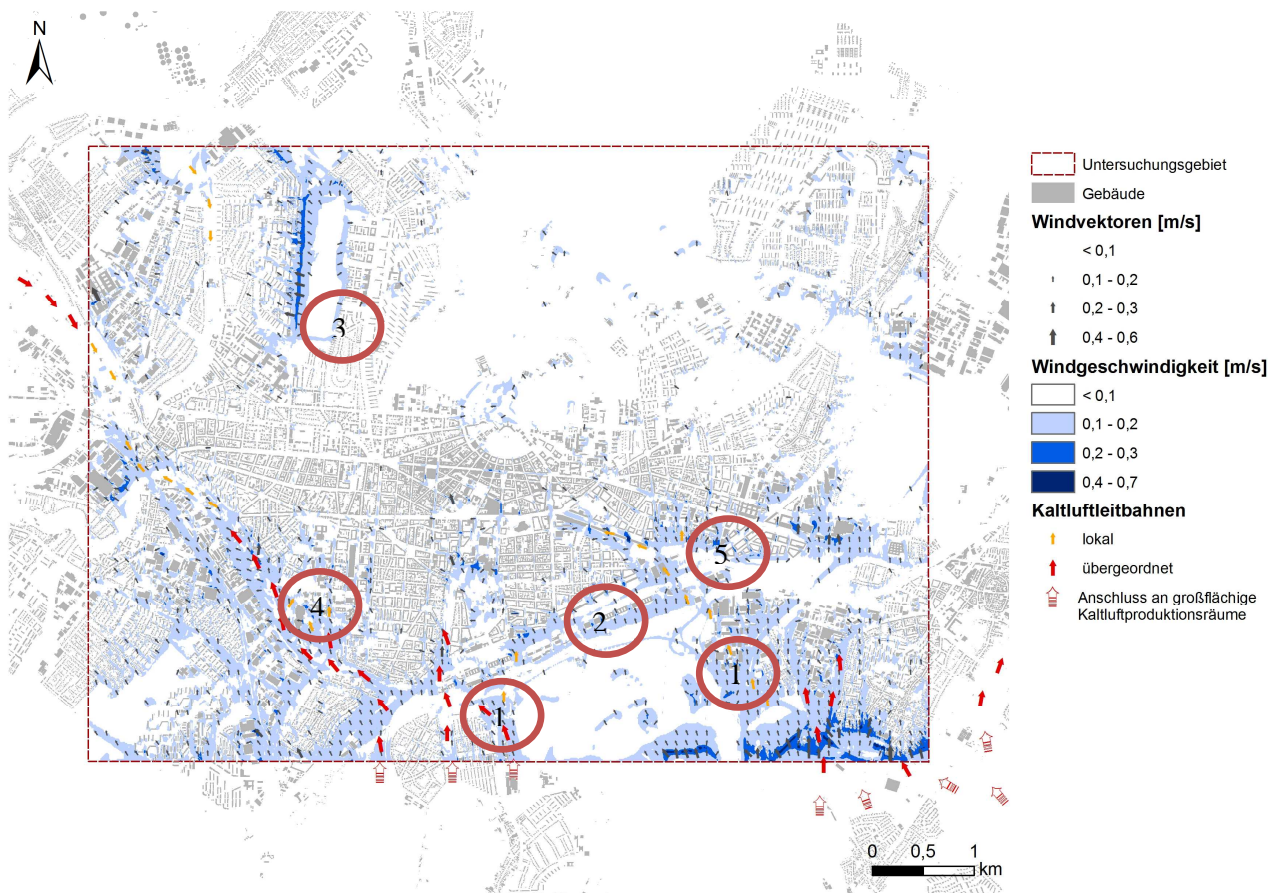


Abbildung 29: Kaltluftströmungsfeld und -leitbahnen in Szenario 2 um 04:00 Uhr morgens in 2m Höhe während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage

Anders als in Szenario 1 ergeben sich in Szenario 2 keine neuen Leitbahnen oder neue relevante Flurwinde. Vielmehr haben einige Eingriffe negative Einflüsse auf den Kaltlufttransport. Besonders deutlich wird dies im Bereich der Gewerbekomplexe südlich des Hauptbahnhofes und vor allem südlich der Ottostraße (Ziffern 1 in Abbildung 29). Sie liegen z.T. quer zu übergeordneten Leitbahnen und stellen dadurch ein Fließhindernis dar. Zwar kommt der Kalt- und Frischluftfluss nicht gänzlich zum Erliegen, doch werden die Flurwinde deutlich abgebremst und umgelenkt, so dass aus fachgutachterlicher Sicht die übergeordnete Leitbahn hier zu einer nur noch lokal wirksamen Leitbahn heruntergestuft werden muss. Wie bereits in Kapitel 5.4.1 dargelegt, kann die Klimafunktion der betroffenen Flächen aber aller Wahrscheinlichkeit nach durch Gebäudeausrichtungen in Fließrichtung sowie durch ausreichend große Abstandsfläche (mindestens 50m) beibehalten werden.

Sehr deutliche Effekte zeigen sich auch im Umfeld des Rangierbahnhofes bzw. des Kleingartenvereins an der Stuttgarter Straße (Ziffer 2). In Szenario 2 sind die Flurwinde hier sehr viel schwächer ausgeprägt als im Ausgangszustand oder gar in Szenario 1. Das nördlich angrenzende Wohnquartier, für das zur Mitte des Jahrhunderts ein relevantes Belastungsniveau zu erwarten ist, wird kaum noch mit Kaltluft versorgt und auch die lokale Leitbahn im Bereich des Cityparks erhält weniger Zufluss.

Grundsätzlich zeigt sich auch für die Quartiere, die an die Neubebauung des östlichen Teils des Alten Flugplatzes angrenzen eine reduzierte Flurwindgeschwindigkeit (Ziffer 3). Im Gegensatz zur Südoststadt wird hier aber noch ausreichend Kaltluft produziert und transportiert, so dass die bestehenden Quartiere auch im Falle einer moderaten Bebauung des Flugplatzes bis 2050 kein relevantes Belastungsniveau erreichen sollten.

Auch im Bereich des Beiertheimer Feldes führt die Bebauung zu relevanten Auswirkungen (Ziffer 4). Vor allem im nördlichen Teil wird die Flurwindgeschwindigkeit durch die Neubebauung deutlich verringert und ein Ausströmen der hier ohnehin nur in sehr begrenztem Umfang produzierten Kaltluft verhindert.

Die Teilbebauung des Messplatzes hat auf den ersten Blick einen negativen Einfluss auf das Flurwindfeld (Ziffer 5). Die Windgeschwindigkeiten werden deutlich reduziert. Eine signifikante Erwärmung der angrenzenden Quartiere kann aber im Modell nicht beobachtet werden (vgl. Kapitel 5.4.1). Dieses ist vermutlich darauf zurück zu führen, dass die großflächige Entsiegelung und teilweise Begrünung die negativen Auswirkungen des reduzierten Kaltlufttransportes aufwiegt. Folglich steht auch mit Blick auf den Kaltfluthaushalt einer Bebauung des Messplatzes nichts entgegen.

Analog zu Szenario 1 hat die Beeinflussung des Kaltluftströmungsfeldes einen unmittelbaren Einfluss auf den Kaltfluthaushalt im besiedelten Bereich (Abbildung 30).



Abbildung 30: Einwirkungsbereich der nächtlichen Kaltluftströmung in den Siedlungsbereich in Szenario 2 um 04:00 morgens während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage

In Szenario 2 stehen noch 2,93 km² Siedlungsfläche unter Kaltlufteinfluss. Das entspricht einer Abnahme von ca. 7% gegenüber dem Ausgangszustand, was angesichts eines gesamtstädtischen Flächennutzungsänderungsanteil von rd. 1% etwa dem Faktor 7 entspricht. Bilanziert man ausschließlich die im Rahmenplan vorgeschlagenen klimaökologischen Sanierungsgebiete ergibt sich sogar der Faktor 8 (0,45 km² in Szenario 2 gegenüber 0,49 km² im Ausgangszustand). Besonders negativ betroffen sind die im Szenario nachverdichtete Hardecksiedlung im Südwesten des Untersuchungsgebietes sowie ein Oststadtquartier.

5.5 SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE KARLSRUHER STADTENTWICKLUNG UND DEN STÄDTEBAULICHEN RAHMENPLAN KLIMAAANPASSUNG

5.5.1 ALLGEMEINE SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die modellgestützten Analysen zeigen, dass die untersuchten städtebaulichen Entwicklungen einen im Modell nachweisbaren und quantifizierbaren Einfluss auf das Stadtklima und die klimaökologische Situation in der Karlsruher Kernstadt haben. Abbildung 31 zeigt dies am Beispiel der Bilanzierung des Kaltlufteinwirkungsbereichs in den Siedlungsraum.

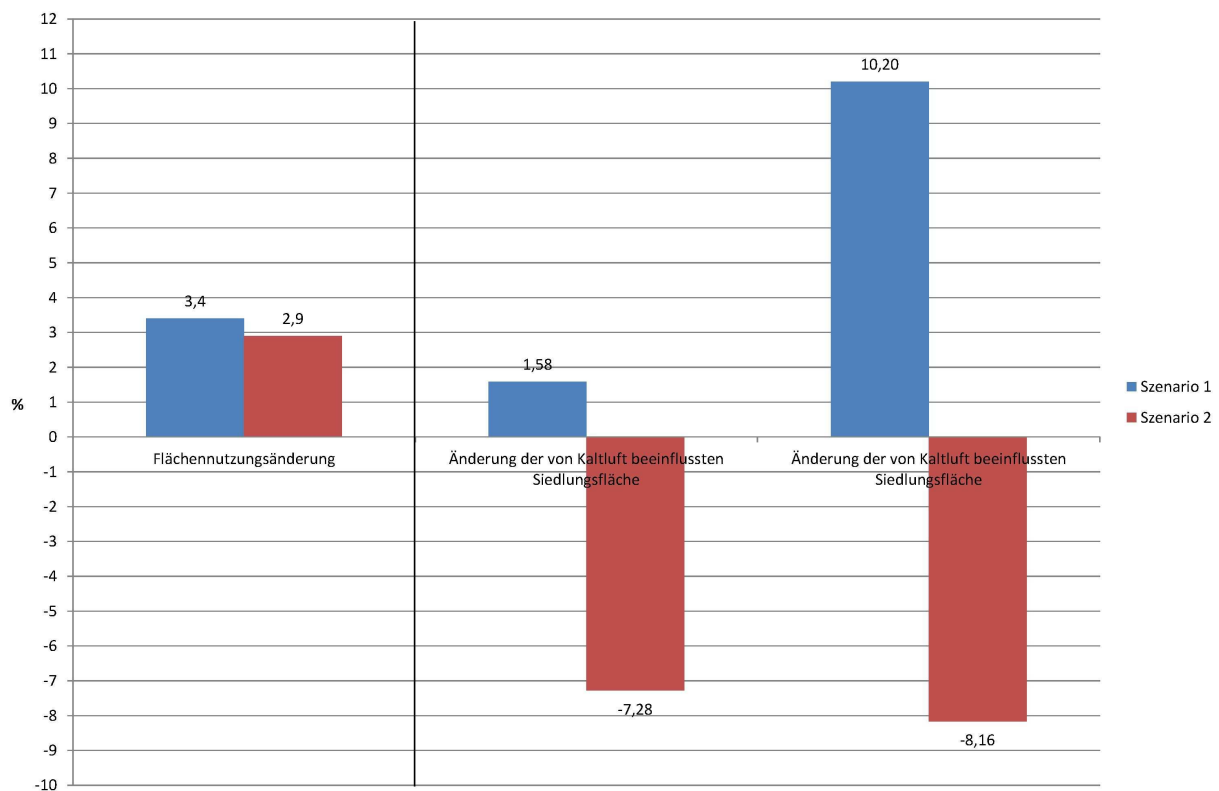


Abbildung 31: Gegenüberstellung der Flächennutzungsänderungen und der Kaltlufteinwirkungsbereiche in den beiden Szenarien im Vergleich zum Ausgangszustand

Das Diagramm verdeutlicht, dass Szenario 1 tendenziell mit positiven und Szenario 2 mit tendenziell negativen Einflüssen auf das thermische Belastungsniveau verbunden ist. So erhöht sich im Schrumpfszenario und im Entsiegelungsszenario der von Kaltluft beeinflusste Flächenanteil in den im Rahmenplan als klimaökologische Sanierungsgebiete ausgewiesenen Quartieren um >10 % gegenüber dem Ist-Zustand, während er in Szenario 2 um >8 % abnimmt. Setzt man diese Zahlen ins Verhältnis zu den in den Szenarien vorgenommenen Flächenänderungen erhält man in beiden Fällen etwa den Faktor 3. Das heißt, dass sowohl Nachverdich-

tungen als auch Entsiegelungen im vorliegenden Fall das Dreifache der jeweiligen Eingriffsfläche beeinflussen. Inwiefern es sich hierbei um einen robusten und übertragbaren empirischen Wert handelt, kann im Rahmen der Studie nicht abschließend geklärt werden. Dafür spricht, dass der ermittelte Faktor näherungsweise demjenigen Wert entspricht, der in der Literatur für den Einwirkungsbereich von größeren innerstädtischen Grünflächen angegeben wird (Mathey 2011). Dagegen spricht, dass der Faktor sich nicht unwesentlich verändert, wenn man nicht die potentiellen Sanierungsquartiere, sondern den gesamten Siedlungsraum im Untersuchungsraum bilanziert. Dann ergeben sich Werte von ca. 0,5 für Szenario 1 und 2,5 für Szenario 2.

Des Weiteren bleibt festzuhalten, dass sowohl die positiv als auch die als negativ zu bewertenden Auswirkungen ihren Schwerpunkt auf den Eingriffsflächen selbst haben, z.T. aber auch in die nähere Umgebung hinein reichen. Bis auf wenige Ausnahmen bleiben die als klimaökologische Sanierungsgebiete identifizierten Quartiere von den städtebaulichen Entwicklungen und deren klimaökologischen Auswirkungen unbeeinflusst. Das zeigt, dass aufgrund des geringen städtebaulichen Entwicklungsspielraumes mit „externen“ Eingriffen nur eine vergleichsweise geringe Wirkung auf die besonders betroffenen Teilräume erzielt werden kann. Für den Rahmenplan lässt sich daraus ableiten, dass lokalen Maßnahmen eine besondere Relevanz beigemessen werden muss. Dort, wo also keine realistischen exogenen Potentiale zur Abkühlung vorhanden sind, oder aber wo sich die klimaökologische Situation aufgrund von städtebaulichen Entwicklungen verschärft, müssen die endogenen Potentiale der Stadtquartiere für deren aktive Abkühlung bzw. zum Umgang mit der Hitze genutzt werden (vgl. Kapitel 1).

Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass die Auswirkungen der Szenarien als Ganzes oder auch in Teilen auf die verschiedenen Tageszeiten nicht zwangsläufig gleichgerichtet sein müssen und in einigen Fällen sogar gegenläufig ausfallen. Eine Verbesserung der klimaökologischen Situation für jede Tageszeit ist durch städtebauliche Maßnahmen alleine also schwer herbeizuführen. Hieraus kann für den Rahmenplan zum einen der Rückschluss gezogen werden, dass neben städtebaulichen Maßnahmen auch andere, nur mittelbar durch Verwaltung und Politik beeinflussbare Optionen Bestandteil der Maßnahmenpalette werden müssen.

Zum anderen muss im Einzelfall wahrscheinlich auch eine Abwägung stattfinden, ob eher die Tag- oder die Nachtsituation verbessert werden soll. Grundsätzlich wird in diesem Zusammenhang hier die Empfehlung ausgesprochen, in solchen Fällen der nächtlichen Situation Priorität einzuräumen. Zu dieser Zeit ist der Mensch immobil und benötigt erholsamen Schlaf während er sich tagsüber gezielter gegen Hitze schützen kann. Zum anderen lassen sich gutachterliche Aussagen für die Nacht verlässlicher tätigen, als für den Tag, an dem die Sonne quasi minütlich für eine Verschiebung von „Hot-Spots“ und „Cool-Places“ sorgt.

5.5.2 RAUMKONKRETE SCHLUSSFOLGERUNGEN

Aus rein klimaökologischer Perspektive heraus wäre es die beste Alternative, keine neuen Bauvorhaben auf bisherigen Frei- oder Grünflächen im Karlsruher Stadtgebiet umzusetzen (Nullvariante). Denn in der Regel gilt, dass jede Bebauung von bisherigen Freiflächen mit einer zumindest lokal relevanten Erhöhung der thermischen (vor allem nächtlichen) Belastung für die Anwohner einhergehen kann. Die zusätzliche Belastung kann dabei durch Maßnahmen lediglich abgeschwächt, nicht aber gänzlich egalisiert werden.

Eine Nullvariante oder gar ein gezielter Rückbau stellt angesichts der Wachstumsdynamik der Region allerdings keine realistische Option dar. Darüber hinaus hat der Rahmenplan nicht das Selbstverständnis einer Negativplanung, sondern will vielmehr als proaktiver Beitrag zu einer möglichst klimagerechten – sprich möglichst wenig gesundheitsbelastenden - Stadtentwicklung verstanden werden.

In Tabelle 6 sind daher konkrete Empfehlungen für die räumlichen Entwicklungs- bzw. Testschwerpunkte der beiden städtebaulichen Szenarien formuliert, aus denen wichtige Hinweise für zentrale stadtplanerische Fragestellungen und damit für den Rahmenplan als solchen abgeleitet werden können:

- In welchen Teilräumen scheint eine klimagerechte Nachverdichtung / Bebauung vertretbar?
- In welchen Teilräumen sollte auf eine Nachverdichtung / Bebauung verzichtet werden?
- Bei welchen Frei- und Grünflächen besteht noch Potential zur Optimierung ihrer klimaökologischen Wohlfahrtswirkung?
- Welche Stadtplätze und Straßenräumen bedürfen der klimaökologischen Optimierung?
- Können großräumige Eingriffe in den Landschaftshaushalt zur Verbesserung des Stadtklimas beitragen?

So kann aus den Modellierungsergebnissen beispielsweise abgeleitet werden, dass eine Nachverdichtung im östlichen Teil des Alten Flughafens durchaus vertretbar erscheint, sofern sie moderat ausfällt und die Gebäudestellungen ein Ausströmen der produzierten Kaltluft nach (Süd-)Osten erlaubt. Vergleichbares gilt auch für das Beiertheimer Feld. Auch wenn dies nicht explizit getestet wurde, so lassen die Modellergebnisse dennoch den Schluss zu, dass eine mögliche Neugestaltung der Anlage so zu konzipieren sein müsste, dass sowohl eine moderate Neubebauung als auch eine Funktion als lokal relevante Kaltluftleitbahn (vgl. Kapitel 5.3) erreicht werden kann. Zusätzlich würde sich dadurch die Möglichkeit eröffnen, das bisher beschränkt nutzbare Kleingartengebiet für die Allgemeinheit zu öffnen (Wohlfahrtswirkung tagsüber). Die notwendige Rodung eines Teilbereiches des Beiertheimer Feldes, der ein tieferes Eindringen der über das Albtal herantransportierten Kaltluft bisher verhindert, sollte in diesem Falle durch Ersatzpflanzungen im Karlsruher Umland ausgeglichen werden.

Demgegenüber sollten die Kleingartenanlagen Petergraben Bulach und an der Stuttgarter Straße als Bestandteil der zentralen bzw. lokal relevanten Kaltluftleitbahn in ihrer Funktion erhalten bleiben und somit von Bebauung freigehalten werden.

Eine weitere zentrale Erkenntnis aus den Modellergebnissen ist die durchweg positive Wirkung der regelmäßigen Pflanzung von Straßenbäumen, insbesondere auf in West-Ost Richtung verlaufender, breiter Straßenzüge, die im Sommer am stärksten der Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind und in denen sich die Gebäudeschatten nicht den überwiegenden Teil des Straßenraums ausfüllen. Bei der Bepflanzung sollte aus Gründen der Lufthygiene auf ein geschlossenes Kronendach verzichtet werden, da ansonsten die entstehenden Verkehrsemissionen nicht abgeführt werden können. Dieser Hinweis gilt daher insbesondere für verkehrlich

stark frequentierte Straßenzüge. Angesichts weiterer Auswirkungen des Klimawandels sind trockenheits- und hitzetolerante Alleebaumarten zu bevorzugen. Diese machen auch den Aufenthalt und das Warten auf dem Bahnhofsvorplatz und anderen vergleichbaren Stadtplätzen deutlich angenehmer.

Der Befund für den Versuch, über großräumige Eingriffe in den Hardt- und Oberwald zusätzliche Kaltluft in die Karlsruher Innenstadt zu transportieren, fällt hingegen eindeutig negativ aus. Selbiges gilt auch für eine Überdeckelung bzw. zusätzliche / erweiterte Tunnelung der Südtangente. Das heißt, dass mit den getesteten großräumigen Eingriffen in den Landschaftshaushalt sowie mit den finanzintensiven Infrastrukturprojekten zur Verbesserung des Stadtklimas in Karlsruhe keine – auch mittel- bis langfristig betrachtet – relevante Wohlfahrtswirkung erzielt werden kann, und daher auf Ihre Realisierung verzichtet werden sollte.

Tabelle 6: Zusammenfassende Empfehlungen für die Eingriffsschwerpunkte der beiden städtebaulichen Testentwürfe

Lf. Nr.	Entwicklungsschwerpunkt	Empfehlungen
01	Beiertheimer Feld	Potential zur klimagerechten Bebauung + Potential zur klimaökologischen Optimierung der Freiflächen: Durchgrünung, moderate Nachverdichtung mit Nord-Süd Ausrichtung der Gebäude möglich; teilweise Umwandlung in Parklandschaft mit Leitbahncharakter, teilweise Erhalt des Baumbestandes + Kleingartencharakters
	Hardecksiedlung / Kleingartenverein Pulverhausstraße	Potential zur klimagerechten Nachverdichtung: Durchgrünung, moderate Nachverdichtung in die Höhe mit Nordost-Südwest Ausrichtung der Gebäude
	Gewerbegebiet Bannwaldallee	Status Quo kann erhalten bleiben; Rückbau und moderate Bebauung ohne relevante klimaökologischen Auswirkungen
	Südtangente	Status Quo kann erhalten bleiben; Überdeckelung ohne relevante klimaökologischen Auswirkungen
02	Bahnhofsvorplatz	Klimaausgewogene Gestaltung: Entsiegeln und Verschatten
	Festplatz West	Klimaausgewogene Gestaltung; Herstellung lokal relevanter Leitbahn ausreichender Größe bis Kriegsstraße
	Festplatz Ost	Potential zur klimagerechten Bebauung
03	Alter Flugplatz	Durchgrünung, moderate Bebauung im östlichen Teil mit West-Ost Ausrichtung der Gebäude möglich; Freilassung eines ausreichend großen Korridors zur angrenzenden Wohnbebauung
04	Messplatz	Potential zur klimagerechten Bebauung
05	Gleisbahnhof	Potential zur klimagerechten Bebauung; Grünverbindung nach Durlach als lokale Leitbahn herstellen
06	Nördliche Oststadt, KGA Hagsfelder Allee	Potential zur klimagerechten Bebauung
07	Alter Friedhof, Durlacher Tor	Potential zur klimagerechten Nachverdichtung; Nutzungsänderung Gewerbe → Wohnen
08	Innerstädtischer Straßenraum	Notwendigkeit der Begrünung: Regelmäßige Verschattung vor allem der West-Ost verlaufenden Achsen, kein durchgängiger Kronenschluss (Luft-hygiene!)
09	Schlossgarten	Status Quo erhalten; Schneise ohne großräumige Wirkung
	Ostflanke Schloss	Bei Ersatz oder Sanierung auf klimaausgewogene Gebäudegestaltung achten
10	Ober- und Hardtwald	Status Quo erhalten; Schneise ohne großräumige Wirkung
11	Hilda-Promenade	Von Bebauung freigehalten, da lokale Leitbahn
12	Hauptbahnhof-Süd	Klimaausgewogene Bebauung Gewerbe; Gebäudestellung Südost-Nordwest
13	Rangierbahnhof	Klimaausgewogene Bebauung Gewerbe mit Abstandsflächen >50m; Gebäudestellung Südost-Nordwest
	Bahndamm	Durchlass ohne klimaökologische Auswirkungen; Aufwand zu hoch
	Kleingartenanlage Stuttgarter Strasse	Klimaausgewogene Gestaltung; Ausschluss Bebauung
14	Kleingartenanlage Petergraben Bulach	Ausschluss Bebauung ; Soll als Teil der zentralen Kalt- und Frischluftleitbahn von Bebauung freigehalten werden
15	Gewerbegebiet südlich Ottostraße	Klimaausgewogene Bebauung mit Gewerbe möglich

6. Maßnahmen zur Reduktion des Hitzeinseleffektes – Stand von Wissenschaft und Praxis, Beispiele aus Karlsruhe und anderen Städten

Zur Reduktion bzw. zur Eindämmung des Wärmeinseleffektes wurden insgesamt 19 verschiedene Maßnahmen identifiziert (Abbildung 32). Prinzipiell können diese den drei räumlichen Ebenen der Stadt zugeordnet werden:

- Gesamtstadt, Stadtbezirke
- Stadtviertel, Stadtquartiere
- Gebäude, Grundstück

Der Übergang zwischen den räumlichen Ebenen ist fließend, so dass auch eine eindeutige Zuordnung der Maßnahmen zu den Ebenen nicht ohne Kompromisse möglich ist. Im vorliegenden Fall wurde der Kompromiss geschlossen, dass eine Maßnahme derjenigen Raumebene zugewiesen wird, auf der ihre Umsetzung im Wesentlichen vorangetrieben werden muss.¹¹ Diejenigen Maßnahmen, die der gesamtstädtischen Ebene zugeordnet wurden, sind demzufolge in den Paketen für die Hot-Spot-Quartiere nicht enthalten. Sie sind aber dennoch elementarer Bestandteil des Rahmenplans (vgl. Kapitel 1).

Die grundsätzliche Auswahl der Maßnahmen sowie Zusammenstellung der Maßnahmenpakete erfolgte primär nach den Kriterien der Wirksamkeit, der lokalen Umsetzbarkeit sowie der formellen bzw. informellen Implementierbarkeit in die Instrumente der Stadtplanung (vgl. auch MULNV 2010). Darüber hinaus wurde bei der Auswahl auch darauf geachtet, dass die Maßnahmen möglichst raumkonkret verortet und ihre Wirkungen gleichsam quantifiziert werden können, entweder durch validierte Literaturwerte oder durch eigene Modellierungen. Dem ganzheitlichen, querschnittsorientierten Ansatz des Rahmenplans entsprechend, wurden aber gezielt auch solche Maßnahmen in das Portfolio aufgenommen, auf deren Wirkungen zwar abduktiv geschlossen werden kann, die aber bislang noch nicht quantifizierbar sind (z. B. Nachbarschaftshilfemodelle, vgl. Kapitel 6.3.5).

¹¹ So ist der Erhalt, die Entwicklung und die Schaffung von Kaltluftleitbahnen und Kaltluftentstehungsgebieten (Kapitel 6.1.1) am ehesten eine gesamtstädtische Aufgabe, die über den FNP sichergestellt werden muss. Im konkreten Planungsfall (z. B. Nachverdichtungs- oder Rückbauprojekte) sind aber natürlich auch die Stadtquartiers- und Grundstücksebene tangiert.

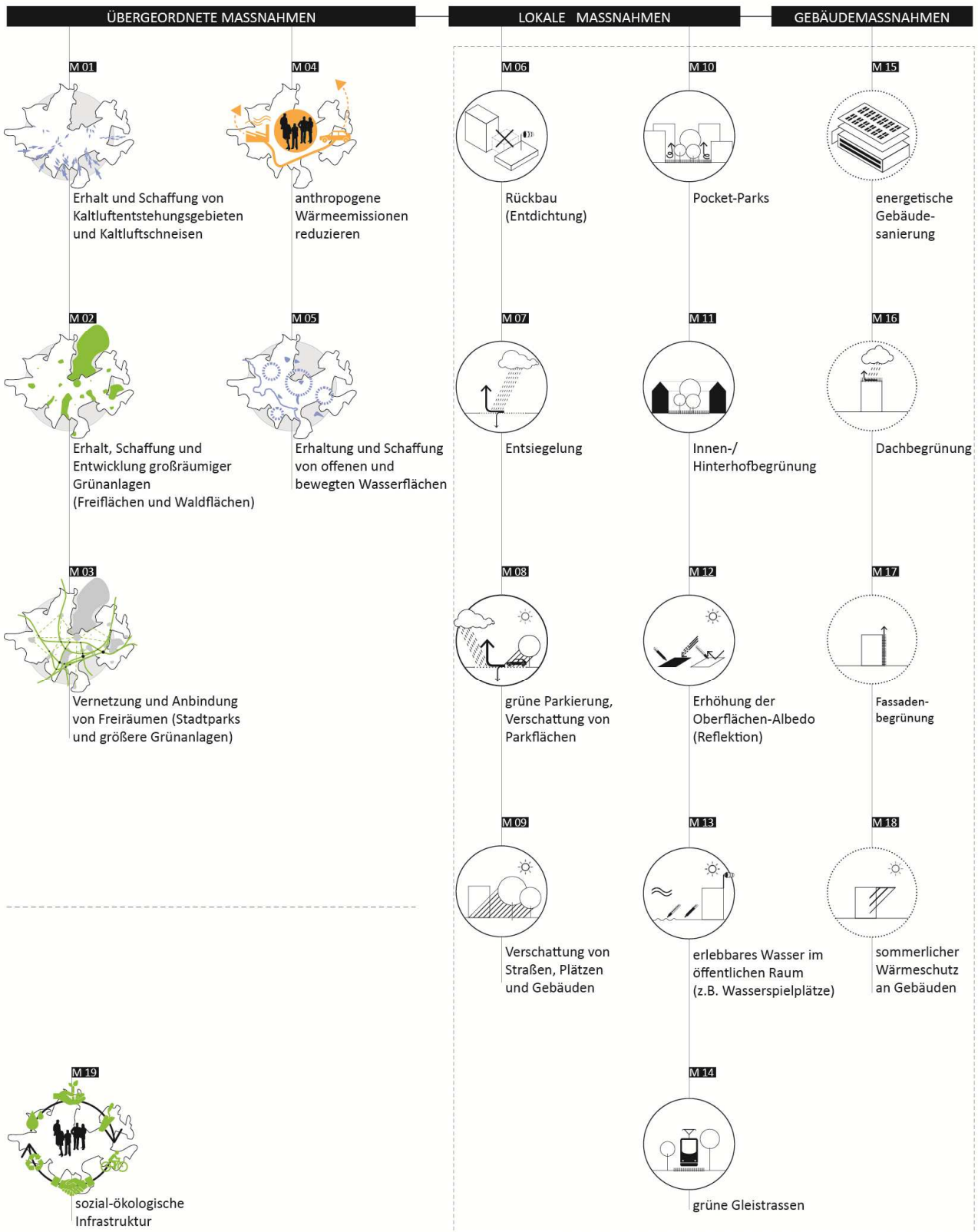


Abbildung 32: Maßnahmenmatrix des Rahmenplans

6.1 GESAMTSTÄDTISCHE EBENE

6.1.1 MASSNAHME 01: ERHALT, ENTWICKLUNG UND SCHAFFUNG VON KALTLUFTLEITBAHNEN UND KALTLUFTENTSTEHUNGSGEBIETEN

6.1.1.1 KURZERLÄUTERUNG DER MASSNAHME

Kaltluftentstehungsgebiete sind größere grüne Freiflächen (z.B. Wälder, Wiesen, Felder, Kleingärten), die in der Regel außerhalb des Siedlungsbereiches liegen. Über Ihnen kühlt die bodennahe Luft nachts sehr viel stärker aus als über (teil-)bebauten Flächen.

Um für die Stadtbewohner eine Wohlfahrtswirkung zu entfalten, muss die Kaltluft über Kaltluftleitbahnen in die der Stadt hinein transportiert werden. Kaltluftleitbahnen sind linear ausgerichtete, vegetationsgeprägte und hindernisarme Freiflächen, die die Kaltluftentstehungsgebiete mit den thermisch belasteten Siedlungsbereichen verbinden. Hierbei kann es sich um Niederungsbereiche von Fließgewässern, zusammenhängende Grünzüge oder auch größere Verkehrswege handeln.

Wälder ohne größeres Gefälle eignen sich aufgrund ihrer geringeren Durchlässigkeit und Auskühlungsleistung weniger als Kaltluftleitbahn aber durchaus als Kaltluftentstehungsgebiete.

6.1.1.2 WIRKUNG DER MASSNAHME

Die Stärke der Kaltluftzufuhr hängt von der Größe des Einzugsgebiets, der Hangneigung, der Breite der Leitbahn sowie von Fließhindernissen (Bahn- oder Straßendamm, natürliche Wälle, Häuser etc.) ab. Grundsätzlich kann über Kaltluftentstehungsgebieten aber pro Stunde eine bis zu 12m mächtige Kaltluftschicht entstehen. Die Temperatur in diesen Luftschichten kann 10°C und mehr unterhalb derjenigen im Stadtkern liegen. Im unmittelbaren Einwirkungsbereich von intakten Leitbahnen kann die Temperatur daher dauerhaft um mehrere Grad Celsius abgesenkt werden.

6.1.1.3 BEISPIELE FÜR KARLSRUHE

Im Raum Karlsruhe existieren zwei Kaltluftsysteme. Im Osten der Stadt kommt es zu einem flächenhaften Abfluss der an den Hängen des Pfingst-Alb-Hügellandes entstehenden Kaltluft. Dieses System ist vor allem für die östlichen Stadtrandgemeinden von Belang, reicht jedoch nicht bis in die stärker belasteten Kernstadtbereiche hinein. Für deren Belüftung spielt vor allem die Albniederung eine wichtige Rolle. Sie transportiert die in den südlich und westlich gelegenen Entstehungsgebieten produzierte Kaltluft über kleinere Grünzüge Richtung Innenstadt. Das Beiertheimer Feld und der Zoo/Stadtpark bilden hierfür wichtige Trittsteine. Auch über den Alten Flugplatz und den Schlosspark wird lokal wirksame Kaltluft in die Stadt geleitet. Der Hardtwald im Norden entfaltet in seiner jetzigen Struktur insbesondere eine Wirkung als Naherholungsraum, relevante Kaltluftmengen fließen aus ihm nicht ab (Abbildung 33).

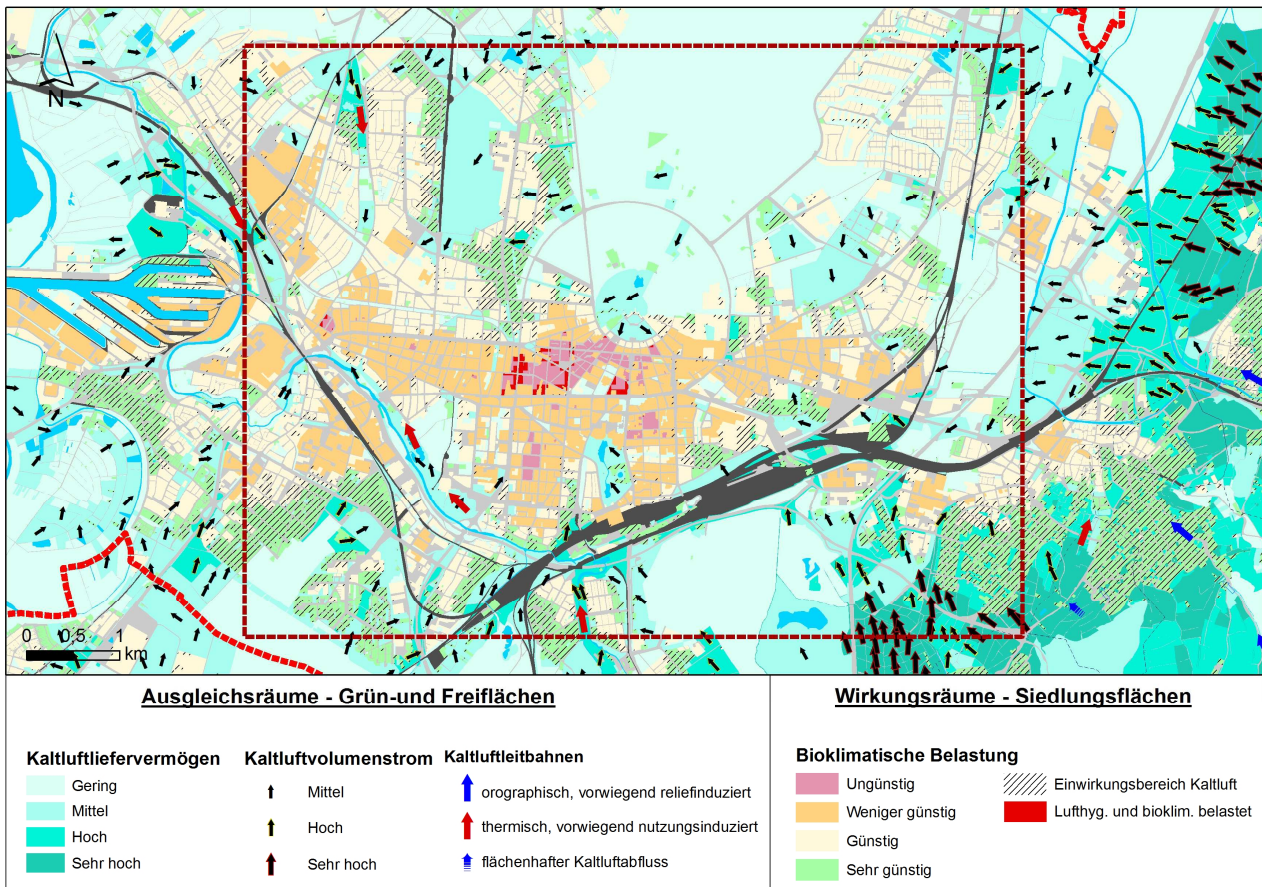


Abbildung 33: Auszug aus der gesamtstädtischen Klimaanalyse für den Nachbarschaftsverband Karlsruhe (GEO-NET 2011)

Internationales Beispiel: Die Stadt Seoul in Südkorea wird von einem kleinen Fluss Namens Chéong Gye Cheon durchflossen. Dieser Flusslauf wurde früher mit einer vierspurigen Hochstraße überbaut. Im Juli 2002 beschloss man, diese Hochstraße abzureißen, den Flusslauf auf über 5 km freizulegen und als Erholungsfläche zu entwickeln (Abbildung 34). Im September 2005 wurde das Projekt abgeschlossen. Die Kosten beliefen sich auf ca. 386 Millionen US \$.



Abbildung 34: Chéong Gye Cheon vor (2002) und nach (2005) Realisierung des Umbaus (In-Keum Lee ,2006)

Außer der städtebaulichen Aufwertung dieses Raumes wurde durch diese Maßnahme die Luft- und Wasserqualität erheblich verbessert. Ferner gingen die Geruchs- und Lärmbelastungen zurück, wie eine Meinungsumfrage nach der Realisierung ergab. Die Windgeschwindigkeit wurde erhöht und die thermische Belastung reduziert, dies zeigt der Vergleich von Thermalaufnahmen vom Juli 2005 (Abbildung 35, In-Keum Lee, 2006).

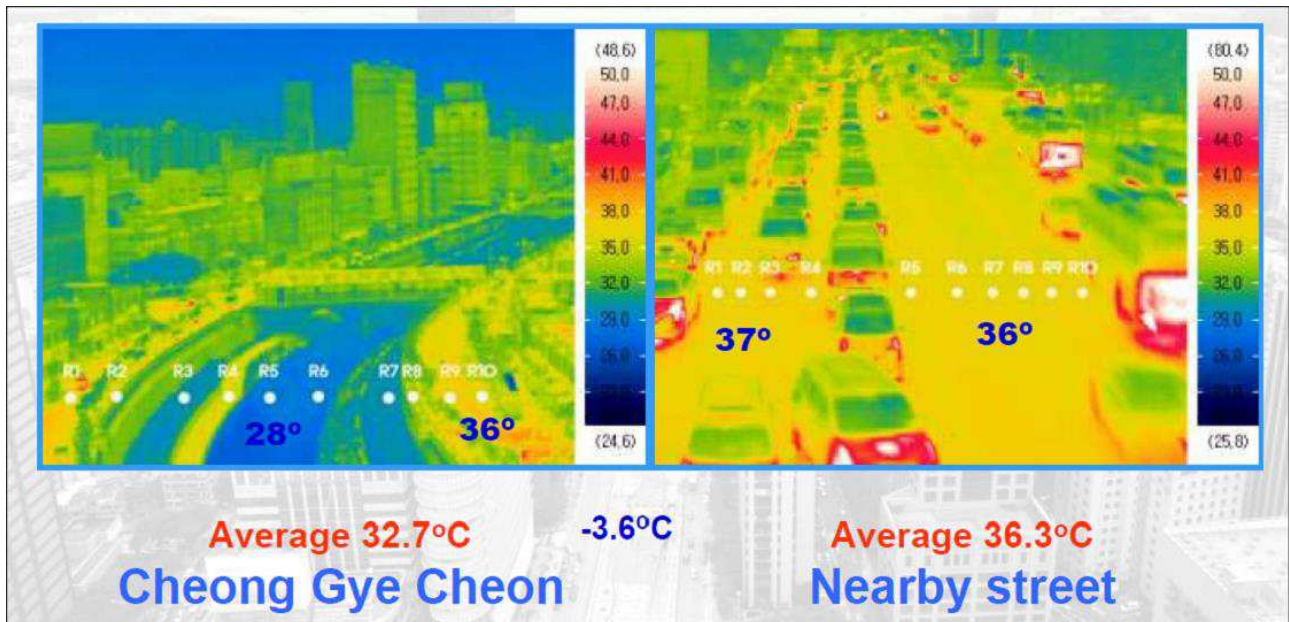


Abbildung 35: Thermalaufnahme vom Plangebiet im Vergleich mit einer Straße in der Umgebung (Juli 2005) (In-Keum Lee, 2006)



Abbildung 36: Impressionen des neuen Frei- und Erholungsraums in Seoul (Fotos: Baumüller)

6.1.2 MASSNAHME 02: ERHALT, ENTWICKLUNG UND SCHAFFUNG GROSSRÄUMIGER GRÜN-, WALD- UND FREIFLÄCHEN

6.1.2.1 KURZERLÄUTERUNG DER MASSNAHME

Eine häufig gestellte Frage ist, ob eine große Grünflächen bzw. Parkflächen klimatisch günstiger ist als mehrere kleine Grünflächen. Die Antwort darauf hängt davon ab, was man mit der Grünfläche klimatisch erreichen will. Das heißt, die Funktion der Grünfläche muss im Vordergrund stehen. Größere Parkanlagen dienen in der Regel dazu, dass man sich dort länger aufhält. Die Grünausstattung des Parks sollte deshalb abwechslungsreich sein. Neben offenen besonnten Flächen müssen auch verschattete Plätze unter Bäumen oder Planen angeboten werden. So hat der Besucher die Möglichkeit je nach Tageszeit, Jahreszeit und aktuellem Wetter, dem ihm klimatisch angenehmsten Orte aufzusuchen (Abbildung 37).



Abbildung 37: Parkanlage mit Bäumen zur Schattenspende (Foto: Baumüller)

Waldgebiete wirken als nächtliche Kaltluftproduzenten. Im Waldbestand kühlt sich im Gegensatz zum Freiland ein größeres Luftvolumen ab, erreicht jedoch deshalb nicht die tiefen Temperaturen der Freiflächen. Da es tagsüber im Wald deutlich kühler ist als auf Freiflächen oder bebauten Gebieten bietet der Wald insbesondere in der heißen Tageszeit Erholung.

6.1.2.2 WIRKUNG DER MASSNAHME

Soll der Park auch als Kaltluftproduktionsfläche dienen und die Kaltluft die Umgebung positiv beeinflussen, muss der Übergangsbereich zur Bebauung offen gestaltet sein, um der Kaltluft die Möglichkeit zu geben, in bebaute Strukturen einzudringen. Auch sollte der Park dann keinen zu dichten Baumbestand haben, da sich Wiesen schneller und stärker abkühlen.

Die Reichweite der Klimafunktion von Parkanlagen in die Umgebung wird meist überschätzt (Kuttler, 2011). Untersuchungen in deutschen Großstädten zeigen den Einwirkungsbereich in die Umgebung bei wenigen 100 Metern (Tabelle 7). Als Faustformel kann man die Parkbreite als Wirkungsraum annehmen, sofern keine zu dichte Randbebauung vorliegt. Der Park und die Grünflächen haben somit in erster Linie den Effekt einer „Kühlinsel“ innerhalb der städtischen Wärmeinsel so dass die klimatisch günstige Wirkung insbesondere den Besuchern der Grünanlage zugutekommt.

Tabelle 7: Größe, Umgebung, Kühleffekt und thermische Reichweite städtischer Grünflächen (nach Kuttler, 2011, verändert)

Größe in ha	Lage (UHI in K)	Park-Name	Gestaltung	Kühleffekt in K	Reichweite in m	Quelle
18	Berlin	Stadtpark Steglitz	Park mit dichtem Baumbestand	1,0 (abends)	80 – 140	von Stülpnagel 1987
30	Mainz	Stadtpark	Wiesen und Bäume	2,0 (morgens)	<300	Naumann 1981
44	Stuttgart	Schlossgarten	Wiesen und Bäume	1,3 (Jahresmittel) 3,8 (Tagesmittel)	200	Knapp 1998
80	Kopenhagen	Falledparken	Gras und Bäume	2,1 (22 Uhr)	100	Eliasson und Upmann 2000
125	Berlin	Kleingärten Priesterweg	Garten	5,5 (abends)	250	von Stülpnagel 1987

Die Baumkronen-Oberfläche des belaubten Waldes bzw. des immergrünen Nadelholzwaldes schirmt den Waldboden zur Atmosphäre ab und reguliert den Wärmeumsatz so, dass der Stammraum tagsüber nicht so stark aufgeheizt wird wie die bodennahe Luftschicht über Freiflächen und sich zur Nachtzeit auch nicht extrem abkühlt. Diese den Tagesgang der Lufttemperatur ausgleichende Wirkung ermöglicht es, dass stadtnahe Wälder auch am Tage Kaltluft zugunsten des Siedlungsraumes erzeugen (Abbildung 38).

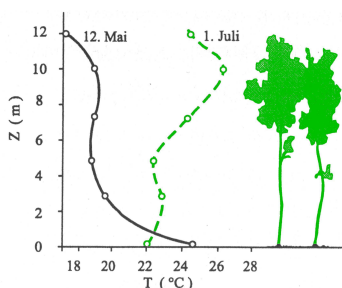
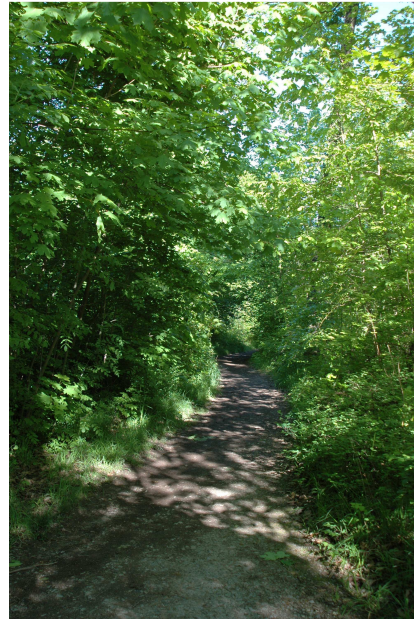


Abbildung 38: Temperaturprofile im belaubten und unbelaubten Wald (Groß 1993)

Besonders günstig für die Abkühlung bei Tag sind Waldgebiete, die an Nord- und Osthängen geringer Sonneneinstrahlung unterliegen. Eine große Bedeutung hat der Wald bei Hitzetagen als Erholungsraum für die Stadtbevölkerung speziell am Tage (Tabelle 8).

Tabelle 8: Benefitseigenschaften des Waldes (Foto: Baumüller)

- Lebensraum für Pflanzen und Tiere
- Regenwasserspeicherung
- Grundwasser Erneuerung
- Kaum Oberflächen Abfluss bei Starkregen
- Reduktion des Wärmeinseleffekts
- Thermisches Wohlbefinden
- Kaltluftproduktion
- Filter für Luftschadstoffe
- Erholungsraum in der Stadt



6.1.2.3 BEISPIELE FÜR KARLSRUHE

Karlsruhe kann einige großräumige Grünflächen und Parkanlagen im Stadtgebiet aufzeigen. Dazu gehören der Stadtpark mit dem Zoo (Abbildung 39), der Schlossgarten, das Beiertheimer Feld mit der Günter Klotz Anlage (Abbildung 40) der Hauptfriedhof sowie der Hardtwald im Norden und der Oberwald im Süden.



Abbildung 39: Stadtpark Karlsruhe (Quelle: Holyday-Check.de)



Abbildung 40: Günter Klotz Anlage (Foto: Baumüller)

6.1.3 MASSNAHME 03: VERNETZUNG UND ANBINDUNG GRÜNER INFRASTRUKTUR

6.1.3.1 KURZERLÄUTERUNG DER MASSNAHME

Die Vernetzung und Anbindung grüner Infrastruktur ist wichtig um „kühle Verbindungswege“ zwischen einzelnen Grünbereichen zu schaffen. Außerdem dient diese Maßnahme auch der Biotopvernetzung und hat deshalb Synergieeffekte.



Abbildung 41: Grün- und Wegeverbindung im Bereich Beiertheimer Feld (Foto: Baumüller)

6.1.3.2 WIRKUNG DER MASSNAHME

Die Vernetzung der Grünbereiche hat ihre Funktion in der Gesamtausstattung der Stadt mit Grünflächen und deren schneller Erreichbarkeit. Durch die Verbindung der Grünflächen können auch Ventilationsbahnen und Frischluftschneisen in der Stadt gesichert werden. Die Grünverbindungen können auch hervorragend als Radwegeverbindungen genutzt werden. Die klimatischen Wirkungen sind abhängig von der Größe der Verbindungen und deren Lage. Wichtig ist es auch für ältere Bewohner, dass sie fußläufig Grünflächen rasch auf bequemen Verbindungswegen erreichen können.

6.1.3.3 BEISPIELE FÜR KARLSRUHE

Das Gartenbauamt in Karlsruhe hat mit seinem perspektivisch ausgerichteten Grünsystem schon gute Vorarbeiten für eine klimagerechte Vernetzung von Grünbereichen geleistet. Wie im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse im ersten Teil des Rahmenplanprojektes gezeigt werden konnte, existieren vor allem im kernstädtischen Bereich noch Quartiere, aus denen heraus in vertretbaren Zeiträumen keine adäquaten Erholungsräumen erreicht werden können.

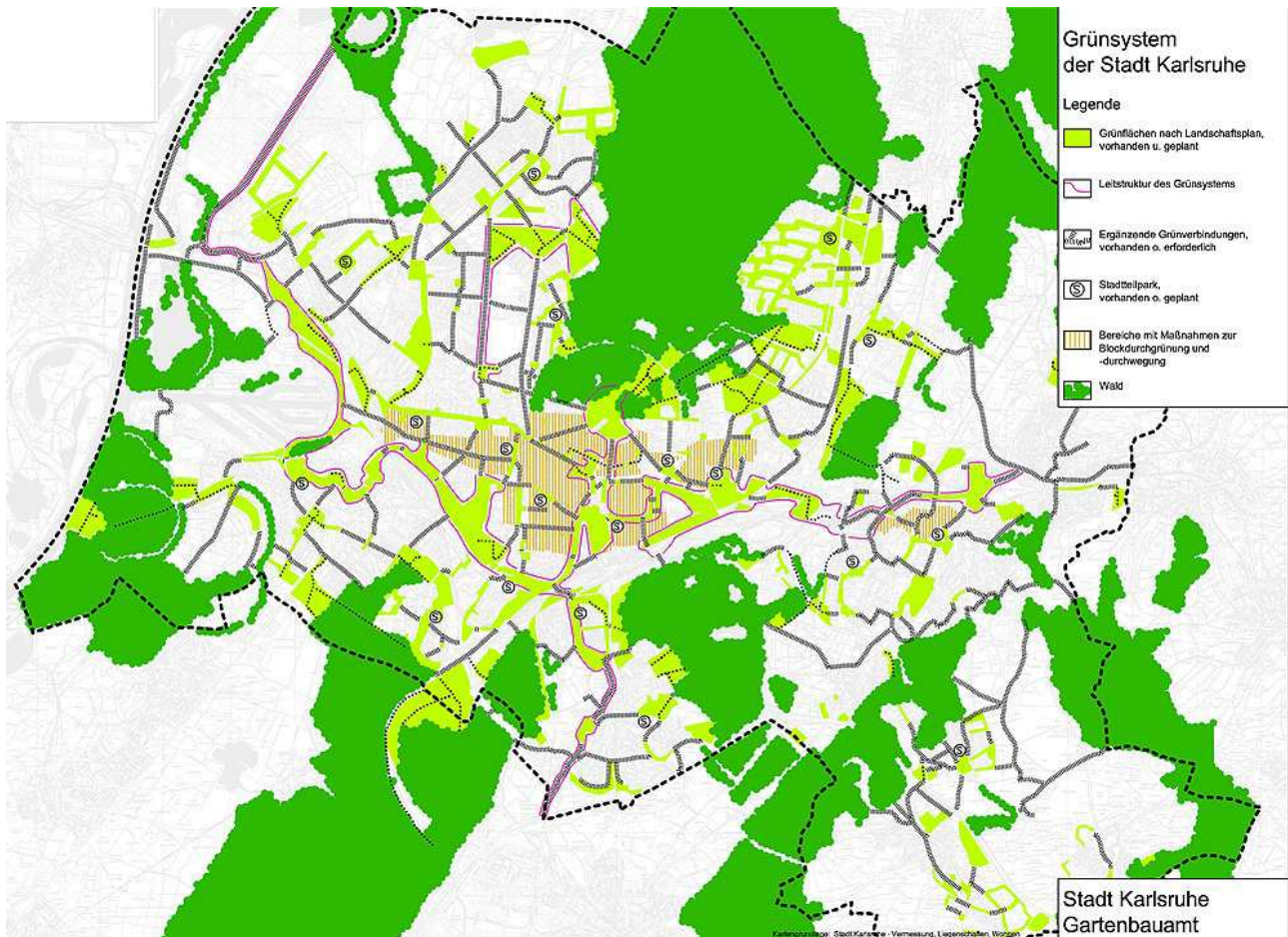


Abbildung 42: Grünsystem der Stadt Karlsruhe

6.1.4 MASSNAHME 04: ANTHROPOGENE WÄRMEEMISSIONEN REDUZIEREN

6.1.4.1 KURZERLÄUTERUNG DER MASSNAHME

Bei allen Verbrennungsprozessen die im Stadtgebiet stattfinden werden nicht nur Schadstoffe sondern auch Wärme an die Stadtatmosphäre abgegeben. Während im Winter die Wärmeabgabe stark von der Heiztätigkeit geprägt ist, liegt im Sommer der Hauptanteil beim Autoverkehr. Bezieht man die durch den Verkehr erzeugte Wärmeabgabe auf die Gesamtstadt sind die Werte relativ niedrig.

6.1.4.2 WIRKUNG DER MASSNAHME

Bezogen auf einzelne stark befahrene Straßen ist die Wärmeemission z.T. in der Größenordnung der Nettostrahlungsbilanz an einem Sommertag (MEGAPOLI, 2010). Die Maßnahme den Autoverkehr in der Stadt zu reduzieren, um die Wärmeemission zu vermindern, hat zusätzlich den Vorteil, dass die verkehrsbedingten Schadstoffe zurückgehen und zudem die langwellige Gegenstrahlung aus der Stadtatmosphäre reduziert wird.

Die Abbildung 43 zeigt die Wärmeemissionen ausgehend von den Straßen im Raum London. In einzelnen Straßenzügen erreicht die Wärmeabgabe Werte von einigen hundert W/m^2 und ist damit mitverantwortlich für die städtische Wärmeinsel und Hitzebelastungen im Sommer.

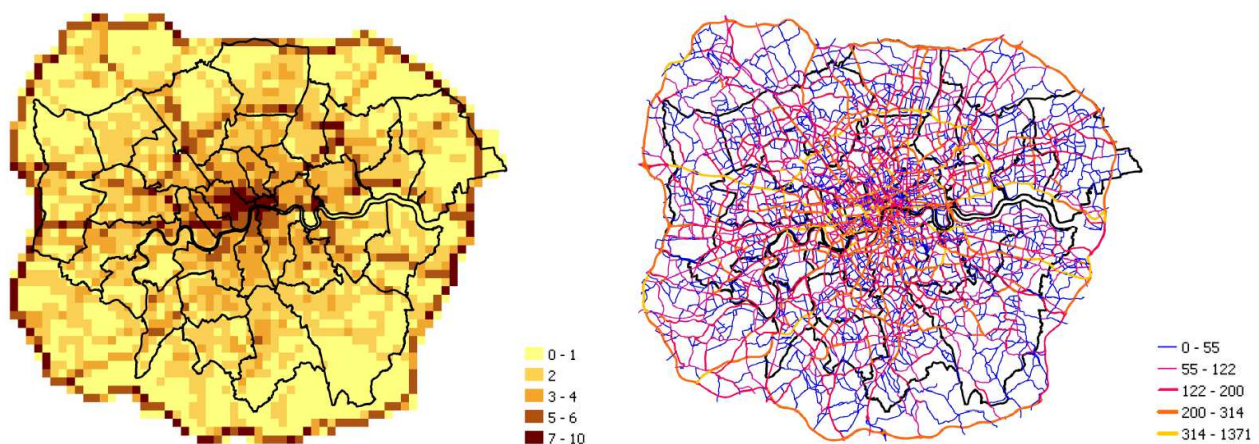


Abbildung 43: Verkehrs-Wärmeemissionen (Groß-London) in W/m^2 (oben bezogen auf $1km^2$, unten auf Straßen) (Quelle: MEGAPOLI, 2010)

6.1.4.3 BEISPIELE FÜR KARLSRUHE

Größere Wärmeemissionen durch den Verkehr sind für Karlsruhe vor allem in den Bereichen der innenstadt-nahen Nord-Süd und West-Ost Verbindungen zu erwarten. Auf der Kaiserstraße als der wichtigsten innerstädtischen Querachse ist schon heute der PKW Verkehr weitgehend eingeschränkt und durch den Stadt-bahnverkehr ersetzt worden (Abbildung 44). Im Rahmen der Karlsruher Kombilösung wird auch die Stadt-bahn unter die Erde verlegt, so dass hier mittelfristig vekehrsbedingte Wärmeemissionen keine Rolle mehr spielen werden. Eine ähnliche Entwicklung ist für die derzeit noch stark befahrene Kriegsstraße vorgesehen, die zu einem begrüntem Boulevard umgebaut und dem Fußgänger- und Radverkehr vorbehalten sein wird (Abbildung 45).



Abbildung 44: Blick in die Kaiserstraße (Foto: Hauser)



Abbildung 45: Kombilösung in der Kriegsstraße: oberirdische Straßenbahn und Autotunnel (Graphiken: Kasig)

6.1.5 MASSNAHME 05: ERHALT UND SCHAFFUNG VON OFFENEN BEWEGTEN WASSERFLÄCHEN

6.1.5.1 KURZERLÄUTERUNG DER MASSNAHME

Wasserflächen im Stadtgebiet haben eine klimatisch ausgleichende Wirkung. Sie werden tagsüber nicht so warm, kühlen aber in der Nacht infolge von hohem Wärmespeichervermögen auch nicht so stark ab. Eine kühlende Wirkung kann deshalb vor allem am Tage erreicht werden. Während Hitzeperioden kann ihre Temperatur aber auch nachts unterhalb der Umgebungstemperatur liegen (vgl. Kapitel 5)



Abbildung 46: Wasserfläche als Kühlelement am Tage (Foto: Baumüller)

6.1.5.2 WIRKUNG DER MASSNAHME

Neuerer Untersuchungen (Müller, 2013) zeigen, dass über Wasserflächen der Dampfdruck nachts im Vergleich zu anderen Stadtstandorten am höchsten ist, aber am Tage im Vergleich zu Wald und Freiland geringer wird. Die Ursache liegt nach Geiger (1961) an der Konvektion und Turbulenz sowie der erhöhten Windgeschwindigkeit infolge der geringen Reibung, auch ist die Temperatur der Wasserfläche tagsüber im Sommer in der Regel niedriger. Die Evaporation einer Grasfläche (bei hinreichender Bodenfeuchte) ist an heißen Sommertagen zur Mittagszeit höher als an einer Wasserfläche, zumal auch die wirksame Oberfläche einer Grasfläche höher ist. Über einer Wasserfläche eines flachen Sees liegt die Verdunstung im Sommer bei ca. 138 mm. Dies sind ca. 4,4 Liter pro m² und Tag und entspricht in etwa auch der Verdunstungsmenge einer Grasfläche (Abbildung 47).

Die abkühlende Funktion einer Wasserfläche beschränkt sich weitgehend auf die Wasserfläche selbst und ist beeinflusst durch die dort herrschende höhere Windgeschwindigkeit (Ventilationseffekt). Wasserflächen sind weit weniger nutzbar als Parks und Grünflächen. Vegetationsflächen erzielen höhere PET-Reduktionswirkungen als Gewässerflächen. Ausreichende Wasserversorgung der Vegetationsflächen ist notwendig, um ein maximales PET-Reduktionspotential zu erreichen (Müller, 2013).

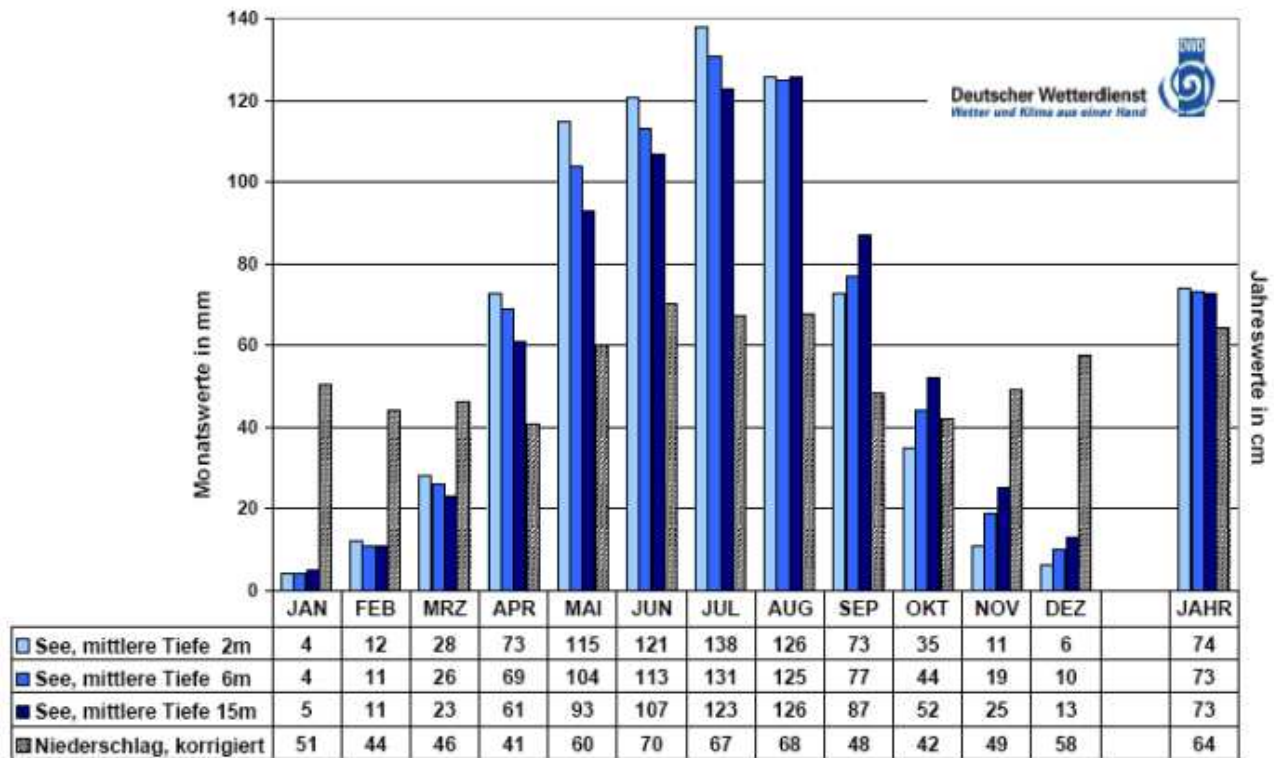


Abbildung 47: Mittlere Monats- und Jahressummen der Gewässerverdunstung in mm und der korrigierten Niederschlagshöhe (Beispielort), DWD

6.1.5.3 BEISPIELE FÜR KARLSRUHE

Größere Wasserflächen sind in Karlsruhe selten. Sie beschränken sich auf die Seen im Tiergarten und auf die in der Günter Klotz Anlage. Bei der neuen Aufsiedlung der Oststadt in Karlsruhe wurde das Element Wasser aber als Planungselement nachhaltig in den Siedlungsraum integriert.



Abbildung 48: Wasserfläche an der Günter Klotz Anlage (Foto: Baumüller)



Abbildung 49: Element Wasser als Planungselement im Siedlungsraum Karlsruhe Neue Oststadt (Foto: Baumüller)

6.2 STADTVIERTEL- UND QUARTIERSEBENE

6.2.1 MASSNAHME 06: RÜCKBAU („ENTDICHUNG“)

6.2.1.1 KURZERLÄUTERUNG DER MASSNAHME

Bei Stadtumbaumaßnahmen ist es möglich, Grundstücke oder auch größere Quartiere rückzubauen, das heißt die Dichte des Gebietes zu verringern (Abbildung 50). Dies ist umso leichter möglich in Städten die einen Bevölkerungsrückgang aufweisen. In Städten mit stabiler oder wachsender Bevölkerung ist dies schwieriger. Manchmal bringt jedoch schon die Veränderung der Bauhöhen und Verlagerung intensiver Nutzungen an geeignete Orte eine stadtklimatische Verbesserung. Jedenfalls ist bei diesen Vorgängen, eine intensive Beschäftigung mit den lokalen klimatischen Gegebenheiten vorzunehmen.



Abbildung 50: innerstädtische Rückbaumaßnahme (Foto: Baumüller)

6.2.1.2 WIRKUNG DER MASSNAHME

Mit Rückbaumaßnahmen sind im Einzelfall erhebliche stadtklimatische Verbesserungen erreichbar. Dies heißt jedoch nicht, dass auch bei einer verträglichen Nachverdichtung keine klimatischen Verbesserungen möglich wären.

Dazu führt z.B. der Bund für Naturschutz (2008) aus:

„Mit einer intensiveren Nutzung der innergemeindlichen Bauflächenpotentiale muss jedoch parallel gleichzeitig auch die naturschutzfachliche und ästhetische Qualität der innerstädtischen Wohnstandorte erhalten und verbessert werden, um Lebensqualität zu sichern, bestehende Quartiere als Wohnstandort attraktiv zu machen und auch um absehbare Auswirkungen des Klimawandels im Siedlungsraum durch Grünstrukturen und Freiräume abzupuffern.

Hier gilt es das Leitbild einer „doppelten Innenentwicklung“ umzusetzen, wonach die Verdichtung im Bestand gekoppelt wird mit einer Erhaltung und Verbesserung von Qualität, Angebot und Nutzbarkeit von Grünelementen und Freiflächen. Ohne eine Berücksichtigung der Wohnumfeldqualität wird eine Nachverdichtung nicht erfolgreich sein, weil ein wichtiger Grund für Abwanderung der Bevölkerung aus innerstädtischen Bereichen gerade die mangelnde Umweltqualität darstellt.

Richtwerte für die innerstädtische Freiraumversorgung werden bereits seit langem diskutiert. Viele Städte haben sich auf unterschiedlichste Orientierungswerte für ihre städtebauliche Entwicklung verständigt. Zuletzt hat der Deutsche Rat für Landespflege (DRL 2006) daraus allgemeine Qualitätsziele für Freiraumsystem im Rahmen einer „doppelten Innenentwicklung“ abgeleitet, die durch die verschiedenen baurechtlichen, planerischen und naturschutzpolitischen Instrumente zusichern wären.“

6.2.1.3 BEISPIELE FÜR KARLSRUHE

Anders als einige schrumpfende Städte vor allem in Ostdeutschland erzielt Karlsruhe seit Jahren einen Nettobevölkerungszuwachs, der sich auch in Zukunft fortsetzen soll (Stadt Karlsruhe 2011). Diese Wachstumstendenz führt tendenziell zu einem steigenden Bedarf an Wohn- und Gewerbefläche. Das Potential großflächigen Rückbaus erscheint daher für Karlsruhe keine Option zu sein. Auf Quartiersebene scheint aber durchaus ein nennenswertes Rückbaupotential zu bestehen, z. B. bei Garagenhöfen (Abbildung 51).



Abbildung 51: Garagenhof in der Karlsruher Südweststadt (Foto: Büter)

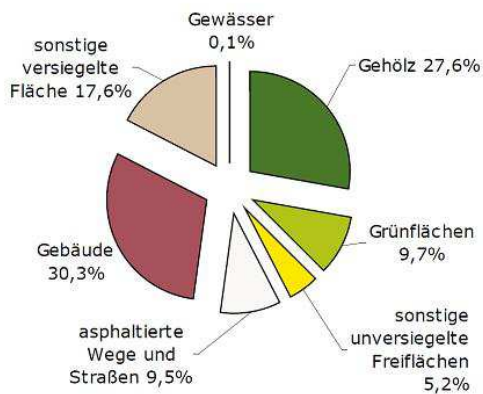
6.2.2 MASSNAHME 07: ENTSIEGELUNG

6.2.2.1 KURZERLÄUTERUNG DER MASSNAHME

Die Energieumsätze an den städtischen Oberflächen hängen sehr stark von der Beschaffenheit der Oberflächen ab. Zum einen bestimmen sie die Reflexionseigenschaften zum zweiten aber auch die potentielle Verdunstung bzw. Evapotranspiration. In den Städten sind die Oberflächen insbesondere in den Innenstädten sehr stark versiegelt und erreichen dort fast einen Versiegelungsgrad von 100% (Abbildung 52). Regenwasser läuft schnell in die Kanalisation ab und steht somit nicht mehr zur Verdunstung (Verdunstungskühlung) zur Verfügung. Eine Maßnahme zum Abbau der Überwärmung ist es deshalb, den Anteil der versiegelten Flächen zu reduzieren. Möglichkeiten bieten sich bei Stadt-sanierungs- und Stadtumbaumaßnahmen besonders an.

Die Vorteile der Entsiegelung sind u.a. zu sehen in:

- Reduktion vom Regenwasserabfluss
- erhöhte Verdunstung vom Boden
- geringere Oberflächentemperaturen
- Reduktion der thermischen Belastung
- Wasserspeicherung im Boden
- Grundwasserneubildung



Flächennutzung in Karlsruhe West, Nutzungsanalyse mit Scannerluftbild mit Erdas Imagine, Statistik über einen Ausschnitt der Weststadt (Lubuimi)

Datengrundlage: Scannerluftbild Karlsruhe Auflösung: 2x2 m (M ca. 1:5.000), Auswertung mit Erdas Imagine (Lubuimi)

Abbildung 52: Flächennutzung in Karlsruhe West

6.2.2.2 WIRKUNG DER MASSNAHME

Außer den klimatisch positiven Wirkungen von Grünflächen wie Wärmereduzierung im Sommer, speichern diese das Regenwasser, reduzieren die Hochwassergefahr bei Starkregen und tragen zur Grundwasserneubildung bei. Zudem bilden sie einen Lebensraum für Pflanzen und Tiere. Die Bedeutung des Vegetationsanteils in einer Stadt zeigt sich bei der Betrachtung des Zusammenhangs zwischen Grünanteil und Oberflächentemperatur (Abbildung 53). Bei einem Rückgang des Vegetationsanteils unter 40% steigt die Oberflächentemperatur signifikant an. Waldgebiete gehören am Tage zu den kühlsen Gebieten im Stadtgebiet.

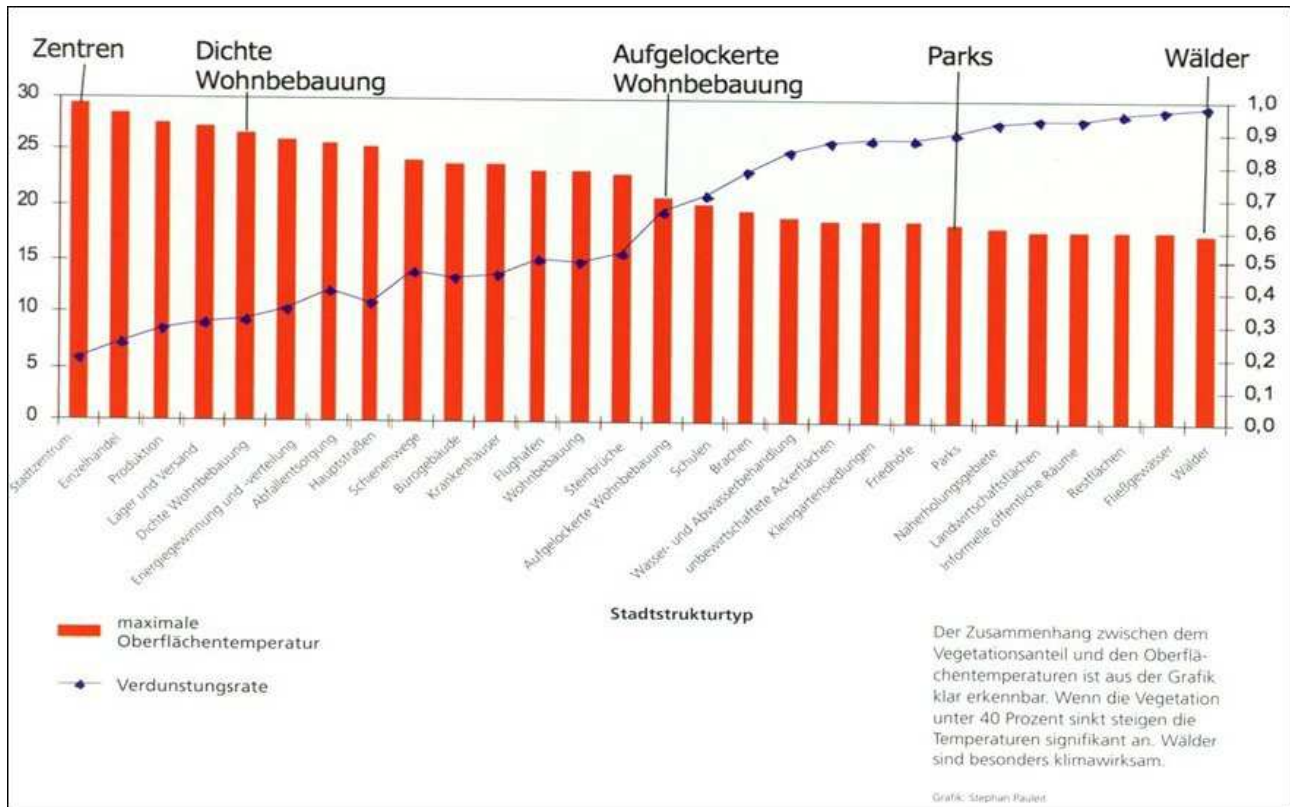


Abbildung 53: Zusammenhang zwischen Vegetationsanteil und Oberflächentemperaturen in Manchester (Pauleit, 2011)

6.2.2.3 BEISPIELE FÜR KARLSRUHE

Karlsruhe ist eine relativ grüne Stadt mit einem Grünanteil von über 50 % (Wald 26%, Landwirtschaft 21%, Grünflächen 5,2%), dabei sind die privaten Grünflächen nicht mitgerechnet (Abbildung 54). Das Problem ist jedoch, dass sich die Grünflächen nicht gleichmäßig über das Stadtgebiet verteilen und es einzelne sehr stark versiegelte Flächen gibt, wie z. B. den Messplatz oder den Bahnhofsvorplatz (Abbildung 55). Karlsruhe fördert deshalb die Begrünung von Innenhöfen, Dächern und Fassaden, in den Fördergebieten: Innenstadt, Mühlburg, Oststadt, Südstadt, Südweststadt und im Ortskern von Durlach (s.a. Maßnahme 11).

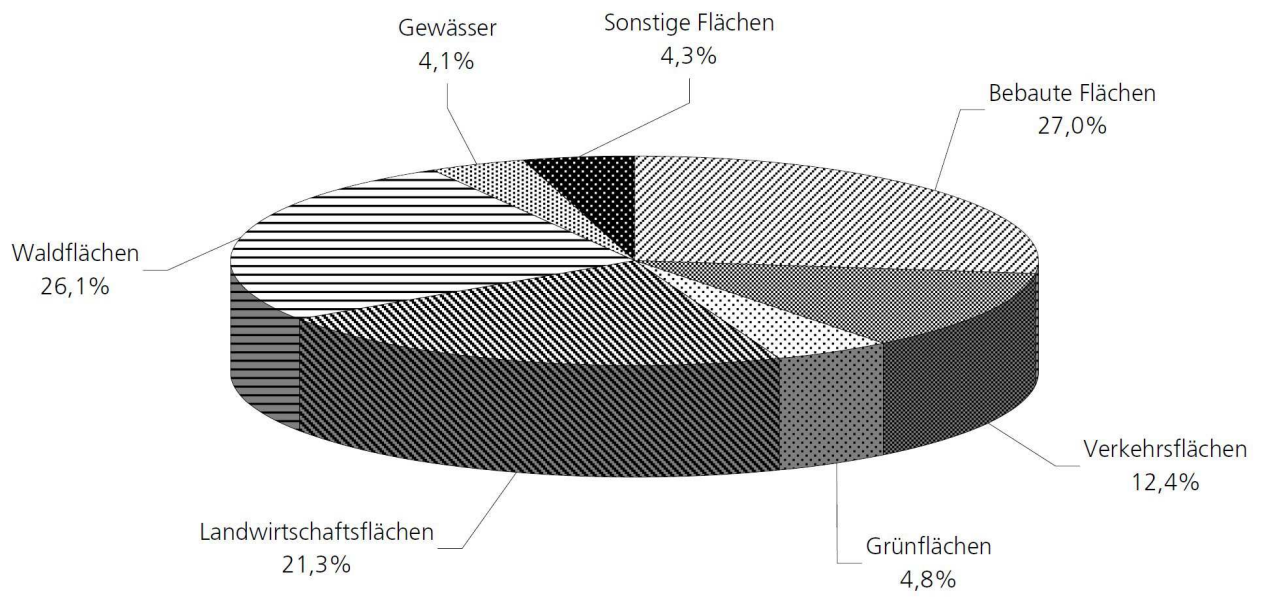


Abbildung 54: Flächennutzung in Karlsruhe (Statistisches Jahrbuch 2011)



Abbildung 55: Bahnhofsvorplatz in Karlsruhe stark versiegelt (Foto: Baumüller)

6.2.3 MASSNAHME 08: GRÜNE PARKIERUNGEN, VESCHATTUNG VON PARKFLÄCHEN

6.2.3.1 KURZERLÄUTERUNG DER MASSNAHME

Um den Versiegelungsgrad und damit die Bereiche mit hohen Oberflächentemperaturen zu reduzieren, bietet es sich an, Autoabstellplätze sowohl im privaten als auch im öffentlichen Raum zu begrünen. Für die Gestaltung der Parkierungsflächen gibt viele Möglichkeiten, wie Pflasterrasen, Rasengittersteine, Schotterrassen etc.. Die Ausgestaltung hängt im Einzelfall von der jeweiligen Nutzung und Belegung der Stellplätze ab (Abbildung 56).



Abbildung 56: Beispiele für begrünte Parkplätze in Kobe (Fotos: Baumüller)

6.2.3.2 WIRKUNG DER MASSNAHME

Die Ausstattung und die Materialwahl haben einen deutlichen Einfluss auf die Oberflächentemperaturen sowohl am Tage als auch in der Nacht (Abbildung 57). Die Wirkungen sind mit denen von grünen Gleistrasse vergleichbar. Regenwasser kann gespeichert werden, die Verdunstung wird erhöht, Oberflächentemperaturen gehen zurück

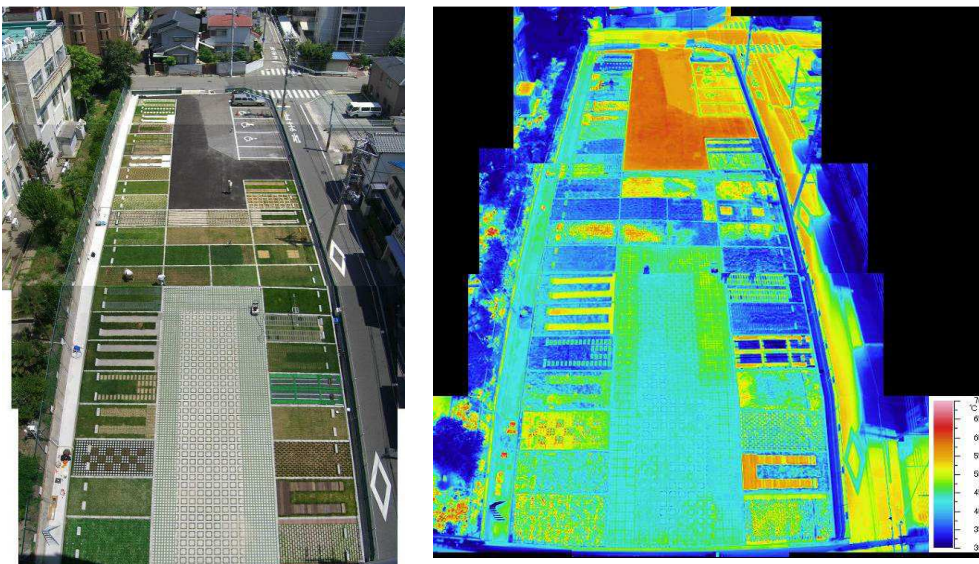


Abbildung 57: „Grünparkierung“ in Kobe (links), Thermalbild dieser Fläche am Tage (rechts);
(Quelle: Moriyama Laboratory Department of Architecture and Civil Engineering, Kobe University, 2006)

Zusätzlich zu „grünen“ Parkplätzen kann man durch Pflanzung großkroniger Bäume eine gute Verschattung der Fahrzeuge und des Untergrunds erreichen. Das Beispiel zeigt einen Parkplatz der Universität Stuttgart. Da die Laubbäume im Winter blattlos sind, kann die Sonne den Boden aber auch die Fassaden der umliegenden Häuser erreichen und zur Erwärmung beitragen, was im Winter erwünscht ist. Im Sommer gibt es eine perfekte Verschattung. Die Autos werden nicht aufgeheizt und die Hausfassaden sind vor der Sonneneinstrahlung geschützt (Abbildung 58).



Abbildung 58: Durch Bäume beschatteter Parkplatz der Universität Stuttgart (Winter, Sommer) (Fotos: Baumüller)

6.2.3.3 BEISPIELE FÜR KARLSRUHE

In Karlsruhe existiert eine Vielzahl von begrüntem Parkplätzen. Allerdings besteht weiterhin ein erhebliches Begrünungspotential für fast vollständig versiegelte Parkflächen.



Abbildung 59: Stark versiegelter Parkplatz in der Karlsruher Südweststadt (Foto: Büter)

6.2.4 MASSNAHME 09: VERSCHATTUNG VON STRAßEN, PLÄTZEN UND GEBÄUDEN

6.2.4.1 KURZERLÄUTERUNG DER MASSNAHME

Bäume und Baum-Alleen bieten sowohl für den Autoverkehr als auch für den Fußgänger Schatten. Die Reduktion der Einstrahlung von der Sonne ist an heißen Tagen die wichtigste Maßnahme. Bei Straßen mit hohem Autoverkehr kann es durch die reduzierte Windgeschwindigkeit zur Erhöhung der Luftbelastung mit Schadstoffen kommen. Hier empfiehlt es sich an diesen Straßen evtl. nur auf einer Straßenseite Bäume zu pflanzen (Abbildung 60)



Abbildung 60: Baumalleen (Fotos: Baumüller)

6.2.4.2 WIRKUNG DER MASSNAHME

Die Abbildung 61 zeigt die Thermalaufnahme von zwei gleich orientierten Straßen in Sendai mit unterschiedlich dichter Baumbepflanzung. Die Kühlwirkung durch die niedrigeren Oberflächentemperaturen bei der Straße mit dichter Bepflanzung (unteres Bild) ist gut erkennbar.

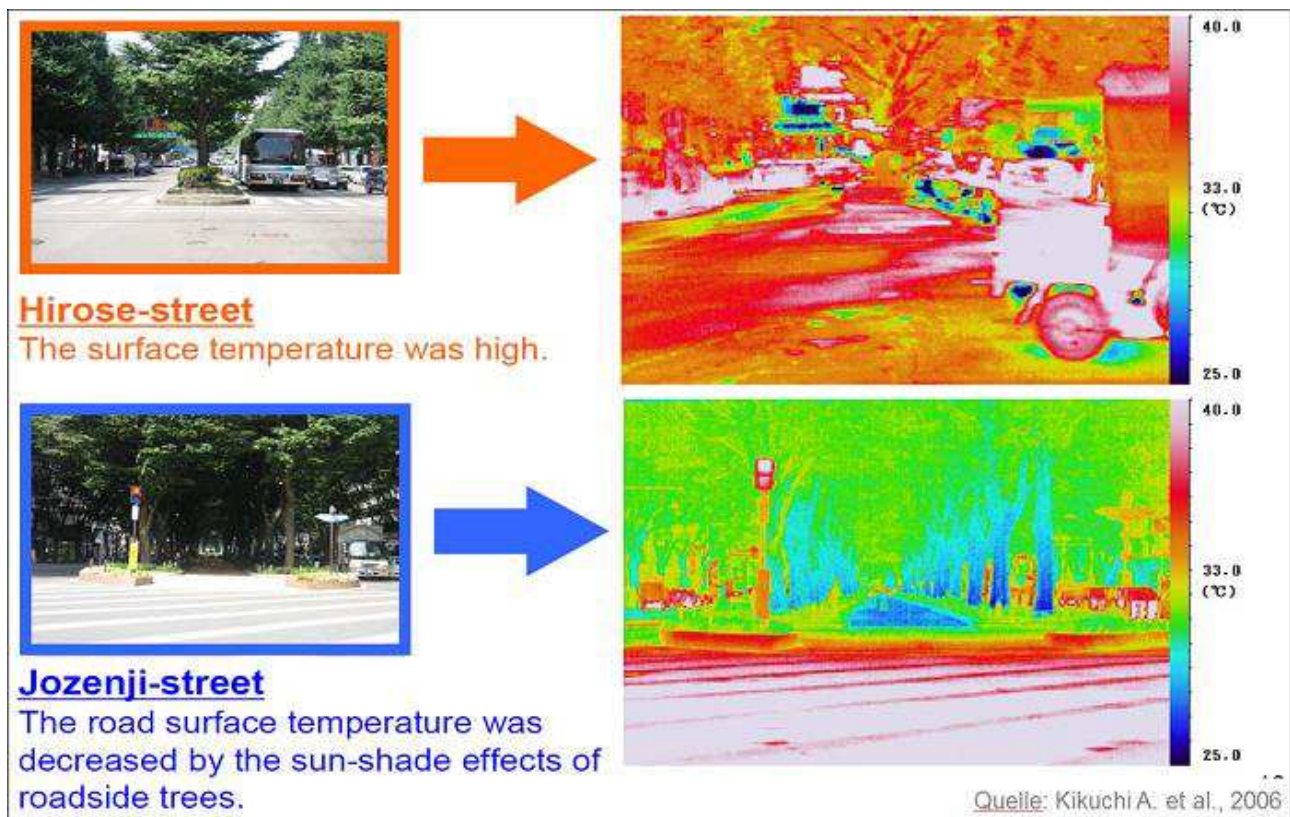


Abbildung 61 : Thermalbilder von Alleestraßen in Sendai mit unterschiedlich dichter Bepflanzung

6.2.4.3 BEISPIELE FÜR KARLSRUHE

In Karlsruhe finden sich bereits viele verschattete Straßenzüge und Plätze Abbildung 62. Vereinzelt besteht aber auch noch Verbesserungspotential (z.B. Messplatz und Bahnhofsvorplatz).



Abbildung 62: Baumalleen in Karlsruhe und anderen Städten (links: An der Alster, Mitte: Kastanienallee in Stuttgart, rechts: Rhode-Island-Allee in Karlsruhe) Fotos: Baumüller

6.2.5 MASSNAHME 10: POCKET-PARKS

6.2.5.1 KURZERLÄUTERUNG DER MASSNAHME

Aufgrund der eingeschränkten Mobilität insbesondere der Risikogruppen (hochaltrige Menschen, Kranke, Mütter mit Kleinkindern) sollte eine Stadt möglichst viele, kleinere Kühlinselfen in den bebauten Strukturen aufweisen. Begrünte Innenhöfe von Blockbebauungen oder auch sogenannten „Pocket-Parks“ kommen als kühle Rückzugsgebiete eine besondere Bedeutung zu.

„Ein **Pocket-Park** (deutsch sinngemäß: Westentaschen-Park) ist eine kleine, gärtnerisch gestaltete Fläche, die zuvor als „toter“ Winkel vornehmlich in Städten ungenutzt oder brach liegen blieb. Der Wert städtischen Raumes wird zunehmend erkannt. Möglich sind hierbei sowohl die Anlage einfacher Beete als auch künstlerisch und landschaftsarchitektonisch ambitionierte Lösungen. Gartengestalter sowie bildende Künstler stellen ihre Arbeit oft kostenlos zur Verfügung. Der erhöhte Reiz des Wohnumfeldes kommt nicht nur den direkten Anwohnern zugute; auch wird durch gestaltete und gepflegte Stadträume städtischer Verwahrlosung, Vandalismus und Abnutzung/Verwohnen vorgebeugt“. (Wikipedia, 2014)



Abbildung 63: Pocket park - Urban Gardening in Berlin (dpa/R. Jensen)

6.2.5.2 WIRKUNG DER MASSNAHME

Die klimatische Wirkung von Pocket-Parks auf das gesamtstädtische Klima darf man nicht überschätzen. Solche Einrichtungen dienen in erster Linie der klimatischen Verbesserung vor Ort, indem durch Grün Verdunstungskühle erzeugt wird und die Oberflächentemperaturen reduziert werden, was die gefühlte Temperatur senkt. Optimal sind solche Pocket-Parks, wenn auch schattenspendende Bäume vorhanden sind.

6.2.5.3 BEISPIELE FÜR KARLSRUHE

In Karlsruhe existiert bereits eine Reihe von hochwertigen pockets parks. Ein Beispiel dieser „Kühloasen“ zeigt Abbildung 64. Wie die Vulnerabilitätsanalyse im ersten Teil des Rahmenplanprojektes gezeigt hat, besteht aber insbesondere in den kernstädtischen Quartieren bei Bedarf und auch Potential an kleineren Parkanlagen (vgl. Stadt Karlsruhe 2012).



Abbildung 64: Kleiner Park in Karlsruhe, Schützenstraße (Foto: Baumüller)

6.2.6 MASSNAHME 11: INNEN-/ HINTERHOFBEGRÜNUNG

6.2.6.1 KURZERLÄUTERUNG DER MASSNAHME

Die Begrünung von Hinterhöfen ist eine Maßnahme, die darauf abzielt im Bestand eine Verbesserung der Grünausstattung und damit der klimatischen Situation zu erreichen.



Abbildung 65: Gelungene Gestaltung und Begrünung eines Hinterhofes in Karlsruhe

6.2.6.2 WIRKUNG DER MASSNAHME

Die klimaverbessernde Wirkung von begrünten Hinterhöfen ist abhängig von der jeweiligen örtlichen Situation und den eingesetzten Mitteln zu Begrünung und Verschattung. Die Wirkung bezieht sich fast ausschließlich auf den Hof selbst und entfaltet keine Fernwirkung. Sie verbessert aber wesentlich die Aufenthaltsqualität im Hofraum und trägt unter anderem auch zur Verbesserung von Sozialkontakten bei.

6.2.6.3 BEISPIELE FÜR KARLSRUHE

„Als Ergänzung zu den eher großflächigen Strukturen erfüllen kleine, isolierte Innenhöfe, Dach- und Fassadenbegrünungen gerade in dicht bebauten Stadtteilen wichtige Funktionen als "Klimaoasen" und unmittelbarer Erholungsraum. Verbesserungen lassen sich hier fast ausschließlich über privates Engagement erzielen. Durch das Programm "Grüne Höfe, Dächer und Fassaden für Karlsruhe" unterstützt das Gartenbauamt seit über 30 Jahren Gebäudeeigentümer bei der Begrünung von Innen- und Hinterhöfen, Dächern und Fassaden. Das Programm umfasst den Hinterhofwettbewerb und ein eigenes Förderprogramm. Der Hinterhofwettbewerb wird bereits seit 1977 jährlich, seit 2002 im zweijährlichen Turnus ausgeschrieben. Ziel ist es, gelungene Beispiele begrünter Höfe und Dächer bekannt zu machen und mit Geldpreisen und Anerkennungen auszuzeichnen. Bisher konnten fast 750 Preise und etwa 3.000 Anerkennungen vergeben werden.“ (Stadt Karlsruhe 2013).

Im Hinterhofwettbewerb sind die wesentlichen Kriterien für die Bewertung:

„Die Gestaltung des Wohnumfeldes. Dazu gehören die Wahrung und Betonung der besonderen Situationen, Flächen- und Raumgliederung, Gestaltung und Zuordnung von Nebeneinrichtungen (z.B. Mülltonnen, Fahrradständern, Wäschetrockenplätze, Treppen), besondere Ausstattung (z.B. Wasserbecken).

Aufenthaltsangebote für die Bewohnerinnen und Bewohner, z.B. Sitzplätze, Bewegungsräume, Spielangebote für Kinder, eine kinderfreundliche Gesamtgestaltung, Einrichtung für Beschattung, Regenschutz (z.B. Pergolen, Lauben usw.

Die Begrünung des Hofes. Erhaltung von vorhandenen Bäumen und Sträuchern, Pflanzen von Bäumen und Sträuchern, Staudenpflanzungen, Dachbegrünungen, Begrünungen von Fassaden und Mauern.

Versickerungsfähige Ausführung befestigter Flächen (z.B. Fugenpflaster), der Anteil unbefestigter Flächen/-Vegetationsflächen.

Da die Höfe sich insbesondere durch ihre Größe, räumliche Umgebung und den Nutzungsansprüchen unterscheiden, werden sie den entsprechenden Gruppen zugeordnet und innerhalb der Gruppen bewertet.“

(<http://www.karlsruhe.de/b3/freizeit/gruenflaechen/wettbewerbe/hinterhofwettbewerb>)



Abbildung 66: Gelungene Gestaltung und Begrünung eines Hinterhofes in Karlsruhe

6.2.7 MASSNAHME 12: ERHÖHUNG DER OBERFLÄCHEN-ALBEDO („REFLEKTION“)

6.2.7.1 KURZERLÄUTERUNG DER MASSNAHME

Die Energieumsätze am Erdboden bzw. an den Wänden werden u.a. sehr stark von den Reflexionseigenschaften (Albedo) des Untergrunds bestimmt. Die Erde erhält die von der Sonne eingestrahelte Energie etwa zu gleichen Teilen im sichtbaren Strahlungsbereich ($0,4\text{-}0,75\mu\text{m}$), wie auch im nahen Infrarotbereich ($0,75\mu\text{m}\text{-}3\mu\text{m}$). Für die Energieaufnahme an den Oberflächen ist also die Albedo beider Spektralbereiche, die sehr unterschiedlich sein kann, von Bedeutung. Insbesondere weiße und helle Oberflächen reflektieren die Sonnenstrahlung stark. Der reflektierte Anteil trägt damit nicht mehr zur Erwärmung der Oberfläche bei. In südlichen Regionen sind deshalb die Häuser oft weiß gestrichen wie z.B. auf Santorin und auf den Bermudas müssen sogar die Dächer weiß sein (Abbildung 67)



Abbildung 67: Weiß gestrichene Häuser auf Santorin (oben), weiße Dächer auf den Bermudas (Mitte und unten)

6.2.7.2 WIRKUNG DER MASSNAHME

Reflexionseigenschaften aber auch das Emissionsvermögen (bestimmt die langwellige Ausstrahlung) ist im hohen Maße vom Material abhängig (Tabelle 9). Geringe Reflexionen und damit hohe Absorption findet sich bei Asphalt, üblichen Dachmaterialien aber auch bei nicht begrünten Ackerflächen. Für den Energieumsatz müssen natürlich auch die Wärmekapazität und das Wärmeleitvermögen betrachtet werden. Bei hohen Reflexionswerten an Wänden kann es zu einer zusätzlichen kurzwelligen Strahlungsbelastung im Fußgängerbereich kommen. Die langwellige Belastung ausgehend von den Wänden nimmt jedoch ab

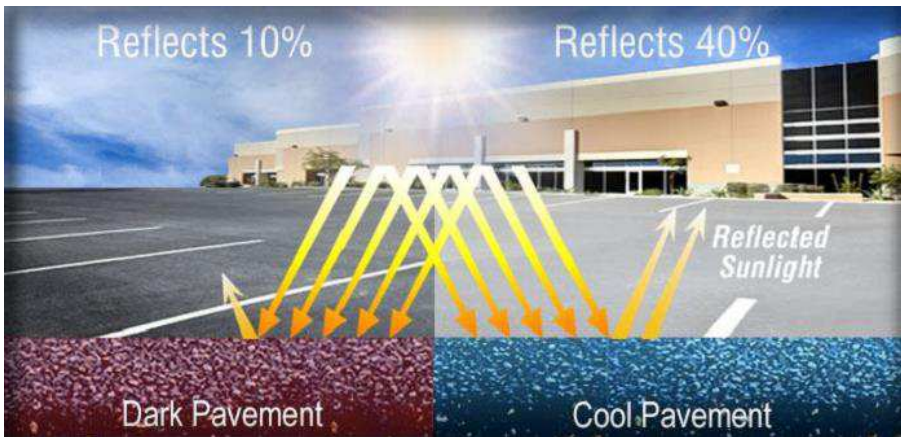


Abbildung 68: Hellerer Untergrund = höhere Reflexion

Tabelle 9: Strahlungseigenschaften (Albedo/Emissionsgrad) von üblichen Baumaterialien, Stadtflächen und natürlichen Oberflächen (Helbig, 1987)

Oberfläche	Reflexionsgrad α ($\lambda = 0,4-0,75 \mu\text{m}$)	Emissionsgrad ϵ ($\lambda = 4-100 \mu\text{m}$)
Straßen		
Asphalt	0,05-0,20	0,95
Mittelwert	0,18	
Wände		
Beton	0,10-0,35	0,71-0,90
Beton, weiß	0,71	
Ziegel	0,20-0,40	0,90-0,92
Naturstein	0,20-0,35	0,85-0,95
Holz	-	0,90
Kalkmörtel	0,27	0,91
Mittelwert	0,30	
Dächer		
Teer und Split	0,08-0,18	0,92
Dachziegel	0,10-0,35	0,90
Schiefer	0,10	0,90
Wellblech	0,10-0,16	0,13-0,28
Anstriche		
weiß	0,50-0,90	0,85-0,95
rot, braun, grün	0,2-0,35	0,85-0,95
schwarz	0,02-0,15	0,90-0,98
Stadtgebiet		
Wertebereich	0,10-0,30	0,85-0,95
Mittelwert	0,15	
Natürliche Oberflächen		
heller Sandboden, trocken	0,25-0,45	0,91
Getreidefeld	0,10-0,25	
Wiese	0,15-0,25	
Laubwald	0,15-0,20	0,90
Nadelwald	0,10-0,15	0,90
Ackerboden dunkel	0,07-0,10	0,90-0,98
Wasserflächen	0,03-0,10	0,97
Neuschneedecke	0,75-0,90	0,99
Altschneedecke	0,40-0,70	-

6.2.7.3 BEISPIELE FÜR KARLSRUHE

Die Berücksichtigung der Reflexionseigenschaften von Oberflächen in Karlsruhe – sowie in den meisten Stadtgebieten in Deutschland - noch weitgehend Neuland. In andern Ländern wie z. B. in den USA wird dieser Gesichtspunkt stärker betrachtet. So müssen auf den Bermudas sogar die Dächer weiß sein (Abbildung 69). Im englischen Sprachraum spricht man in diesem Zusammenhang von „Cool Roofs“ (epa 2011).



Abbildung 69: Weiße Dächer auf den Bermudas (Luftbild) (Quelle: Googlemaps)

6.2.8 MASSNAHME 13: ERLEBBARES WASSER IM ÖFFENTLICHEN RAUM („WASSERSPIELPLÄTZE“)

6.2.8.1 KURZERLÄUTERUNG DER MASSNAHME

Wasser wird belebt - oder besser - erlebbar, sei es durch Springbrunnen, Wasserspiele, Wasserspielplätze oder Wasservernebler. Bei diesen Einrichtungen wird die Wasseroberfläche stark vergrößert und somit die Verdunstungsrate. Lokal lassen sich dadurch merkliche Abkühlungsraten erreichen. Spezielle Untersuchungen darüber sind jedoch kaum vorhanden.



Abbildung 70: Springbrunnen als Kühlungsquelle (Fotos: Baumüller)

6.2.8.2 WIRKUNG DER MASSNAHME

Bei Springbrunnen, Wasserspielen und Wasservernebler kommt es infolge der Wasserverdunstung zu einer Abkühlung der Luft. Bei diesen Einrichtungen wird die Wasseroberfläche stark vergrößert und somit die Verdunstungsrate. Lokal lassen sich dadurch merkliche Abkühlungsraten erreichen. Spezielle Untersuchungen darüber sind jedoch kaum vorhanden. Eine weitere abkühlende Wirkung kommt dann zustande, wenn man mit dem Wasser in Berührung kommt. Dabei ist es weniger der anhaltende Kontakt mit dem Wasser (baden ausgenommen) sondern die Benetzung der Hautoberfläche mit einem Wasserfilm, der sehr schnell verdunstet und die Haut merklich abkühlt (Gänsehaut!). Insbesondere bei sehr hohen Temperaturen ist dieser Effekt sehr erfrischend. Neuere Untersuchungen in China zeigen an einer Springbrunnenanlage mit mehreren Düsen eine abkühlende Wirkung bis 40 m (F. Xue et al. 2014).

6.2.8.3 BEISPIELE FÜR KARLSRUHE

Für Kinder sind Wasserspielplätze im Sommer ein großes Vergnügen und eine willkommene Erfrischung. Aber auch für Erwachsene ist ein kühles Fußbad bei Hitze angenehm. In Karlsruhe gibt es bereits vereinzelt entsprechende Abkühlungsmöglichkeiten. Eine nachhaltige Implementierung auf Quartiersebene ist jedoch noch nicht erkennbar (Abbildung 71 und Abbildung 72).



Abbildung 71: Wassertrittsteine in der Günter Klotz Anlage (Foto: Baumüller)



Abbildung 72: Wasserspielplatz in Karlsruhe bei der Ständehausstraße (Foto: Baumüller/Berchtold)

6.2.9 MASSNAHME 14: GRÜNE GLEISTRASSEN

6.2.9.1 KURZERLÄUTERUNG DER MASSNAHME

Neue Stadtbahntrassen werden heute in vielen Städten begrünt. Dabei gibt es nicht nur klimatische Gesichtspunkte. Bei vorhandenen alten Trassen lassen sich nachträglich ebenfalls die „Gleise“ begrünen, wobei die Vorbereitung des Untergrunds mit Rasenmatten wichtig ist. Allein von der Optik her sind grüne Gleistrassen ein Gewinn für das Stadtbild (Abbildung 73). Der Unterbau grüner Gleise besteht in der Regel aus einem Betonbett. Der Gleisbau wird dadurch etwas aufwendiger als bei einem Schotterbett. Die Unterhaltungskosten sind jedoch auf die Zukunft gesehen günstiger, auch wenn Mäharbeiten anfallen.



Abbildung 73: Begrünte Gleistrasse in Karlsruhe Nordstadt (Foto: Baumüller)

6.2.9.2 WIRKUNG DER MASSNAHME

Grüne Gleistrassen sind in der Wirkung ähnlich wie Dachbegrünungen einzustufen. Der Unterschied besteht, dass das Grün nicht in Dachniveau, sondern am Boden ist und somit direkter im Aufenthaltsraum der Menschen. Folgende Punkte sprechen für grüne Gleistrassen.

- Ästhetik
- Regenwasser Speicherung
- Verbesserung des Stadtklimas
- Staubbindung
- Lärmreduktion

Grüne Gleistrassen dienen letztendlich auch dazu die Versiegelung der Stadt zu reduzieren. Messungen des Abflussbeiwertes von grünen Gleistrassen sind nicht bekannt, doch dürften die Werte bei 0,3-0,4 liegen (Abbildung 74).

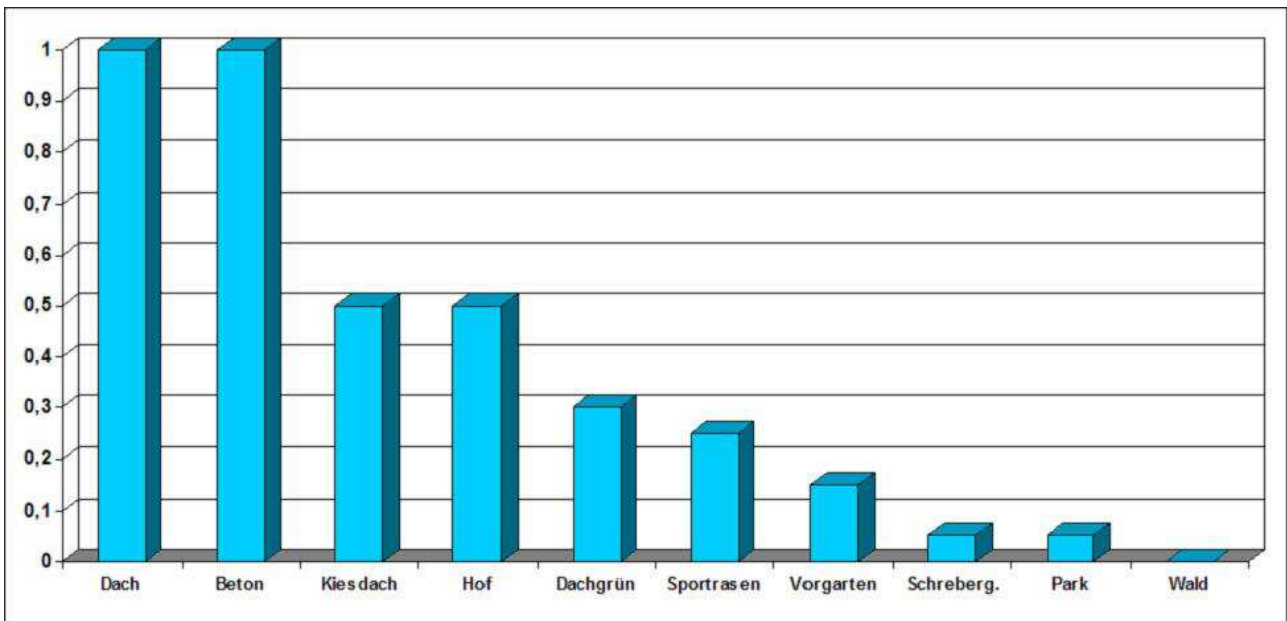


Abbildung 74: Abflussbeiwerte verschiedener städtischer Oberflächen (nach DIN 1986-100 (2008) ergänzt)

Unter dem Einfluss des Klimawandels kann es in Extremsituationen vorkommen, dass das Gras nicht ausreichend durch den Niederschlag bewässert wird. In diesem Fall sinkt die Wirksamkeit der vielfältigen Ökosystemleistungen von Grünleisen ähnlich wie bei trockenen Rasenflächen innerhalb weniger Tage rapide ab. Ein Beispiel zeigt Abbildung 75.

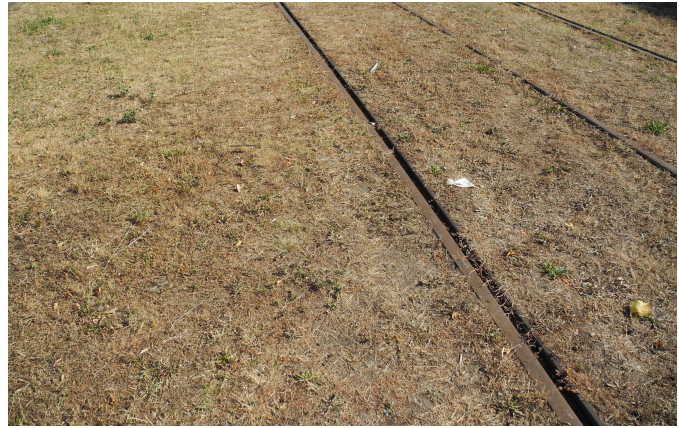


Abbildung 75: Begrünte Gleistrasse bei hinreichend Regen (links) und bei extremer Trockenheit (rechts) (Foto: Baumüller)

6.2.9.3 BEISPIELE FÜR KARLSRUHE

Beispiele von grünen Gleistrassen gibt es in Karlsruhe einige (Abbildung 76). Es gilt, die bestehenden Grün-
gleise zu bewahren und weitere Gleistrassen in das Konzept einzubinden.



Abbildung 76: Begrünte Gleistrasse an der Brauerstraße in Karlsruhe (Fotos: Baumüller)

6.3 GEBÄUDEEBENE

6.3.1 MASSNAHME 15: ENERGETISCHE GEBÄUDESANIERUNG

6.3.1.1 KURZERLÄUTERUNG DER MASSNAHME

Die Energetische Sanierung oder auch thermische Sanierung, bezeichnet in der Regel die Modernisierung eines Gebäudes zur Minimierung des Energieverbrauchs für Heizung, Warmwasser und Lüftung. Die Maßnahme dient also in erster Linie der Reduktion des Energieverbrauchs im Gebäude und damit aber auch der Reduktion von Treibhausgasen. Durch die üblicherweise stattfindende Wärmedämmung an den Gebäuden wird indirekt auch das Außenklima beeinflusst. Die energetische Sanierung wird durch die KfW durch Darlehen gefördert ([www. bmvi.de](http://www.bmvi.de)). Folgende Sanierungsmaßnahmen sind sinnvoll (Abbildung 77):

- Außenwanddämmung
- Dachdämmung
- Dämmung der Keller-Außenwände
- Fenstersanierung
- Heizungssanierung (z.B. Niedertemperaturkessel, Brennwertkessel, Mikro-KWK, Wärmepumpe, Strahlungsheizung)
- Kellerdeckendämmung
- Solarthermie zur Warmwasser- und/oder Heizungsunterstützung
- Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung

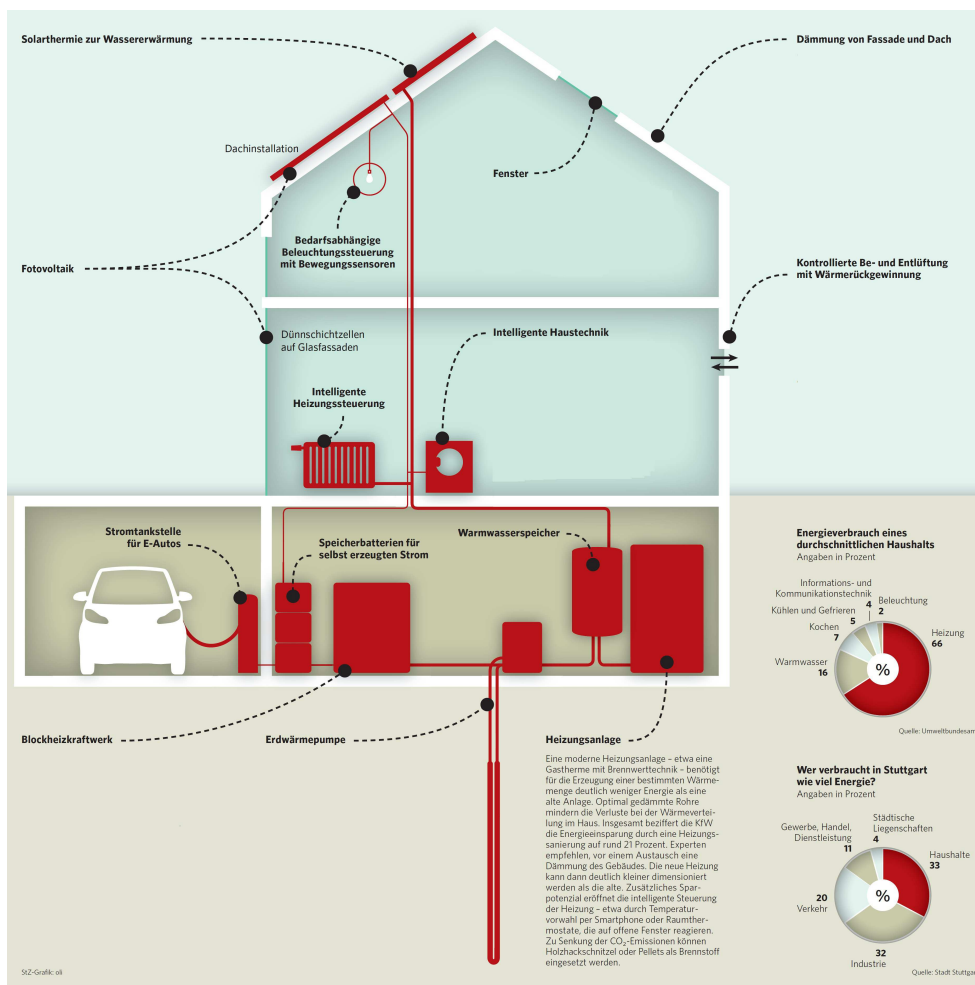


Abbildung 77: Energieeffizientes Wohnen (Quelle: StZ vom 21.06.2014)

6.3.1.2 WIRKUNG DER MASSNAHME

Durch die Sanierungsmaßnahmen wird erreicht, dass üblicherweise weniger Wärme an die Umgebung abgegeben wird. Der Haupteffekt tritt im Winter auf (Heizung). Ein erwünschter Nebeneffekt ist jedoch auch die Reduktion der Wärmebelastung im Haus im Sommer. Durch die verbesserte Wärmedämmung dringt die Wärme bei hohen Außentemperaturen nicht so gut über die Wände und das Dach ins Gebäude ein. Ferner ist die Wärmelast im Gebäude selbst reduziert. Diese Maßnahmen sollten jedoch gekoppelt sein mit einem hinreichenden Sonnenschutz im Sommer (M 18), da ansonsten durch die Fenster zu viel Sonnenenergie ins Haus gelangt.

6.3.1.3 BEISPIELE FÜR KARLSRUHE

In den letzten Jahren wurden in verschiedenen Stadtteilen Sanierungsgebiete ausgewiesen, in denen u.a. auch die energetische Gebäudesanierung in Mittelpunkt der Förderung stand. Angesichts der Klimaschutzziele der Stadt wird diese Förderung mittel- bis langfristig fortgesetzt.

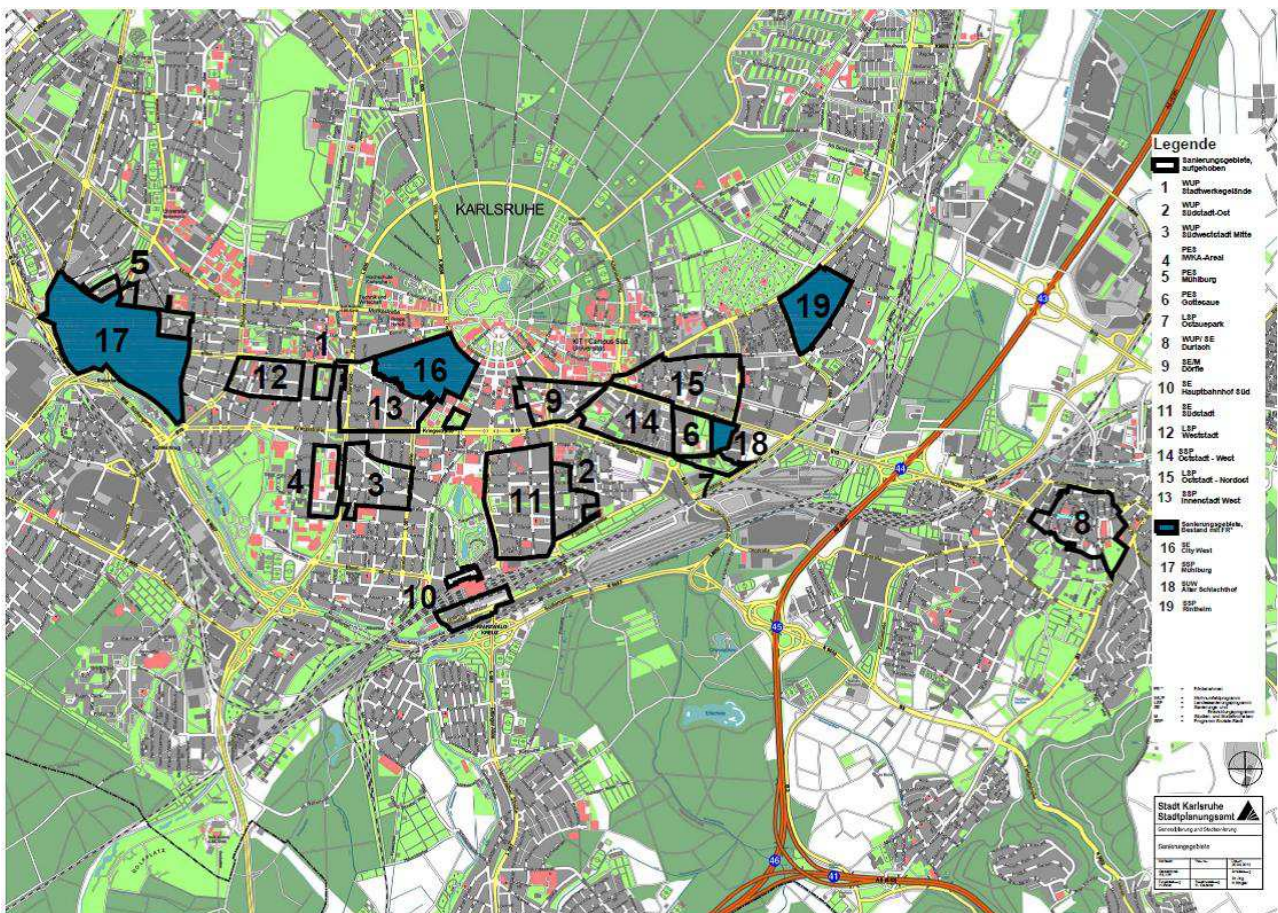


Abbildung 78: Aktuelle und aufgehobene Sanierungsgebiete in Karlsruhe

6.3.2 MASSNAHME 16: DACHBEGRÜNUNG

6.3.2.1 KURZERLÄUTERUNG DER MASSNAHME

Ein Problem in Städten ist die große Versiegelung der Oberflächen (vgl. Kapitel 6.2.2). Eine Möglichkeit mehr Grün in die Stadt zu bringen, ist die Begrünung von Flachdächern. Nach § 9 Absatz 1 Nummer 25 Baugesetzbuch (BauGB) können die Gemeinden in Bebauungsplänen eine Dachbegrünung festsetzen. Die Dachbegrünung reduziert stadtklimatische Defizite in Bezug auf Feuchtigkeitshaushalt und thermischer Belastung. Hinzu kommen bauphysikalische Vorteile für das Dach und den Energieverbrauch. Im Bestand kann durch städtische Förderprogramme die nachträgliche Begrünung von Flachdächern unterstützt werden

Dachbegrünungen können je nach Gebäudestatik und Ziel als intensive oder extensive Variante ausgeführt werden. Extensive Dachbegrünungen haben einen geringmächtigen Bodenaufbau von wenigen cm und bestehen vor allem aus Sukkulenten und niederen Gräsern (Abbildung 79). Es wird zumeist lediglich eine Intialpflanzung vorgenommen, Pflegemaßnahmen sind nicht oder in nur geringem Umfang notwendig. Intensive Dachbegrünungen sind meist artenreicher (Stauden, Gräser, kleine Gehölze) und besitzen einen dementsprechend mächtigeren Bodenunterbau. Über die Verdunstungsleistung kühlen sie die dachnahen Luftmassen daher auch stärker als die extensive Dachbegrünung. Neben dem Stadtklima handelt es sich bei der Dachbegrünung auch um eine Maßnahme, die der Siedlungswasserwirtschaft sowie der Biodiversität zugute kommt.



Abbildung 79: Gründach, Amt für Umweltschutz Stuttgart (Foto: Baumüller)

6.3.2.2 WIRKUNG DER MASSNAHME

Die Begrünung von Flachdächern in der Stadt wirkt positiv auf das Stadtklima. Die Oberflächentemperaturen werden am Tage stark gesenkt (Abbildung 80). Regenwasser wird zurückgehalten. Schon eine Substratdecke von 6-10 cm reduziert bei extensiver Begrünung den jährlichen Regenwasserabfluss um ca. 50% (Tabelle 10). Dieses Wasser steht für die Abkühlung durch die Verdunstung zur Verfügung, außerdem wird die Kanalisation entlastet und ein Lebensraum für kleine Tiere und Pflanzen geschaffen. Auch Fotovoltaikanlagen können auf Gründächern weiterhin installiert werden (Abbildung 81). Die Dachbegrünung wirkt sich hier durch ihre Kühlfunktion sogar positiv auf die Leistung der PV-Anlagen aus.

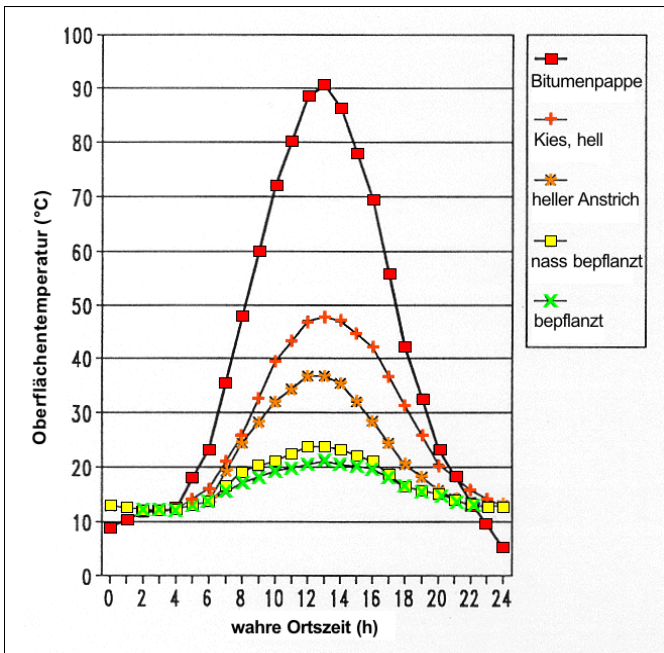


Abbildung 80: Tagesgang von Luft- und Oberflächentemperaturen unterschiedlicher Flachdächer (Quelle: MIVBW)

Tabelle 10: Regenrückhaltung bei Gründächern (Quelle: Roth-Kleyer St.,2010)

Begrünungsart	Aufbaudicke in cm	Wasserrückhaltung im Jahresmittel in %	Jahresabflussbeiwert
Extensivbegrünung	2-4	40	0.60
	> 4-6	45	0.55
	> 6-10	50	0.50
	> 10-15	55	0.45
	> 15-20	60	0.40
Intensivbegrünung	15-20	60	0.40
	> 25-50	70	0.30
	> 50	> 90	> 0.10

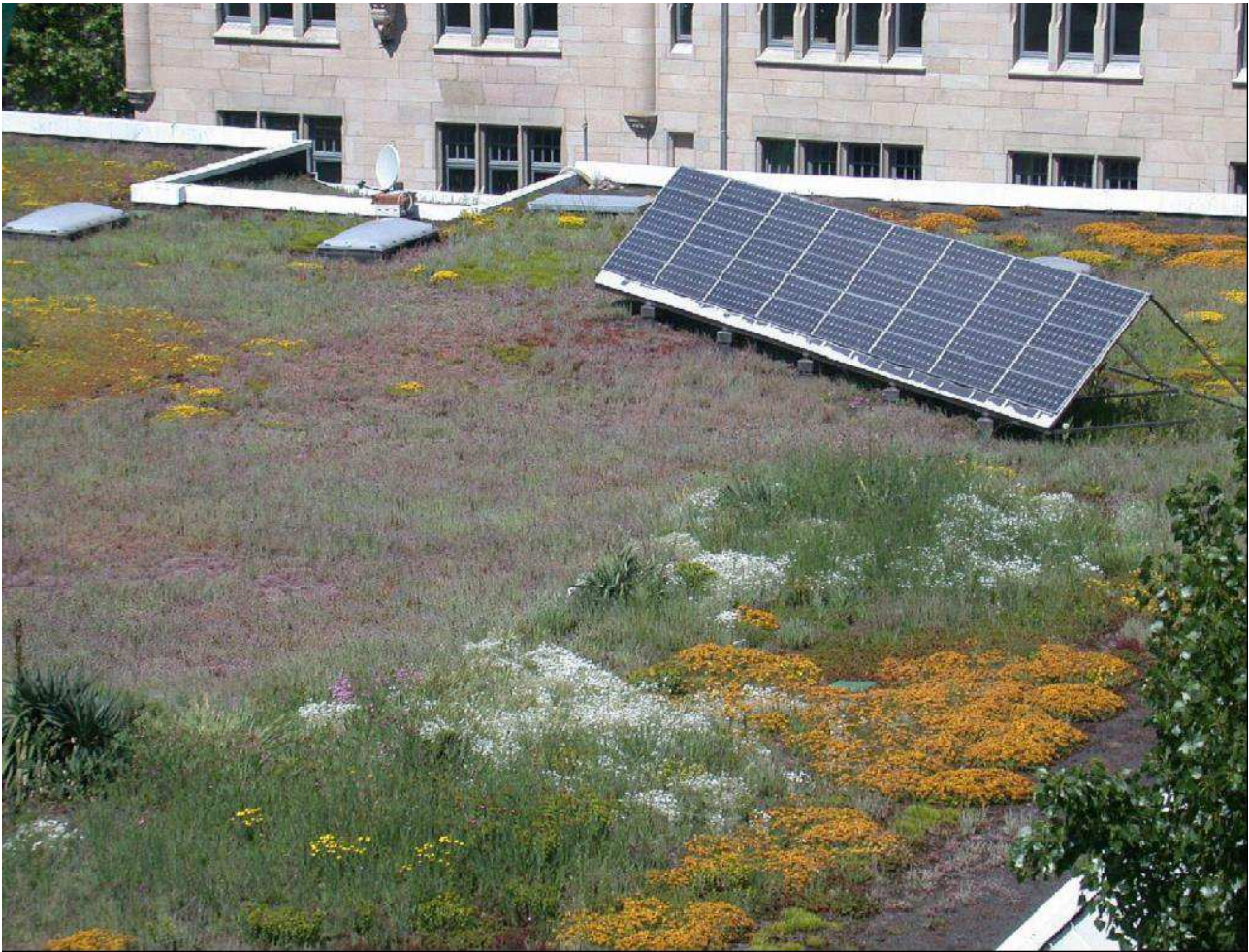


Abbildung 81: Dachbegrünungen kann sich positiv auf Photovoltaikanlagen auswirken (Foto: Baumüller)

6.3.2.3 BEISPIELE FÜR KARLSRUHE

Ein Förderprogramm der Stadt Karlsruhe unterstützt Hausbesitzer bei der Begrünung von Höfen, **Dächern** und Fassaden. Gefördert wird in den Gebieten der Innenstadt, Mühlburg, Oststadt, Südstadt, Südweststadt und im Ortskern von Durlach. Das Gartenbauamt Karlsruhe hat dazu einen Flyer herausgeben.



Abbildung 82: Beispiele von Dachbegrünungen in Karlsruhe

6.3.3 MASSNAHME 17: FASSADENBEGRÜNUNG

6.3.3.1 KURZERLÄUTERUNG DER MASSNAHME

Begrünte Hausfassaden haben eine ähnliche Wirkung wie die Gründächer. Sie verbessern die klimatischen Bedingungen am Gebäude, die klimatische Fernwirkung ist allerdings gering. Außerdem wirken sie positiv auf die Luftqualität (insbesondere Feinstaub) sowie auf die Energiebilanz des Gebäudes (Abbildung 83).



Abbildung 83: Fassadenbegrünung Kloster Neustift in Brixen (Foto: Baumüller)

6.3.3.2 WIRKUNG DER MASSNAHME

Die Oberflächentemperatur des Gebäudes wird durch die Fassadenbegrünung (Efeu, Südwestwand) deutlich reduziert. Ebenfalls verändern sich an der Fassade die Strahlungsbilanz, die Feuchte (Dampfdruck) und die Windgeschwindigkeit (Abbildung 84).

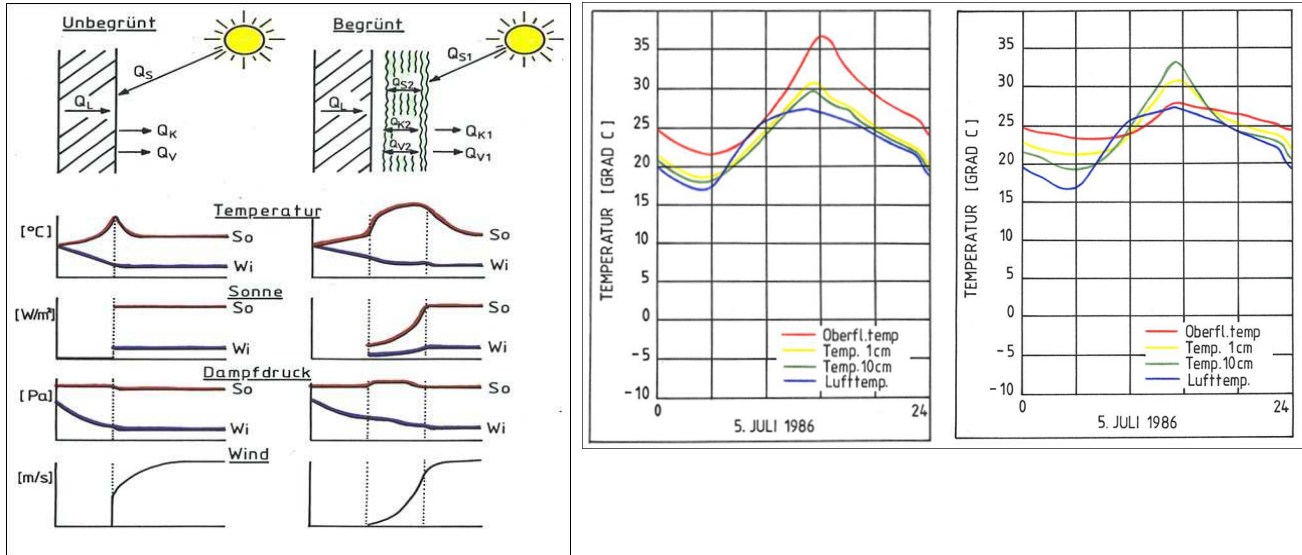


Abbildung 84: Vergleich von Klimaparametern (links) sowie Temperaturverläufe (rechts) zwischen begrünter und unbegrünter Außenfassade (Kießl:1986)

Die Begrünung von Fassaden erfolgt nicht ausschließlich klimatischen und bauphysikalischen Gründen, sondern auch ästhetischen. Eine mit wildem Wein bewachsene Fassade z.B. verändert ihr Gesicht im Laufe des Jahres und spiegelt damit die Jahreszeiten wider.

Die Gemeinden können Fassadenbegrünungen in den Bebauungsplänen nach § 9 Absatz 1 Nummer 25 Baugesetzbuch (BauGB) ebenso rechtsverbindlich festsetzen wie Dachbegrünungen. Die Maßnahme der Fassadenbegrünung sollte insbesondere bei der Stadtsanierung eine wichtige Rolle spielen, da in den dicht bebauten Stadtteilen oft keine anderen Flächen zur Begrünung vorhanden sind.

6.3.3.3 BEISPIELE FÜR KARLSRUHE

Wie schon in der Maßnahme 16 erwähnt, gibt es in Karlsruhe ein Förderprogramm zur Begrünung von Höfen, Dächern und Fassaden. Auch dadurch finden sich in Karlsruhe diverse gute Beispiele für begrünte Fassaden (Abbildung 85).



Abbildung 85: Beispiele begrünter Fassaden in Karlsruhe (Foto: Baumüller)

6.3.4 MASSNAHME 18: SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ AN GEBÄUDEN

6.3.4.1 KURZERLÄUTERUNG DER MASSNAHME

Lange Zeit galt in Deutschland die Devise, die Sonnenenergie optimal zur passiven Erwärmung der Häuser zu nutzen. Die Prämisse waren deshalb große Fenster nach Süden orientiert. Mit zunehmender Erwärmung durch den Klimawandel und starken Hitzewellen wurde erkannt, dass auch der sommerliche Wärmeschutz an Gebäuden immer wichtiger wird, um die Überwärmung der Innenräume insbesondere auch der Schlaf- räume im Sommer zu vermeiden.

6.3.4.2 WIRKUNG DER MASSNAHME

Die mögliche Überwärmung von Gebäuden hängt nach DIN 4108 von verschiedenen Faktoren ab wie die Abmessungen des Raumes, die Ausrichtung und Größe der Fenster, die Art der Verglasung, den Sonnenschutz, dem Lüftungsverhalten, interne Wärmequellen (z. B. Personenwärme, Abwärme von Computern oder Beleuchtung) sowie die Wärmespeicherkapazität der verwendeten Baustoffe (Innen- und Außenwände, Geschossdecken, Dämmstoff im Dach). Maßnahmen des sommerlichen Wärmeschutzes an Gebäuden beziehen sich maßgeblich auf die Fensterflächen:

- Verschattung der Fensterflächen eines Gebäudes durch bauliche Maßnahmen (z.B. Überstände)
- Sonnenschutzelemente (z.B. Rollos, Jalousien, Markisen und Fensterläden). Außen liegende Verschattungen sind deutlich effizienter als innenliegende.
- Sonnenschutzglas (reflektiert z.T. Sonnenstrahlung) zur Senkung des Wärmeeintrags in den Raum.
- Bauteilkonstruktionen, welche den Energieeintrag in Gebäude vermindern und solare Gewinne durch hohe Speichermassen puffern.
- erhöhte Luftwechselraten in den kühlen Stunden des Tages, um die in das Gebäude eingebrachte Energie abzuführen.

Maßnahmen in der Umgebung der Gebäude, wie die Verschattung durch Bäume sind ebenfalls sehr sinnvoll, da die Bäume zudem positiv auf das Außenklima wirken. Bei der Verwendung von Laubbäumen beschränkt sich die Verschattung weitgehend auf das Sommerhalbjahr. Ein solarer Zugewinn im Winter ist damit gewährleistet.



Abbildung 86: Bäume als „grüne Fassade“ zur Verschattung und als Gestaltungselement (Foto: Baumüller)

6.3.4.3 BEISPIELE FÜR KARLSRUHE

In Karlsruhe finden sich bereits viele gute Beispiele für den sommerlichen Wärmeschutz von Gebäuden. Einige ausgewählte sind in den dargestellt. Sowohl im Bestand als auch bei Neubauten besteht aber auch noch Verbesserungspotential.



Abbildung 87: Verschattungselemente an Wohnhäusern (Fotos: Baumüller)



Abbildung 88: Baumpflanzungen in Karlsruhe Oststadt auf der „richtigen“ (linke Abbildung) und „falschen“ Seite (rechte Abbildung) (Foto: Baumüller)

6.3.5 MASSNAHME 19: SOZIAL-ÖKOLOGISCHE INFRASTRUKTUR

6.3.5.1 KURZERLÄUTERUNG DER MASSNAHME

Unter sozial-ökologischer Infrastruktur werden im Zusammenhang mit dem Rahmenplan Klimaanpassung sämtliche Maßnahmen subsummiert, in denen zwischenmenschliche Beziehungen genutzt werden, um die Vulnerabilität der Quartiersbewohner gegenüber Hitzestress zu reduzieren.

Aus städtebaulicher Sicht kann hierbei allen Projekten im Zusammenhang mit dem Programm der deutschen Städtebauförderung „Soziale Stadt“ bzw. dem öffentlich finanzierten Stadtteil- und Quartiersmanagement ein



großes Potential zugeschrieben werden. Die Projekte werden in aller Regel unter intensiver Einbeziehung der Quartiersbewohner und damit der vulnerablen Gruppen durchgeführt. Über diese Projekte können beispielsweise Maßnahmen wie die vom Deutschen Städtetag geforderten „Trinkpatenschaften“ (Deutscher Städtetag 2012) initiiert oder auch „Hitzestuben“ (in Anlehnung an die für Kälteeinbrüche u.a. in Berlin und New York regelmäßig eingerichteten „Kältestuben“, vgl. Die WELT 2011 und Berliner Morgenpost 2010) für Obdachlose eingerichtet werden.

Gemeinnützig organisierte Sozialverbände und privatwirtschaftliche Pflegedienste bieten persönliche und telefonische Betreuung von Senioren an, bei denen sich u.a. regelmäßig nach dem Wohlbefinden der Personen informiert wird. Auch die Deutsche Post ermittelt im Pilotprojekt „Postpersönlich“ das wirtschaftliche und soziale Potential als ein entsprechender Dienstleister (Deutsche Post 2014). Über diesen Weg lassen sich u.a. ältere Menschen zur Aufnahme von Flüssigkeit während Hitzeperioden animieren.

Neben diesen eher top-down initiierten Formen zur Förderung des sozialen Zusammenhalts existieren auch primär bottom-up veranlasste Ansätze. Hierzu zählt u.a. das Urban Gardening, die gärtnerische Nutzbarmachung städtischer Brachflächen. Das gemeinschaftliche Gärtnern kann zum einen direkt dem Stadtklima zugutekommen, z. B. wenn Industrie- oder Gewerbebrachen entsiegelt und umgenutzt werden oder sogar als lokal bedeutsame Kaltluftproduktionsflächen fungieren (Abbildung 89). Zum anderen bieten die gemeinschaftlichen gärtnerischen Projekte auch Möglichkeiten mit vulnerablen Quartiersbewohner in Kontakt zu kommen und so ggf. Nachbarschaftshilfemodelle zu initiieren.



Abbildung 89: NeuLand – ein mobiler Gemeinschaftsgarten auf einer ehemaligen Industriebrache (Quelle: <http://www.neuland-koeln.de>)

Persönliche soziale Kontakte werden heute zunehmend durch Begegnungen in digitalen Medien ergänzt. Über soziale Netzwerke, Apps, Spiele etc. kann den Stadtbewohnern das Hitzeproblem zum einen anschaulich nahe gebracht werden, zum anderen besitzen diese Instrumente aber auch das Potential z. B. Nachbarn in Hot-Spots mit einander zu verknüpfen.

6.3.5.2 WIRKUNG DER MAßNAHME

Die quantitative Wirkung der (hier nicht abschließend) aufgezählten Maßnahmen war bisher noch kein Gegenstand wissenschaftlicher Forschung, was u.a. auch an methodischen Herausforderungen bei der empirischen Untersuchung liegen mag. So konnte keine Studie recherchiert werden, die sich beispielsweise mit der Vermeidung von hitzebezogenen Morbiditäten oder Mortalitäten durch soziale Prävention beschäftigt hat. Es kann aber begründet davon ausgegangen werden, dass die skizzierten Maßnahmen eine nicht zu unterschätzende Wirkung haben und nicht minder wichtig sind, als beispielsweise bauliche oder planerische Optionen.

6.3.5.3 BEISPIELE FÜR KARLSRUHE

Seit Sommer 2012 läuft in Karlsruhe das Modellprojekt „Gut versorgt daheim - Selbstbestimmt Wohnen ohne Betreuungspauschale im Rintheimer Feld“. Das innovative Quartiersmanagement setzt als Kooperation zwischen der AWO und der VOLKSWOHNUNG GmbH auf ein ganzheitliches soziales Quartierskonzept, das sich insbesondere auf ältere und damit besonders hitzevulnerable Menschen fokussiert. Über die Bildung und Stärkung sozialer Netzwerke können vulnerable Einzelpersonen identifiziert und von der Quartiersgemeinschaft gezielt unterstützt werden, sowohl in Alltagsdingen auch als bei der Bewältigung von Hitzewellen (Simon 2012).

Als Reaktion auf die Hitzewelle 2003 hat die LUBW ein eigenes Hitzewarnsystem für Pflegeeinrichtungen eingerichtet, an das rd. 1 400 Pflegeeinrichtungen in ganz Baden-Württemberg angeschlossen sind. In der Landeshauptstadt wurde mit HITWIS ein Projekt zur Optimierung der Hitzewarnung in Stuttgart initiiert, dessen Ergebnisse aller Voraussicht nach auf Karlsruhe übertragbar sind (Reuter 2013).



BLICKPUNKT
Gut versorgt daheim - selbstbestimmt wohnen ohne Betreuungspauschale im Rintheimer Feld



Das Süddeutsche Klimabüro hat mit der App „Dein Standort zum Klima – Orte in Karlsruhe“, ein modernes Instrument entwickelt, um die Karlsruher Bevölkerung für die Themen lokaler Klimaschutz und lokale Klimaanpassung zu sensibilisieren. Die App führt den Benutzer zu 11 klimatisch relevanten Orten. Als Gruppenerlebnis stärkt es die lokale Identität sowie das Verständnis für die Relevanz von Mitigation und Adaption und kann dadurch auch die „Klimaempathie“ gegenüber hitzevulnerablen Mitbürger erhöhen (KIT 2013). Eine Ergänzung durch Ergebnisse des Rahmenplans könnte die Qualität der App noch einmal steigern.

6.4 SYNERGIEN UND KONFLIKTE DER MAßNAHMEN MIT ANDEREN STÄDTISCHEN HANDLUNGSFELDERN

Der Rahmenplan hat zunächst den Blickwinkel eines städtebaulichen Fachplans zur Minderung von Hitze- stress. Folgt man dem in der Karlsruher Anpassungsstrategie an den Klimawandel gewählten Ansatz, hat er damit die Handlungsfelder Gesundheit und Stadtplanung/Stadtklima zum Gegenstand. Es ist allerdings zu erwarten, dass die im Rahmenplan vorgeschlagenen Maßnahmen auch Auswirkungen auf andere in der Anpassungsstrategie benannte Handlungsfelder haben können. Um die spätere planerisch-politische Abwägungsentscheidung zur Umsetzung der Maßnahmen bestmöglich vorbereiten zu können, erscheint daher auch eine thematisch integrative Betrachtung von potentiellen Synergien und Konflikten sinnvoll.

In einer Arbeitsgruppe des öffentlichen Workshops zum 1. Rahmenplanentwurf wurde dementsprechend das in den Kapiteln 0 bis 6.3 vorgestellte Maßnahmenportfolio auf potentielle Synergien und Konflikte mit nicht primär adressierten Handlungsfeldern analysiert sowie in Ansätzen auch darauf aufbauende Priorisierungsmöglichkeiten diskutiert. Basis für diese Diskussion war eine Kreuztabelle, in deren horizontaler Achse die 17 Maßnahmen¹² des Rahmenplans und in der Vertikalen 14 Handlungsfelder der Karlsruher Anpassungsstrategie (exklusive der Handlungsfelder Gesundheit und Stadtklima/Stadtplanung) abgebildet waren. Im Vorfeld der Arbeitsgruppe hatten alle Workshop-teilnehmer die Gelegenheit, über bis zu je 3 Klebepunkte die aus seiner/ihrer Sicht primären Konflikte (roter Klebepunkt) und Synergien (grüne Klebepunkte) kenntlich zu machen. Im Ergebnis ergibt sich ein leichtes Übergewicht des Synergie- (80 Punkte) gegenüber den Konfliktpotentialen (63 Punkte). Die kann als starkes Votum dafür gewertet werden, dass bei der Umsetzung der Maßnahmen eine integrative Betrachtung erfolgen sollte, um Chancen angemessen nutzen und Risiken frühzeitig erkennen und vermeiden zu können.

In der Arbeitsgruppe herrschte Einigkeit darüber, dass die Offenlegung von Synergien und Konflikten mit anderen Handlungsfeldern ein wichtiger Baustein für die Priorisierung der Einzelmaßnahmen des Rahmenplans darstellt. Darüber hinaus bestand aber auch Konsens darin, dass hierfür noch weitere Kriterien herangezogen werden müssen. Eine abschließende Auswahl konnte aus Zeitgründen jedoch nicht mehr erfolgen. Mit den Kriterien

- Effektivität
- Akzeptanz
- Vollkosten (Invest, Betrieb, vermiedene Kosten)

konnten aber zumindest zentrale Anhaltspunkte für den Priorisierungsprozess identifiziert werden. Diese könnten beispielsweise mit multikriteriellen Bewertungsverfahren miteinander verglichen werden.

¹² Zum Zeitpunkt des Workshops wichen die Maßnahmen in Benennung und innerer Logik geringfügig von der endgültigen Version mit 19 Maßnahmen ab. Die grundsätzlich Aussagekraft der Erkenntnisse des Workshops bleibt davon unberührt.



Abbildung 90: Ergebnis der Erhebung über Synergie- und Konfliktpotential zwischen Maßnahmen des Rahmenplans und Handlungsfelder aus der Karlsruher Anpassungsstrategie

6.4.1 HANDLUNGSFELDER MIT BESONDERS VIELFÄLTIGEN UND/ODER INTENSIVEN WECHSELBEZIEHUNGEN ZU DEN MAßNAHMEN DES RAHMENPLANS

In der Arbeitsgruppe herrschte Einigkeit darüber, dass von den Workshopteilnehmern insbesondere die Wechselbeziehungen zwischen dem Handlungsfeld Verkehr und den Maßnahmen des Rahmenplans als konfliktträchtig bewertet worden sind. 23 Konfliktpunkte stehen hier 2 Synergiepunkten gegenüber. Zwei Maßnahmen des Rahmenplans treten dabei besonders hervor. Zum einen sind dies die Reduktion anthropogener Wärmeemissionen (10 Konfliktpunkte). Da die Maßnahme zum Ziel hat, die Abwärme von Verbrennungsmotoren zu reduzieren (z.B. durch Verkehrsvermeidung oder durch den Umstieg auf Elektromobilität), wurden seitens der Arbeitsgruppenteilnehmer vermutet, dass vor allem die Einschränkung des mobilisierten Individualverkehrs (MIV) als Teilbereich des Verkehrs – und weniger der ÖPNV oder der Verkehrsträger Fahrrad – als konfliktär betrachtet wird. Neben dem MIV sehen die Workshopteilnehmer auch noch ein größeres Konfliktpotential zwischen dem Handlungsfeld Verkehr und der Maßnahme „Großräumige Grünanlagen /-verbindungen schaffen und schützen“ (6 Konfliktpunkte). Seitens der Arbeitsgruppenteilnehmer wurde dies mit konkurrierenden Raumnutzungsansprüchen in Verbindung gebracht. So könnte die Maßnahme beispielsweise mit dem Rückbau oder der Verengung von Straßen zu Gunsten von Grünflächen verbunden sein und damit die Erreichbarkeit bestimmter Teilräume in Karlsruhe erschweren.

Neben dem Verkehr haben die Arbeitsgruppenteilnehmer auch das Handlungsfeld „Gebäude“ als primäres Konfliktfeld identifiziert. Allerdings stehen hier 24 Konfliktpunkten auch 11 Synergiepunkte gegenüber. Im Endergebnis führt dies zu einer indifferenten Bewertung, bei dem das Konflikt- gegenüber dem Synergiepotential aber zu überwiegen scheint. Der stärkste Konflikt wurde mit der Maßnahme „Rückbau“ identifiziert (9 Konfliktpunkte). Die Arbeitsgruppenteilnehmer haben dies vor allem mit dem Verlust von Wohnraum in Verbindung gebracht, der angesichts der Wachstumsprognosen in den kommenden 20 Jahren in Karlsruhe aber dringend benötigt wird. Eine ähnliche Erklärung wurde den 3 Konfliktpunkten mit der Maß-

nahme „pocket parks schaffen“ zugewiesen. Hier besteht eine Konkurrenzsituation zwischen der angestrebten Nachverdichtung und der Schaffung von grünen und kühlen Rückzugsmöglichkeiten.

Ausschließliches Synergiepotential zum Handlungsfeld „Gebäude“ wird demgegenüber bei der Dachbegrünung gesehen (2 Synergiepunkte). Hier wird offensichtlich eine win-win Situation erwartet, die dahingehend interpretiert wurde, dass eine Dachbegrünung Regenwasser zurückhält und damit die Kosten der gesplitteten Abwassergebühr für den Grundstückseigentümer senkt. Zudem wurde seitens der Arbeitsgruppenmitglieder darauf hingewiesen, dass eine Dachbegrünung aufgrund ihrer abkühlenden Eigenschaft die Leistung von PV-Dachanlagen vergrößern kann.

Als für das Handlungsfeld Gebäude indifferent zu bewertende Maßnahmen wurden die energetische Gebäudesanierung, die Fassadenbegrünung und der sommerliche Wärmeschutz ermittelt. Seitens der Arbeitsgruppe wurde dies darauf zurückgeführt, dass hier z. T. nicht unerhebliche Investitionskosten eher mittel- bis langfristigen Einspareffekten durch geringere Heiz- bzw. Kühlkosten gegenüber stehen.

Über die primären Konfliktsituationen zwischen den Maßnahmen des Rahmenplans und den Handlungsfeldern Verkehr und Gebäude hinaus wurden von der Arbeitsgruppe noch einige weitere nachgeordnete Konfliktpotentiale mit den Handlungsfeldern Wald-/Forstwirtschaft (Freihaltung, Schaffung von Kaltluftleitbahnen) und Wirtschaft/Arbeitsleben (u.a. bei den Maßnahmen grüne Parkierungen schaffen und Kaltluftleitbahnen entwickeln/schützen) identifiziert.

Primäre Synergiepotentiale wurden von der Arbeitsgruppe insbesondere mit den inhaltlich eng verknüpften Handlungsfeldern Stadtgrün und Naturschutz/Biologische Vielfalt ermittelt. Insgesamt 31 Synergiepunkte stehen hier nur einem Konfliktpunkt gegenüber. Der Mehrwert der Rahmenplanmaßnahmen auf die beiden Handlungsfelder ist dabei offensichtlich vielfältig, da sich die Punkte auf diverse Maßnahmen verteilen. Ein besonders intensives Synergiepotential wird hierbei den Maßnahmen Kaltluftleitbahnen schützen und entwickeln sowie großräumige Grünflächen und -verbindungen schaffen zugeschrieben. Aber auch Maßnahmen wie die Entsiegelung, die Dach- und Fassadenbegrünung oder die Reduktion anthropogener Wärmeemissionen werden von den Workshopteilnehmern positiv für die o. g. Handlungsfelder bewertet. Insgesamt war ein solches Ergebnis von den Arbeitsgruppenteilnehmern erwartet worden, zielen die erwähnten Maßnahmen doch fast unmittelbar darauf ab, städtischen Grün zu erhalten oder zu entwickeln.

Als nachgeordnete Synergiepotentiale mit weniger eindeutigen aber dennoch relevanten Bewertungsergebnissen wurden von den Arbeitsgruppenteilnehmern noch die Handlungsfelder Tourismus und Freizeitverhalten (vor allem bezgl. der Maßnahmen großräumige Grünanlagen und Wasser im öffentlichen Raum), die Stadtentwässerung, Gewässer, Trinkwasser und Grundwasserbewirtschaftung (u.a. Entsiegelung und grüne Parkierungen), Gebäude (siehe Ausführungen oben) und Boden (vor allem bezgl. Entsiegelung) benannt.

Für die hier nicht diskutierten Handlungsfelder Landwirtschaft, Energieversorgung und Bevölkerungsschutz lässt sich aus dem Votum der Gesamtheit aller Workshopteilnehmer nach Ansicht der Arbeitsgruppe weder ein primäres noch ein nachgeordnetes Synergie- bzw. Konfliktpotential ableiten. Die Handlungsfelder verhalten sich demnach neutral gegenüber den Maßnahmen des Rahmenplans. Eine Zusammenfassung der Diskussionsergebnisse zeigt (Tabelle 11).

Tabelle 11: Primäre und nachgeordnete Konflikt- und Synergiepotentiale zwischen den Maßnahmen des Rahmenplans und den Handlungsfeldern der Karlsruher Anpassungsstrategie an den Klimawandel (Blickwinkel: Handlungsfelder)

Relevanz der Wechselwirkung	Maßnahmen weisen Konfliktpotential auf mit den Handlungsfeldern	Maßnahmen weisen Synergiepotential auf mit den Handlungsfeldern
Primär	Verkehr, Gebäude	Stadtgrün, Naturschutz/Biodiversität
Nachgeordnet	Wald- und Forstwirtschaft, Wirtschaft und Arbeitsleben	Tourismus und Freizeitverhalten, Stadtentwässerung, Gewässer, Trinkwasser und Grundwasserbewirtschaftung, Gebäude, Boden
neutral	Landwirtschaft, Energieversorgung, Bevölkerungsschutz	

6.4.2 MAßNAHMEN MIT BESONDERS VIELFÄLTIGEN UND/ODER INTENSIVEN WECHSELWIRKUNGEN MIT DEN HANDLUNGSFELDERN AUS DER KARLSRUHER ANPASSUNGSSTRATEGIE

Zwei Maßnahmen weisen nach der Interpretation der Arbeitsgruppe intensive, einseitig negative Wechselwirkungen mit nicht durch den Rahmenplan adressierten Handlungsfeldern auf („primäres Konfliktpotential“). Hierbei handelt es sich zum einen um den Rückbau von Gebäuden. Neben Fragen zu Eigentum und Entschädigungen wurde hier von den Workshopteilnehmern vermutlich ein Bezug zu fehlendem Wohnraum in Karlsruhe hergestellt. Zum anderen wird die Maßnahme „Reduktion von Anthropogenen Wärmeemissionen“ überwiegend mit negativen Wechselwirkungen insbesondere mit den mobilisierten Individualverkehr in Verbindung gebracht. Mit der Entsiegelung und der Dachbegrünung stehen den beiden konfliktträchtigsten Maßnahmen auch zwei Maßnahmen mit eindeutig positiven Wechselwirkungen mit nicht durch den Rahmenplan adressierten Handlungsfeldern gegenüber. Beide weisen Synergiepotential in vier anderen Handlungsfeldern auf (vgl. jeweils Kapitel 6.4.1).

Über diese wenigen Maßnahmen mit primären, also eindeutigen Konflikt- und Synergiepotentialen hinaus, bestehen für diverse Maßnahmen nachgeordnete Wechselwirkungen mit nicht unmittelbar durch den Rahmenplan adressierten Handlungsfeldern. Auffällig ist dabei, dass fast die Hälfte der Maßnahmen von den Workshopteilnehmern sowohl mit Synergie- als auch mit Konfliktpotentialen verbunden wird (vgl. Tabelle 12).

Das Ergebnis verdeutlicht, dass Entscheidungen zur Förderung bzw. Umsetzung eines Großteils der Maßnahmen des Rahmenplans eines intensiven Abwägungsprozesses bedürfen. Dabei müssen die zu erwartenden positiven Wirkungen den erwartbaren negativen gegenübergestellt und gegeneinander abgewogen werden.

Tabelle 12: Primäre und nachgeordnete Konflikt- und Synergiepotentiale zwischen den Maßnahmen des Rahmenplans und den Handlungsfeldern der Karlsruher Anpassungsstrategie an den Klimawandel (Blickwinkel: Maßnahmen)

Relevanz der Wechselwirkung	Maßnahmen, die ein relevantes Konfliktpotential mit anderen Handlungsfeldern aufweisen	Maßnahmen, die ein relevantes Synergiepotential mit anderen Handlungsfeldern aufweisen
Primär	Rückbau, Anthropogene Wärmeemissionen reduzieren	Entsiegelung, Dachbegrünung
Nachgeordnet	Kaltluftleitbahnen und –entstehungsgebiete schaffen und schützen, Großräumige Grünanlagen und –verbindungen schaffen und schützen, Grüne Parkierungen schaffen, Pocket-parks schaffen, Energetische Gebäudesanierung, Fassadenbegrünung, sommerlicher Wärmeschutz	Kaltluftleitbahnen und –entstehungsgebiete entwickeln, Großräumige Grünanlagen und –verbindungen schaffen und schützen, Fassadenbegrünung, sommerlicher Wärmeschutz, Energetische Gebäudesanierung, Grüne Parkierungen schaffen, Pocket-parks
neutral	Fließ- und Standgewässer weiterentwickeln, sozial-ökologische Infrastruktur schaffen, Oberflächenbede erhöhen, Wasser im öffentlichen Raum etablieren	

7. Maßnahmenpakete für Hot-Spot-Quartiere und deren Übertragbarkeit

In Kapitel 1 wurden 19 Einzelmaßnahmen zur Reduzierung des urbanen Hitzestresses mit ihren Wirkungen, Synergien und Konflikten grundlegend beschrieben. In den folgenden Teilkapiteln werden für die vulnerabelsten Quartiere¹³ der relevanten Karlsruher Stadtstrukturtypen aus diesen Einzelmaßnahmen individuelle, raumkonkrete Maßnahmenpakete abgeleitet. Eine entsprechende Übersicht zeigt Tabelle 13. Die Zusammenstellung verdeutlicht, dass teilweise erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Maßnahmenpaketen bestehen. So sind keine der Portfolios absolut identisch. Allerdings sind einige Maßnahmen (z. B. M07 Entsiegelung oder M16 Dachbegrünung) sehr viel öfter Bestandteil der Pakete als andere (z. B. M06 Rückbau), was als Indikator für deren jeweilige Potentiale in Karlsruhe gewertet werden kann.

Tabelle 13: Kreuztabelle – Maßnahmenpakete je Hot-Spot / Stadtstrukturtyp

SST	Bezeichnung	M04	M06	M07	M08	M09	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19
01	Geschlossener Blockrand	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
02	Offener Blockrand		x	x	x	x	x	x		x			x	x	x	x
03	Zeilenbebauung		x	x	x		x	x		x		x	x	x	x	x
04	Ortskern			x	x		x	x	x	x		x	x	x		x
05	MFH			x	x		x		x	x		x	x		x	x
08	Wohnhochhäuser			x	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x
09	Großstrukturen			x	x	x			x		x		x	x	x	
10	Gewerbe	x		x	x	x	x		x			x	x		x	x
11	Industrie	x		x	x	x	x		x			x	x	x	x	x

Die Maßnahmen M01, M02, M03 und M05 stellen übergeordnete Maßnahmen dar, die gesamtstädtisch betrachtet werden müssen und daher hier nicht aufgeführt sind

Die Pakete beziehen sich zunächst einmal ausdrücklich ganz konkret auf die spezifische Situation in den jeweiligen Hot-Spot-Quartieren, stellen also individuelle Kombinationen dar. Darüber hinaus sollen sie als repräsentative Instanzen aber auch die Funktion einer Leitlinie für den gesamten jeweiligen Stadtstrukturtyp erfüllen. Das bedeutet, dass die identifizierten Maßnahmenpakete auf einen überwiegenden Teil der Quartiere desselben Stadtstrukturtyps mit möglichst geringem Anpassungsbedarf übertragbar sein sollten.

Aufgrund der großen Anzahl (650) und einem vereinzelt hohen Individualitätsgrad der Quartiere ein und desselben Stadtstrukturtyps konnte diese Hypothese im Projekt allerdings nicht im Detail geprüft werden. Es kann aber begründet davon ausgegangen werden, dass trotz eines generell hohen Übereinstimmungsgrades einzelne Quartiere existieren, deren Rahmenbedingungen sich mehr oder weniger stark von denen des „Leitquartiers“ unterscheiden und dort somit ein anderes Maßnahmenpaket sinnvoll ist.

¹³ Diese Hot-Spots wurden im ersten Teil des Projektes identifiziert und sind nicht Bestandteil dieses Berichtes (vgl. Stadt Karlsruhe 2013)

Die grundsätzliche Übertragbarkeit der einzelnen Maßnahmenpakete und damit ihre gesamtstädtische Relevanz hängen also als ganz entscheidend von der inneren Vielgestaltigkeit des betrachteten Stadtstrukturtyps ab. Um den kommunalen Entscheidungsträgern die Einschätzung der Transferierbarkeit zu erleichtern, schließt jedes Unterkapitel mit einer Übersicht zur „Diversifizierungsspannweite“ des SST. Tabelle 14 fasst die daraus ableitbaren Erkenntnisse zur Übertragbarkeit der Maßnahmenpakete zusammen.

Tabelle 14: Einschätzung der Übertragbarkeit der Maßnahmenpakete für die Hot-Spots auf alle Quartiere des jeweiligen Stadtstrukturtyps (Spannweite: schlecht – mittelmäßig – gut)

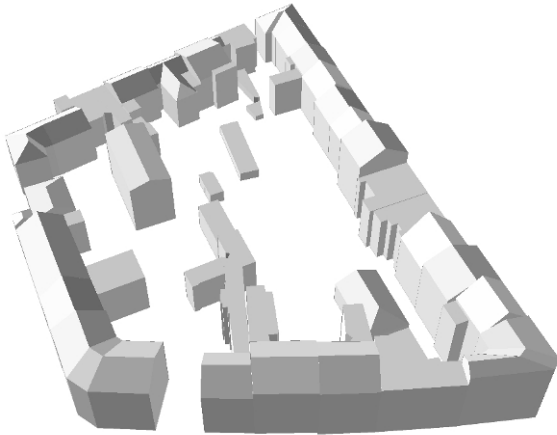
SST	Bezeichnung	Übertragbarkeit Maßnahmenpakete
01	Geschlossener Blockrand	gut
02	Offener Blockrand	gut
03	Zeilenbebauung	gut
04	Ortskern	mittelmäßig
05	MFH	gut
08	Wohnhochhäuser	gut
09	Großstrukturen	weniger gut
10	Gewerbe	mittelmäßig
11	Industrie	mittelmäßig

Zusammenfassend wird die Empfehlung ausgesprochen, bei zukünftigen Planungs- bzw. Sanierungsentscheidungen die betreffenden Quartiere unter Berücksichtigung der Maßnahmenpakete des zugehörigen „Leitquartiers“ und ihrer tendenziellen Übertragbarkeit individuell zu behandeln. Eine Priorisierung, welche Maßnahmen innerhalb eines Quartiers ggf. vorrangig umgesetzt werden sollten, war nicht Gegenstand und Ziel des Projektes. Nichtsdestotrotz wird sich diese Frage vermutlich im konkreten Entscheidungs- bzw. Planungsfall zukünftig stellen. Anhand folgender Kriterien und mithilfe von multikriteriellen Bewertungsverfahren (z. B. Hasse-Diagramm-Technik, Nutzwertverfahren, Kosten-Nutzen-Analyse) können die entsprechenden Entscheidungsprozesse unterstützt werden:

- Flächenpotential,
- Wirksamkeit,
- Kosten,
- Akzeptanz,
- technische Umsetzbarkeit,
- Synergien und Konflikte mit anderen Stadtentwicklungszielen

7.1 HOT-SPOT DES STADTSTRUKTURTYPUS 01 „GESCHLOSSENE BLOCKRANDBEBAUUNG“

Die geschlossene Blockrandbebauung ist die typische innerstädtische Bauform in Karlsruhe und geht zu-
meist auf die Gründerzeit (1840-1920) zurück. Alle Seiten eines Blocks sind typischerweise durch Gebäude



geschlossen, wodurch sich in ihrer Mitte ein Innenhof bildet. Die Innenhöfe standen ursprünglich allen Quartiersbewohnern gleichberechtigt für eine extensive Nutzung zur Verfügung. Im Zuge der Behebung von Kriegsschäden ab den 1950er Jahren sowie der modernen Stadtentwicklung ist es mittlerweile z.T. zu einer baulichen Nachverdichtung bzw. einer freiraum-planerischen Aufwertung (z.B. durch Spielplätze) der Höfe gekommen. Die Quartiere haben also seit ihrer Entstehung einige Ergänzungen und Transformationen durchlaufen, konnten ihren ursprünglichen Charakter aber weitgehend erhalten.

In Karlsruhe wohnen rund 80.000 BürgerInnen in einer geschlossenen Blockrandbebauung. 32 der 47 Quartiere weisen bereits heute eine hohe bioklimatische Belastung auf, bis zur Mitte des Jahrhunderts steigt die Zahl auf 45. Die Werte verdeutlichen die hohe Bedeutung des Strukturtypen innerhalb der Stadtstruktur.

7.1.1 CHARAKTERISIERUNG UND VULNERABILITÄT DES QUARTIERS

Das gut 11 ha umfassende Hot-Spot Quartier des Stadtstrukturtypen „geschlossener Blockrand“ liegt im Norden der Südweststadt zwischen den stark frequentierten Straßen Brauer -, Kriegs- und Karlstraße. Es wird durch die Gartenstraße in einen südlichen Teil mit vier Baublöcken und einen nördlichen Teil mit drei Baublöcken gegliedert (Abbildung 91). Von den insgesamt sieben Blöcken stellen vier Blockrandbebauungen in ihrer ursprünglichen Form dar. Bei den übrigen Dreien wird die geschlossene Bauweise auf mindestens einer der vier Blockseiten unterbrochen, ohne dadurch den Charakter des Strukturtypen entscheidend zu verändern. Das gesamte Quartier ist im Flächennutzungsplan als besonderes Wohngebiet (WB) festgeschrieben. Es ist größtenteils von Quartieren desselben Typs umgeben, im Südwesten schließt sich eine Großstruktur (u.a. mit der Agentur für Arbeit, Generalbundesanwaltschaft und der Hochschule für Gestaltung) an.

Bauliche Besonderheiten im Quartier stellen vor allem drei Wohnhochhäuser im nordwestlichen bzw. südöstlichen Teilquartier, zwei einzeln stehende Stadtvillen (von denen eine als Seniorenresidenz genutzt wird) im mittleren nördlichen Teilquartier sowie der größere 1970er Jahre Bau an der Redtenbacherstraße (südöstliches Teilquartier), in dem diverse Bildungseinrichtungen untergebracht sind, dar.



Abbildung 91: Räumliche Lage und Abgrenzung des Hot-Spot-Quartiers „geschlossener Blockrand“

Abgesehen von diesen für den Strukturtyp untypischen Bauten besteht das gesamte Quartier überwiegend aus vier- oder fünfgeschossigen Wohngebäuden der Gründerzeit mit Nachkriegsergänzungen. Oberhalb der zuweilen mischgenutzten Erdgeschosse (Gewerbe, Handel, Büros, Praxen, Gastronomie, Wohnen) überwiegt die Nutzung als Miets- bzw. Eigentumswohnhäuser. Vereinzelt kommen auch Geschäftshäuser vor. Die Innenhöfe der Baublöcke sind zum Teil bebaut (Wohnhäuser, Garagen, Kleingewerbe,...). Restflächen sind größtenteils begrünt. Vereinzelt finden sich zusätzliche Fassadenbegrünungen (Abbildung 92). Allen Teilquartieren ist gemein, dass umfassende energetische Sanierungen bisher nur sehr vereinzelt stattgefunden haben und sie in jüngerer Vergangenheit nicht Bestandteil eines Sanierungsgebietes gewesen sind.



Abbildung 92: Impressionen aus dem Hot-Spot Quartier des Stadtstrukturtyp 01 „geschlossener Blockrand“; Links oben: Blick in eine typische Querstraße, die zwei Blockrandbebauungen voneinander trennt; rechts oben: Blick in einen begrünten Innenhof; links unten: mit Garagen versiegelter Blockinnenhof (Vordergrund) und Blockrandbebauung mit Fassadenbegrünung (Hintergrund)

Neben der oben erwähnten Seniorenresidenz „Acabelle de Fleur“ befinden sich im Quartier noch zwei weitere klimasensible Nutzungen: Das Altenpflegeheim „Friedensheim“ in der Redtenbacher Straße (südöstliches Teilquartier) sowie der evangelische Kindergarten in der Friedenstraße. Trotz der beiden Seniorenheime handelt es sich bei dem Quartier bzw. der gesamten Südweststadt um einen vergleichsweise jungen Stadtteil mit einem relativ großen Anteil an Kleinkindern, so dass die bioklimatischen Risikogruppen hier heute und auch zukünftig einen bedeutenden Anteil an der Quartiersbevölkerungen aufweisen werden.

Zwar stehen den 2.400 EinwohnerInnen des Quartiers mit dem Sonntags- und Archivplatz zwei kleinere Grün- bzw. Freiflächen in unmittelbarer Nähe zur Verfügung, echte Erholungsflächen für den Hitzestress am Tage wie die Nottingham- und die Lina-Sommer-Anlage im Nordwesten, der Stadtgarten im Südosten oder der Schlossgarten im Norden können jedoch insbesondere von der älteren Bevölkerung – die einen Quartiersanteil von 15% ausmacht - mit vertretbarem Aufwand nicht erreicht werden. Insgesamt kann die Vulnerabilität des Quartiers und seiner Bewohner gegenüber Hitzeereignissen als sehr hoch bewertet werden (Tabelle 15).

Tabelle 15: Charakterisierung der Vulnerabilität des Hot-Spot-Quartiers „geschlossener Blockrand“

Kriterium	Gegenwart	2050
bioklimatische Belastung am Tage	Hoch	Sehr hoch
bioklimatische Belastung in der Nacht	Hoch	Sehr hoch
hochwertige Grünfläche erreichbar	nein	unbekannt
Anteil Senioren (gesamter Stadtteil)	14,6%	2030: 14,9%
Anteil Kleinkinder >6 Jahre (gesamtes Stadtviertel)	5,7%	keine Daten
Bevölkerungsdichte (gesamter Stadtteil)	6.971 Ew/km ²	2030: 7.511 Ew/km ²
energetischer Gebäudestandard	eher gering	unbekannt
sensible Nutzungen	1xKindergarten, 2xSeniorenheim	unbekannt
Vulnerabilität	Sehr hoch	

7.1.2 KLIMAÖKOLOGISCHE SITUATION IM QUARTIER

Aus dem Zusammenspiel der kernstädtischen Lage in Verbindung mit einem hohen Versiegelungsgrad bzw. Baukörpervolumen und einem vergleichsweise großen Abstand zu stadtklimatisch wirksamen Grünflächen, ergibt sich für das gesamte Quartier eine im Vergleich zum restlichen Stadtgebiet (und auch zum restlichen Bundesgebiet) eine hohe (2050: sehr hohe) bioklimatische Belastung (Abbildung 93). So treten im Gebiet im Jahresmittel gegenwärtig an bis zu 55 Tagen (2050: ca. 65 Tage) Situationen auf, an denen ein durchschnittlicher Mensch Hitzestress empfindet. Zusätzlich treten durchschnittlich 8 (2050: 10) Tropennächte auf, die eine Erholung des hitzestressen Organismus erschweren können.

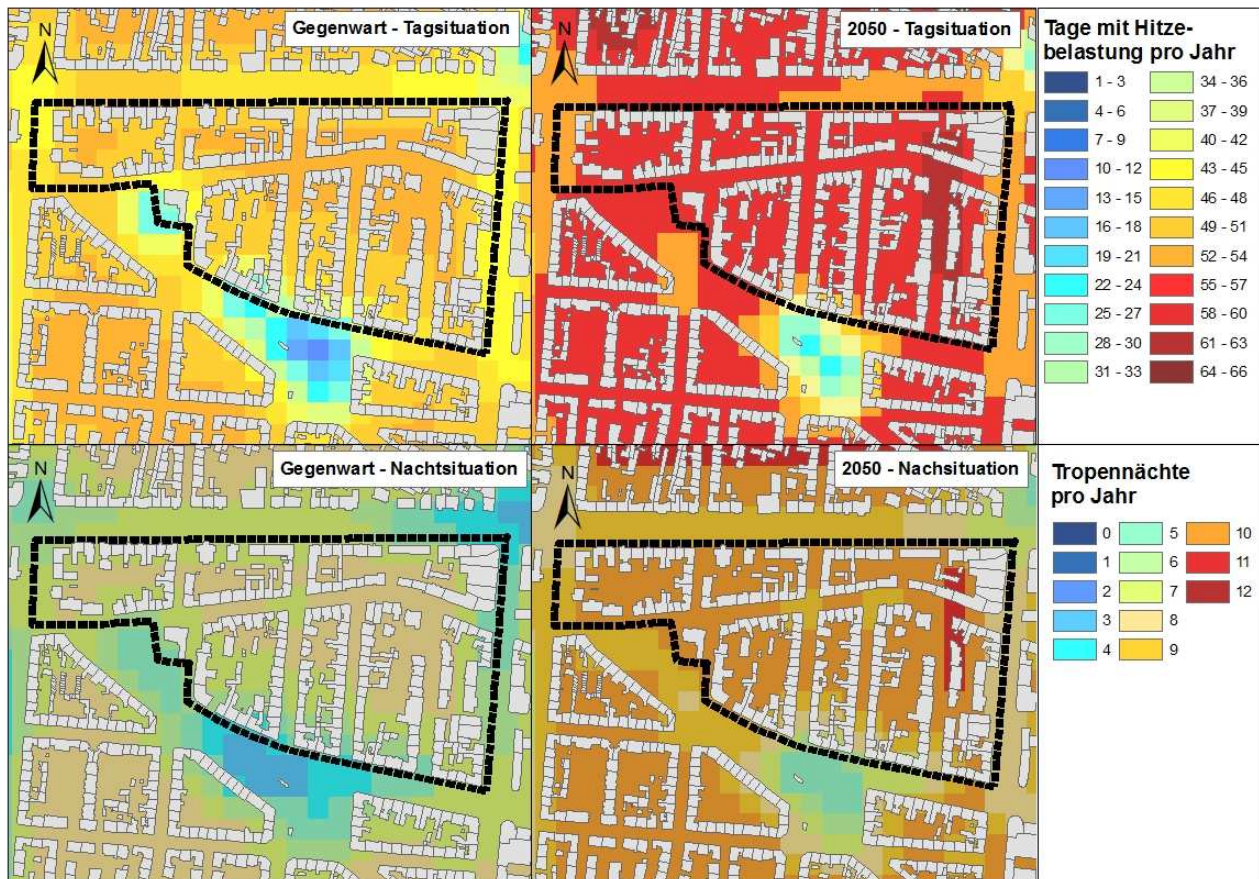


Abbildung 93: Gegenwärtige und zukünftige bioklimatische Belastung in dem Hot-Spot-Quartier des Stadtstrukturtyps „geschlossener Blockrand“

Wie Abbildung 94 zeigt, ist eine meso- bzw. mikroklimatische Dynamik, die während der aus bioklimatischer Sicht problematischen autochthonen Hochdruckwetterlagen Kaltluft in das Quartier transportieren könnte in seiner unmittelbaren Umgebung quasi nicht vorhanden. Relevante Mengen an Kaltluft werden erst wieder im Stadtpark (Südosten) bzw. in und um die Günter-Klotz-Anlage produziert. Die entsprechenden Flurwinde erreichen das Hot-Spot-Quartier aufgrund der dichten Bebauung in Verbindung mit einem schwach ausgeprägten Geländegefälle allerdings nicht. Folglich ist eine Abkühlung des Quartiers von außen unter den gegebenen Stadtstrukturen nicht möglich, so dass sich die Anpassungsmaßnahmen auf das Quartier selbst konzentrieren müssen.

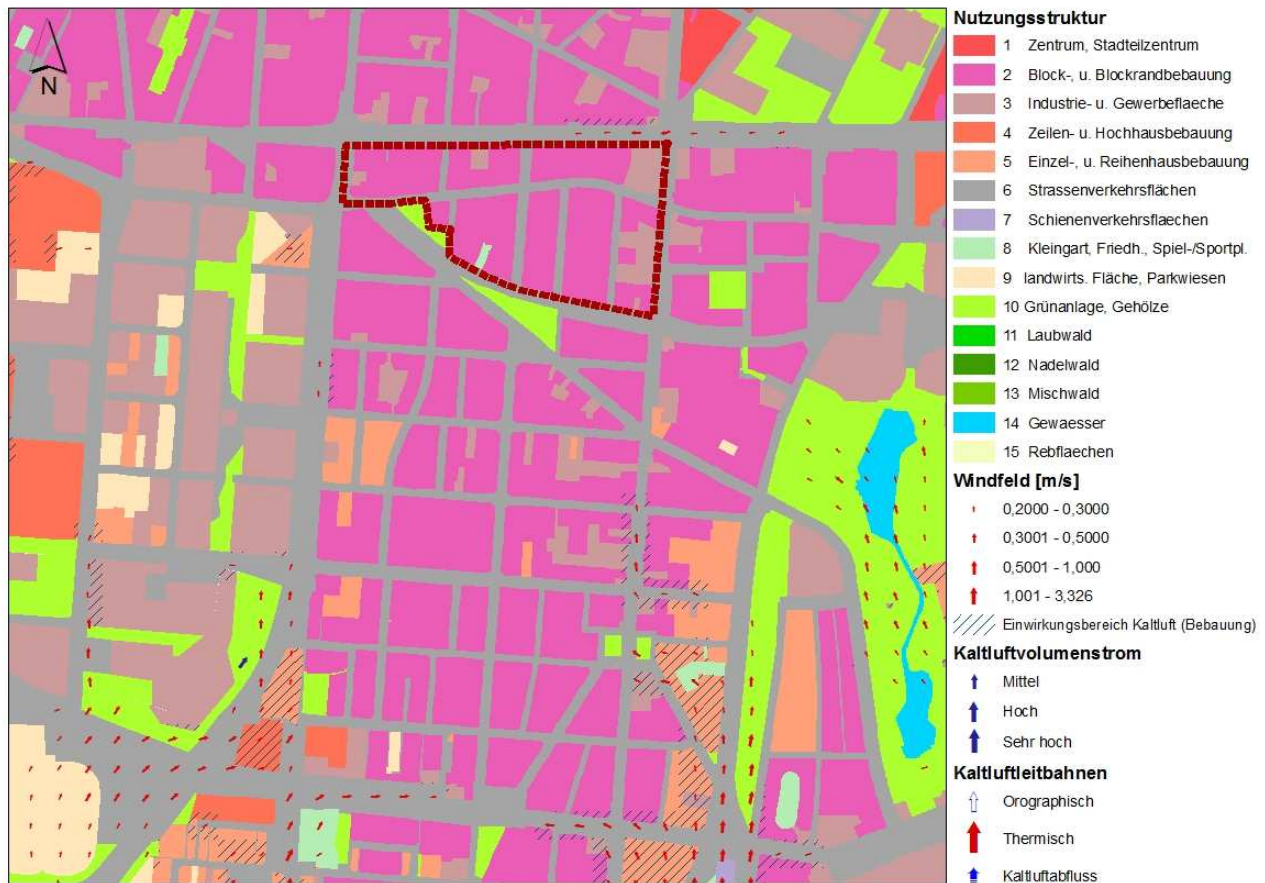


Abbildung 94: Stadtklimatische Situation im Umfeld des Hot-Spot-Quartiers „geschlossener Blockrand“

7.1.3 QUARTIERSPEZIFISCHES MASSNAHMENPAKET

Die Anpassungsmaßnahmen in diesem Quartier konzentrieren sich zum einen auf Eingriffe an den Gebäuden selbst, wie z.B. energetische Gebäudesanierung, Fassaden- und Dachbegrünung oder sommerlicher Wärmeschutz. Bei den gebäudespezifischen Maßnahmen ist jedoch häufig zu prüfen, inwieweit der Denkmalschutz berücksichtigt werden muss. Zum anderen spielen vor allem die Innenhöfe der Blockrandbebauungen eine wichtige Rolle: Durch Entsiegelung, Verschattung und die Einrichtung von Pocket-Parks und erlebbarem Wasser im öffentlichen Raum entstehen kleinere, insbesondere fußläufig sehr gut eingebundene Entlastungsflächen, die den Bewohnern neben den bioklimatischen Vorteilen auch Räume mit hoher Aufenthaltsqualität zur Verfügung stellen. Die Pocket-Parks als Treffpunkte erzeugen außerdem potenzielle Möglichkeiten zu sozialer Interaktion und damit verbunden auch die Kopplung ergänzender gesellschaftlicher Maßnahmen. Grüne Parkierungen und grüne Gleistrassen entlang der Blockränder leisten einen zusätzlichen Beitrag zur Reduktion der Oberflächentemperatur im Straßenraum. Folgende Auffälligkeiten und Besonderheiten finden sich im Hot-Spot-Quartier des SST 01 - geschlossene Blockrandbebauung:

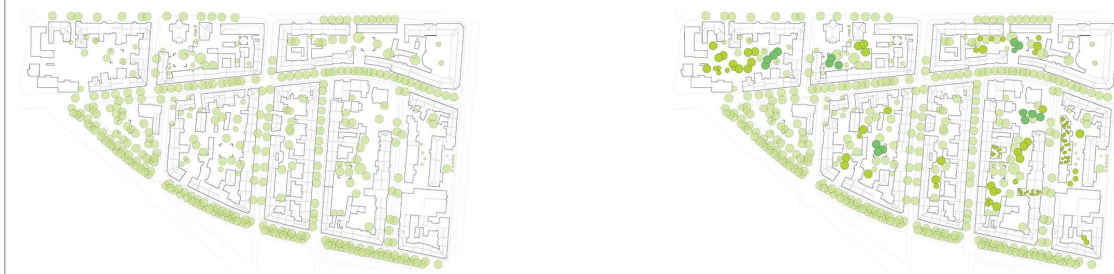
- **Entsiegelung und Begrünung:** In vielen Innenhöfen schlummert noch Potenzial zur Entsiegelung und klimaoptimierten Gestaltung. Hier liegt die Herausforderung in der Aktivierung der Eigentümer.
- **Pocket-Park:** Die zur Villa Reiss gehörende und als Parkplatz genutzte Fläche an der Redtenbacherstraße könnte in Hitzeperioden die Funktion eines Pocket-Parks übernehmen. Allerdings müsste ein Modell gefunden werden, wie die an sich halbprivate Nutzung einen halböffentlichen, zugänglichen Charakter bekommen könnte.
- **Erlebbares Wasser Im Öffentlichen Raum:** Eine geeignete Fläche für die Installation erlebbaren Wassers könnte der Spielplatz am Archivplatz darstellen. Hier könnte die Maßnahme mit besonderen Spielmöglichkeiten für bestimmte Altersgruppen kombiniert werden.
















ANWENDUNG

GARTENSTRAÙE



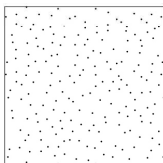
MAßNAHMEN



- | | | |
|--|--|--|
|  Baumbestand heute |  Vorschlag neue Bäume |  Bäume Innenhofbegrünung |
|  M07 Entsiegelung |  M13 erlebbares Wasser im öffentlichen Raum |  M 15 energetische Gebäudesanierung |
|  M08 grüne Parkierung |  M 16 Dachbegrünung |  M 12 Erhöhung der Oberflächen-Albedo |
|  M09 Verschattung von Straßen, Plätzen und Gebäuden |  M17 Fassadenbegrünung |  M 03 Anbindung an Entlastungsflächen |
|  M11 Innen-/Hinterhofbegrünung |  M 18 sommerlicher Wärmeschutz an Gebäuden |  M14 Grüngleise |

FLÄCHEN

Entsiegelung
19375 m²



grüne Parkierung
8215 m²



Dachbegrünung
2197 m²



Abbildung 95: instanzspezifische Maßnahmenanwendung des Stadtstrukturtyps 01 „geschlossener Blockrand“

ZOOM IN

M 1:1000



Abbildung 96: detaillierter Ausschnitt der Maßnahmenanwendung

HEUTE



- | | | | |
|---|--------------------------------|---|-------------------|
|  | versiegelte Flächen |  | Grüne Parkierung |
|  | Grünflächen Bestand |  | Dachbegrünung |
|  | Bäume Bestand |  | Fassadenbegrünung |
|  | Bäume neu/ entsiegelte Flächen |  | Pocket-Parks |

Abbildung 97: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 01 „geschlossener Blockrand“ – heutige Situation

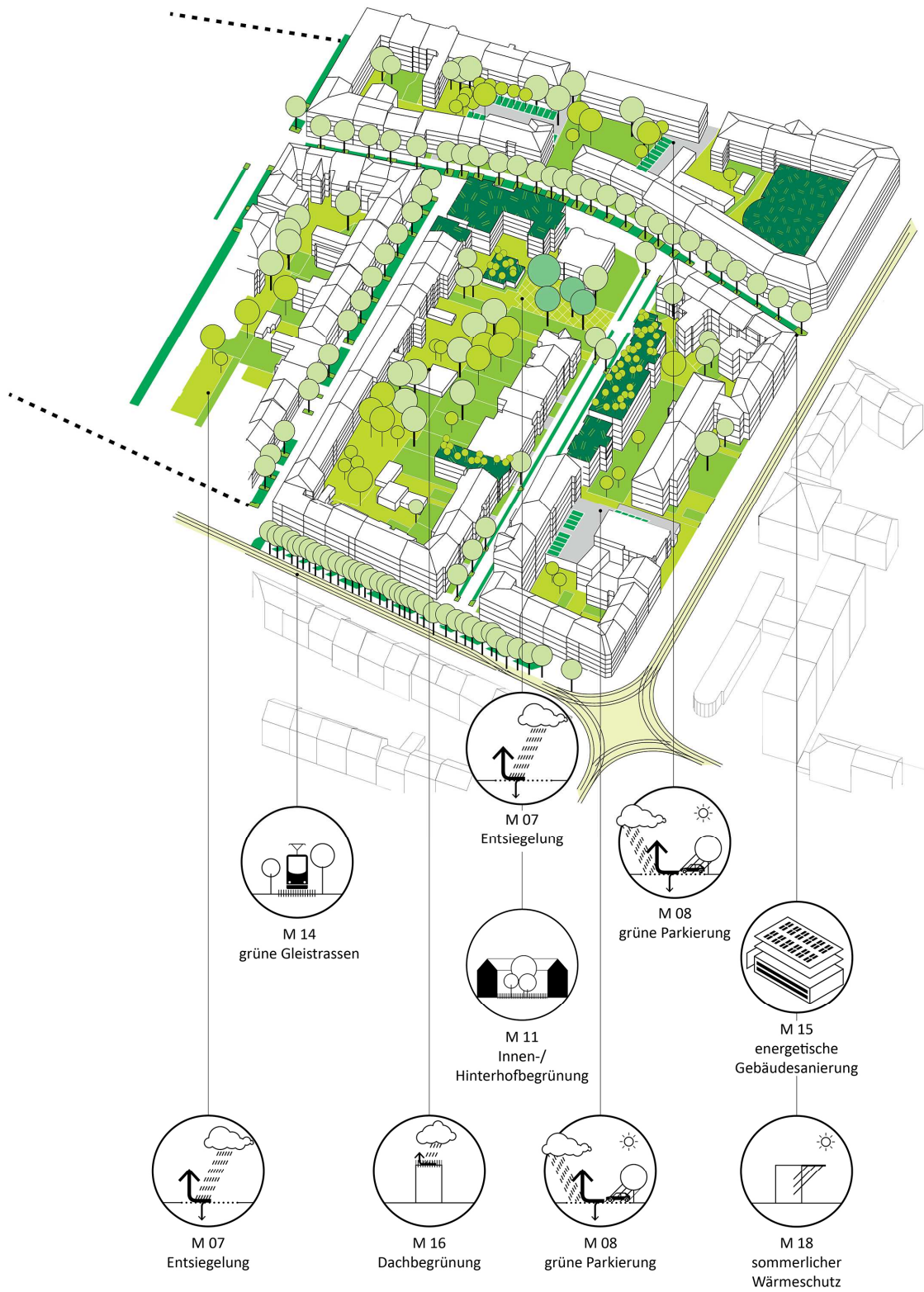


Abbildung 98: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 01 „geschlossener Blockrand“ – Situation mit Maßnahmen

7.1.4 ÜBERTRAGBARKEIT DER MASSNAHMEN

Im Prinzip eignen sich alle in diesem Paket enthaltenen Maßnahmen gut für eine Übertragung auf die anderen betroffenen Quartiere desselben Stadtstrukturtyps. Sehr von den individuellen Gegebenheiten (Ausgestaltung, Denkmalschutz, ...) abhängig und daher bedingt übertragbar sind die Maßnahmen „Erhöhung der Oberflächen-Albedo“, „Dachbegrünung“ und „Fassadenbegrünung“. Ebenso ist die „Neueinrichtung von Pocket-Parks“ zu prüfen, da die Möglichkeiten einer Umsetzung in den Quartieren teils stark voneinander abweichen. Als zusätzliche Maßnahme zum quartierspezifischen Maßnahmenpaket kann in einigen stark nachverdichteten Blockinnenbereichen M 06 „Rückbau“ erwogen werden.

Abbildung 99 kann die Lage der betroffenen Instanzen des Stadtstrukturtyps und des Hot-Spots entnommen werden. Eine Auswahl der Instanzen ist untenstehend abgebildet.

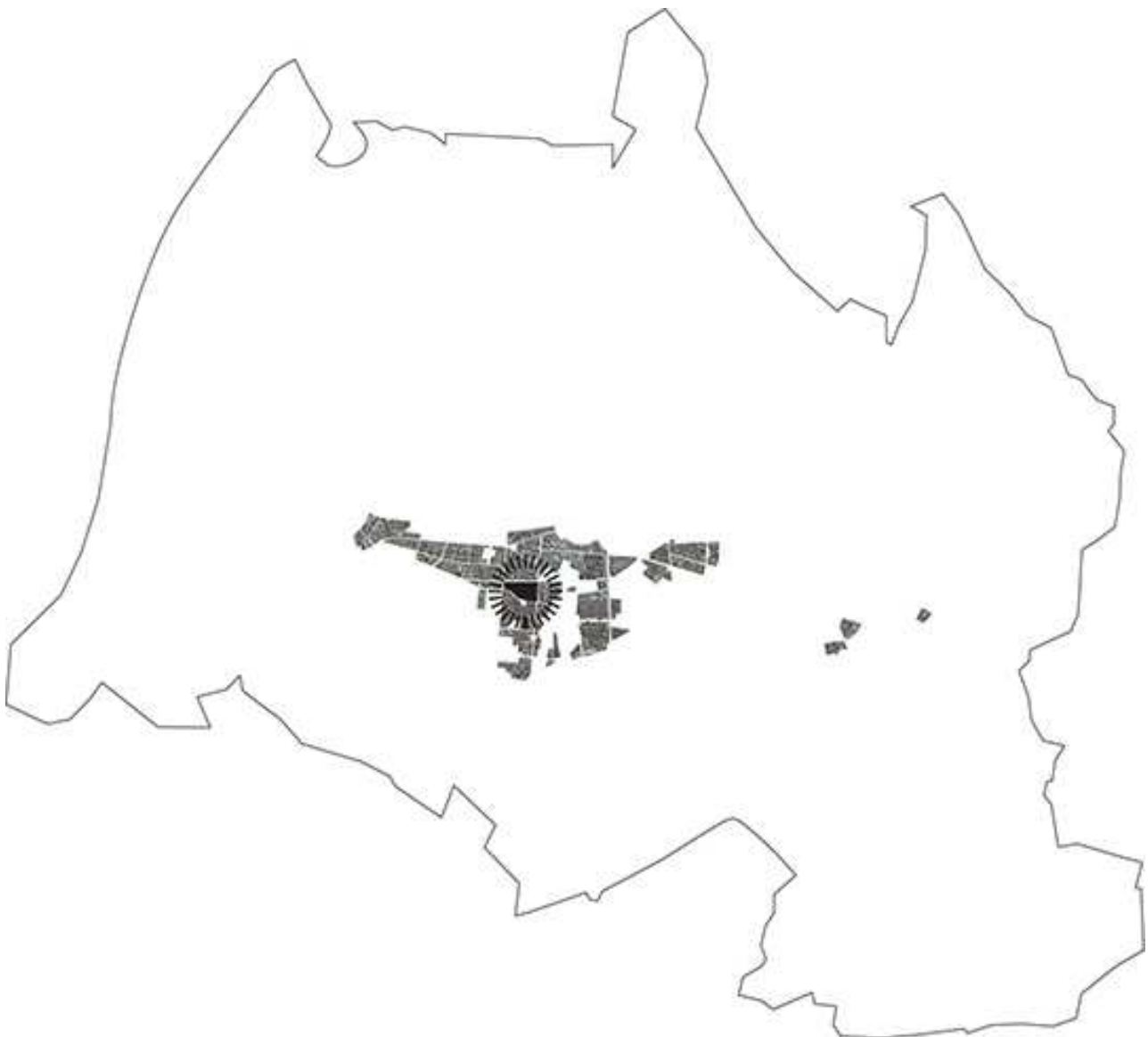


Abbildung 99: Verortung der Instanzen des Stadtstrukturtyps 01 „geschlossene Blockrandbebauung“

Folgende exemplarische Instanzen zeigen in ihrer Individualität die mögliche Spannweite der Diversität innerhalb des Stadtstrukturtyps 01 „Geschlossener Blockrand“:

Bereich Kaiserstraße:

- schmale Straßenquerschnitte
- stark versiegelte Oberflächen
- kein Grün im Straßenraum
- Innenhöfe teilweise begrünt
- überwiegende Geschäfts- und Büronutzung

Bereich Stephaniensstraße:

- moderate Bebauungsstruktur im Blockinnenbereich
- schmale Straßenquerschnitte
- schützenswerter Grünraum in den Innenhöfen

Bereich Werderplatz:

- dichtere Bebauungsstruktur
- schmale Straßenquerschnitte
- kein Grün im Straßenraum
- Innenhöfe stark bebaut und versiegelt
- überwiegende Wohnnutzung

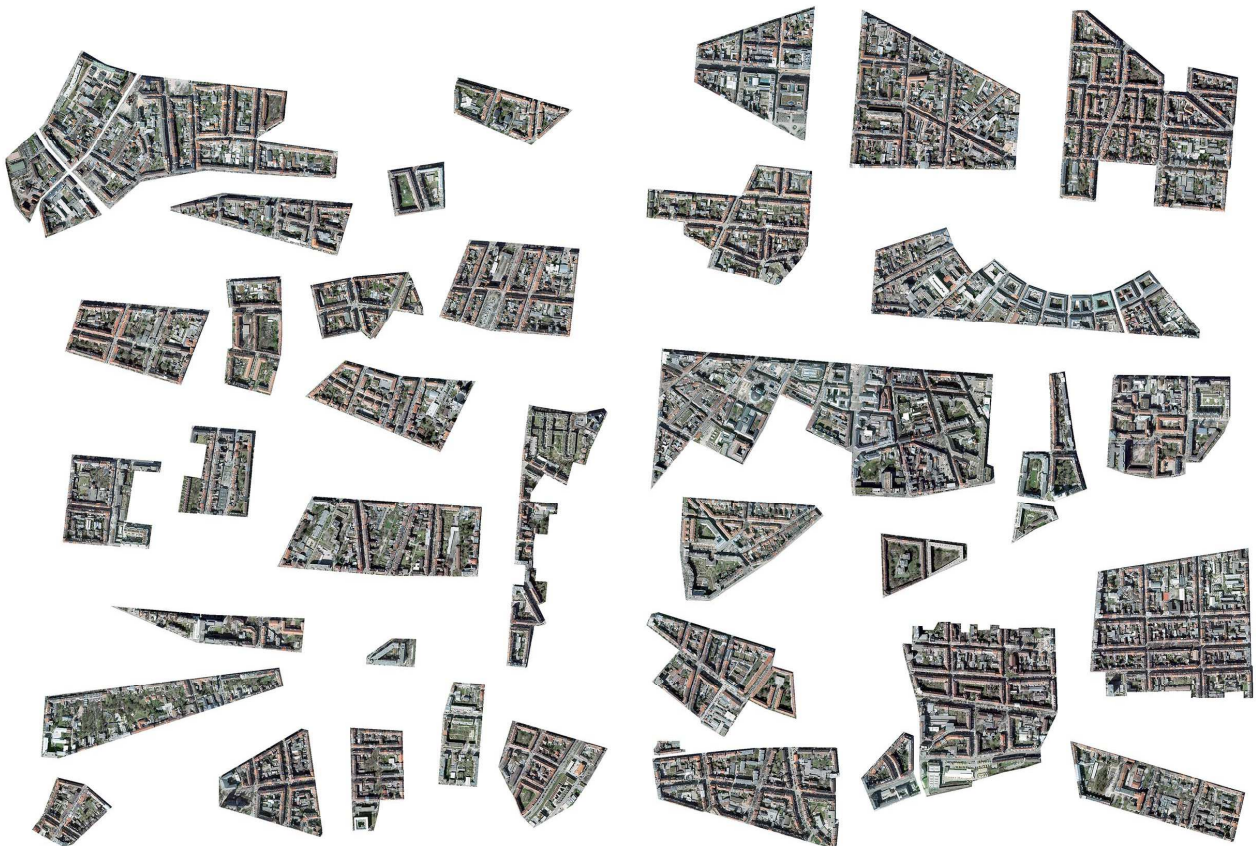
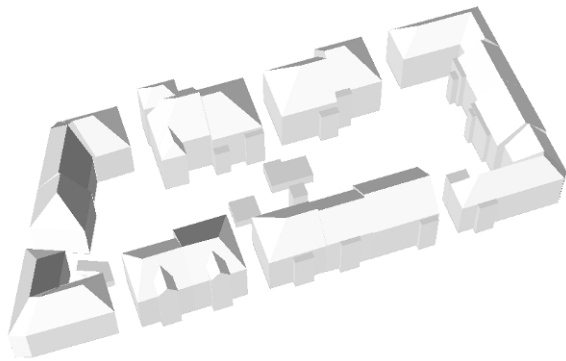


Abbildung 100: Instanzen des Stadtstrukturtyps 01 „geschlossene Blockrandbebauung“

7.2 HOT-SPOT DES STADTSTRUKTURTYP 02 „OFFENE BLOCKRANDBEBAUUNG“

Die offene Blockrandbebauung ist die typische Bebauungsform an den Rändern der Karlsruher Innenstadt (Entstehungszeit: ca. 1890 bis 1940). Zwar sind auch hier die Hauptgebäude an den Blockrändern positioniert, im Gegensatz zum geschlossenen Blockrand stehen die zumeist 3 bis 4-geschossigen Gebäude jedoch einzeln oder in kleineren Gruppen und bieten daher mehr Durchlässigkeit. Die Blockinnenhöfe sind zudem eher selten durch größere Baukörper ergänzt worden.



Die Blockinnenhöfe sind zudem eher selten durch größere Baukörper ergänzt worden.

Etwa 23.000 BürgerInnen wohnen in Karlsruhe in einem Gebäude, das dem Strukturtyp „offener Blockrand“ zugeordnet worden ist. Aufgrund ihrer Lage am Rande der Kernstadt sowie ihrer offenen Bauweise

weist gegenwärtig keines der insgesamt 26 Quartiere eine flächendeckend hohe bioklimatische Belastung auf. Mitte des Jahrhunderts müssen allerdings mindestens zwei Quartiere als belastet eingestuft werden, so dass dem Strukturtyp eine nicht unwichtige Bedeutung beigemessen werden kann.

7.2.1 CHARAKTERISIERUNG UND VULNERABILITÄT DES QUARTIERS

Der Hot-Spot des Strukturtyps „offener Blockrand“ liegt in der Südweststadt zwischen der Steinhäuser- und Lorenzstraße im Westen bzw. Osten sowie der Ehrmann- und Südenstraße im Norden bzw. Süden und damit unmittelbar westlich des Zentrums für Kunst und Medientechnologie (ZKM) (Abbildung 101). Der aktuelle Flächennutzungsplan weist das Quartier als Fläche für den Gemeinbedarf (Krankenhaus, Klimik) aus. Der zugehörige B-Plan 747 (in Kraft getreten am 08.11.2002) weist hier ein „Sondergebiet Krankenhaus“ aus, auf dessen Basis eine mischgebietsähnliche Entwicklung ermöglicht wurde.

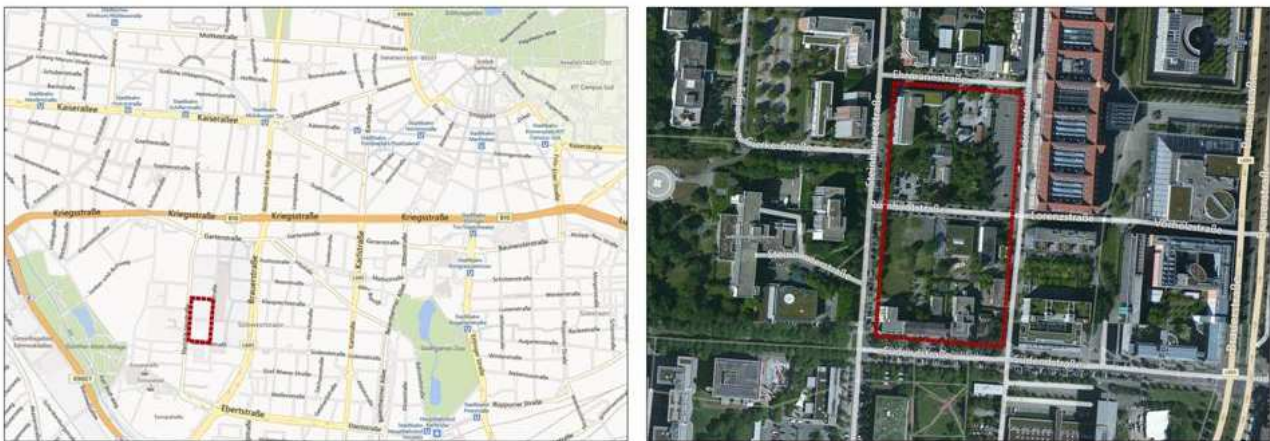


Abbildung 101: Räumliche Lage und Abgrenzung des Hot-Spot-Quartiers „offener Blockrand“

Das Quartier stellt in verschiedener Hinsicht eine Sonderform des Strukturtyps dar. Viele der Flächen im Quartier sind gegenwärtig noch unbebaut oder die Nutzung als Parkplatz steht einer baulichen Entwicklung entgegen, so dass der aktuelle Zustand eher als Zwischen-, den als Klimaxstadium zu betrachten ist. Weniger als 100 Menschen leben hier derzeit auf einer Fläche von 3,1 ha (24 EW/ha). Etliche der bestehenden Gebäude typologisch nicht anbaufähig, was dem Gebiet auch zukünftig mehrheitlich den Charakter des offenen Blockrands verleihen wird. Die 3- bis 6-geschossigen Gebäude bestehen etwa zu gleichen Teilen aus Wohn-

und Bürogebäuden, z.T. finden sich auch Mischnutzungen. Das Innere der Baublocks ist größtenteils begrünt oder wird zum Parken genutzt (Abbildung 102).

Mit der Kindertagesstätte Vinzentino befindet sich eine klimasensible Nutzungen im Hot-Spot, die täglich bis zu 80 Kinder betreut. Die Quartiersbewohner können die westlich gelegene Günther-Klotz-Anlage fußläufig bequem erreichen, so dass hier kein Mangel an hochwertigen und ausreichend dimensionierten Grünflächen besteht. Da viele Gebäude erst in den letzten Jahren saniert worden oder sogar erst entstanden sind, kann zudem von einem vergleichsweise hohen energetischen Standard der Gebäude ausgegangen werden, der eine Überwärmung des Innenraumklimas zumindest in den unteren Stockwerken an den meisten Hitzetagen vermutlich verhindern kann. Zudem weist die Statistik für die Südweststadt weder einen signifikant hohen Anteil an Senioren noch an Kleinkindern aus, so dass dem Hot-Spot unterm Strich eine mittlere Vulnerabilität zugeordnet werden kann.



Abbildung 102: Impressionen aus dem Hot-Spot Quartier des Stadtstrukturtyp 02 „offener Blockrand“; Links und rechts oben: Brachflächen mit sich ankündigender Bautätigkeit im Westen des Quartiers; links unten: neuere/sanierte Bebauung an der Südendstraße; rechts unten: Kindertagesstätte Vinzentino im Blockinnenhof

Tabelle 16: Charakterisierung der Vulnerabilität des Hot-Spot-Quartiers „offener Blockrand“

Kriterium	Gegenwart	2050
bioklimatische Belastung am Tage	Mittel bis hoch	hoch
bioklimatische Belastung in der Nacht	Gering bis mittel	Mittel bis hoch
hochwertige Grünfläche erreichbar	Ja, Günther-Klotz-Anlage	
Anteil Senioren (gesamter Stadtteil)	14,6%	2030: 14,9%
Anteil Kleinkinder >6 Jahre (gesamtes Stadtviertel)	6,6%	keine Daten
Bevölkerungsdichte (gesamter Stadtteil)	6.971 Ew/km ²	2030: 7.511 Ew/km ²
energetischer Gebäudestandard	eher ausreichend	unbekannt
sensible Nutzungen	1xKindergarten	unbekannt
Vulnerabilität	mittel	

7.2.2 KLIMAÖKOLOGISCHE SITUATION IM QUARTIER

Entsprechend der sehr unterschiedlichen Nutzungsintensität im Quartier, existiert im Untersuchungsraum ein im Modell deutlich erkennbarer Gradient der Hitzebelastung. Besonders ausgeprägt ist dieser am Tage, wo er zwischen rd. 35 Tagen pro Jahr (2050: 45 Tage) mit Hitzebelastung auf den unbebauten Flächen im Westen und fast 45 Belastungstagen (2050: 55 Tage) liegt. Aber auch in der Nacht ergibt sich ein räumlich differenziertes Belastungsbild. Die Brachflächen im westlichen Teil des Hot-Spots sind hier besonders deutlich zu erkennen. Sie kühlen nachts sehr stark aus und weisen gar keine oder nur sehr wenige Tropennächte auf. Darüber hinaus wirken sie auch noch 100-200m in die Umgebung hinein und kühlen den dortigen Siedlungsraum spürbar ab. Einzig in den nordwestlichen und südöstlichen Bereichen, die nicht mehr unmittelbar von den Brachflächen profitieren, erreicht die Anzahl an Tropennächten eine relevante Größenordnung von 6-7 (2050: 8-9), die jedoch noch deutlich unter den Werten des Hot-Spots "geschlossener Blockrand" liegt. Durch eine sich ankündigende Bebauung der Brachflächen ist allerdings zu erwarten, dass sich insbesondere die Situation in der Nacht vor allem auf den bisher unbebauten Flächen selbst, aber auch in der näheren Umgebung spürbar verschlechtern wird.

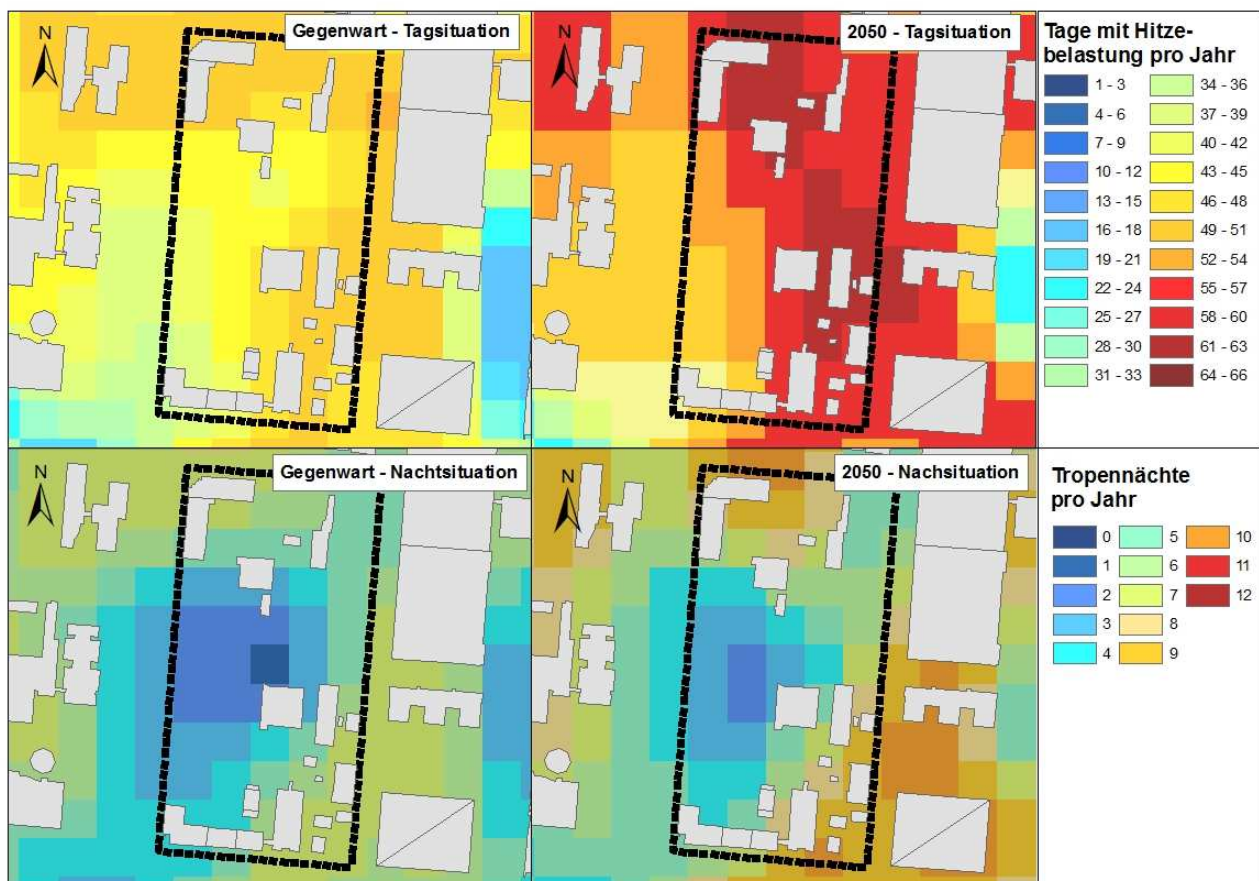


Abbildung 103: Gegenwärtige und zukünftige bioklimatische Belastung in dem Hot-Spot-Quartier des Stadtstrukturtyps „offener Blockrand“

Wie Abbildung 104 zeigt, ist die angespannte bioklimatische Situation in Teilen des Quartiers neben dem Klimawandel vor allem auch auf seine Lage zwischen mehreren großvolumigen Baukörpern zurückzuführen. Zu nennen sind hier das ZKM und die Bundesbank im Osten, das St. Vicentius Klinikum im Westen sowie der Banken- und Schulkomplex im Süden bzw. Südwesten. Insbesondere letztere Gebäude verhindern durch ihre Exposition quer zur Fließrichtung der nicht unerheblichen Flurwinde aus Richtung der Günter-Klotz-Anlage bzw. der Sportanlagen an der Europahalle eine nächtliche Abkühlung des Quartiers.

Grundsätzlich befindet sich der Hot-Spot also im Einzugsbereich eines Ausgleichsraums, der aber aufgrund der baulichen Situation seine Wirkung dort nicht entfalten kann. Neben der Erschließung des endogenen Abkühlungspotentials sollte folglich auch geprüft werden, ob mittel- bis langfristig ein verbesserter Transport der südlich anströmenden Kaltluft möglich ist.

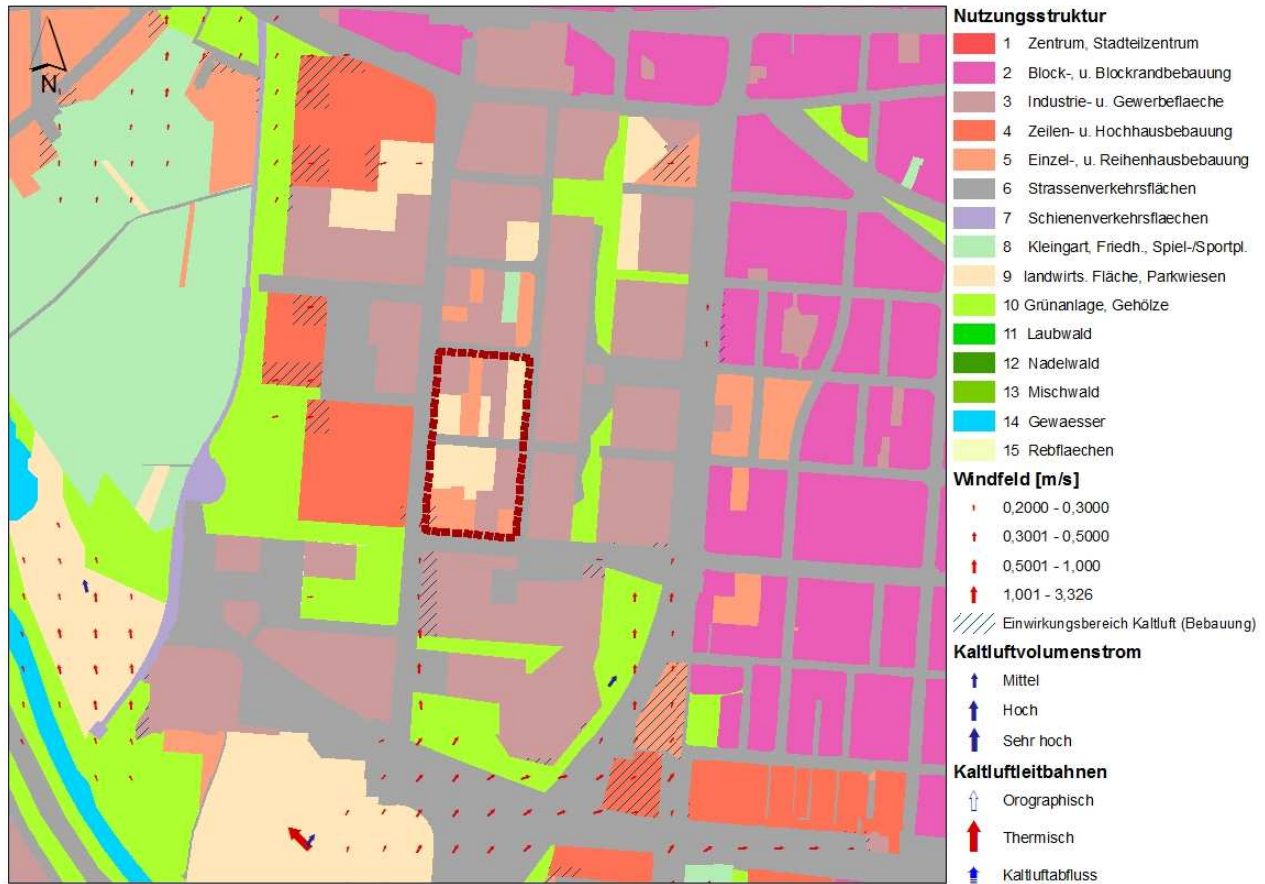


Abbildung 104: Stadtklimatische Situation im Umfeld des Hot-Spot-Quartiers „offener Blockrand“

7.2.3 QUARTIERSPEZIFISCHES MASSNAHMENPAKET

Grundsätzlich ist eine energetische Optimierung der Gebäude und, soweit möglich, Dach- bzw. Fassadenbegrünung zu empfehlen. Desweiteren ist zu überprüfen, inwieweit der offene Blockrand von kleinteiliger Bebauung in den rückwärtigen Bereichen befreit und damit entdichtet werden kann. Bei dieser Instanz des Stadtstrukturtyps befinden sich außerdem große z.T. stark versiegelte Parkierungsflächen, die durch Entsiegelung und vor allem durch Verschattung klimatisch zu optimieren sind. Die unversiegelten Flächen liegen teilweise brach und sollten durch Neupflanzung von Bäumen verschattet werden. Pocket-Parks innerhalb des offenen Blockrands bilden zudem Aufenthaltsräume für die umliegenden Nutzer und Bewohner. Sie können mit Elementen des erlebbaren Wassers im öffentlichen Raum optimiert werden. Außerdem sind sie ebenso Verknüpfungspunkte zu den naheliegenden Entlastungsflächen und können in einem übergeordneten Entlastungssystem integriert werden.

Folgende Auffälligkeiten und Besonderheiten ergeben sich im Hot-Spot-Quartier des Stadtstrukturtyps 02 - offene Blockrandbebauung:

- Verschattung von Straßen, Plätzen und Gebäuden: Die Parkplätze an der Lorenzstraße nehmen eine erhebliche Fläche ein. Bei Erhalt sollten diese begrünt und großflächig verschatten werden

- Pocket-Parks und Wasser: Einrichtung eines Pocket-Parks mit erlebbarem Wasser auf der Brache neben der Kita; ebenso Potenzial auf Fläche nördlich Römheldstraße.

ANWENDUNG

STEINHÄUSERSTRASSE



MAßNAHMEN

- | | | |
|----------------------|--|--|
| Baumbestand heute | Vorschlag neue Bäume | Bäume Pocket-Parks |
| M06 Rückbau | M09 Verschattung von Straßen, Plätzen und Gebäuden | M16 Dachbegrünung |
| M07 Entsiegelung | M10 Möglichkeit Pocket-Parks | M17 Fassadenbegrünung |
| M08 grüne Parkierung | M13 erlebbares Wasser im öffentlichen Raum | M18 sommerlicher Wärmeschutz an Gebäuden |
| | | M03 Anbindung an Entlastungsflächen |

FLÄCHEN

Entsiegelung
5196 m²



grüne Parkierung
9010 m²



Verschattung
3020 m²



Dachbegrünung
4855 m²



Abbildung 105: instanzspezifische Maßnahmenanwendung des Stadtstrukturtyps 02 „offener Blockrand“

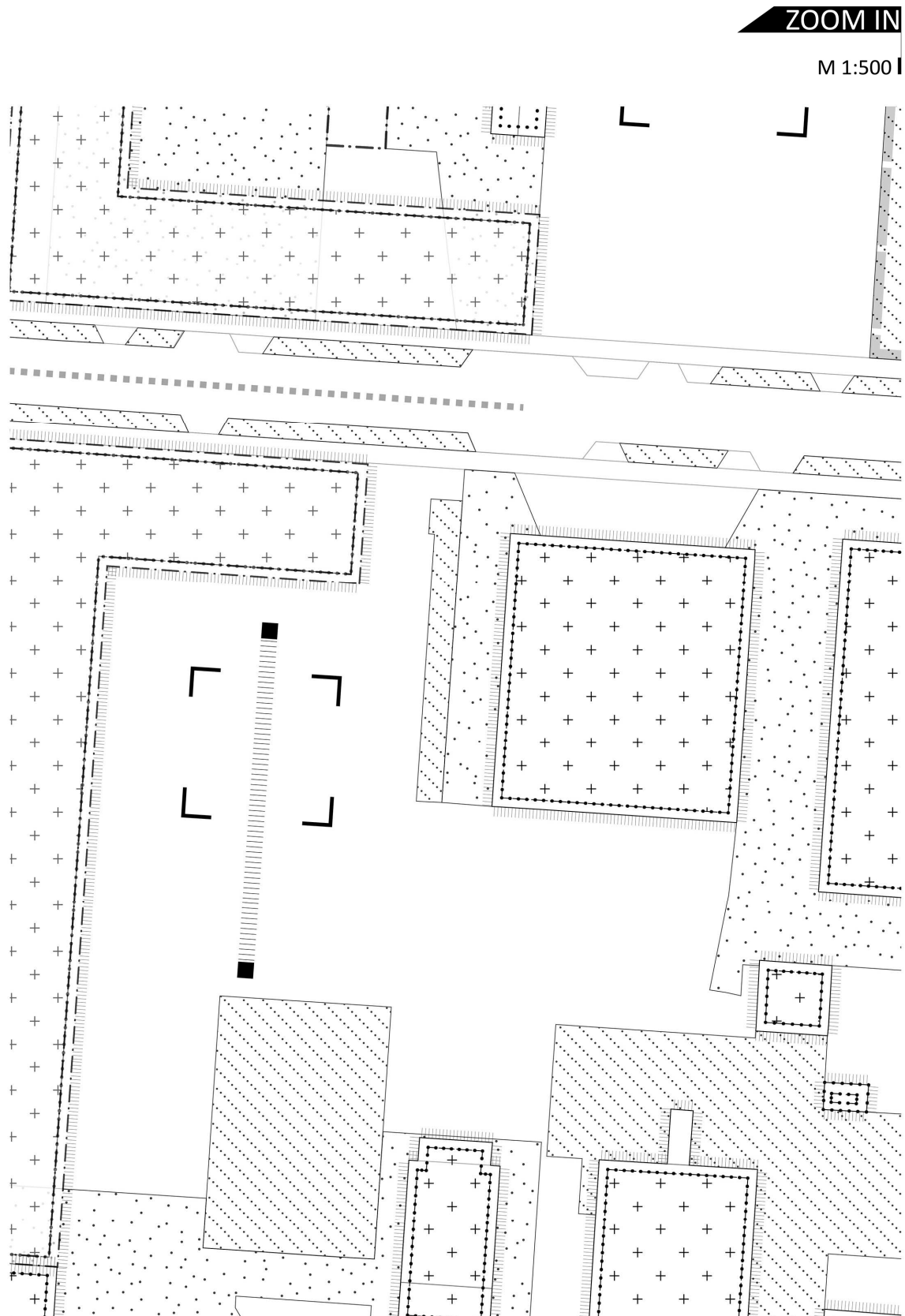
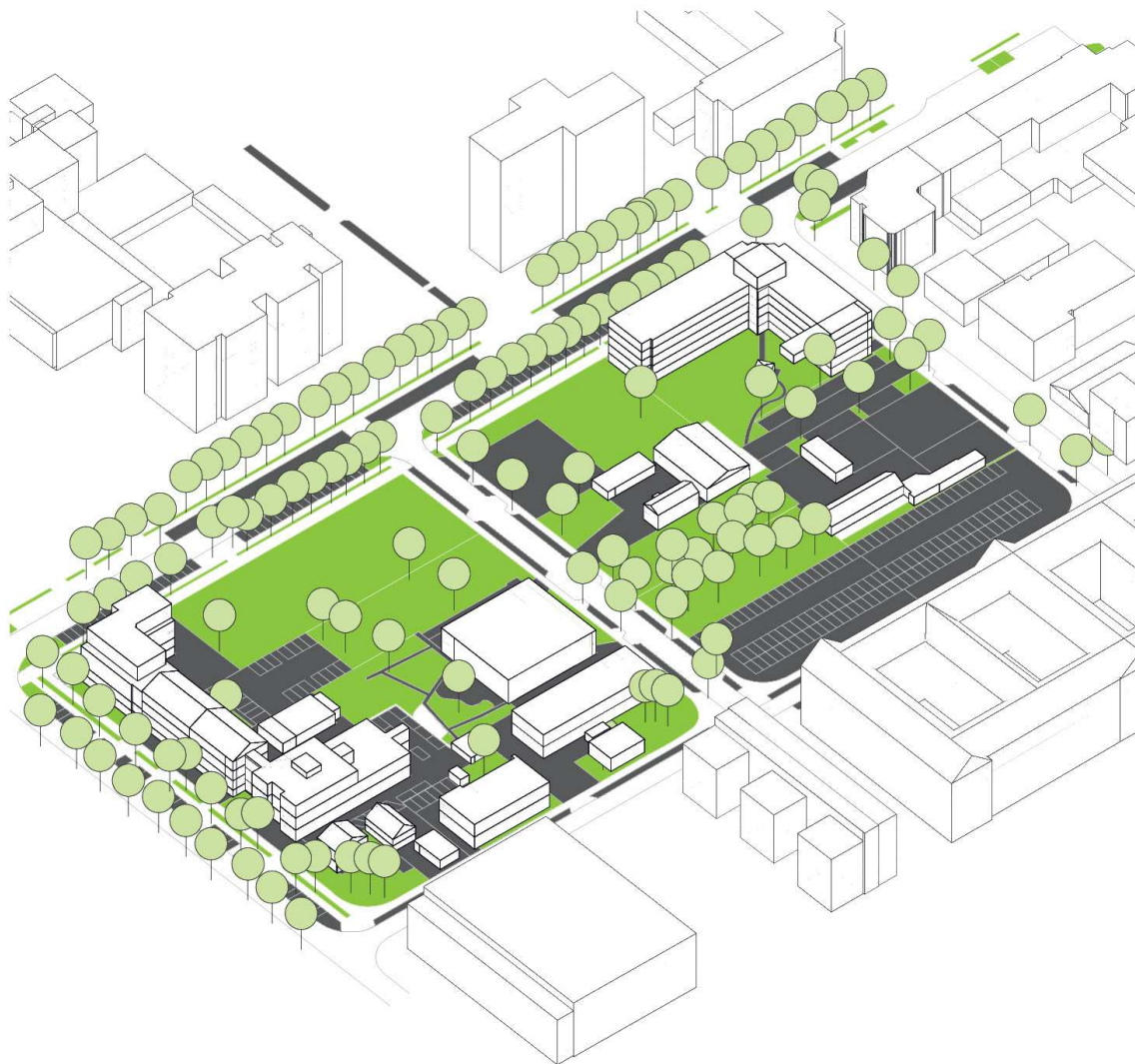


Abbildung 106: instanzspezifische Maßnahmenanwendung des Stadtstrukturtyps 02 „offener Blockrand“

HEUTE



- versiegelte Flächen
- Grünflächen Bestand
- Bäume Bestand
- Bäume neu/ entsiegelte Flächen
- Grüne Parkierung
- Dachbegrünung
- Fassadenbegrünung
- Pocket-Parks

Abbildung 107: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 02 „offener Blockrand“ – heutige Situation

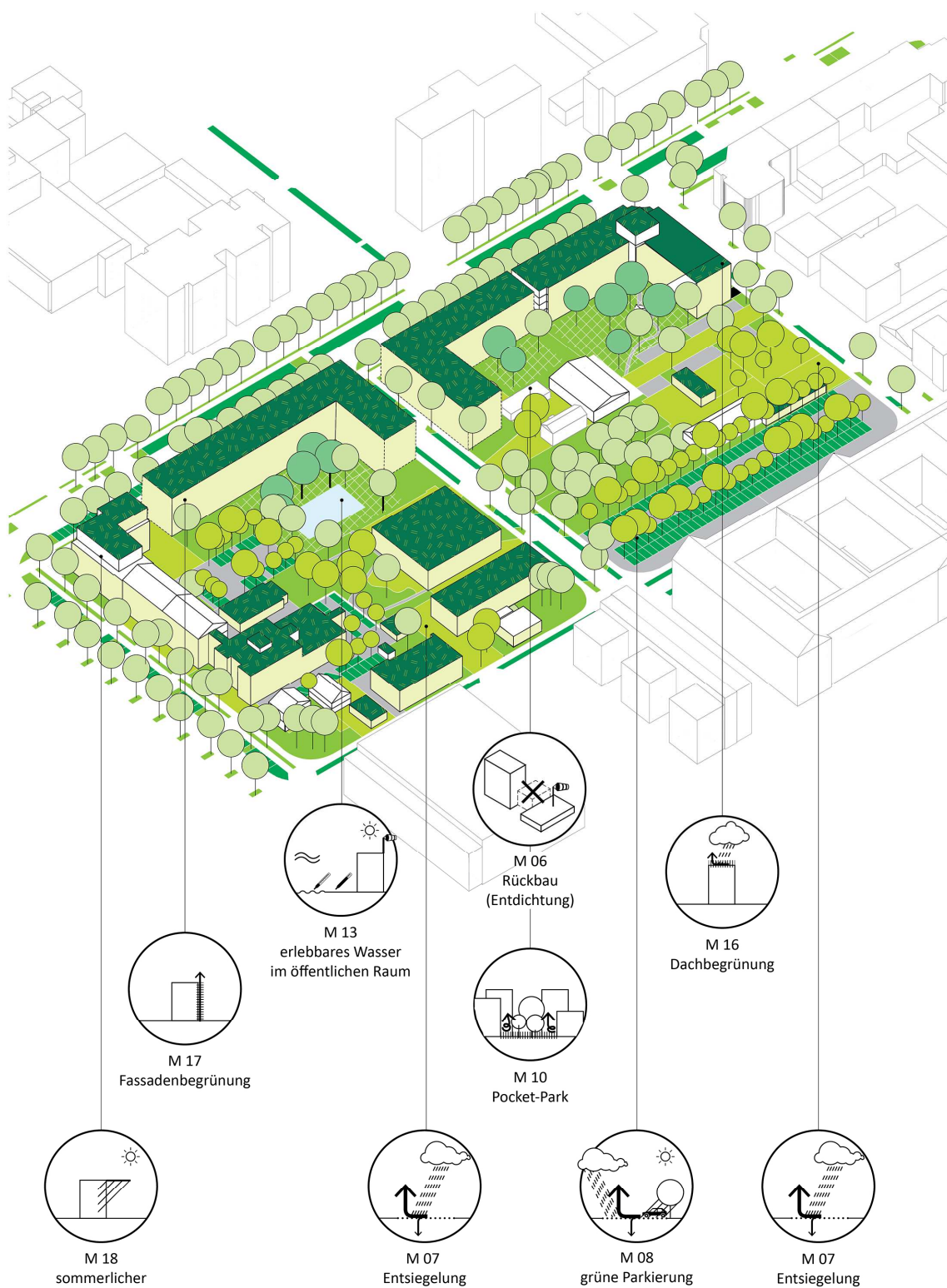


Abbildung 108: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 02 „offener Blockrand“ – Situation mit Maßnahmen

7.2.4 ÜBERTRAGBARKEIT DER MASSNAHMEN

Das für den Stadtstrukturtyp 02 „offener Blockrand“ identifizierte, exemplarisch umgesetzte und in einem typspezifisch zusammengestellte Maßnahmen-Paket wurde anhand des in Phase 1 ermittelten „schlimmstbetroffenen“ Hot-Spot-Quartiers zwischen Lorenzstraße und Steinhäuserstraße erarbeitet. Im Prinzip können alle in diesem Paket enthaltenen Maßnahmen gut auf die anderen betroffenen Quartiere desselben Stadtstrukturtyps übertragen werden. Bedingt übertragbar sind die Maßnahmen „Dachbegrünung“, „Rückbau“, „Pocket-Parks“ und „Verschattung“ da der Bedarf und die Möglichkeit der Umsetzung in den Quartieren teils voneinander abweichen.

Abbildung 109 Karte kann die Lage der betroffenen Instanzen des Stadtstrukturtyps und des Hot-Spots entnommen werden. Eine Auswahl der Instanzen ist untenstehend abgebildet.



Abbildung 109: Verortung der Instanzen des Stadtstrukturtyps 02 „offene Blockrandbebauung“

Folgende exemplarische Instanzen zeigen in ihrer Individualität die mögliche Spannweite der Diversität innerhalb des Stadtstrukturtyps 02 „offener Blockrand“:

Bereich Kunstakademie

- dichtere und kleinteiligere Bebauung > kleinere Innenhöfe, schmalere Straßenquerschnitte
- punktuell große Baukörper vorhanden > größere Abstandsflächen

Bereich Moltkestrasse

- teilweise kleinteiligere Bebauung > kleinere Innenhöfe
- große Baukörper vorhanden > versiegelte Abstandsflächen

Bereich Weiherfeld-Dammerstock

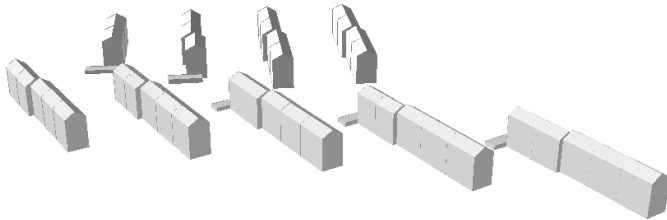
- dichtere und kleinteiligere Bebauung
- homogene Bebauungsstruktur
- sehr viel Grünraum
- überwiegende Wohnnutzung (MFH)



Abbildung 110: Instanzen des Stadtstrukturtyps 02 „offene Blockrandbebauung“

7.3 HOT-SPOT DES STADTSTRUKTURTYP 03 „ZEILENBEBAUUNG“

Die Zeilenbebauung ist in vielen deutschen Großstädten die typische Bauform der Nachkriegsjahrzehnte 1950-1970. In Karlsruhe ist der Bautyp außer in der Kernstadt im gesamten Stadtgebiet zu finden. Bei der



Bebauung handelt es sich um zeilenförmige Gebäudetypen, bei denen meist mehrere Einzelgebäude in geschosswohnungsbauweise verkettet sind. Zumeist sind mehrere Zeilen parallel zueinander und giebelständig zur Straße positioniert, manchmal wurde auch eine

hofbildende Anordnung gewählt. Die zwischen 5 und 6 geschossigen Zeilen wurde in der Regel als größere Einheiten geplant und realisiert (bisweilen sind sie auch aus Kasernennachnutzungen hervorgegangen), so dass sich teilweise größere Zeilensiedlungen herausbilden (z.B. in der Amerikanersiedlung/Nordstadt).

In den Quartieren herrscht die Wohnnutzung vor, meist finden sich ergänzende Sozial- und Bildungseinrichtungen sowie Versorgungseinheiten. Die Quartiere sind regelmäßig durch private Grünflächen zwischen den Gebäuden sowie z.T. auch durch Garagenhöfe charakterisiert. Zusätzlich wurden häufig begleitende Grünzüge eingerichtet und/oder öffentliche Grünflächen als Spielplätze in die Siedlungen integriert.

Die Zeilenbebauung stellt in Karlsruhe nach der Blockrandbebauung denjenigen Strukturtyp mit den meisten Bewohnern dar. Aktuell leben >50.000 Karlsruher BürgerInnen in einer Zeilensiedlung. Gegenwärtig wurden erst zwei der insgesamt 86 Quartiere als bioklimatisch belastet bewertet, zur Mitte des Jahrhunderts werden aber zumindest 11 eine Belastung aufweisen und damit mehrere tausend Menschen regelmäßig von einem intensiven Hitzestress bedroht sein.

7.3.1 CHARAKTERISIERUNG UND VULNERABILITÄT DES QUARTIERS

Das vulnerabelste Quartier des Stadtstrukturtyps “Zeilenbebauung” befindet sich in der südlichen Südweststadt. Die in den 1950er und 60er Jahren entstandenen Gebäude werden im Süden von der Eberstraße und im Norden von der Welfenstraße begrenzt. Das Quartier besteht aus vier parallelen, im rechten Winkel zur Ebertstraße ausgerichteten 6-geschossigen Bauzeilen, einem Garagenhof, sowie einem einzeln stehenden 14-stöckigen Wohnhochhaus und beheimatet rd. 600 Menschen. Entlang der Südseite der Siedlung zieht sich eine Ladenpassage mit Einzelhändlern. Im FNP ist das Quartier als Wohnbaufläche (W) ausgewiesen.

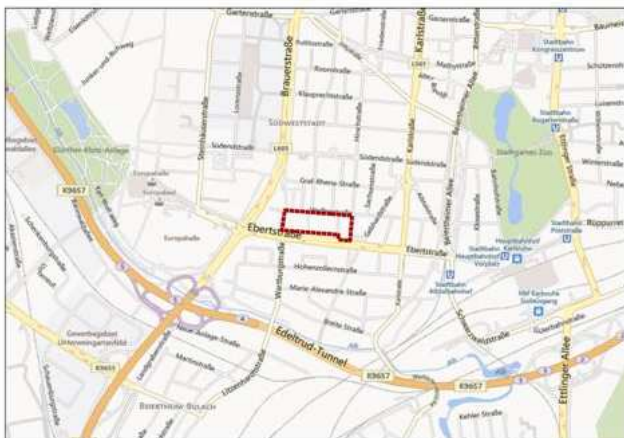


Abbildung 111: Räumliche Lage und Abgrenzung des Hot-Spot-Quartiers „Zeilenbebauung“

Zwischen den einzelnen Zeilen sowie entlang der Eberstraße ist das Quartier mit Rasenflächen und Solitärbäumen bzw. –sträuchen relativ stark durchgrünt. Eine zusätzlich Dach- oder Fassadenbegrüung der nicht energetisch sanierten Fassaden existiert jedoch nicht. Der Garagenhof im westlichen Teil des Quartiers ist vollversiegelt (Abbildung 112). Auch eine größere Grünfläche ist für die Quartiersbewohner nicht bequem fußläufig zu erreichen. Die Günter-Klotz-Anlage im Westen sowie der Sadtgarten/Zoo im Osten liegen zu weit entfernt, als dass sie vor allem von hochaltrigen Bewohnern sowie von der verhältnismäßig großen Anzahl an Kleinkindern und ihren Betreuungspersonen mit angemessenem Aufwand erreicht werden könnten.



Abbildung 112: Impressionen aus dem Hot-Spot Quartier des Stadtstrukturtyp 03 „Zeilenbebauung“ ; Links und rechts oben: Begrünung zwischen zwei Zeilenbauten; links unten: energetisch nicht sanierte Zeilenbebauung; rechts unten: voll versiegelter Garagenhof

Zwar befindet sich außer den Wohneinheiten keine weitere klimasensible Nutzung im Quartier, das Niveau der bioklimatischen Belastung am Tage und in der Nacht sowie der hohe Anteil an Kleinkindern in Verbindung mit dem vermutlich geringen energetischen Zustand der Gebäude und der Entfernung zu einer hochwertigen Grünfläche lassen aber auf eine hohe Vulnerabilität (zumindest von Teilen) der Quartiersbewohner gegenüber Hitzestress schließen.

Tabelle 17: Charakterisierung der Vulnerabilität des Hot-Spot-Quartiers „Zeilenbebauung“

Kriterium	Gegenwart	2050
bioklimatische Belastung am Tage	mittel bis hoch	sehr hoch
bioklimatische Belastung in der Nacht	mittel bis hoch	hoch bis sehr hoch
hochwertige Grünfläche erreichbar	nein	unbekannt
Anteil Senioren (gesamter Stadtteil)	14,6%	2030: 14,9%
Anteil Kleinkinder >6 Jahre (gesamtes Stadtviertel)	5,7%	keine Daten
Bevölkerungsdichte (gesamter Stadtteil)	6.971 Ew/km ²	2030: 7.511 Ew/km ²
energetischer Gebäudestandard	eher gering	unbekannt
sensible Nutzungen	nein	unbekannt
Vulnerabilität	hoch	

7.3.2 KLIMAÖKOLOGISCHE SITUATION IM QUARTIER

Die konkrete, quantitative Belastung der Quartiersbewohner liegt durchschnittlich bei etwa 50 Tagen (2050: 58 Tage) pro Jahr mit potentiell Hitzestress am Tage sowie 8 Tropennächten (2050: 10). Im Modell zeigt

sich ein leichter räumlicher Gradient, der aber vernachlässigbar ist. Folglich kann das gesamte Quartier als etwa gleichstark belastet eingestuft werden.

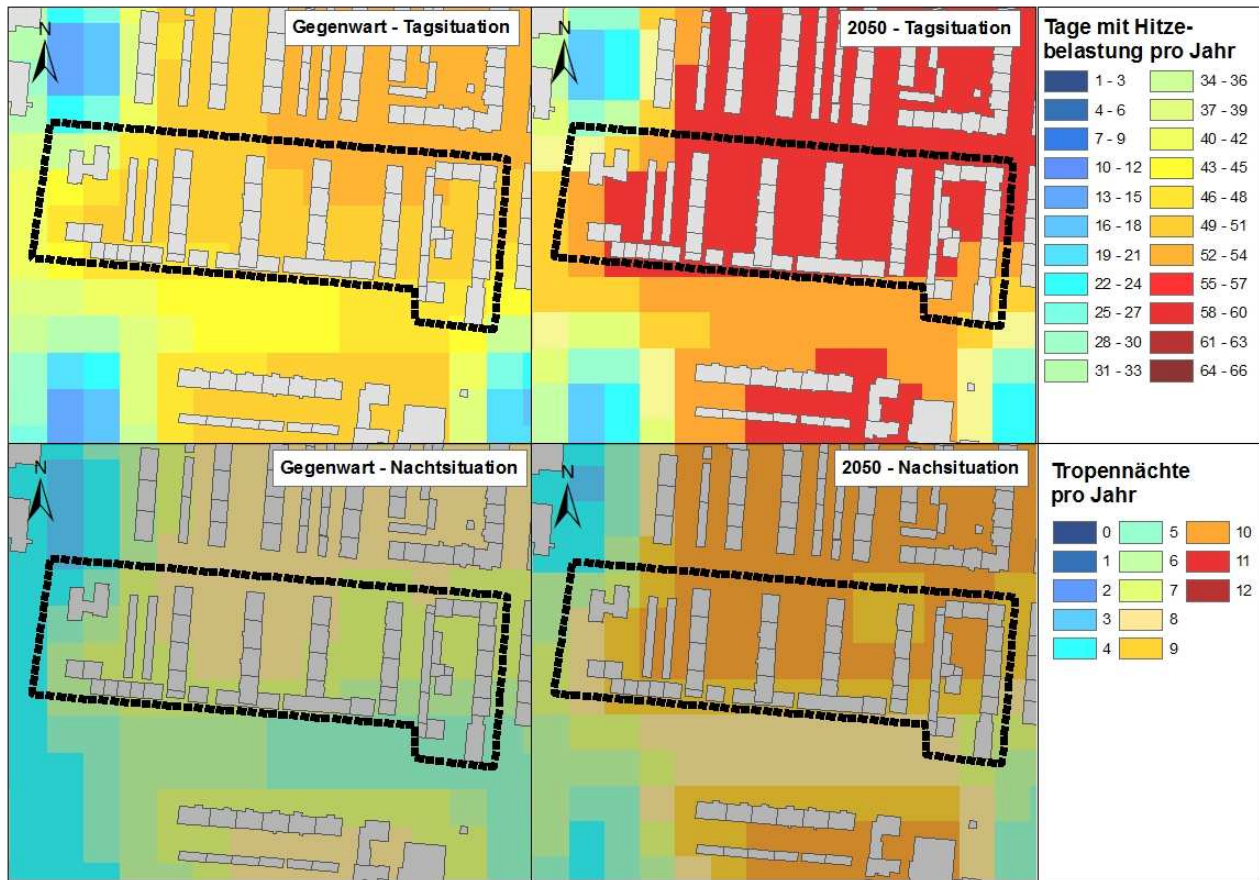


Abbildung 113: Gegenwärtige und zukünftige bioklimatische Belastung in dem Hot-Spot-Quartier des Stadtstrukturtyps „Zeilenbebauung“

Wie Abbildung 114 verdeutlicht, liegt das Quartier am Rande eines verhältnismäßig gut durchströmten Teilraumes. Die Kaltluft stammt zu einem überwiegenden Teil aus einer Leibbahn, die Kaltluft aus dem Karlsruher Süden über die Gleisanlagen und den Albgrünzug bis in die nähere Umgebung des Hot-Spots transportiert. Der Luftmassenstrom wird dabei auf seinem Weg durch die dichte Bebauung nördlich der Alb abgebremst, nach und nach aufgezehrt und kommt schließlich auf Höhe der Eberstraße gänzlich zum Erliegen. Der Hot-Spot wird von dieser Kaltluft ebenso wenig erreicht, wie von derjenigen, die von den Sportflächen östlich der Europahalle Richtung Innenstadt abfließt. Die jeweils quer zu Fließrichtung stehenden Quartiersgebäude bilden hierbei eine zusätzliche Barriere. Es existieren im Einzugsbereich des Hot-Spots also relevante Kaltluftströme, die es gilt für das Quartier nutzbar zu machen.

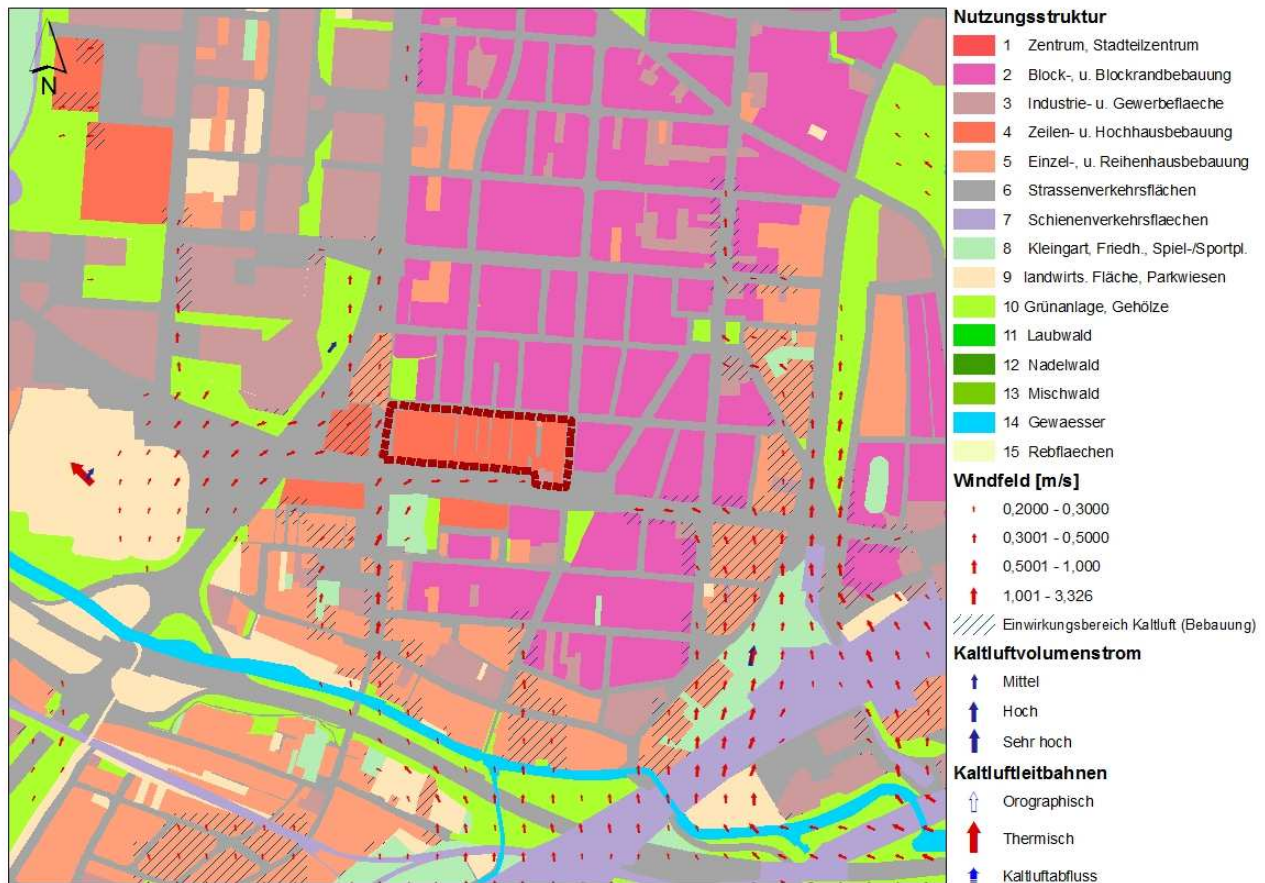


Abbildung 114: Stadtklimatische Situation im Umfeld des Hot-Spot-Quartiers „Zeilenbebauung“

7.3.3 QUARTIERSSPECIFISCHES MASSNAHMENPAKET

Die betroffene Instanz der Zeilenbebauung birgt in sich das große Potenzial der Abstandsgrünflächen, die durch das Anbringen von Pocket-Parks und Wasser im öffentlichen Raum aktiviert werden können und insbesondere den hochbetagten Bewohnern zugutekommen. Des Weiteren bedarf es einer energetischen Anpassung der Gebäude durch energetische Gebäudesanierung, des Anbringens von sommerlichem Wärmeschutz sowie der Dach- und Fassadenbegrünung. Vollversiegelte Flächen sind ebenso zu entsiegeln. Folgende Auffälligkeiten und Besonderheiten ergeben sich im Hot-Spot-Quartier des Stadtstrukturtyps 03 - Zeilenbebauung:

- Rückbau (Entdichtung): Es empfiehlt sich, den westlich gelegenen Garagenhof durch eine klimatisch optimierte Lösung zu ersetzen. An der Stelle bieten sich eine Entsiegelung der Fläche und die Umgestaltung in eine Tiefgarage an, falls der Erhalt der Parkplätze unabdingbar ist.
- Dachbegrünung / Fassadenbegrünung: Die niedrigen Zeilenbauten eignen sich bestens für die Dach- und Fassadenbegrünung, da sie nicht sehr sonnenexponiert sind und die Gebäude durch die Maßnahmen förmlich „eingepackt“ und vor Hitzestress geschützt sind..

ANWENDUNG

WELFENSTRASSE



MAßNAHMEN

- | | | |
|----------------------|--|--------------------------------------|
| Baumbestand heute | Vorschlag neue Bäume | Bäume Pocket-Parks |
| M06 Rückbau | M10 Möglichkeit Pocket-Parks | M17 Fassadenbegrünung |
| M07 Entsiegelung | M13 erlebbares Wasser im öffentlichen Raum | M18 sommerl. Wärmeschutz an Gebäuden |
| M08 grüne Parkierung | M15 energetische Gebäudesanierung | zu aktivierende Abstandsflächen |
| | M16 Dachbegrünung | M03 Anbindung an Entlastungsflächen |

FLÄCHEN

Entsiegelung
1717 m²



grüne Parkierung
3592m²



Aktivierungsfläche
4850 m²



Dachbegrünung
4971 m²



Abbildung 115: instanzspezifische Maßnahmenanwendung des Stadtstrukturtyps 03 „Zeilenbebauung“

ZOOM IN

M 1:500

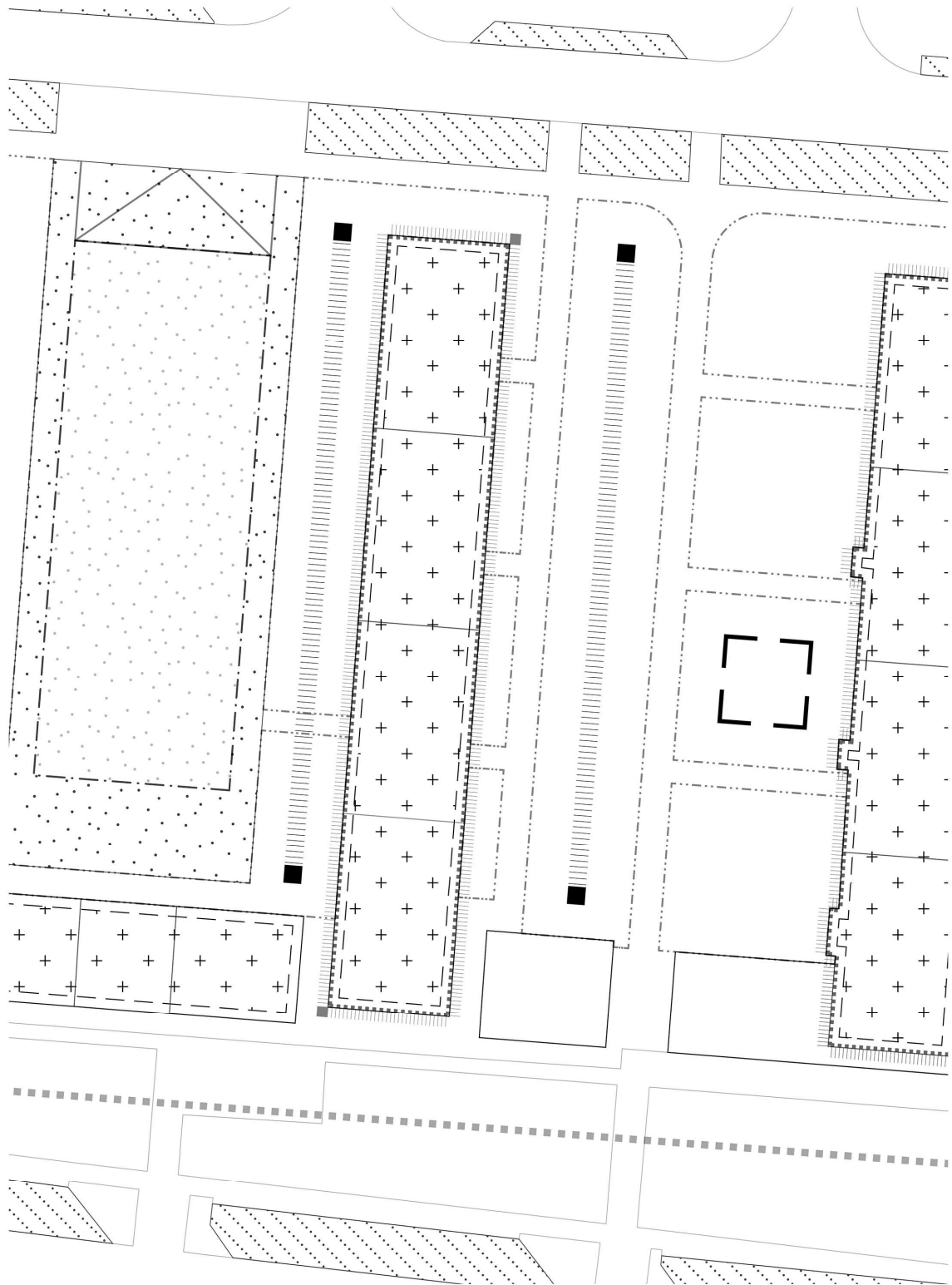
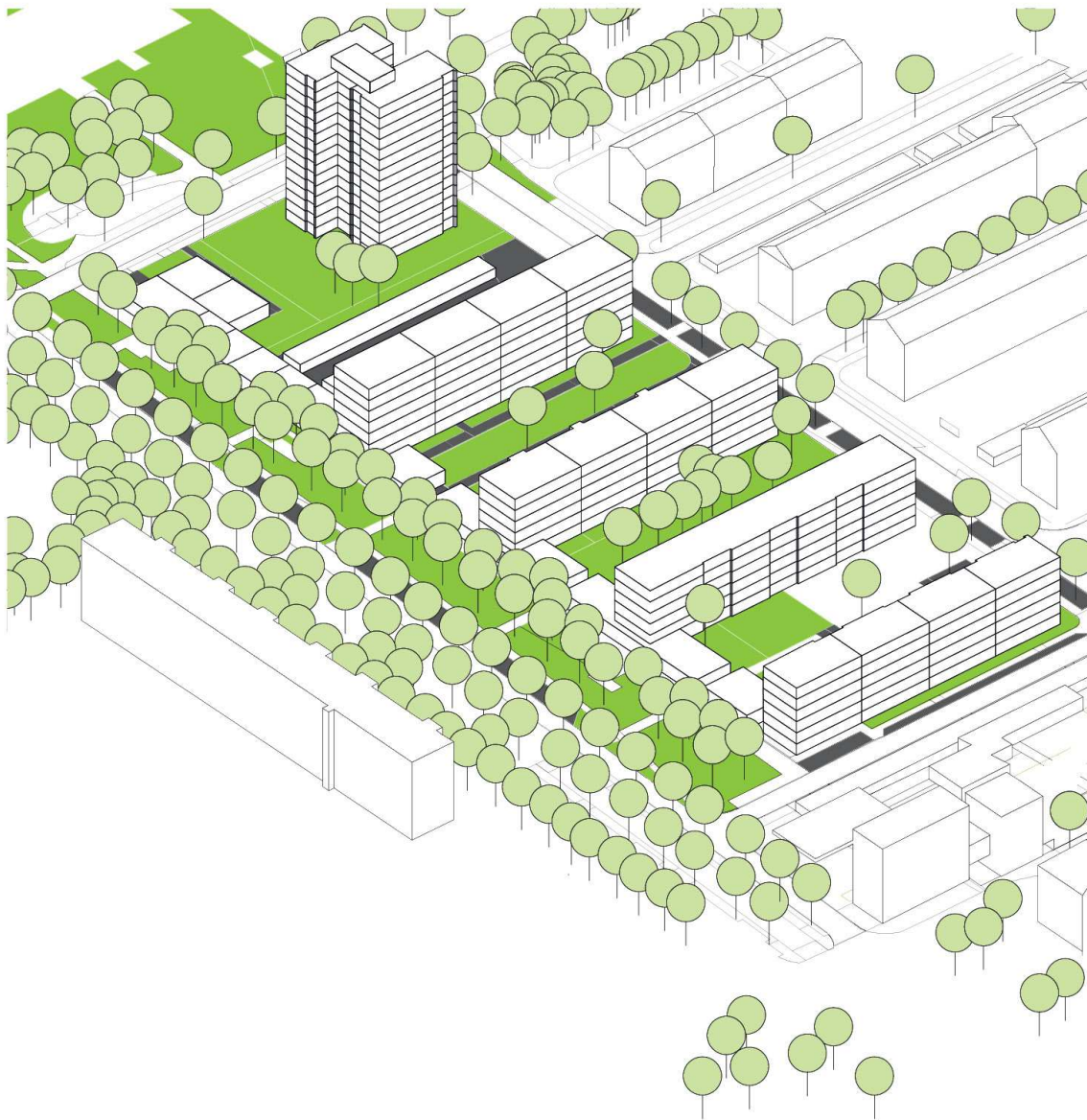


Abbildung 116: detaillierter Ausschnitt der Maßnahmenanwendung

HEUTE



- | | | | |
|---|--------------------------------|---|-------------------|
|  | versiegelte Flächen |  | Grüne Parkierung |
|  | Grünflächen Bestand |  | Dachbegrünung |
|  | Bäume Bestand |  | Fassadenbegrünung |
|  | Bäume neu/ entsiegelte Flächen |  | Pocket-Parks |

Abbildung 117: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 03 „Zeilenbebauung“ – heutige Situation

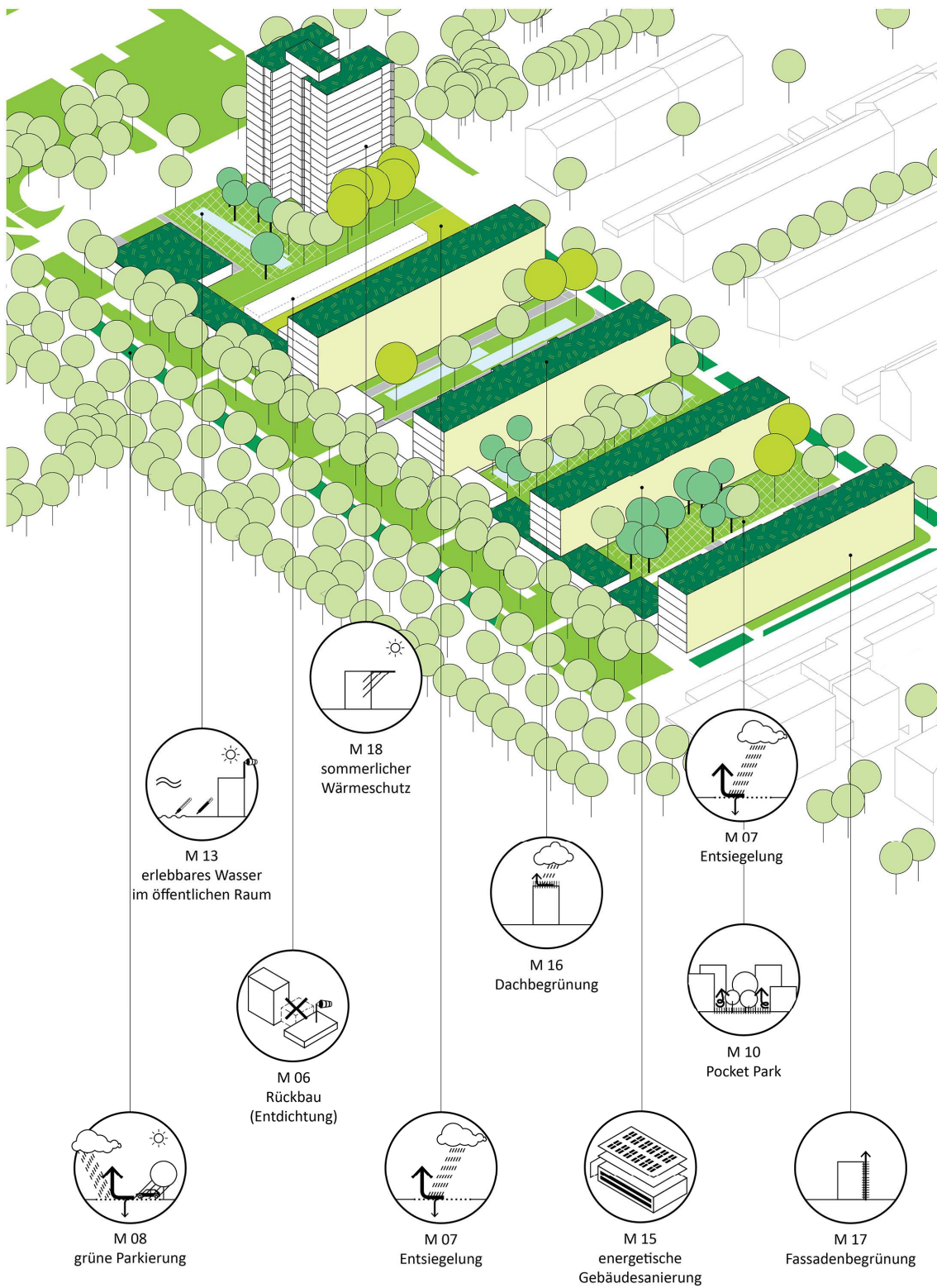


Abbildung 118: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 03 „Zeilenbebauung“ – Situation mit Maßnahmen

7.3.4 ÜBERTRAGBARKEIT DER MASSNAHMEN

Das für den Stadtstrukturtyp 03 „Zeilenbebauung“ identifizierte, exemplarisch umgesetzte und in einem typspezifisch zusammengestellte Maßnahmen-Paket wurde anhand des in Phase 1 ermittelten „schlimmstbetroffenen“ Hot-Spot-Quartiers zwischen Ebertstraße und Welfenstraße erarbeitet. Im Prinzip können alle in diesem Paket enthaltenen Maßnahmen sehr gut auf die anderen (betroffenen) Instanzen desselben Stadtstrukturtyps übertragen werden, da sich Bebauungstyp und Bebauungsalter kaum unterscheiden. Bedingt übertragbar ist die Maßnahme „Rückbau“, da die Möglichkeiten zur Umsetzung in den Quartieren teils voneinander abweichen.

Abbildung 119 kann die Lage der betroffenen Instanzen des Stadtstrukturtyps und des Hot-Spots entnommen werden. Eine Auswahl der Instanzen ist untenstehend abgebildet.



Abbildung 119: Verortung der Instanzen des Stadtstrukturtyps 03 „Zeilenbebauung“

Folgende exemplarische Instanzen zeigen in ihrer Individualität die mögliche Spannweite der Diversität innerhalb des Stadtstrukturtyps 03 „Zeilenbebauung“:

Bereich Karl-Wilhelm-Platz

- kleinteiligere Bebauungsstrukturen
- Zeile als Innenhofbebauung eines offenen Blockrands
- Zeilen bilden miteinander Hofsituationen > Nutzung des Grünraums
- hoher Baumbestand

Bereich Tennesseeallee

- größere Bebauungsstrukturen
- mehr Freiflächen
- weniger Versiegelung

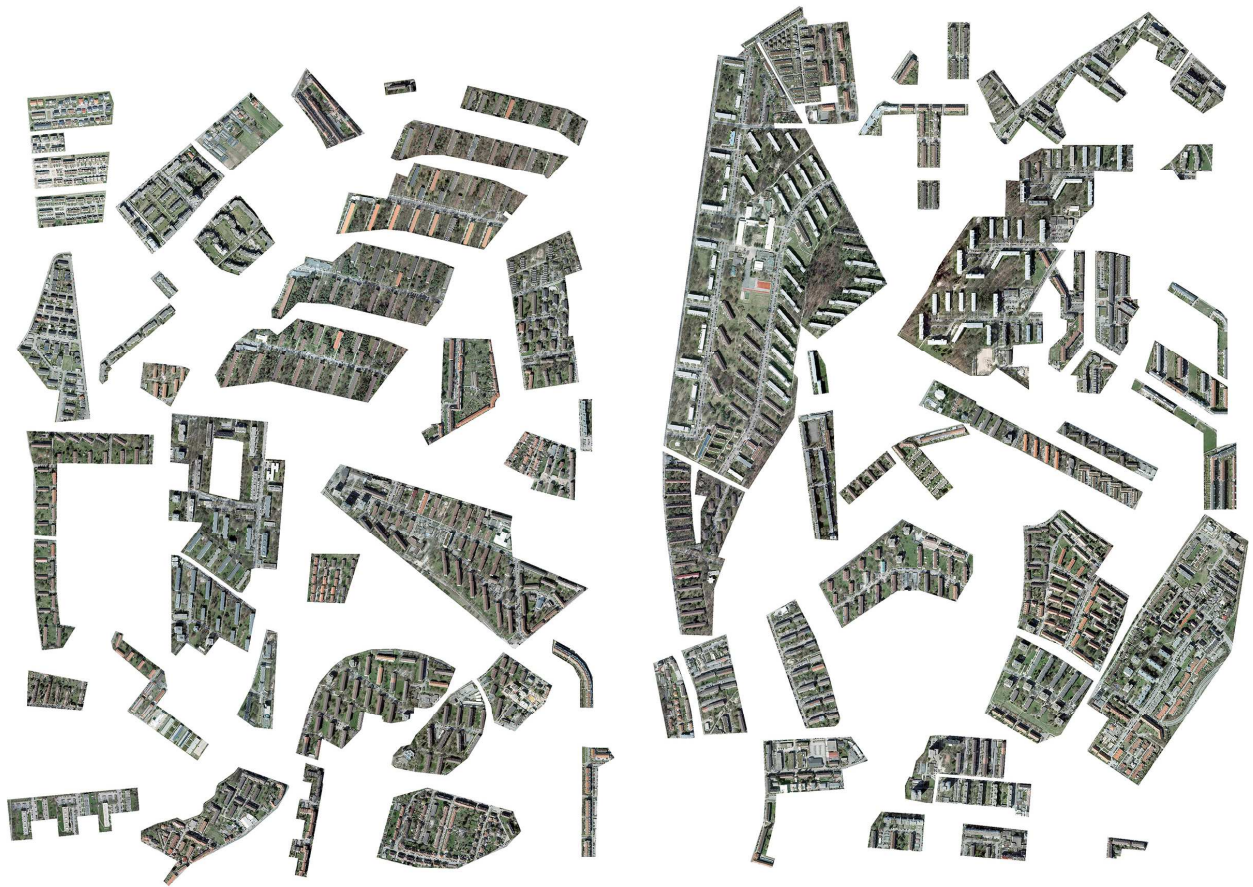
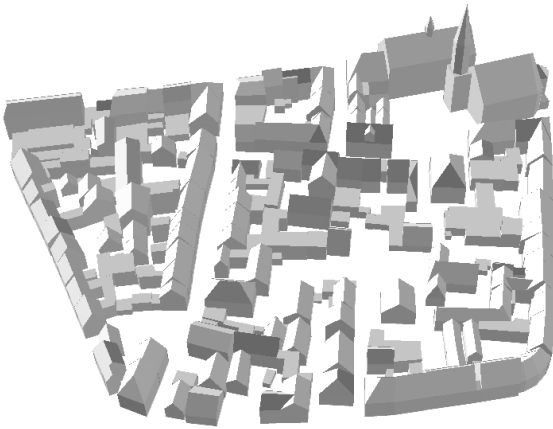


Abbildung 120: Instanzen des Stadtstrukturtyps 03 „Zeilenbebauung“

7.4 HOT-SPOT DES STADTSTRUKTURTYP 04 „ORTSKERN“

Unter dem Stadtstrukturtyp „Ortskern“ subsumieren sich alle Dorf- oder Stadtkerne der ehemals eigenständigen Karlsruher Umlandgemeinden. Insgesamt wurden 19 Quartiere mit rd. 20.000 Einwohnern dem Stadtstrukturtyp „Ortskern“ zugeordnet.



Je nach Entstehungszeit sind die Ortskerne durch überlieferte, oft dichte Gebäudestellung mit meist kleineren, 2- bis 3-geschossige Gebäuden charakterisiert. An zentralen Positionen befinden sich häufig Sonderbauten wie Kirchen.

Die z.T. Jahrhunderte alten Stadtkerne weisen vielschichtige Transformationen aus allen Zeiten auf, so dass historische Altbauten im Mosaik mit Neu- und Anbauten das Bild der Quartiere prägen können. Die Nutzung ist vorwiegend gemischt (Handel, Büros, Dienstleistungen, Handwerk, Gewerbe, Gastronomie,...), weist dabei aber einen erheblichen Wohnanteil auf.

Der öffentlichen Raum (Stadt- und Dorfplätze, Straßenräume, Grünbereiche) und seine Vernetzung sind wie die gesamte Kernstruktur zumeist sehr spezifisch ausgeprägt. Teils finden sich kleinere öffentliche Grünflächen im Quartier, lagebedingt ergibt sich jedoch meist keine unmittelbare Anbindung an größere öffentliche Grünflächen. Private Grünanlagen sind meist nur in kleinerem Umfang in Form von rückwärtigen Hausgärten vorhanden.

7.4.1 CHARAKTERISIERUNG UND VULNERABILITÄT DES QUARTIERS

Das Quartier umfasst den südlich der Pfnztalstraße gelegenen Teil des historischen Stadtkerns von Durlach. Die westliche Grenze bildet die Ernst-Friedrich-Straße, die östliche die Marstallstraße. Nach Süden hin wird das Gebiet zwischen der Kelter- und der Gärtnerstraße begrenzt. Es gehört mit rund 9ha Ausdehnung und rd. 1200 Einwohnern zu den größeren der zehn im Projekt betrachteten Hot-Spots (Abbildung 121).

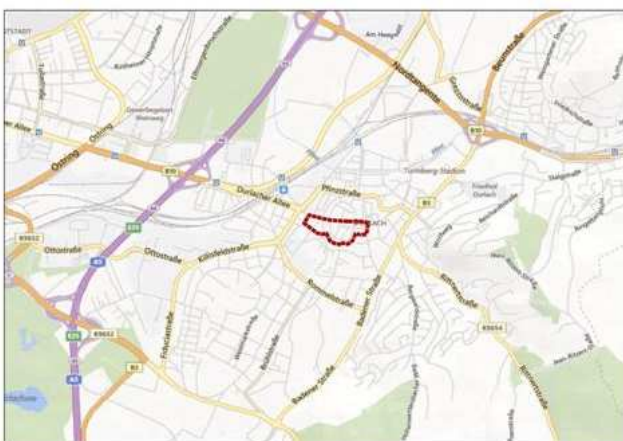


Abbildung 121: Räumliche Lage und Abgrenzung des Hot-Spot-Quartiers „Ortskern“

Der mittelalterliche Stadtkern weist eine vorwiegend geschlossener Bauweise auf, die durch eine beträchtliche Anzahl mittelalterlicher Gebäude, ergänzt durch zahlreiche Um- und Neubauten geprägt ist. Sowohl vertikal als auch horizontal hat sich eine große Nutzungsvielfalt entwickelt, die von Wohnungen und kleineren Einzelhandels- Gastronomiebetrieben bis zu hin zu größeren Gewerbeeinheiten sowie Büros und Praxen reicht. Das Angebot an öffentlichen Frei- und Grünflächen ist direkt im Quartier sehr begrenzt. Eine Ausnahme bildet eine Grünfläche mit Spielplatz nördlich der Gärtnerstraße. Vereinzelt setzen auch Begrünungsmaßnahmen von kleineren Plätzen, Fassaden und Hinter-/Innenhöfen grüne Akzente im Quartier (Abbildung 122). Allerdings stehen mit dem Schlosspark und dem angrenzenden Kleingartenarealen hochwertige grüne Rückzugsmöglichkeiten für die Quartiersbevölkerung fußläufig gut erreichbar zur Verfügung, so dass kein grundsätzlicher Mangel an Grünflächen besteht.



Abbildung 122: Impressionen aus dem Hot-Spot Quartier des Stadtstrukturtyp 04 „Ortskern“

Die bioklimatische Belastung in fast allen Quartieren des Strukturtyps „Ortskern“ bewegt sich auf einem geringem bis mittleren Niveau. Durch seine Größe und bauliche Kompaktheit ist der Durlacher Ortskern der einzige, in dem sich heute und in der mittelfristigen Zukunft in Teilräumen eine relevante Belastungssituation ergibt ergeben wird. Als klimasensible Nutzung kann in diesem Zusammenhang das Gemeindehaus am Zwinger erwähnt werden, ein Veranstaltungsort der Evangelischen Kirchengemeinde, an dem auch Gruppen älterer Menschen regelmäßig zusammenkommen. Deren Anteil liegt mit >20% an der Quartiersbevölkerung schon heute im Karlsruhe weiten Vergleich relativ hoch und wird zukünftig noch zunehmen. Der Kleinkindanteil als zweite große Hitzestress-Risikogruppe hingegen ist mit <5% eher vergleichsweise gering, aber keineswegs zu vernachlässigen. Über den energetischen Standard der Gebäude kann (auch aufgrund ihrer

Anzahl) keine konkrete Aussage getroffen werden. Es kann aber begründet davon ausgegangen werden, dass zumindest einige (z.B. unter Denkmalschutz stehende Bauwerke noch nicht energetisch saniert worden sind und sich so insbesondere für die oberen Geschosse eine Überhitzungsgefahr ergibt. Die Vulnerabilität des Hot-Spots ist insgesamt daher zumindest in einigen Teilbereichen als hoch zu bewerten (Tabelle 18).

Tabelle 18: Charakterisierung der Vulnerabilität des Hot-Spot-Quartiers „Ortskern“

Kriterium	Gegenwart	2050
bioklimatische Belastung am Tage	mittel bis hoch	sehr hoch
bioklimatische Belastung in der Nacht	mittel bis hoch	hoch bis sehr hoch
hochwertige Grünfläche erreichbar?	Ja, Schloßpark	
Anteil Senioren (gesamter Stadtteil)	21,4%	2030: 22,3%
Anteil Kleinkinder >6 Jahre (gesamtes Stadtviertel)	4,7%	keine Daten
Bevölkerungsdichte (gesamter Stadtteil)	1.356 Ew/km ²	2030: 1.397 Ew/km ²
energetischer Gebäudestandard	z.T. gering	unbekannt
sensible Nutzungen	Gemeindehaus am Zwinger	unbekannt
Vulnerabilität	Mittel bis hoch	

7.4.2 KLIMAÖKOLOGISCHE SITUATION IM QUARTIER

Die bioklimatische Belastungssituation im Quartier ist heterogen. Sowohl am Tage als auch in der Nacht zeigt sich im Modell eine vom Zentrum zum Rand des Untersuchungsgebietes abnehmende Belastung. Die räumliche Spannweite der Werte liegt tagsüber bei ca. 25 bis 45 Kenntagen pro Jahr (2050: ca. 25 bis 55) sowie in der Nacht zwischen 2 und 8 (2050: 2 und 10) Tropennächten. Das Niveau der Belastung im Durlacher Kernzentrum liegt damit nur wenig unter demjenigen für den geschlossenen Blockrand in der Karlsruher Innenstadt (vgl. Kapitel 7.1.2).

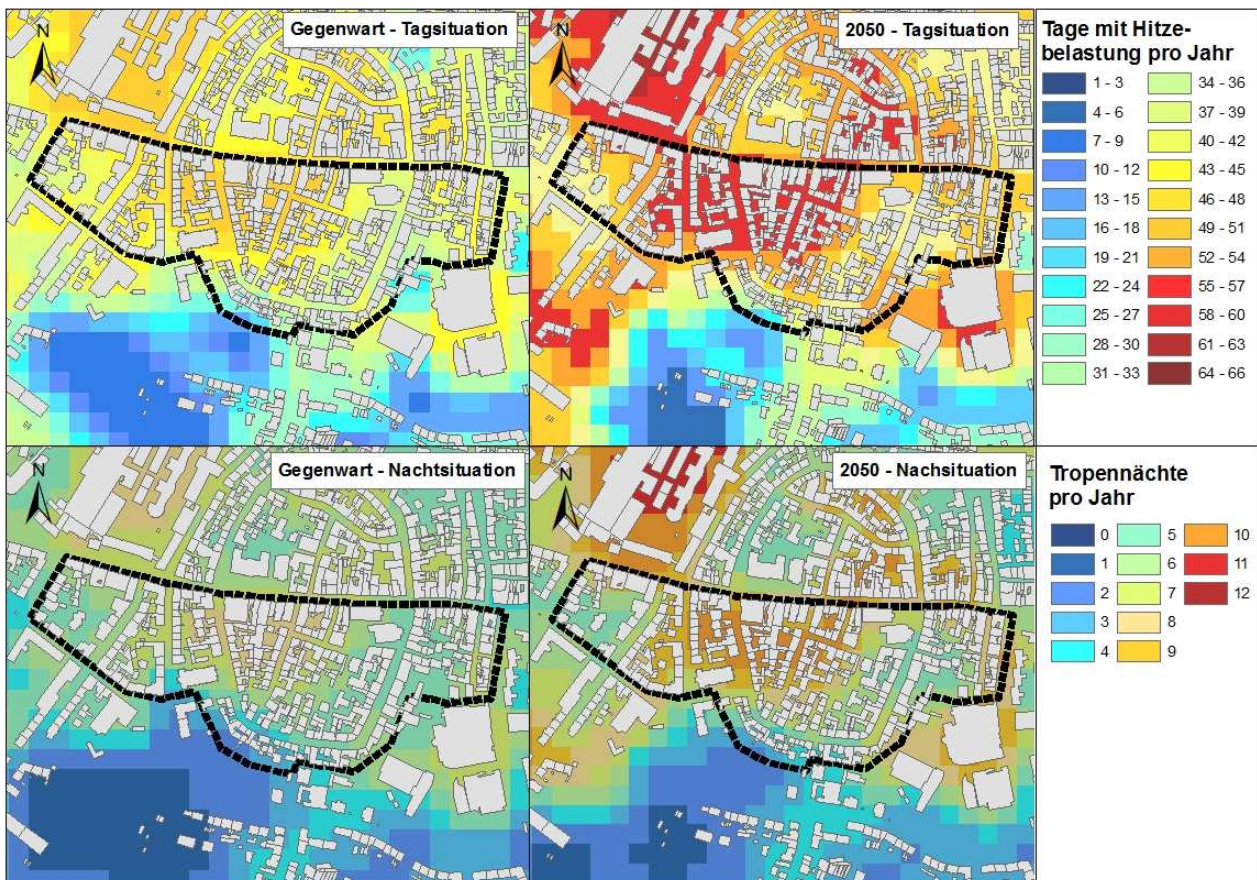


Abbildung 123: Gegenwärtige und zukünftige bioklimatische Belastung in dem Hot-Spot-Quartier des Stadtstrukturtyps „Ortskern“

Das unterschiedliche Belastungsniveau im Quartier lässt sich zu einem erheblichen Teil auf die Eindringtiefe der aus südlicher Richtung anströmenden Kaltluft zurückführen. Deren Ursprung liegt vor allem über den landwirtschaftlichen und als Kleingärten genutzten Flächen zwischen den Ortsteilen Durlach-Aue und Durlach-Hanggebiet. Auch die Hangwinde des östlich anschließenden Hügellandes spielen hier vor allem als Antrieb für einen stetigen Abfluss der Luftmasse noch eine wichtige Rolle. Die größtenteils unverbaute, zwischen 300m und 600m breite Schneise zwischen den beiden Ortsteilen fungiert als Leitbahn, die zusätzlich noch Kaltluft produziert und so erhebliche Mengen in Richtung Ortskern auch gegen das sanft ansteigende Gelände transportiert. Durch die zunehmende Bebauungsdichte in Alt-Durlach wird der Fluss allmählich erwärmt und verlangsamt und erreicht letztlich das Zentrum des Ortskerns nicht mehr.

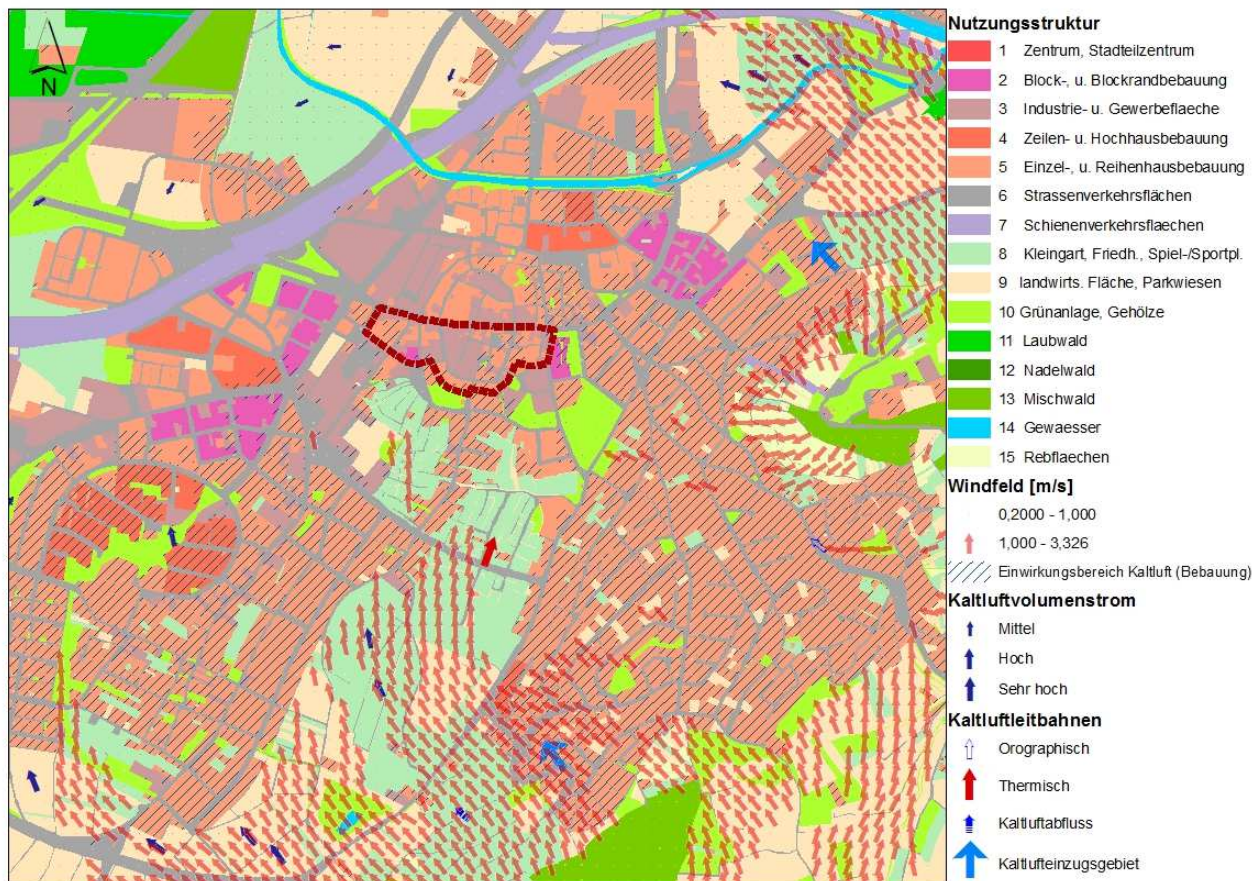


Abbildung 124: Stadtklimatische Situation im Umfeld des Hot-Spot-Quartiers „Ortskern“

7.4.3 QUARTIERSSPECIFISCHES MASSNAHMENPAKET

Im Maßnahmenpaket ist in erster Linie ein eventueller Rückbau der stark nachverdichteten Innen- und Hinterhöfe zu überprüfen, da sich in dieser Instanz des Stadtstrukturtyps „Ortskern“ relativ wenig Raum für bioklimatisch relevante Eingriffe anbietet. Innen- und Hinterhofbegrünungen sowie Pocket-Parks bilden zentrale, im Fußwegenetz liegende Treffpunkte. Entsiegelung und grüne Parkierung minimieren die Oberflächentemperatur. Das gebäudespezifische Maßnahmenpaket, bestehend aus der energetischen Sanierung, der Dach- und Fassadenbegrünung sowie einer Erhöhung der Oberflächen-Albedo auf Dächern und Fassaden, ist mit dem Denkmalschutz abzustimmen. Im konkreten Hot-Spot-Quartier ergeben sich in erster Linie Rückbau (Entdichtung)/Entsiegelung („Kühlinseln“), Fassadenbegrünung (charakteristisches Erscheinungsbild) und Wasser im öffentlichen Raum (Kombination mit „Dorflinde“) als geeignete Maßnahmen.

ANWENDUNG

PFINTZTALSTRASSE

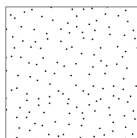


MAßNAHMEN

- Baumbestand heute
- M06 Rückbau
- M07 Entsiegelung
- M08 grüne Parkierung
- Vorschlag neue Bäume
- M11 Innen-/Hinterhofbegrünung
- M13 erlebbares Wasser im öffentlichen Raum
- M15 energetische Gebäudesanierung
- Bäume Pocket-Parks
- M16 Dachbegrünung
- M17 Fassadenbegrünung
- M03 Anbindung an Entlastungsflächen

FLÄCHEN

Entsiegelung
13670 m²



grüne Parkierung
1522 m²



Dachbegrünung
2785 m²



Abbildung 125: instanzspezifische Maßnahmenanwendung des Stadtstrukturtyps 04 „Ortskern

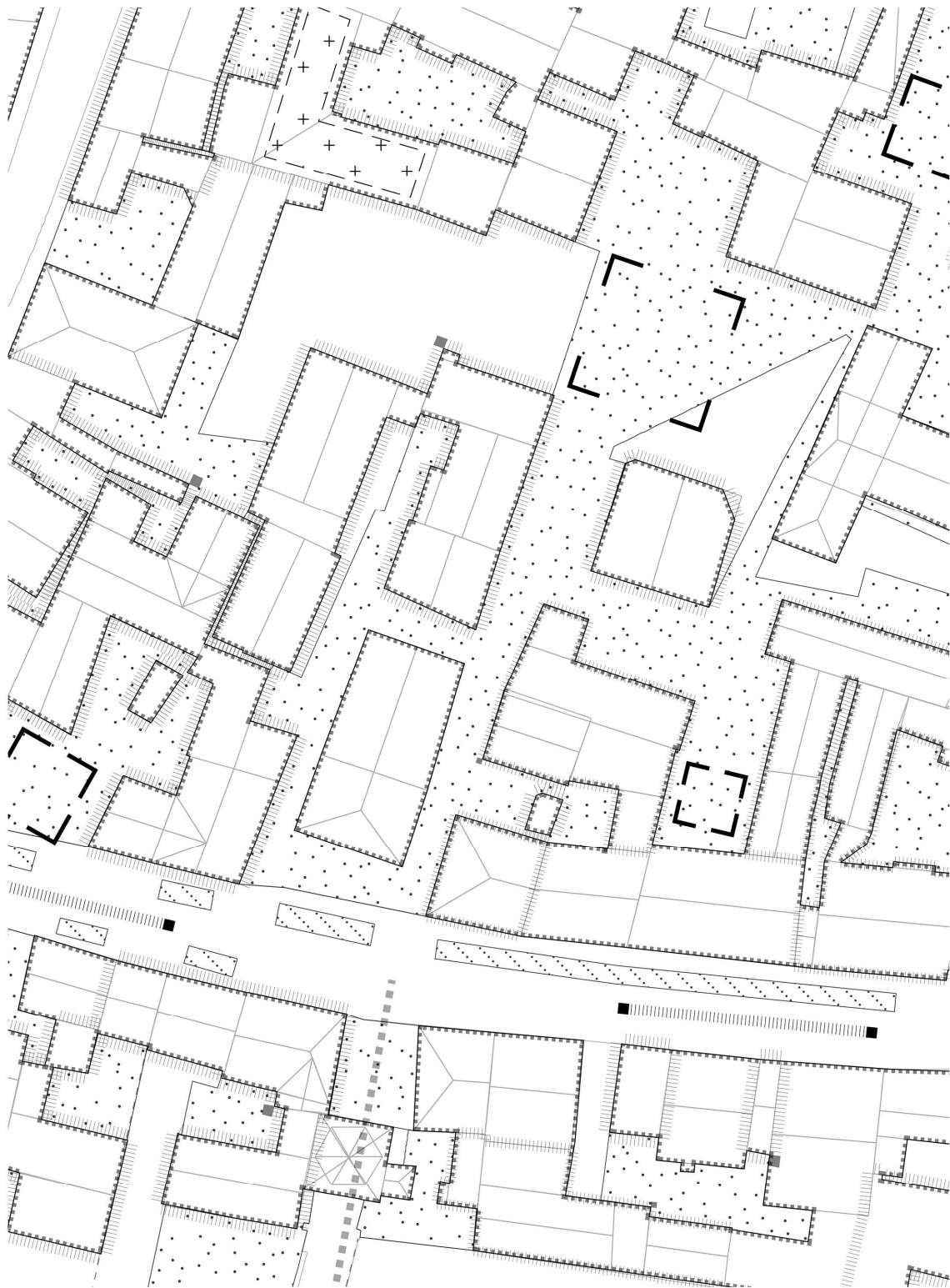
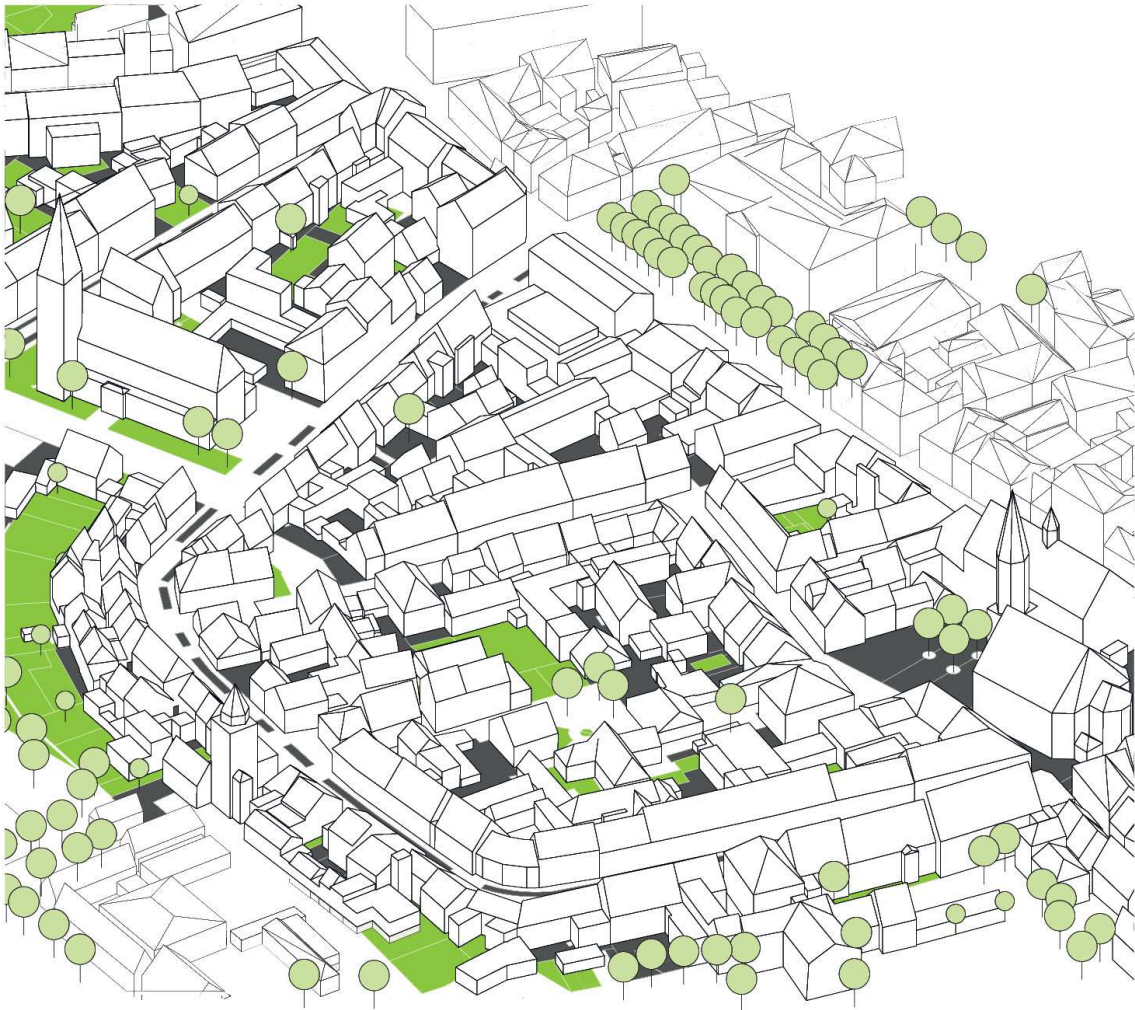


Abbildung 126: detaillierter Ausschnitt der Maßnahmenanwendung

HEUTE



- versiegelte Flächen
- Grünflächen Bestand
- Bäume Bestand
- Bäume neu/ entsiegelte Flächen
- Grüne Parkierung
- Dachbegrünung
- Fassadenbegrünung
- Pocket-Parks

Abbildung 127: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 04 „Ortskern“ – heutige Situation

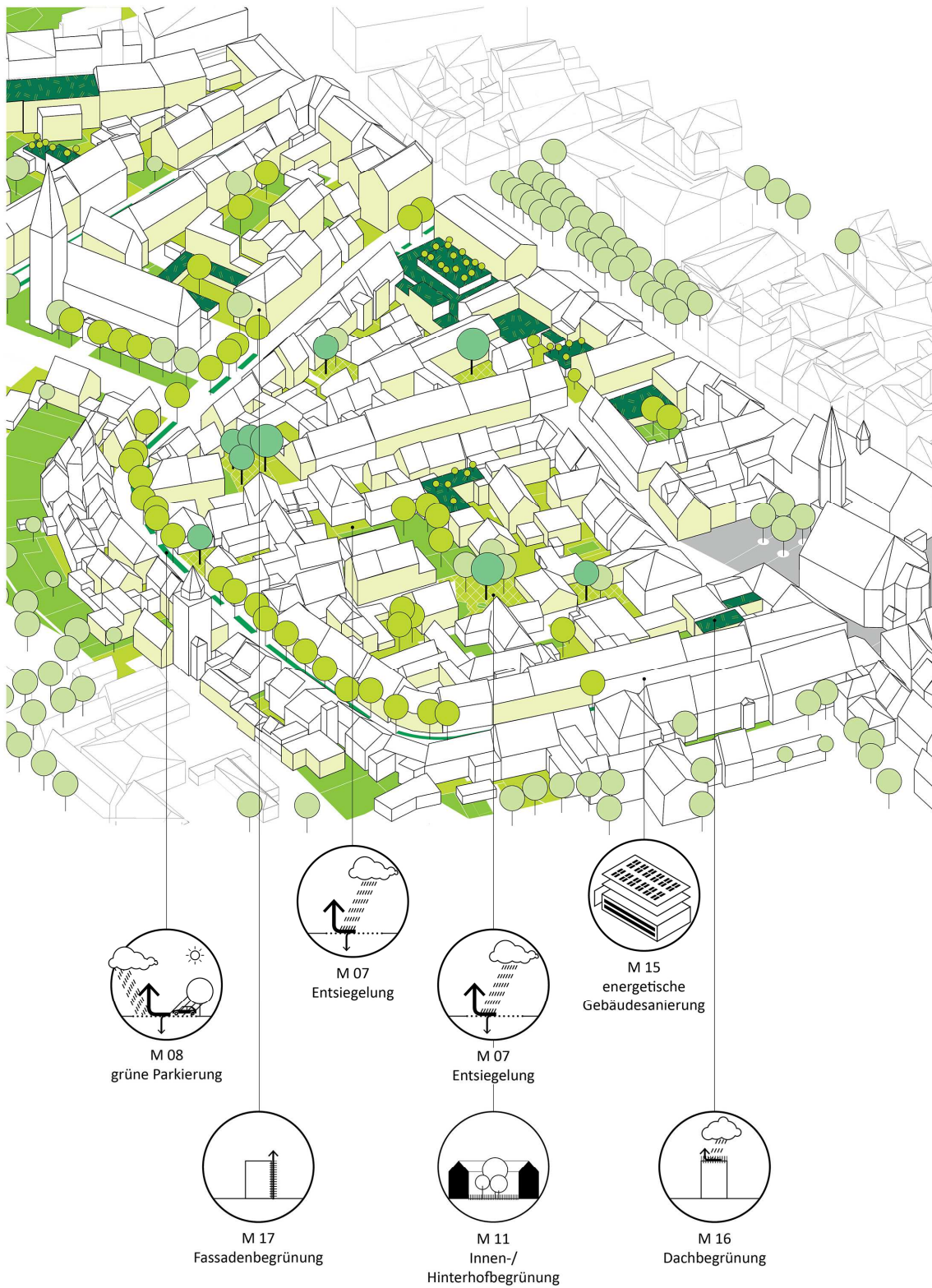


Abbildung 128: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 04 „Ortskern“ – Situation mit Maßnahmen

7.4.4 ÜBERTRAGBARKEIT DER MAßNAHMEN

Das für den Stadtstrukturtyp 04 „Ortskern“ identifizierte, exemplarisch umgesetzte und in einem typspezifisch zusammengestellte Maßnahmen-Paket wurde anhand des in Phase 1 ermittelten „schlimmstbetroffenen“ Hot-Spot-Quartiers südlich der Pfinztalstraße in Durlach erarbeitet. Eine Anwendung der in diesem Paket enthaltenen Maßnahmen kann bedingt auf die anderen betroffenen und weniger dicht bebauten Quartiere desselben Stadtstrukturtyps übertragen werden. Bedingt übertragbar stellen sich wegen des Denkmalschutzes die Maßnahmen „Entsiegelung“ und „Pocket-Parks“ dar, da die Möglichkeiten zur Umsetzung in den Quartieren teils voneinander abweichen. Als zusätzliche Maßnahme zum quartiersspezifischen Maßnahmenpaket kann in einigen stark nachverdichteten Bereichen nach Abstimmung mit dem Denkmalschutz M 06 „Rückbau“ erwogen werden.

Abbildung 129 kann die Lage der betroffenen Instanzen des Stadtstrukturtyps und des Hot-Spots entnommen werden. Eine Auswahl der Instanzen ist untenstehend abgebildet.

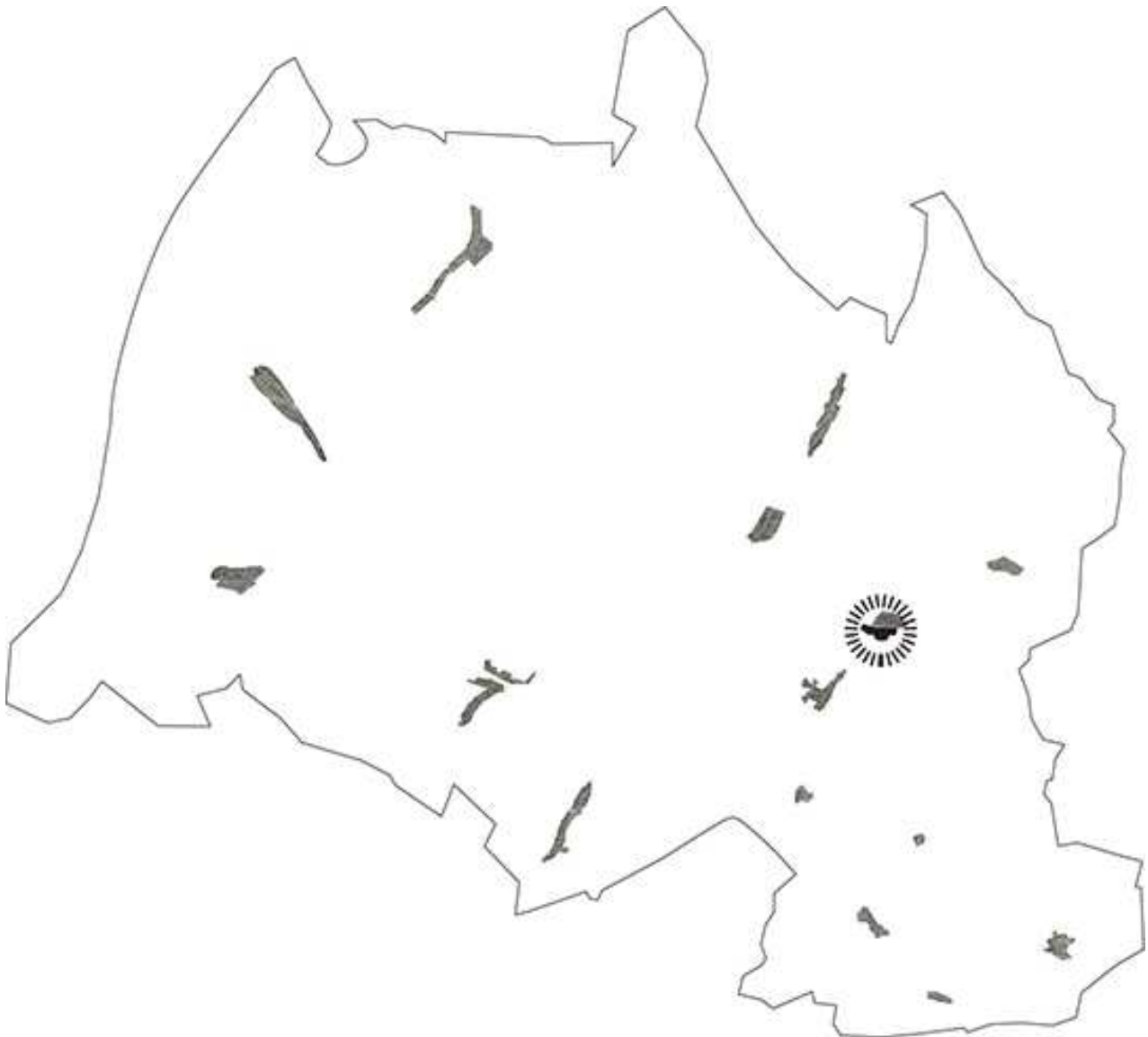


Abbildung 129: Verortung der Instanzen des Stadtstrukturtyps 04 „Ortskern“

Folgende exemplarische Instanzen zeigen in ihrer Individualität die mögliche Spannweite der Diversität innerhalb des Stadtstrukturtyps 04 „Ortskern“:

Bereich Neureuter Hauptstraße

- offene Bauweise von Einfamilienhäusern
- großzügigere private Gärten und Freiflächen
- breite Straßenquerschnitte

Bereich Pfarrstrasse

- dichte, offene Bauweise entlang der Hauptverkehrsstraße
- breiter Straßenquerschnitt
- großzügigere private Freiflächen

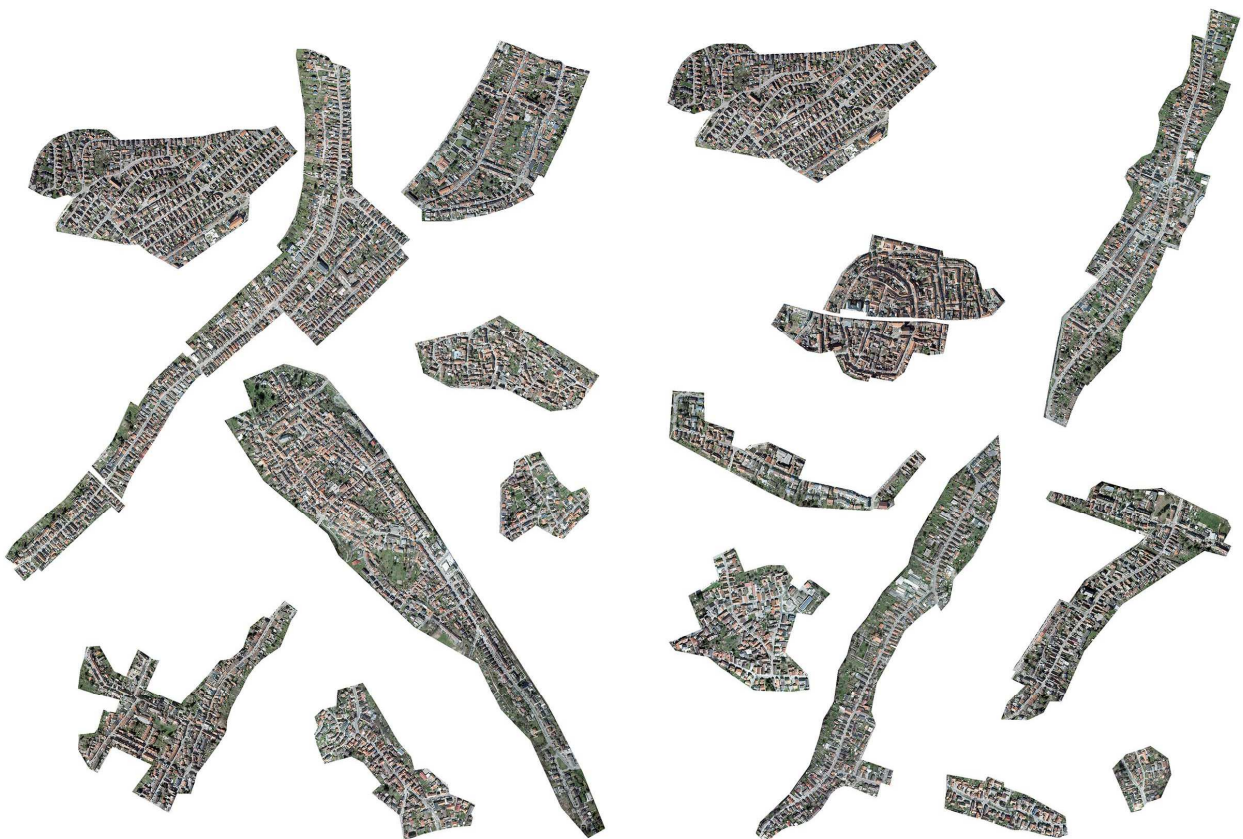


Abbildung 130: Instanzen des Stadtstrukturtyps 04 "Ortskern"

7.5 HOT-SPOT DES STADTSTRUKTURTYP 05 „AUFGELOCKERTE BEBAUUNG MITTLERER DICHT (MFH)“

Bei Mehrfamilienhäusern in aufgelockerter Bauweise handelt es sich in Karlsruhe vorwiegend um kleinräumige Ergänzungsquartiere zu anderen Stadtstrukturtypen, die vermehrt seit den 1980er Jahren u.a. im Rahmen von Nachverdichtungsmaßnahmen entstanden sind. Dementsprechend sind die 45 Quartiere über das gesamte Stadtgebiet verteilt und beheimaten gegenwärtig nur 3,5% der Karlsruher Gesamtbevölkerung. Als bevorzugter Nachverdichtungstyp werden Mehrfamilienhäuser in aufgelockerter Bauweise aber im Rahmen der zukünftigen Stadtentwicklung vermutlich an Bedeutung gewinnen.

Die 3 bis 5 geschossigen Gebäude sind meist als Reihung mehrerer Einheiten ausgeführt und weisen in der Regel unterschiedliche Gebäudestellungen auf, was sie beispielsweise von der Zeilenbauweise unterscheidet. Der angrenzende Freiraum ist häufig direkt als öffentlicher Straßenraum ausgeprägt, private Grünflächen finden sich in Form von meist gemeinschaftlich genutzten Haus- oder Mietergärten. Öffentliche Grünflächen sind nicht selten erst in „übernächster“ Lage zu erreichen.

7.5.1 CHARAKTERISIERUNG UND VULNERABILITÄT DES QUARTIERS

Durch ihre Lage außerhalb der Kernstadt und der Ortskerne sowie ihre typische innere Struktur sind die Quartiere der aufgelockerten Bebauung keine klassischen bioklimatischen Belastungsgebiete, so dass lediglich drei der insgesamt 45 Quartiere des Strukturtyps bis zur Mitte des Jahrhunderts hohen Hitzstressbelastungen ausgesetzt sein werden.

Das vulnerabelste dieser Quartiere liegt im westlichen Alt-Durlach (Abbildung 131). Hierbei handelt es sich um vier aus den 1960er Jahren stammende Gebäude, die im Geschosswohnungsbau ausgeführt sind. Das nördliche Gebäude weist sieben Geschosse auf, die restlichen jeweils vier. Insgesamt leben rd. 170 Menschen im Quartier, was es zum kleinsten der 10 Hot-Spots macht.

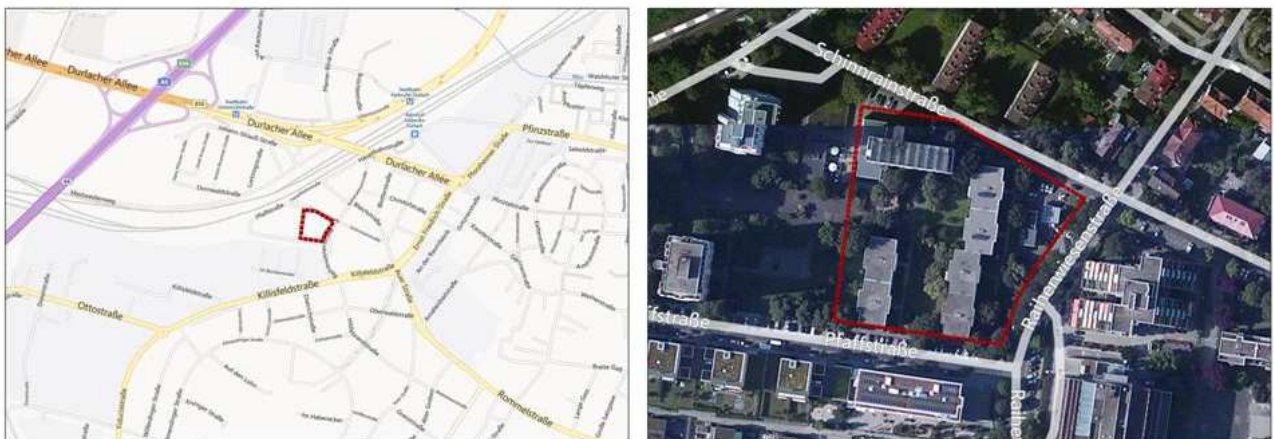


Abbildung 131: Räumliche Lage und Abgrenzung des Hot-Spot-Quartiers „Aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte (MFH)“

Fast alle Wohnungen sind mit Balkonen nach Westen oder Osten ausgestattet, die teilweise durch Schiebefenster auch im Winter als eingeschränkter Wohnraum nutzbar sind. Zwar lässt das Baujahr darauf schließen, dass der energetische Zustand der Gebäude eher mäßig ist, allerdings weisen die Außenfassaden aller Bauten einen weißen Anstrich, was die Albedo erhöht und damit die Aufheizung bzw. Überhitzung der Gebäude zumindest verringert bzw. verlangsamt. Zum Teil ist der Innenhof des Quartiers mit Rasenflächen und schattenspendenden Großsträuchern und Bäumen begrünt. Im westlichen Teil befindet sich aber auch eine vollversiegelte Fläche (Abbildung 132).



Abbildung 132: Impressionen aus dem Hot-Spot Quartier des Stadtstrukturtyp 05 „Aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte (MFH)“

Hochwertige Grünanlagen mit zusätzlicher bioklimatischer Entlastungsfunktion sind darüber hinaus von der Quartiersbevölkerung nicht fußläufig zu erreichen. Dies hat unter anderem mit der abgeschlossenen Lage im Siedlungsbestand, aber auch mit der Bahntrasse Durlach-Hauptbahnhof zu tun, die erst wieder in einiger Entfernung überquert werden kann und dadurch eine massive Barrierewirkung für die Erreichbarkeit von Naherholungsflächen (z.B. dem Elfmorgenbruch nördlich der A5) darstellt. Darüber hinaus gehört mindestens jeder vierte Bewohner des Stadtteils Alt-Durlach einer Hitzestress-Risikogruppe an, so dass die Vulnerabilität des Quartiers zumindest als mittel bewertet werden muss.

Tabelle 19: Charakterisierung der Vulnerabilität des Hot-Spot-Quartiers „Ortskern“

Kriterium	Gegenwart	2050
bioklimatische Belastung am Tage	mittel	hoch
bioklimatische Belastung in der Nacht	mittel	hoch
hochwertige Grünfläche erreichbar	nein	unbekannt
Anteil Senioren (gesamter Stadtteil)	21,4%	2030: 22,3%
Anteil Kleinkinder >6 Jahre (gesamtes Stadtviertel)	4,7%	keine Daten
Bevölkerungsdichte (gesamter Stadtteil)	1.356 Ew/km ²	2030: 1.397 Ew/km ²
energetischer Gebäudestandard	eher gering	unbekannt
sensible Nutzungen	nein	unbekannt
Vulnerabilität	mittel	

7.5.2 KLIMAÖKOLOGISCHE SITUATION IM QUARTIER

Die bioklimatische Belastung – als ein wesentliches Kriterium der Vulnerabilitätsbeurteilung – liegt im Quartier gegenwärtig nachts und auch tagsüber noch auf einem mittleren Niveau, wird aber schon zur Mitte des Jahrhunderts jeweils als hoch einzustufen sein. So steigt die jährliche Auftrittshäufigkeit von Tagen mit Hitzebelastung von etwa 42 auf fast 50 an. Die durchschnittliche Anzahl von Tropennächten wird sich hingegen bis 2050 nur geringfügig von 6-7 auf 7-8 erhöhen.



Abbildung 133: Gegenwärtige und zukünftige bioklimatische Belastung in dem Hot-Spot-Quartier des Stadtstrukturtyps „aufglockerte Bebauung mittlerer Dichte (MFH)“

Das MFH-Quartier liegt innerhalb des Karlsruher Stadtklimasystems in einem vergleichsweise wenig dynamischen Teilraum: Die großen Kaltluftvolumina aus dem Durlacher Süden erreichen das Gebiet ebenso wenig, wie die nachts über den Gleisanlagen zum Erliegen kommende Ströme nördlich des Quartiers. Es liegt damit also relativ weit entfernt von den Einwirkungsbereichen der Kaltluftleitbahnen bzw. der Kaltluftproduktionsflächen. Da das Gebiet selbst und auch das nähere Umfeld aber eine vergleichsweise lockere Bebauung mit geringen Bauvolumina aufweist, führt dieser Zustand erst zur Mitte des Jahrhunderts zu signifikanten bioklimatischen Belastungssituationen. Bei der Entwicklung von Maßnahmen sollte mittelfristig also ein Anschluss des Quartiers an den Einwirkungsbereich der Kaltluftflüsse angestrebt werden und gleichzeitig eine Nachverdichtung aufgrund der damit einhergehenden zusätzlichen Aufheizung des Quartiers vermieden werden.

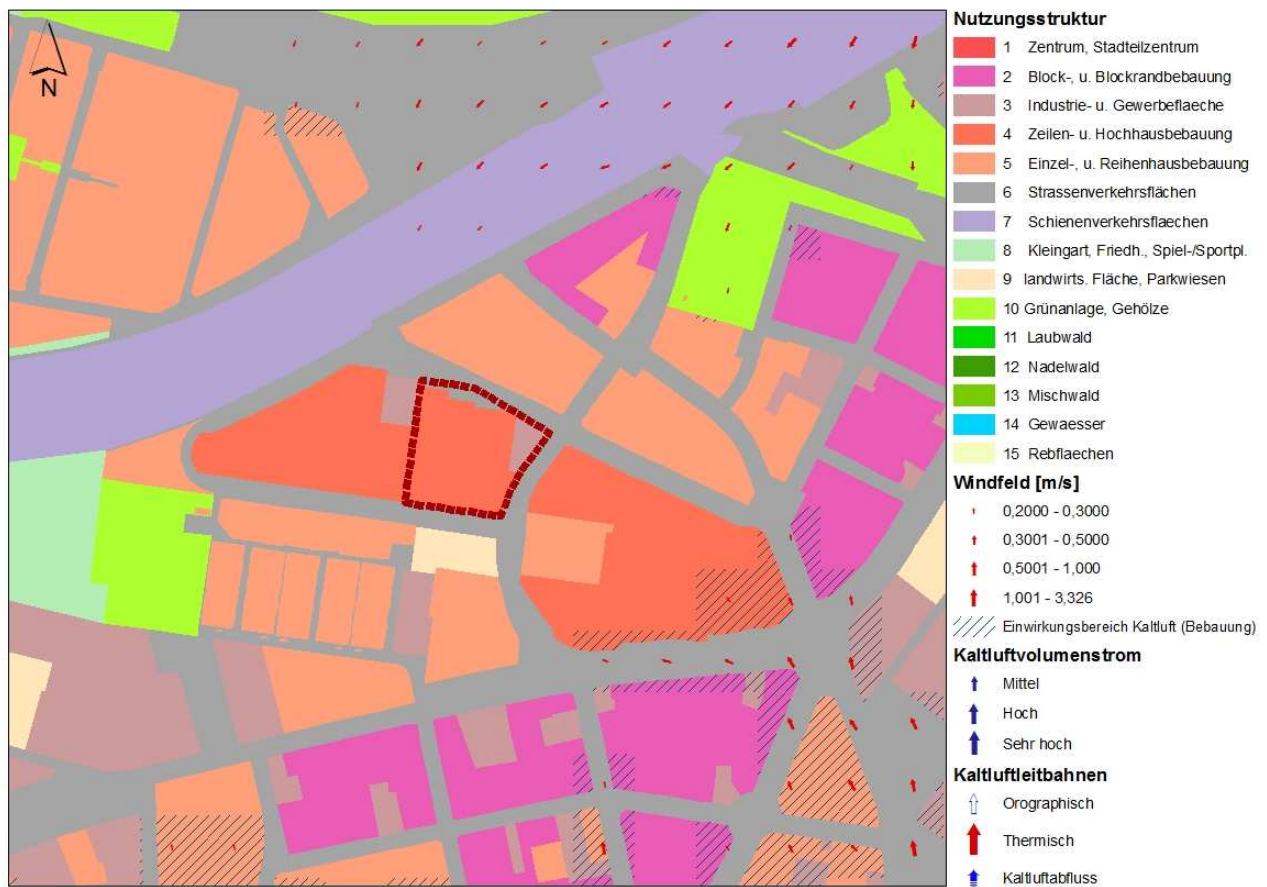


Abbildung 134: Stadtklimatische Situation im Umfeld des Hot-Spot-Quartiers „aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte (MFH)“

7.5.3 QUARTIERSPEZIFISCHES MASSNAHMENPAKET

Das Maßnahmenpaket für den Hotspot des Stadtstrukturtyps „aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte“ konzentriert sich auf die energetische Gebäudesanierung, Dach- und Fassadenbegrünung sowie einer Erhöhung der Oberflächen-Albedo an allen Gebäuden. Bei vollversiegelten Flächen ist zu überprüfen, inwieweit eine Entsiegelung wegen darunterliegenden Tiefgaragen möglich ist. Abstandsflächen an den Gebäuden können mit Pocket-Parks ausgestattet werden, die an weitere Entlastungsflächen anschließen.

Folgende Auffälligkeiten und Besonderheiten ergeben sich im Hot-Spot-Quartier des Stadtstrukturtyps 05 - aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte:














- Wasser im öffentlichen Raum
- Entsiegelung / Neupflanzung von Bäumen: Dem relativ großen Anteil an Abstandsflächen steht ein entsprechend großer Anteil an versiegelten Flächen gegenüber. Eine technische Machbarkeit der Entsiegelung und der Installation von erlebbaren Wasserflächen über der Tiefgarage ist zu überprüfen. Von den Entlastungen dieser Maßnahmen könnten auch die Bewohner der umliegenden betroffenen Quartiere profitieren.
- Pocket-Parks: Die Abstandsflächen bergen das Potenzial qualitativ hochwertigerer Aufenthaltsräume. Sie sind vor allem durch Neupflanzung von Bäumen zu verschatten. Die Einrichtung eines Pocket-Parks bietet neben der bioklimatischen Entlastungsfunktion auch die Möglichkeiten eines sozialen Treffpunkts, der zur Aktivierung und Nutzung des Abstandsgrüns führen kann.

ANWENDUNG

SCHINNRAINSTRASSE



MAßNAHMEN

- | | | |
|--|--|---|
|  Baumbestand heute |  Vorschlag neue Bäume |  Bäume Pocket-Parks |
|  M07 Entsiegelung |  M13 erlebbares Wasser im öffentlichen Raum |  M17 Fassadenbegrünung |
|  M08 grüne Parkierung |  M15 energetische Gebäudesanierung |  zu aktivierende Abstandsflächen |
|  M10 Möglichkeit Pocket-Parks |  M16 Dachbegrünung |  M12 Erhöhung der Oberflächen-Albedo |
| | |  M03 Anbindung an Entlastungsflächen |

FLÄCHEN

Entsiegelung
3659 m²



grüne Parkierung
12915 m²



Aktivierungsfläche
2950 m²



Dachbegrünung
1680 m²



Abbildung 135: instanzspezifische Maßnahmenanwendung des Stadtstrukturtyps 05 „aufglockerte Bebauung mittlerer Dichte“

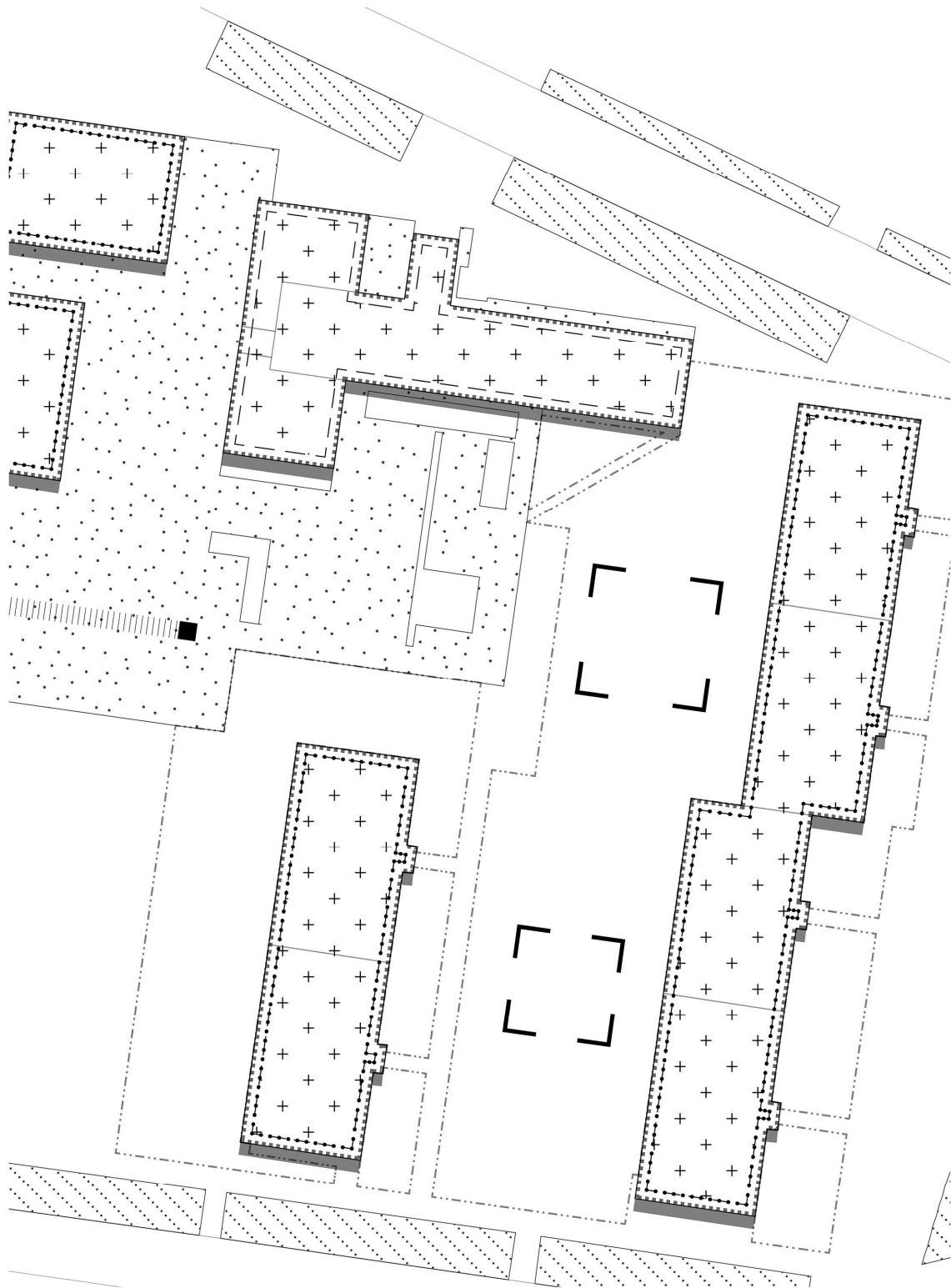
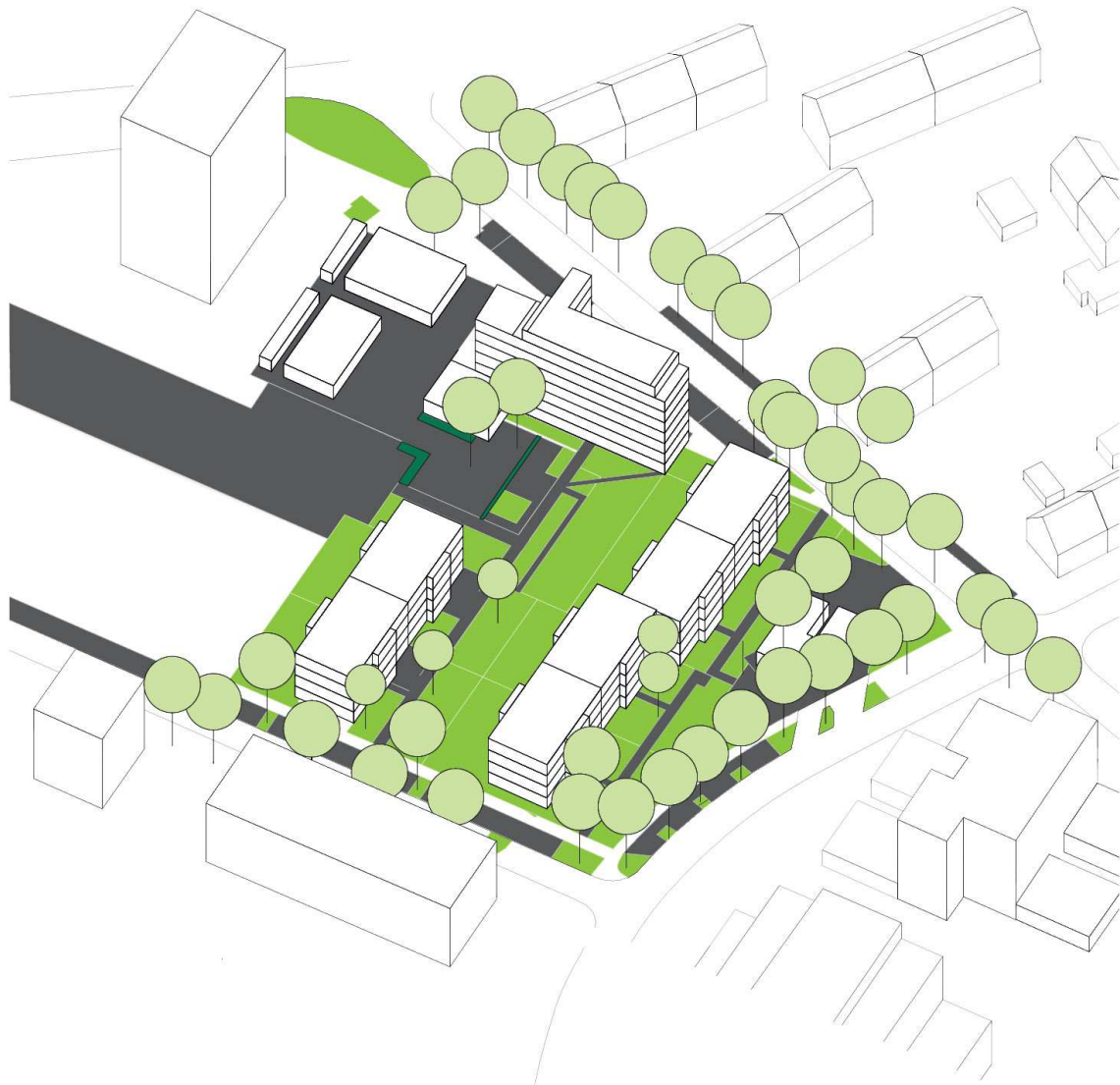


Abbildung 136: detaillierter Ausschnitt der Maßnahmenanwendung

HEUTE



- versiegelte Flächen
- Grünflächen Bestand
- Bäume Bestand
- Bäume neu/ entsiegelte Flächen
- Grüne Parkierung
- Dachbegrünung
- Pocket-Parks
- Erhöhung der Oberflächen-Albedo

Abbildung 137: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 05 „aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte“ – heutige Situation

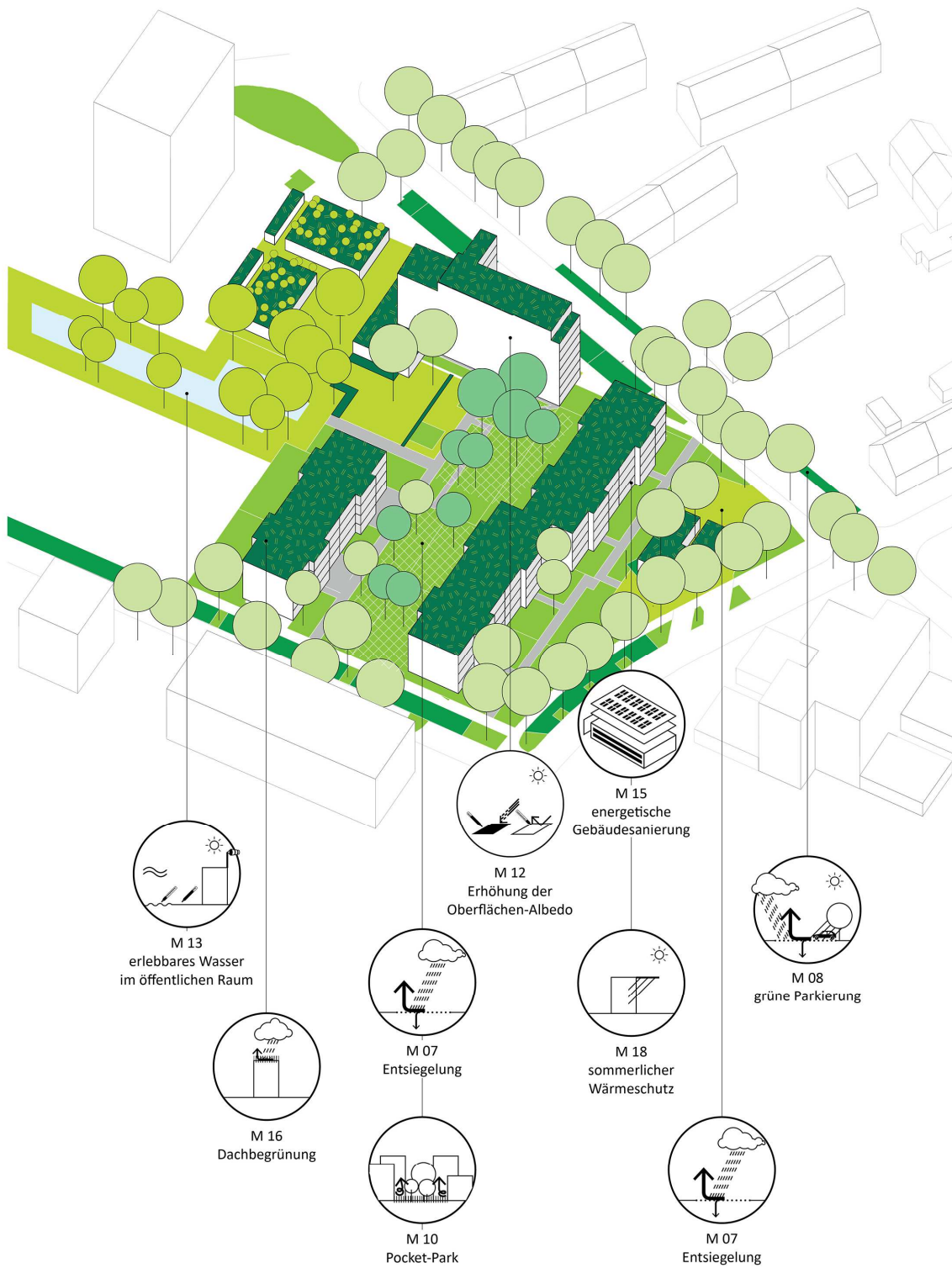


Abbildung 138: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 05 „aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte“ – Situation mit Maßnahmen

7.5.4 ÜBERTRAGBARKEIT DER MAßNAHMEN

Das für den Stadtstrukturtyp 05 „aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte“ identifizierte, exemplarisch umgesetzte und in einem typspezifisch zusammengestellte Maßnahmen-Paket wurde anhand des in Phase 1 ermittelten „schlimmstbetroffenen“ Hot-Spot-Quartiers zwischen Schinnrainstraße und Pfaffstraße erarbeitet. Im Prinzip können alle in diesem Paket enthaltenen Maßnahmen gut auf die anderen betroffenen Quartiere desselben Stadtstrukturtyps übertragen werden. Bedingt übertragbar sind die Maßnahmen „Entsiegelung“, „Erhöhung der Oberflächen-Albedo“ und „Neueinrichtung von Pocket-Parks“, da die Möglichkeiten zur Umsetzung in den Quartieren teils voneinander abweichen.

Abbildung 139 kann die Lage der betroffenen Instanzen des Stadtstrukturtyps und des Hot-Spots entnommen werden. Eine Auswahl der Instanzen ist untenstehend abgebildet.

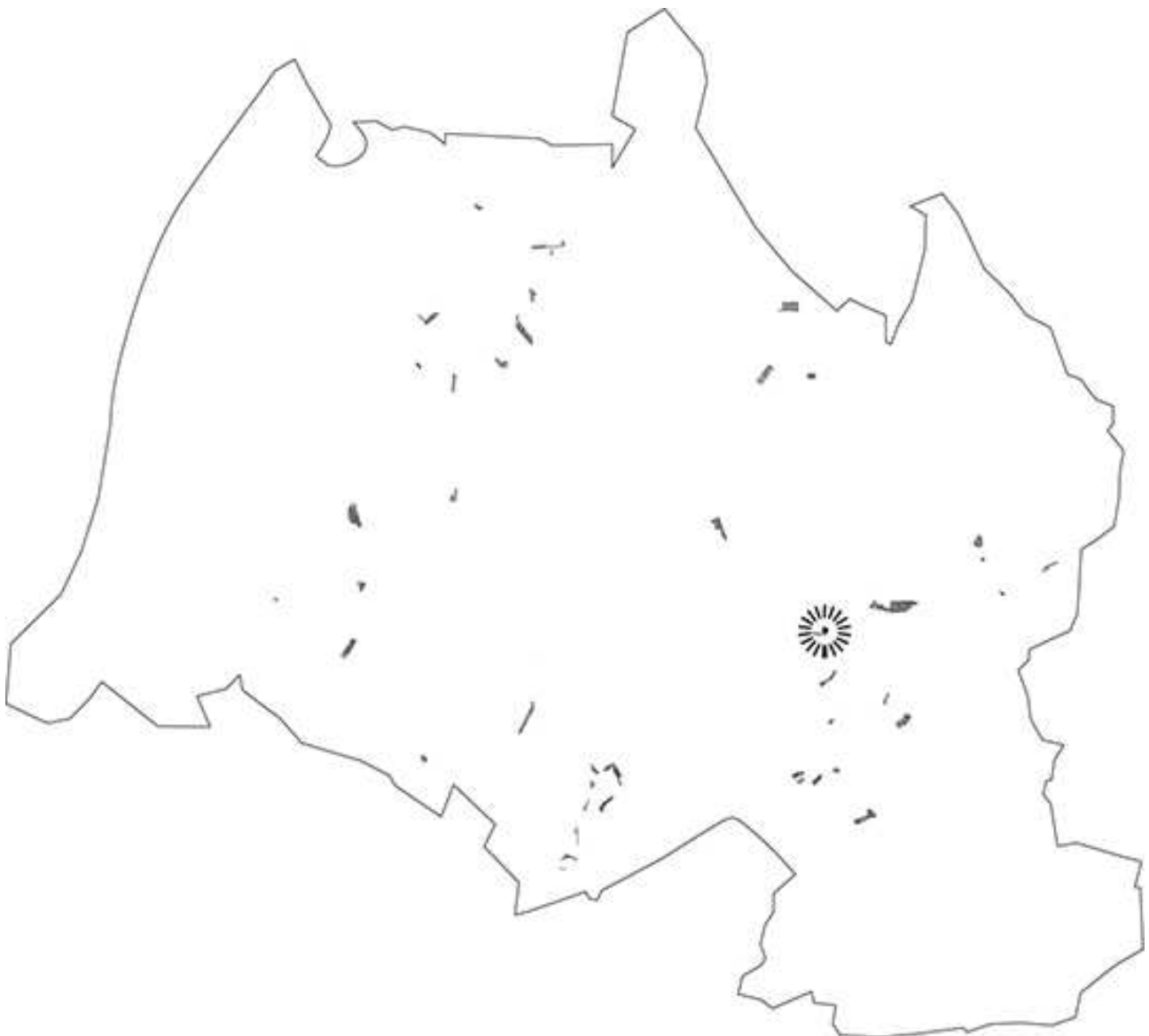


Abbildung 139: Verortung der Instanzen des Stadtstrukturtyps 05 „aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte“

Folgende exemplarische Instanzen zeigen in ihrer Individualität die mögliche Spannweite der Diversität innerhalb des Stadtstrukturtyps 05 „aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte“:

Bereich Pfinzstraße

- dichtere Bebauung mit unterschiedlichen Typologien
- relativ geringer Versiegelungsgrad

Bereich Blankenlocher Weg

- Ähnlichkeiten zum offenen Blockrand
- hoher Entsiegelungsgrad
- dichtere Bebauung
- breite Straßenquerschnitte

Bereich Rheinstraße

- breiter Straßenraum
- viele Parkplätze > hoher Versiegelungsgrad

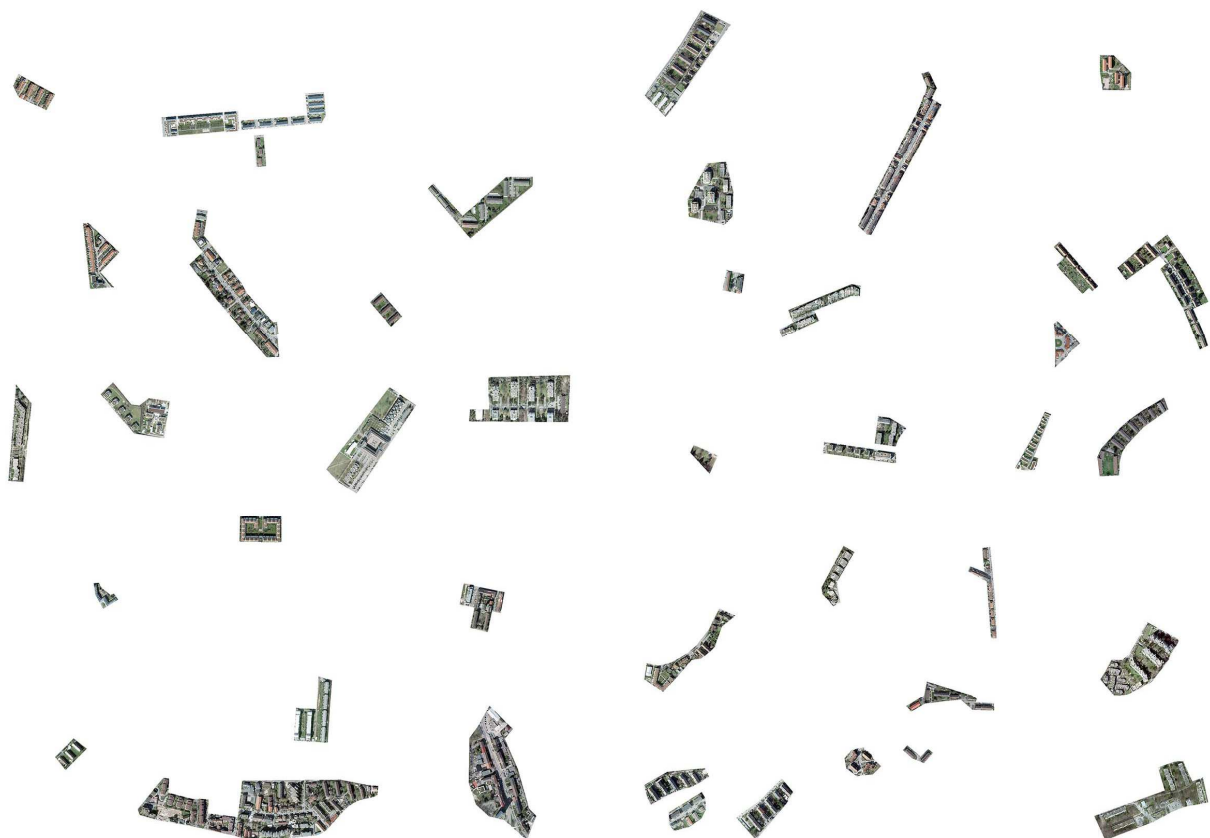
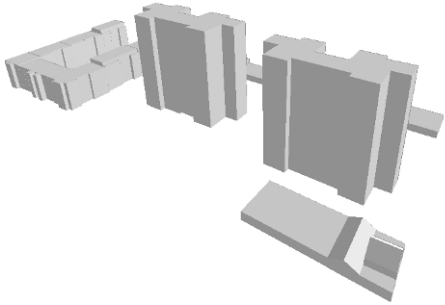


Abbildung 140: Instanzen des Stadtstrukturtyps 05 „aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte“

7.6 HOT-SPOT DES STADTSTRUKTURTYPUS 08 „HOCHHAUSGEBIETE MIT ÜBERWIEGENDER WOHNUNGENUTZUNG“

Hochhäuser, also Gebäude mit Aufenthaltsräumen die mehr als 22m über der Geländeoberfläche liegen, sind in Karlsruhe eher seltene, vor allem singular angeordnete, teils aber auch gruppierte Punkt- oder Scheibenhochhäuser. Trotz ihrer relativ geringen Anzahl wohnen in Karlsruhe rd. 8.000 Personen in einem Hochhaus, was freilich dem Ansatz des Gebäudetyps geschuldet ist, möglichst viel nutzbaren Raum pro Baufläche zur Verfügung zu stellen.



Die Karlsruher Hochhausbauten sind hauptsächlich in den 1960er bis 1980er Jahren entstanden, einzelne wurde auch bereits in den 1950er errichtet. Sie dienen vorwiegend dem Wohnen, die Erdgeschosse sind aber bisweilen mischgenutzt (z.B. Praxen oder Büros). Ergänzt werden die Gebäude regelmäßig durch direkt zugeordnete Parkmöglichkeiten, die oberirdisch durch Garagenanlagen oder offene, versiegelte Parkplätze bzw. unterirdisch als Tiefgarage ausgeführt sind. Bedingt durch die Bautypologie sind die Gebäude oftmals in weitläufigere, gestaltete private (Gemeinschafts-) Grünfläche eingebettet. Der Übergang zum öffentlichen Raum erfolgt dabei fließend.

7.6.1 CHARAKTERISIERUNG UND VULNERABILITÄT DES QUARTIERS

Der Hot-Spot des Strukturtypen “Wohnhochhaus” befindet sich im Norden der Karlsruher Oststadt zwischen der Haid-und-Neu-Straße und der Rintheimer Straße. Unmittelbar westlich schließt sich ein historischer geschlossener Blockrand an, im Osten liegt das Gelände der Privatbrauerei Hoepfner (Abbildung 141). In der Hochhaussiedlung leben heute auf 1,5 ha Fläche ca. 490 Menschen, was einer Bevölkerungsdichte von fast 35.000 Ew/km² entspricht. Zum Vergleich: Das gesamte Stadtviertel Oststadt – Nördlicher Teil weist lediglich eine Dichte von rd. 4.000 Ew/km² auf.



Abbildung 141: Räumliche Lage und Abgrenzung des Hot-Spot-Quartiers „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“

Das Quartier besteht aus fünf unverbundenen Gebäudekomplexen, die alle in den 1960er Jahren entstanden sind. Die einzelnen Gebäude unterscheiden sich recht deutlich hinsichtlich Bauweise und Geschosshöhen. Das höchste Gebäude ist der 18-geschossige „Wohnturm“ im Nordosten der Siedlung. Die übrigen Komplexe weisen 3-10 Geschosse auf und sind in den oberen Bereichen z.T. terrassiert, was den dortigen Wohnungen kleine private Außenflächen schafft. Die Hochhäuser dienen vorwiegend dem Wohnen. Im südöstlichen Teil existiert eine kleine Ladenpassage mit Einzelhändlern.



Abbildung 142: Impressionen aus dem Hot-Spot Quartier des Stadtstrukturtyp 08 „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“

Ein hoher Anteil des Quartiers ist durch die Gebäude sowie durch Zufahrtswege und Parkplätze versiegelt. Die wenigen grünen Inseln bieten nur eine geringe Aufenthaltsqualität. Auch in fußläufiger Entfernung sind keine hochwertigen bioklimatischen Ausgleichsflächen erreichbar. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Gebäude bis dato nicht energetisch saniert worden sind und sich ihr Innenraum daher aufgrund der ausgeprägten Sonnenexposition während Extremwetterlagen stark aufheizt. Zwar machen die Bevölkerungsgruppen der hochaltrigen und der Kleinkinder in der nördlichen Oststadt einen auf die Gesamtstadt bezogen vergleichsweise kleinen Anteil aus, der sich auch mit dem demographischen Wandel mittelfristig nicht wesentlich verändern wird. Allerdings gehören bis zum Jahr 2030 immerhin 15% der Einwohner einer Risikogruppe an, was dem Quartier angesichts der hohen Bevölkerungsdichte eine durchaus relevante Wertigkeit verleiht. Insgesamt wird die Vulnerabilität der Quartiersbevölkerung daher mit hoch bewertet.

Tabelle 20: Charakterisierung der Vulnerabilität des Hot-Spot-Quartiers „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“

Kriterium	Gegenwart	2050
bioklimatische Belastung am Tage	hoch	sehr hoch
bioklimatische Belastung in der Nacht	hoch	sehr hoch
hochwertige Grünfläche erreichbar	nein	unbekannt
Anteil Senioren (gesamter Stadtteil)	12,9%	2030: 12,7%
Anteil Kleinkinder >6 Jahre (gesamtes Stadtviertel)	2,8%	keine Daten
Bevölkerungsdichte (gesamter Stadtteil)	ca. 490	2030: steigend
energetischer Gebäudestandard	eher gering	unbekannt
sensible Nutzungen	nein	unbekannt
Vulnerabilität	hoch	

7.6.2 KLIMAÖKOLOGISCHE SITUATION IM QUARTIER

Hochhäuser können stadtklimatisch hochgradig wirksame Stadtstrukturen sein. Zum einen wirken sie auf ihre unmittelbare Umgebung. So wird die direkte Sonneneinstrahlung auf kleinere Bauten auf der Schattenseite der Hochhäuser verhindert, was bei Strahlungswetterlagen durchaus den Klimakomfort in der Umgebung erhöhen kann. Andererseits stellen Hochhäuser aber auch ein Windhindernis dar, und können dadurch klimatische Austauschprozesse verringern oder sogar zu unangenehmen Fallwinden führen. Darüber hinaus heizen sie sich durch ihre sonnenexponierte Lage – je nach der Albedo des Gebäudes mehr oder weniger stark - ganztägig auf, was sowohl für das Wohlbefinden der Bewohner vor allem in höheren Stockwerken als auch für das Freiraumklima in unmittelbarer Nähe eher kontraproduktiv ist. Diese indifferenten Eigenschaften von Hochhäusern haben auf den Stadtkörper einen je nachhaltigeren Einfluss, je zahlreicher und kompakter sie auftreten. Für Karlsruhe beutet dies, dass die kleinklimatischen Auswirkungen der Hochhäuser zwar durchaus vorhanden sein werden, dass ihr gesamtstädtischer Einfluss aber eher gering ausfallen wird.

Im hier betrachteten Quartier führen die hohen Bauvolumina und Versiegelungsgrade in Verbindung mit ihrer Lage im Stadtkörper sowohl gegenwärtig als auch zur Mitte des Jahrhunderts zu vergleichsweise hohen Belastungswerten. So treten jährlich durchschnittlich ca. 50 Tage mit Hitzebelastung (2050: ca. 60 Tage) sowie 6-8 (2050: 10-11) Tropennächte auf. Der räumliche Gradient einer sanft zunehmenden Belastung in Richtung Südosten des Quartiers ist dabei durch die Raumnutzung in der näheren Umgebung bedingt. Südlich der Hochhaussiedlung ist die Bebauung deutlich dichter als im Norden und Nordwesten, was sich vor allem nachts zu einer höheren Wärmeabstrahlung in die Umgebung und somit letztlich zu einer erhöhten Temperatur führt.



Abbildung 143: Gegenwärtige und zukünftige bioklimatische Belastung in dem Hot-Spot-Quartier des Stadtstrukturtyps „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“

Diese Situation spiegelt auch das Windfeld bzw. der Einwirkungsbereich der aus nördlicher Richtung anströmenden Kaltluft wider. Die in das Modell als Einzel- und Reihenhaussiedlung eingegangenen Strukturen nördlich des Quartiers werden noch zu einem nicht unerheblichen Teil von der aus dem Hauptfriedhof und der angrenzenden Kleingartenanlage stammenden Kaltluft durchströmt und abgekühlt. Im Hot-Spot Quartier selbst kommt aber keine Kaltluft mehr an. Im Gegenteil, es wird von der südlich angrenzenden Bebauung – insbesondere nachts – zusätzlich erwärmt (Abbildung 144). Ohne größere Rückbauten nördlich der Haid- und Neu-Straße ist das exogene Abkühlungspotential der Hochhaussiedlung also eher begrenzt, so dass sich das Maßnahmenpaket eher auf endogenen Handlungsalternativen konzentrieren sollte.

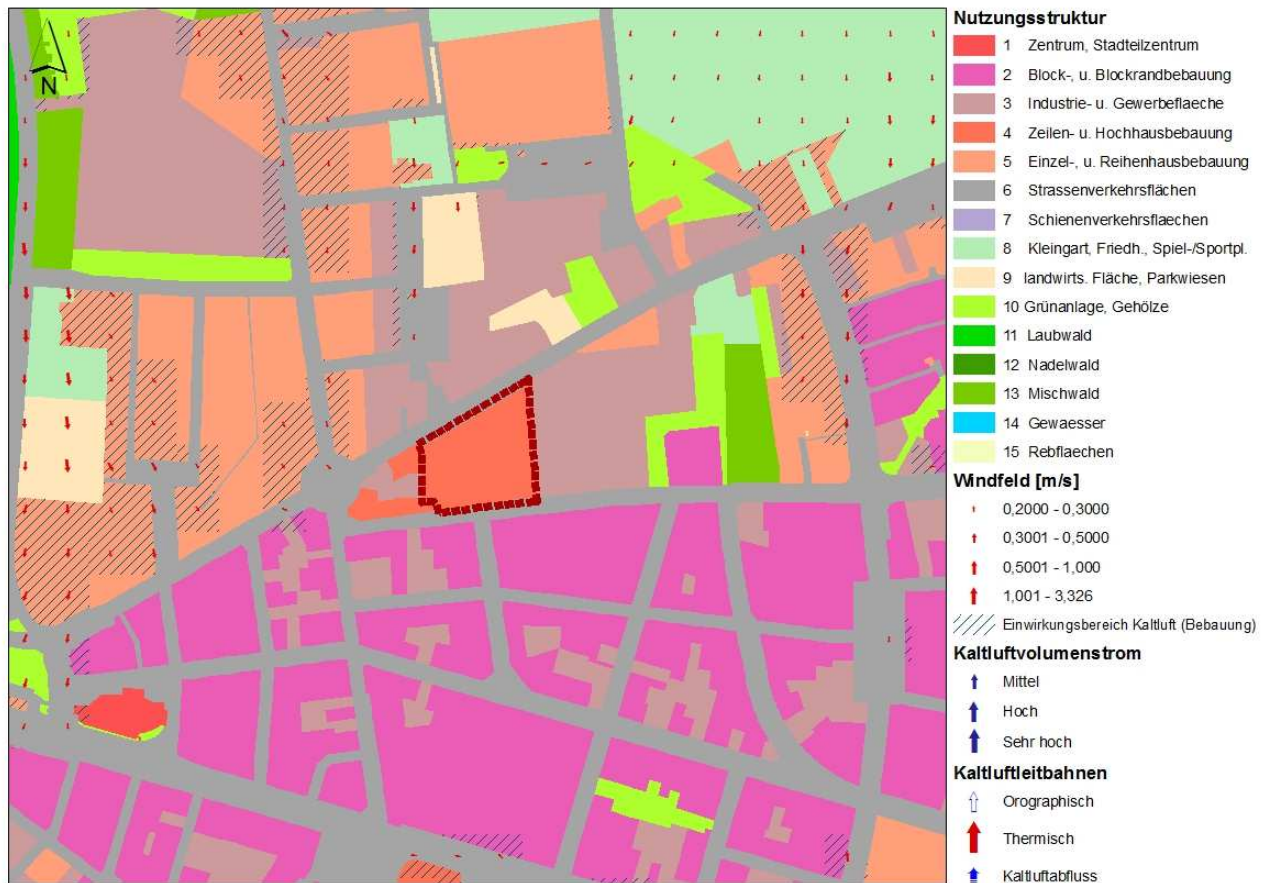


Abbildung 144: Stadtklimatische Situation im Umfeld des Hot-Spot-Quartiers „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“

7.6.3 QUARTIERSPEZIFISCHES MASSNAHMENPAKET

Bei Hochhausgebieten sind für die sonnenexponierten Gebäude Dach- und Fassadenbegrünungen, eine Erhöhung der Oberflächen-Albedo, sommerlicher Wärmeschutz sowie die energetische Gebäudesanierung zu empfehlen. Dem hohen Versiegelungsgrad ist durch Entsiegelung und grüne Parkierung entgegenzuwirken. Verschattung durch Bäume ermöglicht zudem eine Reduktion von Sonneneinstrahlung und der damit verbundenen Oberflächentemperatur. Auch die Einrichtung von Pocket-Parks kann Entlastung bringen. In diesem Quartier könnten die Niveauversprünge in bisher nicht genutzten Bereichen in Kombination mit erlebbarrem Wasser gleichzeitig interessante Räume ermöglichen.

ANWENDUNG

HAID-UND-NEU-STRASSE



MAßNAHMEN

- Baumbestand heute
- Vorschlag neue Bäume
- M07 Entsiegelung
- M08 grüne Parkierung
- M09 Verschattung von Straßen, Plätzen und Gebäuden
- M15 energetische Gebäudesanierung
- M16 Dachbegrünung
- M18 sommerlicher Wärmeschutz an Gebäuden
- M12 Erhöhung der Oberflächen-Albedo
- M03 Anbindung an Entlastungsflächen

FLÄCHEN

Entsiegelung
4081 m²



grüne Parkierung
2434 m²



Verschattung
2190 m²



Dachbegrünung
2278 m²



Abbildung 145: instanzspezifische Maßnahmenanwendung des Stadtstrukturtyps 08 „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“

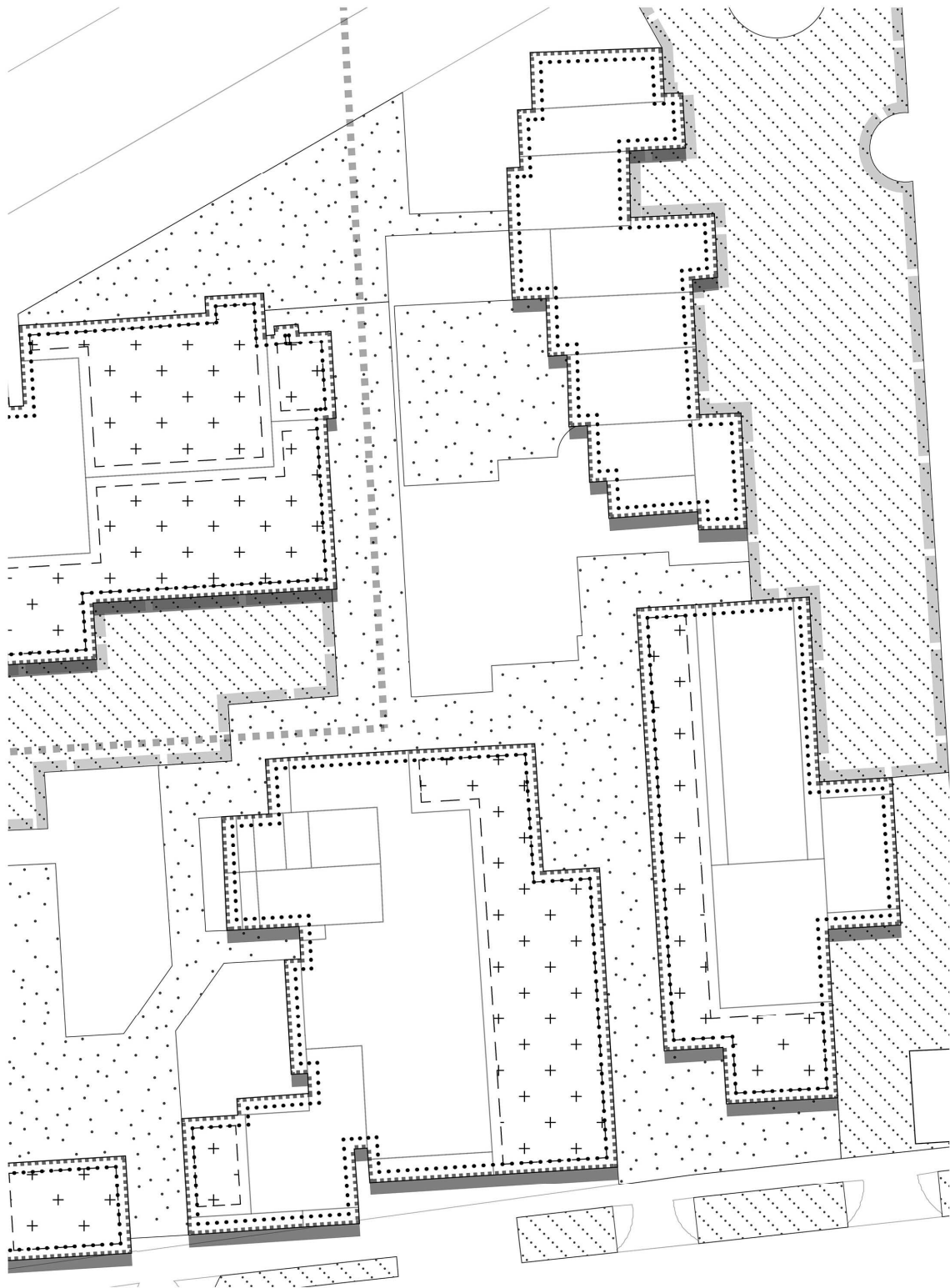


Abbildung 146: detaillierter Ausschnitt der Maßnahmenanwendung

HEUTE



Abbildung 147: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 08 „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“ – heutige Situation

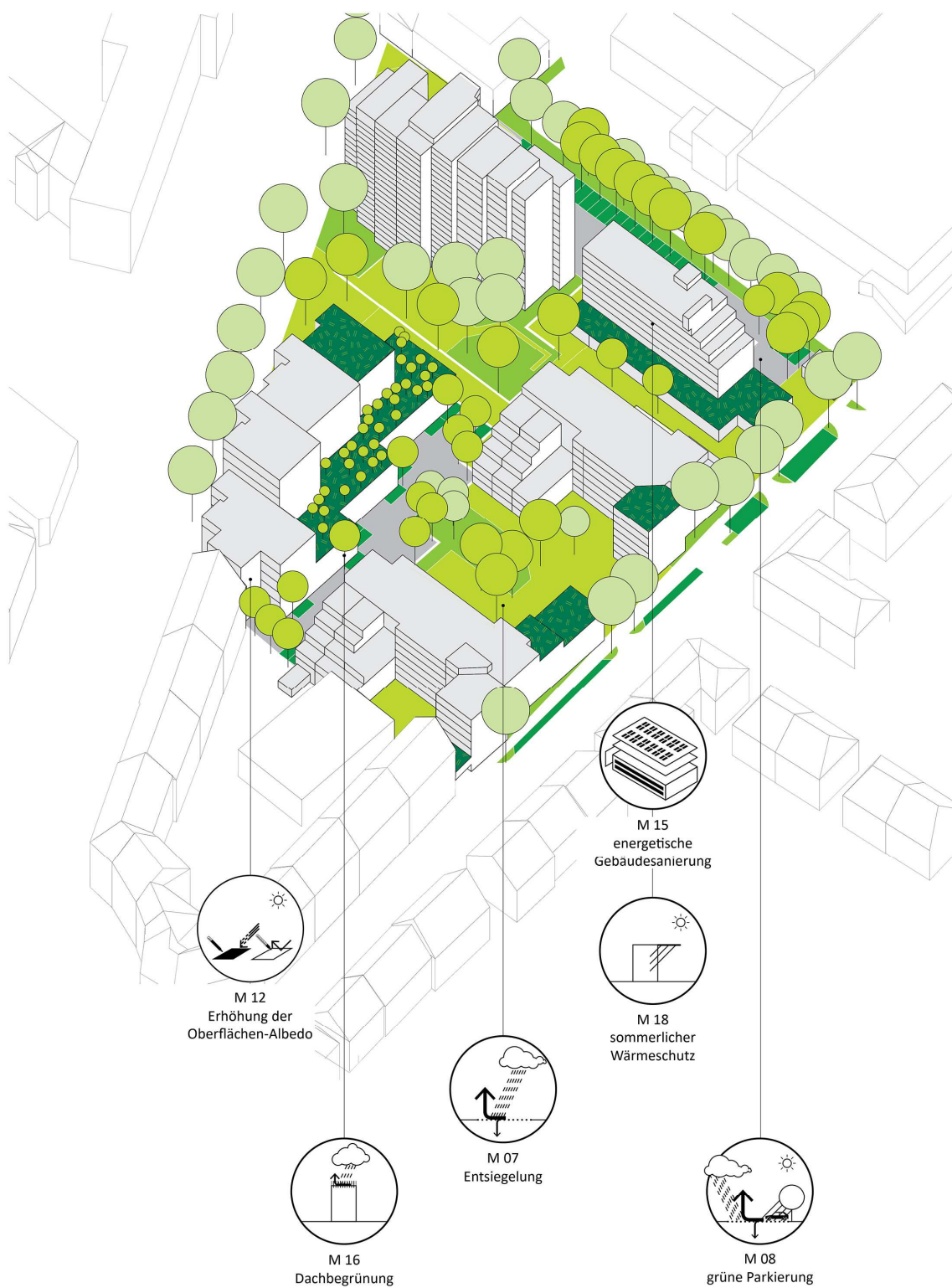


Abbildung 148: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 08 „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“ – Situation mit Maßnahmen

7.6.4 ÜBERTRAGBARKEIT DER MAßNAHMEN

Das für den Stadtstrukturtyp 08 „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“ identifizierte, exemplarisch umgesetzte und in einem typspezifisch zusammengestellte Maßnahmen-Paket wurde anhand des in Phase 1 ermittelten „schlimmstbetroffenen“ Hot-Spot-Quartiers zwischen der Haid-und-Neu-Straße und der Rintheimer Straße erarbeitet. Im Prinzip können alle in diesem Paket enthaltenen Maßnahmen gut auf die anderen betroffenen Quartiere desselben Stadtstrukturtyps übertragen werden. Bedingt übertragbar ist die Maßnahme „Entsiegelung“ und „Verschattung von Straßen, Plätzen und Gebäuden“, da die Bedarfe in einigen Quartieren teils voneinander abweichen.

Abbildung 149 kann die Lage der betroffenen Instanzen des Stadtstrukturtyps und des Hot-Spots entnommen werden. Eine Auswahl der Instanzen ist untenstehend abgebildet.

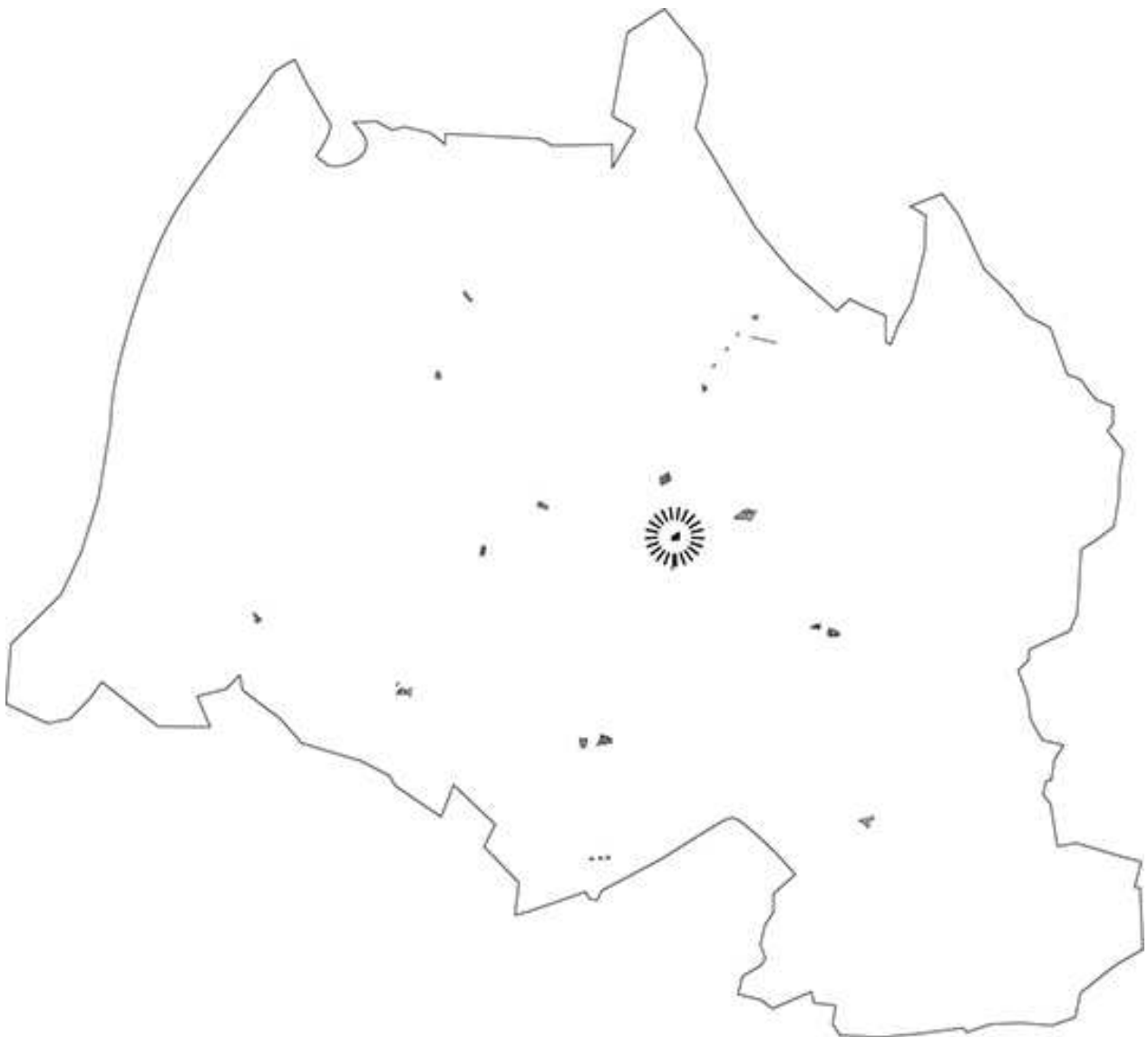


Abbildung 149: Verortung der Instanzen des Stadtstrukturtyps 08 „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“

Folgende exemplarische Instanzen zeigen in ihrer Individualität die mögliche Spannweite der Diversität innerhalb des Stadtstrukturtyps 08 „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“:

Bereich Hagsfelder Allee

- hoher Baumbestand > hoher Verschattungsgrad
- wenig versiegelte Flächen
- teilweise Dachbegrünungen vorhanden

Bereich Waldstadt

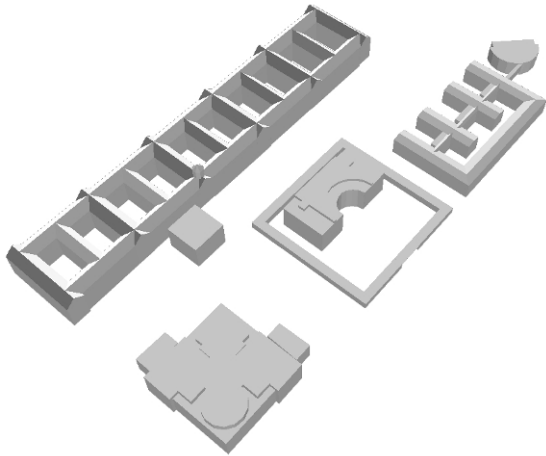
- sehr breite Straßenquerschnitte
- überwiegendes Parken im öffentlichen Raum
- viel Grünraum > wenig Versiegelung



Abbildung 150: Instanzen des Stadtstrukturtyps 08 „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“

7.7 HOT-SPOT DES STADTSTRUKTURTYP 09 „BEREICHE MIT GROSSSTRUKTUREN“

Bei dem Stadtstrukturtyp „Bereiche mit Grossstrukturen“ handelt es sich um je nach Nutzung sehr differenzierte und spezialisierte Gebäudekomplexe größerer Kubatur, wie Krankenhäuser, Forschungseinrichtungen,



Hochschulcampus, Schulen, Großverwaltungen. Meist umfasst eine Nutzung ein Quartier, in Einzelfällen hat sich aber auch ein Cluster unterschiedlicher Nutzungen gebildet (siehe links: ZKM, Agentur für Arbeit, Generalbundesanwaltschaft, Filmpalast), zu denen sehr vereinzelt auch das Wohnen gehört. 41 entsprechende Quartiere wurden für das Karlsruher Stadtgebiet identifiziert.

Eine weitergehende interne Typisierung des Strukturtyps ist aufgrund der Individualität der einzelnen Quartiere nicht sinnvoll möglich. Sie weisen verschiedene Gebäudehöhen und -tiefen, haben unterschiedliche Geschossigkeiten und

die Gebäudeanordnung entspricht den funktionalen Anforderungen der Bauten (z.B. interner Campus, Krankenhausgarten, usw.).

Entstanden sind die Großstrukturen in allen Bauphasen seit 1840 und haben z.T. umfangreiche Transformationen erfahren. Die externe Erschließung erfolgt meist über eine punktuelle Anbindung mit spezifischen internen Erschließungsmustern je nach Nutzung. Häufig sind auch große Stellplatzflächen oder eigene Tiefgaragen/Parkhäuser vorhanden. Nicht selten existieren aber auch angrenzende oder integrierte öffentliche Räume (Grün- oder Parkanlagen, Wald, städtische Plätze). Meist verfügen die Gebiete daneben über hochwertig gestaltete „private“ Grünräume für die spezifischen Nutzer, die teils auch öffentlich zugänglich sind.

7.7.1 CHARAKTERISIERUNG UND VULNERABILITÄT DES QUARTIERS

Der Hot-Spot des Stadtstrukturtypen „Grossstrukturen“ befindet sich am Mendelssohnplatz, zwischen östlicher Südstadt und Innenstadt. Begrenzt wird es im Norden durch die Ludwig-Erhard-Allee und im Westen durch die Rüppurrer Straße. Die großkubaturigen Gebäude erreichen eine Höhe von bis zu elf Geschossen und werden teils für Einzelhandel (Scheck-In Center im Norden), teils für Büros und Dienstleistungen (PSD Bank im Westen), teils für Fitness oder Gastronomie genutzt. Am südlichen Rand des Gebiets befinden sich auch einige Wohngebäude. Insgesamt leben hier allerdings nur 73 Personen, es besteht aber eine erhebliche Anzahl an Arbeitsplätzen (Abbildung 151).

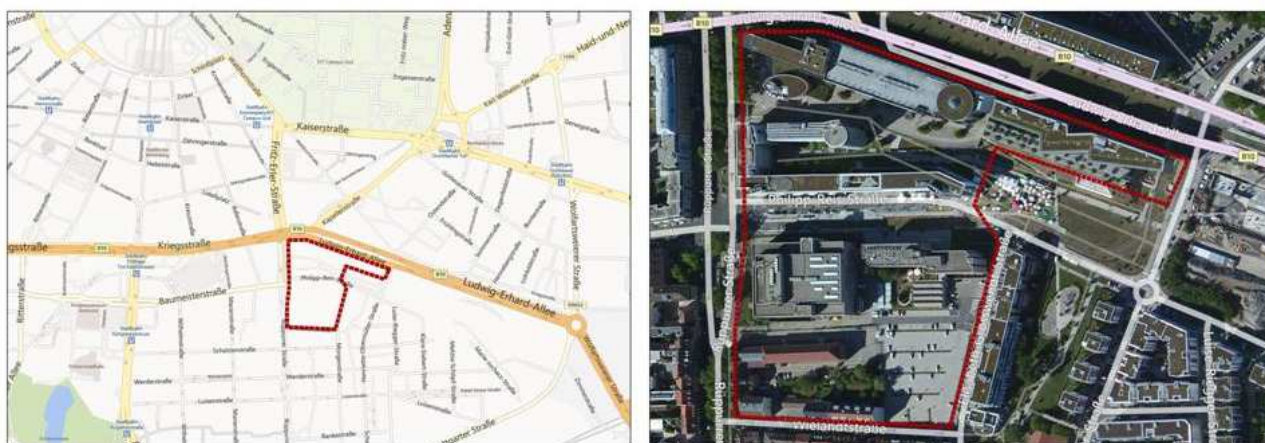


Abbildung 151: Räumliche Lage und Abgrenzung des Hot-Spot-Quartiers „Bereiche mit Grossstrukturen“

Ein beträchtlicher Anteil der Fläche ist entweder überbaut oder mit öffentlichen und privaten Verkehrs- bzw. größeren Parkierungsflächen versiegelt, was bereits heute zu einer hohen bioklimatischen Belastung des Quartiers führt. Der Innenraum der Großstrukturen ist zu einem überwiegenden bereits Teil vollklimatisiert, so dass die Belastungssituation zum einen die Kunden und Angestellten auf dem Weg von und zu den Gebäuden sowie die wenigen Einwohner betrifft. Diese Raumakteure können sich von einem etwaigen Hitze-stress im direkt östlich in Entstehung befindlichen Citypark erholen, der zukünftig einen Verbund mit dem Otto-Dullenkopf-Park (ehemals Ostauerpark) bildet. Im Nordosten schließt darüber hinaus der parkähnliche "Alte Friedhof" an. Zumindest am und im Scheck-In Center wurden darüber hinaus Dach- und Fassadenbe-grünungsmaßnahmen durchgeführt. Südlich des Centers entsteht zudem ein offener Wasserlauf mit kleinem Wasserspielplatz, der nutzbar in den Freiraum integriert wird (Abbildung 152).



Abbildung 152: Impressionen aus dem Hot-Spot Quartier des Stadtstrukturtyp 09 „Bereiche mit Großstrukturen“

Hochwertige Entlastungsflächen sind damit für die Einwohner der Struktur sowie ihrer Kunden bzw. die vor Ort Angestellten vorhanden oder zumindest in der Entstehung. Dies ändert allerdings grundsätzlich nichts an der hohen Belastung, der die (vermutlich steigende Anzahl) Quartiersbewohner- und besucher im Freiraum ausgesetzt sind, so dass die Vulnerabilität auch aufgrund der hohen Frequentierung des Geländes hier als grundsätzlich hoch einzustufen ist.

Tabelle 21: Charakterisierung der Vulnerabilität des Hot-Spot-Quartiers „Bereiche mit Grossstrukturen“

Kriterium	Gegenwart	2050
bioklimatische Belastung am Tage	mittel bis hoch	sehr hoch
bioklimatische Belastung in der Nacht	hoch	sehr hoch
hochwertige Grünfläche erreichbar	Ja, Citypark und Alter Friedhof	
Anteil Senioren (gesamter Stadtteil)	12,6%	2030: 15,8%
Anteil Kleinkinder >6 Jahre (gesamtes Stadtviertel)	4,0%	keine Daten
Einwohner	ca. 75	2030: steigend
energetischer Gebäudestandard	eher hoch	unbekannt
sensible Nutzungen	nein	unbekannt
Vulnerabilität	hoch	

7.7.2 KLIMAÖKOLOGISCHE SITUATION IM QUARTIER

Aufgrund der individuellen Nutzung des Quartiers als Büro- und Geschäftskomplex spielt hier die Tagsituation eine zentrale Rolle. Tage mit Hitzebelastungen werden sich im Untersuchungsraum bis 2050 um ca. 20% von etwa 51 auf ca. 62 erhöhen. Die deutlich geringeren Werte im Osten des Gebietes sind darauf zurückzuführen, dass sie neu errichtete Landesbank im Nordosten des Quartiers im Modell noch nicht berücksichtigt ist. Es ist aber davon auszugehen, dass die Belastung in der näheren Umgebung nur moderat unterschätzt wird, da auch die positive Wirkung des Cityparks noch nicht in seinem vollen Umfang in das Modell eingeflossen ist.

Für die rund 75 Einwohner des Quartiers ist darüber hinaus auch die Nachtsituation zur Erholung des Organismus von Bedeutung. Hier ergibt sich eine Entwicklung von gegenwärtig 7-8 zu 10-11 zur Mitte des Jahrhunderts, was einem Anstieg von 25-30% entspricht. Die oben getroffenen Aussagen zur Unterschätzung der Wirkungen des Landesbankgebäudes und des Cityparks gelten auch hier.

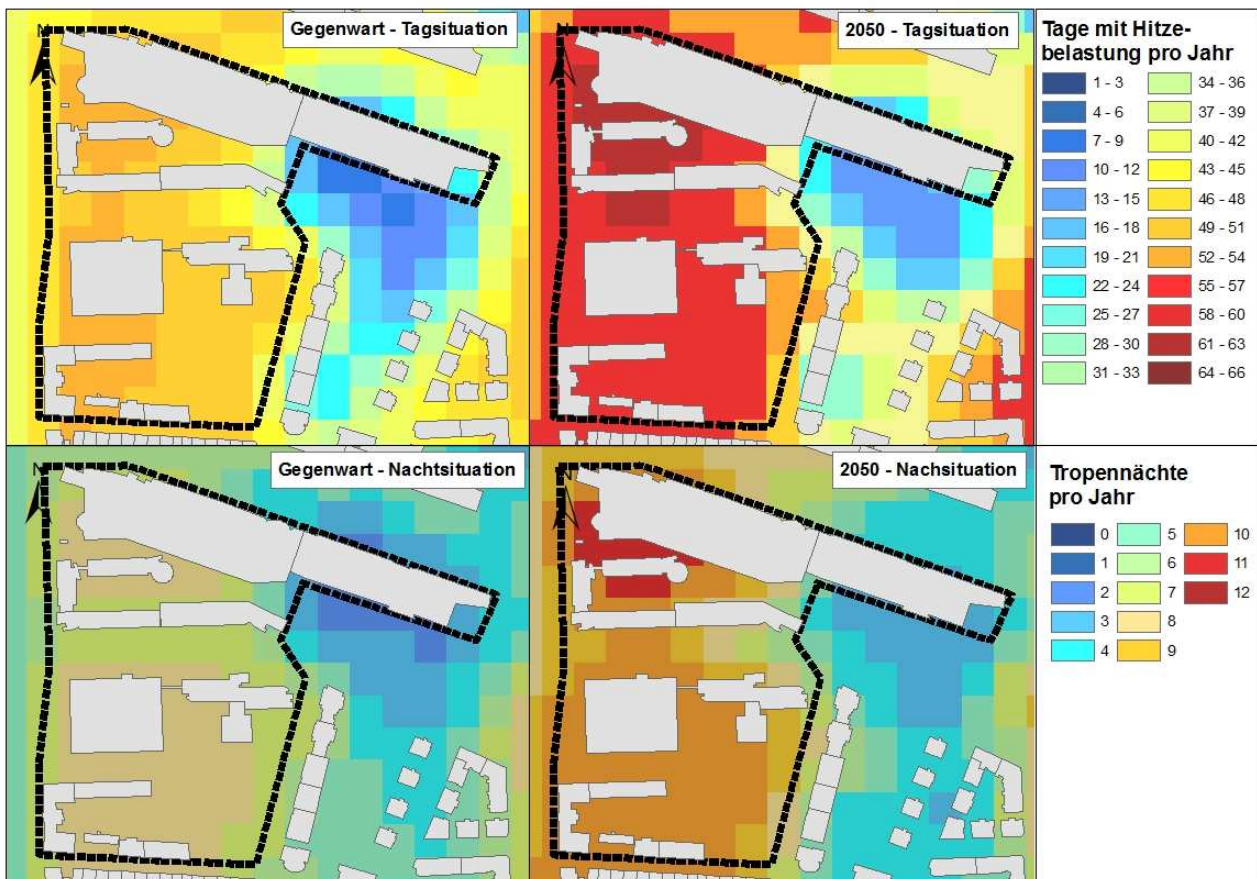


Abbildung 153: Gegenwärtige und zukünftige bioklimatische Belastung in dem Hot-Spot-Quartier des Stadtstrukturtyps „Bereiche mit Großstrukturen“

Neben des eigenen großen Bauvolumens und hohen Versiegelungsgrades rührt diese Belastungssituation auch aus der räumlichen Lage des Komplexes im Karlsruhe Stadtklimasystem her. Es ist auf drei Seiten von Block- und Blockrandbebauungen umgeben, die ihrerseits klimatische Austauschprozesse verhindern und die Umgebung (vor allem) nachts zusätzlich aufheizen. Die über die Gleisanlagen anströmende Kaltluft aus dem Karlsruher Süden erreicht die Gebäudekomplexe bei Weitem nicht. Inwiefern der Gesamtumfang des neu entstehenden Cityparks einen relevanten Einfluss auf das Quartier als Kaltluftproduktionsfläche ausüben kann, muss im Rahmen einer höher auflösenden Modellierung noch analysiert werden.

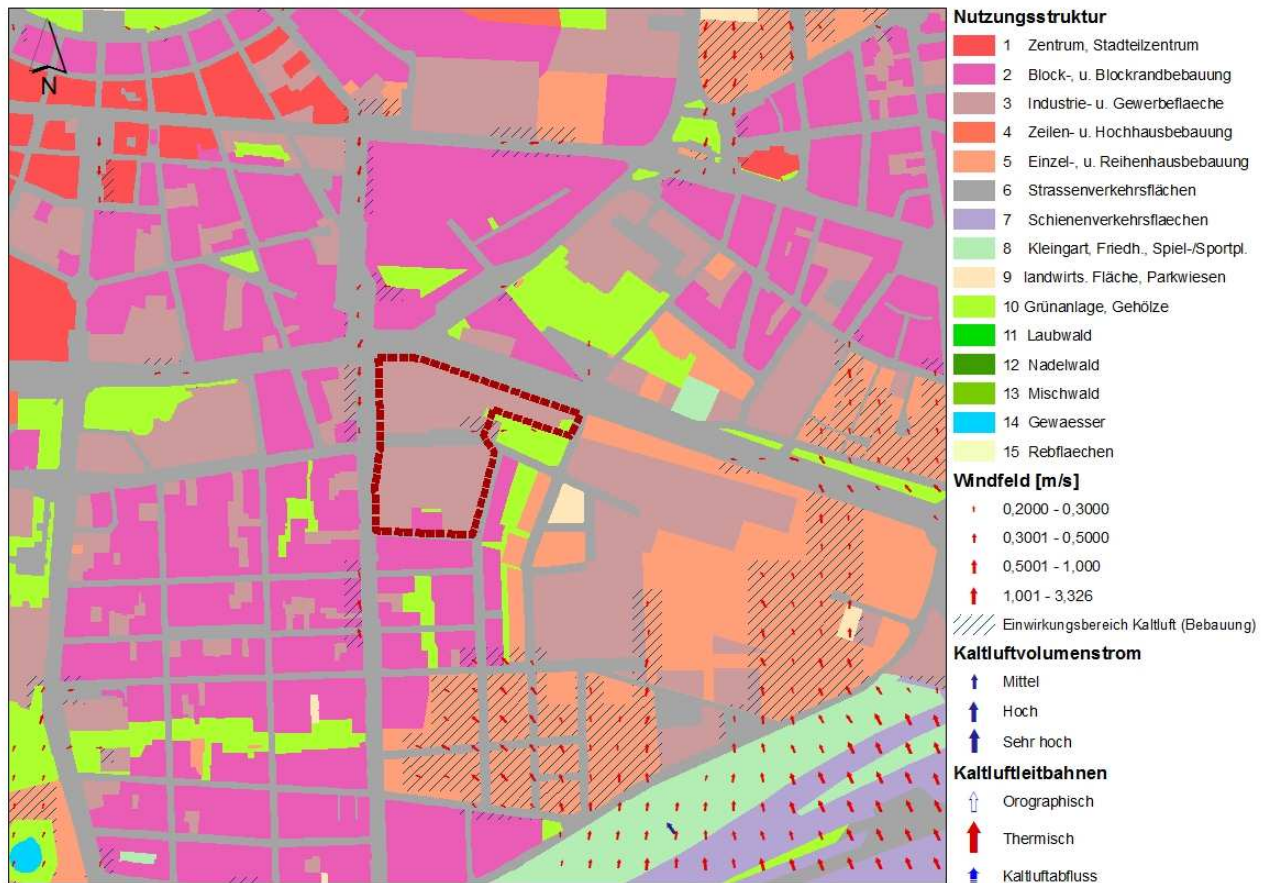


Abbildung 154: Stadtklimatische Situation im Umfeld des Hot-Spot-Quartiers „Bereiche mit Großstrukturen“

7.7.3 QUARTIERSPEZIFISCHES MASSNAHMENPAKET

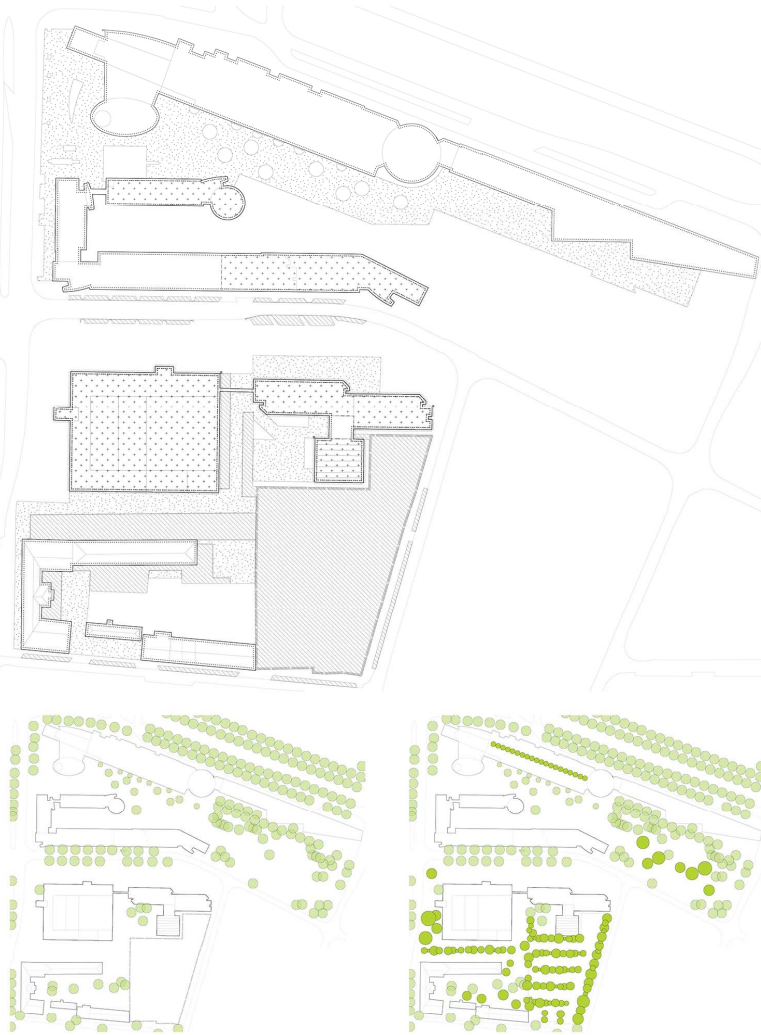
Das Quartierspezifische Maßnahmenpaket des Strukturtyps „Bereiche mit Großstrukturen“ setzt sich gebäudebezogen aus sommerlichem Wärmeschutz und der Dachbegrünung zusammen. Den größten Eingriff bilden jedoch die Entsiegelung und grüne Parkierung sowie die Verschattung der stark versiegelten und sonnenexponierten Flächen.

Folgende Auffälligkeiten und Besonderheiten ergeben sich im Hot-Spot-Quartier des Stadtstrukturtyps 09 - Bereiche mit Großstrukturen:

- Verschattung von Straßen, Plätzen und Gebäuden: Innerhalb der Großstrukturen befinden sich hohe Anteile an versiegelten Flächen, die meist als Parkplätze genutzt werden. Diese bedürfen einer umfassenden Verschattung und Entsiegelung, um die Oberflächentemperatur zu reduzieren.
- Dachbegrünung: Die Maßnahme wurde teilweise in dem Quartier bereits durchgeführt, sollte aber konsequent ausgeweitet werden. Besonders intensive Dachbegrünungen sind auf ihre Machbarkeit zu überprüfen.
- Fassadenbegrünung: Das Anbringen von Fassadenbegrünung in Form von Modulen könnte neben dem bioklimatischen Profit ebenso ein Interessantes Gesamtbild der unterschiedlich genutzten Großstrukturcluster ergeben.

ANWENDUNG

PHILIPP-REIS-STRAÙE

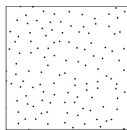


MAÙNAHMEN

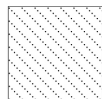
- Baumbestand heute
- Vorschlag neue Bäume
- M07 Entsiegelung
- M09 Verschattung von StraÙen, Plätzen und Gebäuden
- M18 sommerlicher Wärmeschutz an Gebäuden
- M08 grüne Parkierung
- M16 Dachbegrünung

FLÄCHEN

Entsiegelung
11570 m²



grüne Parkierung
6885 m²



Verschattung
8563 m²



Dachbegrünung
5460 m²



Abbildung 155: instanzspezifische MaÙnahmenanwendung des Stadtstrukturtyps 09 „Bereiche mit GroÙstrukturen“

ZOOM IN

M 1:1000

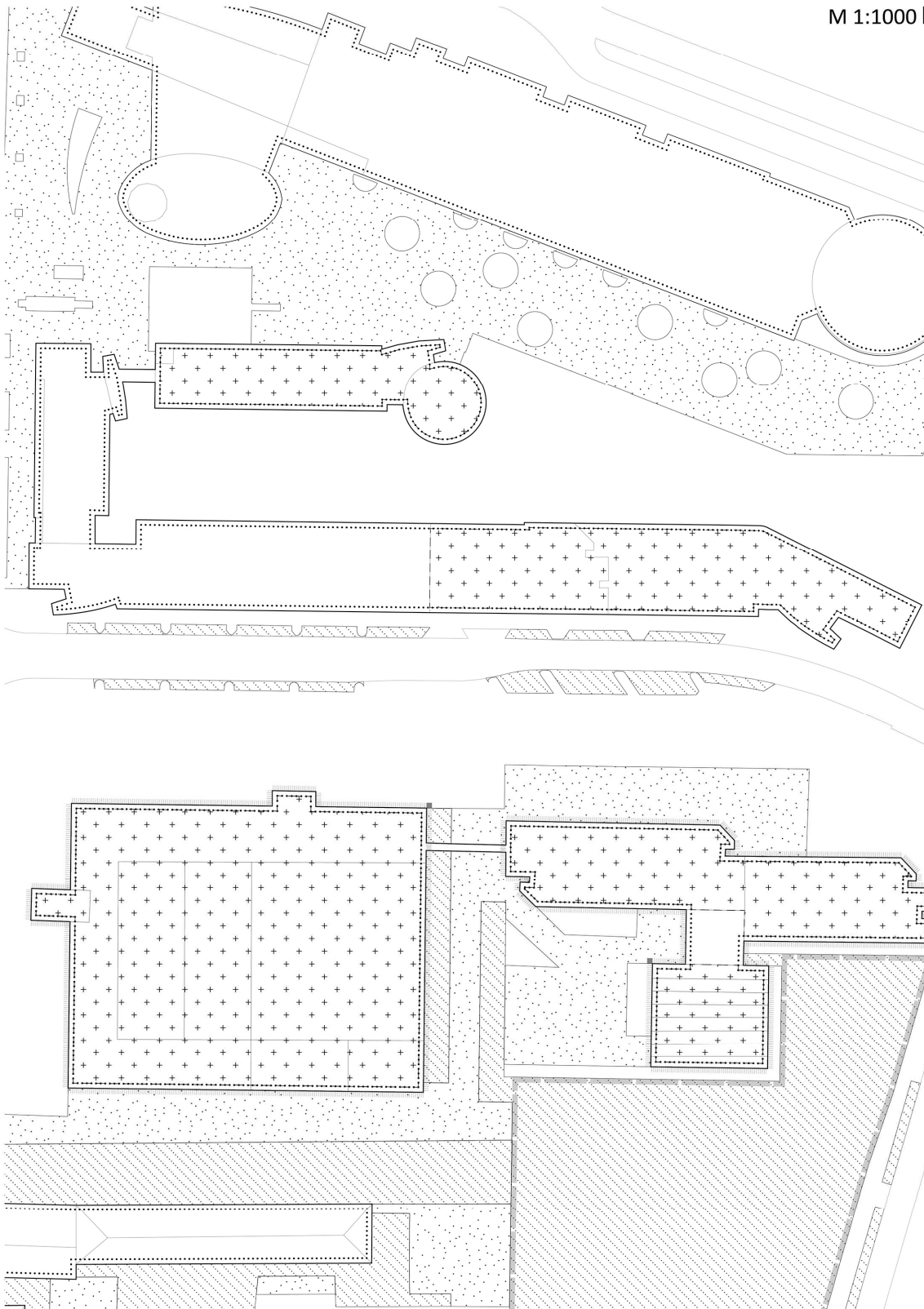
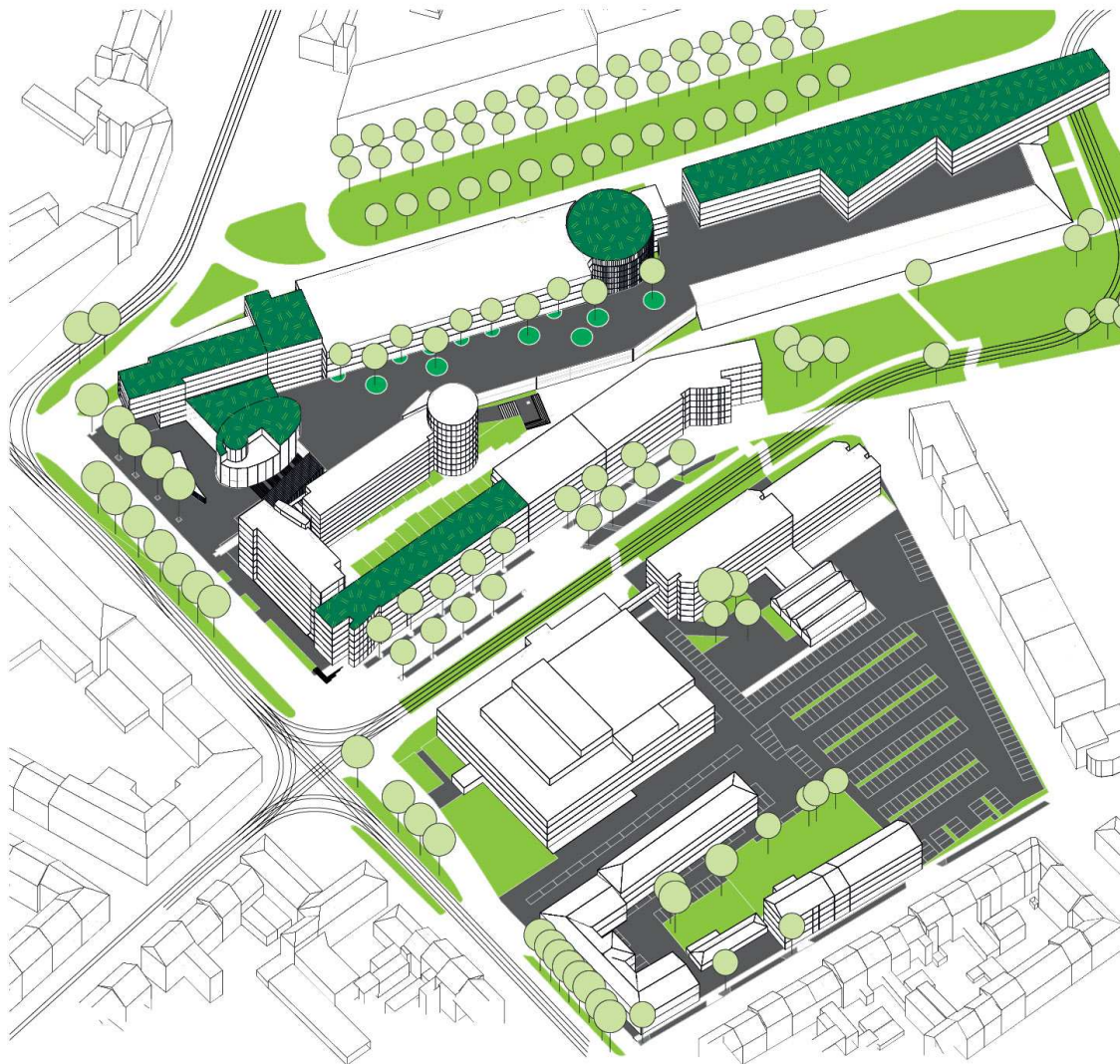


Abbildung 156: detaillierter Ausschnitt der Maßnahmenanwendung

HEUTE



- versiegelte Flächen
- Grünflächen Bestand
- Bäume Bestand
- Bäume neu/ entsiegelte Flächen
- Grüne Parkierung
- Dachbegrünung
- Fassadenbegrünung

Abbildung 157: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 09 „Bereiche mit Großstrukturen“ – heutige Situation

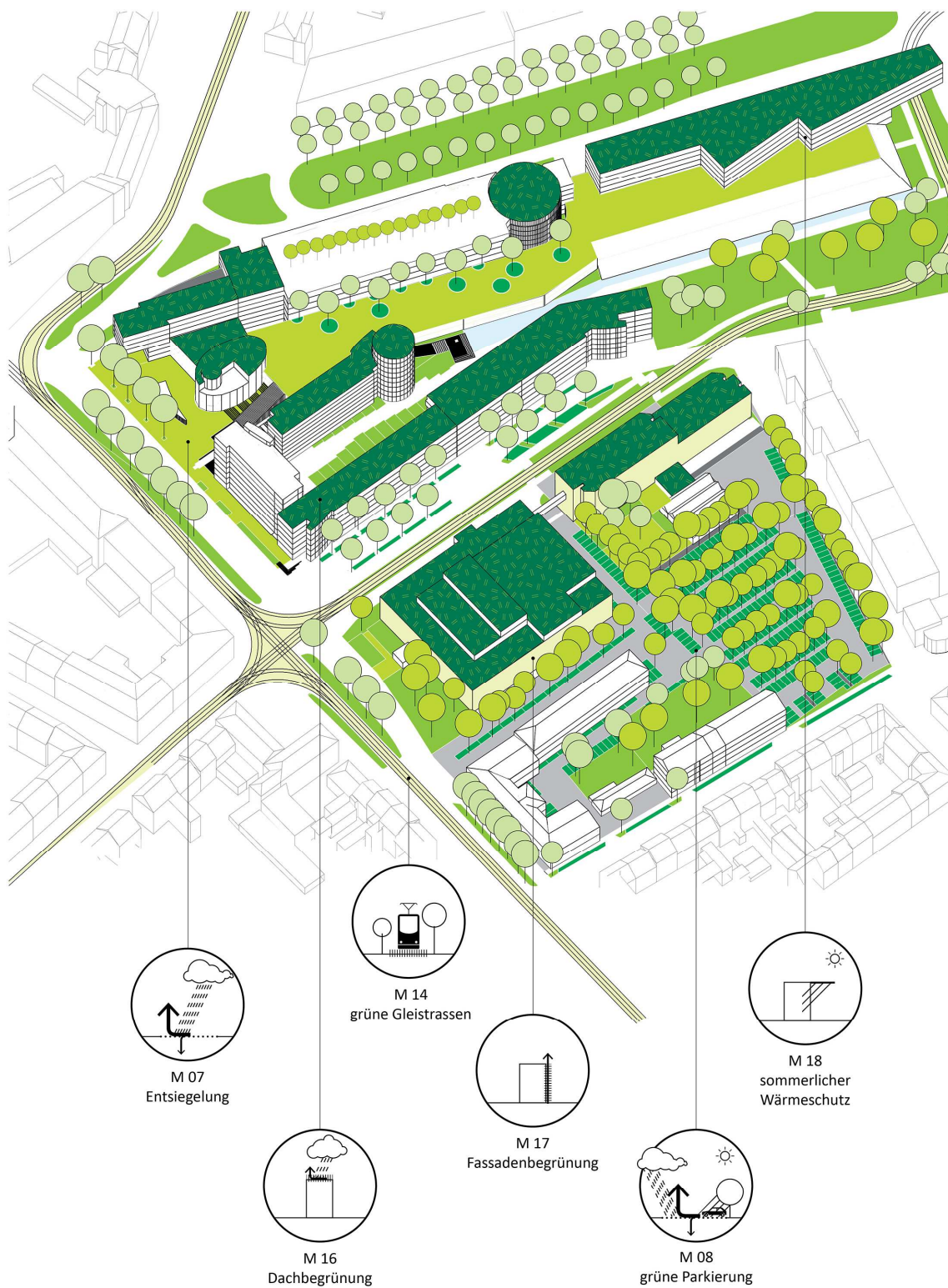


Abbildung 158: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 09 „Bereiche mit Großstrukturen“ –Situation mit Maßnahmen

7.7.4 ÜBERTRAGBARKEIT DER MAßNAHMEN

Das für den Stadtstrukturtyp 09 „Gebäude mit Großstrukturen“ identifizierte, exemplarisch umgesetzte und in einem typspezifisch zusammengestellte Maßnahmen-Paket wurde anhand des in Phase 1 ermittelten „schlimmstbetroffenen“ Hot-Spot-Quartiers am Mendelssohnplatz zwischen der Ludwig-Erhard-Allee und der Rüppurrer Straße erarbeitet.

Eine Anwendung der in diesem Paket enthaltenen Maßnahmen kann weniger gut auf die anderen betroffenen Quartiere desselben Stadtstrukturtyps übertragen werden, da es sich teils um sehr unterschiedliche Quartiere handelt. Da es sich bei diesem Stadtstrukturtyp um einen nutzungsbezogen sehr individuellen Typ handelt, können zusätzliche Maßnahmen wie „die Neueinrichtung von Pocket-Parks“, „energetische Gebäudesanierung“ und „erlebbares Wasser im öffentlichen Raum“ erwogen werden.

Abbildung 159 kann die Lage der betroffenen Instanzen des Stadtstrukturtyps und des Hot-Spots entnommen werden. Eine Auswahl der Instanzen ist untenstehend abgebildet.

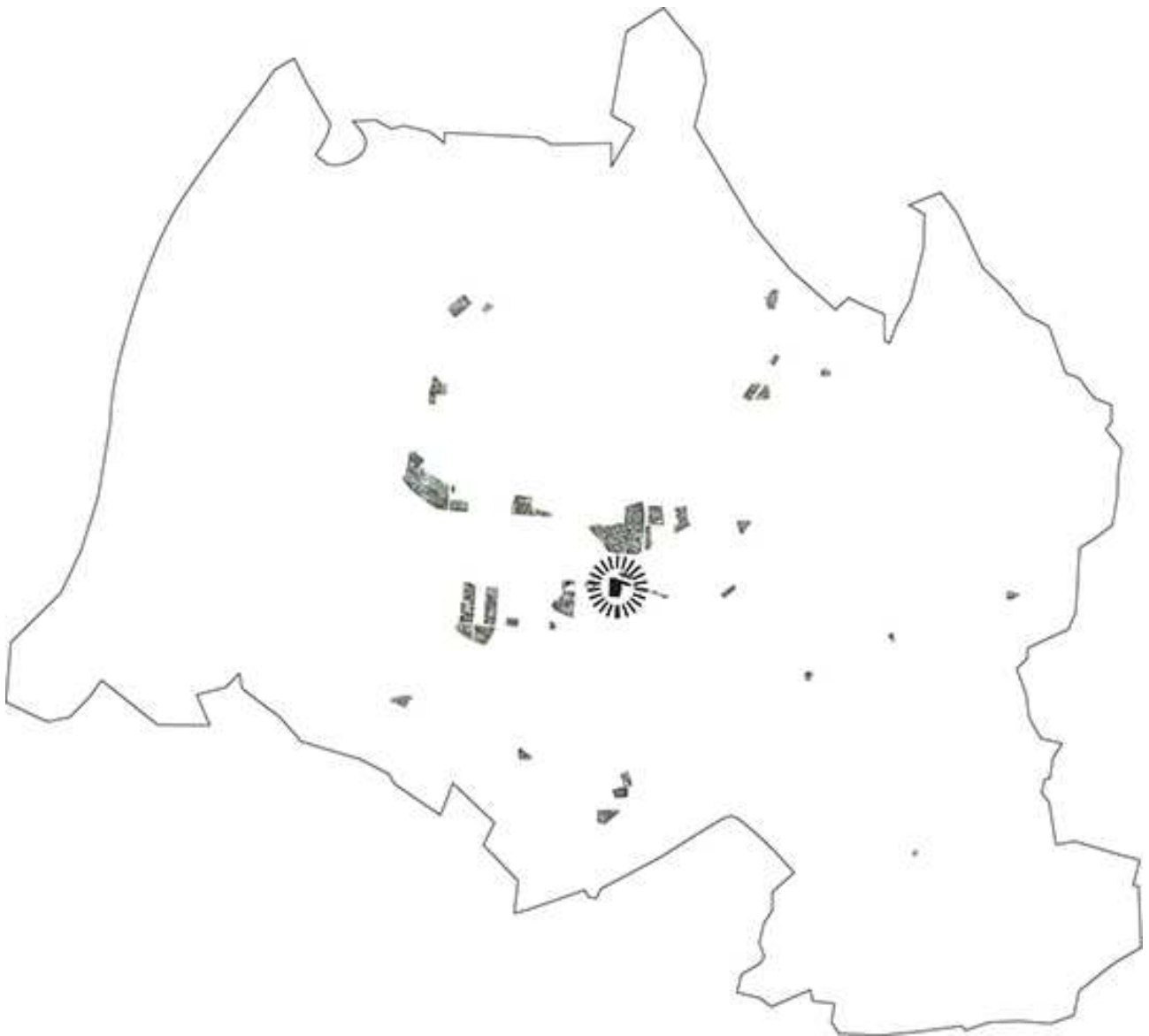


Abbildung 159: Verortung der Instanzen des Stadtstrukturtyps 09 „Gebiete mit Großstrukturen“

Folgende exemplarische Instanzen zeigen in ihrer Individualität die mögliche Spannweite der Diversität innerhalb des Stadtstrukturtyps 09 „Gebiete mit Großstrukturen“:

Bereich Festplatz / Kongresszentrum

- großer öffentlicher Platz als Zulieferungszone und Durchgangsraum mit hohem Versiegelungsgrad

Bereich Steinhäuserstraße

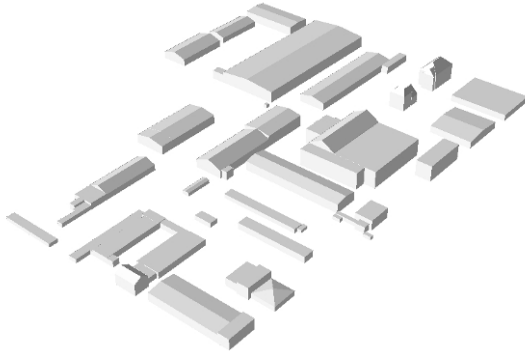
- relativ hoher Entsiegelungsgrad > kein großflächig gestalteter Freiraum
- kleinteiligere, lose Baustruktur



Abbildung 160: Instanzen des Stadtstrukturtyps 09 „Gebiete mit Großstrukturen“

7.8 HOT-SPOT DES STADTSTRUKTURTYPUS 10 „GEWERBE“

Der Strukturtyp „Gewerbe“ besteht vorwiegend aus Gewerbebauten verschiedener Arten, Größen und Formen. So finden sich vor allem Hallen, Fabrikationsgebäude, Lager und Verkaufsräume für Produktion, Handel, Logistik und Handwerk. Vereinzelt sind aber auch Wohn- oder Verwaltungsgebäude, bisweilen auch ganz andere Typologien (Kirchen, Kioske, Gastronomie) eingestreut.



Gewerbegebiete haben sich in Karlsruhe grundsätzlich in allen Phasen seit etwa 1860 entwickelt, schwerpunktmäßig fand die Entwicklung aber im Laufe des 20. Jahrhunderts statt. Die Gewerbebauten weisen je nach intendierter Nutzung zwischen 1 und 6 Geschossen auf. Die Anordnung der Gebäude ist meist individuell und wird durch die Nutzungsform bzw. auch durch äußere Rahmenbedingungen (Trassen etc.) bestimmt.

Neben Straßenräumen mit Stellplätzen für PKW/LKW sind öffentliche Räume nur in sehr geringem Umfang vorhanden. Öffentliche Plätze und Grünflächen fehlen fast völlig, und kommen nur in Form von Brach- oder Restflächen vor. Private Flächen sind meist funktional ausgestaltet und bestehen somit zu einem erheblichen Anteil aus ausgedehnten Verkehrs-, Stellplatz- oder Lagerflächen. Private Grünflächen sind sehr selten und treten nur in Zusammenhang mit Wohnnutzung auf.

69 Gewerbequartiere wurden innerhalb der Karlsruher Stadtgrenze identifiziert. Aufgrund ihres großen Flächenbedarfs haben sie aber einen fast 20%igen Anteil an der Raumnutzung. In den Quartieren wohnen immerhin noch rd. 3.000 BürgerInnen.

7.8.1 CHARAKTERISIERUNG UND VULNERABILITÄT DES QUARTIERS

Der Hot-Spot des Strukturtyps ist das Gewerbegebiet „Gablonzers Straße“ im Stadtteil Mühlburg. Das Gewerbequartier liegt zwischen Neureuter Straße, Rheinstraße, Siemensallee und Bahntrasse und besteht aus einer Vielzahl unterschiedlich strukturierter Betriebe aus weit gefächerten Branchen wie Einzelhandel, Handwerk, Elektronik, Kfz-Reparatur und -verkauf, Versicherungen, Fitness, Freizeit oder Produktion von Laborgeräten. Die Zahl der Arbeitsplätze ist entsprechend hoch (Abbildung 161).

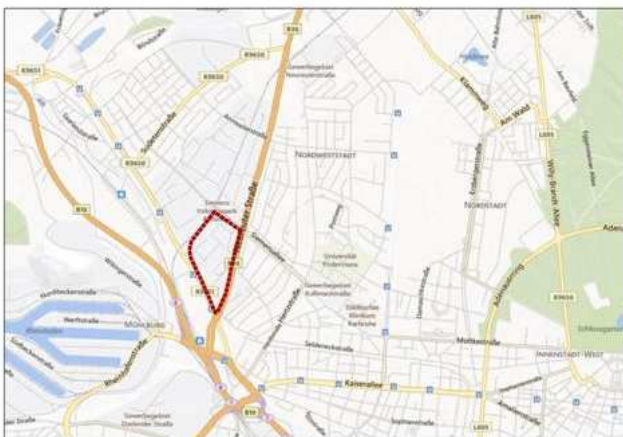


Abbildung 161: Räumliche Lage und Abgrenzung des Hot-Spot-Quartiers „Gewerbe“

Zwischen kleineren und großkubaturigen Gewerbegebäuden unterschiedlicher Nutzung sowie an der Neureuter Straße befinden sich auch einige teils betriebsbezogene, teils eigenständige Wohngebäude (vgl. Abbildung 162 links oben). Im Gebiet haben insgesamt ca. 450 Personen ihren Wohnsitz. Der Versiegelungsgrad im Quartier beträgt über 90%. Hochwertige öffentliche Grünflächen existieren im Gewerbegebiet nicht und können auch außerhalb des Quartiers nicht fußläufig erreicht werden. Folglich liegt die bioklimatische Belastung für Bewohner, Arbeitnehmer und Kunden schon heute auf einem hohen Niveau. Erste – bewusste oder unbewusste – baulich-gestalterische Reaktionen hierauf sind in Form von Klimaanlage, Fassadenbegrünungen und Baumpflanzungen bereits erkennbar (vgl. Abbildung 162 links).



Abbildung 162: Impressionen aus dem Hot-Spot Quartier des Stadtstrukturtyp 10 „Gewerbe“

Tabelle 22: Charakterisierung der Vulnerabilität des Hot-Spot-Quartiers „Gewerbe“

Kriterium	Gegenwart	2050
bioklimatische Belastung am Tage	hoch	sehr hoch
bioklimatische Belastung in der Nacht	mittel bis hoch	mittel bis sehr hoch
hochwertige Grünfläche erreichbar	nein	unbekannt
Anteil Senioren (gesamter Stadtteil)	12,9%	2030: 12,7%
Anteil Kleinkinder >6 Jahre (gesamtes Stadtviertel)	3,5%	keine Daten
Bevölkerungsdichte (gesamter Stadtteil)	ca. 450	2030: steigend
energetischer Gebäudestandard	eher gering	unbekannt
sensible Nutzungen	nein	unbekannt
Vulnerabilität	sehr hoch	

7.8.2 KLIMAÖKOLOGISCHE SITUATION IM QUARTIER

Aufgrund ihres hohen Versiegelungsgrades und ihres großen Baukörpervolumens reagieren Gewerbegebiete grundsätzlich sehr sensitiv auf Hitzesituationen. So weisen bereits heute schon 15 der 69 Gewerbequartiere eine hohe bioklimatische Belastung auf. Bis Mitte des Jahrhunderts wird sich diese Anzahl noch auf 53 erhöhen (Abbildung 163).

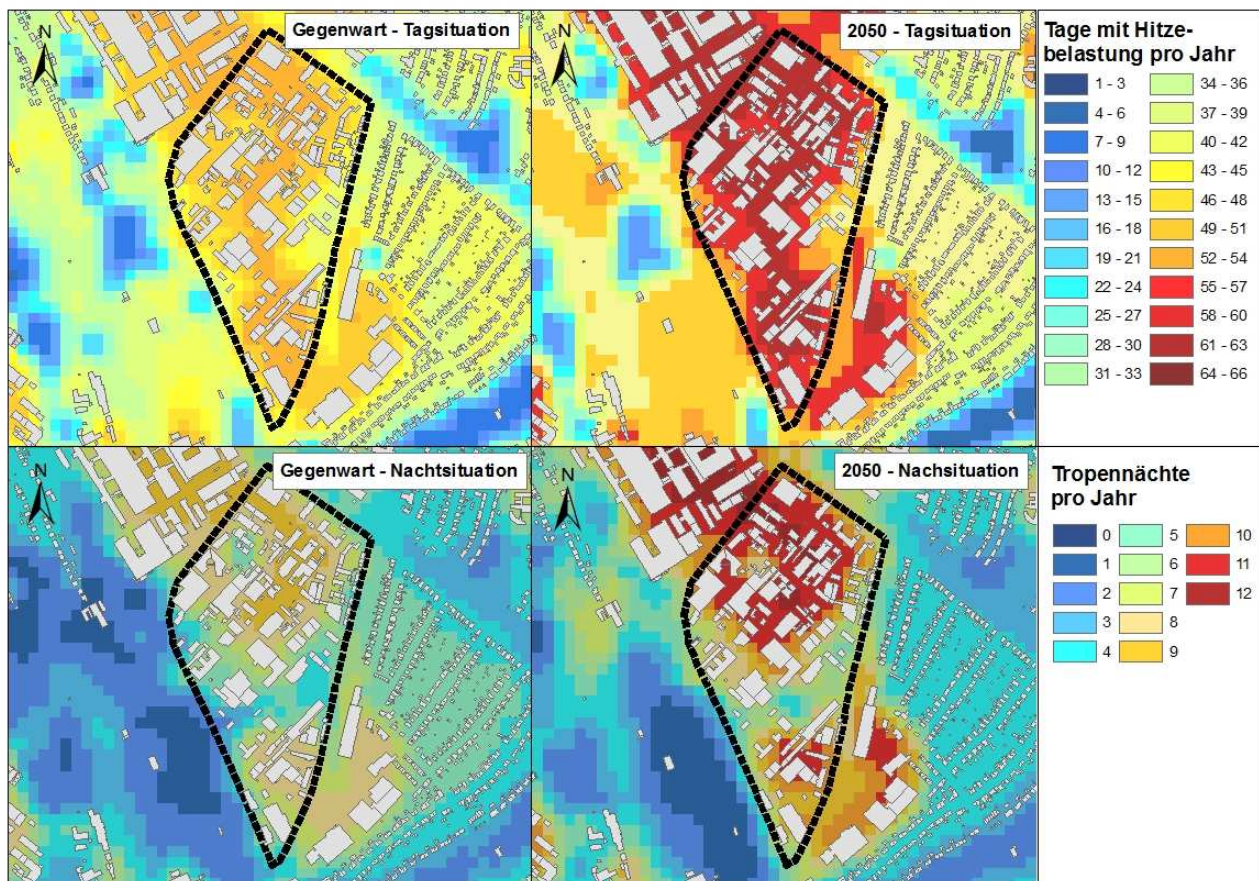


Abbildung 163: Gegenwärtige und zukünftige bioklimatische Belastung in dem Hot-Spot-Quartier des Stadtstrukturtyps „Gewerbe“

Da sich in Gewerbegebieten vornehmlich tagsüber Menschen aufhalten, kann hier der Tagsituation eine besondere Bedeutung zugemessen werden. Da insbesondere im und in der unmittelbaren Nähe zum Hot-Spot Quartier aber auch Menschen wohnen, kann die Nachtsituation nicht gänzlich vernachlässigt werden. Besonderer Beachtung sollte dabei auch der kleinen Einzel- und Reihenhaussiedlung im Nordosten des Quartiers gewidmet werden. Mit gegenwärtig durchschnittlich bis zu 55 Hitzebelastungstagen (2050: 65 Tage) gehören Teile des Gewerbequartiers zu den am stärksten belasteten Räumen in Karlsruhe.

Wie die modellhafte Darstellung der stadtklimatischen Situation in

Abbildung 164 zeigt, ist das Gewerbegebiet zwar umgeben von deutlich kühleren Strukturen und - im Westen – sogar von Kaltluftproduktionsflächen. Die dort in nicht unerheblichen Volumina entstehenden Kaltluftströme erreichen das Quartier jedoch nur sehr eingeschränkt. Der weitaus größten Kaltluftmengen fließen in südlicher Richtung am Gebiet vorbei. Dieses lässt sich zum einen auf das Geländeprofil zurückführen, in dem das Albtal den lokal tiefsten Punkt bildet. Hier wird die in der Umgebung entstehende Kaltluft kanalisiert und beschleunigt sowie entsprechend der Luftdruckunterschiede in Richtung der überwärmten Gebiete in Alt-Mühlburg und der Weststadt abgeleitet.

Der zweite Grund, warum die Kaltluft das Gewerbequartier nicht erreicht, ist die Barrierewirkung der Rheinstraße. Sie steigt entgegen der Fließrichtung der Kaltluft an, um eine Brücke über die S-Bahnlinie zwischen Karlsruhe-Mühlburg und Eggenstein zu bilden. Die Mächtigkeit und Dynamik der Flurwinde ist nicht stark genug, um dieses bis zu 10m hohe Hindernis zu überwinden.

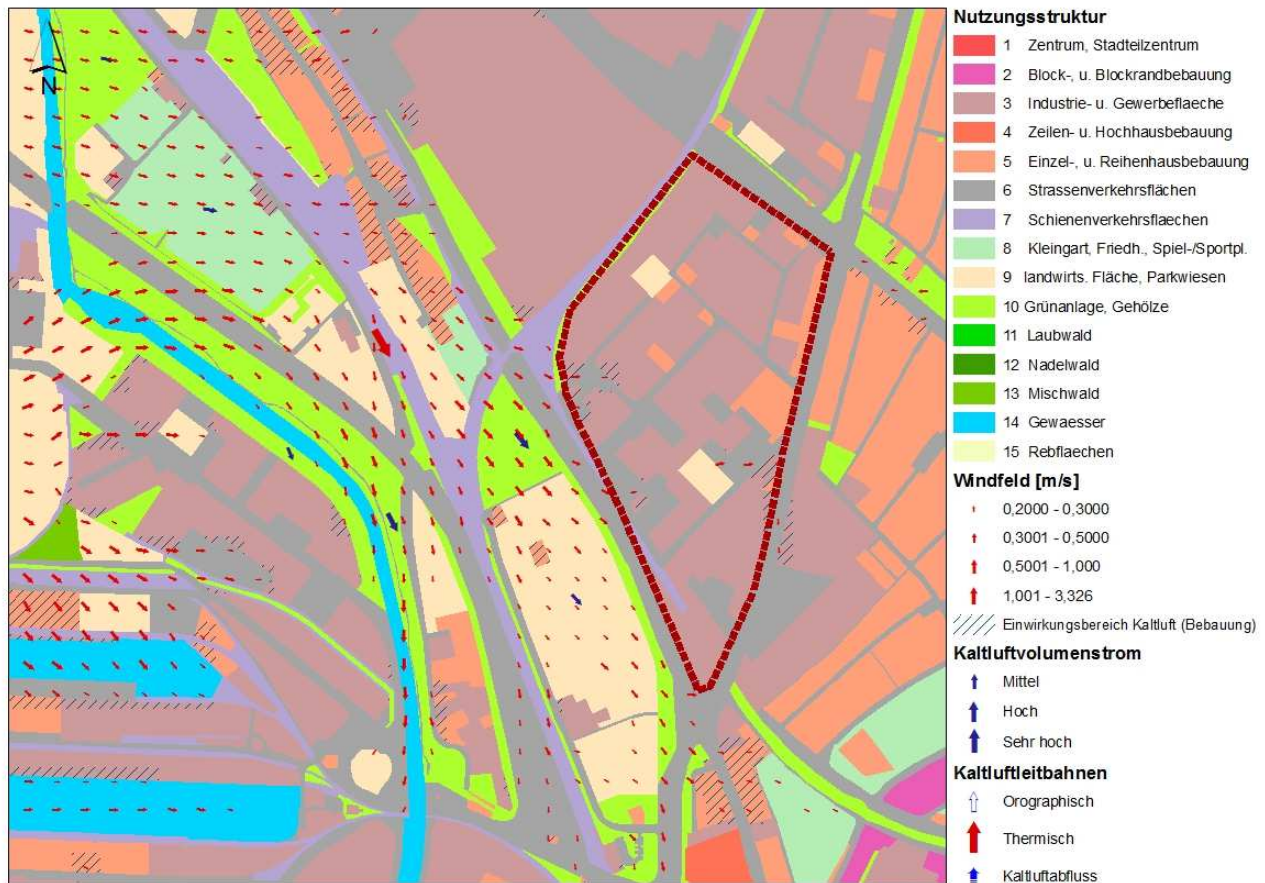


Abbildung 164: Stadtklimatische Situation im Umfeld des Hot-Spot-Quartiers „Gewerbe“

7.8.3 QUARTIERSPEZIFISCHES MASSNAHMENPAKET

In dem betroffenen Hot-Spot-Quartier des Stadtstrukturtyps „Gewerbe“ sind die großflächigen Gebäudekubaturen vor allem mit sommerlichem Wärmeschutz zu versehen und nach Möglichkeit durch energetische Gebäudesanierung anzupassen. Versiegelte Flächen und Parkierungen, die erheblichen Raum einnehmen, sind zu entsiegeln und ebenso zu verschatten, um eine Reduktion der Oberflächentemperatur zu ermöglichen. Pocket-Parks, die an die umliegenden Entlastungsflächen anbinden, bilden Entlastungsräume für die arbeitenden Menschen.

Folgende Auffälligkeiten und Besonderheiten ergeben sich im Hot-Spot-Quartier des Stadtstrukturtyps 10 - Gewerbe:

- Grüne Parkierung: Versiegelte Flächen machen bei diesem Stadtstrukturtyp einen erheblichen Anteil aus. Da viele dieser Flächen Lasten tragen müssen (Außenhallen, Rangierhöfe etc.), stellen sich grüne und baumbestandene Parkierungen als umso wichtiger dar.
- Erhöhung der Oberflächen-Albedo: effektiver und zügig umsetzbarer Eingriff
- Verschattung von Straßen, Plätzen und Gebäuden / Pocket-Parks: Bei Gewerbegebieten bestehen oft bestimmte Funktionsräume, die sich nicht ohne weiteres in großem Umfang klimagerecht optimieren lassen. Ein großes Potenzial stellen jedoch die Straßenräume, Abstandsflächen und Brachen dar, die durch Verschattung, klimaoptimierte Gestaltung oder den Umbau zu Pocket-Parks klimarelevante Aufgaben übernehmen können.

ANWENDUNG

GABLONZER STRAÙE

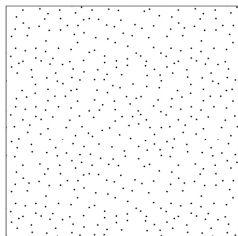


MAßNAHMEN

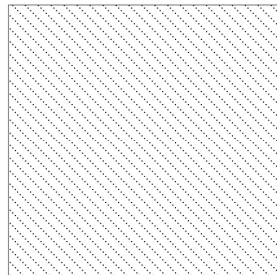
- | | | |
|----------------------|--|--|
| Baumbestand heute | Vorschlag neue Bäume | Bäume Pocket-Parks |
| M06 Rückbau | M10 Möglichkeit Pocket-Parks | M16 Dachbegrünung |
| M07 Entsiegelung | M09 Verschattung von Straßen, Plätzen und Gebäuden | M18 sommerlicher Wärmeschutz an Gebäuden |
| M08 grüne Parkierung | M15 energetische Gebäudesanierung | |

FLÄCHEN

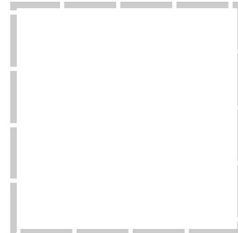
Entsiegelung
41279 m²



grüne Parkierung
56207 m²



Verschattung
39240 m²



Dachbegrünung
51239 m²

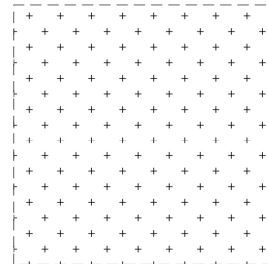


Abbildung 165: instanzspezifische Maßnahmenanwendung des Stadtstrukturtyps 10 „Gewerbe“

ZOOM IN

M 1:1000

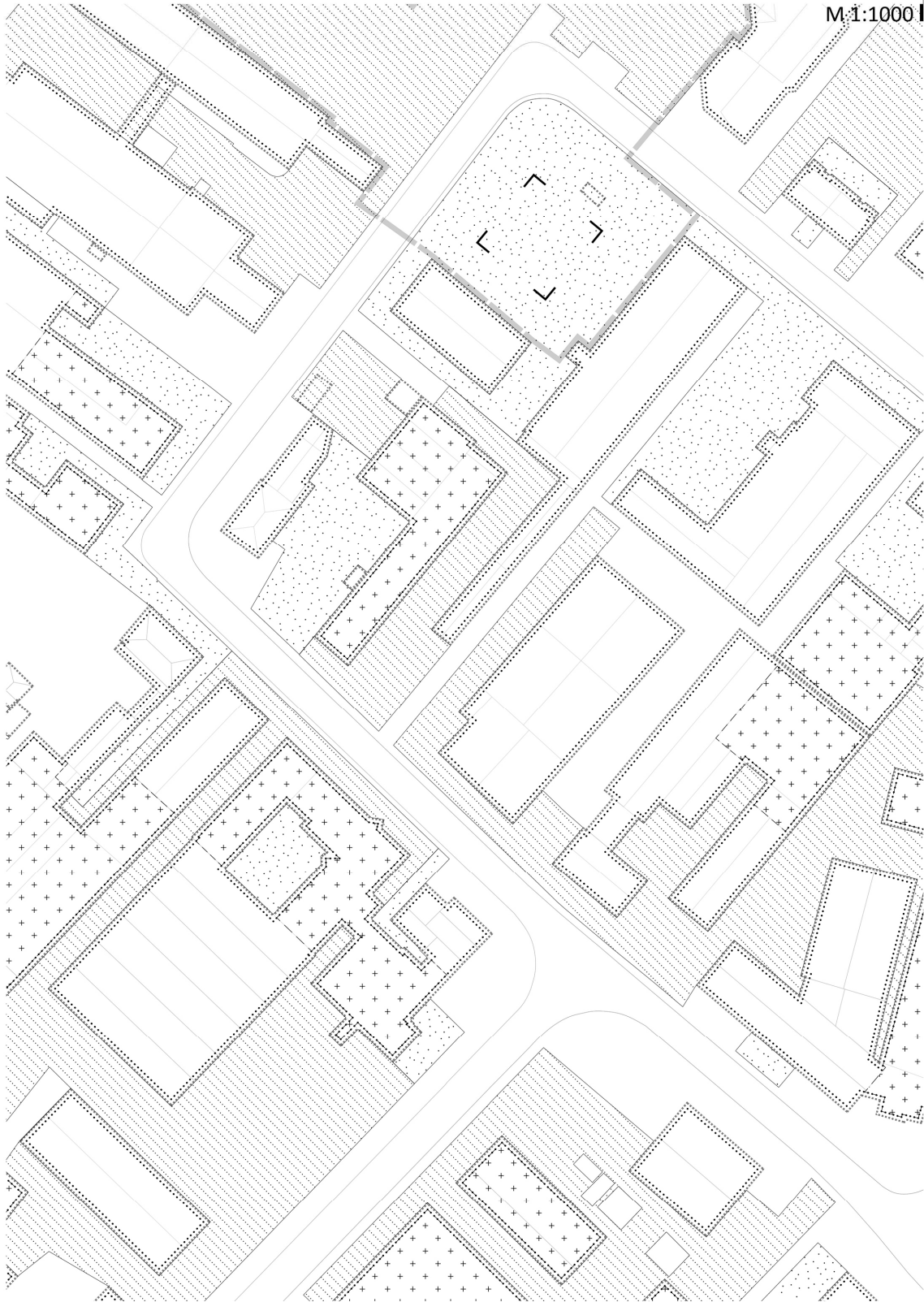


Abbildung 166: detaillierter Ausschnitt der Maßnahmenanwendung

HEUTE



- versiegelte Flächen
- Grünflächen Bestand
- Bäume Bestand
- Bäume neu/ entsiegelte Flächen
- Grüne Parkierung
- Dachbegrünung
- Fassadenbegrünung
- Pocket-Parks

Abbildung 167: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 10 „Gewerbe“ – heutige Situation

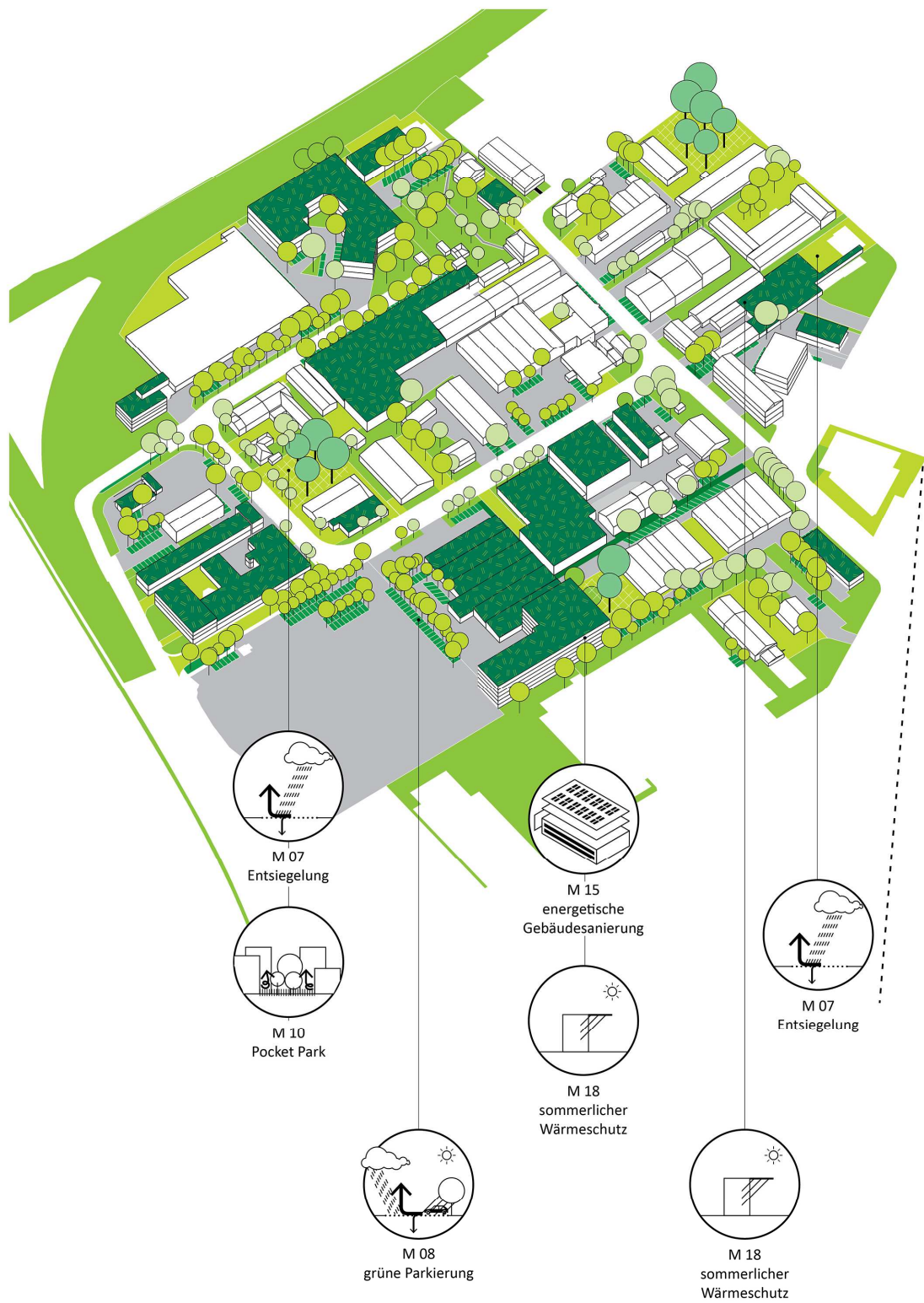


Abbildung 168: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 10 „Gewerbe“ – Situation mit Maßnahmen

7.8.4 ÜBERTRAGBARKEIT DER MAßNAHMEN

Das für den Stadtstrukturtyp 10 „Gewerbe I“ identifizierte, exemplarisch umgesetzte und in einem typspezifisch zusammengestellte Maßnahmen-Paket wurde anhand des in Phase 1 ermittelten „schlimmstbetroffenen“ Hot-Spot-Quartiers zwischen Neureuter Straße, Siemensallee und Rheinstraße erarbeitet. Eine Anwendung der in diesem Paket enthaltenen Maßnahmen kann bedingt auf die anderen betroffenen Quartiere desselben Stadtstrukturtyps übertragen werden. Bedingt übertragbar sind die Maßnahmen „Dachbegrünung“, „Erhöhung der Oberflächen-Albedo“ und die „Neueinrichtung von Pocket-Parks“, da die Möglichkeiten zur Umsetzung in den Quartieren teils voneinander abweichen. Als zusätzliche Maßnahme zum quartierspezifischen Maßnahmenpaket kann in einigen Quartieren mit sehr kleinteiliger Bebauungsstruktur M 06 „Rückbau“ erwogen werden.

Abbildung 169 kann die Lage der betroffenen Instanzen des Stadtstrukturtyps und des Hot-Spots entnommen werden. Eine Auswahl der Instanzen ist untenstehend abgebildet.



Abbildung 169: Verortung der Instanzen des Stadtstrukturtyps 10 „Gewerbe“

Folgende exemplarische Instanzen zeigen in ihrer Individualität die mögliche Spannweite der Diversität innerhalb des Stadtstrukturtyps 10 „Gewerbe“:

Bereich Pfizerstraße

- lockere Bebauungsstruktur
- viel Grünraum, wenig Versiegelung
- größere Straßenquerschnitte

Bereich Daxlander Straße

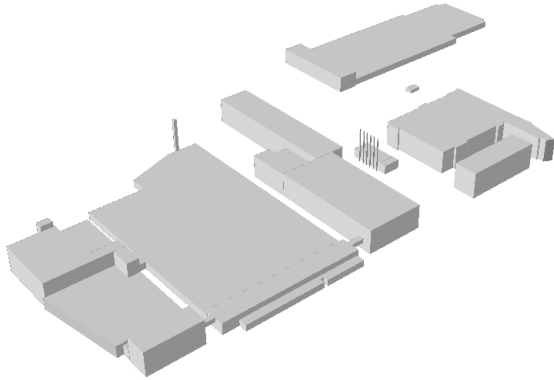
- größere Bebauungsstruktur (große Hallenstrukturen)
- teilweise mehrstöckige Bebauung im süd-östlichen Teil nahezu komplett versiegelt



Abbildung 170: Instanzen des Stadtstrukturtyps 10 „Gewerbe“

7.9 HOT-SPOT DES STADTSTRUKTURTYP 11 „INDUSTRIE“

Der Typenkatalog enthält für Karlsruhe 13 als Stadtstrukturtyp „Industrie“ identifizierte Quartiere unterschiedlicher Größe. Die Industriegebiete zeichnen sich durch vorwiegend großkubaturige Gebäude und Gebäudekomplexe mit interner Eigenlogik je nach Branche und Produktionsabläufen aus. Die Gebiete bestehen aus große Hallen und Fabrikanlagen sowie einigen Verwaltungsgebäuden. Stadtstrukturelle Muster sind sehr spezifisch und ergeben sich nach der entsprechenden Produktionsform. Die industrielle Nutzung wird nur sehr selten und in geringem räumlichen Umfang durch andere Nutzungen ergänzt (z.B. Eigentümerwohnen).



Isolierte Industriegebiete und -cluster sind in Karlsruhe in allen Phasen seit etwa 1860 entstanden. Die Schwerpunkte liegen aber im 20. Jahrhundert, wobei die Gebiete eine recht hohe Dynamik und entsprechend viele Arbeitsplätze entwickelt haben. Die Quartiere weisen eher „autarke“ Erschließungsmuster nach interner Eigenlogik mit punktuellen Zugängen von außen auf. Teils entsteht ein erheblicher Anlieferverkehr.

Außer den Straßenräumen mit spezifischer Ausstattung (Stellplätze PKW/LKW) existieren in der Regel kaum weitere öffentliche oder private Freiflächen. Hochwertige Grünflächen als Rückzugsgebiete für die Belegschaft sind folglich meist nur in sehr geringem Umfang vorhanden.

7.9.1 CHARAKTERISIERUNG UND VULNERABILITÄT DES QUARTIERS

Der Hot-Spot des Stadtstrukturtyps „Industrie“ befindet sich im Nordosten des Stadtteils Grünwinkel unmittelbar an der Bahntrasse nach Wörth/Neustadt. Es handelt sich dabei um das Gelände der SEWA GmbH, einem Unternehmen des weltweit in der Versorgungswirtschaft tätigen Itron Konzerns. Der Betrieb ist zum Großteil mit großkubaturigen Industriegebäuden bebaut, insbesondere mit Fertigungs- und Lagerhallen, sowie kleineren Bürogebäuden (Abbildung 171).

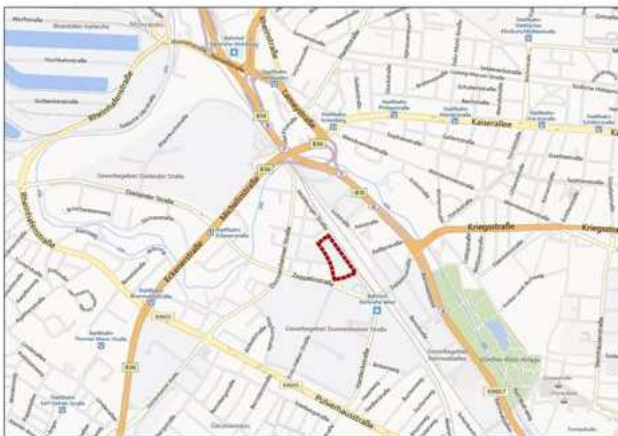


Abbildung 171: Räumliche Lage und Abgrenzung des Hot-Spot-Quartiers „Industrie“

Ergänzende Nutzungen existieren nicht. Der Versiegelungsgrad erreicht insgesamt über 90%. Unbebaute Bereiche werden als teilversiegelte bzw. –begrünte Stellplatzflächen oder zusätzliche Lagerfläche genutzt. Am nordwestlichen Ende des Komplexes befindet darüber hinaus sich eine ca. 1000m² große Rasenfläche ohne erkennbare Nutzung. Für logistische Arbeiten halten sich vereinzelt auch Arbeitskräfte zeitweise im Freien auf. Ansonsten findet die Produktion im Innenbereich der Produktionsstätte statt, die zumindest zum Teil vollklimatisiert ist.



Abbildung 172: Impressionen aus dem Hot-Spot Quartier des Stadtstrukturtyp 11 „Industrie“

Der Hot-Spot ist ein prägnantes Beispiel dafür, dass eine theoretische bioklimatische Belastungssituation nicht immer auch zu einem relevanten Vulnerabilitätsniveau führen muss. So ist die Belastung auf der Fläche des Industriegebietes zwar heute schon hoch und wird sich im Zuge des Klimawandels noch verstärken, allerdings wirkt die Belastung auf niemanden dauerhaft ein. Ein Großteil der Arbeitskräfte hält sich in den klimatisierten Gebäuden auf bzw. bewegt sich nur für eine kurze Zeitspanne im Freien. Die Vulnerabilität des Unternehmens und seiner Mitarbeiter kann also insgesamt als gering betrachtet werden.

Tabelle 23: Charakterisierung der Vulnerabilität des Hot-Spot-Quartiers „Industrie“

Kriterium	Gegenwart	2050
bioklimatische Belastung am Tage	hoch	sehr hoch
bioklimatische Belastung in der Nacht	hoch	sehr hoch
hochwertige Grünfläche erreichbar	irrelevant	
Anteil Senioren (gesamter Stadtteil)	irrelevant	
Anteil Kleinkinder >6 Jahre (gesamtes Stadtviertel)	irrelevant	
Bevölkerungsdichte (gesamter Stadtteil)	irrelevant	
energetischer Gebäudestandard	klimatisiert	
sensible Nutzungen	nein	unbekannt
Vulnerabilität	gering	

7.9.2 KLIMAÖKOLOGISCHE SITUATION IM QUARTIER

Die Einschätzung einer eher geringen Vulnerabilität des Unternehmens selbst bedeutet aber nicht, dass es für die SEWA GmbH nicht auch sinnvoll oder sogar angeraten sein kann, Maßnahmen zur aktiven Abkühlung des Außenklimas zu ergreifen. Neben finanziellen Gründen einer Kosteneinsparung durch verminderte Kühlung spielt hier auch und vor allem die klimatische Wirkung des Produktionskomplexes auf die angrenzenden Wohnquartiere eine entscheidende Rolle.

Wie Abbildung 173 zeigt, wirkt der Gebäudekomplex noch 200-300m in die westlich gelegene Wohnbebauung hinein und führt dort zu einem nicht unwesentlichen Anstieg des Belastungsniveaus gegenüber der weniger stark beeinflussten Umgebung. Das Industriegebiet erhöht dort die Tage mit Hitzebelastung bzw. die Anzahl der auftretenden Tropennächte um 25-30%.

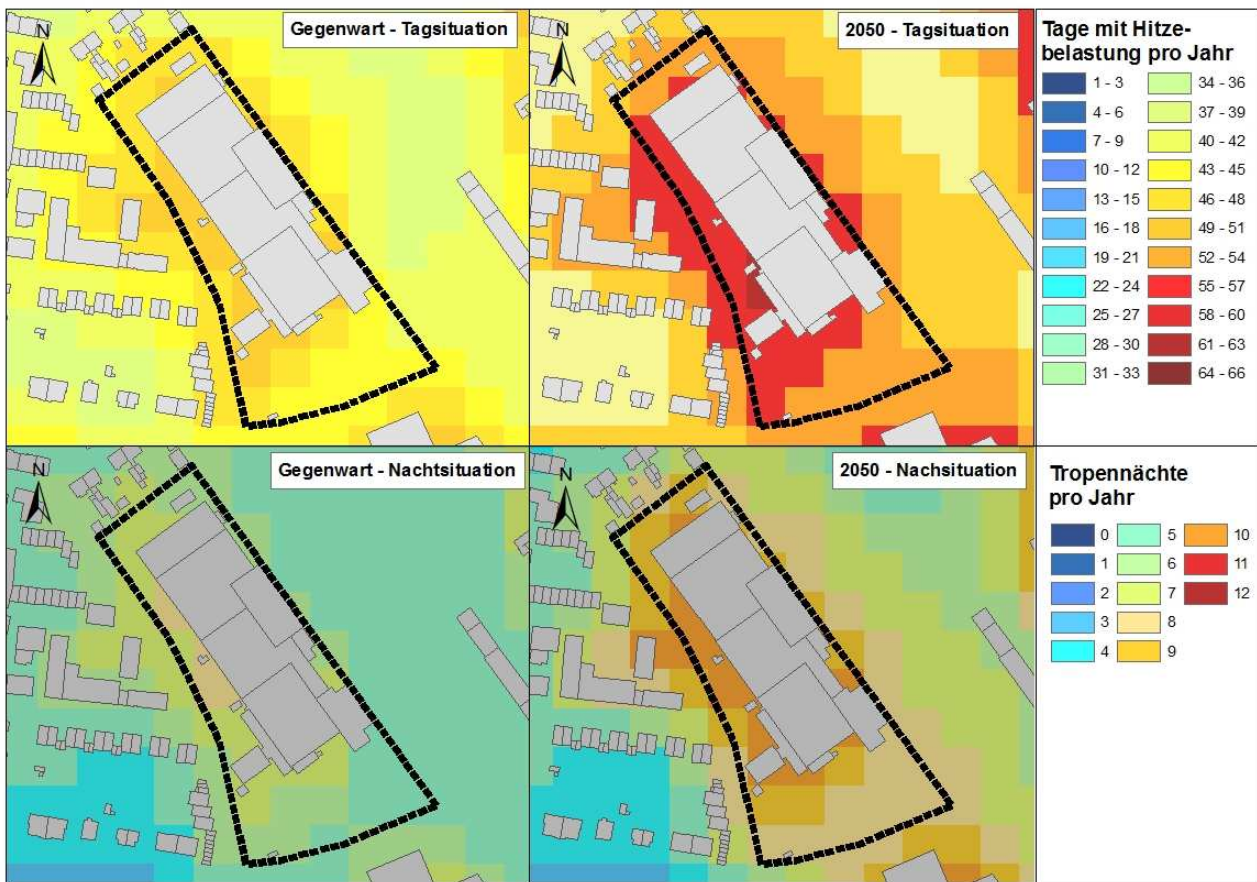


Abbildung 173: Gegenwärtige und zukünftige bioklimatische Belastung in dem Hot-Spot-Quartier des Stadtstrukturtyps „Industrie“

Die zusätzliche Belastung kann durch die isolierte Lage des Wohnquartiers im Karlsruher Stadtklimasystem nicht ausgeglichen werden. Die durch den Albgrünzug transportierte Kaltluft fließt grundsätzlich nach Norden ab und hat keinen Einfluss auf das Mikroklima im Einwirkungsbereich des Industriegebietes. Die kleine Freifläche im Südwesten des Geländes ist mittlerweile bebaut (Lidl) und hat ihren Charakter als lokale Leibbahn weitgehend verloren. Insofern spiegelt Abbildung 174 in diesem Teilbereich nicht die gegenwärtig zu erwartende Situation wider.

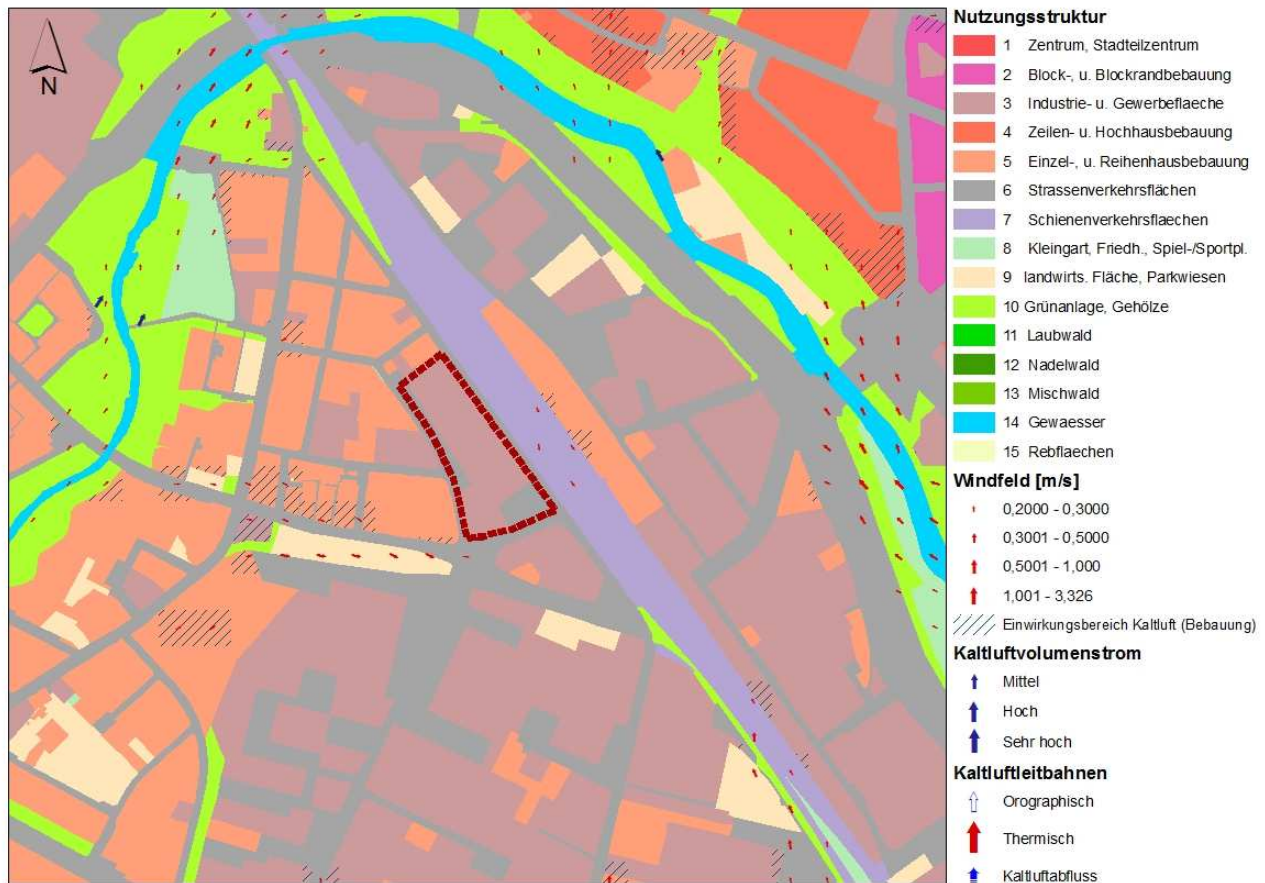


Abbildung 174: Stadtklimatische Situation im Umfeld des Hot-Spot-Quartiers „Industrie“

7.9.3 QUARTIERSPEZIFISCHES MASSNAHMENPAKET

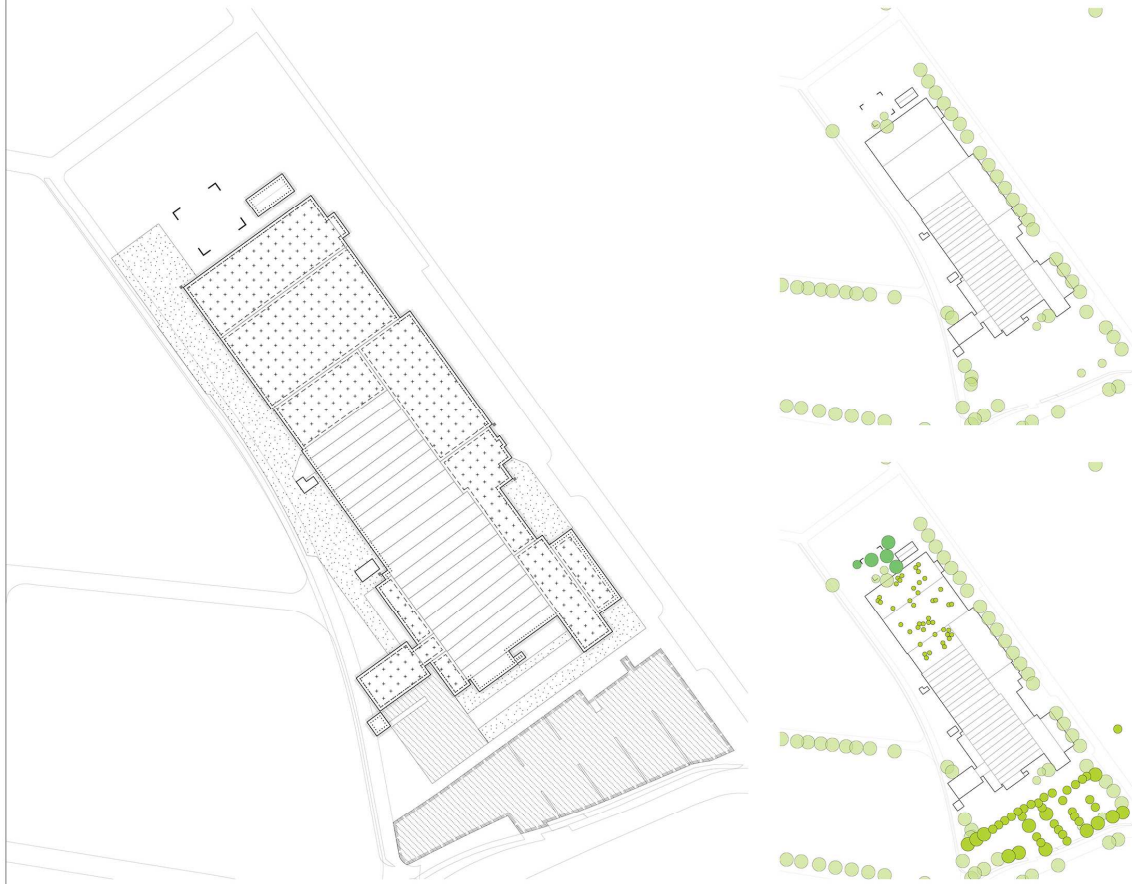
Das Maßnahmen-Paket für das Quartier des Stadtstrukturtyps „Industrie“ beinhaltet zum einen sommerlichen Wärmeschutz sowie Dach- und Fassadenbegrünung für die Gebäudeflächen. Eine Entsiegelung und Verschattung der versiegelten Flächen führt zum anderen zur Reduktion der Oberflächentemperatur. Pocket-Parks bieten Entlastungsräume mit Aufenthaltsqualität für die im Quartier Arbeitenden.

Folgende Auffälligkeiten und Besonderheiten ergeben sich im Hot-Spot-Quartier des Stadtstrukturtyps 11 - Industrie:











- **Dach- und Fassadenbegrünung:** Die großen Kubaturen bieten für diese gebäudespezifischen Maßnahmen viel Fläche. Bei der Dachbegrünung ist die Machbarkeit einer intensiven Begrünungsart zu überprüfen. Für Fassadenbegrünung können Begrünungsmodule in Betracht gezogen werden.
- **Erhöhung der Oberflächen-Albedo:** Ein effektiver und zügig umsetzbarer Eingriff bei diesen Kubaturen die Erhöhung der Oberflächen-Albedo als Alternative, falls eine Fassadenbegrünung nicht umsetzbar ist.
- **Verschattung von Straßen, Plätzen und Gebäuden:** Die großen, teilweise stark versiegelte Flächen bedürfen einer umfassenden Entsiegelung und Verschattung, um die Oberflächentemperatur senken zu können.

ANWENDUNG

HARDECKSTRASSE



MAßNAHMEN

- | | | |
|--|--|--|
|  Baumbestand heute |  Vorschlag neue Bäume |  Bäume Pocket-Parks |
|  M07 Entseigelung |  M09 Verschattung von Straßen, Plätzen und Gebäuden |  M17 Fassadenbegrünung |
|  M08 grüne Parkierung |  M16 Dachbegrünung |  M18 sommerlicher Wärmeschutz an Gebäuden |
|  M10 Möglichkeit Pocket-Parks | | |

FLÄCHEN

Entseigelung
3626 m²



grüne Parkierung
4305 m²



Verschattung
3526 m²



Dachbegrünung
6886 m²

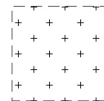


Abbildung 175: instanzspezifische Maßnahmenanwendung des Stadtstrukturtyps 11 „Industrie“

ZOOM IN

M 1:500

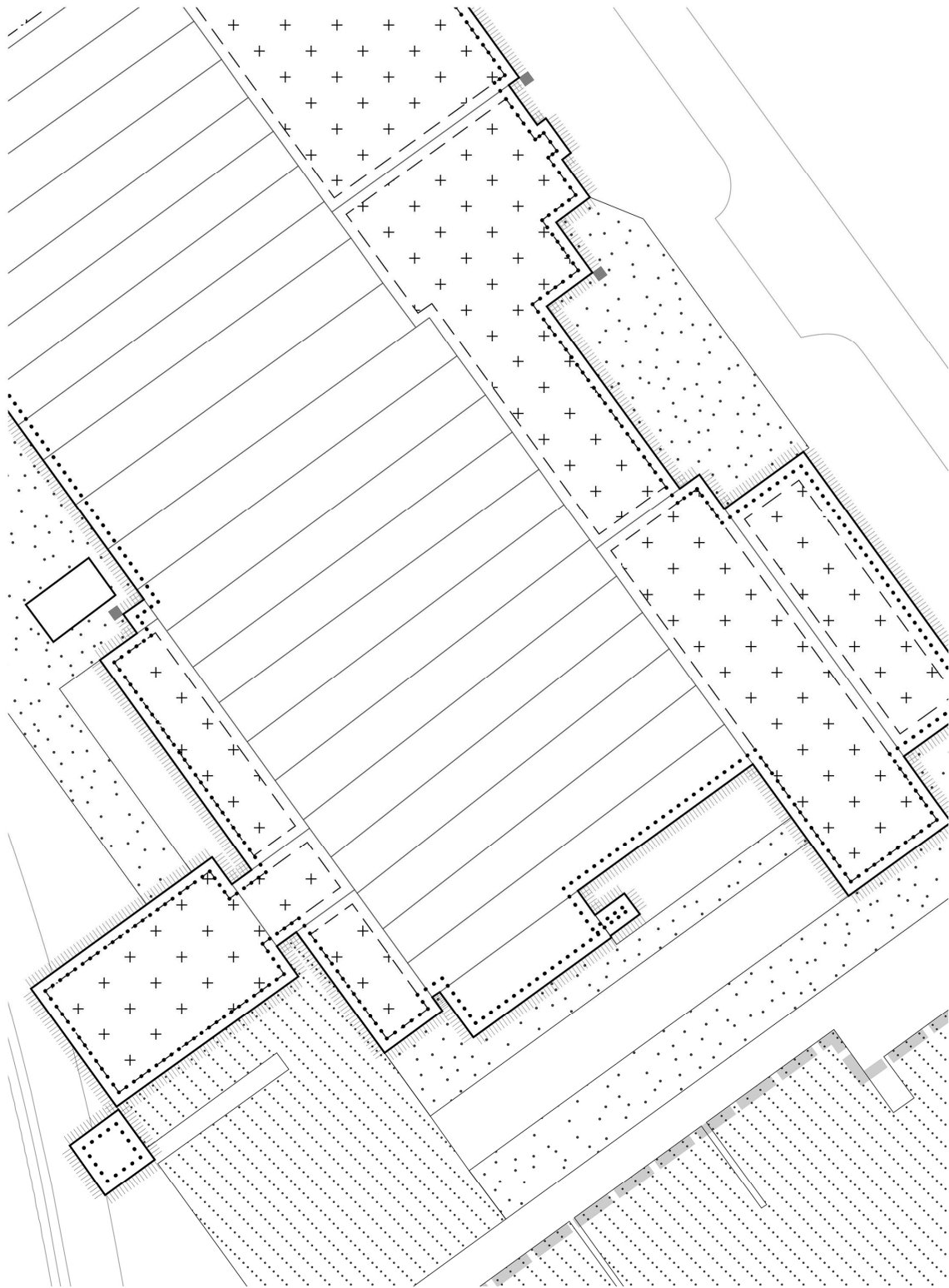
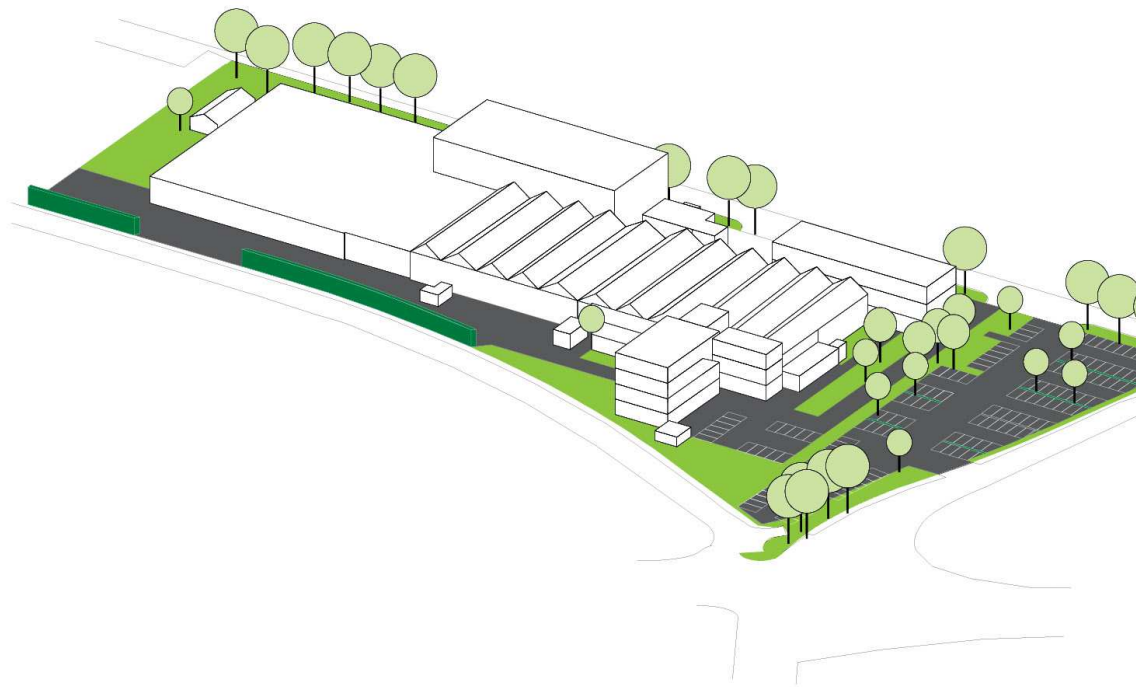


Abbildung 176: detaillierter Ausschnitt der Maßnahmenanwendung

HEUTE



- versiegelte Flächen
- Grünflächen Bestand
- Bäume Bestand
- Bäume neu/ entsiegelte Flächen
- Grüne Parkierung
- Dachbegrünung
- Fassadenbegrünung
- Pocket-Parks

Abbildung 177: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 11 „Industrie“ – heutige Situation

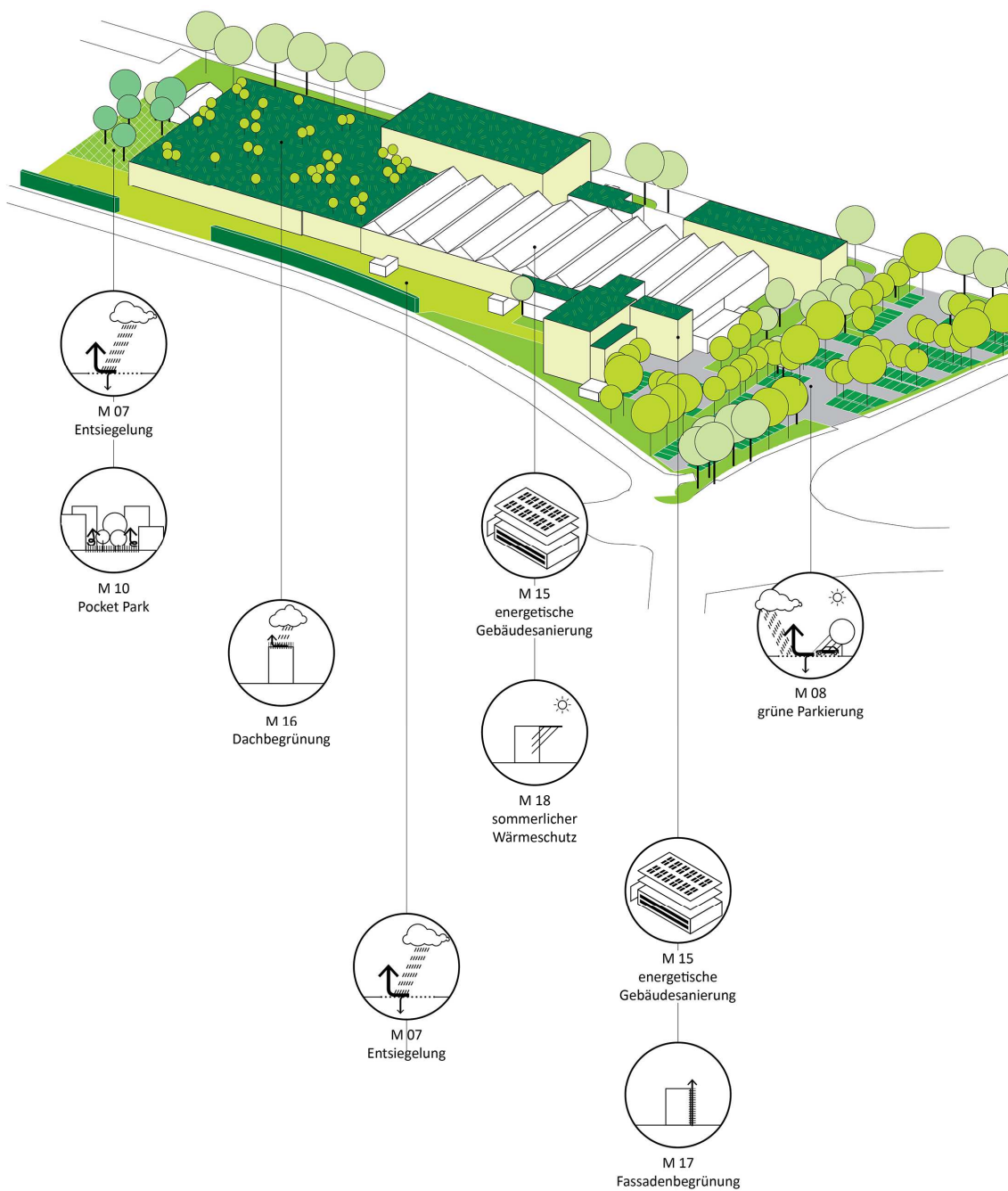


Abbildung 178: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 11 „Industrie“ – Situation mit Maßnahmen

7.9.4 ÜBERTRAGBARKEIT DER MAßNAHMEN

Das für den Stadtstrukturtyp 11 „Industrie“ identifizierte, exemplarisch umgesetzte und in einem typspezifisch zusammengestellte Maßnahmen-Paket wurde anhand des in Phase 1 ermittelten „schlimmstbetroffenen“ Hot-Spot-Quartiers zwischen der Mühlburger Straße und Andreas-Hofer-Straße erarbeitet. Eine Anwendung der in diesem Paket enthaltenen Maßnahmen kann bedingt auf die anderen betroffenen Quartiere desselben Stadtstrukturtyps übertragen werden. Bedingt übertragbar sind die Maßnahmen „Dachbegrünung“, „Fassadenbegrünung“, „Erhöhung der Oberflächen-Albedo“ und die „Neueinrichtung von Pocket-Parks“, da die Möglichkeiten zur Umsetzung in den Quartieren teils voneinander abweichen. Als zusätzliche Maßnahme zum quartierspezifischen Maßnahmenpaket kann in einigen Quartieren mit sehr kleinteiliger Bebauungsstruktur M 06 „Rückbau“ erwogen werden.

Abbildung 179 kann die Lage der betroffenen Instanzen des Stadtstrukturtyps und des Hot-Spots entnommen werden. Eine Auswahl der Instanzen ist untenstehend abgebildet.

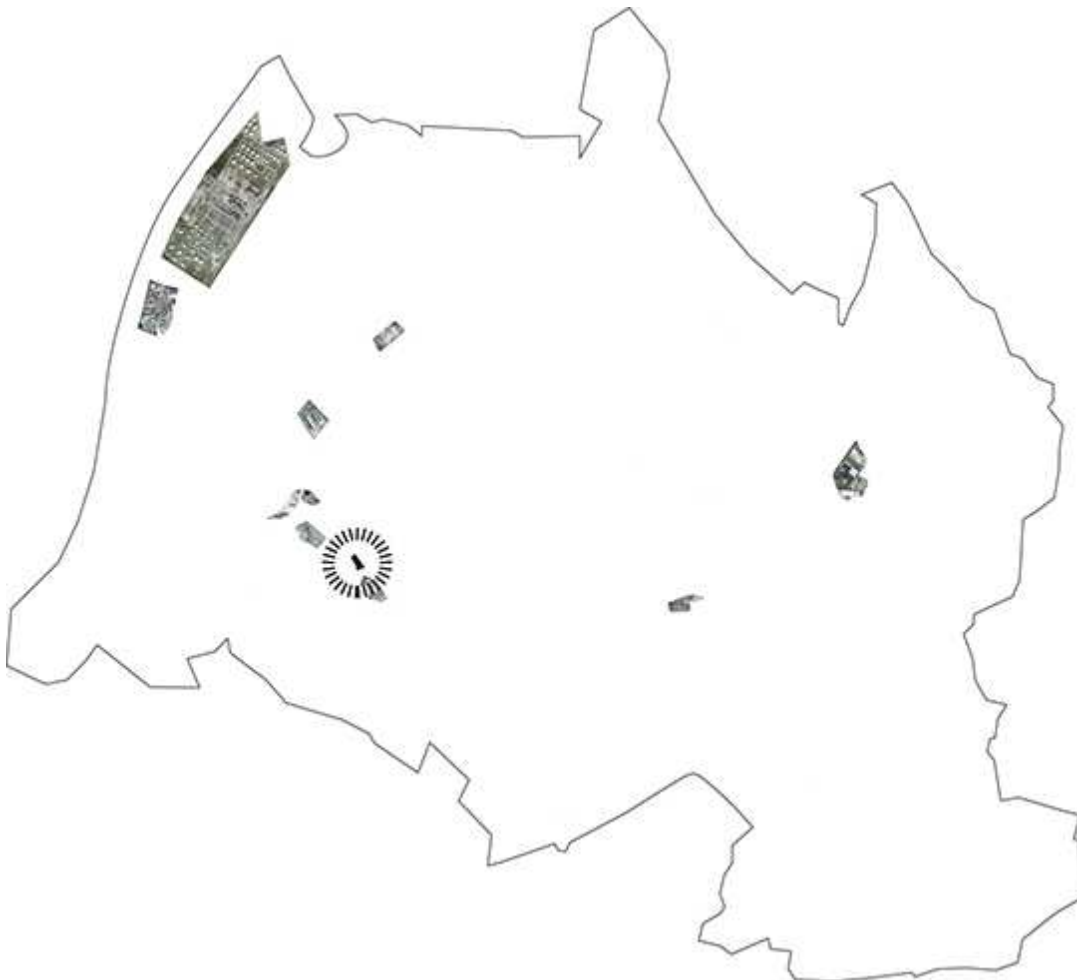


Abbildung 179: Verortung der Instanzen des Stadtstrukturtyps 11 „Industrie“

Folgende exemplarische Instanzen zeigen in ihrer Individualität die mögliche Spannweite der Diversität innerhalb des Stadtstrukturtyps 11 „Industrie“:

Bereich Gewerbegebiet Breit

- höherer Entsiegelungsgrad
- sehr große versiegelte Parkflächen

Bereich Mitscherlichstraße

- kleinteiligere Bebauungsstruktur
- hoher Versiegelungsgrad

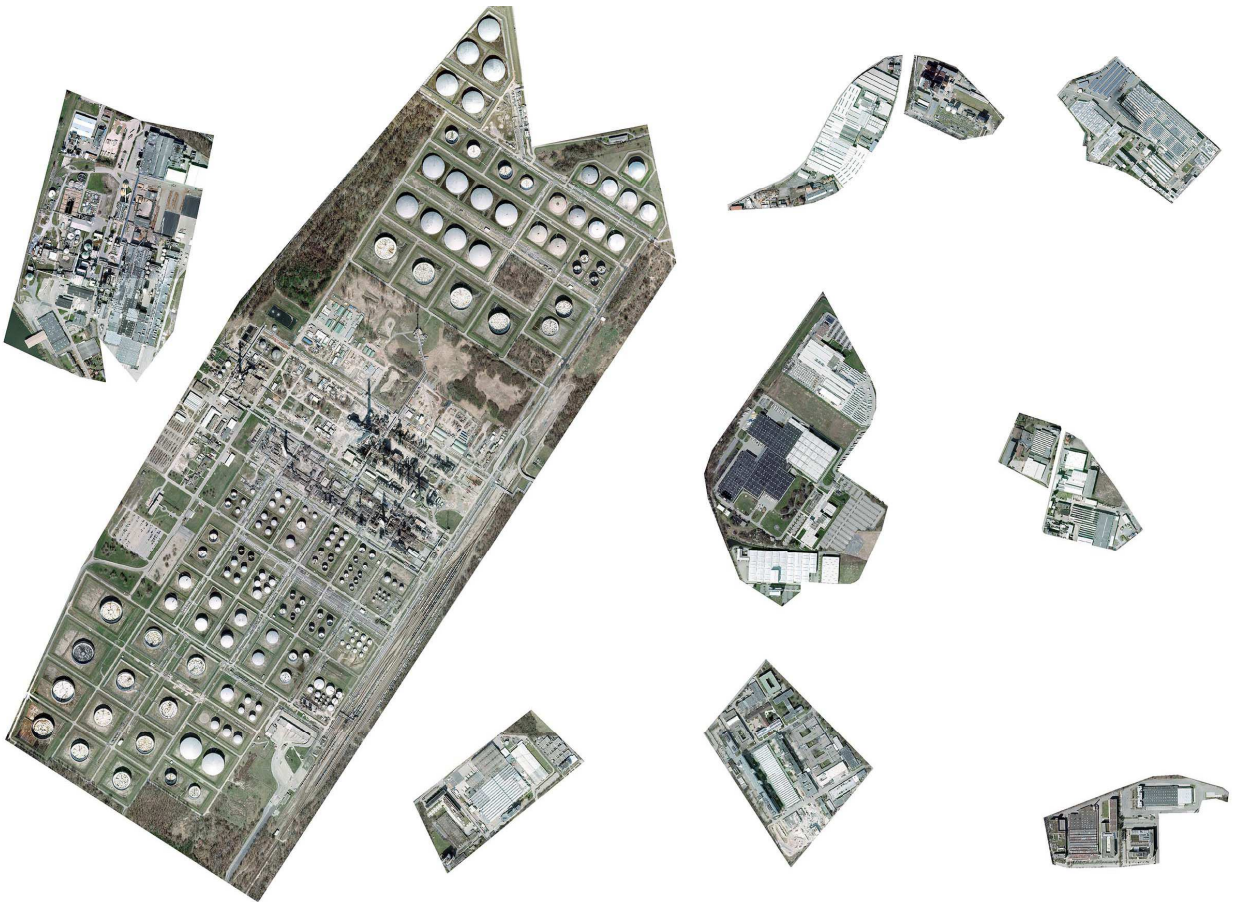


Abbildung 180: Instanzen des Stadtstrukturtyps 11 „Industrie“

8. Beteiligungsprozess – Vernetzung, Einbindung von Akteuren und Entscheidungsträgern

Die Entwicklung des StärK wurde durch einen intensiven Beteiligungsprozess mit relevanten Akteuren begleitet. Dieser ruhte vor allem auf drei Säulen. Zum einen wurden die jeweiligen Projektstände bei folgenden Terminen und Veranstaltungen zur Diskussion gestellt:

- Ideen- und Kooperationsbörse zur Klimaanpassung "Hitze in der Stadt" am 20. Juni 2013 in Karlsruhe
- Fachgespräch: Städtebauliche Nachverdichtung im Klimawandel am 26.06.2014 in Karlsruhe
- Regionales Netzwerk zu Klimawandel und Klimafolgenanpassung am 10.07.2014 in Karlsruhe
- Planungsausschuss der Stadt Karlsruhe am 11.07.2014
- 7. Deutsch-Japanische Stadtklimatagung am 08.10.2014 in Hannover
- Stadtbauforum am 09.10.2014 in Karlsruhe
- 8. Biomet-Tagung am 03.12.2014 in Dresden

Zum zweiten wurden zentrale Fragen (z. B. zur Entwicklung der beiden Städtebaulichen Szenarien; vgl. Kapitel 4.2) oder zu den Rahmenplanentwürfen (vgl. Kapitel 1) mit den betroffenen Ämtern verwaltungsintern diskutiert und die Anregungen iterativ in den Forschungsprozess integriert. Besonders intensiv eingebunden waren folgende Ämter:

- Stadtplanungsamt
- Umweltamt
- Tiefbauamt
- Gartenbauamt

Die dritte Säule bildete ein öffentlicher Workshop, der nach Vorliegen der 1. Entwurfsfassung des Rahmenplans durchgeführt wurde. Die Veranstaltung fand am 13.05.2014 von 16:00 Uhr bis 20:00 Uhr im Stephanssaal statt (Abbildung 181). Sie sollte Politik, Verwaltung und Bürgern zum einen die Möglichkeit eröffnen, sich über das Projekt zu informieren. Zum anderen waren die Teilnehmer aufgefordert, sich über Arbeitsgruppen und Plenardiskussionen aktiv in den Entwicklungsprozess des Rahmenplans einzubringen. An der Veranstaltung nahmen insgesamt rd. 40 Akteure aus Verwaltung, Politik, Wirtschaft und Bürgerschaft teil. Im ersten Veranstaltungsteil wurden den Teilnehmern zunächst Hintergründe, (Zwischen-)Ergebnisse sowie der 1. Rahmenplanentwurf vorgestellt. Anschließend wurden 5 Arbeitsgruppen gebildet und einzelne Aspekte des zu entwickelnden Planwerkes anhand von zuvor definierten Leitfragen vertiefend behandelt. Die Ergebnisse der Gruppendiskussionen wurden im letzten Teil der Veranstaltung dem Plenum präsentiert (vgl. Tabelle 24).

Die zentralen Ergebnisse des Workshops wurden dokumentiert und den Teilnehmern gemeinsam mit den im Verlauf der Veranstaltung gezeigten Präsentationen im Nachgang zur Verfügung gestellt¹⁴. Die Erkenntnisse sind in die entsprechenden Kapiteln (insbesondere Kapitel 5, 1, 7, 1 und 10) dieses Forschungsberichtes eingeflossen.

Insgesamt hat sich gezeigt, dass die Einbindung von Akteuren aus Politik, Verwaltung und Fachöffentlichkeit ein wichtiger Baustein im Entwicklungsprozess des Rahmenplans war. Daher erscheint die nachhaltige Implementierung eines Karlsruher Anpassungsnetzwerkes zur Begleitung einer qualitativ hochwertigen Umsetzungsphase des Rahmenplans als äußerst sinnvoll.



Abbildung 181: Impressionen vom Workshop

¹⁴ Dokumentation unter http://www.karlsruhe.de/b3/bauen/projekte/klimaanpassung/HF_sections/content/ZZICX0Pvqj3Xx/ZZICX1bfM7J23x/Doku13052014_02.pdf

Tabelle 24: Programm des öffentlichen Workshops zum 1. Rahmenplanentwurf

Uhrzeit	Programmpunkt
16:00 Uhr	Anmeldung, Empfangskaffee
16:30 Uhr	<p>Begrüßung</p> <p>Prof. Dr. Jürgen Baumüller Moderator; ehemaliger Leiter der Abteilung Stadtklimatologie des Amtes für Umweltschutz der Landeshauptstadt Stuttgart, Honorarprofessor der Universität Stuttgart</p> <p>Michael Obert, Bürgermeister „Dezernat 6“</p>
16:45 Uhr	<p>Hintergründe und Informationen zum Projekt, Vorstellung des 1. Planentwurfs</p> <p>Martin Berchtold berchtoldkrass</p> <p>Dr. Björn Büter GEO-NET Umweltconsulting GmbH</p>
17:30 Uhr	Kurze Pause und Wechsel in die Arbeitsgruppen
17:45 Uhr	<p>4 parallele Arbeitsgruppen:</p> <p>AG I: Der Rahmenplan – Ziele, Inhalte, Visualisierung Impuls & Moderation: Martin Berchtold (berchtoldkrass)</p> <p>AG II: Wege zur Umsetzung des Rahmenplans Impuls & Moderation: Prof. Dr. Jürgen Baumüller</p> <p>AG III: Planspiel – räumliche Konkretisierung von Maßnahmen in einem besonders vulnerablen Stadtquartier Impuls & Moderation: Maren van der Meer & Poliksen Qorri Dragaj (berchtoldkrass)</p> <p>AG IV: Anpassungsmaßnahmen an Hitzestress - Good practice Beispiele aus Karlsruhe Impuls : Benjamin Steiling (Umweltamt) Moderation: Peter Trute (GEO-NET)</p> <p>AG V: Anpassungsmaßnahmen an Hitzestress – Synergien und Konflikte mit anderen Handlungsfeldern Impuls & Moderation: Dr. Björn Büter (GEO-NET)</p>
19:00 Uhr	Kurze Pause mit Snack, Wechsel ins Plenum
19:30 Uhr	<p>Ergebnispräsentation und –diskussion aus den Arbeitsgruppen</p> <p>Leiter der Arbeitsgruppen</p> <p>Ausblick und Verabschiedung</p> <p>Heike Dederer, Bereichsleiterin "Generalplanung und Stadtanierung"</p>
20:00 Uhr	Ende der Veranstaltung

9. Transfer der Erkenntnisse auf die gesamtstädtische Ebene – Der Städtebauliche Rahmenplan Klimaanpassung

9.1 ZIELSETZUNG DES PLANWERKS „STÄDTEBAULICHEN RAHMENPLANS KLIMAAANPASSUNG“

Das Planwerk des Städtebaulichen Rahmenplans Klimaanpassung dient der Verräumlichung der erarbeiteten konzeptionellen Inhalte und deren anschaulicher Visualisierung in einem Maßstab, der einerseits das relevante Stadtgebiet überschaubar zeigt, andererseits aber hinreichend detailliert ist, um die vielfältigen Inhaltsebenen trotz ihrer Komplexität aufnehmen zu können. Das Planwerk ist sowohl dafür geeignet, es „an die Wand zu hängen“, um es stets als eine relevante konzeptionelle Ebene für alle anstehenden Entscheidungen der städtebaulichen Entwicklung Karlsruhes auf den verschiedenen planerischen Ebenen vor Augen zu haben, als auch die konkrete Arbeit vor Ort begleiten, als eine Art „praktischer Faltplan“. Der Plan wendet sich an Verwaltung, Politik und Öffentlichkeit und bringt Aspekte der Klimaanpassung in alle Entscheidungen der Stadtplanung ein. Er zeigt Lösungen für die stadtklimatischen Defizite Karlsruhes in Bezug auf die Urban Heat Problematik auf und gibt Hinweise bzw. politische Unterstützung, beispielsweise auch für den Umbau des öffentlichen Raums. Auf die genannten Aspekte ist letztlich auch die Plangrafik ausgerichtet. Die Herleitung der Planinhalte aus den einzelnen thematischen Strängen, die in den Kapiteln dieses Berichts dargestellt sind, ist daher für den Plan und sein Verständnis wesentlich.

Der Plan nimmt dementsprechend inhaltlich die verschiedenen konzeptionellen Ebenen auf, von den Stadtstrukturtypen bis zu wesentlichen stadtklimatischen Funktionen, und stellt gleichzeitig die Verknüpfung zu den im Textteil ausführlich dargestellten Maßnahmenpaketen her, ohne hierbei jedoch grafisch überladen zu werden. Dies stellt angesichts der Komplexität und Wechselwirkungen eine besondere Herausforderung dar. Die Lesbarkeit des Plans steht daher im Vordergrund, seine grafische Sprache spiegelt die Hierarchie der Inhaltsebenen wider: Wesentliche bzw. grundlegende Inhalte sind vorrangig sichtbar, wichtige detaillierte Komponenten kommen bei näherem Hinsehen zum Vorschein. Außerdem enthält der Plan neben den kartographischen Darstellungen im Stadtgebiet auch weitere Abbildungen, die die Verknüpfung zwischen den Maßstäben herstellen. Die vier inhaltlichen Abschnitte der Legenden- und Planstruktur ergeben zusammen ein schlüssiges Gesamtbild, das gemeinsam mit den durch Piktogramme dargestellten Maßnahmen und den dreidimensional veranschaulichten Maßnahmenpaketen der einzelnen Stadtstrukturtypen auf dem Rahmenplan angeordnet wird. Hierdurch lässt sich auch hinsichtlich der Lesbarkeit eine gute Verknüpfung zwischen den Maßstäben erzielen.

9.2 METHODIK UND ENTSTEHUNGSPROZESS DER ERSTELLUNG DES PLANWERKS

Methodik und Entstehungsprozess des Planwerks werden in diesem Forschungsbericht bewusst mit aufgenommen und (einschließlich auch längst verworfener Abbildungen) kurz skizziert, da dieser Aspekt einen hohen Anteil und Stellenwert innerhalb des Gesamtprojekts hatte und auch für nachfolgende Projekte von Interesse sein könnte.

Zielsetzung und Anspruch des Rahmenplans machen seine Entwicklung zu einem kniffligen Unterfangen: Die Inhalte stellen sich bei den ersten grafischen Versuchen als sehr dicht und komplex heraus, dies wird vom Arbeiten in den unterschiedlichen Flughöhen noch verstärkt: Auf der gesamtstädtischen Ebene sind Inhalte wie beispielsweise Stadtstrukturtypen, Entlastungsflächen oder die Ergebnisse der Modellierung der Testentwürfe zu integrieren. Auf der lokalen Ebene steht die Frage im Vordergrund, wie detailliert das erarbeitete Maßnahmenportfolio bzw. dessen Anwendung als Maßnahmenpakete in den vulnerabelsten Hot-Spot-Quartieren jedes Stadtstrukturtyps sich im Plan wiederfinden soll. Schließlich soll der Plan darüber hinaus die Verknüpfung zwischen beiden Ebenen über Aspekte wie Anwendung, Übertragbarkeit oder Vernetzung herstellen. Diese inhaltliche Dichte stellt sich bei den ersten grafischen Umsetzungen als erhebliche Herausforderung heraus.

Zunächst werden gezielt mit Hilfe von manuellen Skizzen unterschiedliche Möglichkeiten der grafischen Umsetzung der inhaltlichen Ebenen ausprobiert, bevor die digitale planerische und kartografische bzw. plangrafische Arbeit am Computeraufgenommen wird. Dieser Schritt erweist sich als sehr dienlich, da er eine unmittelbare Verbindung des Bearbeiters mit dem Planungsgegenstand herstellt, die am Rechner so nicht erreicht werden kann (Abbildung 182).

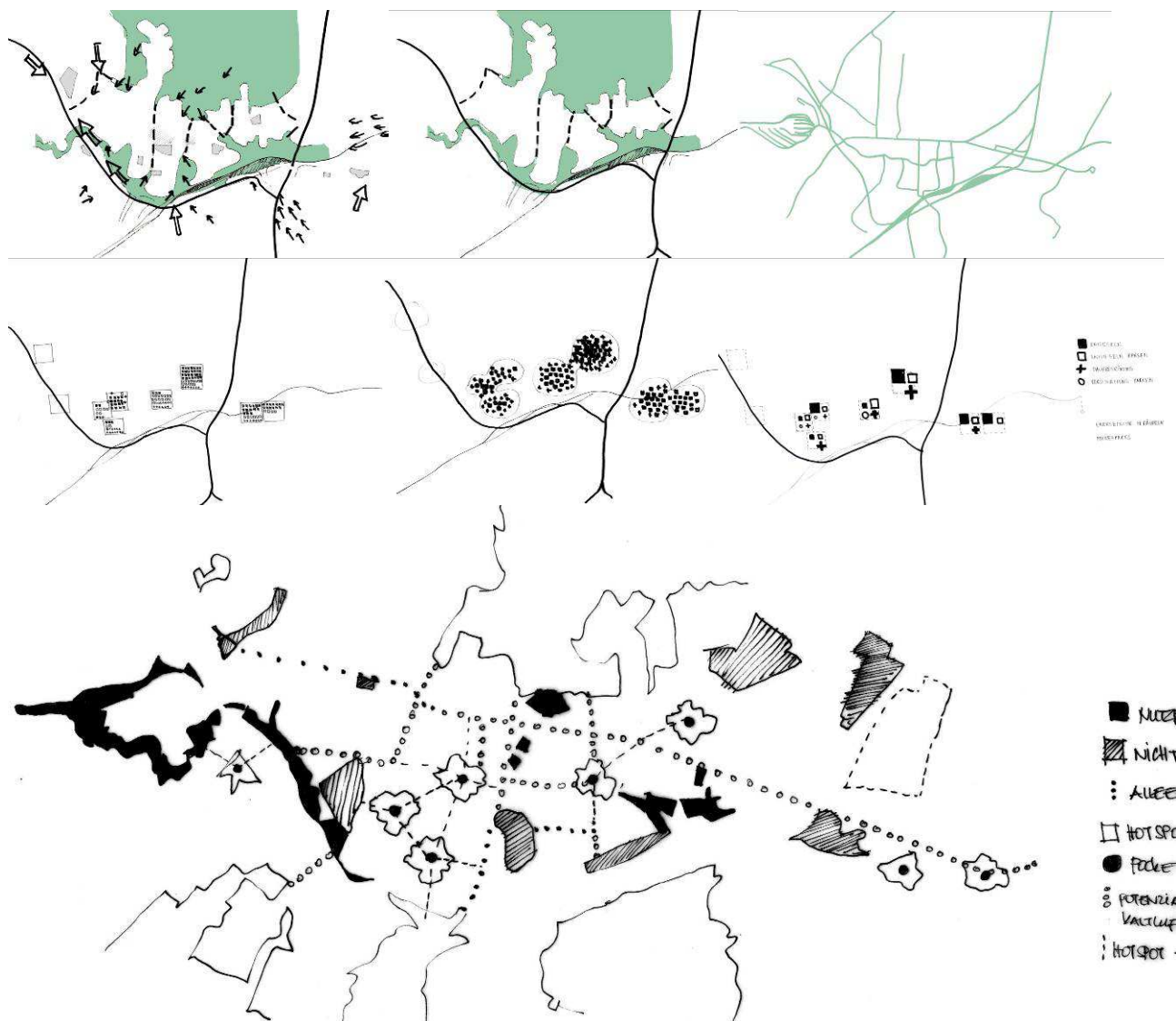


Abbildung 182: Erste grafische Versuche in manuellen Umsetzungen

Als Ansatz für die Erstellung der ersten Planfassung, die als Arbeitsgrundlage für die Abstimmung und Diskussion mit dem Stadtplanungsamt sowie für die Beteiligungsphase dient, wird ein Vorgehen gewählt, bei dem von den in der ersten Projektphase identifizierten und in der zweiten Phase durchgearbeiteten Hotspot-Quartieren ausgegangen wird. Die Hot-Spots sollen zunächst mit ihren jeweiligen Inhalten als Grundgerüst des Rahmenplans dienen und erste grafische Setzungen machen. Als Hintergrund wird zunächst die Darstellung der Stadtstrukturtypen in Graustufen gewählt, deren Helligkeit die Vulnerabilität bis 2050 anzeigt. Für die vordergründigen Planinhalte werden prägnante Magenta- und Grüntöne gewählt: Hier werden ausgewählte Maßnahmen wie Pocket-Parks und bestehende und neue Zuwegungen zu bioklimatischen Entlastungsflächen dargestellt. Die Hot-Spot-Quartiere werden in einem dunklen Grau hervorgehoben. Mit Hilfe von differenzierten Schraffuren werden die relevanten Freiräume mit unterschiedlichen Funktionen gekennzeichnet, einen weiteren Inhalt stellen verschiedene Signaturen für wasserbezogene Themen dar. Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden in diesem ersten Stand mehrere inhaltliche Ebenen aus dem Hauptplan herausgelöst und in seitlich angeordneten Teilkonzepten dargestellt, z.B. Schaffung von grüner Infrastruktur oder gesamtstädtische Baumstruktur. Der Maßstab des Planwerks wird auf 1:10.000 festgelegt, dadurch wird zur Darstellung der Gesamtstadt eine Fläche von 1,50 Meter auf 1,50 Meter benötigt.

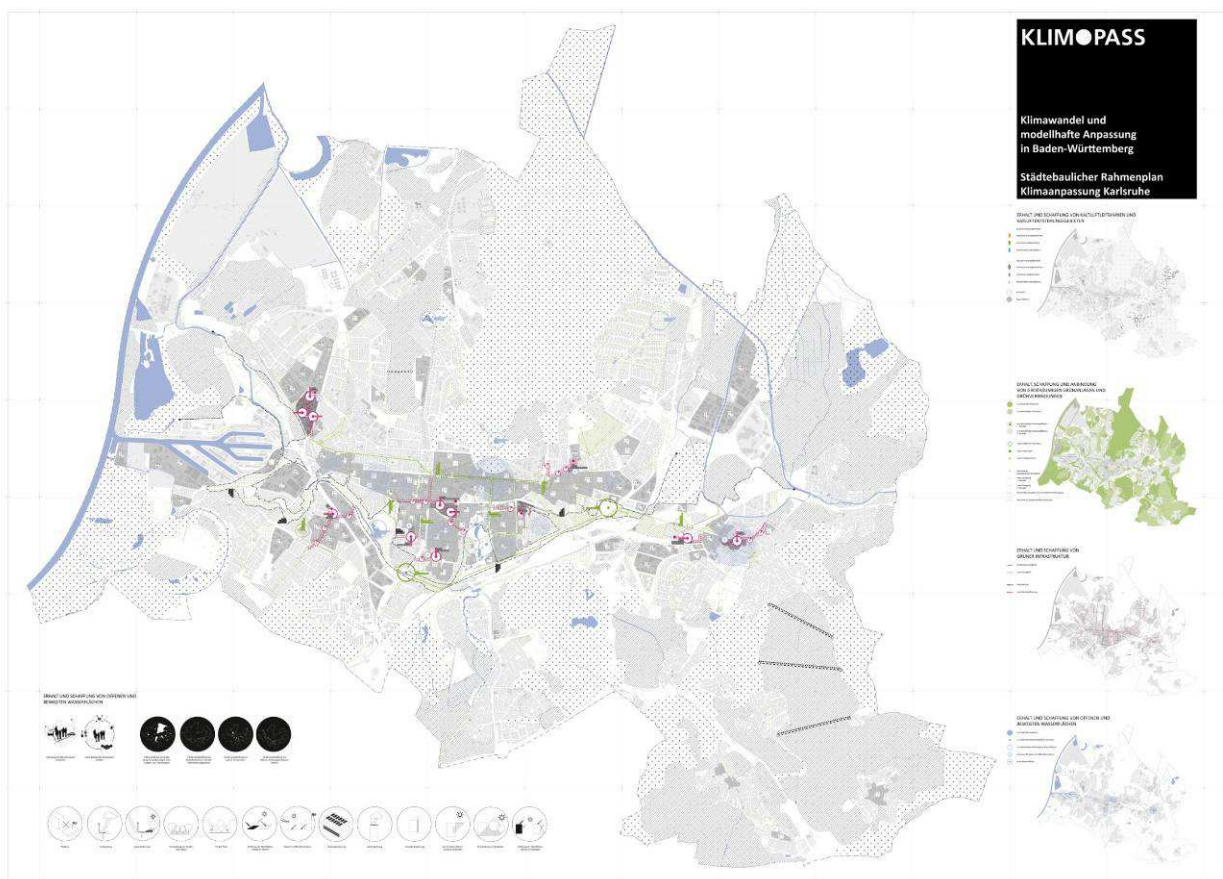


Abbildung 183: Gesamtplan der ersten Fassung (im Original M. 1:10.000, ca. 2,00 m Breite, 1,50 m Höhe)

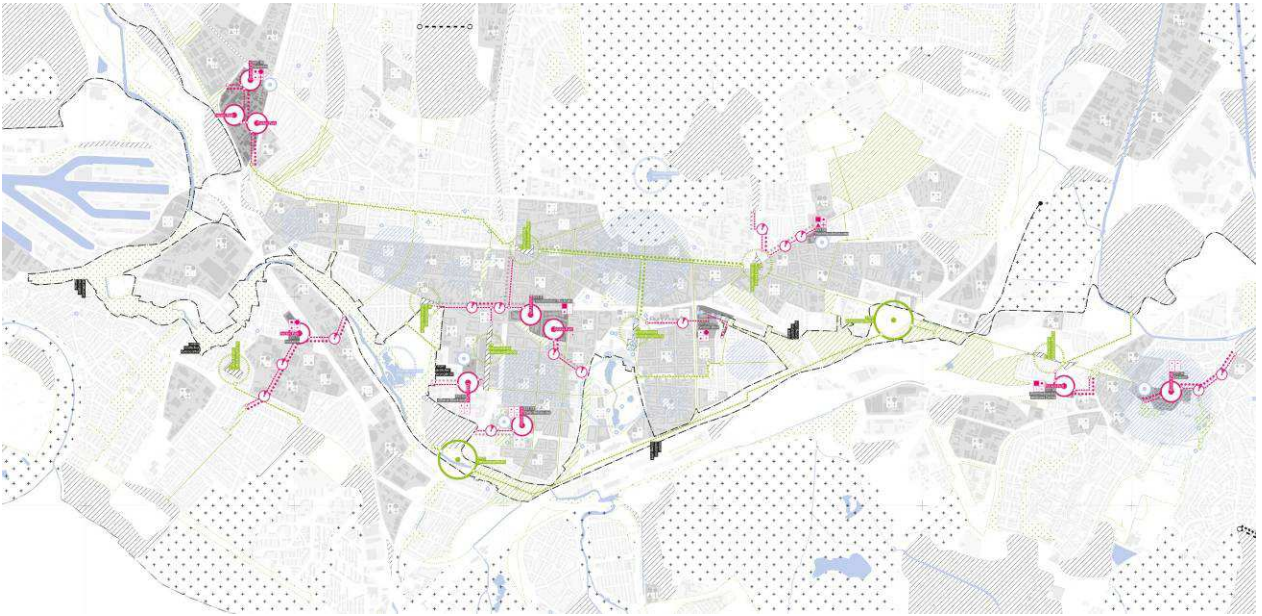


Abbildung 184: Erste Fassung des Rahmenplans als Diskussionsgrundlage für die interne Arbeit und Beteiligung

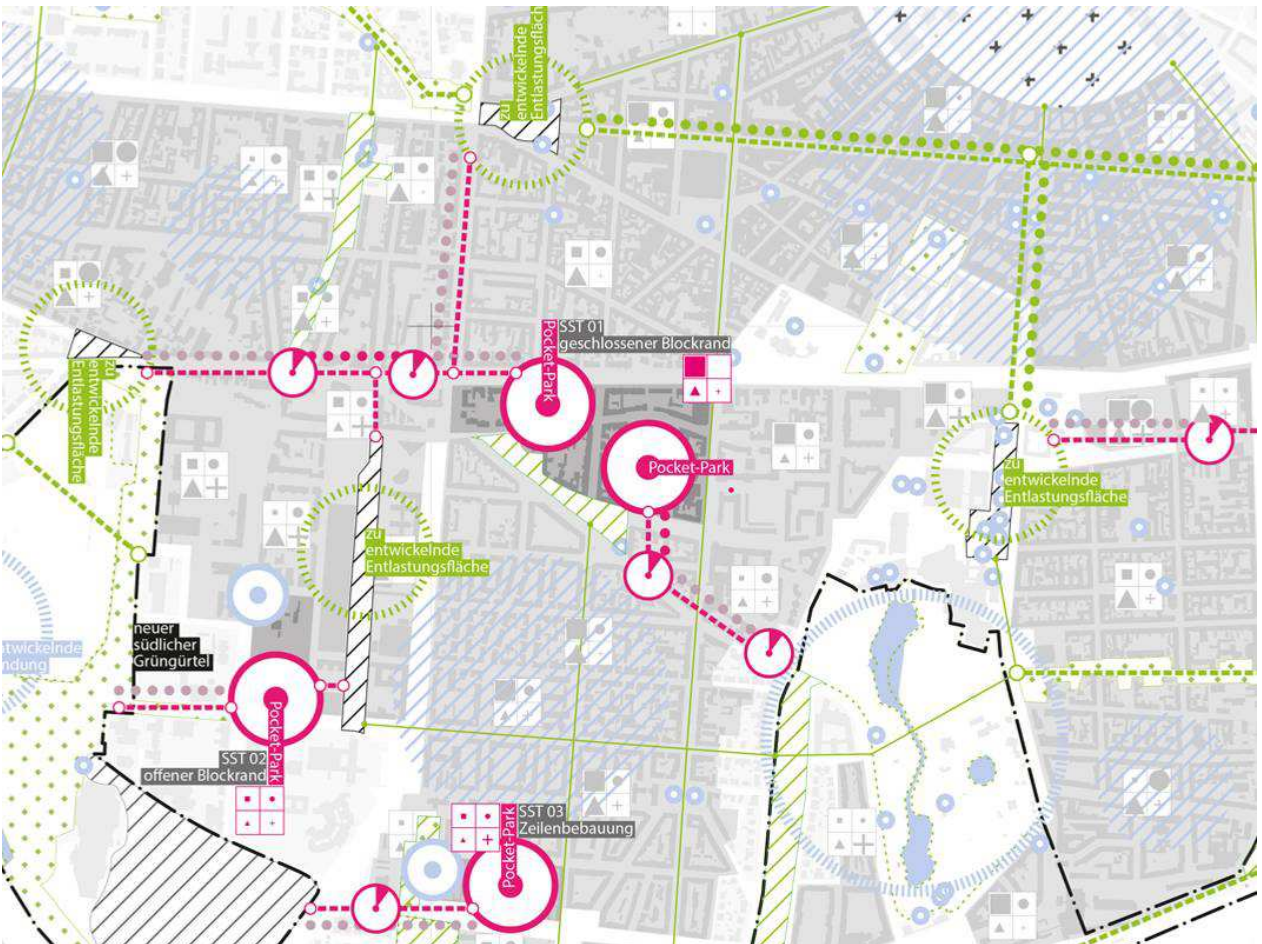


Abbildung 185: Vergrößerte Ausschnitt der ersten Fassung

Diese erste Fassung erweist sich beim weiteren Vorgehen als sehr gut geeignete Arbeitsgrundlage, nicht, weil sie schon besonders ausgereift wäre, sondern im Gegenteil, weil sie - bei von den Beteiligten als grundsätzlich gut empfundenem grafischem Stil - prägnant die vorhandenen Schwächen aufzeigt und dadurch die Weiterentwicklung sehr gezielt und effizient angegangen werden kann.



Abbildung 186: Inhaltliche Arbeit am Plan - Arbeitsgruppe 1 „Inhalte und Darstellung des Rahmenplans beim Beteiligungsworkshop“ (Fotos: Martin Kratz, Stadtplanungsamt)

Im Folgenden werden schlaglichtartig die wesentlichen Erkenntnisse aufgeführt, die sich aus der Abstimmung mit dem Stadtplanungsamt und der Präsentation und Diskussion beim Beteiligungsworkshop ergeben:

- Der Plan sollte „einfacher“ werden.
- Die Siedlungsstrukturtypen sollen nicht einheitlich in grau, sondern als Basislayer unterscheidbar (z.B. farbig) sein. Hierbei sollen nur die vom Hitzestress betroffenen Quartiere dargestellt werden.
- Dabei sollen keinesfalls die in Phase 1 identifizierten „projektinternen Hot-Spots“ als schlimmstbetroffene Gebiete gemeinsam im Plan gezeigt werden, da sonst Missverständnisse erzeugt werden: Es existieren meist schlimmer betroffene Gebiete eines anderen Stadtstrukturtyps! Dies könnte möglicherweise im Plan herausgearbeitet werden
- Keine Betonung der Inhalte für die Hot-Spots
- Das „grüne Netzwerk“ aus klimagerecht gestalteten (insb. verschatteten) Straßenräumen, Pocket Parks und Entlastungsflächen soll im Plan dargestellt werden, das Erscheinungsbild (insb. Symbolgrößen und -verhältnisse) und die Hierarchie sollen nochmals geprüft werden.
- Vervollständigung des grünen Netzwerks!
- Die entwickelten Symbole sind gut, sollten jedoch insbesondere bzgl. Größenverhältnis und Gewichtung nochmals überprüft werden.
- Im Hauptplan könnten auch Inhalte der Klimafunktionskarte dargestellt werden, z.B. Kaltluftentstehungsgebiete, Flurwinde, ... (sind bisher in einem Teil- bzw. Seitenplan enthalten)
- Überprüfung, ob Bäume (Bestand, Neu) dargestellt werden können (bisher in Seitenplan enthalten)
- Implementierung der noch fehlenden Erkenntnisse aus der Szenarien/Testentwurf-Modellierung
- Der Maßstab des Planes 1:10.000 ist sinnvoll, der Ausschnitt für die Gesamtstadt soll jedoch auf den Kernbereich reduziert werden, da das Planformat durch seine Größe unhandlich und nicht praktikabel erscheint und im Norden und Süden ohnehin keine wesentlichen Inhalte zu verzeichnen sind

Der Plan wird in der anschließenden Phase auf Grundlage dieser Erkenntnisse weiterentwickelt und angepasst. Auf diese Weise entsteht ein bei aller notwendigen Komplexität hinreichend „einfaches“, logisch strukturiertes und gut nachvollziehbares Planwerk, mit dem die eingangs beschriebenen Zielsetzungen umgesetzt werden können. Die im folgenden Abschnitt anhand der Legendengliederung dargestellte Version des Planwerks dient auch einer finalen Abstimmung mit dem Stadtplanungsamt, auf deren Grundlage das Planwerk als zentraler Bestandteil des Projektes fertiggestellt werden kann.

9.3 DIE KOMPONENTEN DES „STÄDTEBAULICHEN RAHMENPLANS KLIMAANPASSUNG“

Der „Städtebauliche Rahmenplan Klimaanpassung“ verfügt über ein Planwerk und ein Textwerk, das die Erkenntnisse dieses Forschungsberichts und die Inhalte des Planwerks in zusammenfassender Form erläutert, dabei jedoch mit Öffentlichkeit, Verwaltung und Politik einen anderen Personenkreis anspricht. Der Textteil wird in der Folge des hier vorliegenden Forschungsprojekts weiterbearbeitet, in enger Abstimmung mit den städtischen Institutionen abgestimmt und auf die spezifischen Bedürfnisse der Stadt ausgerichtet.

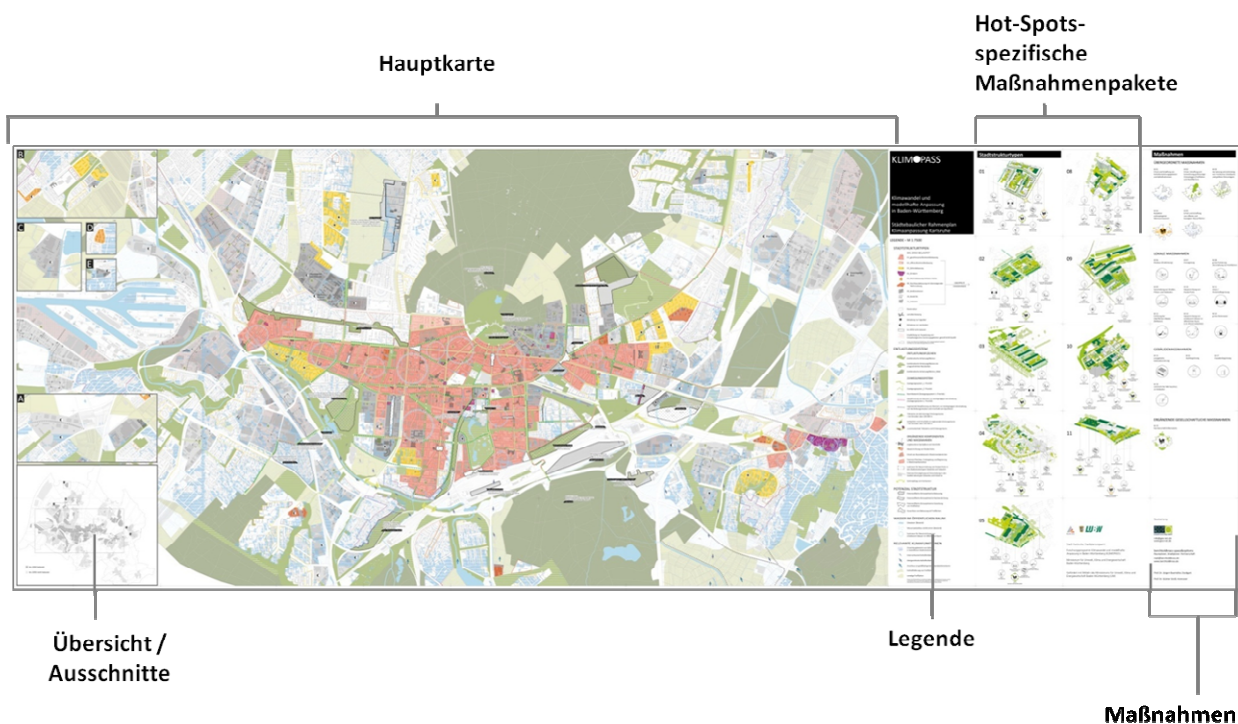


Abbildung 187: Das Planwerk und seine Komponenten

Das Planwerk besteht neben der Hauptkarte aus dem Bereich „Legende“ sowie den je nach Verwendungszweck zu- oder wegklappbaren Bereichen „Hotspotspezifische Maßnahmenpakete“ und „Maßnahmen“. Da aus Gründen der Lesbarkeit und Praktikabilität nur der Kernbereich der Gemarkung dargestellt werden kann, werden auch eine Übersicht sowie die außerhalb des Hauptplans liegenden betroffenen Quartiere als Ausschnitte abgebildet.

Zusätzlich zum Gesamtplan gibt es außerdem eine separierte Fassung in den Teilplänen „Stadtstruktur“ und „Entlastungssystem“, die die jeweilige Thematik prägnanter abbilden können (s.u.).

9.4 „LESEHILFE LEGENDE“: DIE INHALTE DES PLANWERKS „STÄDTEBAULICHER RAHMENPLAN KLIMAAANPASSUNG“

Das Planwerk zum „Städtebaulichen Rahmenplan Klimaanpassung“ verfügt über einen systematischen Aufbau, der sich in der Legendenstruktur widerspiegelt. Diese besteht mit „Stadtstruktur“, „Entlastungssystem“ und „Relevante Klimafunktionen“ aus drei grundsätzlichen Abschnitten, die inhaltlich wie auch grafisch aufeinander aufbauen und für eine gute Lesbarkeit und Verknüpfung der Ebenen sorgen. Jeder Abschnitt verfügt dabei über eine eigene Farbskala. Anhand dieser thematischen Abschnitte lassen sich Aufbau und Funktionsweise des Planes gut erläutern.

9.4.1 ABSCHNITT STADTSTRUKTUR

Als Basis-Layer werden die Stadtstrukturtypen in einer farblich zwischen Wohnnutzung, Ortskern und Großstrukturen zusammenhängenden Skala differenziert dargestellt. Zur besseren Lesbarkeit und Verständlichkeit sind sie mit der Baustruktur überlagert, wobei sensible Nutzungen dunkler hervorgehoben werden. Die bis zum Jahre 2050 belasteten Instanzen jedes Stadtstrukturtyps werden dabei vollfarbig, die unbelasteten nur durch die Außenlinie visualisiert. Die Stadtstrukturtypen sind plansystematisch stets verknüpft mit dem spezifischen Maßnahmenpaket, das am Rand des Gesamtplans dargestellt wird (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Bestimmte Maßnahmen, bei denen eine individuelle Einschätzung für die einzelnen Quartiere vorgenommen wird (z.B. „Erhalt von Baumbestand“ oder „Potenzial Rückbau, Entsiegelung und Begrünung in Blockinnenbereichen“), werden mit spezifischen Signaturen dargestellt, aufgrund ihrer Entlastungswirkung werden sie jedoch dem folgenden Legendenpunkt zugeordnet und dort beschrieben. Zwei Symbole zeigen zusätzlich, ob das Quartier nur tagsüber oder nur nachts belastet ist. Die rot-punktierte Schraffur stellt die Ausweisungsempfehlung von klimaökologischen Sanierungsgebieten gemäß §136 BauGB dar.

STADTSTRUKTUR



Abbildung 188: Legendenabschnitt Stadtstruktur

Aus den Modellierungsergebnissen der experimentellen Testentwürfe (siehe Kapitel 4 und 5) geht der Teilaspekt „Potenzial Stadtstruktur“ hervor. Mit diesem werden bioklimatisch relevante Flächen und Freiräume bewertet und ein entsprechender Umgang mit ihnen empfohlen. Die Empfehlungen enthalten zum einen Möglichkeiten einer moderaten klimaoptimierten Bebauung bzw. Nachverdichtung mit klimaoptimierter Gebäudestellung, ausreichender Durchgrünung, Beachtung und Schutz eventuell vorkommender Kaltluftleitbahnen und dem teilweisen Erhalt des jeweiligen bestehenden Siedlungscharakters. Zum anderen werden Flächen mit dem Potenzial für eine klimaoptimierte Gestaltung ausgewiesen. Diese Handlungsempfehlung beinhaltet beispielsweise auch die Entsiegelung und anschließenden Verschattung bisher versiegelter Flächen. Stellenweise können bestehende lokale Leitbahnen durch Teilentdichtung erweitert werden. Ein Ausschluss von Bebauung wird dort empfohlen, wo wichtige klimatische Freiflächenfunktionen für den Stadtraum geschützt und bewahrt werden sollen

9.4.2 ABSCHNITT ENTLASTUNGSSYSTEM

Den Basis-Layer der Stadtstrukturtypen überlagern die Komponenten des Entlastungssystems. Dieses besteht aus einem auf die belasteten Stadtstrukturtypen ausgerichteten Netzwerk aus funktionalen Flächen, Wegeräumen unterschiedlicher Priorität, weiteren punktuellen und flächigen Maßnahmen, die das Netzwerk sinnvoll ergänzen sowie den Punkt Wasser im öffentlichen Raum. Ziel des Entlastungssystems ist es, den Einwohnern der hochbelasteten Gebiete einen möglichst schnellen und einfachen Weg und Zugang zu den bioklimatischen Entlastungsflächen einzurichten, der bereits „unterwegs“ bestmögliche Schutz- und Entlastungsfunktionen (durchgängige Verschattung durch Bäume oder ggf. künstliche Einbauten, regelmäßige Pausenflächen, Rückzugsräume, Wasserelemente usw.) enthält.

Die Grundlage des Abschnitts Entlastungssystem bilden die in der ersten Phase des Projekts identifizierten und nochmals überarbeiteten bioklimatischen Entlastungsflächen, wobei zusätzlich diejenigen Flächen aufgenommen wurden, die eine grundsätzliche bioklimatische Entlastungsfunktion besitzen, deren Zugang oder Nutzung jedoch (zeitlich, Personenkreis, ...) eingeschränkt ist, wie z.B. Friedhöfe oder Kleingartenanlagen. Mit der bioklimatischen Entlastungsfläche Wald ist schließlich eine wesentliche Größe der Karlsruher Gebietsstruktur enthalten.

Das Zuwegungssystem als zweiter Layer des Abschnitts umfasst Wegeräume erster und zweiter Priorität, der Plan zeigt hierbei grundsätzlich Planungsempfehlungen. Priorität 1 bildet das Hauptnetz mit den wichtigsten Zuwegungsachsen in Nord-Süd- und Ost-West-Richtung. Hauptkriterien sind

- eine möglichst gleichmäßige Abdeckung der belasteten Quartiere,
- die kürzeste bzw. schnellste Erreichbarkeit von Entlastungsräumen,
- eine gute Eignung für Fuß- und Radverkehr sowie
- eine gleichzeitige Eignung der vorgefundenen Rahmenbedingungen für eine Umsetzung

Für die Umsetzungseignung kommen folgende Merkmale in Betracht:

- ein grundsätzlich geeigneter Straßenquerschnitt,
- schon heute möglichst umfangreicher Baumbestand und
- ausreichende Möglichkeiten der Integration oder Anbindung von Pausenräumen.

Durch Neupflanzungen von Bäumen in unterversorgten Abschnitten erhalten die Zuwegungen der Priorität 1 eine durchgängige Verschattung. Überschreitet die Länge eines Wegeabschnitts bis zur Entlastungsfläche die Entfernung von 250 bis 300 Metern (entspricht etwa 5 Minuten Fußweg in langsamer Geschwindigkeit), ist zwingend ein kleiner klimaoptimierter Erholungsraum einzurichten.

ENTLASTUNGSSYSTEM

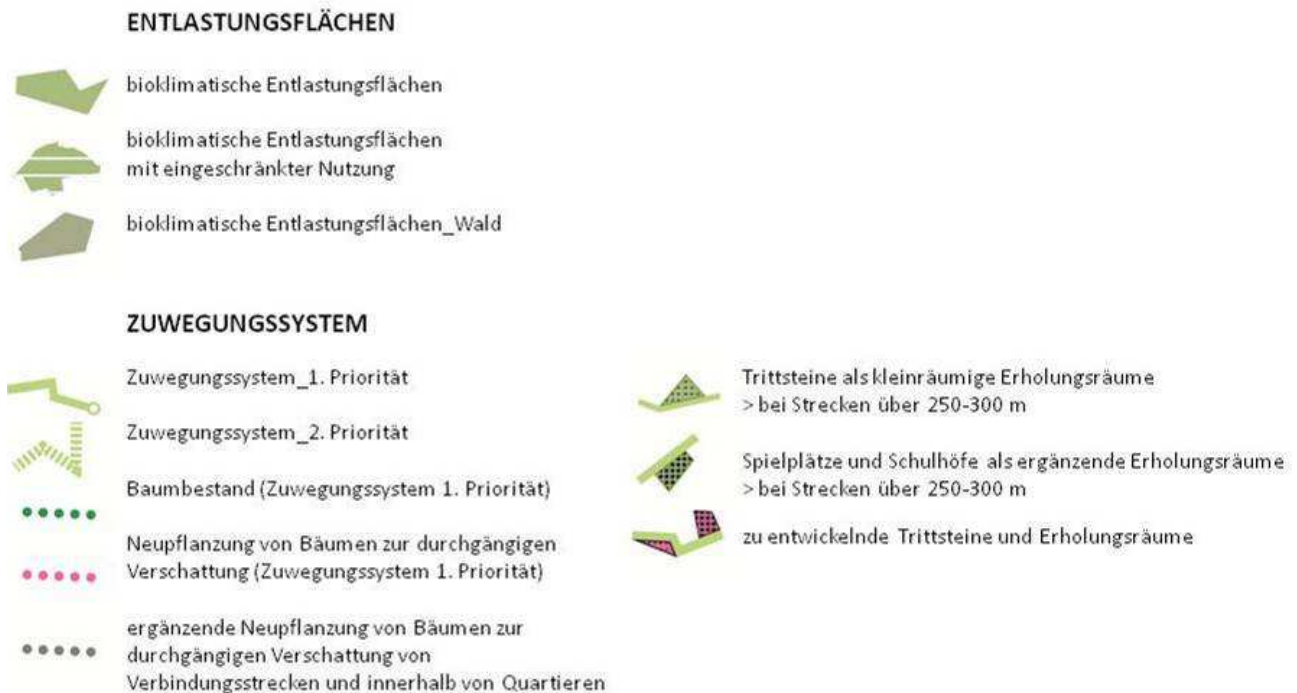


Abbildung 189: Legende Entlastungssystem, Abschnitte „Entlastungsflächen“ und „Zuwegungssystem“

Die ergänzenden Strecken der Priorität 2 vervollständigen im belasteten Siedlungsbereich die Netzabdeckung. Diese Strecken besitzen zwar als Zuwegungen zu Entlastungsräumen ebenfalls erhebliche Bedeutung, meist weisen sie jedoch durch ihre Beschaffenheit (stärkere MIV-Frequenz, geringer Querschnitt, besondere Nutzungszuweisung oder bauliche Hindernisse) Einschränkungen für umfassende Entlastungsmaßnahmen auf. Die explizite Ausweisung als Strecken der Priorität 2 beinhaltet jedoch den nachdrücklichen Auftrag, die vorhandenen Möglichkeiten zur Umgestaltung ortsspezifisch zu prüfen, diese vorrangig (also prioritär vor Eingriffen in nicht ausgewiesene Abschnitte) umzusetzen und insbesondere bei allen zukünftigen Veränderungen die Funktion im Entlastungssystem mitzudenken.

Den dritten Layer des Abschnitts Entlastungssystems bilden die ergänzenden Komponenten und Maßnahmen, die bei nicht ausreichender Abdeckung von Entlastungsräumen oder bei Quartieren mit einer sehr hohen bioklimatischen Belastung greifen. Diese setzen sich zusammen aus Schulhöfen und Spielplätzen, die zeitlich begrenzte ergänzende Erholungsräume bieten und (teils „in zweiter Reihe“) an das Zuwegungssystem angebunden werden können. Pocket-Parks bilden durch eine klimagerechte Gestaltung zudem lokale Kühlinselfen, die sich vor allem an Quartiersbewohner richten. Die Pocket-Parks sind zwar losgelöst vom Zuwegungssystem, aber gut erreichbar über bestehende Fußwegenetze.

Als qualitativ und quantitativ besonders hervorsteckende bioklimatisch belastete Strukturen zeigen sich die Quartiere des Stadtstrukturtyps „geschlossene Blockrandbebauung“, „Gewerbe“ und „Industrie“. Bei dicht

bebauten geschlossenen Blockrändern haben vor allem Baumbestände in Blockinnenbereichen für die Bewohner sehr hohen bioklimatischen Mehrwert. Diese sind daher in den ausgewiesenen Bereichen zu schützen und zu erhalten. Blockinnenbereiche, die hingegen einen hohen Nachverdichtungs- und Versiegelungsgrad aufweisen, sind durch entsprechende Maßnahmen nach Möglichkeit zu entdichten, zu entsiegeln und zu begrünen. Bei den weitläufigen Gewerbe- und Industrieflächen steckt großes Potenzial vor allem in der Entsiegelung und Verschattung bisher stark versiegelter Flächen. Für Personen, die sich tagsüber arbeitsbedingt in diesen Bereichen aufhalten, bieten auch dort Pocket-Parks entsprechende Erholungsräume. Da jedoch diesbezüglich bisher kaum Abdeckung besteht, werden in geeigneten Bereichen Suchräume für die Neueinrichtung von Pocket-Parks markiert. Die ergänzenden Komponenten und Maßnahmen werden mit der Ausweisung von zu verknüpfenden Freiräumen abgeschlossen. Diese liefern Hinweise auf Orte, bei denen in zukünftigen Planungen nach Möglichkeit Fragmente von Entlastungsräumen miteinander verknüpft werden können.

ENTLASTUNGSSYSTEM



Abbildung 190: Legende Entlastungssystem, Abschnitte „Ergänzende Komponenten und Maßnahmen“ und „Wasser im öffentlichen Raum“

Im letzten Unterabschnitt „Wasser im öffentlichen Raum“ werden alle wasserbezogenen Aspekte dargestellt, die positive Auswirkungen auf das Stadtklima entfalten. Aufgeführt sind bestehende wirksame Wasserflächen, Wasserspielplätze und Brunnen sowie Suchräume für die Neuinstallation von erlebbarem Wasser im öffentlichen Raum. Die bestehenden Wasserspielplätze und Brunnen im Stadtraum werden erhalten. Die Suchräume für erlebbares Wasser markieren vornehmlich bioklimatisch stark belastete Bereiche, die nicht ausreichend mit Entlastungsräumen abgedeckt sind und eine schlechte Anbindung an Entlastungsflächen haben. Hier sollen neue Elemente entwickelt und umgesetzt werden.

Im letzten Unterabschnitt „Wasser im öffentlichen Raum“ werden alle wasserbezogenen Aspekte dargestellt, die positive Auswirkungen auf das Stadtklima entfalten. Aufgeführt sind bestehende wirksame Wasserflächen, Wasserspielplätze und Brunnen sowie Suchräume für die Neuinstallation von erlebbarem Wasser im öffentlichen Raum. Die bestehenden Wasserspielplätze und Brunnen im Stadtraum werden erhalten. Die Suchräume für erlebbares Wasser markieren vornehmlich bioklimatisch stark belastete Bereiche, die nicht

ausreichend mit Entlastungsräumen abgedeckt sind und eine schlechte Anbindung an Entlastungsflächen haben. Hier sollen neue Elemente entwickelt und umgesetzt werden

9.4.3 RELEVANTE KLIMAFUNKTIONEN

Die relevanten Klimafunktionen sind übergeordnete Parameter für die Entwicklung, Orientierung und Vernetzung des Entlastungssystems und wichtiges Kriterium für alle Entscheidungen der zukünftigen Stadtentwicklung. Im Legendenabschnitt „Relevante Klimafunktionen“ werden Windfelder, Einwirkungsbereiche Kaltluft, verschiedene Leitbahnen und Austauschbeziehungen abgebildet. Innerhalb des Testgebietes für die Auswirkungen der Städtebaulichen Szenarien wurden die Klimafunktionen aus den Modellierungsergebnissen abgeleitet. Außerhalb des Gebietes erfolgte eine nachrichtliche Übernahme aus der Klimafunktionskarte 2011 (GEO-NET 2011).

RELEVANTE KLIMAFUNKTIONEN



Abbildung 191: Legendenabschnitt Relevante Klimafunktionen

9.5 DAS PLANWERK „STÄDTEBAULICHEN RAHMENPLANS KLIMAAANPASSUNG“ - ARBEITSSTAND

Die drei oben ausführlich beschriebenen Inhaltsabschnitte der Legende setzen sich räumlich konkret durchgearbeitet zum Gesamtplan des „Städtebaulichen Rahmenplans Klimaanpassung“ zusammen. Hierbei entsteht ein schlüssiges Gesamtbild der Wechselbeziehungen zwischen den einzelnen Ebenen, aber auch zwischen den verschiedenen oben beschriebenen Teilkomponenten.

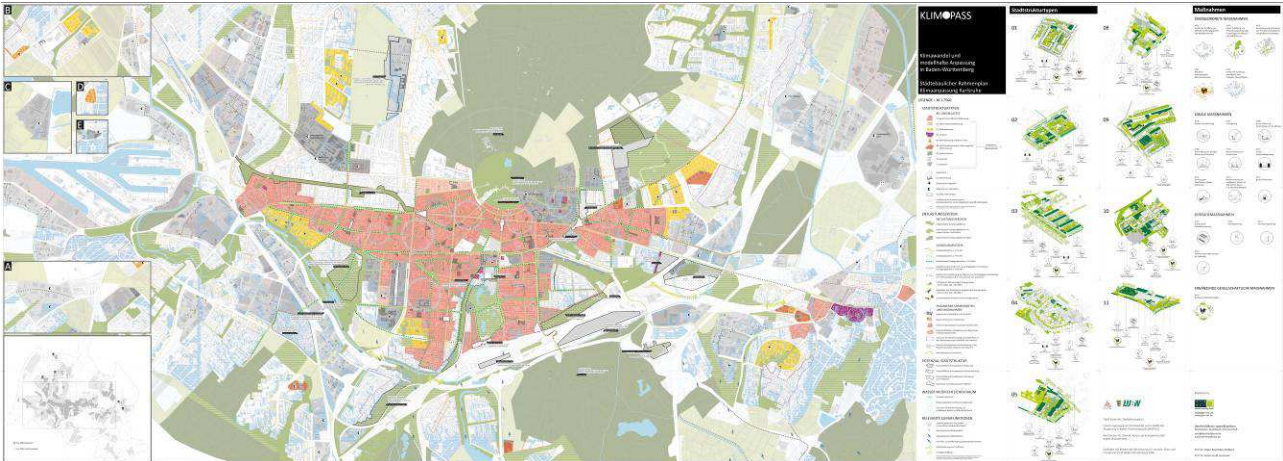


Abbildung 192: Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung, Übersicht Gesamtplan, im Original M. 1:7.500

Dem Plan können nun die oben beschriebenen Aspekte und Zusammenhänge räumlich konkret entnommen werden, so dass er bei den weiteren Planungen und Entscheidungen der Karlsruher Stadtentwicklung als Grundlage genutzt werden kann. Auf der folgenden Doppelseite ist der Gesamtplan in größerer Fassung abgebildet, es wird jedoch darauf hingewiesen, dass die hier verwendeten Skalierungen keinesfalls den Plan in Originalmaßstab ersetzen können. Auf den darauffolgenden Seiten finden sich daher zusätzlich exemplarische Ausschnitte.

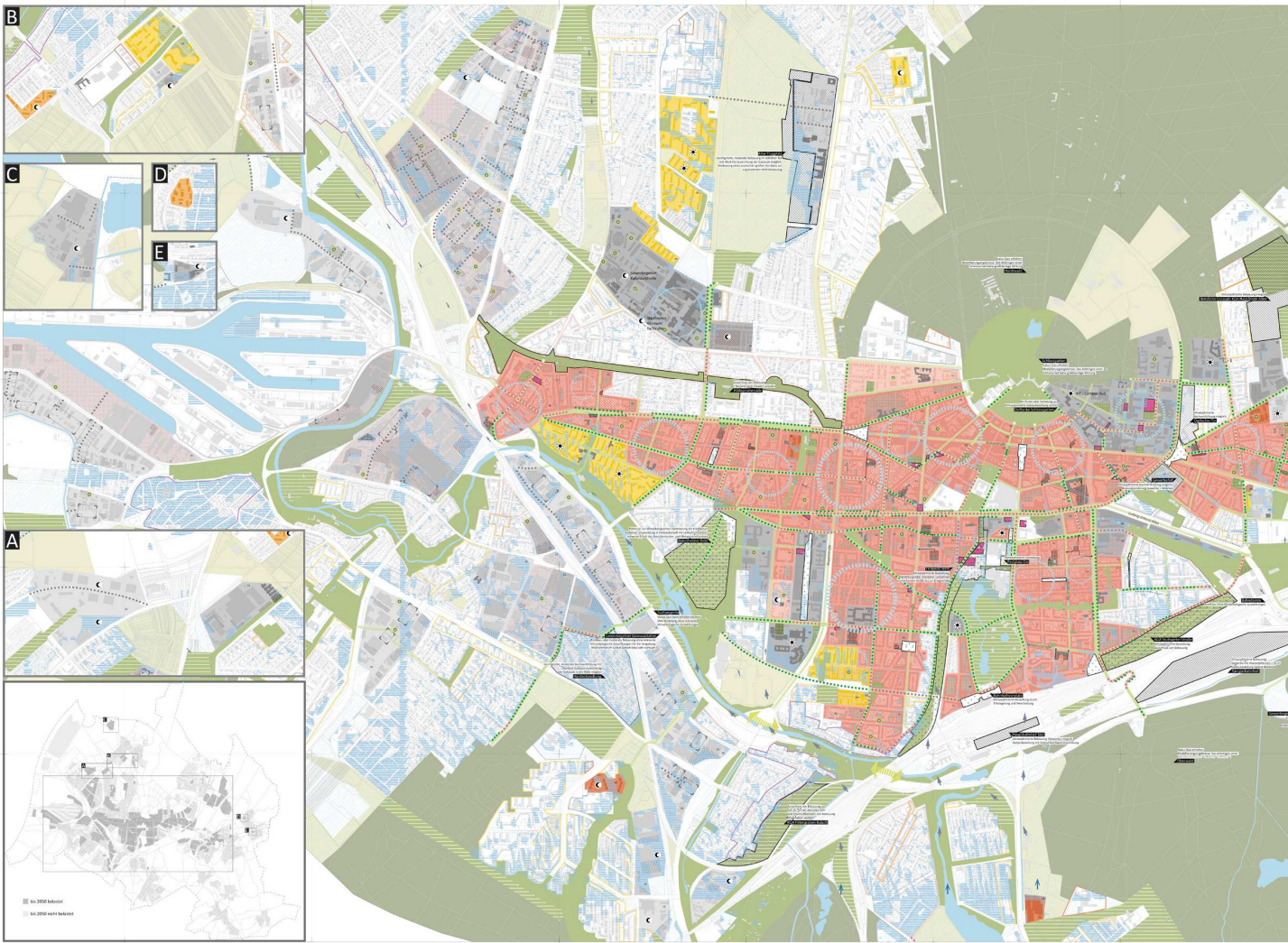


Abbildung 193: Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung, Gesamtplan, im Original M. 1:7.500

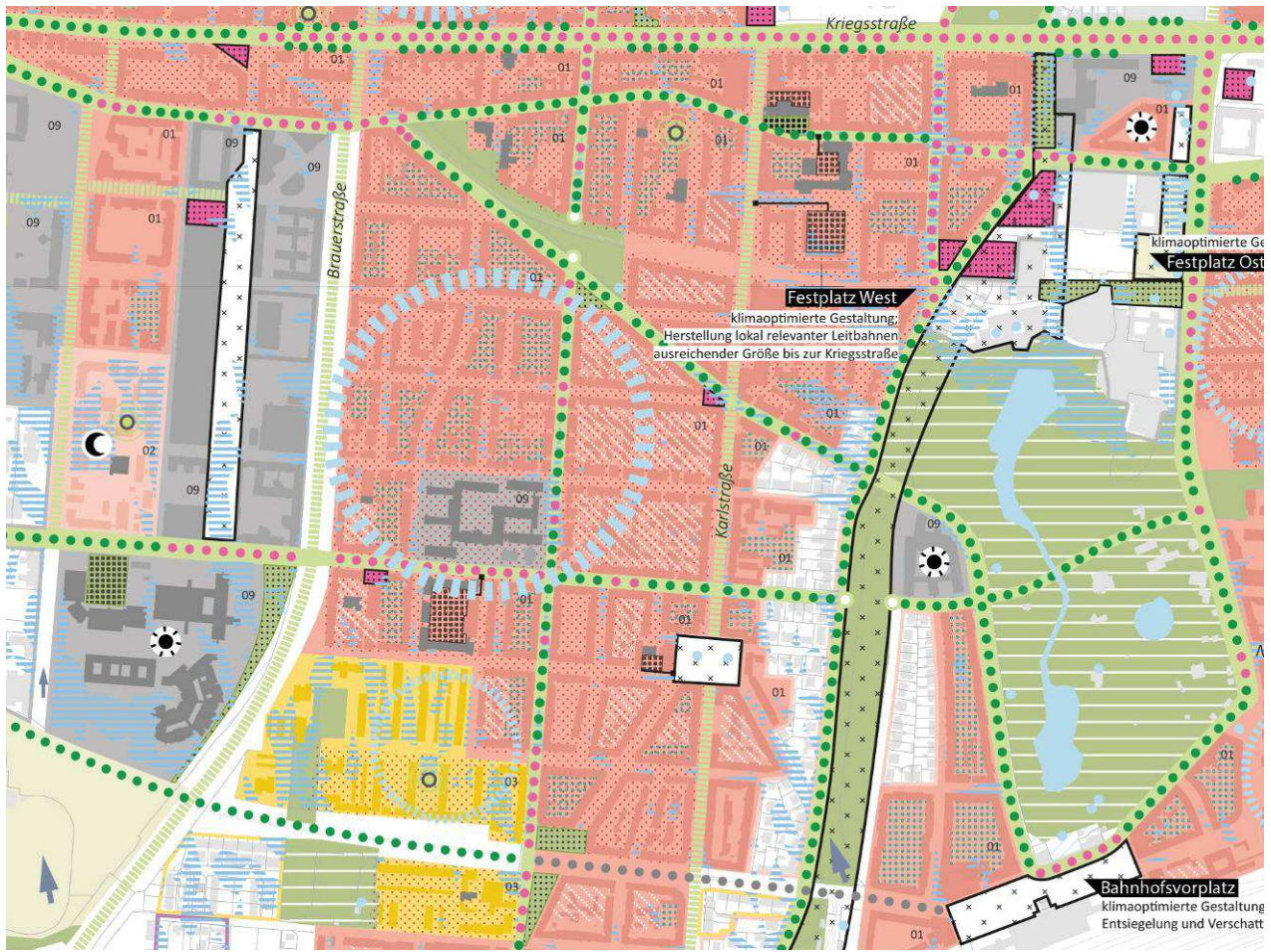


Abbildung 194: Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung, exemplarischer Teilbereich Südweststadt

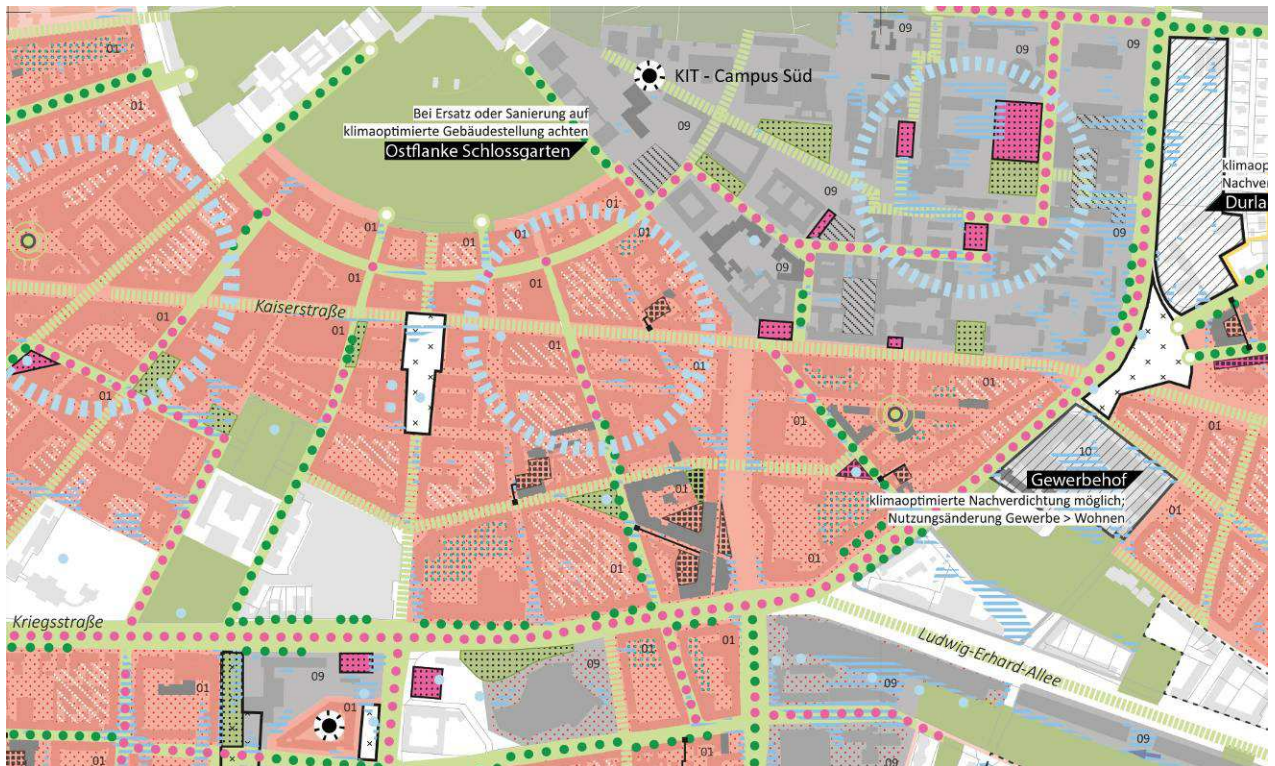


Abbildung 195: Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung, exemplarischer Teilbereich Zentrum

Zusätzlich wurde der Gesamtplan in die beiden Teilpläne „Stadtstruktur“ und „Entlastungssystem“ separiert. Diese können die jeweiligen systematischen Aspekte noch prägnanter abbilden, für ein sinnvolles Verständnis ist hierbei jedoch stets ein Gegenlesen beider Pläne notwendig.

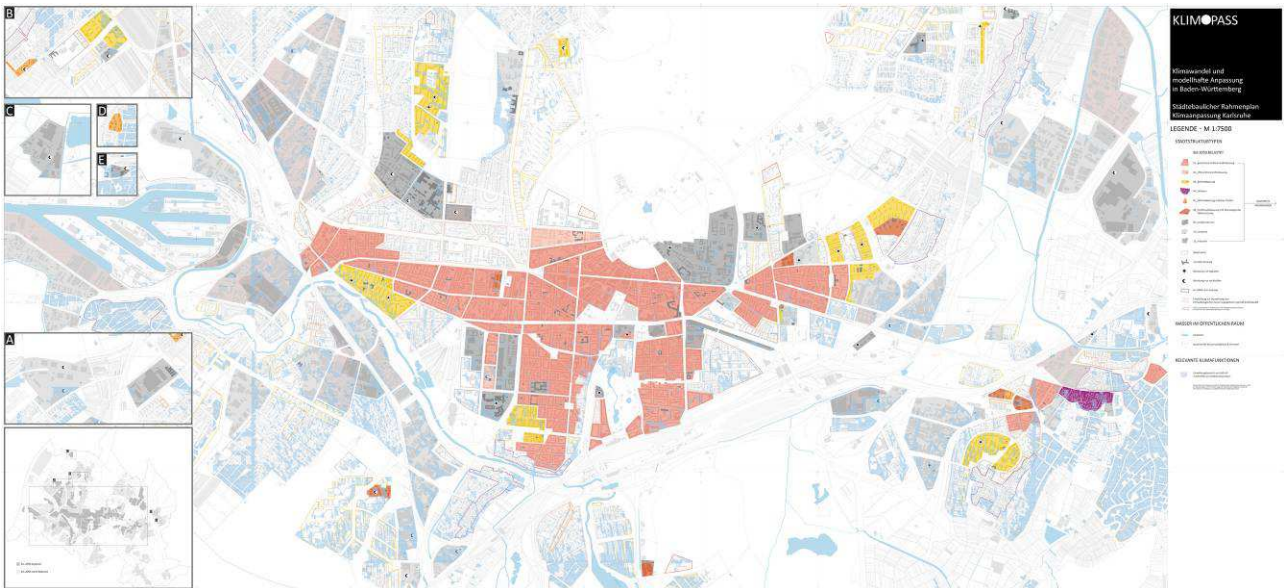


Abbildung 196: Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung, Teilplan „Stadtstruktur“, im Original M. 1:7.500



Abbildung 197: Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung, Teilplan „Entlastungssystem“, im Original M. 1:7.500

10. Strategie zur Umsetzung des Rahmenplans

10.1 PLANUNGSRECHTLICHE GRUNDLAGEN UND EINORDNUNG

Mit dem Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes bei der Entwicklung in den Städten und Gemeinden hat der Gesetzgeber 2011 den Anforderungen des Klimaschutzes und der Anpassung an den Klimaschutz in der Bauleitplanung Rechnung getragen (Stüer 2011). Er hat damit den Klimaschutz und die Klimaanpassung ausdrücklich zu einer Aufgabe der Bauleitplanung nach § 1 Absatz 5 Baugesetzbuch (BauGB) erklärt. Nach §1a Absatz 5 BauGB müssen die Gemeinden im Rahmen der kommunalen Bauleitplanung den Belang des Klimaschutzes berücksichtigen und soweit umsetzbar, einen bauleitplanerischen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Darüber entscheiden sie im Rahmen der Abwägung bei der Aufstellung der Bauleitpläne – dem Flächennutzungsplan und den Bebauungsplänen – in deren Rahmen sie sich zwingend mit der Auswirkung ihrer Planung auf das Klima auseinandersetzen müssen. Eine Möglichkeit diesem neuen Anspruch an die Planung gerecht zu werden, ist die Aufstellung eines städtebaulichen Rahmenplans (Baumüller 2008a).

Ein städtebaulicher Rahmenplan ist ein informelles Planungsinstrument. Er unterscheidet sich von der vorbereitenden und der verbindlichen Bauleitplanung insbesondere dadurch, dass kein förmliches Verfahren und keine bestimmten Darstellungen erforderlich sind. Der städtebauliche Rahmenplan hat keine unmittelbare Rechtsverbindlichkeit. Er dient der Gemeinde allgemein der Bestimmung und Darstellung städtebaulicher Ziele meist für einen Stadtteil, einem Quartier oder aber auch zu einem speziellen Thema.

Üblicherweise ist ein Rahmenplan eine zwischen dem Flächennutzungsplan und Bebauungsplan liegende Planungsstufe bzw. Maßstabsebene. Der Maßstab von Rahmenplänen ist sehr unterschiedlich und richtet sich nach der gestellten Aufgabe der Planung. Der „Städtebauliche Rahmenplan Klimaanpassung für die Stadt Karlsruhe“ wird auf der Maßstabsebene dargestellt.

Im Baugesetzbuch wird der Rahmenplan direkt nur im Zusammenhang mit der Stadtsanierung (BauGB §140) als Planungsinstrument genannt. Er dient hier der Formulierung und Darstellung der Sanierungsziele. Indirekt wird der Rahmenplan jedoch im § 1(6) 11 angesprochen, da hier die Ergebnisse eines als von der Gemeinde beschlossenen städtebaulichen Entwicklungskonzeptes oder einer von ihr beschlossenen sonstigen städtebaulichen Planung als Abwägungsbelang zu berücksichtigen ist.

Eine wesentliche Funktion des Rahmenplans Klimaanpassung ist darin zu sehen, für Gebiete mit städtebaulichen Veränderungen bzw. Entwicklungszielen städtebauliche Vorgaben und Ziele zum Klima zu definieren. Dies gilt sowohl für den öffentlichen Raum, als auch für private Bauflächen. Der Rahmenplan ähnelt deshalb auch einem Stadtgestaltungsplan. Im Einzelfall sind auf der Basis des Rahmenplans Bebauungspläne zu entwickeln, um die städtebaulichen Ziele zu erreichen. Der Zeithorizont eines Rahmenplans ist meist langfristig (Strategieplan).

Das Planungsverfahren der Rahmenplanung ist kürzer, da nur die notwendigsten formalen Wege eingehalten werden müssen. Änderungen und Fortschreibungen sind leichter durchführbar, da der Rahmenplan ohne förmlich festgelegtes Verfahren fortgeschrieben werden kann. Die Rahmenplanung sollte aber rechtlich als Selbstbindungsplan von der Gemeinde beschlossen werden. Als Bindeglied zwischen Flächennutzungs- und Bebauungsplan stellt er Zielvereinbarungen zwischen politischen Gremien und planender Verwaltung dar, auf deren Grundlage u.a. Bebauungspläne entwickelt werden.

10.1.1 VORBEREITENDE BAULEITPLANUNG – FLÄCHENNUTZUNGSPLAN UND LANDSCHAFTSPLAN

Bedingt durch die Hierarchieebene des „Städtebaulichen Rahmenplans Klimaanpassung“ hat dieser auch direkte Auswirkungen auf den Flächennutzungsplan (FNP). Durch die Novellierung des Baugesetzbuchs im Jahr 2011 sind die Gemeinden verpflichtet den Klimaschutz und die Anpassung an den Klimaschutz bei der Aufstellung und Änderung des Flächennutzungsplans zu berücksichtigen. Insoweit müssen die Erkenntnisse des Rahmenplans Klimaanpassung bei der Aufstellung oder Änderung des Flächennutzungsplans der Stadt Karlsruhe insbesondere im Rahmen der durchzuführenden Umweltprüfung berücksichtigt werden (Abbildung 198). Nach § 1 Absatz 3 BauGB haben die Gemeinden die Bauleitpläne aufzustellen, sobald und soweit es für die städtebauliche Entwicklung und Ordnung erforderlich ist. Auch die veränderten Rahmenbedingungen durch den Klimawandel können solch ein Planerfordernis begründen.



Abbildung 198: Erweitertes Spektrum an Klimabelangen in der FNP-UP nach BauGB 2011 (Quelle: Jakoby 2013)

Möglichkeiten zur Klimaanpassung auf FNP-Ebene sind insbesondere gegeben durch die Sicherung von Freiflächen, die der Kaltluftproduktion dienen sowie von Frischluftbahnen und Ventilationsbahnen (Belüftungsachsen). Es handelt sich dabei um die Maßnahmen M01-M03 im Rahmenplan.

Der FNP enthält vielfältige Darstellungsmöglichkeiten für die bodenrechtliche und städtebauliche Entwicklung und Ordnung des Gemeindegebietes. Zur Erreichung des Ziels einer ökologischen Aufwertung der Flächen können insbesondere Grünflächen, wie Parkanlagen, Sport-, Spiel-, Zelt- und Badeplätze, Dauerkleingärten, Friedhöfe, Wasserflächen, Flächen für die Landwirtschaft, Flächen für Wald und Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft dargestellt werden.

Bei der Aufstellung oder Änderung von Bauleitplänen sind auch die Darstellungen von Landschaftsplänen (LSP) zu berücksichtigen. . Der Vorteil eines Landschaftsplans ist es, neben der Klimaanpassung auch andere Belange des Naturschutzes und der Freiraumplanung zu verknüpfen und Synergieeffekte darzustellen. Hier können insbesondere die vorhandenen Potenziale der sektoralen und schutzbezogenen Analyse im Zusammenhang mit der Klimaanpassung aufgezeigt werden (Mathey et al. 2011).

Nach § 5 Absatz 2 Nummer 2c BauGB können im Flächennutzungsplan auch Anlagen, Einrichtungen und sonstige Maßnahmen, die der Anpassung an den Klimawandel dienen, dargestellt werden, die aufgrund des Entwicklungsgebots des § 8 Absatz 2 BauGB im Rahmen der verbindlichen Bauleitplanung bei der Aufstellung oder Änderung der Bebauungspläne zu berücksichtigen sind. Dies gilt sowohl für die Flächen die Klimafunktionen erfüllen, als auch für die Flächen, die bioklimatische Belastungen aufweisen (**klimawandelbetroffene Gebiete**).

10.1.2 VERBINDLICHE BAULEITPLANUNG – BEBAUUNGSPLAN UND GRÜNORDNUNGSPLAN

Bodenrechtlich relevante und für die städtebauliche Entwicklung und Ordnung erforderliche quartiersbezogene Maßnahmen können in den Bebauungsplänen rechtsverbindlich festgesetzt werden. Dabei muss die Gemeinde nach § 1 Absatz 6 Nummer 11 BauGB insbesondere die Ergebnisse eines von der Gemeinde beschlossenen städtebaulichen Entwicklungskonzeptes oder einer von ihr beschlossenen sonstigen städtebaulichen Planung, wie zum Beispiel den städtebaulichen Rahmenplan Klimaanpassung, berücksichtigen. Im Bebauungsplan können aus städtebaulichen Gründen nach § 9 Absatz 1 BauGB insbesondere festgesetzt werden:

- Die Bauweise, die überbaubaren und die nicht überbaubaren Grundstücksflächen sowie die Stellung der baulichen Anlagen (§ 9 Absatz 1 Nummer 2 BauGB in Verbindung mit §§ 22, 23 BauNVO).
- Das Maß der baulichen Nutzung, durch Festsetzung der Grundflächenzahl oder der Größe der Grundflächen der baulichen Anlagen, der Geschoßflächenzahl oder der Größe der Geschoßfläche, der Baumassenzahl oder der Baumasse, der Zahl der Vollgeschosse und der Höhe baulicher Anlagen, auch mit dem Ziel klimarelevante Luftströmungen zu unterstützen und Belüftungsachsen zu sichern (§ 9 Absatz 1 Nummer 1 BauGB in Verbindung mit §§ 16 ff. BauNVO).
- Die öffentlichen und privaten Grünflächen, wie Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel-, Zelt- und Badeplätze sowie Friedhöfe und insoweit auch die Begrünung von Gleistrassen, Straßenzügen und Parkplätzen und die in dem Flächennutzungsplan, dem Landschaftsplan und dem Rahmenplan Klimaanpassung dargestellten Grünflächen (§ 9 Absatz 1 Nummer 15 BauGB).
- Für einzelne Flächen oder für ein Bebauungsplangebiet oder Teile davon sowie für Teile baulicher Anlagen, insbesondere Dächer und Fassaden, das Anpflanzen von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen, Bindungen für Bepflanzungen und für die Erhaltung von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen sowie von Gewässern (§ 9 Absatz 1 Nummer 25 BauGB).

Die Grundlage zur Erstellung von Grünordnungsplänen (GOP) ergibt sich wiederum aus dem Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG; seit 2010). Dort wird auf die klimatische Wirkung der Landschaft verwiesen: „Zur dauerhaften Sicherung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts sind insbesondere [...] Luft und Klima auch durch Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege zu schützen; dies gilt insbesondere für Flächen mit günstiger lufthygienischer oder klimatischer Wirkung wie Frisch- und Kaltluftentstehungsgebiete oder Luftaustauschbahnen [...] (§ 1 Abs. 3 BNatSchG).

Die für die örtliche Ebene konkretisierten Ziele, Erfordernisse und Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege werden auf der Grundlage der Landschaftsrahmenpläne für die Gebiete der Gemeinden in Landschaftsplänen, für Teile eines Gemeindegebiets in Grünordnungsplänen dargestellt (§ 11 Abs.5 BNatSchG)“. Grünordnungspläne können die Notwendigkeit der Ziele und Maßnahmen von Naturschutz

und Landschaftspflege für die verbindliche Bauleitplanung (Bebauungsplan) konkretisieren. Im Grünordnungsplan können für Grün- und Freiflächen wie Verkehrsgrün, Freizeitanlagen etc. Aussagen zur Grünausstattung und Funktion des Grüns auch im Hinblick auf das Klima gemacht werden. Eine rechtliche Verpflichtung GOP aufzustellen gibt es nicht. Mit der Integration der seiner Inhalte in den Bebauungsplan erlangen diese jedoch Rechtsverbindlichkeit.

„Die Grünordnungsplanung bietet auf Stadtteilebene die Chance zur Konkretisierung naturschutzfachlicher Zielstellungen, insbesondere hinsichtlich der unter klimatologischen Gesichtspunkten erforderlichen Formulierung konkreter Aussagen zur Ausgestaltung von Grünflächen. Auch für freiraumplanerische Maßnahmen sollen Grünordnungspläne aufgestellt werden, um Vorgaben zur konkreten Gestaltung machen zu können (Versiegelungsgrad, Vegetationsstruktur, Grünvolumen, Vegetationshöhe usw.), die die klimatologischen Wirkungen der Freiräume bestimmen. Vor diesem Hintergrund sind eine stärker Verpflichtung zur Aufstellung von Grünordnungsplänen und die Stärkung der Verbindlichkeit zu fordern“ (Mathey 2011).

10.1.3 MASSNAHMEN DER INNENENTWICKLUNG, DER STÄDTEBAULICHEN SANIERUNG UND DES STADTUMBAUS

In Karlsruhe werden zukünftig im Bestand wohl nur relativ wenig neue Bebauungspläne aufgestellt oder geändert, sodass die bauplanungsrechtliche Festsetzung klimarelevanter Zielsetzungen in bebauten Stadtstrukturen nicht ausreichend ist. Da klimatische Defizite insbesondere im Bestand auftreten, gewinnen die Instrumente der Innenentwicklung, der Stadtsanierung und des Stadtumbaus zukünftig an Bedeutung zur Anpassung an den Klimawandel.

10.1.3.1 MASSNAHMEN DER INNENENTWICKLUNG NACH § 1 ABS. 5 UND § 1A ABS. 2-5 BAUGB

Mit dem Gesetz zur Stärkung der Innenentwicklung in den Städten und Gemeinden und weiteren Fortentwicklung des Städtebaurechts hat der Gesetzgeber im Jahr 2013 den Vorrang der Maßnahmen der Innenentwicklung bei der städtebaulichen Entwicklung in die Aufgaben der Bauleitplanung nach § 1 Absatz 5 BauGB aufgenommen. Nach § 1a Absatz 5 BauGB soll den Erfordernissen des Klimaschutzes sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen, Rechnung getragen werden. Dieser Grundsatz ist bei der Aufstellung der Bauleitpläne, und insoweit auch bei der Aufstellung eines Bebauungsplans der Innenentwicklung nach § 13a BauGB, in die Abwägung der öffentlichen und privaten Belange einzustellen.

10.1.3.2 STÄDTEBAULICHE SANIERUNGSMASSNAHMEN NACH § 136/140 BAUGB

Nach § 136 Absatz 2 BauGB sind „Städtebauliche Sanierungsmaßnahmen“ solche Maßnahmen, durch die ein Gebiet zur Behebung städtebaulicher Missstände wesentlich verbessert oder umgestaltet wird. Städtebauliche Missstände liegen vor, wenn:

- das Gebiet nach seiner vorhandenen Bebauung oder nach seiner sonstigen Beschaffenheit den allgemeinen Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse oder an die Sicherheit der in ihm wohnen den oder arbeitenden Menschen auch unter Berücksichtigung der Belange des Klimaschutzes und der Klimaanpassung nicht entspricht oder
- das Gebiet in der Erfüllung der Aufgaben erheblich beeinträchtigt ist, die ihm nach seiner Lage und Funktion obliegen.

Nach § 136 Absatz 3 Nummer 1 h) BauGB ist bei der Beurteilung, ob in einem städtischen oder ländlichen Gebiet städtebauliche Missstände vorliegen, insbesondere die energetische Beschaffenheit, die Gesamtenergieeffizienz der vorhandenen Bebauung und der Versorgungseinrichtungen des Gebiets unter Berücksichtigung der allgemeinen Anforderungen an den Klimaschutz und die Klimaanpassung zu berücksichtigen.

Die Betroffenen sollen nach § 137 Satz 2 BauGB zur Mitwirkung bei der Sanierung und zur Durchführung der erforderlichen baulichen Maßnahmen, einschließlich der klimarelevanten Rückbau-, Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen angeregt und hierbei im Rahmen des Möglichen beraten werden. Bei der Vorbereitung der Sanierung sind städtebauliche Planungen oder Rahmenplanungen zu beachten (§ 140 BauGB).

10.1.3.3 STADTUMBAUMASSNAHMEN NACH §171A BAUGB

Nach § 171a Absatz 2 BauGB sind „Stadtumbaumaßnahmen“ solche Maßnahmen, durch die in von erheblichen städtebaulichen Funktionsverlusten betroffenen Gebieten Anpassungen zur Herstellung nachhaltiger städtebaulicher Strukturen vorgenommen werden. Erhebliche städtebauliche Funktionsverluste liegen insbesondere vor, wenn ein dauerhaftes Überangebot an baulichen Anlagen für bestimmte Nutzungen, namentlich für Wohnzwecke, besteht oder zu erwarten ist, oder wenn die allgemeinen Anforderungen an den Klimaschutz und die Klimaanpassung nicht erfüllt werden.

Stadtumbaumaßnahmen dienen nach § 171a Absatz 3 BauGB dem Wohl der Allgemeinheit und sollen insbesondere dazu beitragen, dass

- die Siedlungsstruktur den Erfordernissen der Entwicklung von Bevölkerung und Wirtschaft sowie den allgemeinen Anforderungen an den Klimaschutz und die Klimaanpassung angepasst wird,
- die Wohn- und Arbeitsverhältnisse sowie die Umwelt verbessert werden,
- innerstädtische Bereiche gestärkt werden,
- nicht mehr bedarfsgerechte bauliche Anlagen einer neuen Nutzung zugeführt werden,
- einer anderen Nutzung nicht zuführende bauliche Anlagen zurückgebaut werden [...],
- brachliegende oder freigelegte Flächen einer nachhaltigen, insbesondere dem Klimaschutz und der Klimaanpassung dienenden städtebaulichen Entwicklung oder einer mit dieser verträglichen Zwischennutzung zugeführt werden,
- innerstädtische Altbaubestände nachhaltig erhalten werden.

Im Rahmen der Stadtumbaumaßnahmen, die sich zum Beispiel durch die Konversion ergeben, können insoweit auch städtebauliche Maßnahmen durchgeführt werden, die der Verbesserung der klimatischen Situation dienen, insbesondere durch Rückbau, Entsiegelung und Begrünung. Um die Möglichkeit der Klimaanpassung durch den Stadtumbau zu nutzen, sollten klimarelevante Maßnahmen bei der Ausschreibung städtebaulicher Wettbewerbe und beim Verfahren verstärkt berücksichtigt werden.

10.1.4 STÄDTEBAULICHE WETTBEWERBE

Bei erforderlichen städtebaulichen Wettbewerben ist bei der Ausschreibung und beim Verfahren auf die klimatischen Gegebenheiten Rücksicht zu nehmen. Die Ziele und Maßnahmenvorschläge des Rahmenplans Klimaanpassung können dabei zu Grunde gelegt werden.

10.1.5 STÄDTEBAULICHER VERTRAG NACH §11 BAUGB

Nach § 11 Absatz 1 BauGB kann die Gemeinde insbesondere zur Vorbereitung und Durchführung städtebaulicher Maßnahmen durch einen Vertragspartner städtebauliche Verträge schließen. Städtebauliche Verträge sind ein geeignetes Mittel, um auch Belange des Klimaschutzes und der Klimaanpassung in der Bauleitplanung zu platzieren. Dazu ist es erforderlich, dass die Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung bereits frühzeitig in dem öffentlich-rechtlichen Vertrag vereinbart werden.

10.2 BESCHLUSS DURCH DEN GEMEINDERAT

Ein informeller Rahmenplan mit seinen Aussagen und Zielen ist rechtlich unverbindlich. Ein notwendiger Schritt zur Umsetzung des Rahmenplans ist der zustimmende Beschluss des Gemeinderats mit der Aussage, dass dieser Plan künftig im Rahmen der vorbereitenden und der verbindlichen Bauleitplanung (Flächennutzungsplan und Bebauungspläne) und der städtebaulichen Sanierungsmaßnahmen und der Stadtumbaumaßnahmen der Stadt Karlsruhe zu berücksichtigen ist.

10.2.1 PLANUNGSRECHTLICHE BEDEUTUNG

Durch einen zustimmenden Beschluss des Gemeinderats wird der „Städtebauliche Rahmenplan Klimaanpassung für die Stadt Karlsruhe“ als „sonstige städtebauliche Planung“ (§1 Absatz 6 Nummer 11 BauGB) zu einem wichtigen Abwägungsbelang in der räumlichen Planung. Nach neuerlicher Rechtsprechung kann ein Rahmenplan im Zusammenhang mit der Aufstellung eines Bebauungsplans auch als antizipiertes Gutachten angesehen werden, was die Umsetzung in die verbindliche Bauleitplanung vereinfacht und den Aufwand für weitere Gutachten reduziert.

Beteiligungen bei der Aufstellung eines Rahmenplans sind nicht verbindlich vorgeschrieben. Beim „Städtebaulichen Rahmenplan Klimaanpassung Karlsruhe“ ist eine frühzeitige Beteiligung sowohl der (Fach-) Öffentlichkeit als auch der politischen Gremien erfolgt.

„Neben der gesetzlich vorgeschriebenen Bürgerbeteiligung im Rahmen der Bauleitplanung und der Beteiligung von Gemeinden und Trägern öffentlicher Belange (Bauleitplanung, Landes- und Regionalplanung) gibt es auch informelle Formen der Beteiligung. Im Rahmen der neueren informellen Ansätze geht es nicht nur um Teilhabe der Bürger, sondern um Kooperation. Kooperative Beteiligungsprozesse reichen zudem von der Phase der Zielfindung über die Plan- bzw. Programmerstellung bis hin zur Umsetzungs- oder sogar Nutzungsphase. Es gibt ein breites Spektrum an Handlungsformen, wie z. B. Stadtforum, Stadtdialog, Beteiligungsformen im Rahmen lokaler Agenda- Prozesse, Zukunftswerkstatt, Arbeitskreis, Stadtteilkonferenz, Planungszelle und vieles mehr.“ (Krappweis 2014).

Durch die Einbindung der Öffentlichkeit wird die Akzeptanz eines Gemeinderatsbeschlusses erhöht.

In Verbindung mit dem Gemeinderatsbeschluss zum Rahmenplan ist zu überlegen, ob nicht zusätzliche Grundsatzbeschlüsse im Zusammenhang mit der Klimaanpassung gefasst werden sollten, wie:

- Bei Neubauten sind Flachdächer grundsätzlich zu begrünen
- Bei der Aufstellung oder Änderung von Bebauungsplänen sind grundsätzlich Grünordnungspläne zu erstellen, dies betrifft auch Stadtsanierungs- und Stadtumbaumaßnahmen.
- Es ist zu prüfen inwieweit bei der Sanierung von Flachdächern eine Begrünung gemäß Landesbauordnung § 9 LBO (Artikel 1 Nr. 6 des Gesetzentwurfs von 2014) gefordert werden kann.
- Die Bezuschussung der Begrünung von Flachdächern und Hinterhöfen im Bestand ist längerfristig zu sichern.
- Bei „Städtebaulichen Wettbewerben“ zu Baugebieten muss die Klimaanpassung mit Gegenstand der Ausschreibung sein. Grundsätzlich muss ein Stadtklimatologe im Preisgericht mitwirken, um die Belange der Klimaanpassung einzubringen.

10.2.2 BESCHLUSSEMPFEHLUNGEN

Folgende Punkte sollten dem Gemeinderat zum Beschluss vorgelegt werden:

- Dem „Städtebauliche Rahmenplan Klimaanpassung“ in Text- und Planform wird als „sonstige städtebauliche Planung“ (nach § 1 Absatz 6, Nummer 11 BauGB) zugestimmt,
- Der „Städtebauliche Rahmenplan Klimaanpassung“ wird bei vorbereitenden und verbindlichen Bauleitplanung im Sinne des BauGB bei der Abwägung berücksichtigt,
- Der „Städtebauliche Rahmenplan Klimaanpassung“ wird bei städtebaulichen Sanierungsmaßnahmen und Stadtumbaumaßnahmen, sowie bei städtebaulichen Wettbewerben berücksichtigt,
- Der „Städtebauliche Rahmenplan Klimaanpassung Karlsruhe“ wird als öffentlicher Belang auch bei der Beurteilung von Vorhaben nach §34 und §35 (BauGB) bzw. im Zusammenhang mit Ausnahmen und Befreiungen berücksichtigt.

10.3 WEITERE MASSNAHMEN ZUR UMSETZUNG DES RAHMENPLANS

Damit der Rahmenplan Klimaanpassung umgesetzt werden kann und auch längerfristig bindende Wirkungen entfaltet, sind neben den planungsrechtlichen und baurechtlichen Möglichkeiten auch begleitende Maßnahmen sinnvoll.

Zur Akzeptanz des Rahmenplans muss eine Informationskampagne gehören. Das Unwissen oder die Wissensdefizite zum Problem der Klimaanpassung sind weiter verbreitet als man allgemein annimmt. Deshalb ist es erforderlich nachhaltig dieses Thema in der Verwaltung und der Öffentlichkeit zu platzieren.

Folgende Maßnahmen werden vorgeschlagen:

- Erstellung eines Pools mit guten Powerpoint - Folien (Klimawandel, Klimaanpassung, Rahmenplan Karlsruhe, stadtspezifische Maßnahmen) zum Downloaden für die Öffentlichkeit und Multiplikatoren
- Flyer über den Rahmenplan für die Öffentlichkeit
- Konzept für ein Fortbildungsprogramm der Architektenkammer (mit SRL, Stadt, Uni, Architektenkammer), mit Punkten (Weiterbildungsstunden) bewertet (als Dauereinrichtung)
- Konzept und Durchführung eines Symposiums mit Uni, Stadt, SRL, Umweltverbände (Multiplikatoren)
- Ausarbeitung eines Fortbildungstag für städtische Verwaltungs-Mitarbeiter (1-tägig)
- Arbeitspapier (Fibel/Leitfaden) zur rechtlichen Umsetzung des Rahmenplans in der Verwaltung
- Fortbildungsveranstaltungen für Lehrer
- Erweiterung der Karlsruher App „Dein Klima“ um Punkte des Stadtklimas

10.4 EVALUIERUNG DES RAHMENPLANS

Der Rahmenplan Klimaanpassung ist ein längerfristiger und dynamischer Plan. Dies heißt, dass anhand von Alternativen und Varianten unterschiedliche Entwicklungen diskutiert werden können und dass diese Planungen basierend auf Veränderungen fortschreibbar sind. Eine Überprüfung des Rahmenplans sollte daher alle 3-5 Jahre erfolgen. Bis dahin könnte auf wissenschaftlicher Basis auch ein Evaluierungskonzept erarbeitet werden.

11. Zusammenfassung und Ausblick

Das zentrale Ziel des Projektes war die Entwicklung eines Städtebaulichen Rahmenplans Klimaanpassung für die Stadt Karlsruhe, der vor allem das Thema Hitzestress raumkonkret und gesamtstädtisch abdecken sollte. Der Rahmenplan soll als informelles Planungsinstrument vom Gemeinderat beschlossen werden und zukünftig die nachhaltige, klimagerechte Stadtentwicklung Karlsruhes steuern.

Das Instrument wurde in einem zweistufigen Projekt entwickelt. In einer ersten Projektphase sind 12 Karlsruhe spezifische Stadtstrukturtypen identifiziert und sämtliche Quartiere einem dieser Typen zugeordnet worden. Die 560 einzelnen Quartiere wurden anschließend einer multikriteriellen Vulnerabilitätsstudie hinsichtlich Hitzestresses unterzogen und je betroffenem Stadtstrukturtyp ein Hot-Spot (= höchste Vulnerabilität) herausgefiltert. Hierbei zeigte sich, dass in 9 der 12 Stadtstrukturtypen spätestens zur Mitte des Jahrhunderts Quartiere existieren werden, deren Vulnerabilitätsniveau die Umsetzung von Maßnahmen notwendig erscheinen lässt. Eine besonders hohe Vulnerabilität zeigten dabei die geschlossenen Blockränder der Innenstadt. Aber auch bei anderen Strukturtypen (u.a. Gewerbegebiete, Wohnhochhäuser und Zeilenhaussiedlungen) konnte ein signifikantes Belastungsniveau ermittelt werden (Abbildung 199).

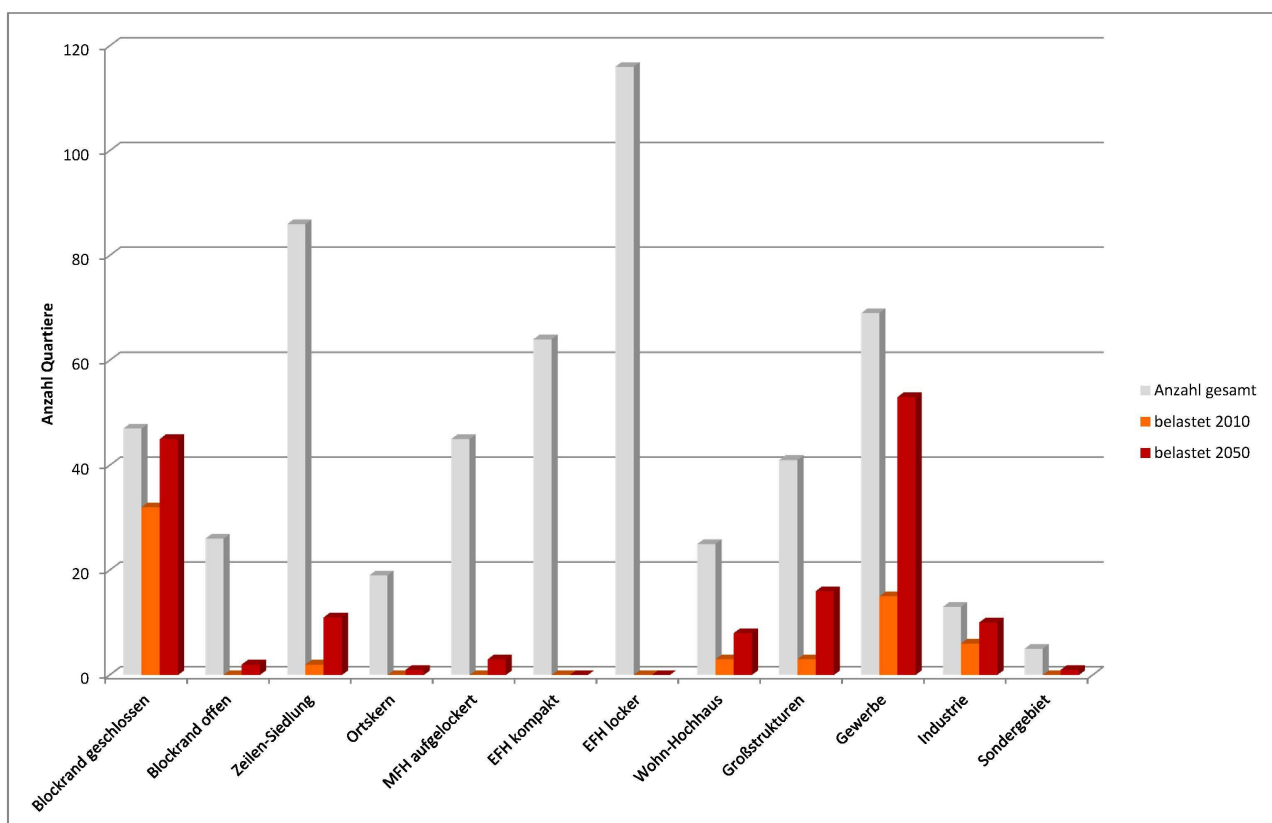


Abbildung 199: Anzahl von Quartieren je Stadtstrukturtyp, die gegenwärtig und bis 2050 eine relevante Vulnerabilität gegenüber Hitzestress aufweisen

Im zweiten Projektteil wurden zunächst 19 verschiedene Maßnahmen in drei räumlichen Maßstabsebenen (Gesamtstadt, Quartier, Gebäude) zusammengetragen, die entscheidend zur Reduktion der Vulnerabilität der Karlsruher Stadtbevölkerung gegenüber Hitzestress beitragen können. Für die zuvor identifizierten Hot-Spots wurde anschließend beispielhaft aufgezeigt, dass sich die Einzelmaßnahmenpotentiale in den Quartieren unmittelbar verorten lassen. Dabei zeigte sich zum einen, dass in unterschiedlichen Stadtstrukturtypen auch unterschiedliche Maßnahmensets prioritär erscheinen. Zum zweiten konnte herausgearbeitet werden, dass einzelne Maßnahmen (z. B. die Entsiegelung, die Gebäudebegrünung oder die Erhöhung der Oberflächenalbedo) in sehr vielen Strukturtypen realisiert werden können, während andere Optionen (z. B. Rückbau oder die Reduzierung anthropogener Wärmeemissionen) nur in wenigen Quartieren umsetzbar sind. Die quantitative Wirksamkeit der Einzelmaßnahmen bzw. ihrer Kombination konnte im Rahmen des Projektes nicht getestet werden. Es wird aber dringend empfohlen, dies in einem etwaigen Nachfolgeprojekt modellbasiert zu untersuchen.

Parallel zur Analyse der Maßnahmen wurden zwei städtebauliche Szenarien entwickelt, mit deren Hilfe modellgestützt getestet wurde, welche klimaökologischen Auswirkungen mit einer intensiven Nachverdichtung (Szenario 1) bzw. mit einem Entdichtungs- und Optimierungsansatz (Szenario 2) in Karlsruhe verbunden sein können. Es zeigte sich, dass in beiden Extremszenarien relevante Auswirkungen zu erwarten sind, wobei Szenario 1 tendenziell mit positiven und Szenario 2 mit tendenziell negativen Einflüssen auf das thermische Belastungsniveau verbunden ist. Die stärksten Effekte zeigten sich zwar auf den Eingriffsflächen selbst, reichten z.T. aber auch bis >100m in die Umgebung hinein. Darüber hinaus machten die Modellierungen deutlich, dass die Situation in den klimaökologischen Sanierungsgebieten der Innenstadt durch großflächige stadtplanerische Eingriffe am Stadtrand nicht signifikant entlastet werden können. Folglich spielen Maßnahmen, die direkt in den betroffenen Quartieren umgesetzt werden, also auf das endogene Abkühlungspotential fokussieren, eine mindestens ebenso wichtige Rolle im Klimaanpassungsprozess wie beispielsweise die Schaffung und Freihaltung von Kaltluftleitbahnen.

Aus den beiden skizzierten Arbeitsschritten in Kombination mit den Erkenntnissen aus der Klimaanalyse für den Nachbarschaftsverband Karlsruhe sowie einem Akteursbeteiligungsprozess wurde in mehreren Entwurfsschritten der eigentliche Rahmenplan abgeleitet. Die kartographische Darstellung besteht im Wesentlichen aus den Bestandteilen Stadtstrukturtypen, Entlastungssystem, Wasser im öffentlichen Raum und wichtigen Klimafunktionen. Flächen, die einem bestimmten Stadtstrukturtyp zugeordnet worden sind, wurden graphisch mit einem spezifischen Maßnahmenpaket verknüpft. Flächen des Entlastungssystems sind mit Informationen zu ihrer mikroklimatischen Aufenthaltsqualität, klimaökologischen Funktion sowie zu ihrer Anbindung an belastete Wohnquartiere und zu ihrer Vernetzung untereinander verbunden. Über diese Inhalte hinaus werden im Plan u.a. auch raumkonkrete Hinweise über Potentiale zur klimagerechten Nachverdichtung, zu klimaökologischen Baubeschränkungsgebieten oder klimaökologischen Sanierungsgebieten gegeben, die unmittelbar aus den Ergebnissen der Szenarienmodellierung abgeleitet werden konnten.

Um den Willen zur planerischen Berücksichtigung bzw. zur Umsetzung des Rahmenplans zu unterstreichen, ist ein Beschluss im Gemeinderat vorgesehen. Dieser Grundsatzbeschluss in Verbindung mit den z.T. unbestimmten Vorgaben des Baugesetzbuches sollen es ermöglichen, den Rahmenplan mit dem Räumlichen Leitbild für die Stadt zu verknüpfen und damit die inhaltliche Ausgestaltung einer integrierten, klimagerechten Stadtentwicklungsplanung u.a. auch im Rahmen der Neuaufstellung des Flächennutzungsplan für den Nachbarschaftsverband Karlsruhe zu ermöglichen.

Anhang

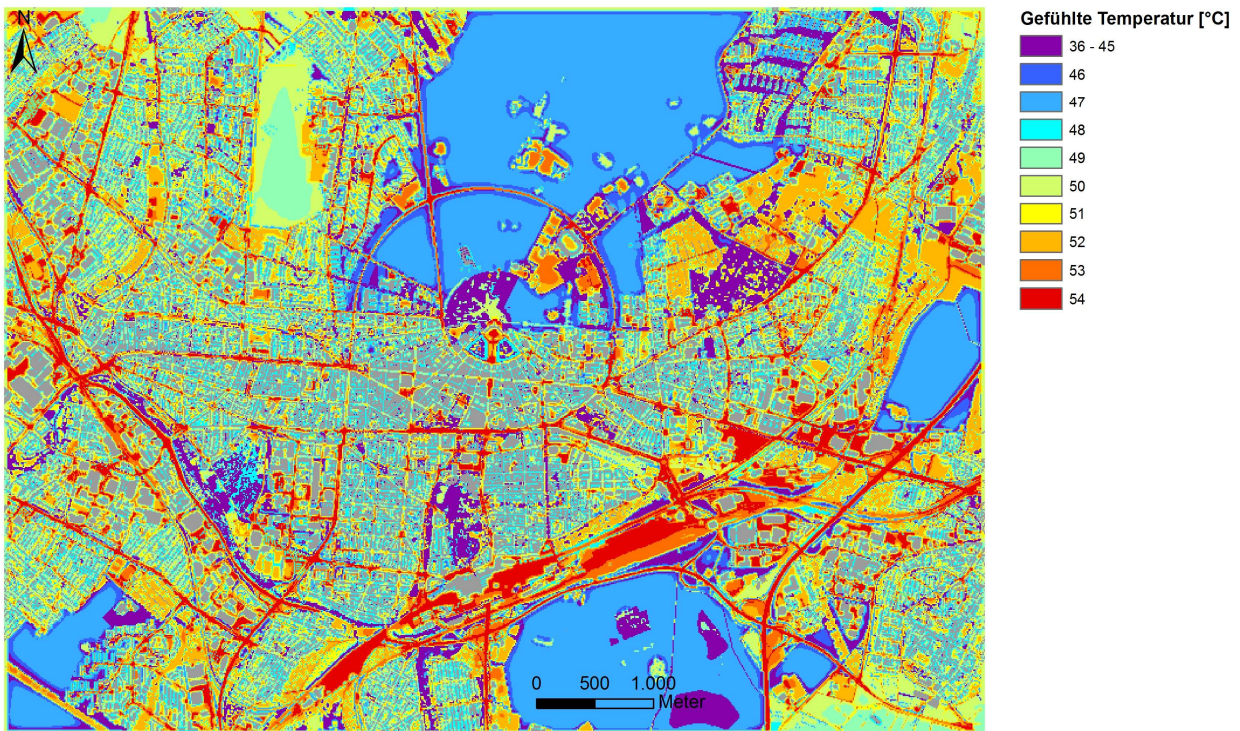


Abbildung 200: Gefühltes Temperaturfeld im Ausgangszustand um 14:00 Uhr nachmittags in 2m Höhe während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage

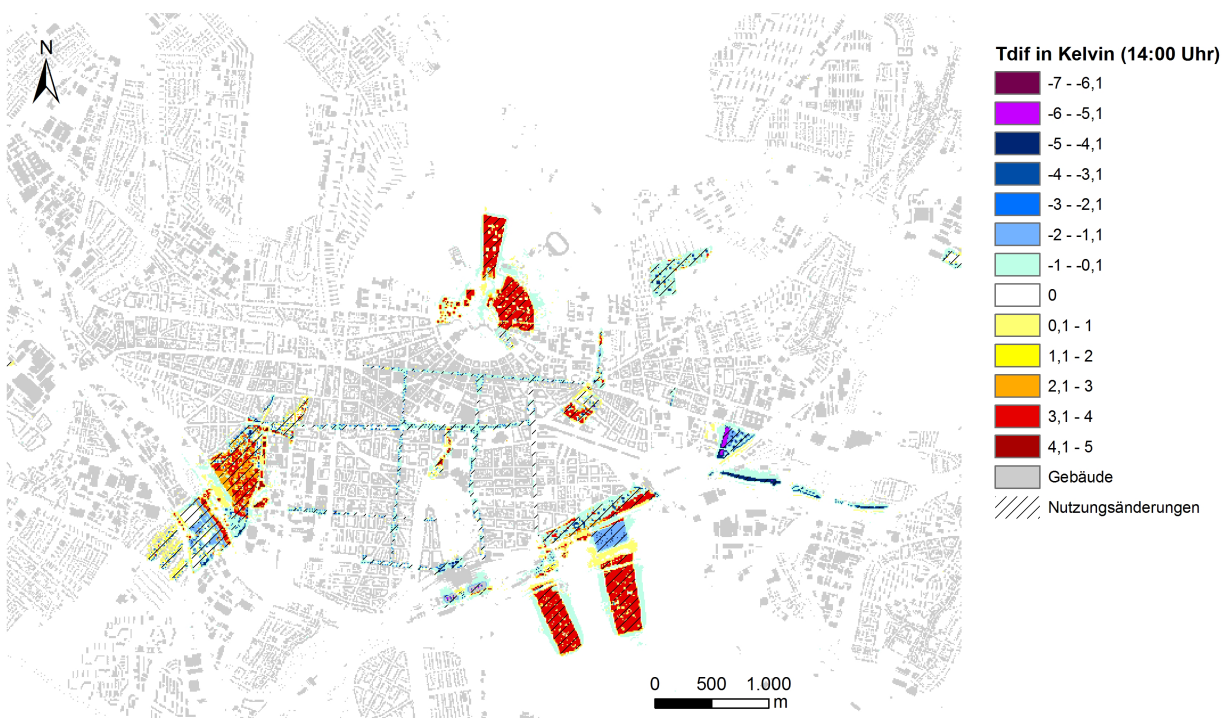


Abbildung 201: Temperaturdifferenz zwischen Szenario 1 und dem Ausgangszustand um 14:00 Uhr morgens in 2m Höhe während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage

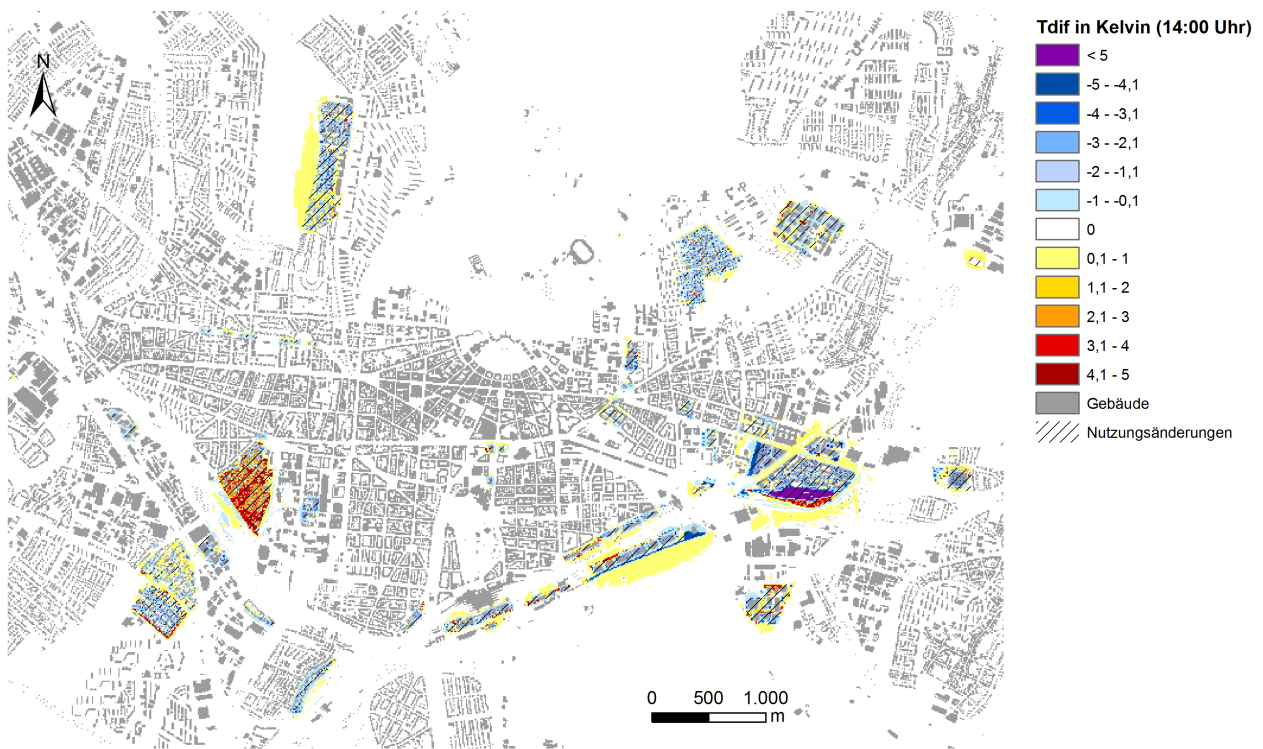


Abbildung 202: Temperaturdifferenz zwischen Szenario 2 und dem Ausgangszustand um 14:00 Uhr morgens in 2m Höhe während einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage

Tabelle 25: Teilnehmerliste des öffentlichen Workshops zum 1. Rahmenplanentwurf

Nr.	Titel	Name	Institution	AG
1	Dr.	Barby, Kristin	Stadtplanungsamt Karlsruhe	I
2	Prof. Dr.	Baumüller, Jürgen	Moderator	II
3		Baumüller, Nicole	Doktorandin	I
4	Dr.	Büter, Björn	GEO-NET Umweltconsulting GmbH	V
5		Berchtold, Martin	berchtoldkrass	I
6		Christoffel, Mathias	BDA, Kreisgruppe Karlsruhe	III
7		Däschner, Mari	BUZO e.V. - Umweltzentrum KA	III
8		Dederer, Heike	Stadt Karlsruhe – Stadtplanungsamt	I
9	Dr.	Dieterle, Klaus	Bürgerverein der Weststadt e.V.	V
10		Dörr, Albrecht	Stadt Karlsruhe - Tiefbauamt	III
11		Dragaj, Poliksen Qorri	berchtoldkrass	III
12	Dr.	Friebel, Peter	Landratsamt KA - Gesundheitsamt	IV
13	Prof. Dr.	Fritz, Wolfgang	AG der Karlsruher Bürgervereine	I
14		Geiger Alexander	GRÜNE-Gemeinderatsfraktion	V
15		Gilich, Thomas	Stadt Karlsruhe – HGW	IV
16		Hackenbruch, Julia	KIT, Süddeutsches Klimabüro	V
17		Hacker, Norbert	Umweltamt Karlsruhe	IV
18		Horny, Christian	KA Energie- und Klimaschutzagentur	II
19	Dr.	Höpker, Kai	LUBW	I
20		Høyem, Tom	FDP-Gemeinderatsfraktion	I
21		Hüger, Siegrun	Stadtplanungsamt Karlsruhe	II
22		Kalmbach, Friedemann	GfK – Gemeinsam für Karlsruhe	II
23		Kern, Helmut	Stadt Karlsruhe	IV
24		Kluge, Joachim	Bürgerverein der Weststadt e.V.	V
25		Kratz, Martin	Stadt Karlsruhe – Stadtplanungsamt	
26		Kunz-Plapp, Tina	KAInstitut für Technologie (KIT)	IV
27	Dr.	Nickel, Philipp	IHK Karlsruhe	II
28		Obert, Michael	Stadt KA- Bürgermeister, Dezernat 6	
29		Rebel, Maria	ARCADIS	V
30		Renner, Bernd	Agenda AK Energie	IV
31		Scheiffelen, Vincent	Stadt Karlsruhe – Stadtplanungsamt	IV
32		Scholz, Andrea	Stadt Karlsruhe Wirtschaftsförderung	IV
33		Schmidt, Horst	Gartenbauamtsleiter i.R.	II
34		Steiling, Benjamin	Umweltamt Karlsruhe	IV
35		Trute, Peter	GEO-NET Umweltconsulting GmbH	IV
36		Van der Meer, Maren	berchtoldkrass	III
37		Walter, Wolfgang	VOLKSWOHNUNG GmbH	III
38		Wolff, Karin	Arcadis	I
39		Zeh, Michael	SPD-Gemeinderatsfraktion	I

Quellenverzeichnis

- BauGB: Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2004 (BGBl. I S. 2414), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 15. Juli 2014 (BGBl. I S. 954) geändert worden ist
- Baumüller J. (2008): Stadtklima im Klimawandel. In: Lozan J.L. et al. (Hg.): Warnsignal Klima – Gesundheitsrisiken Gefahr für Pflanzen, Tiere und Menschen (S. 108-114).
- Baumüller J. (2008a): Stadtklima und Stadtplanung im Klimawandel. In: UVP Report 5/08. S. 205-214.
- Baumüller J. (2013): Stadtklima. In: v. Bott et. al: Nachhaltige Stadtplanung. S.59-61. Berlin: De Gruyter
- Berliner Morgenpost (2010): Sorge um Berlins Obdachlose nach Kälteeinbruch. Zeitungsartikel vom 27.11.2010. <http://www.morgenpost.de/berlin/article1464109/Sorge-um-Berlins-Obdachlose-nach-Kaelteeinbruch.html>
- BMVBS (=Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) (2013), Heute Zukunft gestalten – Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung.
- Bundesnaturschutzgesetz: "Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 4 Absatz 100 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I S. 3154) geändert worden ist"
- Bundesregierung (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Kabinettsbeschluss vom 17.12.2008. http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_gesamt_bf.pdf (26.06.2009)
- Bundesregierung (2011): Aktionsplanung Anpassung der deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Kabinettsbeschluss vom 31.08.2011. http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/aktionsplan_anpassung_klimawandel_bf.pdf (26.08.2011)
- Deutsche Post (2014): postpersönlich. <http://www.deutschepost.de/de/p/postpersoenlich.html>
- Deutscher Städtetag (2012): Positionspapier Anpassung an den Klimawandel - Empfehlungen und Maßnahmen der Städte. http://www.staedtetag.de/imperia/md/content/dst/positionspapier_klimawandel_juni_2012.pdf
- Die Grüne Stadt - Stiftung Hrsg. (2010), Die grüne Stadt –Handbuch für mehr Grün in Städten. Hamburg: Rolf Soll Verlag.
- Die WELT (2011): Hitze in New York: Stadt richtet Kältestuben ein. Zeitungsartikel vom 25.07.2011. http://www.welt.de/print/welt_kompakt/vermishtes/article13505504/Hitze-in-New-York-Stadt-richtet-Kaeltestuben-ein.html

- DIN 1986-100 (2008): Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056. Berlin: Beuth Verlag.
- Dütemeyer D., Barlag A-B., Kuttler W., Kittner U.A. (2013), Stadtklimatisches Flächenmanagement in der kommunalen Umweltplanung, UVP Report 3/13, S. 173-179
- Epa (2011): Cool roofs. <http://www.epa.gov/heatisland/mitigation/coolroofs.htm>
- EU-Kommission (2007): Grünbuch. Anpassung an den Klimawandel – Optionen für Maßnahmen der EU. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0354:FIN:DE:PDF>
- EU-Kommission (2009): Weissbuch. Anpassung an den Klimawandel: Ein europäischer Aktionsrahmen. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0147:FIN:DE:PDF>
- EU-Kommission (2013): An EU Strategy on adaptation to climate change. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:DKEY=725522:EN:NOT>
- Fanger, P.O.: Thermal Comfort, Analysis and Application in Environment Engineering. New York: McGraw Hill, 1972.
- Fei Xue, Xiaofeng Li, Zhiqin Zhang (2014): Numerical Study on Thermal Environment around the Fountain, Proceedings 7. Japanes-German Meeting, Hannover
- Foken Th. (2013): EAGLE-Starthilfe – Energieaustausch an der Erdoberfläche, EAG.LE Leipzig
- Geiger R. (1961): Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig: Vieweg Verlag, 4. Auflage.
- GEO-NET (2011): Klimafunktionskarte für den Nachbarschaftsverband Karlsruhe. http://geodaten.karlsruhe.de/nvk/?&level=4&svoff=luftbilder_2009_nv&svon=nvk_klimafunktionskarte
- Goldbach A. (2012): Turbulenter Energieaustausch über unterschiedlichen Flächennutzungsstrukturen in der Stadt Oberhausen, , Essener Ökologische Schriften Bd. 32, Hrsg. Wilhelm Kuttler, Bernd Sures
- Grassl, Günter (2013): Das Verschlechterungsverbot im Umweltrecht der EU: Im Hinblick auf den Zustand der Luft und der Gewässer sowie dessen Umsetzung in Österreich. Wien: Verlag Österreich (= Juristische Schriftenreihe, 246).
- Gross, Günter (2014): On the Parametrization of Urban Land Use in Mesoscale Models. In: Boundary-Layer Meteorology, 150, 319-326.
- In-Keum Lee (2006): Cheong Gye Cheon Restoration Project, Vortrag bei ICLEI 2006
- IPCC (=Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007): Climate Change 2007: Impacts, Adaption and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.

- IPCC (=Intergovernmental Panel on Climate Change) (2013): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.
- Katzschner L., Campe S., Kupski S. (2011): Innenraumentwicklung in Frankfurt am Main unter Berücksichtigung stadtklimatischer Effekte – Maßnahmen zur Minderung der Wärmebelastung in verdichteten Räumen. Universität Kassel, Fachbereich Architektur, Stadtplanung, Landschaftsplanung
- Ketterer C., Ghasemi I., Reuter U., Rinke R., Kapp R., Bertram A., Matzarakis A. (2013): Veränderung des thermischen Bioklimas durch stadtplanerische Umgestaltung, Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft 73 Nr. 7/8, S.323-329.
- Kikuchi A. et al. (2007): Effects of Roadside Trees on Turbulent Diffusion and Pedestrian Thermal Comfort within Street Canyons, CAST Forum –Analysis and Design of Urban Climate, Sendai
- Kießl K., Rath J. (1986), Auswirkungen von Fassadenbegrünungen auf den Wärme- und Feuchtehaushalt von Außenwänden und Schadensrisiko, Bericht des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik, FtB-4/1989, Stuttgart.
- KIT (=Karlsruher Institut für Technologie) (2013): Dein Standpunkt zum Klima. Orte in Karlsruhe. <http://www.sueddeutsches-klimabuero.de/klimastandpunkte.php>
- Krappweis, S. (2014): Formelle und informelle Instrumente in der Raumplanung. [http://planung-berlin.de/Profil/Formelle und Informelle Planungen.htm#Informelle](http://planung-berlin.de/Profil/Formelle%20und%20Informelle%20Planungen.htm#Informelle)
- Kratzer P.A. (1937): Das Stadtklima. Braunschweig: Vieweg.
- Kuttler W. (2011): Climate change in urban areas Part 2, Measures; Klimawandel im urbanen Bereich. Teil 2, Maßnahmen, Environmental Sciences Europe, <http://www.enveurope.com/content/23/1/21>
- Kuttler W. (2013): Klimatologie. Paderborn: Schöningh, 2. Auflage.
- LUBW (= Landesanstalt für Umwelt, Messungen, und Naturschutz Baden-Württemberg) (2010): Klimawandel in Baden-Württemberg: Fakten – Folgen - Perspektiven. Online-Ressource: http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/103657/Klimawandel_in_Baden-Wuerttemberg.pdf?command=downloadContent&filename=Klimawandel_in_Baden-Wuerttemberg.pdf
- LUBW (= Landesanstalt für Umwelt, Messungen, und Naturschutz Baden-Württemberg) (2013): Zukünftige Klimaentwicklung in Baden-Württemberg. Perspektiven aus regionalen Klimamodellen.
- Mathey, J. et al. (2011): Anpassung an den Klimawandel durch Stadtgrün - klimatische Ausgleichspotenziale städtischer Vegetationsstrukturen und planerische Aspekte. In: Böcker, R. (Hrsg.) : Die Natur im Wandel des Klimas. Eine Herausforderung für Ökologie und Planung. Darmstadt : Kompetenznetzwerk Stadtökologie, 2011, (CONTUREC; 4), S.79-88.

- Megapoli (2010): MEGAPOLI Scientific Report 10-01, Global to City Scale Urban Anthropogenic Heat
- Moriyama (2006) Moriyama laboratory department of architecture and civil engineering, Kobe university, persönliche Mitteilung.
- MIVBW (2012): Städtebauliche Klimafibel Online (www.Staedtebauliche-Klimafibel.de), Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg.
- MORO (2011): MORO Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel ,Klimaanalyse für die MORO Region Karlsruhe.
- MUNLV (=Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Wetsfalen) (2010): Handbuch Stadtklima – Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel. MUNLV: Selbstverlag.
- Müller N. (2013): Stadtklimatische Adaptationsmaßnahmen in Oberhausen vor dem Hintergrund des Globalen Klimawandels. Essener Ökologische Schriften Bd. 33, Hrsg. Wilhelm Kuttler, Bernd Sures
- NVK (=Nachbarschaftsverband Karlsruhe) (2011): Ökologische Tragfähigkeitsstudie.
http://www.nachbarschaftsverband-karlsruhe.de/b4/tfs_2/HF_sections/content/1345728540789/ZZkGEqayVuJkLC/NVK-TFS_2011.pdf
- NVK (=Nachbarschaftsverband Karlsruhe) (2012): ExWoSt-Modellvorhaben Innenentwicklung versus Klimakomfort im Nachbarschaftsverband Karlsruhe. Abschlussbericht.
http://www.nachbarschaftsverband-karlsruhe.de/b4/exwost/HF_sections/content/ZZkHSr5tGIMDwn/ZZkNvxspnzilQZ/ExWoSt_NVK_A4_Web.pdf
- Moriyama (2006): Moriyama laboratory department of architecture and civil engineering, Kobe University, persönliche Mitteilung.
- Müller N. (2013): Stadtklimatische Adaptationsmaßnahmen in Oberhausen vor dem Hintergrund des Globalen Klimawandels. Essener Ökologische Schriften Bd. 33, Hrsg. Wilhelm Kuttler, Bernd Sures.
- Nachbarschaftsverband Karlsruhe (2006): Thermalbefliegung von 2006
- Oke T.R. (1973): City size and urban heatisland, Atmos. Environ., 7, S. 769-779
- Pauleit (2011): Stadtplanung im Zeichen des Klimawandels: nachhaltig, grün und anpassungsfähig. In: Böcker, R. (Hg.): Die Natur der Stadt im Wandel des Klimas. Darmstadt: Kompetenznetzwerkes Stadtökologie (=Conturec, 4), 138 S., 5-26.
- Reuter, U. (2013): Optimierung der Hitzewarnung in Stuttgart (HITWIS). <http://fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/109730/?COMMAND=DisplayBericht&FIS=91063&OBJECT=109730&MODE=METADATA>
- Roth-Kleyer ST (2010): Baumforum Stuttgart-Hohenheim, Vortrag

- Scherzinger S. (2012), Thermische Auswirkung von Fassadenbegrünung auf die Urban Canopy Layer, Bachelor Arbeit Universität Freiburg
- Schönwiese, C.-D. (2013): Klimatologie. Stuttgart: Ulmer, 4. Auflage.
- Stadt Karlsruhe (2013): Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung für die Stadt Karlsruhe (Projektphase I). Forschungsbericht. <http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/109723/U83-W03-N11.pdf?command=downloadContent&filename=U83-W03-N11.pdf&FIS=91063>
- Stadt Karlsruhe (2013a): Anpassung an den Klimawandel – Bestandsaufnahme und Strategie für die Stadt Karlsruhe. http://www.karlsruhe.de/b3/natur_und_umwelt/klimaschutz/klimafolgen/HF_sections/content/ZZI33ZxibxWJEn/ZZI342BXSjoXv9/Bericht_Klimawandel_web.pdf
- Städtische Freiraumplanung als Handlungsfeld für Adaptionenmaßnahmen (2012): Abschlussbericht des Saarbrücker Modellprojekts im Rahmen des ExWoSt-Forschungsprogramms „Urbane Strategien zum Klimawandel – Kommunale Strategien und Potenziale, Landeshauptstadt Saarbrücken Amt für Grünanlagen, Forsten und Landwirtschaft
- Stür, B. (2011): Die BauGB-Klimanovelle und das Energiefach und-finanzierungsrecht 2011. In: Deutsches Verwaltungsblatt, 126, 1117-1125.
- Simon (2012): Gut versorgt daheim - selbstbestimmt wohnen ohne Betreuungspauschaleim Rintheimer Feld. In: AWO Mitteilungen, 44, 3-4.
- UBA (2012), Kosten und Nutzen von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel – Analyse von 28 Anpassungsmaßnahmen in Deutschland, UBA-Bericht 4298
- Urban Atlas (2010), Internetquelle <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-atlas>
- VDI (2008): Richtlinie 3787 Blatt 2, Umweltmeteorologie, Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für Stadt- und Regionalplanung, Teil 1: Klima
- VN (Vereinte Nationen) (1992): Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen. <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convger.pdf>

