

Forschungsbericht KLIMOPASS

Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung für die Stadt Karlsruhe

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

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

Juni 2013

HERAUSGEBER	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Postfach 100163, 76231 Karlsruhe
KONTAKT	Dr. Kai Höpker, Referat Medienübergreifende Umweltbeobachtung, Klimawandel; Tel.:0721/56001465, Kai.Hoepker@lubw.bwl.de ;
AUFTRAGGEBER	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg - Forschungsprogramm Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden- Württemberg (KLIMOPASS)
BEARBEITUNG	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-N11
STAND	Juni 2013, Internetausgabe September 2013

ZUSAMMENFASSUNG	6
1. PROBLEMSTELLUNG UND ANKNÜPFUNGSPUNKTE	8
2. ZIELSTELLUNG	11
3. PROJEKTDESIGN UND METHODIK	13
4. ABLEITUNG VON STADTSTRUKTURTYPEN	15
4.1 Methodik und Vorgehensweise	15
4.2 Bestehende Untersuchungen und Forschungsarbeiten mit Bezug zur Thematik	16
4.2.1 Stadtklimatisches Flächenmanagement (Gelsenkirchen)	16
4.2.2 Noch Wärmer, noch Trockener (F+E-Vorhaben Bfn, Dresden)	17
4.2.3 Classifying Urban Climate Field Sites by „Local Climate Zones“	17
4.2.4 Urban Atlas Karlsruhe (gmes/Copernicus)	18
4.2.5 Zehn Fragen an Karlsruhe (Vorbereitung Räumliches Leitbild/Stadtbausteine)	19
4.3 Analyse der Siedlungsstruktur	20
4.3.1 Datengrundlagen und -verarbeitung	20
4.3.2 Formalstrukturelle Merkmale	20
4.3.3 Nutzungsstrukturelle Merkmale	24
4.4 Stadtstrukturtypenkatalog KLIMOPASS Karlsruhe 2012	27
5. RÄUMLICHE ANALYSE KLIMATISCHER UND NICHT-KLIMATISCHER KRITERIEN	31
5.1 Leitkriterium Bioklima	31
5.2 Nicht-klimatische Kriterien	35
5.2.1 Energetischer Gebäudestandard	35
5.2.2 Klimasensible Gebäudenutzungen	37
5.2.3 Bevölkerungsdichte	38
5.2.4 Altersstruktur und Demographischer Wandel	41
5.2.5 Erreichbarkeit und Kapazität von Grünflächen	44
6. ABLEITUNG VON STADTSTRUKTURTYPESPEZIFISCHEN HOT-SPOTS „HITZESTRESS“	47
6.1 Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 01 „Geschlossene Blockrandbebauung“	50
6.2 Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 02 „Offene Blockrandbebauung“	52

6.3	Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 03 „Zeilenbebauung“	53
6.4	Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 04 „Ortskern“	54
6.5	Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 05 „Aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte (MFH)“	55
6.6	Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 08 „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“	56
6.7	Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 09 „Bereiche mit Großstrukturen“	57
6.8	Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 10 „Gewerbe“	58
6.9	Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 11 „Industrie“	59
6.10	Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 12 „Sondergebiet“	60
7.	AUSBLICK UND WEITERER FORSCHUNGSBEDARF	61
	QUELLENVERZEICHNIS	62
	ANHANG	65
	Bioklimatische Belastung im Karlsruher Siedlungsraum (Nachtsituation)	65
	Bioklimatische Belastung im Karlsruher Siedlungsraum (Tagsituation)	66
	Bioklimatische Belastung in Karlsruher Siedlungsraum (Verknüpfung Tag- und Nachtsituation)	67
	Stadtstrukturtyp 01: Geschlossene Blockrandbebauung	69
	Stadtstrukturtyp 02: Offene Blockrandbebauung	71
	Stadtstrukturtyp 03: Zeilenbebauung	73
	Stadtstrukturtyp 04: Ortskern	75
	Stadtstrukturtyp 05: Aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte (MFH)	77
	Stadtstrukturtyp 06: Kompakte EFH-Typen (Reihen- und Kettenhaustypen)	79
	Stadtstrukturtyp 07: Lockere Bebauung geringer Dichte (überwiegend EFH)	81
	Stadtstrukturtyp 08: Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung	83
	Stadtstrukturtyp 09: Bereiche mit Großstrukturen	85
	Stadtstrukturtyp 10: Gewerbe	87
	Stadtstrukturtyp 11: Industrie	89
	Stadtstrukturtyp 12: Sondergebiet	91

Zusammenfassung

Das Klimafolgenmanagement, also die proaktive Anpassung an die Folgen des Klimawandels, ist im Nachbarnschaftsverband und in der Stadt Karlsruhe auf dem besten Wege elementarer Bestandteil der nachhaltigen Raum- bzw. Stadtentwicklung zu werden. Aufgrund der besonderen Lage im Oberrheingraben als Wärmepol Deutschlands beziehen sich die Aktivitäten dabei verstärkt auf das Thema Hitzestress. So wurden im Rahmen der Erstellung der Ökologischen Tragfähigkeitsanalyse die stadtklimatische Situation sowie zentrale Klimafunktionen von Freiflächen analysiert und im ExWoSt-Stadtklima Projekt an einzelnen Beispielquartieren Optionen einer klimaökologisch optimierten Nachverdichtung erarbeitet.

Ein gesamtstädtischer Überblick darüber, wo sich in Karlsruhe die am stärksten vom Urban Heat Phänomen betroffenen Stadtquartiere (sog. Hot-Spots) befinden und welche Maßnahmen zu ihrem Management ergriffen werden können, existiert bis dato allerdings nicht. Einen solchen „Städtebaulichen Rahmenplan Klimaanpassung“ hat die Stadt Karlsruhe nun im Rahmen des von der LUBW aufgelegten Förderprogramms „Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg (KLIMOPASS)“ von einem Konsortium erstellen lassen.

Die Innovation des Projektes lässt sich unter zwei Oberpunkten subsumieren. Erstens werden Hot-Spots für zwölf verschiedene Stadtstrukturtypen ermittelt, die aus Stadtquartieren ähnlicher Funktionsweisen bestehen und hinsichtlich ihrer Stabilität und Dynamik typisiert werden können. Hierdurch werden über die klassischen kernstädtischen Blockrandquartiere hinaus auch sämtliche weitere Stadtbausteine Karlsruhes (z.B. Zeilenbebauungen, Gewerbegebiete, Einfamilienhaussiedlungen) in die Überlegungen einbezogen. Zum anderen erfolgt die Hot-Spot Identifizierung nicht alleine auf der Basis von Informationen über den Stadtklimawandel, sondern durch deren Kombination mit relevanten nicht-klimatischen Faktoren wie dem Demographischen Wandel oder der Erreichbarkeit und bioklimatischen Aufenthaltsqualität von Grünflächen. Der Rahmenplan verfolgt also einen integrativen, multiattributiven Ansatz, der einen deutlich Mehrwert gegenüber eindimensionalen, einzig auf klimatischen Informationen beruhenden Vorgehensweise darstellt. Die entsprechenden Analysen haben gezeigt, dass in Karlsruhe mittlerweile weniger die Datenlage zum Klimawandel und seinen unmittelbaren Auswirkungen, als vielmehr die Verfügbarkeit von Informationen über bestimmte nicht-klimatische Faktoren (z.B. zum energetischen Standard von Gebäuden) ein Hemmnis für rationale Entscheidungen darstellen.

Der vorliegende erste Projektteil hatte die Identifizierung der Hot-Spots zum Gegenstand. Im geplanten zweiten Teil sollen - unterstützt durch einen intensiven Beteiligungsprozess mit relevanten Akteuren - für diese ausgewählten Quartiere konkrete Maßnahmenpakete erarbeitet werden. Die Maßnahmen sollen dabei zwar anhand der Hot-Spots entwickelt werden, unter der Prämisse lokaler Anpassungen aber auf andere Quartiere desselben Stadtstrukturtyps übertragbar sein. Als Endprodukt wird den Akteuren aus Politik, Verwaltung und Gesellschaft ein auf Karlsruhe abgestimmter Werkzeugkasten bereitgestellt, der die fachlich-inhaltliche Basis für eine klimawandelgerechte Stadtentwicklung bzw. -sanierung bildet. Dank des Übertragbarkeitsansatzes werden die individuellen Maßnahmenportfolios weitgehend fehlertolerant sein und somit den klimamodellimmanenten Unsicherheiten in höchst möglichem Maße gerecht werden.

1. Problemstellung und Anknüpfungspunkte

Die Stadt Karlsruhe gehört aufgrund ihrer exponierten Lage innerhalb des Oberrheingrabens zu den wärmsten Kommunen Deutschlands. Dieses bedeutet zum einen vergleichsweise hohe Durchschnittstemperaturen, die für viele klimasensitive Handlungsfelder der Region (z.B. Landwirtschaft/Weinbau, Forstwirtschaft, Tourismus) mit positiven Effekten verbunden sein können. Zum anderen bedingt die besondere geographische Lage in Verbindung mit stadtklimatischen Effekten aber auch erhöhte Auftretshäufigkeiten von Hitzetagen und Hitzeperioden, die insbesondere mit negativen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und Leistungsfähigkeit verbunden sind.

Wie nicht zuletzt der Hitzesommer 2003 gezeigt hat, steigt während Hitzewellen die Morbidität und Mortalität an Herz-Kreislauferkrankungen 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 gerade für hochgradig exponierte Städte angeraten, sich proaktiv an die Folgen des Klimawandels anzupassen.

Die Stadt Karlsruhe hat diese Anpassungsnotwendigkeit frühzeitig erkannt. Durch die 2011 im Rahmen der Tragfähigkeitsstudie (TFS) erstellte Klimafunktionskarte (Abbildung 1) des Nachbarschaftsverbandes Karlsruhe (NVK) und den Ergebnissen aus dem Modellvorhaben „Innenentwicklung versus Klimakomfort im Nachbarschaftsverband Karlsruhe (InnenKlima)“ des Forschungsfeldes „Urbane Strategien im Klimawandel“ im Programm „Experimenteller Wohnungs- und Städtebau“ (ExWoSt) des BMVBS liegen heute für das Stadtgebiet bereits grundlegende Erkenntnisse über die stadtklimatische Situation inklusive des Bioklimas der Gegenwart und in Ansätzen auch der Zukunft vor (NVK 2011 und 2013).

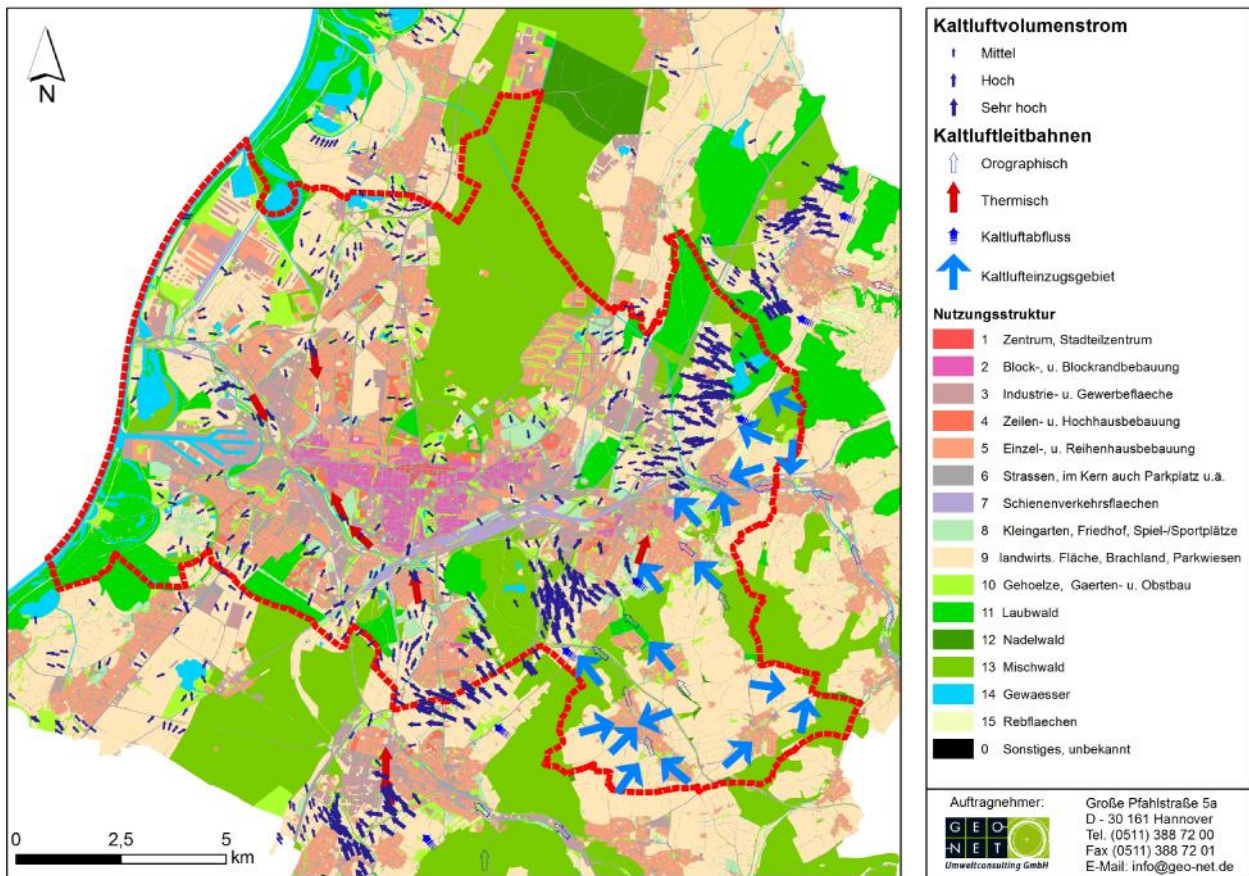


Abbildung 1: vereinfachte Klimafunktionskarte für die Stadt Karlsruhe

Eine gesamtstädtische Betrachtung, die u.a. darauf abzielt, konkrete Handlungsbedarfe und -optionen für besonders vom Urban Heat Phänomen betroffene städtische Teilräume (sog. Hot-Spots) zu entwickeln, konnte in den bisherigen Projekten aber ebenso wenig erfolgen, wie die Berücksichtigung von sozioökonomischen und sonstigen nicht-klimatischen Faktoren, die einen Einfluss auf die Vulnerabilität in den einzelnen Stadtquartieren ausüben (Abbildung 2). Hierzu gehören insbesondere die Themenkomplexe Siedlungs- und Freiraumstruktur sowie die Demographie, die sich parallel zum Klimawandel verändern und dessen Auswirkungen entweder verstärken oder abschwächen können. Auch eine integrative Einbindung der Hitze-problematik in die gesamtstädtische Anpassungsstrategie der Stadt Karlsruhe, die gegenwärtig unter Federführung des Umweltdezernats durch eine städtische AG Klimawandel initiiert wird, ist bislang ausgeblieben.

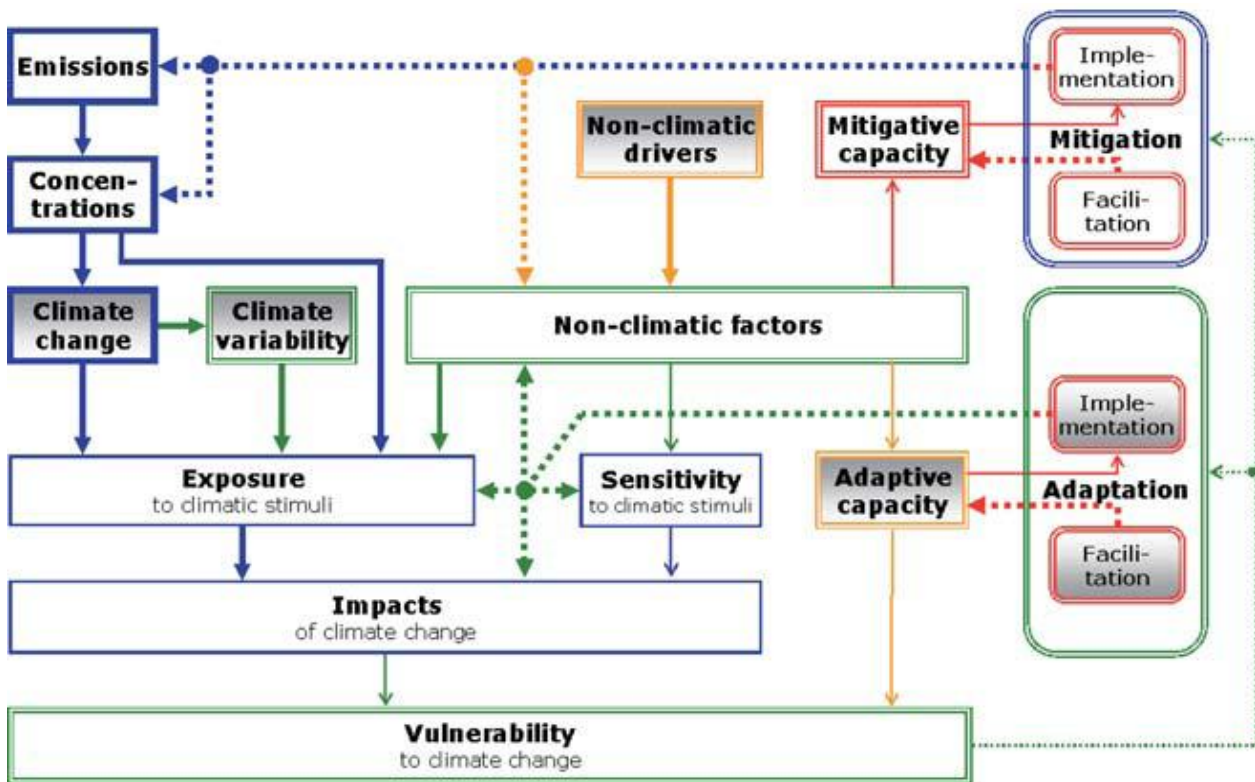


Abbildung 2: Komponenten einer Vulnerabilitätsanalyse (Quelle: Füssel und Klein 2006, 319)

2. Zielstellung

Entsprechend der geschilderten Problemstellung und den bisher für die Stadt Karlsruhe erarbeiteten Datengrundlagen besteht das Ziel des vorliegenden Projektes darin, in zwei Projektphasen einen „**Städtebaulichen Rahmenplan Klimaanpassung**“ zum Umgang mit dem Urban-Heat-Phänomen in der Stadt Karlsruhe zu entwickeln. In der ersten, hier beschriebenen Projektphase werden auf Basis von zu entwickelnden Stadtstrukturtypen und unter Berücksichtigung auch nicht-klimatischer Faktoren konkrete Stadtquartiere ermittelt, die im besonderen Maße vom Urban-Heat-Phänomen betroffen sind bzw. sein werden (sog. „Hot-Spots“).

In einer zweiten anvisierten Projektphase sollen auf dieser Grundlage für die Hot-Spots individuelle Maßnahmenpakete erarbeitet werden, die grundsätzlich auf andere Quartiere desselben Stadtstrukturtyps übertragbar sein sollen. Mithilfe dieses sog. Roll-up-Ansatzes und unter intensiver Einbeziehung relevanter Akteure soll den Entscheidungsträgern dann ein gesamtstädtischer Rahmenplan zur Verfügung gestellt werden, der neben der Frage nach dem Wo (liegen die Hot-Spots?) auch die Fragen nach dem Wer (ist betroffen?) und nach dem Was (kann zur Anpassung getan werden?) beantwortet. Der Rahmenplan stellt damit speziell auf Karlsruhe abgestimmte Bausteine für eine nachhaltige Stadtentwicklung bereit, der aber unter der Prämisse lokaler Anpassungen auch auf andere (Groß-)Städte übertragen werden kann.

Die Innovation der ersten Projektphase besteht neben dem skizzierten Roll-up-Prinzip auf der Basis von Stadtstrukturtypen vor allem darin, dass die Hot-Spots nicht alleine aus klimatischen Informationen abgeleitet werden, sondern in Kombination mit relevanten nicht-klimatischen Faktoren ein integrativer, multiattributiver Ansatz verfolgt wird, der damit große Teile einer Vulnerabilitätsanalyse abdeckt.

Im Einzelnen wird angestrebt, den Faktor Bioklima mit den folgenden Themenkomplexen zu verknüpfen:

- Siedlungs-/Stadtstruktur
- Energetischer Gebäudestandard
- Klimasensible Gebäudenutzungen
- Bevölkerungsdichte
- Altersstruktur und Demographischer Wandel
- Erreichbarkeit, Kapazität und Aufenthaltsqualität von Grünflächen

Die Analyse soll im Wissen um die zeitliche Dynamik der Themenkomplexe auch die mittelfristige Zukunft (Mitte des laufenden Jahrhunderts) berücksichtigen.

Der Rahmenplan soll zum einen in wechselseitiger Rückkopplung zur gesamtstädtischen Anpassungsstrategie der Stadt Karlsruhe und mit dem zugehörigen ressortübergreifenden Anpassungsnetzwerk entstehen und so den integrativ angelegten Anpassungsprozess der Stadt Karlsruhe befruchten. Zum anderen sollen die Erkenntnisse des Rahmenplans aber in erster Linie zukünftig als Abwägungsmaterial Eingang in strategische und konkretisierende Planungsentscheidungen (z.B. auf Ebene der Bauleitplanung) finden und damit den Weg für eine noch bessere Anpassung der Stadt Karlsruhe an die Hitzeproblematik ebnen.

Konkret geschieht dies durch die Identifikation von (bioklimatischen) Sanierungsgebieten gemäß §171 BauGB sowie die Erarbeitung von Hinweisen für die klimawandelgerechte Gestaltung von Stadtquartieren und Grünflächen. Insgesamt wird das Ziel verfolgt, zukünftige städtebauliche Entwicklungen mithilfe des Rahmenplans so zu steuern, dass negative Effekte auf das Karlsruher Stadtklima reduziert oder vermieden, sowie positive Auswirkungen erhalten oder gefördert werden.

Da Rahmenpläne als Instrumente der informellen städtebaulichen Planung ein in ständiger Fortschreibung und Rückkoppelung befindlicher Prozess sind, wird das Ergebnis eine erste Version des Rahmenplans darstellen, der zukünftig iterativ auf Basis der sich neu ergebenden städtebaulichen Rahmenbedingungen und wissenschaftlichen Erkenntnisse zum Klimawandel überarbeitet werden sollte.

3. Projektdesign und Methodik

Das Projekt gliedert sich in zwei große, aufeinander aufbauende Arbeitspakete (Abbildung 3). Im ersten Arbeitsschritt werden spezifische Stadtstrukturtypen für Karlsruhe entwickelt. Diese Analysetätigkeit dient dazu, Stadtquartiere ähnlicher Funktionsweisen herauszuarbeiten und hinsichtlich ihrer städtebaulichen Typologie und Funktionsweise zu klassifizieren (Kapitel 4). Die Strukturtypen dienen einerseits als Bewertungseinheiten für den zweiten Arbeitsschritt und stellen zum anderen über das Roll-up-Prinzip die grundsätzliche Übertragbarkeit von Maßnahmen in Beispielquartieren auf den jeweiligen Strukturtypus und damit auf die gesamtstädtische Ebene sicher. Über diese spezielle Fragestellung hinaus kann die Typisierung zukünftig auch für diverse weitere gesamt- und/oder teilstädtische Fragestellungen Verwendung finden (z.B. für das gesamtstädtische Leitbild, Stadtteilsanierung).



Abbildung 3: Arbeitsschritte des Projektes

Auf dieser Basis beginnt im zweiten Arbeitsschritt für jeden Stadtstrukturtyp die Suche nach den jeweiligen Hot-Spots. Folglich werden also nicht nur (aber auch) die aus gesamtstädtischer Sicht am stärksten betroffenen Quartiere, sondern typenbezogene Hot-Spots identifiziert und damit der gesamtstädtische Anspruch des Projektes erfüllt. Die Methodik wurde dabei so gewählt, dass das Auftreten von Hot-Spots nicht erzwungen wird und somit auch Strukturtypen ohne Belastungsquartiere auftreten können. Die Analyse basiert auf einem multikriteriellen Ansatz, der sowohl klimatische als auch nicht-klimatische Faktoren berücksichtigt und dadurch die thematisch integrativen Ambitionen des Projektes unterstreicht.

Der Ansatz zur Ableitung von integrativen bioklimatischen Hot-Spots basiert auf einem 2-stufigen Verfahren, bei dem insgesamt sechs verschiedene Kriterien berücksichtigt werden (Abbildung 4). Der Ansatz ist zwar speziell für die Stadt Karlsruhe entwickelt worden, lässt sich unter der Prämisse der Berücksichtigung lokaler Besonderheiten aber auch auf andere Städte übertragen und je nach Datenlage erweitern oder einschränken.

Ausgangspunkt der Methodik sind räumlich differenzierte Informationen der bioklimatischen Belastung in den Siedlungsräumen der Stadt Karlsruhe. Die Belastungssituation lässt sich auf der Basis von Modellrechnungen sowohl für die Gegenwart (2001-2010), als auch für die Zukunft (2046-2055) abbilden (Kapitel 5.1).

Weist ein Quartier gegenwärtig oder in der mittelfristigen Zukunft lediglich eine mittlere oder geringe Belastung auf, so stellt es unabhängig von der Ausprägung nicht-klimatischer Faktoren keinen Hot-Spot im Sinne des Projektes dar. Stadtquartiere mit einer mindestens hohen bioklimatischen Belastung werden hingegen differenziert unter den Gesichtspunkten

- klimasensible Nutzungen,
- Bevölkerungsdichte,
- Demographie/Demographischer Wandel,
- Grünflächenangebot mit ausreichender bioklimatischer Entlastungskapazität und
- energetischer Standard

betrachtet (Kapitel 5.2).

Über ein multikriterielles, verbal-argumentatives Bewertungsverfahren werden diese fünf Kriterien anschließend zu einer Gesamtbetrachtung verknüpft, aus der je Stadtstrukturtyp die am stärksten betroffenen Stadtquartiere hervorgehen. Die Methodik wurde dabei bewusst so gewählt, dass das Auftreten von Hot-Spots nicht erzwungen wird und somit auch Strukturtypen ohne Belastungsquartiere auftreten können (Kapitel 6).

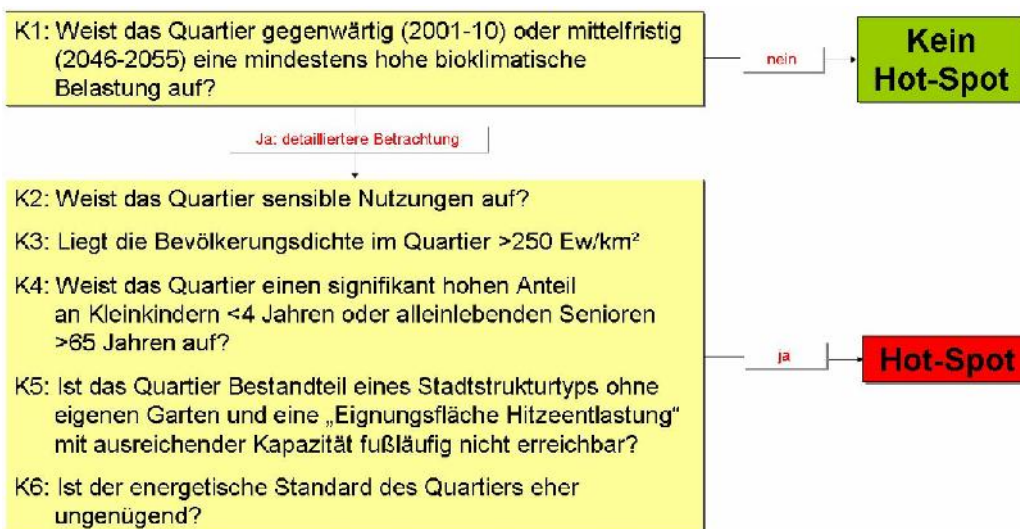


Abbildung 4: Multikriterieller Ansatz zur Ableitung von Hot-Spots der bioklimatischen Belastung in der Stadt Karlsruhe

4. Ableitung von Stadtstrukturtypen

4.1 METHODIK UND VORGEHENSWEISE

Die Karlsruher Stadtstrukturtypen, die im ersten Teil des Projekts abgeleitet werden sollen, dienen dazu, die gesamte Siedlungsfläche in Einheiten geeigneter Größe einzuteilen, die überwiegend ähnliche Gebäudetypologien, Erschließungsmuster, Freiflächencharakteristik und Funktionsweisen aufweisen. Jeder Stadtstrukturtyp ist in unterschiedlicher Weise von Hitzebelastung betroffen, und innerhalb eines jedes Typs werden lagebedingt mehr oder weniger erhebliche Belastungsunterschiede zu finden sein. Daher ist die genaue Kenntnis der Verteilung der einzelnen Typen und ihrer Lage zu anderen Elementen der Stadtmorphologie, insbesondere zum Freiraumsystem, von besonderer Relevanz.

Für diese Aufgabe gibt es in Karlsruhe kein Vorbild, das als Erfahrungswert herangezogen werden könnte. Es bestehen allerdings Projekte, deren Ergebniskarten sich im späteren Verlauf zu Vergleich und Überprüfung nutzen lassen (vgl. 4.2.4 und 4.2.5). Dennoch müssen Herangehensweise und Methodik der Ableitung grundsätzlich neu angelegt werden. Hierbei besteht erfahrungsbedingt im Bearbeitungsteam die Überzeugung, dass sich die vorhandenen Daten zwar hervorragend zu Analyse Zwecken eignen, hieraus aber keineswegs ein automatischer Typenkatalog „per Knopfdruck“ entstehen kann. Ebenso wenig lassen sich im Rahmen dieses Projektes alle Quartiere der Stadt besichtigen. Aus diesen Gründen wird die Vorgehensweise zur Ableitung der Stadtstrukturtypen mehrstufig angelegt und beinhaltet sowohl teilautomatisierte Analysen mittels Geografischen Informationssystem (GIS), als auch „manuelle“ sachverständige Begutachtung und, wo möglich, Überprüfung und Anpassung der Erkenntnisse durch lokales Wissen und Ortsbesichtigung.

Zunächst erfolgt jedoch eine Recherche bestehender Projekte mit Bezug zu stadtstrukturell-klimatischen Typisierungen, um einen Überblick über den aktuellen Stand der Diskussion zu schaffen. Aus geeigneten Projekten werden Schlüsse zur Eignung und Anwendbarkeit bzw. Übertragbarkeit auf die spezifische Karlsruher Aufgabenstellung angesichts der vorliegenden Datenkulisse gezogen.

Die Ableitung und Definition des Stadtstrukturtypenkatalogs erfolgt daraufhin iterativ in mehreren Durchläufen: von (inhaltlich und räumlich) grob nach exakt. Hierbei wird auch nach und nach die überhaupt notwendige Anzahl der Stadtstrukturtypen ermittelt. In einem ersten Schritt werden teilautomatisierte GIS-Analysen mit verfügbaren Geodaten durchgeführt, insbesondere zu formalen (geometrischen) und nutzungsbezogenen Merkmalen. Hierbei wird jeweils ein Merkmal für das gesamte Stadtgebiet mithilfe von Geoverarbeitungsmethoden analysiert und prägnant visualisiert. Auch die Kombination mehrerer Merkmale verschafft hierbei neue Erkenntnisse. Die entstehenden Karten werden durch Stadtplaner eingeschätzt, interpretiert und manuell auf Skizzenpapier überzeichnet, so dass eine Karte mit ersten Vorschlägen zur Abgrenzung von Stadtstrukturtypen entsteht. Jede neue Analyseebene modifiziert und verfeinert (wiederum inhaltlich und räumlich) dieses Ausgangsbild und führt schließlich zur Definition und Verortung des Stadtstrukturtypenkatalogs, der anschließend GIS-unterstützt digitalisiert wird.

Parallel werden uneindeutige Situationen anhand von Orthophotos und Schrägluftbildern, teilweise auch anhand lokaler Ortskenntnis oder in Einzelfällen durch Vor-Ort-Kontrolle kontinuierlich überprüft. In einem letzten Schritt werden größere zusammenhängende Quartiere gleichen Typs mit Hilfe der Hierarchien und Belastungen des Straßennetzes Lärmkartierung 2012 in einzelne Quartiere geeigneter Größe separiert.

Der finale Datensatz der Stadtstrukturtypen wird nun, soweit möglich, um weitere Merkmale (insb. näherungsweise Aggregation der Einwohnerzahl je Quartier, Vorkommen sensibler Nutzungen und Einschätzung Entstehungszeit) ergänzt und für weitere Analysen (z.B. Erreichbarkeit von Grünflächen) vorbereitet.

4.2 BESTEHENDE UNTERSUCHUNGEN UND FORSCHUNGSARBEITEN MIT BEZUG ZUR THEMATIK

Aufgrund der Schärfung des Bewusstseins für die Dringlichkeit der Thematik wird in zahlreichen Institutionen und Kommunen international an Themen der Klimaanpassung geforscht. Einige dieser Projekte (4.2.1 bis 4.2.3) befassen sich auch explizit mit der Ableitung und Definition von Gebietstypen, anhand derer zu erwartende Klimaveränderungen untersucht und zukünftige Maßnahmen zur Milderung der Belastung identifiziert werden können. Einige dieser Beispiele werden im Folgenden kurz dargestellt, um für das Projekt KLIMOPASS nutzbare Erkenntnisse zu Ansätzen, Methoden und verwendeten Grundlagen darzulegen. Außerdem bestehen auch Projekte mit lokalem Bezug (4.2.4 und 4.2.5), die zwar keine Klimathematik beinhalten, jedoch interessante Aspekte und Informationen für das vorliegende Projekt beitragen können.

4.2.1 STADTKLIMATISCHES FLÄCHENMANAGEMENT (GELSENKIRCHEN)

Dieses in Veröffentlichung befindliche (Juni 2013) Projekt der Universität Duisburg-Essen, Angewandte Klimatologie und Landschaftsökologie (Dütemeyer et al.), und der Stadt Gelsenkirchen, Referat Umwelt (Axt-Kittner) befasst sich mit einem stadtklimatischen Monitoringwerkzeug für die Stadt Gelsenkirchen.

Hierbei werden Klimatope nicht auf Basis des Flächennutzungsplans, sondern auf Basis der wesentlich höher aufgelösten Realnutzungskartierung des Regionalverbands Ruhr ermittelt und über maßzahlenbasierte Indikatoren quantifiziert. Die 18 Klassen der RNK-Nutzungsarten werden in eine erweiterte Klimatopklassifizierung übersetzt, wobei eine bestimmte Nutzungsart automatisch ein bestimmtes Klimatop ergibt.

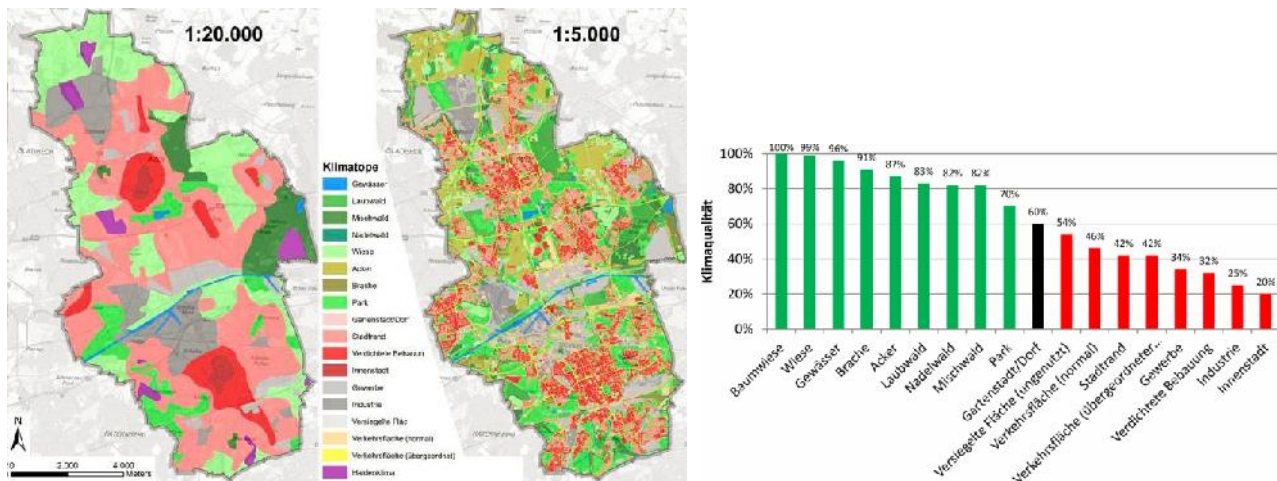


Abbildung 5: Vergleich FNP-basierte und RNK-basierte Klimatope; Klimaqualität von Klimatopen (Quelle: Dütemeyer et al. 2013)

Die aus der VDI-Richtlinie 3787 abgeleitete erweiterte Klassifizierung enthält allerdings für bebaute Bereiche lediglich die Klassen „Gartenstadt/Dorf“, „Gewerbe“, „Industrie“, „Innenstadt“, „Stadttrand“ und „Verdichtete Bebauung“, die stadtstrukturell und typologisch für den Ansatz im Projekt KLIMOPASS Karlsruhe nur unzureichend differenziert sind. Außerdem wird eine entsprechend hoch aufgelöste Realnutzungskartierung als Datenbasis benötigt, die im vorliegenden Projekt nicht besteht.

4.2.2 NOCH WÄRMER, NOCH TROCKENER (F+E-VORHABEN BFN, DRESDEN)

Das Forschungsprojekt „Noch wärmer, noch trockener“ (IÖR/TU Dresden 2011) hat zum Ziel, stadtklimatische Auswirkungen von städtischen Transformationen (Nutzungs- und Strukturänderungen in verschiedenen Szenarien) darzustellen. Als Datenbasis liegt in Dresden eine Stadtbiotopkartierung vor, die durch die Integration von Vegetationsmerkmalen in sogenannte „Stadtvegetationsstrukturtypen“ weiterentwickelt wurde.

Dieser Ansatz ist interessant, da er die Qualität und Quantität der öffentlichen und privaten Grünflächen mit einbezieht. Leider rücken hierdurch Gebäudetypologien und deren stadtklimatische Betroffenheit aus Sicht von KLIMOPASS zu sehr in den Hintergrund. Außerdem sind mit den Stadtbiotopen und Vegetationsmerkmalen zwei Datensätze erforderlich, die bisher in Karlsruhe nicht existieren und im Rahmen des Projektes nicht zu erheben sind. Dennoch sollte in Folgeprojekte oder auch in den detaillierten Untersuchungen und Maßnahmendefinitionen der Projektphase 2 auf eine Bearbeitung von Vegetationsstrukturen zurückgekommen werden.

Flächennutzungsszenarien – Villenbebauung

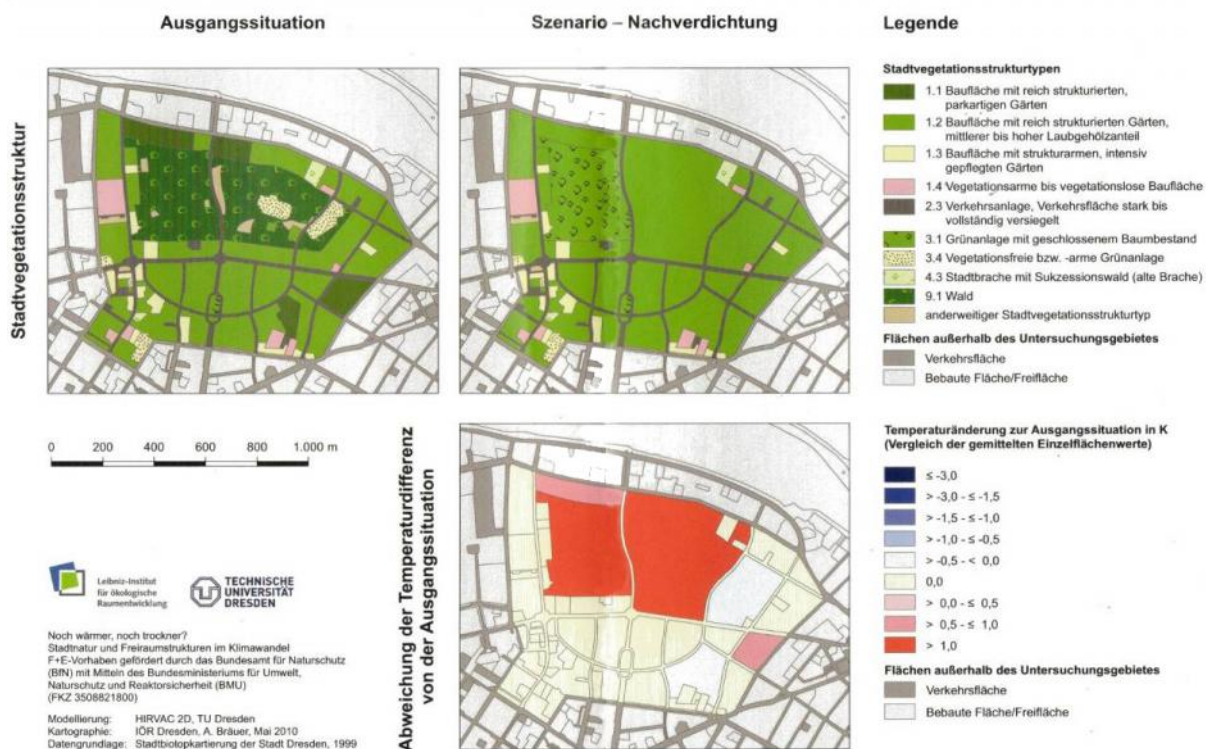


Abbildung 6: Stadtvegetationsstrukturtypen (Quelle: IÖR/TU Dresden 2011)

4.2.3 CLASSIFYING URBAN CLIMATE FIELD SITES BY „LOCAL CLIMATE ZONES“

Die URBAN CLIMATE RESEARCH GROUP am Department of Geography der University of British Columbia in Vancouver, Canada, beschäftigt sich seit Jahren mit der Definition von stadtklimatischen Einheiten, die für stadtklimatische Untersuchungen verwendet werden können, und ist damit dem hier verfolgten Ansatz inhaltlich am nächsten. Es wird versucht, „Local Climate Zones“ zu finden, die weltweit Gültigkeit besitzen und damit Vergleichbarkeit schaffen. Hervorzuheben ist, dass über sensorische Langzeitmessungen an weltweiten Standorten versucht wird, die Tragfähigkeit der Typenabgrenzung für Stadtklimatische Problemstellungen nachzuweisen und die steckbriefartigen Typendefinitionen ständig zu verbessern. Auch in diesem Ansatz bilden strukturelle Merkmale die Basis des Kataloges.

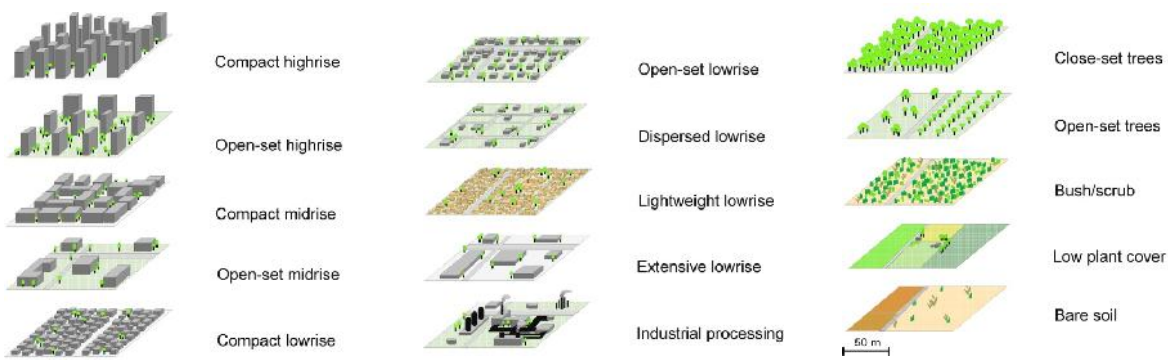


Abbildung 7: „Local Climate Zones“ (Quelle: Steward 2009)

Auf Karlsruhe übertragen fällt allerdings schnell auf, dass einige der vorgeschlagenen Typendefinitionen überhaupt nicht vorkommen (beide Highrise-Typen, auch Dispersed und Lightweight Lowrise sind eher seltener), und die meisten der anderen Typen nicht in derlei Ausformung zu finden sind. Damit bleibt der Typenkatalog für Karlsruhe zu undifferenziert, dennoch bleiben Ansatz, Darstellungsform und Steckbriefmethode für eine Übertragung auf KLIMOPASS interessant.

4.2.4 URBAN ATLAS KARLSRUHE (GMES/COPERNICUS)

Das Projekt Urban Atlas stellt für eine Vielzahl an Städten flächenbezogene Informationen zur Verfügung. Hierdurch soll Fachleuten Grundlagenmaterial zur Beurteilung von Raumveränderungen (Monitoring) oder für räumliche Aufgaben zugänglich gemacht werden. Die Daten basieren bislang auf weitgehend manuellen Luft- bzw. Satellitenbilddauswertungen und folgen einer europaweit einheitlichen Klassifizierung nach lediglich flächenhafter Bebauungsdichte und Versiegelungsgrad in bebauten Bereichen. Gebäudetypologien oder andere Merkmale werden in diesen Bereichen nicht berücksichtigt. Industrie, Handel, öffentliche Nutzungen, Militär und private Einheiten werden darüber hinaus in einer gesonderten Klasse zusammengefasst, woraus sich eine insgesamt für KLIMOPASS zu unspezifische Klassifizierung ergibt. Dennoch bleibt dieses Projekt aus Datensicht als Hilfsmittel und Überprüfungswerkzeug auch für KLIMOPASS verwertbar.

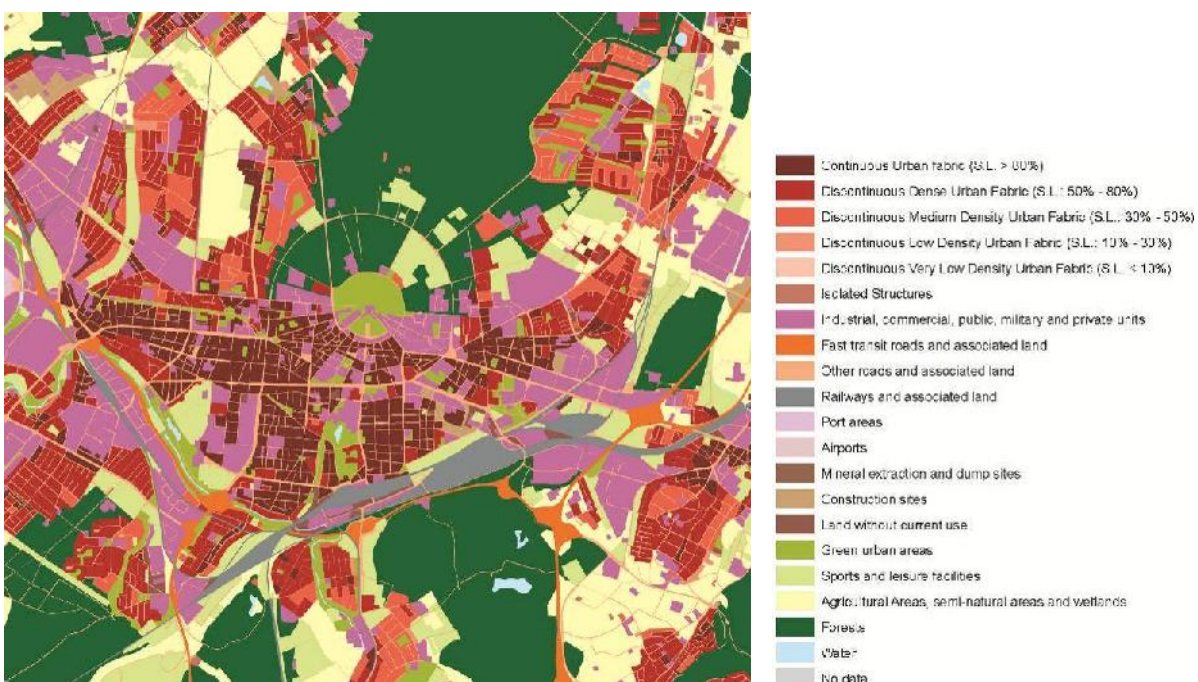


Abbildung 8: Urban Atlas Karlsruhe, Ausschnitt (Quelle: gmes 2011, <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-atlas>)

4.2.5 ZEHN FRAGEN AN KARLSRUHE (VORBEREITUNG RÄUMLICHES LEITBILD/STADTBAUSTEINE)

Die 1997 erschienene Veröffentlichung „Stadtbausteine Karlsruhe“ von Einsele/Kilian bildet die Grundlage der „Stadtstrukturen“ im Vorbereitungsprozess des anvisierten Projekts „Räumliches Leitbild Karlsruhe“. In den „Stadtbausteinen“ werden, ähnlich dem hier verfolgten Ansatz, Stadtstrukturen ähnlicher Eigenschaften und Entstehungszeiten zusammengefasst und sehr anschaulich mit Karten- und Bildmaterial beschrieben.

Räumliches Leitbild „Stadtstrukturen“

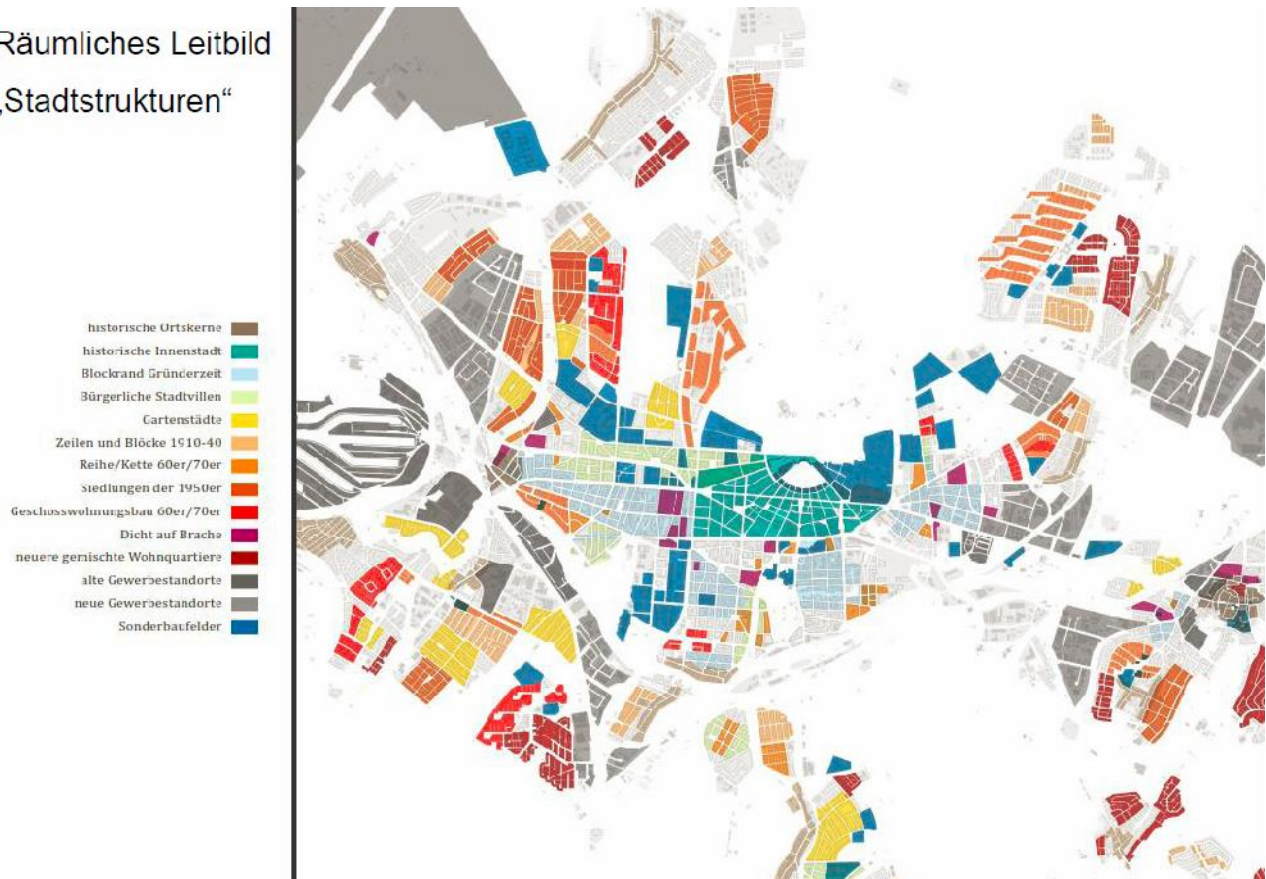


Abbildung 9: Stadtbausteine Karlsruhe (Quelle: eigene Darstellung ASTOC/MESS 2012 auf Grundlage von Einsele/Kilian 1997)

Die „Stadtbausteine“ bzw. „Stadtstrukturen“ erweisen sich als wertvoller Ausgangspunkt für die Ableitung von Stadtstrukturtypen und dienen insbesondere im weiteren Verlauf der näherungsweisen Bestimmung von Entstehungszeiten. Die ursprünglich nur analog vorliegenden, von ASTOC/MESS im Zusammenhang mit der Vorbereitung des „Räumlichen Leitbilds“ digitalisierten Bausteine wurden im Rahmen der KLIMOPASS-Bestandsaufnahme im GIS georeferenziert und attribuiert. Sie können jedoch in verschiedener Hinsicht nicht unmittelbar für das Projekt KLIMOPASS herangezogen werden: Die einzelnen Bausteine sind jedoch für die für KLIMOPASS relevanten Fragestellungen zu kleinteilig, behandeln das Stadtgebiet in weiten Teilen lückenhaft und enthalten naturgemäß nicht die Entwicklungen der letzten 15 Jahre. Außerdem bestehen starke Unterschiede in der Abgrenzungsmethodik: Die Stadtbausteine fassen in erster Linie Gebiete gleicher Entstehungszeiten zusammen, in denen teilweise sehr heterogene Bautypologien zusammengefasst sind, die einer genaueren Betrachtung im Rahmen von KLIMOPASS bedürfen.

4.3 ANALYSE DER SIEDLUNGSSTRUKTUR

4.3.1 DATENGRUNDLAGEN UND -VERARBEITUNG

Für das Projekt KLIMOPASS und die Ableitung der Stadtstrukturtypen wurden von der Stadt Karlsruhe, Liegenschaftsamt (LA), Amt für Stadtentwicklung (AfSta), Gartenbauamt (GBA), Tiefbauamt (TBA) folgende Datengrundlagen zur Verfügung gestellt:

- Automatisierte Liegenschaftskarte ALK, Gebäude und Flurstücke (LA)
- Gebäude des 3D-Stadtmodells LOD1, „Klötzchenmodell“ (LA)
- Gemarkungsgrenze Karlsruhe (LA)
- Digitale Orthophotos als WMS (LA)
- Digitales Geländemodell DGM 50m-Gitter (LA)
- ATKIS (LA)
- Belastungskarte Lärmkartierung 2012 (StplA)
- Stadtteile, Stadtviertel, Baublöcke (AfSta)
- Wohnberechtigte auf Baublockebene aggregiert, weitere Bevölkerungsmerkmale (Altersklassen, Migrationshintergrund, Haushalte, auf Stadtviertel aggregiert (AfSta)
- Grünflächen (GBA)
- Grünanlagen (GBA)
- Grünsystem (GBA)
- Baumkataster (GBA)
- Haltungsflächen (TBA)

Darüber hinaus wurde für die Analyse der Erreichbarkeit von Grünflächen der Straßen- und Wegedatensatz von OpenStreetMap (Stand Mai 2013) herangezogen und entsprechend bearbeitet (siehe Kap. 5.2.5). Weitere Grundlagen stellen die Flächenklassifizierung des Urban Atlas (siehe Kap. 4.2.4) sowie die ins GIS integrierten Stadtbausteine (siehe Kap. 4.2.5) dar.

Alle Daten werden mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems (GIS) verarbeitet, analysiert und visualisiert. Hierbei kommen auch GIS-spezifische städtebauliche Analysen („Geoverarbeitung“) zur Anwendung. Diese Operationen dienen der Identifikation von strukturellen Merkmalen und fördern quartiersbezogene Eigenschaften zutage, die mit gebäudescharfen Aussagen nicht in hinreichender Prägnanz visualisiert werden können.

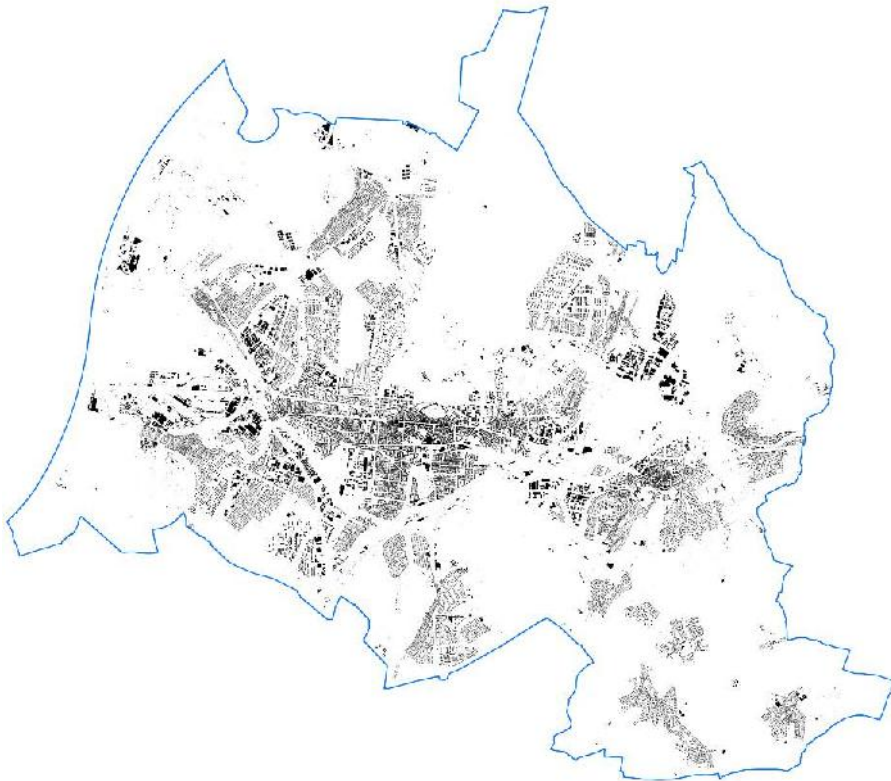
Bei aller Leistungsfähigkeit der technischen Systeme ist jedoch immer der geschulte Blick eines Stadtplaners vonnöten, um wesentliche Phänomene erkennen, bewerten und in konkrete Aussagen überführen zu können. Daher finden stets, wie eingangs unter „Methodik“ beschrieben, parallel zur computergestützten Datenverarbeitung manuelle Überzeichnungen mit Stift und Papier statt, die letztlich zur Herstellung der Weiterverwendung wieder georeferenziert digitalisiert werden.

4.3.2 FORMALSTRUKTURELLE MERKMALE

Im ersten Schritt erfolgen gesamtstädtische Betrachtungen der geometrischen Merkmale der zur Verfügung gestellten Geodaten, um wesentliche formale Struktureigenschaften der Siedlungsfläche zu ermitteln und zu visualisieren. Die wichtigsten Merkmale stellen hierbei der Footprint („Gebäudegrundfläche“), die mittlere Höhe (aus dem LOD1-Datensatz) sowie das daraus zu ermittelnde jeweilige Gebäudevolumen dar.

Der sogenannte „Schwarzplan“, in dem lediglich die Gebäudegrundflächen unabhängig von ihrer Art oder Nutzung einheitlich in Schwarz dargestellt werden, zeigt das prägnante Verteilungsmuster der Karlsruher

Siedlungsgeschichte. Deutlich zu sehen sind hierbei die verschiedenen Bebauungsformen, -größen und -dichten, hierunter sehr heterogene Bereiche, aber auch zahlreiche scharf abgrenzbare Quartiere mit homogenen und gleichmäßigen Mustern. Der Schwarzplan gibt einen ersten Überblick und bildet den Ausgangspunkt der städtebaulichen Analysen zur Ableitung der Stadtstrukturtypen.



KLIMOPASS Karlsruhe
berchtoldkrass space&options

Abbildung 10: Schwarzplan Karlsruhe

Mit Hilfe von Raumstatistik und Dichteanalysen können Sach- und geometrische Daten weiter analysiert und aufbereitet werden. Oft werden hierbei gesamtstädtische Verteilungsphänomene sichtbar, die sonst in den Attributtabelle versteckt bleiben. Die folgenden Karten zeigen Beispiele solcher Geoverarbeitungsprozesse.

Abbildung 11 unten zeigt die Dichte der Gebäudegrundflächen. Aus diesem „rein zweidimensionalen“ Merkmal lassen sich zwar für die Ableitung von Stadtstrukturtypen erste Einschätzungen zu differenzierten Dichten ablesen, die Karte ist jedoch nur im Zusammenspiel mit weiteren Analysen, insb. zur Höhenentwicklung aussagekräftig (s.u.).

Interessant ist beispielsweise die Aussage des zentralen Bereichs der Waldstadt. Die aufgrund der städtebaulichen Konzeption locker in die Waldparzellen positionierten Zeilengebäude weisen in dieser (zweidimensionalen) Betrachtung sehr geringe Dichtewerte auf, auch gegenüber vielen vermeintlich sehr aufgelockert bebauten Einfamilienhausgebieten. Dies rührt aus dem, in der Waldstadt vorherrschenden, hohen Anteil an Freiräumen und Verkehrsflächen her.

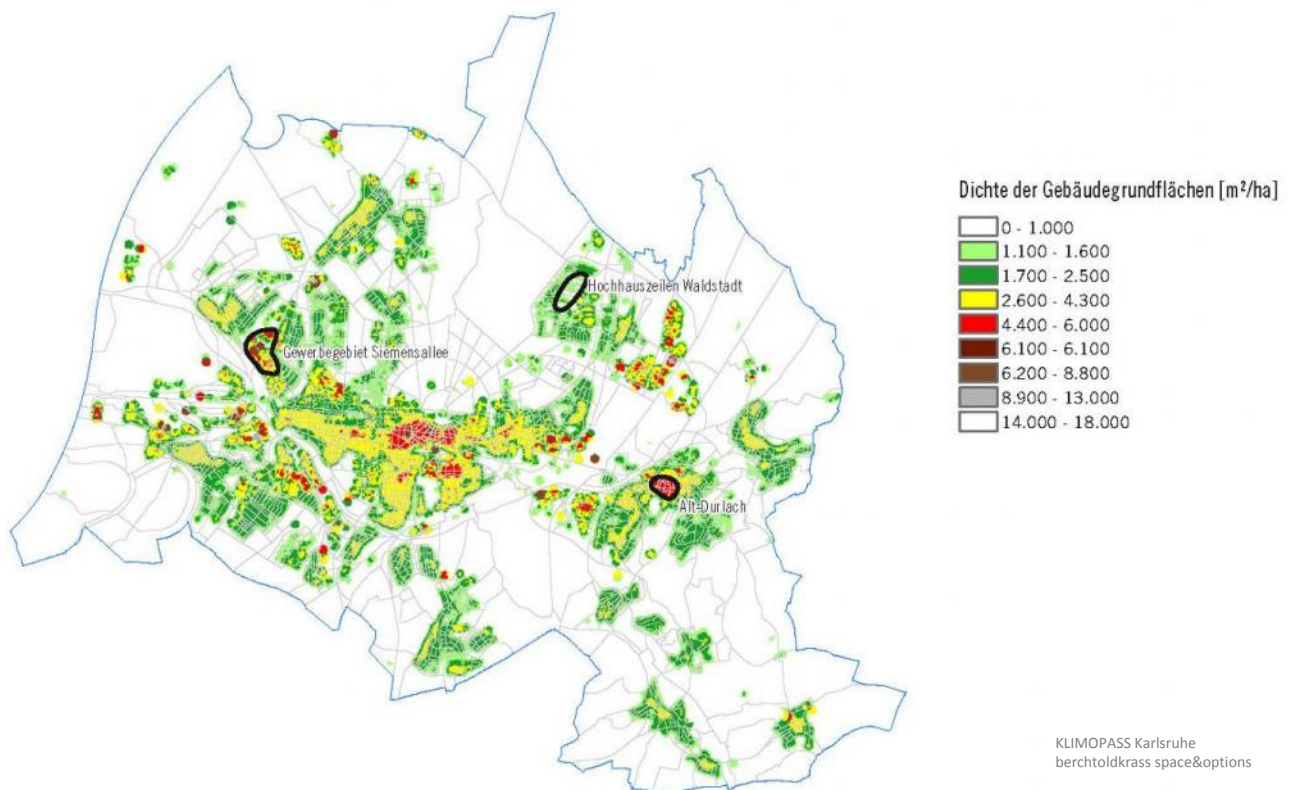


Abbildung 11: Dichteverteilung der Gebäudegrundflächen

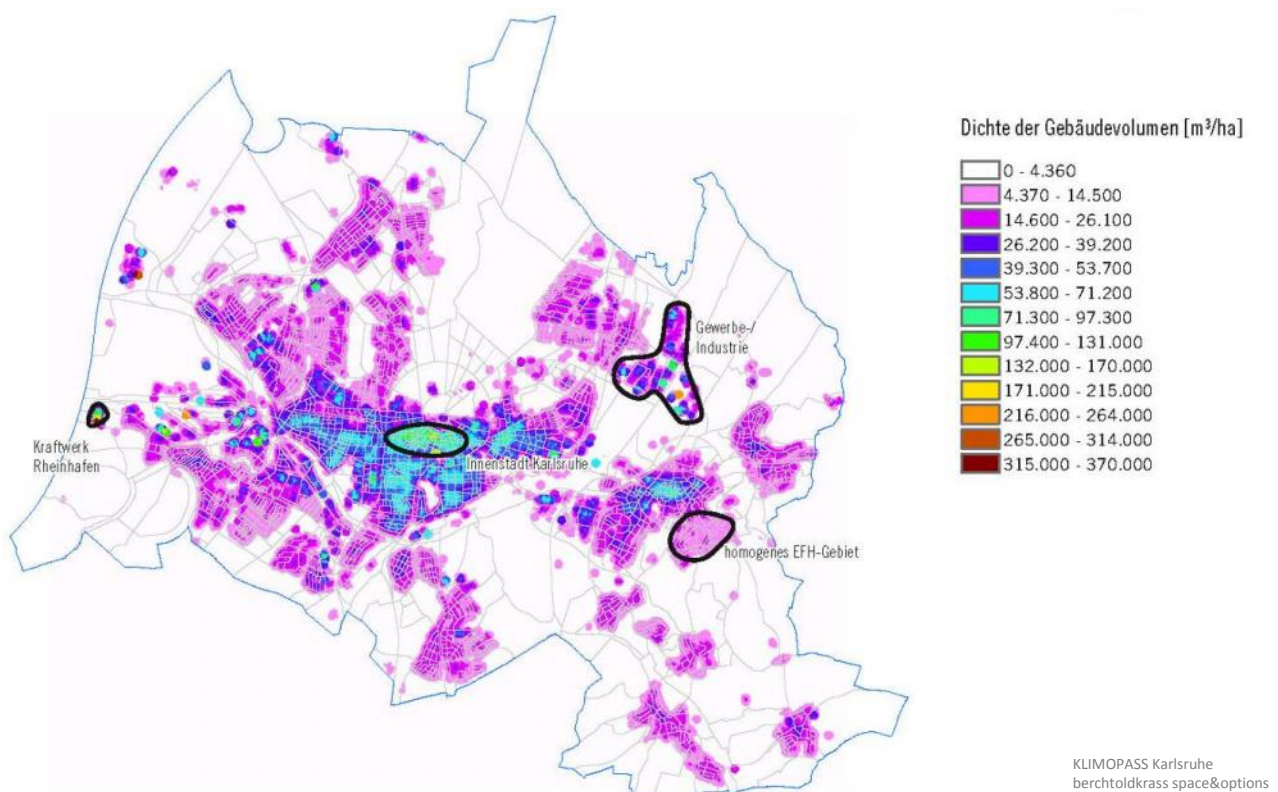


Abbildung 12: Dichteverteilung der Gebäudevolumen

In der Dichteverteilung der Gebäudevolumina in Abbildung 12 kommen die heterogenen und insb. homogenen Bereiche noch deutlicher zum tragen als in der reinen Flächenbetrachtung. Naturgemäß sind hierbei die großvolumigen (Gewerbe- und Industriegebiete, Großstrukturen) oder besonders hohen Gebäude (Schorn-

steine) sehr deutlich zu sehen. Der Kernbereich der Waldstadt wird hier durch die Höhe der Gebäude gegenüber Abbildung 11 deutlich prägnanter. Noch deutlicher wird dieses Strukturmerkmal der Waldstadt in der folgenden Abbildung.

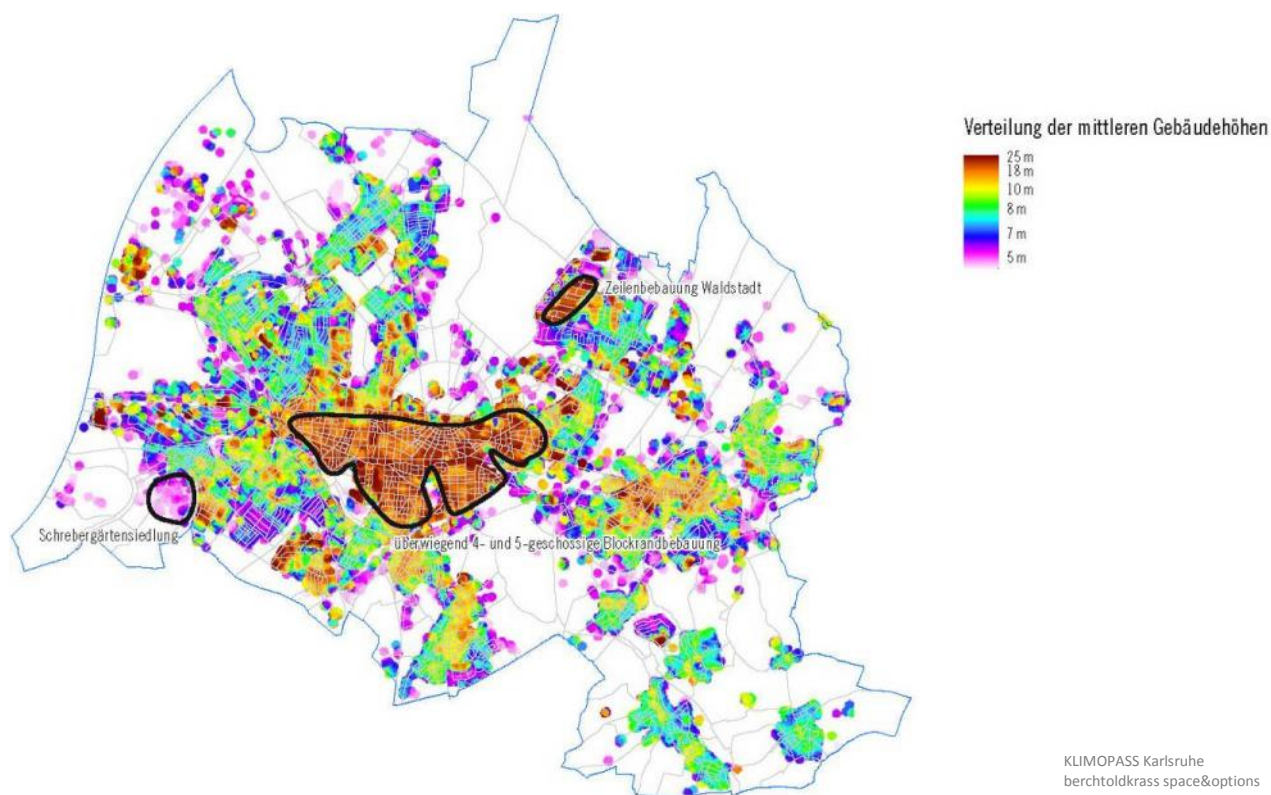


Abbildung 13: Dichteverteilung der Gebäudehöhen

Werden Volumen- und Flächenverteilungen dividiert, so erhält man eine Karte der mittleren Gebäudehöhen. Hierbei kommen im Gegensatz zu den vorhergehenden Karten sehr auffällig diejenigen Bereiche heraus, die trotz geringer Grundflächendichte hohe Werte erzeugen, wie etwa der Kernbereich von Waldstadt-Waldlage, Teile von Oberreut oder kleinräumige Bereiche an den Rändern älterer Dorferweiterungen (z.B. Rüppurr-Battstraße).

Die folgende Abbildung 14 zeigt die statistische Bandbreite der vorkommenden Gebäudehöhen in einem 100m-Suchradius. Diese Darstellung dient der Abbildung von Bereichen homogener oder heterogener Höhenentwicklung bzw. „Rauigkeit“; aber auch Karlsruhes spezifische Hochpunkte kommen deutlich zum Vorschein. In der Waldstadt werden die Charakteristika der städtebaulichen Konzeption an der Westkante zum Hardtwald wiederum deutlich abgebildet: Die punktuellen Höhendifferenzen der Punkthochhäuser setzen sich deutlich von den eher gleichmäßigen Zeilen- und auch EFH-Bereichen ab.

Auch bei dieser Karte werden durch Quervergleiche mit den anderen Karten differenzierte Zusammensetzungen der Quartiere nach einzelnen Merkmalen deutlich, aus denen sich iterativ die Stadtstrukturtypen ableiten lassen.

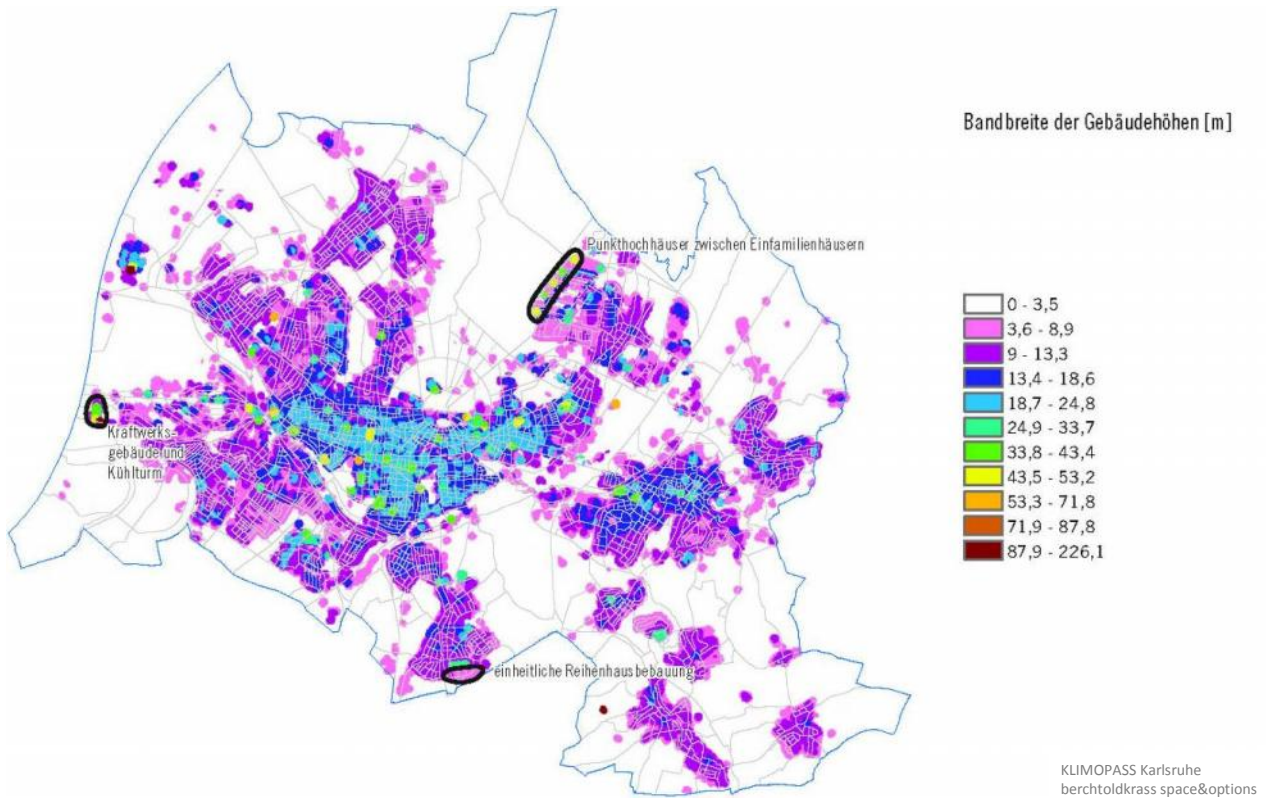


Abbildung 14: Bandbreite der Gebäudehöhen

4.3.3 NUTZUNGSSTRUKTURELLE MERKMALE

Ebenso wie die formal-geometrischen Merkmale geben die nutzungsbezogenen Merkmale Auskunft über die Beschaffenheit von Stadtbereichen bzw. deren Benutzung durch Einwohner, Berufstätige oder Besucher.

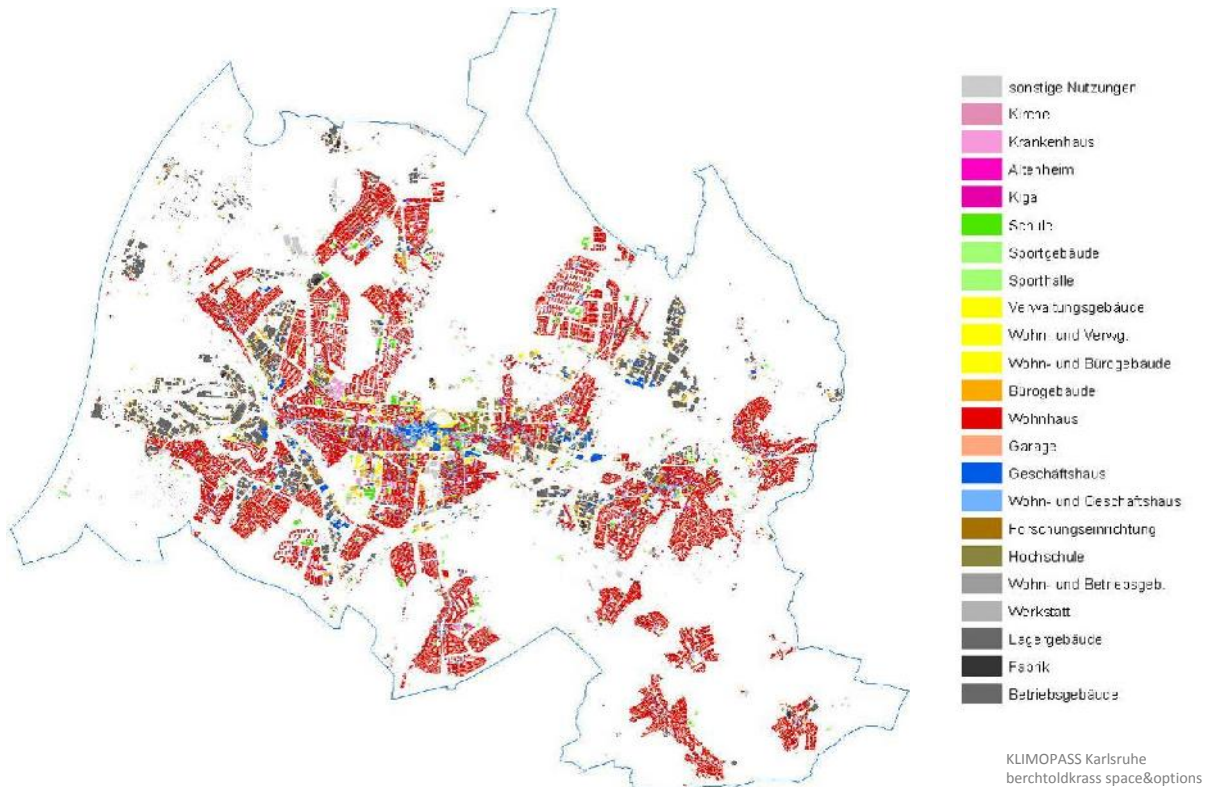


Abbildung 15: Gebäudenutzungen, reduzierter Nutzungskatalog

Als zweiter Ausgangspunkt analog zum Schwarzplan bildet der Plan der Gebäudenutzungen deutliche Verteilungen ab. Farblich dargestellt werden in Abbildung 15 nur die 23 häufigsten Gebäudenutzungstypen, ähnliche Nutzungen werden dabei farblich zusammengefasst, alle sonstigen einheitlich in hellem Grau (siehe Legende). Auch hier kommen spezifische Karlsruher Verteilungsmuster prägnant zum Vorschein. Insbesondere wird deutlich, dass Karlsruhe mit den wenigen Ausnahmen im Kern, Durlach und Mühlburg, meist eindeutig ablesbare Nutzungszonierungen aufweist. Überwiegende Nutzungen sind Wohnen (mit eingestreuten Ergänzungsnutzungen aus Versorgung und Sozialinfrastruktur) und Gewerbe.

Etwas abstrahierter beschreibt Abbildung 16 die Lage der *überwiegenden* Gebäudenutzungen in einem Suchradius von 100 Metern (raumstatistische Analyse). Hierbei ist interessant, dass neben den vorherrschenden Wohn- und Gewerbegebieten signifikante Bereiche mit „Garagen“ auftauchen. Dies hat zum Teil Gründe in der städtebaulichen Konzeption (z.B. Garagenhöfe in der Waldstadt).

Aus der Überlagerung der einzelnen Karten lassen sich wiederum Schlüsse zur differenzierten Beschaffenheit der Quartiere ziehen, die zur Identifizierung der Strukturtypen dienen.

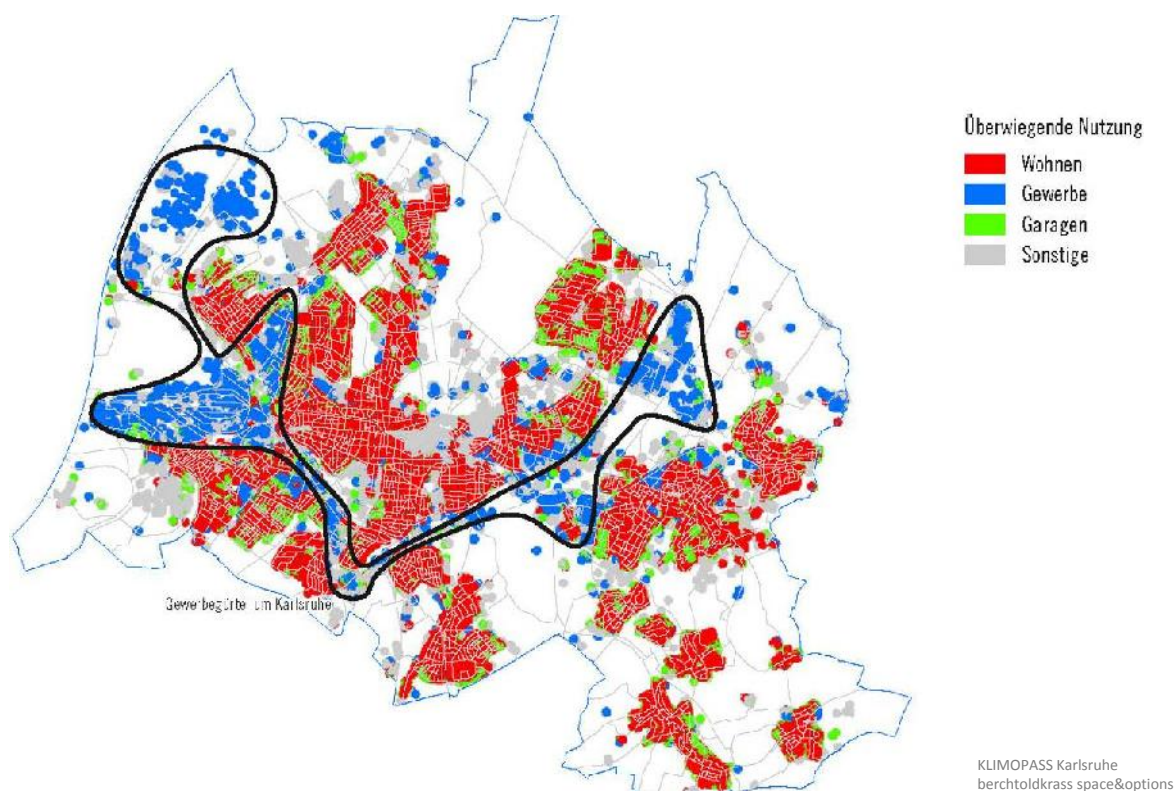


Abbildung 16: Überwiegende Nutzung nach Gebäudevolumen

Abbildung 17 unten zeigt dagegen die Vielfalt der in einem 100m-Suchradius vorkommenden Gebäudenutzungen. Auffällig sind wiederum die Bereiche mit geringer Nutzungsvielfalt in den Wohngebieten, aber auch die höhere Vielfalt des Durlacher Kerns gegenüber der Karlsruher Innenstadt: Durlach ist deutlich kleinräumiger und weist höhere Wohnanteile auf, die Karlsruher Innenstadt zeigt sich dagegen großräumiger verteilt und durch weniger Wohnanteile auch monostrukturierter. Ebenso wie der Ortskern von Durlach weisen die historischen Kerne der ehemals selbständigen Dörfer eine signifikant höhere Vielfalt der Nutzungen auf.

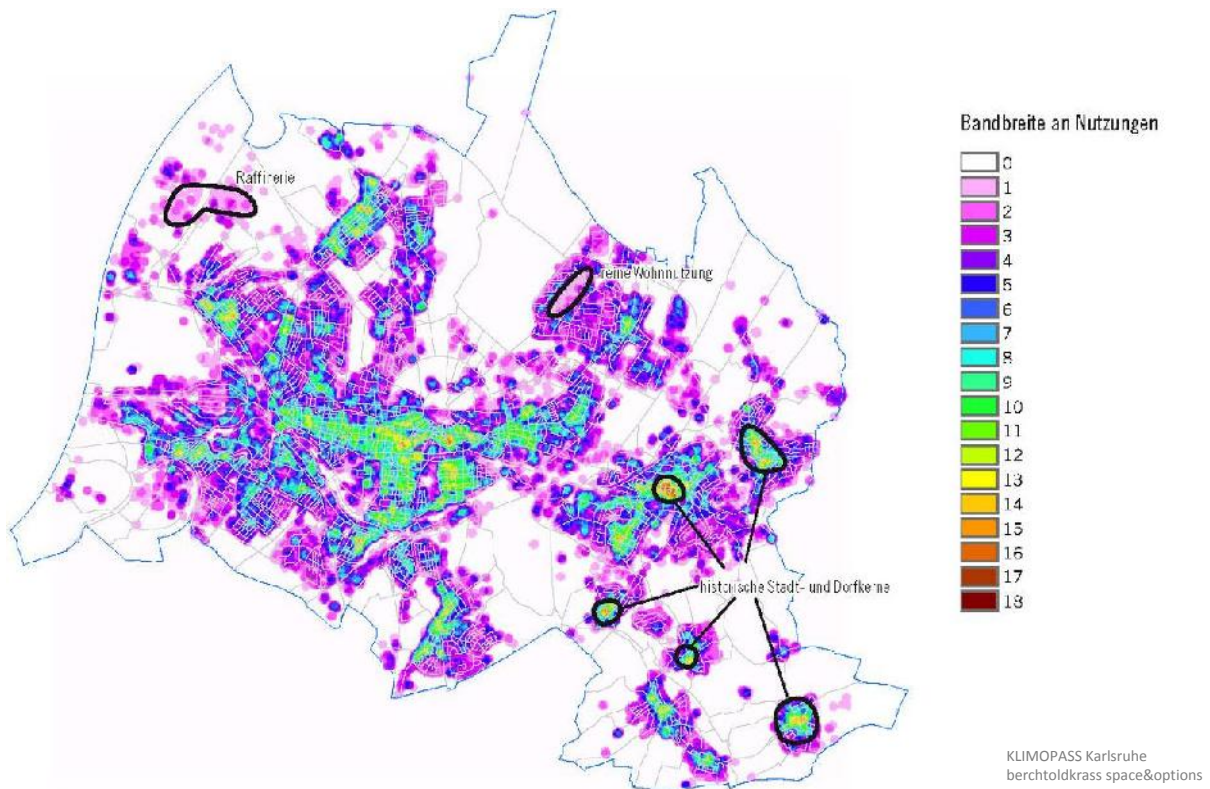


Abbildung 17: Bandbreite an Nutzungen

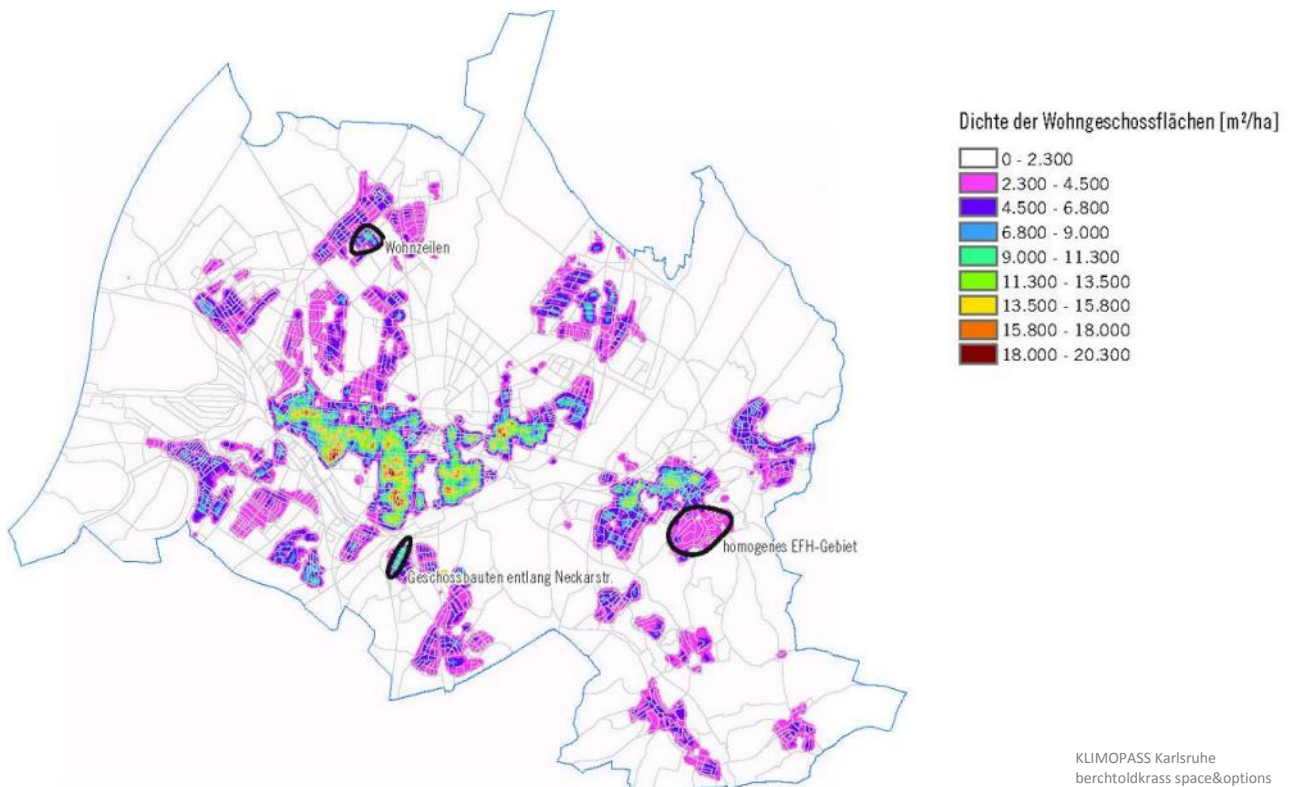


Abbildung 18: Dichte der Wohngeschossflächen [m²/ha]

Abbildung 18 beschreibt schließlich die Dichten der Geschosflächenanteile von Wohnnutzung. Auffällig sind die Schwerpunkte in Oststadt, Südstadt und Südweststadt bis Mühlburg sowie die „Wohnbänder“ östlich und westlich der Marktplatzumgebung, die auf gegenüber dem sonstigen Kern veränderte Typologien

hinweisen. Bei näherem Hinsehen befinden sich hier Bereiche mit geringen Kriegszerstörungen und damit höhere Anteile strukturell dichter Gebäude mit Wohnanteil. Interessant stellt sich auch der Vergleich mit der Bevölkerungsdichte dar (Kap. 5.2.3). Die Kombination dieser Karten könnte unter Umständen Aufschluss über die Größenordnungen der verfügbaren Wohnfläche pro Person in den jeweiligen Quartieren geben.

4.4 STADTSTRUKTURTYPENKATALOG KLIMOPASS KARLSUHE 2012

Aus der iterativen Durcharbeitung der Karten aller analysierten strukturellen Merkmale wurde ein Katalog von 12 Karlsruher Stadtstrukturtypen für die weitere Bearbeitung entwickelt und mit dem Stadtplanungsamt abgestimmt.

Die Anzahl von 12 Typen wird als gut geeignet für die weitere Bearbeitung angesehen, da die Typen gleichzeitig ausreichend differenzieren und hinreichend reduzieren. Eine geringere Anzahl erwies sich in der Bearbeitung als hinderlich, ebenso führte eine höhere Anzahl zu einem erheblichen „Zerfleddern“ von an sich homogenen Gebieten. Daher ist die Typisierung bezogen auf die einzelnen Instanzen bzw. Quartiere als „überwiegend“ zu sehen, d. h. innerhalb der Gebiete finden sich regelmäßig auch „Fremdstrukturen“ in geringerer Anzahl. Dies lässt sich wegen der gesamtstädtischen Auflösung nicht vermeiden. Insbesondere die sensiblen Nutzungen, die oftmals strukturell vom „Leitmuster“ einer Kategorie abweichen, wurden bewusst aus methodischen Gründen in den Quartieren belassen.

Der Katalog im Projekt KLIMOPASS enthält folgende 12 Stadtstrukturtypen:

- 01 Geschlossene Blockrandbebauung
- 02 Offene Blockrandbebauung
- 03 Zeilenbebauung
- 04 Ortskern
- 05 Aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte (MFH)
- 06 Kompakte EFH-Typen (überwiegend Reihen- und Kettenhaustypen)
- 07 Lockere Bebauung geringer Dichte (überwiegend EFH)
- 08 Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung
- 09 Bereiche mit Großstrukturen
- 10 Gewerbe
- 11 Industrie
- 12 Sondergebiet

Auf den Folgeseiten sind die Stadtstrukturtypen in ihrem gesamtstädtischen Zusammenhang sowie anhand schematischer Beispieltypen des Karlsruher Stadtgebiets dargestellt.

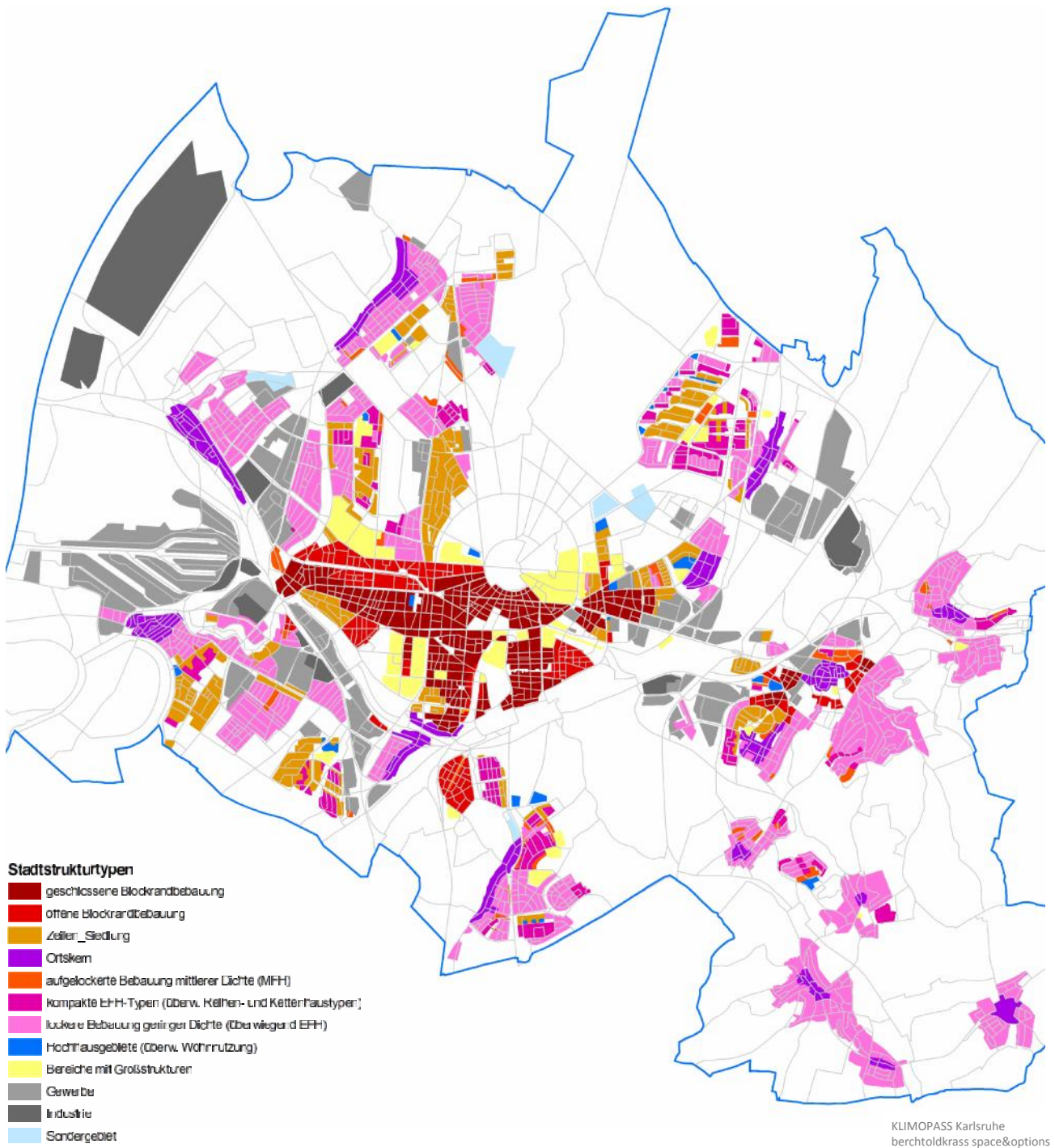
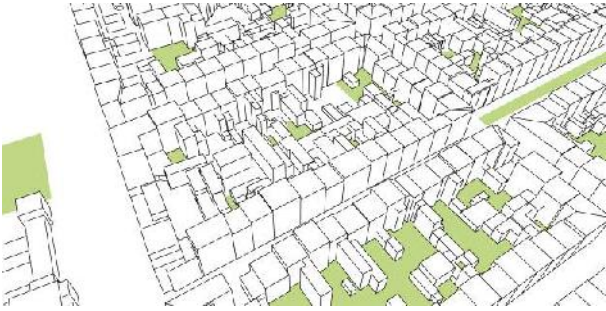


Abbildung 19: Übersicht über alle 12 Stadtstrukturtypen, berchtoldkrass space&options 2013



Typ 01: Geschlossene Blockrandbebauung



Typ 02: Offene Blockrandbebauung



Typ 03: Zeilenbebauung



Typ 04: Ortskern



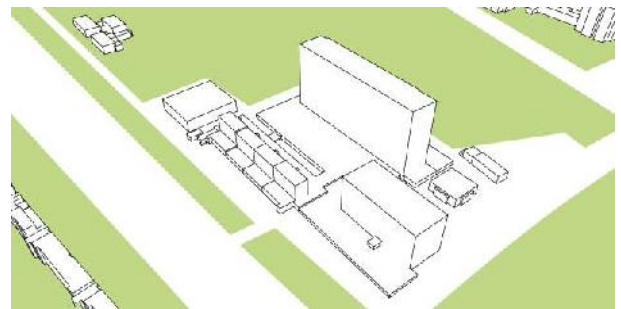
Typ 05: Aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte (MFH)



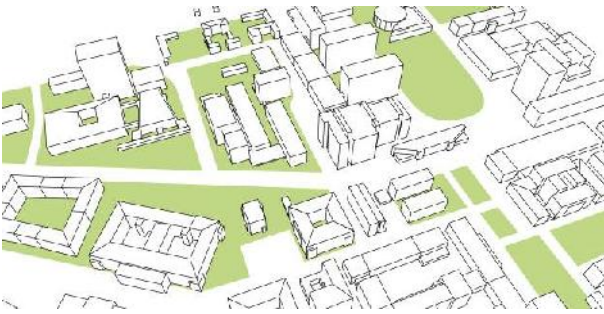
Typ 06: Kompakte EFH-Typen (Reihen- und Kettenhaustypen)



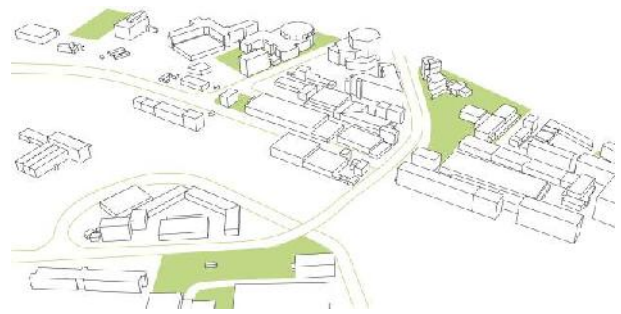
Typ 07: Lockere Bebauung geringer Dichte (überwiegend EFH)



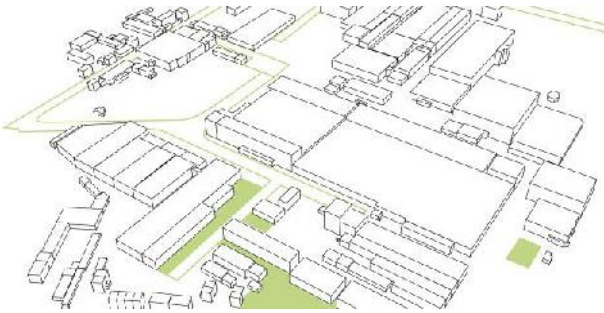
Typ 08: Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung



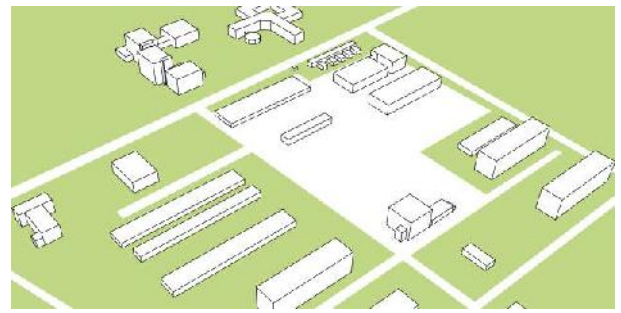
Typ 09: Bereiche mit Großstrukturen



Typ 10: Gewerbe



Typ 11: Industrie



Typ 12: Sondergebiet

Alle Stadtstrukturtypen werden im Anhang Teil B nach ihren wesentlichen Merkmalen und der spezifischen Lage im Stadtgebiet steckbriefartig beschrieben: Hierbei enthalten sind Karten der Verteilung und Illustrationen, textliche Beschreibungen (Bautypologien, Erschließungsmuster, Art der öffentlichen und privaten Grünflächen), sowie die wichtigsten Kenngrößen (Größe, Einwohner, baustrukturelle Merkmale).

Die Beschreibung der Stadtstrukturtypen dient gleichzeitig der Vorbereitung der Formulierung von Maßnahmen in der zweiten Projektphase, da diese vorwiegend in die vorgefundene Situation der in den Steckbriefen beschriebenen Aspekte (z.B. Baustruktur oder Vorhandensein bzw. Ausgestaltung öffentlicher und privater Grünflächen) eingreifen und sich hieraus unmittelbar Ansätze ableiten lassen.

5. Räumliche Analyse klimatischer und nicht-klimatischer Kriterien

5.1 LEITKRITERIUM BIOKLIMA

Dass ein verifizierbarer Zusammenhang zwischen der menschlichen Gesundheit und den Witterungsverhältnissen (also Wetter und Klima) existiert, ist nicht nur allgegenwärtiger Konversationsgegenstand in der breiten Bevölkerung, sondern schon seit längerer Zeit auch Stand der Wissenschaft (vgl. Faust 1976, Moriske et al. 2006). Anerkannt ist mindestens ebenso lange, dass sich das Klima in Städten (=Stadtklima) anders ausprägt, als unter natürlichen oder naturnahen Bedingungen im unbebauten bzw. ländlichen Raum (vgl. Baumüller 1995). So lassen sich - besonders ausgeprägt bei stabilen Hochdruck- bzw. Strahlungswetterlagen - für alle Hauptklimaparameter signifikante Abweichungen des Stadtklimas vom Umlandklima feststellen (vgl. Fezer 1995).

Eine besondere Beachtung an der Schnittstelle Stadtklimatologie und Biometeorologie wird seit jeher der Temperatur beigemessen. Gemeinsam mit weiteren Wetter- bzw. Klimaelementen stellt sie die wichtigste Einflussgröße für den menschlichen Klimakomfort dar. Um diesen vergleichbar abbilden zu können, ist die empirisch-mathematische Kombination der Lufttemperatur mit der Windgeschwindigkeit, dem Wasserdampfdruck der Luft und der Strahlungstemperatur sowie deren Verknüpfung mit dem Wärmehaushalt des Menschen in einer „Behaglichkeitsgleichung“ (Fanger 1972) Stand der Technik. Mithilfe des Klima-Michel-Modells (Jendritzky et al. 1990) bzw. des Indikators PMV (Predicted Mean Vote) lassen sich standardisierte, belastbare Aussagen zur biologischen Wirkung des atmosphärischen Zustandes formulieren (vgl. Tabelle 1 und VDI 2008). Angesichts der Tatsache, dass der Klimawandel vor allem zu höheren Durchschnittstemperaturen und erhöhten Auftretshäufigkeiten von Hitzetagen und -perioden führen wird, ist für das vorliegende Projekt die physiologische Wirkung „Hitzestress“ relevant.

Tabelle 1: Predicted Mean Vote PMV, thermisches Empfinden und Belastungsstufen (Quelle: verändert nach VDI 2008, 17)

PMV	Thermisches Empfinden	Belastungsstufe	Physiologische Wirkung
-3,5	sehr kalt	extreme Belastung	Kältestress
-2,5	kalt	starke Belastung	
-1,5	kühl	mäßige Belastung	
-0,5	leicht kühl	schwache Belastung	leichte Kältebelastung
0	behaglich	keine Belastung	keine Wirkung
0,5	leicht warm	schwache Belastung	leichte Wärmebelastung
1,5	warm	mäßige Belastung	
2,5	heiß	starke Belastung	Hitzestress
3,5	sehr heiß	extreme Belastung	

Hitzestress führt zu einer erhöhten Morbidität und Mortalität durch Herz- Kreislaufkrankungen (VDI 2008, 9). Als Risikogruppen gelten dabei Kleinkinder und Senioren sowie Menschen mit einer einschlägigen Vorerkrankung (Sperk und Mücke 2009, siehe auch Kapitel 5.2.4). Grundsätzlich sollte dabei sowohl die Situation am Tage als auch in der Nacht betrachtet werden. Am Tage ist es die direkte Hitzeeinwirkung, von der im Zusammenspiel mit der eingeschränkten Fähigkeit zur Thermoregulation (Kleinkinder) bzw. mit der ver-

minderten Leistungsfähigkeit des Herz-Kreislaufsystems (hochbetagte Menschen) die Gesundheitsgefahr ausgeht. Von diesem Hitzestress kann sich der Organismus nur durch einen erholsamen Schlaf regenerieren, der bei erhöhten Nachttemperaturen aber erheblich gestört werden kann.

Diesem Zusammenhang wird im Projekt Rechnung getragen, in dem im Projekt die Auftrittshäufigkeit sowohl von Tagen mit Hitzestress am Tage (PMV 2,5) als auch von Tropennächten ($T_{\min} > 20^{\circ}\text{C}$) berücksichtigt wird. In Erkenntnis des Klimawandels darf sich die entsprechende räumlich differenzierte Analyse nicht lediglich auf die heutige Situation beziehen, sondern muss auch die zukünftige klimatische Entwicklung berücksichtigen.

Für den Bundesdeutschen Raum stehen gegenwärtig 69 sich potentiell voneinander unterscheidende Klimazukünfte zur Verfügung (vgl. Abbildung 20). In der Klimafolgenanpassungspraxis hat sich dabei eine Konzentration auf das A1B Szenario (ggf. ergänzt durch weitere Szenarien, sog. Ensembleansatz) durchgesetzt. Die dynamischen Klimamodelle (CLM und REMO) weisen gegenüber den statistischen Ansätzen von WETTREG und STAR den Vorteil von konsistenten Datensätzen auf, bei denen die Abhängigkeiten der meteorologischen Größen berücksichtigt werden. Für das vorliegende Projekt wird daher auf die Kombination CLM/A1B zurückgegriffen. Die räumliche Auflösung der entsprechenden Daten liegt bei 20km. Deren Ergebnisse werden mithilfe des mesoskaligen 3D-Modells FITNAH i.V.m. dem Methodenpaket Envelope unter Berücksichtigung der dreidimensionalen Nutzungsstruktur sowie der Wetterlagenstatistik auf ein dem Planungsmaßstab einer Stadt angemessenes Rechengitter von 50m intelligent herunter skaliert.

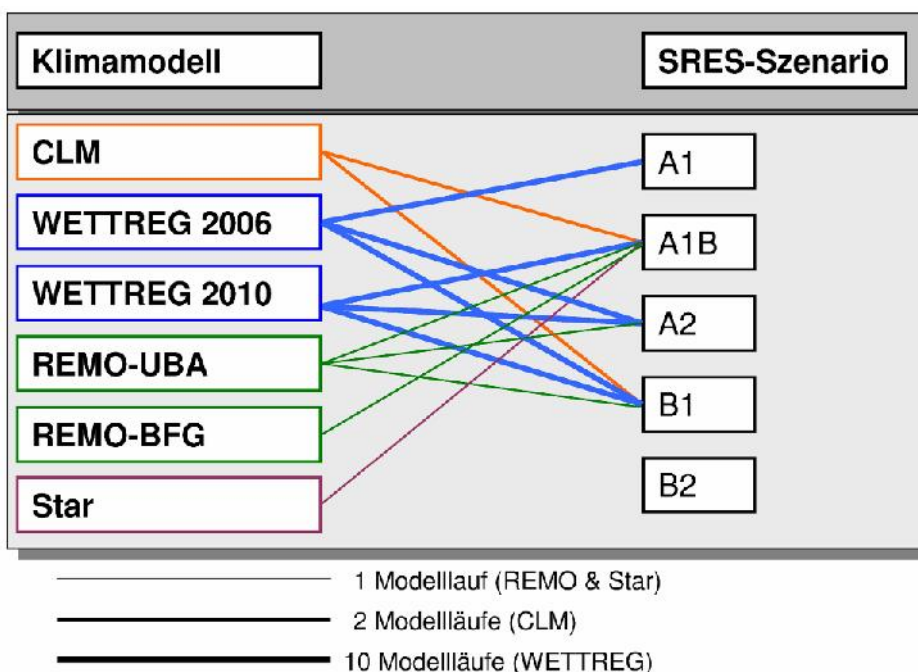


Abbildung 20: Für Deutschland gegenwärtig verfügbare Klimamodelle und -szenarien

Die entsprechenden Rohdaten standen aus der TFS und vor allem dem InnenKlima-Projekt grundsätzlich bis zum Jahr 2100 zur Verfügung. Als Planungshorizont für die Stadtquartiersentwicklung wurde im vorliegenden Projekt eine mittelfristige Perspektive bis zur Mitte des Jahrhunderts für angemessen betrachtet. So dass die vorliegenden (bis dato aber nicht im Detail analysierten) Daten als Durchschnittswerte für die Gegenwart (Dekade 2001-10) und eine mittelfristige Zukunft (2046-2055) für die spezielle Fragestellung des Rahmen-

plans Klimaanpassung in Wert gesetzt worden sind. Um den Entscheidungsträgern ein Gefühl für den weiteren Verlauf des Stadtklimawandels zu vermitteln, wurde darüber hinaus auch ein langfristiges Szenario (2090-2099) ausgewertet, das für die eigentliche Ausweisung der Hot-Spots aber keine Rolle spielte.

Die Überführung der räumlichen Verteilung der absoluten Auftrittshäufigkeit der beiden ausgewählten Kenngröße in eine unmittelbar von jedermann deutbare Karte mit Klassifizierungen zwischen hoher und sehr niedriger bioklimatischer Belastung (vgl. Tabelle 2) in den Stadtquartieren erfolgte getrennt für die beiden Zeiträume mithilfe des statistischen Verfahren der z-Transformation unter Lösung folgender Gleichungen:

$$(G1): B_{Tag} = H_{aPMV(G)} * H_{MwPMV(G)} / S_{PMV(G)} \quad (G2): B_{Tag} = H_{aPMV(Z)} * H_{MwPMV(G)} / S_{PMV(G)}$$

$$(G3): B_{Nacht} = H_{aTN(G)} * H_{MwTN(G)} / S_{TN(G)} \quad (G3): B_{Nacht} = H_{aTN(Z)} * H_{MwTN(G)} / S_{TN(G)}$$

wobei:

B_{Tag} = Bewertungsklasse bioklimatische Belastung für die Tagsituation

B_{Nacht} = Bewertungsklasse bioklimatische Belastung für die Nachtsituation

$H_{aPMV(G/Z)}$ = absolute Auftrittshäufigkeit von Tagen mit Hitzestress im Gegenwarts- (2001-10) bzw. Zukunftsszenario (2046-2055)

$H_{MwPMV(G)}$ = Mittelwert der Auftrittshäufigkeit von Tagen mit Hitzestress im Gegenwartsszenario (2001-10)

$S_{PMV(G)}$ = Standardabweichung der Auftrittshäufigkeit von Tagen mit Hitzestress im Gegenwartsszenario (2001-10)

$H_{aTN(G/Z)}$ = absolute Auftrittshäufigkeit von Tropennächten im Gegenwarts- (2001-10) bzw. Zukunftsszenario (2046-2055)

$H_{MwTN(G)}$ = Mittelwert der Auftrittshäufigkeit von Tropennächten im Gegenwartsszenario (2001-10)

$S_{TN(G)}$ = Standardabweichung der Auftrittshäufigkeit Tropennächten im Gegenwartsszenario (2001-10)

Tabelle 2: Klassifizierungen von z-Werten

z-Wert	Bioklimatische Belastung
-1	sehr gering
< 1 bis 0	gering
> 0 bis 1	mittel
> 1	hoch

Aus der Anwendung dieses Ansatzes resultieren vier Bewertungen je Stadtquartier. Entsprechend der übergeordneten Methodik bilden diejenigen Stadtquartiere, die am Tage und/oder in der Nacht eine bioklimatische Belastung von „hoch“ aufweisen, den Suchraum für Hot-Spots der Hitzebelastung in Karlsruhe. Dieser ist in Abbildung 21 vereinfacht auf der Ebene der Stadtstrukturtypen dargestellt. Dabei sind unter „nicht belastete Quartiere“ die Klassifizierungen „sehr gering“, „gering“ und „mittel“ zusammengefasst, um den Blick auf die im Sinne des Projektes relevanten Quartiere zu fokussieren¹.

¹ Einige weitere (auch räumlich und tageszeitlich differenziertere) Abbildungen finden sich im Anhang.

Die Abbildung verdeutlicht, dass bereits heute in 6 der insgesamt 12 Stadtstrukturtypen Quartiere existieren, die einer bioklimatisch hohen Belastung ausgesetzt sind. Insbesondere die innerstädtischen geschlossenen Blockrandbebauungen sowie Gewerbeflächen sind betroffen. Aber auch Typen wie Zeilensiedlungen oder Wohn-Hochhäuser weisen vereinzelt schon in der Ausgangssituation eine hohe Betroffenheit auf. Zur Mitte des Jahrhunderts dehnen sich die bioklimatisch belasteten Gebiete räumlich aus. Es weisen nun auch vermehrt Quartiere außerhalb der Kernstadt eine hohe Belastung auf. Dabei existiert kein Quartier, das zwar in der Ausgangssituation eine hohe Belastung aufweist, aber 2050 nicht mehr. Mit dieser Entwicklung geht auch einher, dass mit dem „Ortskern“, dem „MFH aufgelockert“, dem „Blockrand offen“ und dem „Sondergebiet“ vier weitere Stadtstrukturtypen in die Gruppe der von potentiellem Hitzestress betroffenen Gebiete aufgenommen werden müssen. Damit werden mittelfristig einzig sämtliche (sowohl lockeren als auch kompakt bebauten) Einfamilienhaussiedlungen einer lediglich gemäßigten bioklimatischen Belastung ausgesetzt sein. Hier wird sich erst zum Ende des Jahrhunderts eine signifikante Belastungssituation einstellen (vgl. Anhang, S. 64ff).

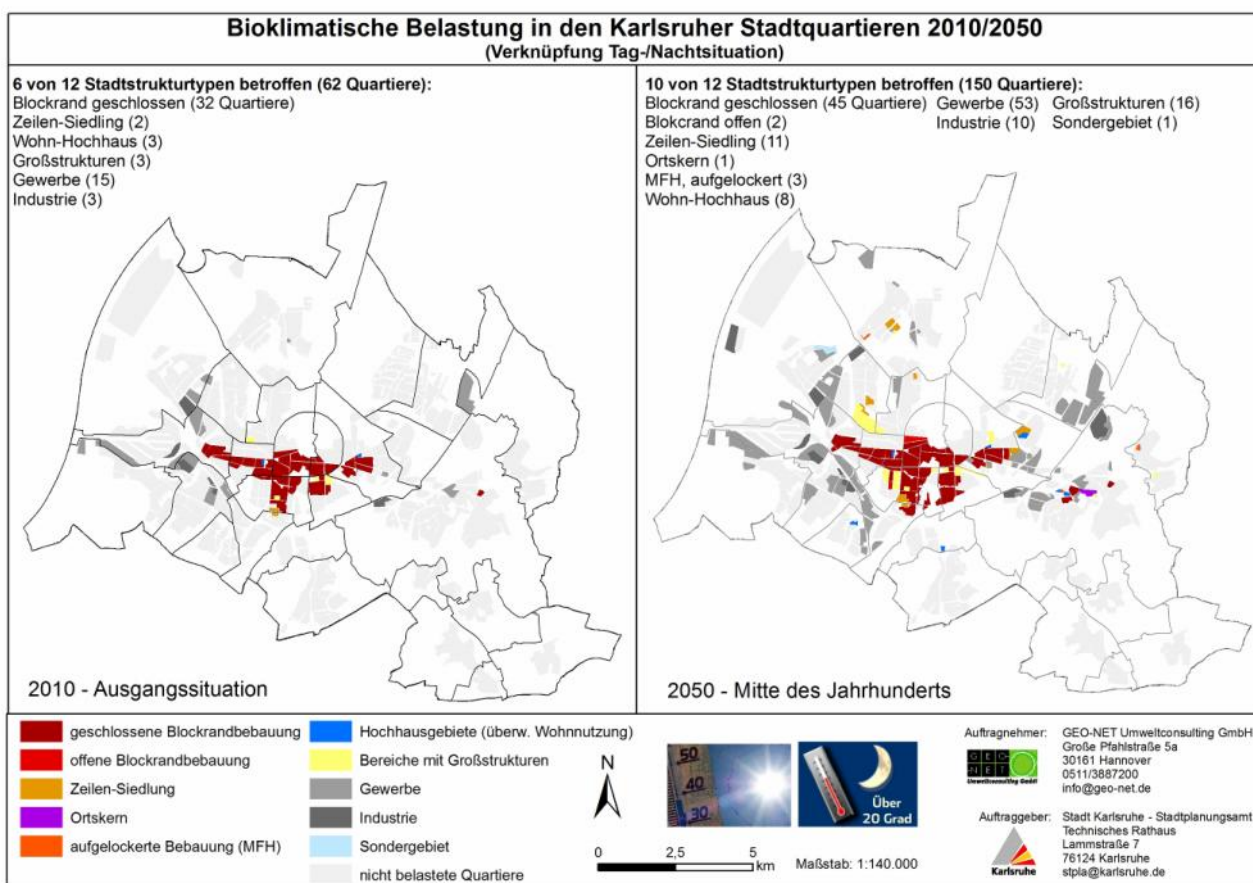


Abbildung 21: bioklimatische Belastung (Verknüpfung Tag-/Nachtsituation) in den Karlsruher Stadtquartieren in der Ausgangssituation (2010) und zur Mitte des Jahrhunderts (2050)

Für diejenigen Stadtstrukturtypen, für die sich nur ein Quartier ergibt, das eine hohe bioklimatische Belastung am Tage und/oder in der Nacht aufweist, ergibt sich die Identifizierung der jeweiligen Hot-Spots quasi von selbst (siehe Kapitel 6). Hierbei handelt es sich allerdings lediglich um die Typen „Ortskern“ und „Sondergebiet“. Alle anderen Strukturtypen weisen zwischen 2 und 53 betroffene Quartiere auf. Um hieraus jeweils die Hot-Spots herauszufiltern sowie vor allem auch um gezielt Maßnahmen für die Quartiere identi-

zieren zu können, bedarf es der räumlichen Analyse weiterer nicht-klimatischer Faktoren, die die Vulnerabilität der Karlsruher Bevölkerung gegenüber Hitzestress beeinflussen.

5.2 NICHT-KLIMATISCHE KRITERIEN

5.2.1 ENERGETISCHER GEBÄUDESTANDARD

Beim Leitfaktor Bioklima werden – entsprechend dem gegenwärtigen Stand der Technik in der Stadtklimatologie - grundsätzlich die klimatischen Verhältnisse im Außenraum betrachtet. Der durchschnittliche Mensch verbringt allerdings einen nicht unwesentlichen Anteil seiner Zeit innerhalb geschlossener Räume (Evans und McCoy 1998, Düchs 2011, 24).

Auch wenn eine unmittelbare Übertragbarkeit des Außenraum- auf das Gebäudeinnenklima nicht grundsätzlich gegeben ist, besteht zumindest ein nicht unwesentlicher Zusammenhang zwischen den beiden Klimaten. Dieser sei umso ausgeprägter, je weniger ein Gebäude von der klimatischen Situation außerhalb der Gebäudehülle abgekoppelt sei. Eine nahezu vollständige Abkopplung liegt z.B. vor, wenn eine aktive, technische Klimatisierung der Räumlichkeiten vorgenommen wird. Auch bei einigen Neubauten (z.B. Passivhäuser o.ä.) sowie bei hochwertig energetisch sanierten Bestandsbauten könne von einer weitgehenden Abkopplung ausgegangen werden (VDI 2008). Auch wenn vor allem aufgrund intensiver Sanierungsarbeiten immer mehr Gebäude in Deutschland in diese Gruppe einzuordnen sind, so kann angesichts einer gegenwärtigen Sanierungsquote von ca. 1% pro Jahr für den weitaus überwiegenden Teil der Bebauung begründet von einem relevanten Einfluss des Außen- auf das Innenraumklima geschlossen werden. In Kenntnis dieser Zusammenhänge hat der DWD angekündigt, ab Sommer 2013 Hitzewarnungen auch für den Innenraum herauszugeben (SWRinfo 2013).

Ein räumlich differenzierter Überblick über den energetischen Standard der Stadtquartiere in Karlsruhe ist zwar mittelfristig geplant, existiert zum gegenwärtigen Zeitpunkt allerdings noch nicht (Zanger 2013, fernmündlich). Näherungsweise kann der Standard aber über Baualtersklassen bestimmt werden. Nach der „ARGE für zeitgemäßes Bauen“ (ARGE 2011) lässt sich der Gebäudebestand für energetische Fragen sinnvoll in vier Altersklassen einteilen: Vor 1948, 1949-1978, 1979-2001 und nach 2001. Wie Abbildung 22 zeigt, sind dabei insbesondere nichtmodernisierte bzw. (teil-)modernisierte Gebäude der Altersklassen von vor 1979 für die hier verfolgte Fragestellung relevant, da sie einen signifikant schlechteren energetischen Standard aufweisen als Gebäude neueren Baudatums. Da die Altersklassen von vor 1948 heute zu einem großen Teil bereits energetisch saniert sind (IWKöln 2012), erscheint es sinnvoll, vor allem die in den 1950er, 60er und 70er Jahren entstandenen Stadtquartiere zu identifizieren.

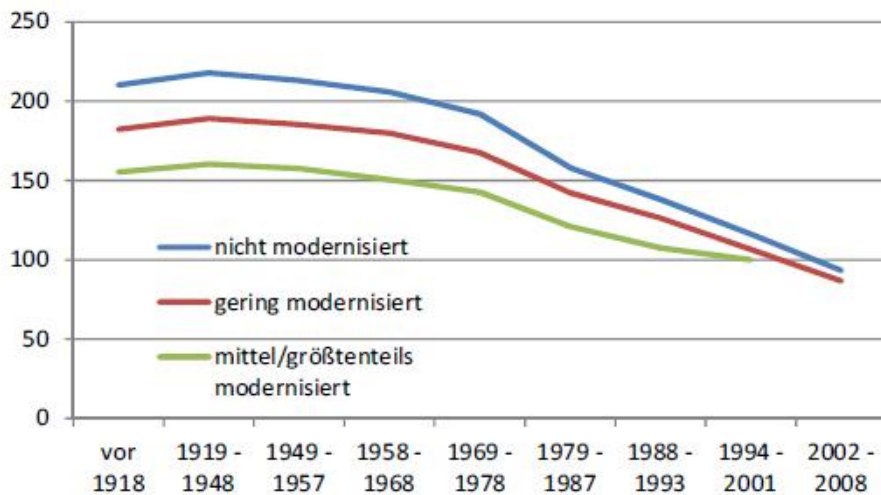


Abbildung 22: Endenergieverbrauch nach Modernisierungszustand und Baualter in Deutschland /Quelle: ARGE 2011)

EINSELE UND KILIAN (1997) haben für die Stadt Karlsruhe einen stadthistorischen Abriss veröffentlicht, auf dessen Basis zumindest für einen Teil der Quartiere Aussagen zu ihrem Baualter und damit auch zu ihrem zu erwartenden energetischen Standard getroffen werden können (Abbildung 23). Demnach existiert eine Reihe von Quartieren, die der Baualtersklasse der Jahre 1950-1980 zugeordnet werden können und für die ein grundsätzlich geringer Dämmfaktor und damit eine hohe Abhängigkeit des Innen- vom Außenklima zu erwarten ist.

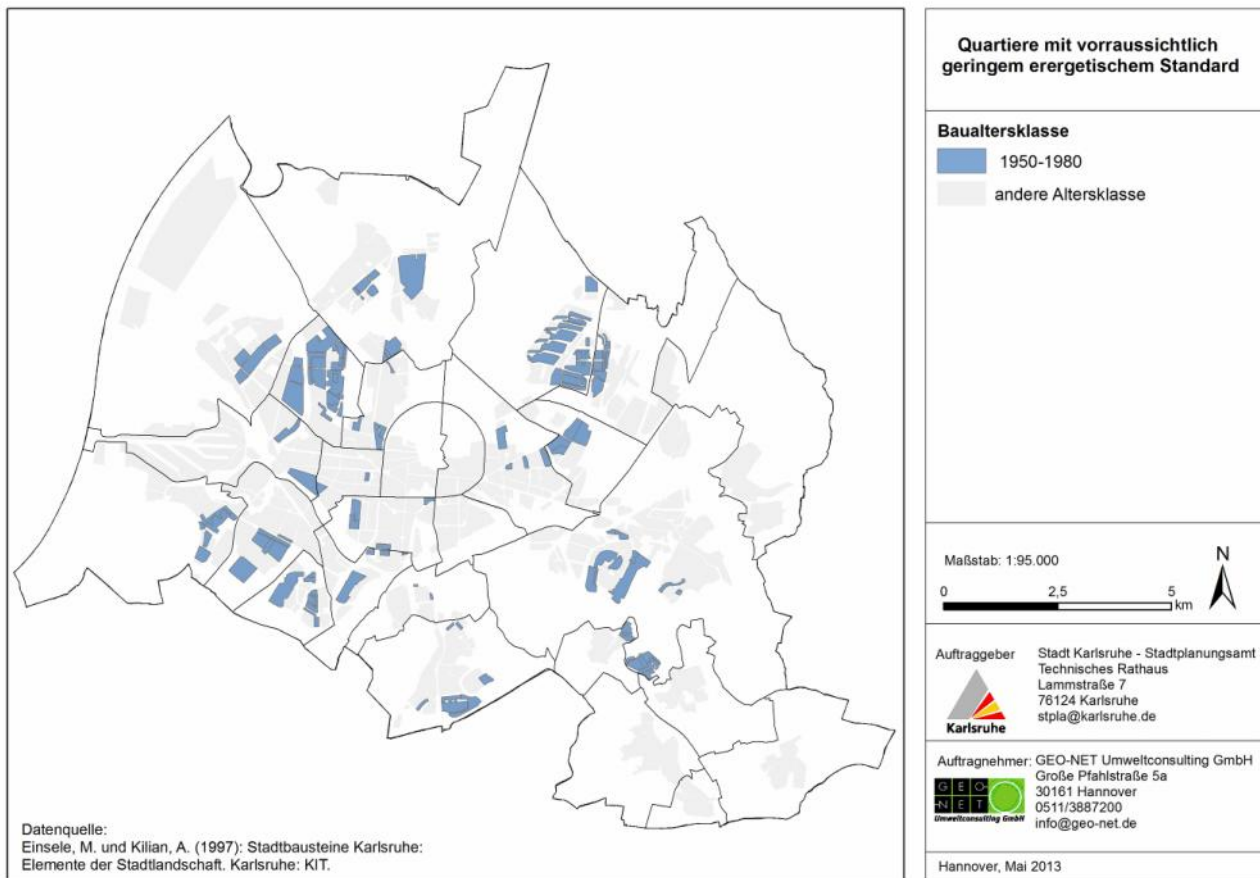


Abbildung 23: Karlsruher Stadtquartiere der Baualtersklasse 1950-1980

Inwiefern ggf. einzelne Quartiere bereits energetisch saniert worden sind, kann aufgrund einer unzureichenden Datenlage im Rahmen des Projektes nicht geklärt werden. Einen Anhaltspunkt hierfür liefert ein räumlicher Überblick über aktuelle und in jüngerer Vergangenheit aufgehobene Sanierungsgebiete (Abbildung 24). Wie die Darstellung deutlich macht, sind bzw. waren die fraglichen Gebiete bisher aber nur sehr vereinzelt Bestandteil der jeweiligen Förderkulissen.

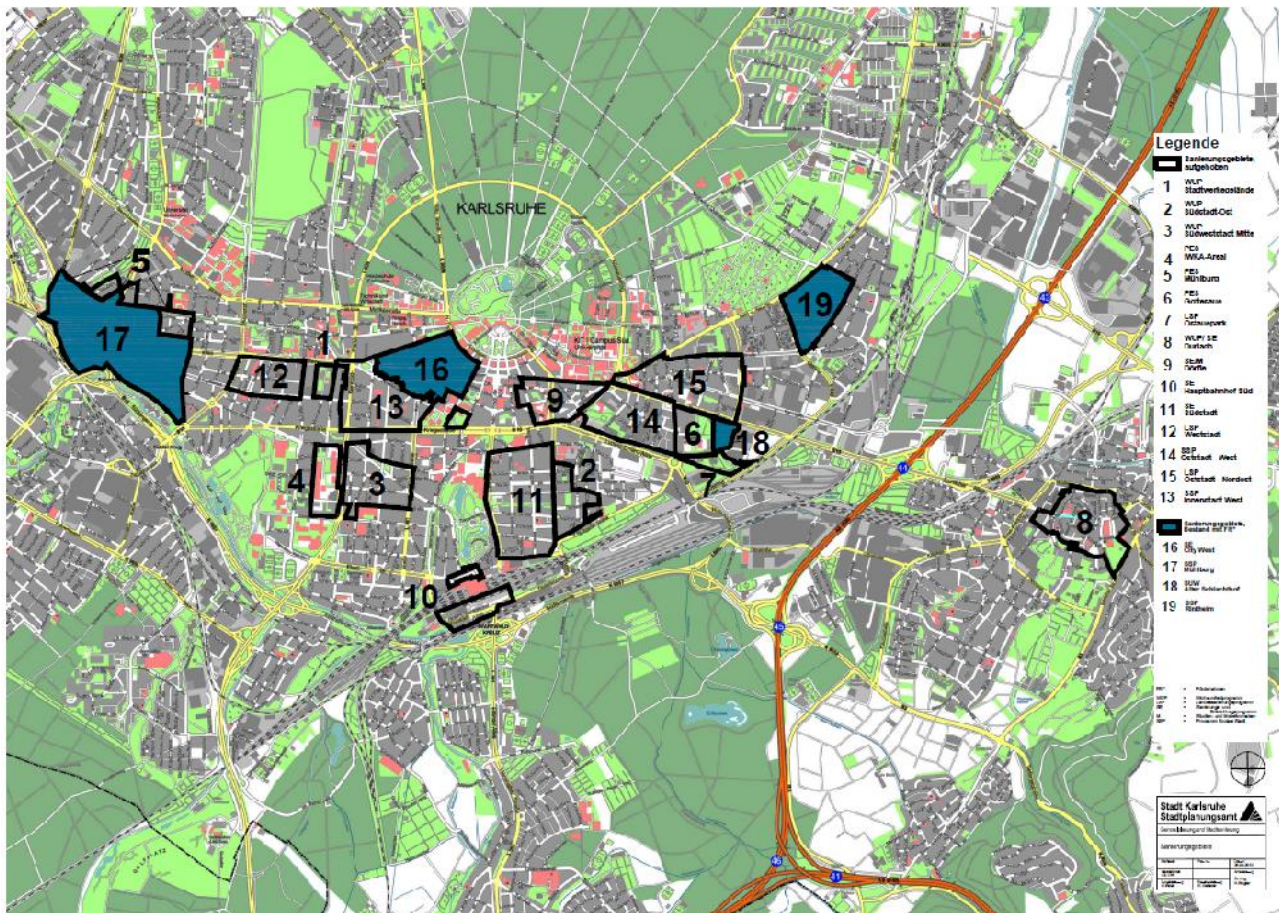


Abbildung 24: Aktuelle und aufgehobene Sanierungsgebiete in Karlsruhe (Quelle: Stadtplanungsamt)

5.2.2 KLIMASENSIBLE GEBÄUDENUTZUNGEN

Vor allem innerhalb von Quartieren mit geringem energetischem Standard, aber auch außerhalb dieser Gebiete, sind bestimmte Gebäudenutzungen als besonders klimasensibel hervorzuheben. Zur Ableitung von Hot-Spots, also im besonderen Maße betroffenen Quartieren, konzentriert sich das Projekt dabei auf solche Nutzungen, die mit einem (temporären oder dauerhaften) Aufenthalt von Personen aus den allgemein anerkannten Risikogruppen in Verbindung gebracht werden können und damit als relevant im Sinne des Projektes bezeichnet werden können.

Die notwendigen Daten zu gebäudespezifischen Nutzungen konnten vom Liegenschaftsamt auf der Basis der ALK bereitgestellt werden. Dabei ist allerdings zu beachten, dass die Nutzung lediglich bei der Errichtung oder wesentlicher Änderung erfasst wird, eine etwaige Umnutzung dem Amt aber nicht angezeigt werden muss. Infolgedessen kann es in Einzelfällen zu einer Diskrepanz zwischen der Datenlage und der tatsächlichen, aktuellen Nutzung kommen. Aufgrund der Vielzahl der Gebäude konnte ein entsprechender empirischer Abgleich im Projekt nicht erfolgen, so dass die Datenlage im Originalzustand übernommen wurde.

In der Literatur und der Praxis herrscht zwar weitgehend Einigkeit über die Risikogruppen von Hitzestress, welchen (besonderen) Gebäudenutzungen diese (ggf. unabhängig von ihrem eigentlichen Wohnort) zugeordnet werden müssen, wird allerdings uneinheitlich gehandhabt. Eine sich speziell an der in jeder Kommune verfügbaren ALK orientierende Veröffentlichung konnte nicht recherchiert werden. Folglich wurde auf der Basis einer projekt- bzw. amtsinternen Abstimmung und unter Berücksichtigung der zu diesem Zeitpunkt unveröffentlichten Ergebnisse des KIBEX-Projektes ein Nutzungsportfolio evaluiert.

Im Zuge dieses Abstimmungsprozesses wurde deutlich, dass zwei Nutzungstypen unterschieden werden müssen: Zum einen Gebäude, die sowohl tagsüber als auch in der Nacht frequentiert werden und zum anderen solche, die nur tagsüber besucht werden. Insbesondere für Schulen und Kindergärten (aber auch für die übrigen Nutzungen) gilt, dass die Grenze zwischen Außen- und Innenraumklima verschwimmt. Denn die Risikogruppen können zumindest einen Teil ihrer Aufenthaltszeit auch in der unmittelbaren Umgebung der Gebäude verbringen. Wie Abbildung 25 zeigt, sind die klimasensiblen Gebäudenutzungen sehr heterogen über das Stadtgebiet Karlsruhes verteilt, so dass sich relevante Quartiere sowohl in der Kernstadt als auch in den Umlandgemeinden identifizieren lassen.

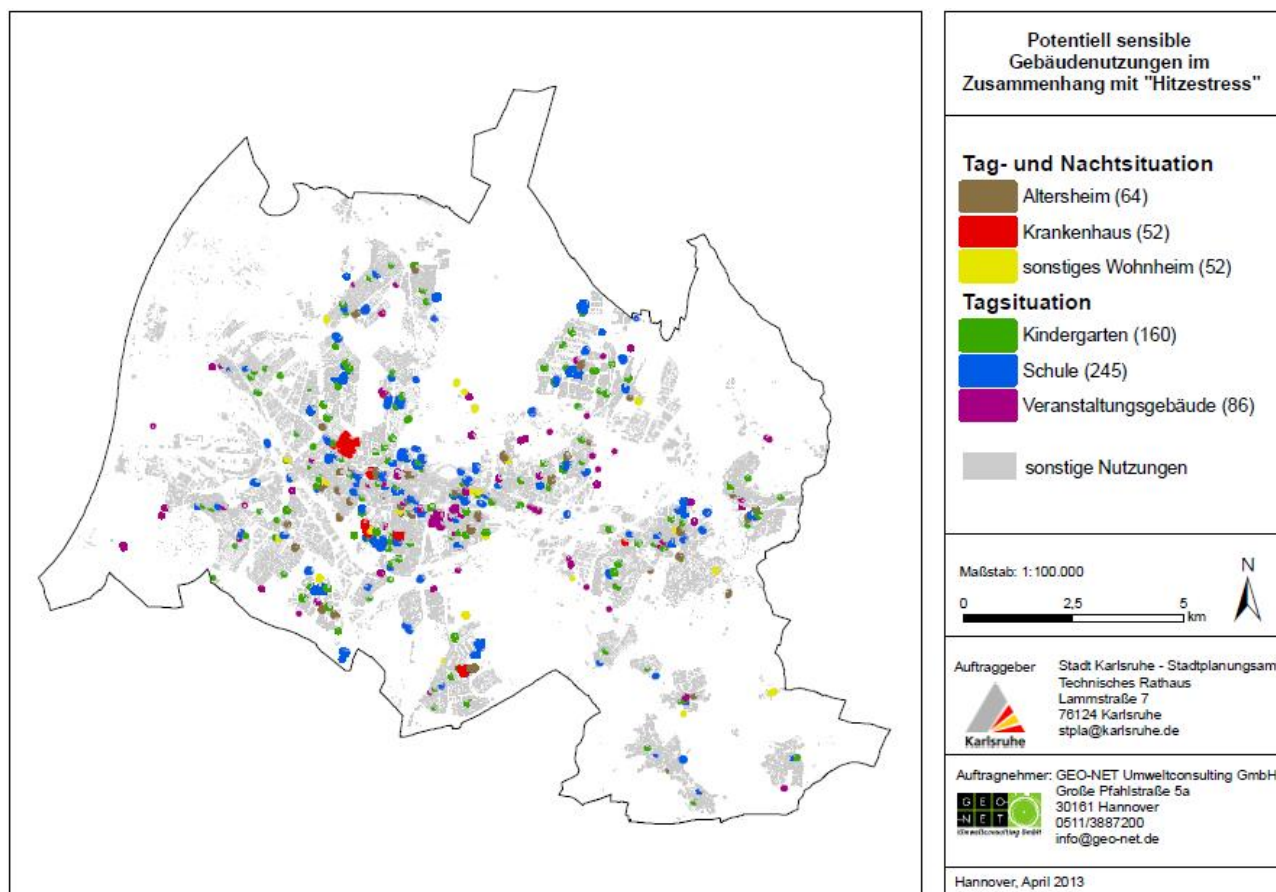


Abbildung 25: Räumliche Lage der klimasensiblen Nutzungen in Karlsruhe

5.2.3 BEVÖLKERUNGSDICHTE

Um die gesamtstädtische Relevanz der bioklimatischen Belastung der einzelnen Stadtquartiere bewerten zu können, muss auch die Demographie der Quartiere berücksichtigt werden. Neben der räumlichen Altersstruktur und ihrer Entwicklung im Zuge des Demographischen Wandels (Kap. 5.2.4) ist hier zunächst der Faktor Bevölkerungsdichte zu beachten. Denn grundsätzlich sollte davon ausgegangen werden, dass der

Handlungsbedarf umso dringlicher ausfällt, je mehr Menschen in einem Stadtquartier mit einer hohen bioklimatischen Belastung leben.

In einem ersten Schritt wird auf Basis der baublockaggregierten Daten des Amtes für Stadtentwicklung eine gesamtstädtische Bevölkerungsdichte räumlich visualisiert. Hierzu wird das GIS-Verfahren der „Point Density“ verwendet, das kontinuierliche Rasterkarten erzeugt, die sich nicht mehr auf geometrische Einheiten beziehen.

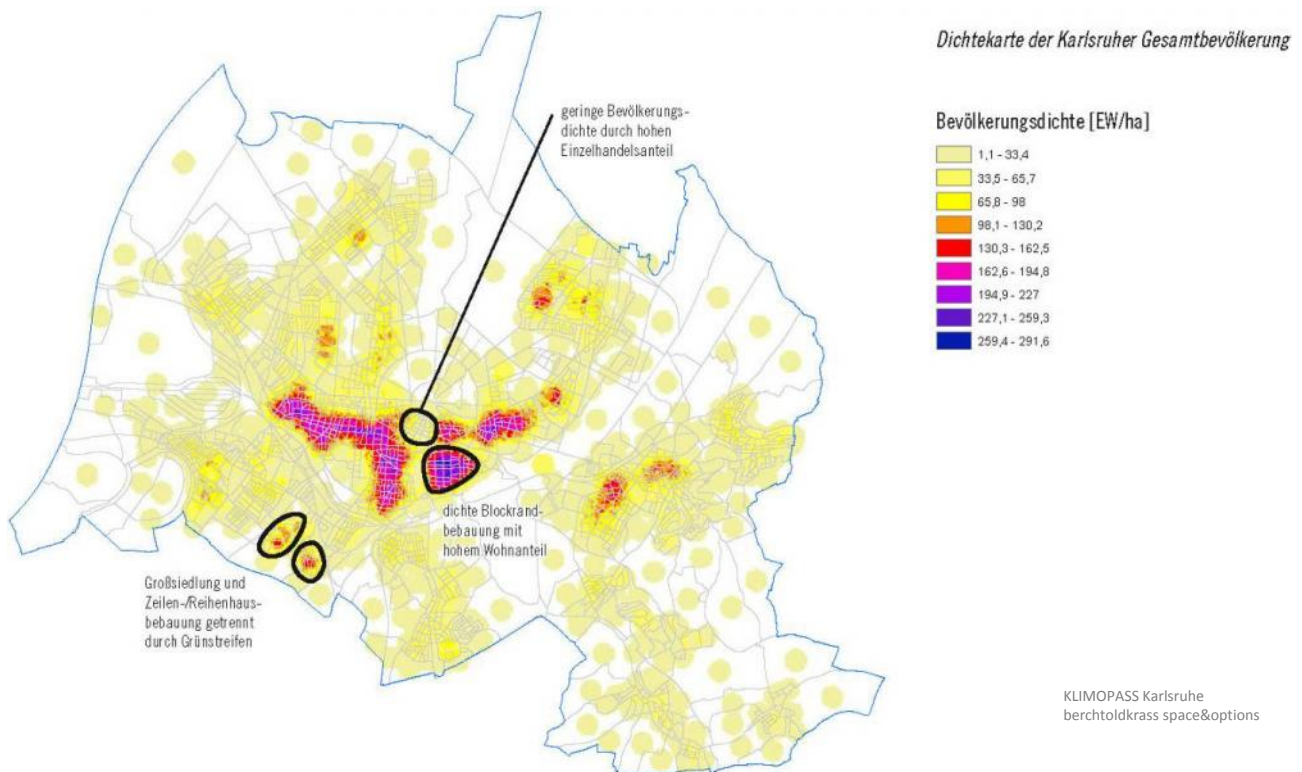


Abbildung 26: Bevölkerungsdichte Gesamtstadt, Datenquelle: Amt für Stadtentwicklung, Datenstand 31.12.2011

Abbildung 26 zeigt dementsprechend die Dichte der Karlsruher Gesamtbevölkerung, bezogen auf Einwohner je Hektar. Hierbei zeigt sich, dass die Bevölkerungsdichte in Karlsruhe sehr stark differenziert ist, jedoch ein klassisches Raummuster zeigt.

Deutliche Cluster hoher Dichte befindet sich demnach in den Quartieren der Kernstadt: im südwestlichen Teil der östlichen Innenstadt, im nördlichen Teil der Südstadt, im südlichen Teil der Weststadt, in der Oststadt sowie in Mühlburg. Aber auch außerhalb der Kernstadt existieren Quartiere mit einer vergleichsweise hohen Bevölkerungsdichte (z.B. in Alt-Durlach). In den kleineren, durch Ein- und Mehrfamilienhäuser geprägten Quartieren in den äußeren Bereichen sinkt die Bevölkerungsdichte hingegen deutlich ab (z.B. im Durlacher Killisfeld).

In einem zweiten Schritt werden die Einwohnerdaten näherungsweise auf die einzelnen Quartiere der abgeleiteten Stadtstrukturtypen übertragen und deren Dichte normalisiert dargestellt (Abbildung 27). Hierbei zeigen sich deutlich die Quartiere und Typen hoher, mittlerer und geringer Dichte, ein Merkmal, das für die Ermittlung der Hot-Spots hohe Relevanz entwickelt.

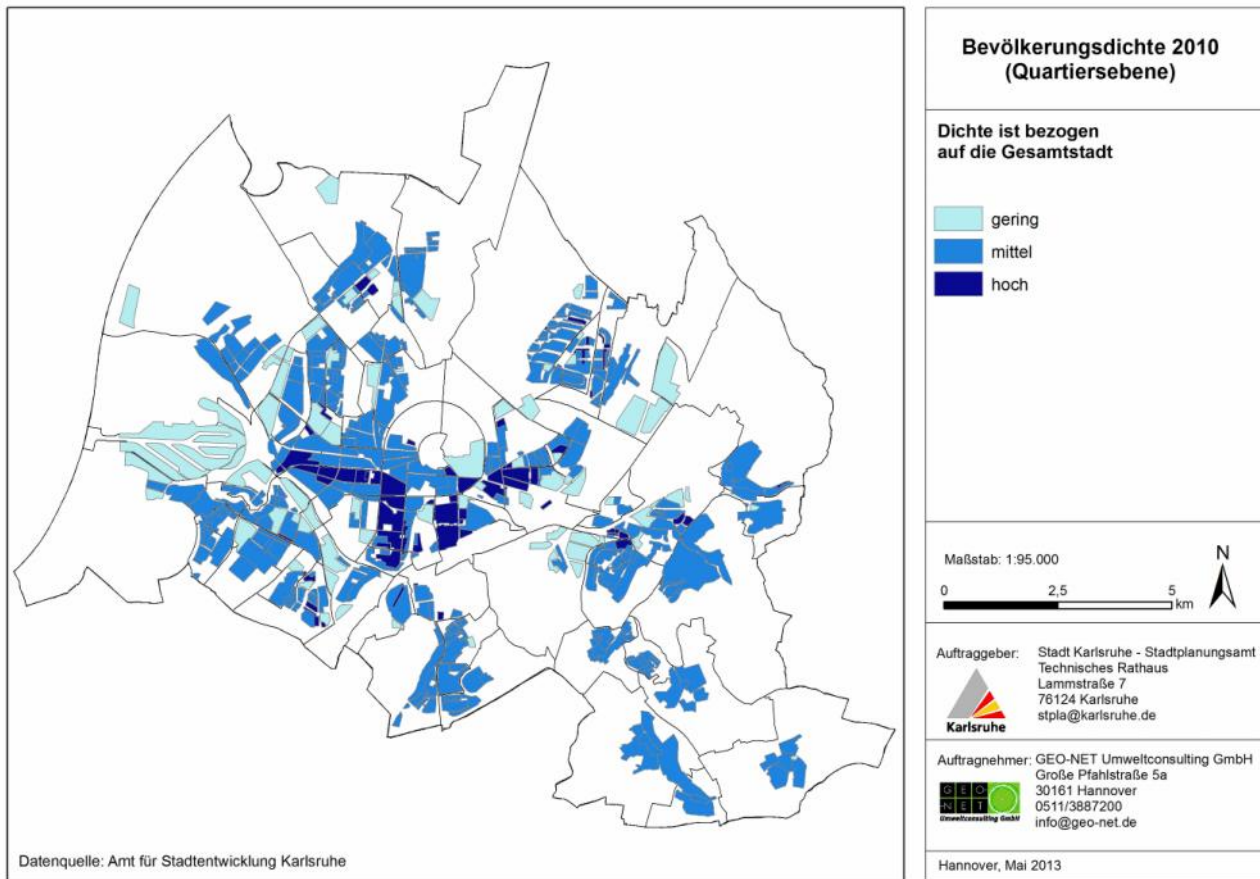


Abbildung 27: Normalisierte Bevölkerungsdichte auf Ebene der Stadtstrukturtypen (Datenbasis 31.12.2011)

Da das Projekt vor allem auch auf die Bewertung einer zukünftigen Situation ausgerichtet ist, muss auch der Frage nach der räumlichen Stabilität der Bevölkerungsdichte nachgegangen werden. Hierbei zeigt sich, dass für die Stadt Karlsruhe entgegen der Prognosen eines robusten Bevölkerungsrückgangs von ca. 5% für das Bundesgebiet (Statistisches Bundesamt 2009) sowie von etwa 3,5% für das Bundesland Baden-Württemberg (Bertelsmann Stiftung 2011) bis zum Jahr 2030, insgesamt ein moderater Bevölkerungszuwachs zu erwarten ist (Abbildung 28). Gemäß einem Gemeinderatsbeschluss wird die Stadtentwicklung in Karlsruhe auf das prosperierende Szenario mit einem Zuwachs von 4,7% (ca. 14.000 Personen) ausgerichtet.

Zwar werden die zusätzlichen Einwohner auch zu einer Erhöhung der Bevölkerungsdichte um ca. 80 EW/km² führen und sich zudem nicht gleichmäßig auf die Stadtteile aufteilen (AfSta 2012), für einen signifikanten Einfluss auf die relative räumliche Verteilung der Bevölkerungsdichte ist der Zuwachs allerdings als zu gering einzustufen. Folglich kann davon ausgegangen werden, dass die hochverdichteten Stadtteile von heute auch die hochverdichteten Stadtteile im Jahr 2030 und darüber hinaus sein werden.

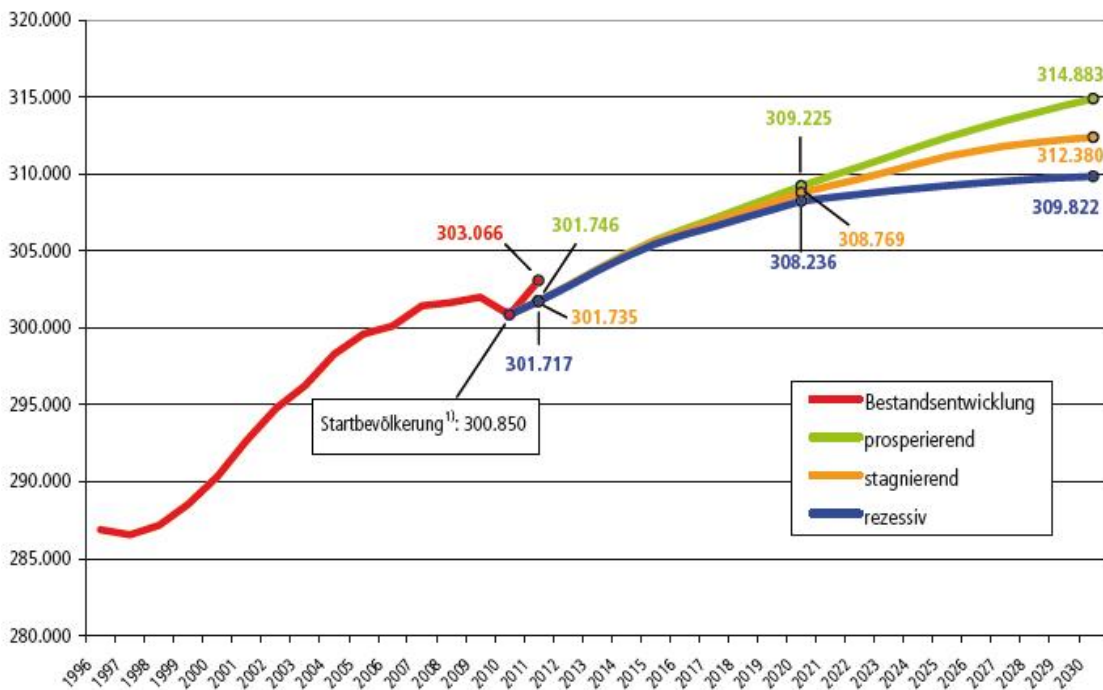


Abbildung 28: Bevölkerungsentwicklung in Karlsruhe 1996 bis 2030 nach Prognosevarianten (Quelle: AfSta 2012, 28)

5.2.4 ALTERSSTRUKTUR UND DEMOGRAPHISCHER WANDEL

Für die Identifikation von bioklimatischen Belastungsräumen ist aus demographischer Sicht nicht alleine die Frage entscheidend, wie viele Personen betroffen sind, sondern auch und vor allem wer. Dabei spielt vor allem die Altersstruktur der Quartiersbevölkerung eine Rolle. Denn insbesondere Kleinkinder aufgrund ihrer noch nicht gänzlich ausgeprägten Fähigkeit zur Thermoregulation sowie die Altersgruppe Ü65 aufgrund der verminderten Leistungsfähigkeit ihres Herz-Kreislaufsystems gelten gemeinhin als Risikogruppen für eine erhöhte Morbiditäts- und Mortalitätsrate bei Hitzestress.

Wie Abbildung 29 verdeutlicht, sind die Risikogruppen heute keinesfalls homogen über das Karlsruher Stadtgebiet verteilt. Die Varianz fällt dabei in der Altersgruppe 65+ deutlich größer aus als bei den Kleinkindern. So schwankt der Anteil der älteren Bevölkerung zwischen 33% in Dammerstock und im Mühlburger Feld und lediglich 7% in der Amerikanersiedlung in der Nordstadt, während sich der Kleinkindanteil nur zwischen 1% (nordöstlicher Teil der Innenstadt) und 9% (östliche) Südstadt bewegt.

Dabei existieren mit der östlichen und westlichen Innenstadt zwar zwei Stadtviertel in denen sowohl der Anteil an Kleinkindern als auch an Senioren vergleichsweise *gering* ausfällt. Ein aus bioklimatischer Sicht besonders relevanter städtischer Teilraum, in dem ein signifikant *hoher* Anteil an Menschen der Altersgruppen U6 und Ü65 leben, kann zumindest auf der Ebene von Stadtvierteln für die Gegenwart nicht identifiziert werden. Allerdings deuten sowohl die räumliche Varianz in den Daten als auch die absoluten Anteile an der Bevölkerung selbst darauf hin, dass unter demographischen Aspekten insbesondere die Altersgruppe der über 65-jährigen Beachtung finden sollte.

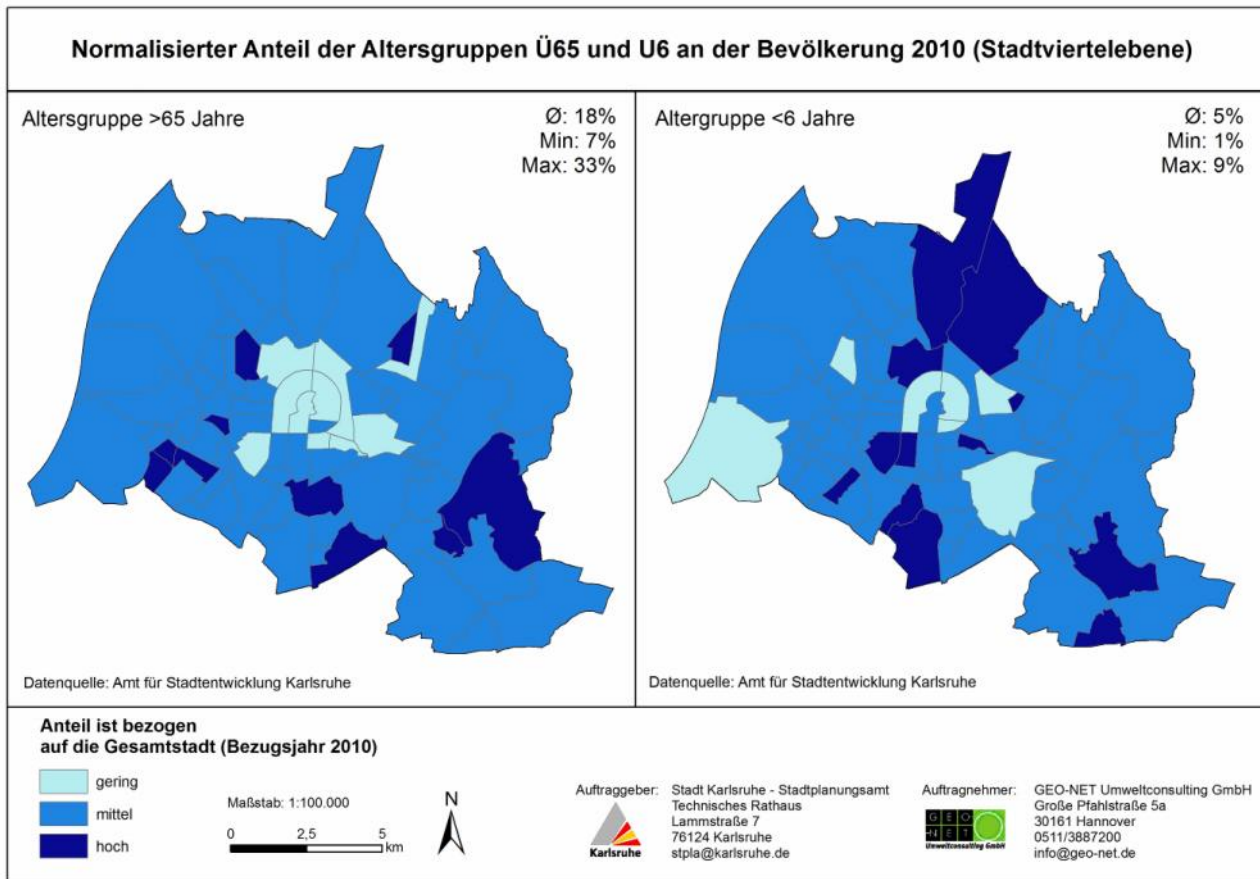


Abbildung 29: Normalisierter Anteil der Altersgruppen Ü65 und U6 an der Bevölkerung auf Stadtviertelebene (Datenbasis 31.12.2011)

Dieses gilt umso mehr, wenn man den sich parallel zum Klimawandel entwickelnden Demographischen Wandel mit ins Kalkül zieht. Denn mit diesem Phänomen ist in Karlsruhe sowohl mit einem nicht unwesentlichen Anstieg des Medianalters von heute 44 Jahre auf 49,4 Jahre im Jahr 2030 (Bertelsmann Stiftung 2009) als auch mit einem signifikanten Anstieg des Anteil der Altersgruppe >65, wobei die Entwicklung bei den hochbetagten Menschen >85 Jahre am deutlichsten ausfällt (siehe Abbildung 30).

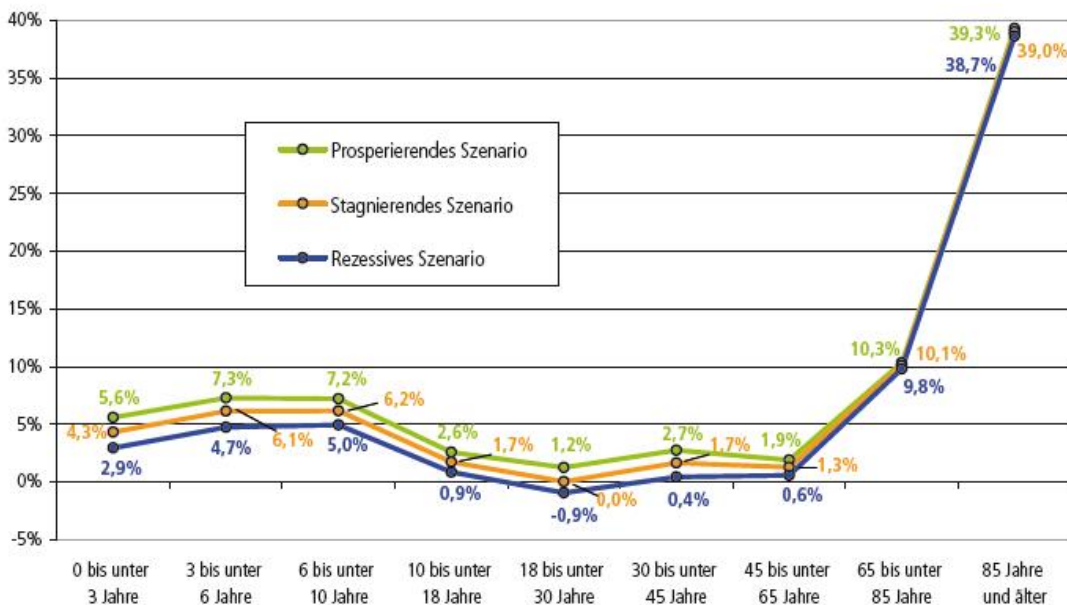


Abbildung 30: Veränderung der Altersgruppen in Karlsruhe 2010-2030 nach Prognosevarianten (Quelle: AfSta 2012, 34)

Die räumliche Dimension des Demographischen Wandels und damit die Frage, welche Stadtteile am stärksten von ihm betroffen sind bzw. sich ihm gegenüber am robustesten zeigen, ist ein bisher wenig beleuchtetes Phänomen. Eine erste Annäherung an das Thema erlaubt die Prognose des Amtes für Stadtentwicklung der Stadt Karlsruhe auf der Ebene der Stadtteile (Abbildung 31). Demnach bestätigt sich im gemäß Gemeinderatsbeschluss zu verwendenden prosperierenden Zukunftsszenario zum einen der grundsätzliche Trend zu einer alternden Bevölkerung. Dies spiegelt sich sowohl in den Durchschnitts- als auch in den Minimal- und Maximalwerten wider. Zum anderen wird aus der Abbildung aber auch ersichtlich, dass diese Tendenz sich nicht auf alle Teilräume in gleichem Maße übertragen lässt. So erweisen sich z.B. die Kernstadt und in ihr insbesondere die westliche Innenstadt und die Oststadt als vergleichsweise robust gegenüber dem allgemeinen Alterungstrend. In der Waldstadt zeigt sich sogar eine moderate Abnahme des älteren Bevölkerungsanteils. Als besonders relevant im Sinne des Projektes können vor allem diejenigen Stadtteile bezeichnet werden, die sowohl im Jahr 2010 als auch im Jahr 2030 einen vergleichsweise hohen Anteil der Altersgruppe >65 Jahre aufweisen. Dies sind die Nordweststadt, Weiherfeld-Dammerstock und Rüppurr. Aber auch die Stadtteile mit einer deutlichen Alterungstendenz im Jahr 2030 (z.B. Grünwinkel oder Neureut) sind aus bioklimatischer Sicht als relevant einzustufen. Dabei muss auch berücksichtigt werden, dass in Karlsruhe rd. 60% aller Wohnungen selbst genutztes Eigentum sind. Es ist empirisch nachgewiesen, dass Eigentum die Menschen räumlich bindet. Folglich kann begründet davon ausgegangen werden, dass die innerstädtischen Wanderungsbewegungen der älteren Bevölkerung bis zur Mitte des Jahrhunderts eher gering ausfallen werden und damit die demographischen Verhältnisse der Stadtteile zueinander als relativ stabil bezeichnet werden können (Kramer und Pfaffenbach 2011 und 2009).

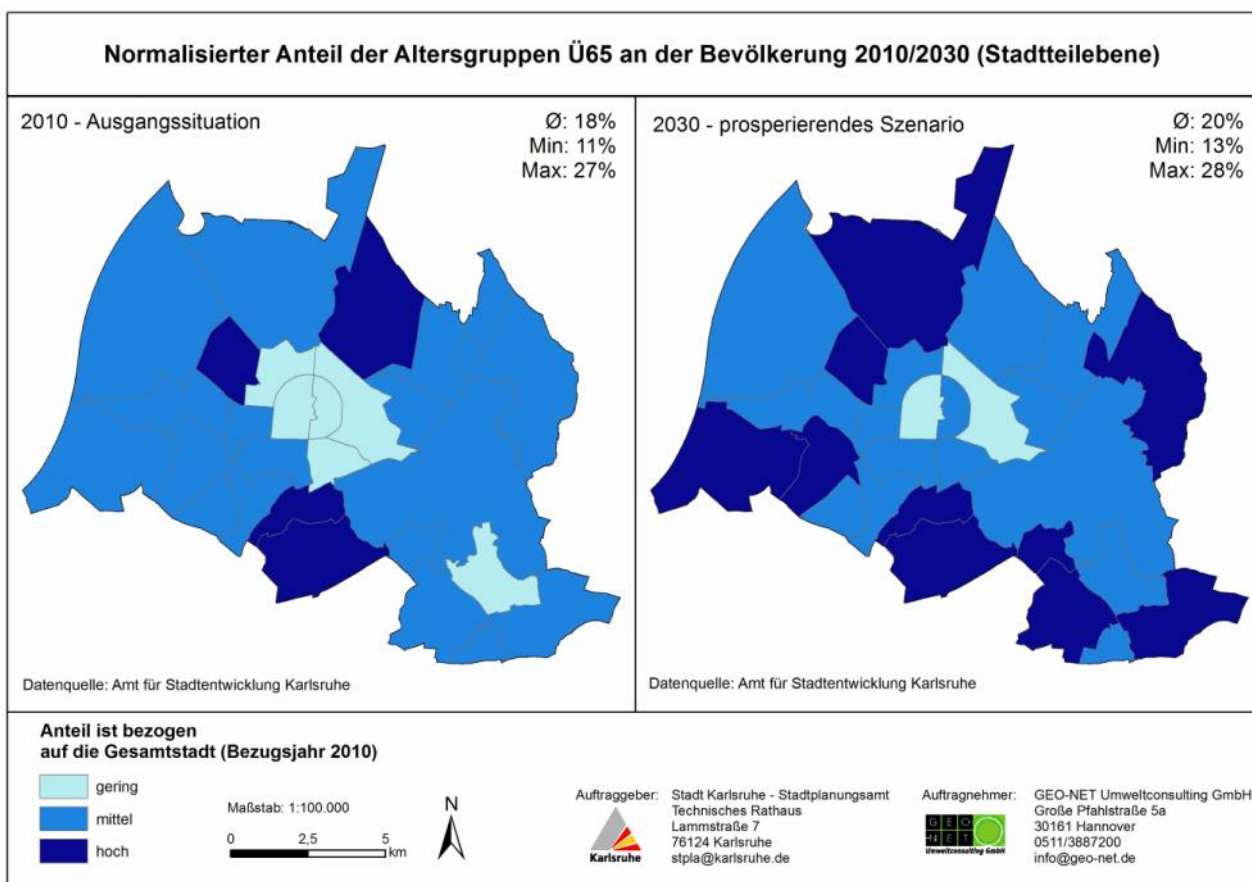


Abbildung 31: Normalisierter Anteil der Altersgruppen Ü65 an der Bevölkerung in den Jahren 2010 und 2030 auf Stadtteilebene

5.2.5 ERREICHBARKEIT UND KAPAZITÄT VON GRÜNFLÄCHEN

Grünflächen kommt aus stadtklimatischer Sicht eine doppelte Relevanz zu. In der Nacht bildet sich vor allem über Rasen- und sonstigen Freiflächen Kaltluft, die angrenzende Quartiere abkühlen und damit einen erholsamen Schlaf der hitzestressierten Anwohner unterstützen. Am Tage bieten insbesondere baum- und damit schattenreiche Grünanlagen sowie Stadtwälder den hitzegeplagten Stadtbewohnern ein vergleichsweise kühles Mikro- bzw. Erholungsklima.

Während die Bedeutung der Freiflächen für die Kaltluftproduktion bereits in der Klimaaanalyse und damit in der Analyse des Leitkriteriums Bioklima eingeflossen ist (vgl. Kapitel 5.1), ist die Bedeutung der Grünflächen für die Tagsituation bisher noch nicht ausreichend beleuchtet worden. Dabei ist sie für eine Vielzahl an Bevölkerungsgruppen und insbesondere für die Risikogruppen relevant. Denn sowohl Kleinkinder (und ihre Betreuungspersonen) als auch die Altersgruppe >65 Jahre sind in der Regel nicht berufstätig und können demzufolge Erholungsflächen auch tagsüber aktiv aufsuchen.

Vor allem Risikopersonen, die in energetisch nicht sanierten Gebäuden ohne eigenen Garten leben, benötigen daher eine Grün- oder Waldfläche, die

- fußläufig erreichbar ist
- eine ausreichende Aufnahmekapazität aufweist und
- eine ausreichende Erholungs- bzw. Aufenthaltsqualität bietet

Als Kenngröße für fußläufige Erreichbarkeit wird in der Literatur ein Richtwert von 500m oder 5 Gehminuten genannt. Eine ausreichende Kapazität kann ab 6m² Grünfläche pro Einwohner bei einer Mindestgröße der Fläche von 2ha als gegeben eingestuft werden (URGE 2002, Deakin et. al 2007), wobei diese Kennwerte sich nicht auf die bioklimatische Entlastungsfunktion beziehen, sondern lediglich auf die Freizeit- und Erholungsfunktion. Für die Einschätzung der Kapazität für die bioklimatische Entlastungsfunktion müssen daher weitere Merkmale in Betracht gezogen werden (s.u.)

Da vergleichbar quantitative Kriterien zur Bewertung einer ausreichenden Erholungsqualität nicht recherchiert werden konnten, wurde im Projekt eine entsprechende qualitative Analyse der Karlsruher Stadtquartiere durchgeführt und zunächst eine Grünflächenkulisse evaluiert, die den Karlsruher Bürger/innen eine ausreichende Ausstattung zum Abbau von Hitzestress am Tage bietet (Abbildung 32). Diese Eignungsflächen entstanden GIS-gestützt und unter Verwendung von Daten aus der Ökologischen Tragfähigkeitsstudie, zur bioklimatischen Belastung auf den Grünflächen am Tage, zum Verschattungsanteil auf der Basis des Baumkatasters sowie einer fachgutachterlichen Einschätzung des Gartenbauamtes.

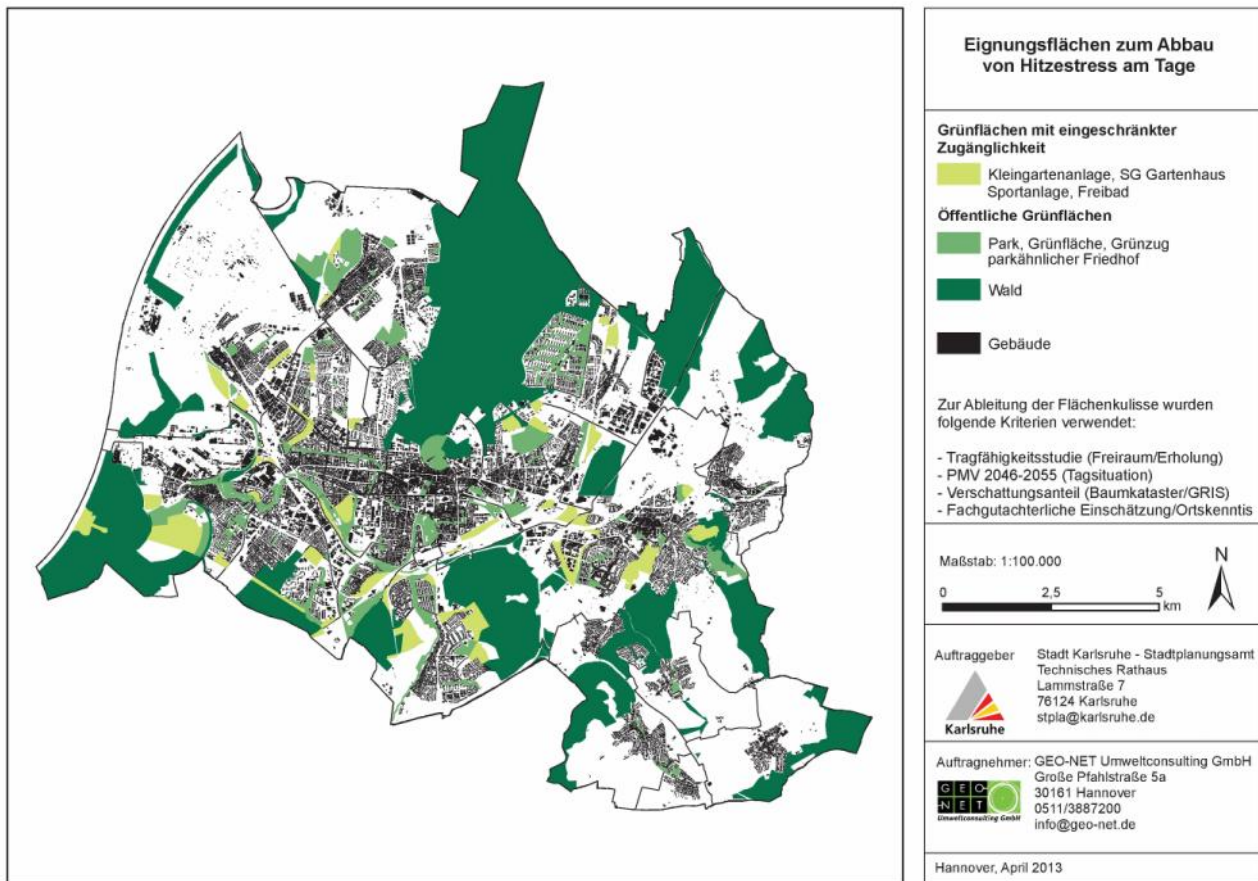


Abbildung 32: Eignungsflächen zum Abbau von Hitzestress am Tage

Von dieser Flächenkulisse ausgehend wurde in einem zweiten Schritt für alle bioklimatisch belasteten Quartiere ein Erreichbarkeits-Kapazitäts-Modell entwickelt und GIS-basiert zur Anwendung gebracht.

Zunächst wurden zur Ermittlung der Kapazitäten den verschiedenartigen Flächenkategorien der Grünflächenkulisse in Anlehnung an die vorgefundene Literatur spezifische Kapazitätskennwerte zugeordnet. Bei der Kategorie „Wald“ wird hierbei beispielsweise von einer Kapazität von 10 EW/ha ausgegangen, bei Grünanlagen oder Freiflächen von 1 EW/10qm Schattenfläche, bei anderen Typen (Kleingärten, Friedhöfe, Sportanlagen) reduziert sich dieser Wert durch Nutzungsart oder verminderte Zugänglichkeiten teils erheblich. Anschließend wurden die Schattenanteile ermittelt und mit den Kennwerten zu spezifischen Kapazitäten für jede Fläche berechnet.

Für jedes bioklimatisch belastete Quartier der Stadtstrukturtypen wurde nun mittels Netzanalyse untersucht, ob die Quartiersbewohner innerhalb 500m Fußwegstrecke Entlastungsflächen mit ausreichender Kapazität erreichen können. Hierzu werden nicht Puffer oder Entfernungskreise um die Quartiere gelegt, sondern Bewohner aus dem Kern jedes Quartiers auf ein Fußwegenetz gesetzt und visualisiert, welche tatsächliche Strecke in jede mögliche Richtung zurückgelegt wird. Die hierbei entstehenden Erreichbarkeitspolygone werden auf Überschneidungen mit Entlastungsflächen untersucht und die Kapazitäten mit den Einwohnern des Quartiers verglichen. Jedes Quartier enthält somit die Information, ob eine Entlastungsfläche ausreichender Kapazität erreicht wird oder nicht (Abbildung 33).



Abbildung 33: Eignungsflächen zum Abbau von Hitzestress am Tage, Erreichbarkeit der bioklimatisch belasteter Strukturtyps „geschlossene Blockrandbebauung“ (Ausschnitt)

In dieser Untersuchung werden Grünflächen geringer Größe (< 2 ha) nicht berücksichtigt. Diese Freiflächen können den Bedarf durch ihre geringe Kapazität in den meisten Flächen ohnehin nicht decken. Die Abbildung stellt jedoch auch diese Flächen nachrichtlich dar: Hierbei wird deutlich, welche Relevanz diese im Kernbereich dennoch aufweisen bzw. welchem Druck sie dort aufgrund der hohen Bevölkerungsdichte und der zusätzlichen Innenstadtnutzer (Arbeitsplätze, Shopping, Kultur, ...) ausgesetzt sind.

(Anmerkung: Das zeitliche Kriterium 5 Minuten Fußweg wurde in dieser Untersuchung nicht weiter angewandt, da innerhalb dieses Zeitraums bereits bei einer angenommenen Fußgängergeschwindigkeit von 4,5 km/h nur deutlich kürzere Distanzen als 500m zurückgelegt werden.)

6. Ableitung von stadtstrukturtypspezifischen Hot-Spots „Hitzestress“

Um diejenigen Quartiere je Stadtstrukturtyp identifizieren zu können, die aus thematisch-integrativer Sicht als „Hot-Spots“ für Hitzestress bezeichnet werden können, bedarf es im letzten Arbeitsschritt einer Verknüpfung der Ergebnisse für die nicht-klimatischen Kriterien mit dem bioklimatischen Leitkriterium.

Ein wissenschaftlicher bzw. planerischer Konsens über eine entsprechende Verknüpfungsregel bzw. einen entsprechenden Algorithmus existiert für diese „multikriterielle Querschau“ bis dato nicht. Sie stellt folglich ein planerisch-analytisches Instrument dar, das auf einer verbal-argumentativen Bewertung basieren muss. Im vorliegenden Fall erfolgte die Bewertung für jeden Stadtstrukturtyp spezifisch. Das heißt, für jeden Typen wurden aus dem Kanon der zur Verfügung stehenden Informationen diejenigen herausgefiltert und analysiert, die für ihn als relevant erachtet worden sind (Tabelle 3). Daten, die nicht auf Quartiersebene existieren oder bereit gestellt werden konnten, wurden ohne Interpolation auf den entsprechenden Maßstab herunter skaliert (Annahme einer räumlichen Gleichverteilung).

Tabelle 3: Bewertungsrelevante Kriterien für die Ausweisung von stadtstrukturtypenspezifische Hot-Spots

Stadtstrukturtyp	Hot-Spots vorhanden?	Quartiere insgesamt	Pot. Hot-Spot - Quartiere 2010	Pot. Hot-Spot - Quartiere 2050	Bewertungsrelevante Kriterien							
					Bioklima	Gebäudestandard	Nutzungen	Bevölkerungsdichte	Altersstruktur	Grünflächen	Zeitpunkt	Einzelfallentscheidung
Blockrand geschlossen	Ja	47	32	45	X	X	X	X	X	X	X	X
Blockrand offen	Ja	26	0	2	X	X	X	X	X	X	X	
Zeilen-Siedlung	Ja	86	2	11	X	X	X	X	X	X	X	
Ortskern	Ja	19	0	1	X							
MFH aufgelockert	Ja	45	0	3	X	X	X	X	X	X		
EFH kompakt	Nein	64	0	0	X							
EFH locker	Nein	116	0	0	X							
Wohn-Hochhaus	Ja	25	3	8	X	X	X	X	X	X	X	
Großstrukturen	Ja	41	3	16	X	X	X			X	X	
Gewerbe	Ja	69	15	53	X	X					X	X
Industrie	Ja	13	6	10	X	X					X	X
Sondergebiet	Ja	5	0	1	X							
Gesamt		556	61	150								

Dabei sind neben den räumlich differenzierbaren nicht-klimatischen Faktoren (vgl. Kapitel 5.2) noch zwei weitere bewertungsrelevante Kriterien verwendet worden. Zum einen ist dies der Zeitpunkt, zu dem der Hot-Spot auftritt. Hier wird davon ausgegangen, dass solche Quartiere grundsätzlich prioritär zu behandeln sind, für die sich sowohl heute als auch zukünftig eine hohe bioklimatische Belastungssituation ergibt. Dies trifft

auf sieben der zehn betroffenen Stadtstrukturtypen zu. Zum anderen mussten für einige wenige Stadtstrukturtypen zusätzlich Einzelfallentscheidungen zur Relevanz der betroffenen Quartiere getroffen werden. Diese basiert auf aktuellen, formellen und informelle Planungsgrundlagen der Stadt Karlsruhe (vor allem Bauleit- und Sanierungsplanung), die Einfluss auf die Entwicklung der Quartiere haben. Hiervon betroffen waren vor allem Gewerbe und Industrie, also solche Typen, die nicht unmittelbar mit der Funktion Wohnen verbunden sind und für die die gewählten nicht-klimatischen Faktoren keine oder nur eine untergeordnete Relevanz besitzen.

Entsprechend der übergeordneten Methodik (vgl. Kapitel 3) bzw. des gesamten Projektansatzes stellt die bioklimatische Belastungssituation sowie deren Entwicklung unter dem Einfluss des Klimawandels das zentrale Leitkriterium für die Analyse aller Stadtstrukturtypen dar. Wie Kapitel 5.1 gezeigt hat, ergeben sich hieraus mittelfristig in zehn der insgesamt zwölf Stadtstrukturtypen potentielle Hot-Spots.

Einzig für die beiden kompakten und lockeren Einfamilienhaus-Strukturtypen haben sich auch zur Mitte des Jahrhunderts keine bioklimatisch hochbelasteten Quartiere ergeben. Sie bedürfen also gegenwärtig und in absehbarer Zukunft keines Klima(folgen)managements. Für die Stadtstrukturtypen „Ortskern“ und „Sondergebiet“ ist aus der Analyse jeweils lediglich ein betroffenes Quartier hervorgegangen. Insofern ergeben sich die jeweiligen Hot-Spots also automatisch. Weitere Kriterien mussten nicht herangezogen werden.

Für alle Stadtstrukturtypen, die mit einer Wohnfunktion verknüpft sind, konnten hingegen alle in Kapitel 5.2 diskutierten Kriterien herangezogen werden. Die Dynamik, die jeder dieser Faktoren unterliegt, konnte für die Situation zur Mitte des Jahrhunderts für den bioklimatischen Belastungsgrad, die Bevölkerungsdichte sowie für die Altersstruktur berücksichtigt werden. Für die übrigen Kriterien musste der gegenwärtige Stand zugrunde gelegt werden, da es im Rahmen des Projektes nicht möglich war, entsprechende Szenarien zu entwickeln. Insbesondere was die Erreichbarkeit und Kapazität von Grünflächen sowie die klimasensible Gebäudenutzungen anbelangt wird hier aber die Auffassung vertreten, dass es sich um relativ zeitkonstante Größen handelt.

Als denkbar ungünstigste Situation eines Quartiers der Stadtstrukturtypen Blockrandbebauung geschlossen und offen, Wohn-Hochhaus, Zeilen-Siedlung und MFH aufgelockert kann demzufolge folgendes Szenario formuliert werden:

- Es weist heute und zukünftig aus gesamtstädtischer Sicht eine hohe bioklimatische Belastung auf
- Es wurde zwischen 1950 und 1980 gebaut und bisher nicht oder nur teilweise energetisch saniert
- Es beherbergt mindestens eine klimasensible Nutzung
- Es weist heute und zukünftig aus gesamtstädtischer Sicht eine vergleichsweise hohe Bevölkerungsdichte auf
- Es weist heute und zukünftig aus gesamtstädtischer Sicht einen vergleichsweise hohen Anteil an Senioren und/oder Kleinkindern auf
- Es ist keine Eignungsgrünfläche mit ausreichender Kapazität zur Erholung vom Hitzestress erreichbar

Es wird hier noch einmal betont, dass das gewählte Vorgehen eine angemessene räumliche Fehlertoleranz aufweist. Denn für die identifizierten Hot-Spots sollen in der nächsten Projektphase vor allem auch solche Anpassungsmaßnahmen identifiziert und analysiert werden, die unter der Prämisse der Berücksichtigung lokaler Spezifika auch auf andere Quartiere desselben Stadtstrukturtyps übertragbar sind. Diese Flexibilität

ist vor allem aufgrund der räumlichen Unsicherheit des Klimawandels, aber auch aufgrund der vergleichsweise geringen räumlichen Auflösung einiger nicht-klimatischer Faktoren (z.B. Demographie) bzw. zumindest teilweise noch unvollständiger Informationen (z.B. zum energetischen Gebäudestandard) als hochgradig relevant einzustufen.

Die sich aus diesem Vorgehen ergebenden Hot-Spots sind in Abbildung kartographisch dargestellt und werden im Folgenden skizzenartig vorgestellt. Dabei erfolgen zum einen eine räumliche Einordnung der Quartiere und zum anderen eine standardisierte Beschreibung der relevanten Ergebnisse der bewertungsrelevanten Kriterien. Jedes Unterkapitel schließt mit einer begründeten Prioritätseinschätzung über das Anpassungsmanagement des Hot-Spots.

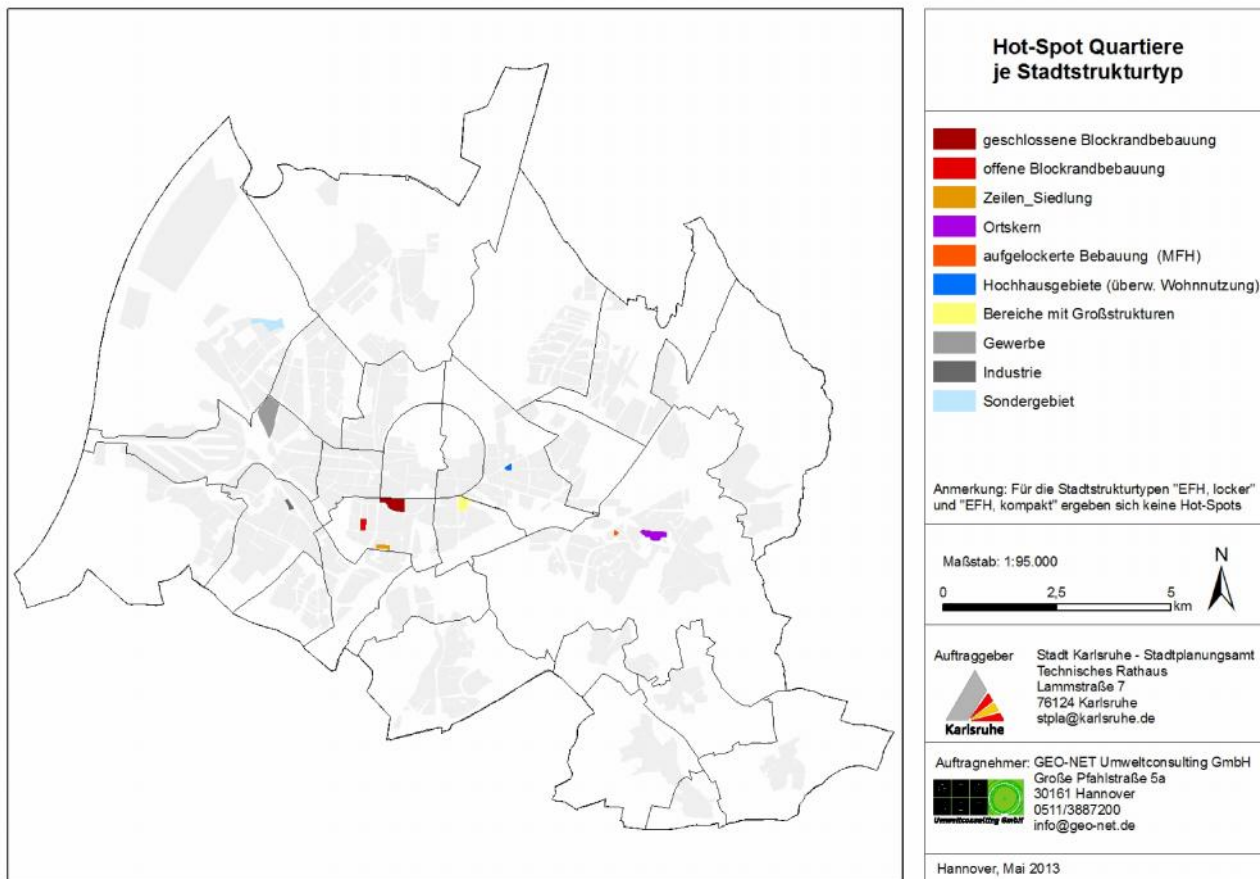


Abbildung 34: Ausgewählte Hot-Spot Quartiere je Stadtstrukturtyp

6.1 HOT-SPOT DES STADTSTRUKTURTYP 01 „GESCHLOSSENE BLOCKRANDBEBAUUNG“

In Karlsruhe können 47 Quartiere dem Stadtstrukturtyp „Geschlossene Blockrandbebauung“ zugeordnet werden. Hiervon weisen 32 Gebiete bereits heute eine hohe bioklimatische Belastung auf, bis zur Mitte des Jahrhunderts steigt deren Zahl auf 45. Der Strukturtyp „Geschlossene Blockrandbebauung“ ist damit insgesamt als bioklimatisch stark gefährdet einzuordnen.

Das Hot-Spot-Quartier des Strukturtyps im Norden der Südweststadt zwischen den stark befahrenen Straßen Brauer -, Kriegs- und Karlstraße sowie einer Straßenbahntrasse ist bereits heute sowohl tagsüber als auch nachts hohen bioklimatischen Belastungen ausgesetzt. Es ist größtenteils von Quartieren desselben Typs umgeben.

Der Blockrand ist weitestgehend geschlossen, die Gebäude sind größtenteils vier- oder fünfgeschossige Wohngebäude der Gründerzeit mit Nachkriegsergänzungen, insbesondere im östlichen Bereich. Markante Ausnahmen in der Baustruktur sind zwei freistehende gründerzeitliche Stadtvillen an der Kriegsstraße sowie ein 15-stöckiges Wohngebäude am westlichen Ende des Quartiers. Die Innenhöfe der Baublöcke sind zum Teil stark bebaut, unbebaute Bereiche dafür größtenteils unversiegelt und mit zahlreichen Bäumen bestanden.

Im Quartier leben knapp 2400 Menschen auf einer Fläche von etwa 11,4 ha. Dies entspricht der hohen Bevölkerungsdichte von etwa 200 EW/ha. An der Südflanke des Quartiers befinden sich einige kleinere Ausgleichsflächen, die aber keine entsprechend ausreichende Kapazität aufweisen. Bioklimatische Entlastungsräume ausreichender Kapazität in geeigneter Entfernung können durch die innerstädtische Lage nicht erreicht werden.



Abbildung 35: Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 01 „Geschlossene Blockrandbebauung“ in Luftbild und Straßenkarte (nördliche Südweststadt)

Tabelle 4: Kriterienübersicht für den Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 01 „Geschlossene Blockrandbebauung“

Kriterium	Gegenwart	Zukunftsszenario
hohe bioklimatische Belastung am Tage?	ja	ja
hohe bioklimatische Belastung in der Nacht?	ja	ja
hochwertige Grünfläche erreichbar?	nein	
hoher Anteil Senioren?	nein	nein
hoher Anteil Kleinkinder?	ja	unbekannt
hohe Bevölkerungsdichte?	ja	Ja
geringer energetischer Gebäudestandard?	ja	
sensible Nutzungen vorhanden?	ja	
Priorität	hoch	

6.3 HOT-SPOT DES STADTSTRUKTURTYP 03 „ZEILENBEBAUUNG“

Insgesamt sind in Karlsruhe 86 Quartiere dem Strukturtyp „Zeilenbebauung“ zuzuordnen. Von diesen sind heute lediglich 2 als potentielle Hot-Spots anzusehen, bis zur Mitte des Jahrhunderts wird diese Zahl auf 11 anwachsen. Diese geringe Anzahl lässt sich u.a. auf die spezifischen Lagen und die städtebauliche Struktur des Typs (siehe Anhang) zurückführen.

Der Hot-Spot dieses Strukturtyps befindet sich im Süden der Südweststadt und besteht aus vier parallelen, sechsgeschossigen Wohnbauten, sowie im Westen einem 14-stöckigen Wohnhochhaus und im Osten einem zur Hirschstraße hin geschlossenem Blockrand. Die Zeilenbauten und das Wohnhochhaus stammen aus den 1950er und 1960er Jahren. Das Quartier bereits heute tagsüber bioklimatisch belastet. In der Mitte des Jahrhunderts wird er auch nachts hohen bioklimatischen Belastungen ausgesetzt sein. Im Quartier wohnen auf einer Fläche von 3 Hektar knapp 600 Menschen. Die Bevölkerungsdichte beträgt damit etwa 200 EW/ha. Der Anteil an Kleinkindern ist relativ hoch. Zwischen den Zeilenbauten sowie um das Wohnhochhaus befinden sich begrünte, halböffentliche Freiflächen. Der Blockrand im Osten ist überwiegend versiegelt. Im Umkreis von 500 Metern befinden sich einige wenige, aber sehr kleine Ausgleichsflächen, die von ihrer Kapazität nicht ausreichen, um das Quartier ausreichend zu versorgen.

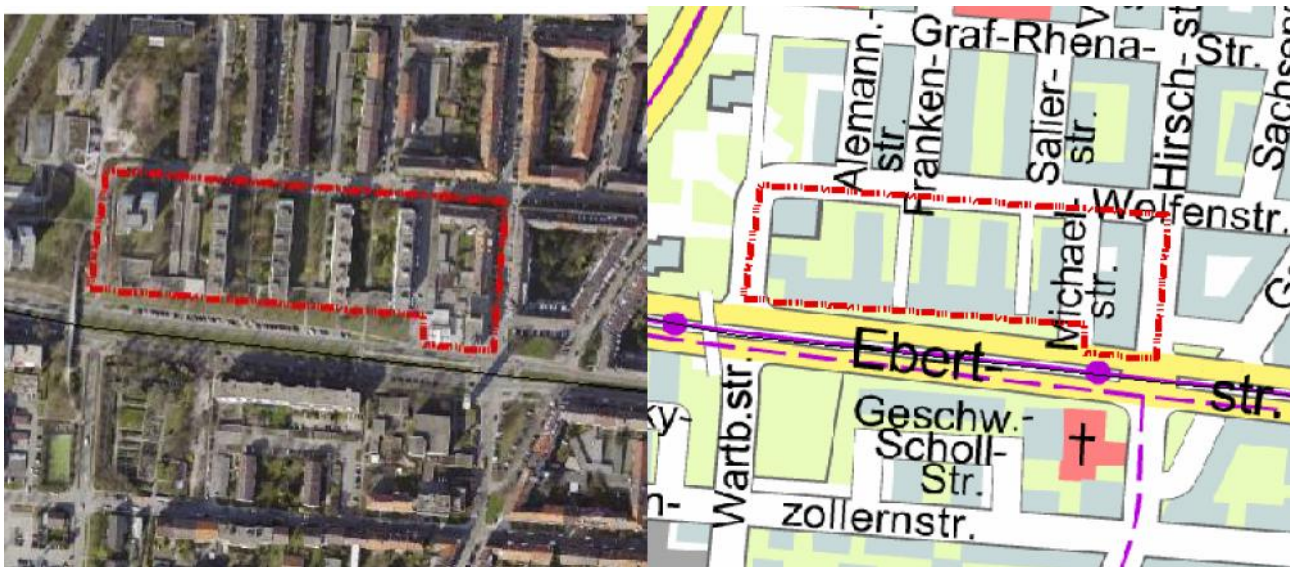


Abbildung 37: Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 03 „Zeilenbebauung“ in Luftbild und Straßenkarte (südliche Südweststadt)

Tabelle 6: Kriterienübersicht für den Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 03 „Zeilenbebauung“

Kriterium	Gegenwart	Zukunftsszenario
hohe bioklimatische Belastung am Tage?	ja	ja
hohe bioklimatische Belastung in der Nacht?	nein	nein
hochwertige Grünfläche erreichbar?	nein	
hoher Anteil Senioren?	nein	nein
hoher Anteil Kleinkinder?	ja	unbekannt
hohe Bevölkerungsdichte?	ja	ja
geringer energetischer Gebäudestandard?	ja	
sensible Nutzungen vorhanden?	nein	
Priorität	hoch	

6.4 HOT-SPOT DES STADTSTRUKTURTYP 04 „ORTSKERN“

Der südliche Teil des historischen Stadtkerns von Durlach ist der einzige von insgesamt 19 Quartieren des Typs „Ortskern“ in Karlsruhe, der einer hohen bioklimatischen Belastung unterliegt (im Zeithorizont bis 2050). Das Quartier gehört mit rund 9ha zu den größeren der zehn Hot-Spots und umfasst 1.200 Einwohner.

Es handelt sich um einen mittelalterlichen Stadtkern mit vorwiegend geschlossener Bauweise, einer beträchtlichen Anzahl mittelalterlicher Gebäude sowie zahlreichen Um- und Neubauten, die einen hohen Nutzungsmix, sowohl vertikal als auch horizontal, beinhalten: Einzelhandel, Gewerbe, Büros und Praxen, Wohnungen, Gastronomie, usw.). Auch einige klimasensible Nutzungen sind hier untergebracht. Sowohl die Altersstruktur sowie die Erreichbarkeit von Entlastungsflächen sind klimabezogen als positiv zu bewerten.

Über den energetischen Standard der Gebäude kann (auch aufgrund ihrer Anzahl) keine konkrete Aussage getroffen werden. Die massive Bauweise der mittelalterlichen Bauten legt aber die Annahme einer eher besseren Wärmedämmung nahe. Da darüber hinaus viele Bauwerke unter Denkmalschutz stehen, ist die energetische Gebäudesanierung hier eher keine Option, so dass sich die Anpassungsmaßnahmen vor allem auf den Freiraum (z.B. Verschattung, Verdunstungskälte) sowie auf das Handlungsfeld Nachbarschaftshilfe konzentrieren könnten. Die Priorität des Hot-Spots ist aufgrund seiner besonderen baulichen Struktur, räumlichen Lage und der relativen Vielzahl an Betroffenen grundsätzlich als hoch einzustufen.

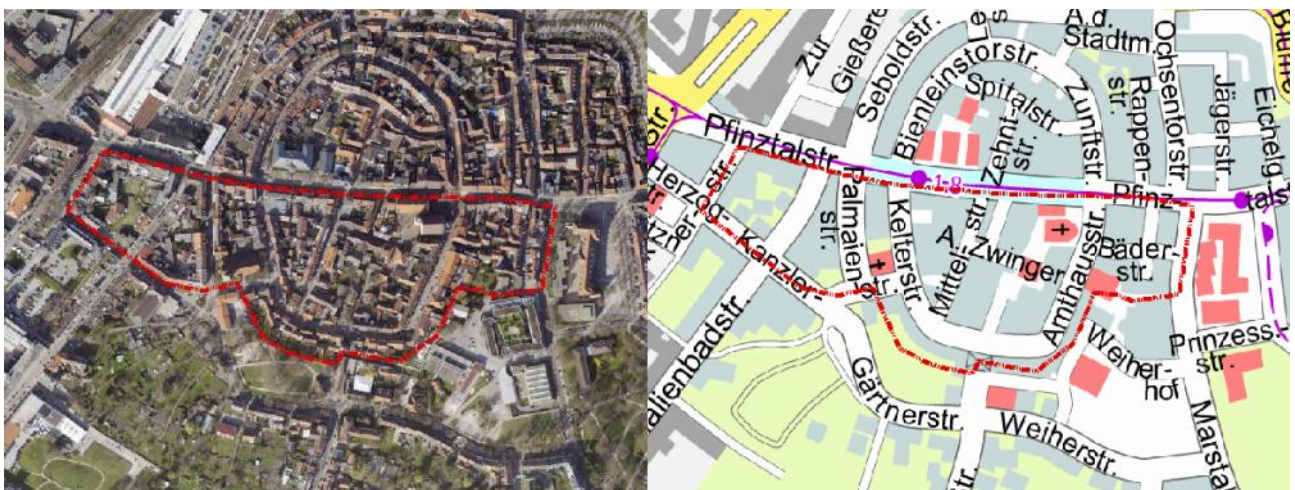


Abbildung 38: Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 04 „Ortskern“ in Luftbild und Straßenkarte (Durlach)

Tabelle 7: Kriterienübersicht für den Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 04 „Ortskern“

Kriterium	Gegenwart	Zukunftsszenario
hohe bioklimatische Belastung am Tage?	nein	ja
hohe bioklimatische Belastung in der Nacht?	nein	ja
hochwertige Grünfläche erreichbar?		ja
hoher Anteil Senioren?	nein	nein
hoher Anteil Kleinkinder?	nein	unbekannt
hohe Bevölkerungsdichte?	nein	nein
geringer energetischer Gebäudestandard?	unbekannt	
sensible Nutzungen vorhanden?	ja	
Priorität	hoch	

6.5 HOT-SPOT DES STADTSTRUKTURTYP 05 „AUFGELOCKERTE BEBAUUNG MITTLERER DICHTe (MFH)“

45 Quartiere lassen sich in Karlsruhe dem Stadtstrukturtyp „Aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte (MFH) zuordnen. Keines dieser Quartiere ist bereits aktuell ein potentieller Hot-Spot. Bis zur Mitte des Jahrhunderts wird die Zahl der gefährdeten Quartiere auch nur auf 3 ansteigen.

Eines dieser drei Gebiete ist das unten dargestellte Quartier im Westen Durlachs mit Geschosswohnungsbauten aus den 1960er Jahren. Das nördliche Gebäude weist sieben Geschosse auf, die restlichen jeweils vier. Insgesamt leben hier 170 Menschen auf einer Fläche von etwa 0,9 ha, was einer Bevölkerungsdichte von 190 Personen pro Hektar entspricht. Das Quartier wird bis zur Mitte des Jahrhunderts sowohl tagsüber als auch nachts hohen bioklimatischen Belastungen ausgesetzt sein. Der private Freiraum zwischen den Gebäuden ist zwar begrünt, hochwertige Grünanlagen mit bioklimatischer Entlastungsfunktion sind aber nicht in ausreichender Nähe zu erreichen. Dies hat unter anderem mit der abgeschlossenen Lage im Siedlungsbestand, aber auch mit der Bahntrasse Durlach-Hauptbahnhof zu tun, die eine massive Barrierewirkung darstellt.



Abbildung 39: Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 05 „Aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte (MFH)“ in Luftbild und Straßenkarte (Durlach)

Tabelle 8: Kriterienübersicht für den Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 05 „Aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte (MFH)“

Kriterium	Gegenwart	Zukunftsszenario
hohe bioklimatische Belastung am Tage?	nein	ja
hohe bioklimatische Belastung in der Nacht?	nein	ja
hochwertige Grünfläche erreichbar?	nein	
hoher Anteil Senioren?	nein	nein
hoher Anteil Kleinkinder?	nein	unbekannt
hohe Bevölkerungsdichte?	ja	ja
geringer energetischer Gebäudestandard?	ja	
sensible Nutzungen vorhanden?	ja	
Priorität	mittel	

6.6 HOT-SPOT DES STADTSTRUKTURTYP 08 „HOCHHAUSGEBIETE MIT ÜBERWIEGENDER WOHNUNGENUTZUNG“

In Karlsruhe bestehen 25 Gebiete des Stadtstrukturtyps „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“. Hiervon erweisen sich heute 3 als potentielle Hot-Spots. Bis zum Jahr 2050 wird die Zahl auf acht ansteigen.

Das Hot-Spot-Quartier dieses Typs befindet sich im Norden der Karlsruher Oststadt in einem Block, der ansonsten aus geschlossenem Blockrand besteht. Das Quartier wird nördlich von der Haid-und-Neu-Straße, im Süden von der Rintheimer Straße. Nach Westen schließt unmittelbar historische Blockrandbebauung an, im Osten das Gelände der Privatbrauerei Hoepfner. Die stark gegliederten Gebäude weisen Höhen zwischen 3 und 18 („Wohnturm“ am nordöstlichen Rand) Geschossen auf, die meisten erreichen 8 bis 10 Geschosse und sind in den oberen Bereichen terrassiert, was den dortigen Wohnungen kleine private Außenflächen schafft. Auf einer Fläche von weniger als 1,5 ha leben im Gebiet heute 490 Menschen, was einer Bevölkerungsdichte von über 320 Personen pro Hektar entspricht.

Das Quartier ist bereits heute sowohl am tagsüber als auch nachts hohen bioklimatischen Belastungen ausgesetzt. Durch die stufige Bauweise sowie Zufahrtswege und Parkplätze ist ein hoher Anteil der Quartiersfläche bebaut oder versiegelt. Hochwertige Ausgleichsflächen existieren auch im näheren Umkreis nicht.



Abbildung 40. Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 08 „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“ in Luftbild und Straßenkarte (Oststadt)

Tabelle 9: Kriterienübersicht für den Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 08 „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“

Kriterium	Gegenwart	Zukunftsszenario
hohe bioklimatische Belastung am Tage?	ja	ja
hohe bioklimatische Belastung in der Nacht?	ja	ja
hochwertige Grünfläche erreichbar?	nein	
hoher Anteil Senioren?	nein	nein
hoher Anteil Kleinkinder?	nein	unbekannt
hohe Bevölkerungsdichte?	ja	ja
geringer energetischer Gebäudestandard?	ja	
sensible Nutzungen vorhanden?	nein	
Priorität	hoch	

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

Der Stadtstrukturtypenkatalog umfasst 41 Gebiete des Typs „Bereiche mit Großstrukturen“. Heute sind hiervon 3 Gebiete bioklimatisch belastet, Mitte des Jahrhunderts werden es bereits 16 Gebiete sein.

Der Hot-Spot des Typs 09 besitzt eine Größe von etwa 6,1 ha und 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, teils für Büros und Dienstleistungen, teils für Fitness oder Gastronomie genutzt. Am Rand des Gebiets befinden sich auch einige Wohngebäude. Insgesamt leben hier nur 73 Personen, es besteht aber eine erhebliche Anzahl an Arbeitsplätzen.

Ein beträchtlicher Anteil der Fläche ist entweder überbaut oder mit öffentlichen und privaten Verkehrs- bzw. größeren Parkierungsflächen versiegelt. Direkt anschließend im Osten befindet sich ein kleinerer Park, der zukünftig in den Ostaupark übergeht. Im Nordosten schließt der parkähnliche "Alte Friedhof" an. Hochwertige Entlastungsflächen sind damit zwar ausreichend vorhanden. Dennoch ist das Gebiet aufgrund der bereits heute tagsüber und nachts hohen klimatischen Belastung, der Lage und der Nutzungsintensität unter den Bereichen mit Großstrukturen das am schlimmsten betroffene Gebiet.



Abbildung 41: Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 09 „Bereiche mit Großstrukturen“ in Luftbild und Straßenkarte (Südstadt)

Tabelle 10: Kriterienübersicht für den Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 09 „Bereiche mit Großstrukturen“

Kriterium	Gegenwart	Zukunftsszenario
hohe bioklimatische Belastung am Tage?	ja	ja
hohe bioklimatische Belastung in der Nacht?	ja	ja
hochwertige Grünfläche erreichbar?	ja	
geringer energetischer Gebäudestandard?	z.T.	
sensible Nutzungen vorhanden?	nein	
Priorität		hoch

6.8 HOT-SPOT DES STADTSTRUKTURTYP 10 „GEWERBE“

Das Gewerbegebiet „Gablonzer Straße“ ist eines von 69 als Stadtstrukturtyp „Gewerbe“ klassifizierten Quartieren in Karlsruhe. Von diesen 69 Gebieten sind bereits heute 15 einer hohen bioklimatischen Belastung ausgesetzt. Bis Mitte des Jahrhunderts wird sich diese Anzahl auf 53 erhöhen. Mehr als drei Viertel aller Gewerbetypen werden dann damit betroffen sein.

Das Gewerbegebiet „Gablonzer Straße“ zwischen Neureuter Straße, Rheinstraße, Siemensallee und Bahntrasse 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. Zwischen kleineren und großkubaturigen Gewerbegebäuden unterschiedlicher Nutzung sowie an der Neureuter Straße befinden sich auch einige teils betriebsbezogene, teils eigenständige Wohngebäude. Im Gebiet haben insgesamt 450 Personen ihren Wohnsitz. Das Gebiet zählt mit einer Fläche von 24,5 ha zu den größten der Karlsruher Stadtquartierstypen.

Das Gebiet weist einen Versiegelungsgrad von über 90% auf, öffentliche Grünflächen bestehen nicht. Bereits heute besteht tagsüber hohe bioklimatische Belastung, was negative Auswirkungen insbesondere auf die im Gebiet arbeitenden Personen hat, zusätzlich können Entlastungsflächen nicht erreicht werden.



Abbildung 42: Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 10 „Gewerbe“ in Luftbild und Straßenkarte (Mühlburg)

Tabelle 11: Kriterienübersicht für den Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 10 „Gewerbe“

Kriterium	Gegenwart	Zukunftsszenario
hohe bioklimatische Belastung am Tage?	ja	ja
hohe bioklimatische Belastung in der Nacht?	nein	ja
hochwertige Grünfläche erreichbar?	nein	
geringer energetischer Gebäudestandard?	z.T.	
Priorität	hoch	

6.9 HOT-SPOT DES STADTSTRUKTURTYP 11 „INDUSTRIE“

Der Typenkatalog enthält für Karlsruhe 13 als Stadtstrukturtyp „Industrie“ identifizierte Quartiere unterschiedlicher Größe. Hiervon sind bereits heute 6 Quartiere hohen klimatischen Belastungen ausgesetzt. Bis Mitte des Jahrhunderts werden 10 Quartiere betroffen sein.

Der Hot-Spot des Stadtstrukturtyps „Industrie“ befindet sich im Nordosten des Stadtteils Grünwinkel unmittelbar an der Bahntrasse nach Wörth/Neustadt. Mit einer Fläche von 2,4 ha zählt es zu den kleineren Quartieren dieses Typs. Das Gebiet, das von einem einzigen Betrieb ausgefüllt wird, ist zum Großteil mit großkubaturigen Industriegebäuden bebaut, insbesondere mit Fertigungs- und Lagerhallen, sowie kleineren Bürogebäuden. Ergänzende Nutzungen existieren nicht. Unbebaute Bereiche werden als Stellplatzflächen oder zusätzliche Lagerfläche genutzt und sind weitgehend versiegelt. Der Versiegelungsgrad erreicht damit über 90%.

Hohe bioklimatische Belastungen treten bereits heute sowohl tagsüber als auch nachts auf. Die beengte Lage zwischen Infrastrukturtrassen und Gebieten mit anderen Nutzungen schränkt die Entwicklungsfähigkeit ein und verschärft die Situation zusätzlich.

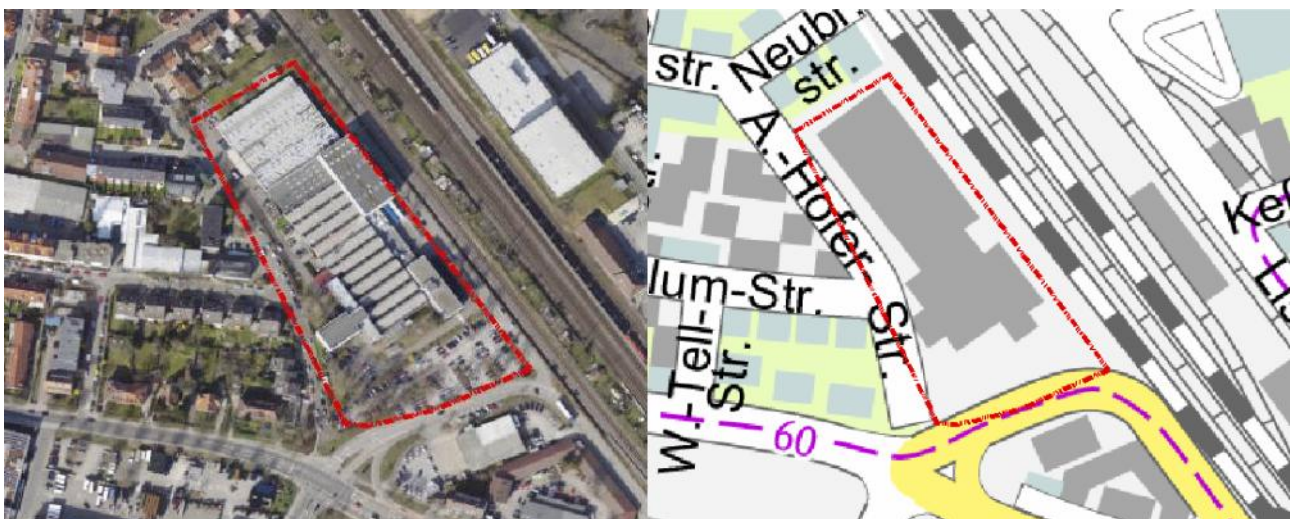


Abbildung 43: Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 11 „Industrie“ in Luftbild und Straßenkarte (Grünwinkel)

Tabelle 12: Kriterienübersicht für den Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 11 „Industrie“

Kriterium	Gegenwart	Zukunftsszenario
hohe bioklimatische Belastung am Tage?	ja	ja
hohe bioklimatische Belastung in der Nacht?	ja	ja

6.10 HOT-SPOT DES STADTSTRUKTURTYP 12 „SONDERGEBIET“

Anmerkung: Dieser Strukturtyp stellt in mehrfacher Hinsicht einen Sonderstatus dar. Bis auf ein heterogenes (und klimatisch nicht belastetes) Gebiet in Rüppurr, das sich keinem anderen Strukturtyp zuordnen lässt, sind ausschließlich militärische Liegenschaften bzw. Kasernen enthalten, die sich teilweise bereits in Konversion befinden. Da die mittelfristige Zukunft all dieser Gebiete aus derzeitiger Perspektive nicht ausreichend beurteilt werden kann, wird eine weitere Bearbeitung zum jetzigen Zeitpunkt als nicht sinnvoll erachtet.

Zwar wurde mit dem ZMPH (Zentraler Materiallagerpunkt Heer) auf dem Gelände der ehemaligen Mudra-Kaserne im Stadtteil Knielingen auf Grundlage der in Phase 1 verwendeten Systematik ein Hot-Spot identifiziert, dessen Priorität ist jedoch durch die gegenwärtige Nutzung bzw. die oben genannte Unklarheit grundsätzlich eher als gering zu betrachten. Sollte das Gebiet jedoch mittelfristig ebenfalls einer Konversion unterliegen, sollte bei der Entwicklungsplanung der bioklimatischen Belastungssituation besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Der Vollständigkeit halber wird das Gebiet dennoch kurz dargestellt:



Abbildung 44: Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 12 „Sondergebiet“ in Luftbild und Straßenkarte (Knielingen)

Tabelle 13: Kriterienübersicht für den Hot-Spot des Stadtstrukturtyps 12 „Sondergebiet“

Kriterium	Gegenwart	Zukunftsszenario
hohe bioklimatische Belastung am Tage?	nein	ja
hohe bioklimatische Belastung in der Nacht?	nein	nein
geringer energetischer Gebäudestandard?	nein	
Priorität	gering	

7. Ausblick und weiterer Forschungsbedarf

Durch das Projekt verfügt die Stadt Karlsruhe nun über Informationen darüber, welche Stadtquartiere heute und unter dem Einfluss des zukünftigen Klimawandels als besonders vulnerabel gegenüber Hitzestress zu bezeichnen sind. Dieses Wissen stellt für sich genommen bereits wichtiges Abwägungsmaterial für eine nachhaltige Stadtentwicklung Karlsruhes dar. Seine volle Relevanz kann das Projekt aber erst entfalten, wenn aus den bisherigen Erkenntnissen ein Rahmenplan mit Hot-Spot-spezifischen, übertragbaren Maßnahmenpaketen entwickelt wird, der über die Frage nach dem „Wo?“ hinaus Antworten auf das „Was?“ und „Wie?“ gibt (vgl. Kapitel 2).

Dabei lassen sich zwei zentrale Aufgaben definieren: Die Identifikation von Maßnahmen und die Wirkungsanalyse der Maßnahmen. Zwar existiert mittlerweile – u.a. durch den Stadtklimalotsen (BBSR 2013) oder das Handbuch Stadtklima (MUNLV 2010) - ein umfangreiches Verständnis darüber, welche Maßnahmen grundsätzlich zur Begegnung des Urban Heat Phänomens geeignet sind. Die Auswahl konkreter Maßnahmen für konkrete Quartiere bzw. Stadtstrukturtypen bleibt jedoch aufgrund der individuellen Rahmenbedingungen immer auch eine Einzelfallentscheidung. Diese kann sinnvoll nur in einem strukturierten Partizipationsprozess mit den beteiligten Akteuren (Anwohner, Eigentümer, Verwaltung, Politik) getroffen werden. Um den Entscheidungsträgern notwendige Entscheidungsgrundlagen über die Auswirkungen der einzelnen Maßnahmen an die Hand zu geben, ist eine fachgutachterliche Begleitung des Prozesses unerlässlich.

Grundsätzlich lassen sich hierbei drei Ebenen von Maßnahmen unterscheiden:

- Gesamt- bzw. teilstädtische Ebene
- Quartiersebene
- Gebäudeebene

Auf gesamt- bzw. teilstädtischer Ebene können vor allem großflächige Veränderungen eine Auswirkung auf einzelne Quartiere haben (z.B. die Schaffung von Kaltluftbahnen durch Entsiegelung von Industriebrachen). Realistische Entwicklungen für die Stadt Karlsruhe sollten in Form von städtebaulichen Skizzen abgestimmt und abgebildet sowie hinsichtlich ihrer bioklimatischen Wirkung analysiert werden. Auf Quartiersebene können Pocket Parks, punktuelle Entsiegelungen oder auch die Nutzung von Verdunstungskälte („Wasser in der Stadt“) das Bioklima verbessern. Auf Gebäudeebene sind die gezielte Verschattung durch Bäume, die Dach- und Fassadenbegrünung oder auch die energetische Sanierung mögliche Optionen.

Gerade auf Quartiers-/Gebäudeebene muss es sich nicht immer ausschließlich um baulich-investive („harte“) Maßnahmen handeln. Hier können auch und gerade „weiche“ Maßnahmen wie organisierte Nachbarschaftshilfen, Trinkpatenschaften, Warnsysteme oder auch Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen im Gesundheits- bzw. Pflegesektor geeignete Anpassungsmaßnahmen an einen zunehmenden Hitzestress sein.

Quellenverzeichnis

- AfSta (= Amt für Stadtentwicklung) Karlsruhe (2012): Demographischer Wandel in Karlsruhe 7 - Bevölkerungsprognose 2010 – 2020 – 2030
http://www1.karlsruhe.de/Stadtentwicklung/afsta/Stadtentwicklung/download/afsta_heft_35_Bevvorausrech_2012.pdf
- BBSR (=Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung) (2013): Stadtklimalotse.
<http://www.stadtklimalotse.net>
- Baumüller, Jürgen (1992): Städtebauliche Klimafibel - 1. Stuttgart: Forschungsgemeinschaft.
- Baumüller, Jürgen (1995): Städtebauliche Klimafibel - 2. Stuttgart: Forschungsgemeinschaft.
- Bertelsmann Stiftung (2011): Deutschland im Demographischen Wandel 2030.
http://www.wegweiser-kommune.de/datenprognosen/laenderberichte/download/pdf/Laenderbericht_Baden_Wuerttemberg.pdf
- Deakin, M., Mitchell, G., Nijkamp, P. und Vreeker, R. (2007): Sustainable urban development - The environmental assessment methods. New York: Routledge.
- Düchs, Martin (2011): Architektur für ein gutes Leben. Münster: Waxmann (=Theoretische Untersuchungen zur Architektur, 5).
- Dütemeyer, D., Barlag, A.-B., Kuttler, W., Axt-Kittner, U. (2013): Stadtklimatisches Flächenmanagement in der kommunalen Umweltplanung. UVP-Report 27, Heft 3/13. (im Druck, Stand Juni 2013)
- Einsele, M. und Kilian, A. (1997): Stadtbausteine Karlsruhe: Elemente der Stadtlandschaft. Karlsruhe: KIT.
- Evans, Gary W. und McCoy, Janette Mitchell (1998): When Buildings don't work: The Role of Architecture in Human Health. München: Elsevier. Journal of Environmental Psychology (18), S.85-94.
- Fanger, Poul, O. (1972): Thermal Comfort, Analysis and Application in Environment Engineering. New York: McGraw Hill.
- Faust, Volker (1976): Biometeorologie. Stuttgart: Hippokrates Verlag.
- Füssel, H.-M. und Klein R.J.T. (2006): Climate change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking. In: Climatic Change, 75(3), 301-329.
- IW (=Institut der deutschen Wirtschaft) Köln (2012): Energetische Modernisierung des Gebäudebestandes: Herausforderungen für private Eigentümer.
http://www.immobiliënökonomik.de/fileadmin/docs/Gutachten-Energetische_Modernisierung-final.pdf

- Jendritzky et al. (1990): Methodik zur raumbezogenen Bewertung der thermischen Komponente im Bioklima des Menschen (Fortgeschriebenes Klima-Michel-Modell). In: Beiträge der Akademie für Raumforschung und Landesplanung, 114.
- Karlsruhe macht Klima (2013): Projektstart: Erster Energietisch für Alten- und Pflegeheime in Karlsruhe. http://www.karlsruhe-macht-klima.de/aktuell/meldungen/338_energietisch.de?backUrl=http://www.karlsruhe-macht-klima.de/aktuell/meldungen/index_html
- Kramer, C. und Pfaffenbach, C. (2009): Persistence Preferred – on Future Residential (Im)Mobility among the Generation 50plus. In: Erdkunde, Vol. 63, No.2, S. 161-172.
- Kramer, C. und Pfaffenbach, C. (2011): Junge Alte als neu „Urbaniten“? Mobilitätstrends der Generation 50plus. In: Raumforschung und Raumordnung 26, S. 79-90.
- Mathey, Juliane et al. (2011): Noch wärmer, noch trockener? Stadtnatur und Freiraumstrukturen im Klimawandel. Abschlussbericht zum F+E-Vorhaben. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz
- MUNLV (Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen) (2010): Handbuch Stadtklima – Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel. http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/handbuch_stadtklima.pdf
- Moriske, Heinz-Jörn et. Al. (2006): Handbuch für Bioklima und Lufthygiene. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Nachbarschaftsverband Karlsruhe (2011): Ökologische Tragfähigkeitsstudie. http://www.nachbarschaftsverband-karlsruhe.de/b4/tfs_2/HF_sections/content/1345728540789/ZZkGEqayVuJkLC/NVK-TFS_2011.pdf
- Nachbarschaftsverband Karlsruhe (2011): ExWoSt-Modellvorhaben Innentwicklung versus Klimakomfort im Nachbarschaftsverband Karlsruhe. http://www.nachbarschaftsverband-karlsruhe.de/b4/exwost/HF_sections/content/ZZkHSr5tGIMDWn/ZZkNvxspnzilQZ/ExWoSt_NVK_A4_Web.pdf
- Roos, M. et al. (2009): Impact of climate change on the heat load in Frankfurt metropolitan region. Mettools VII, 1.-3. September, Hamburg.
- Sauer, M. (2009): Analyse regionaler Klimaszenarien für Niedersachsen. Bachelorarbeit, Institut für Meteorologie und Klimatologie, Universität Hannover.
- Sperk, C. und Mücke, H.-D. (2009): Klimawandel und Gesundheit: Informations- und Überwachungssysteme in Deutschland - Ergebnisse der internetbasierten Studie zu Anpassungsmaßnahmen an ge-

sundheitliche Auswirkungen des Klimawandels in Deutschland. Bonn: UBA (=Umwelt & Gesundheit 03/2009).

Steward, Iain (2009): Urban Climate Field Sites by “Local Climate Zones”. in: Urban Climate News Nr. 34, Dec 2009. International Association for Urban Climate, S. 8ff,
<http://urban-climate.org/newsletters/IAUC034.pdf>

SWRinfo (2013): Wenn’s im Schlafzimmer zu heiß wird... <http://www.swr.de/swrinfo/nachrichten/-/id=1789990/nid=1789990/did=11398176/c48vj1/index.html>

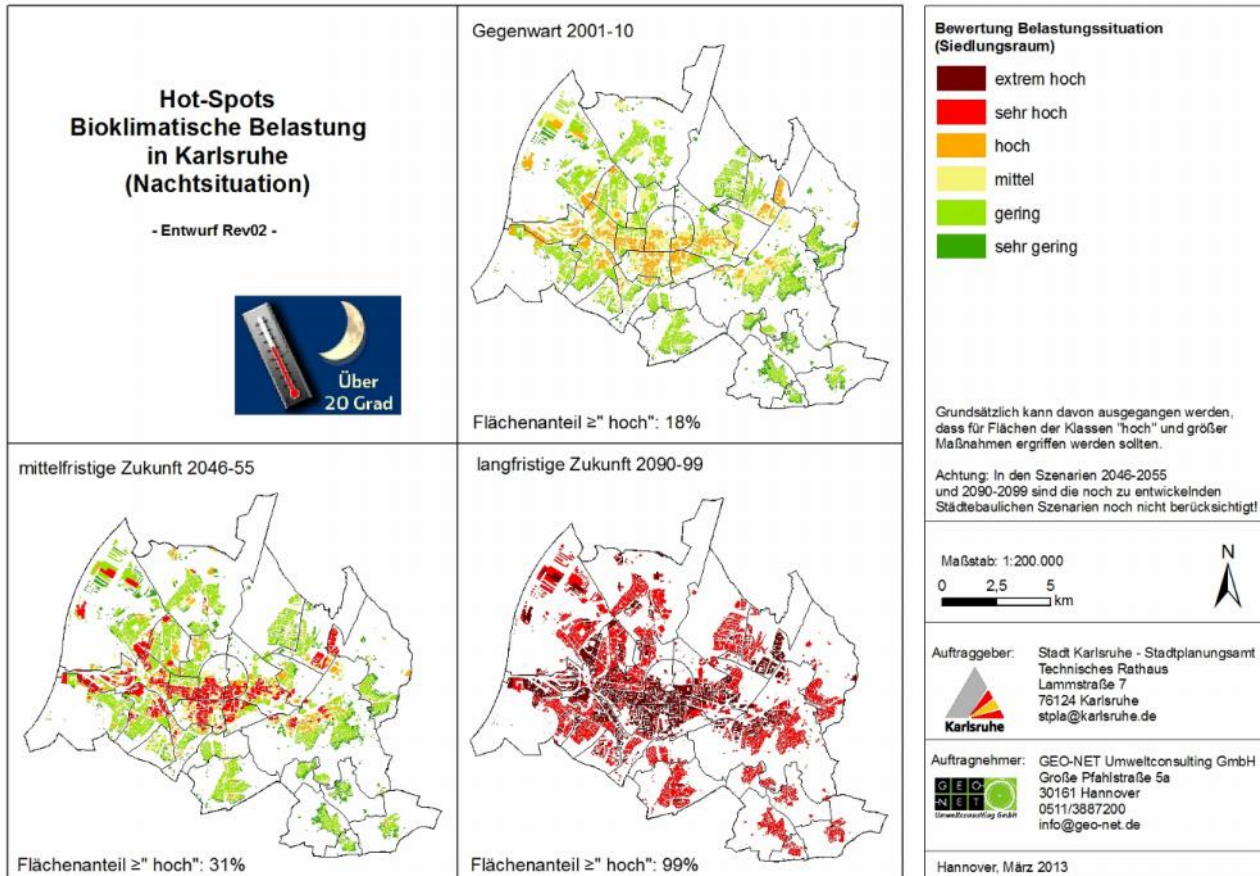
URGE (=Urban green environment) (2002): ICC – Interdisziplinärer Kriterienkatalog. Kriteriengruppe No.3: Nutzung der städtischen Grünfläche. http://www.urge-project.ufz.de/CD/pdf/Part_2_Toolbox/3_ICC_SiteLevel/ICC_SiteLevel_German_Crit_3.pdf

VDI (=Verband Deutscher Ingenieure) (2008): Richtlinie 3787, Blatt 2. Umweltmeteorologie. Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung. Teil I: Klima.

Anhang

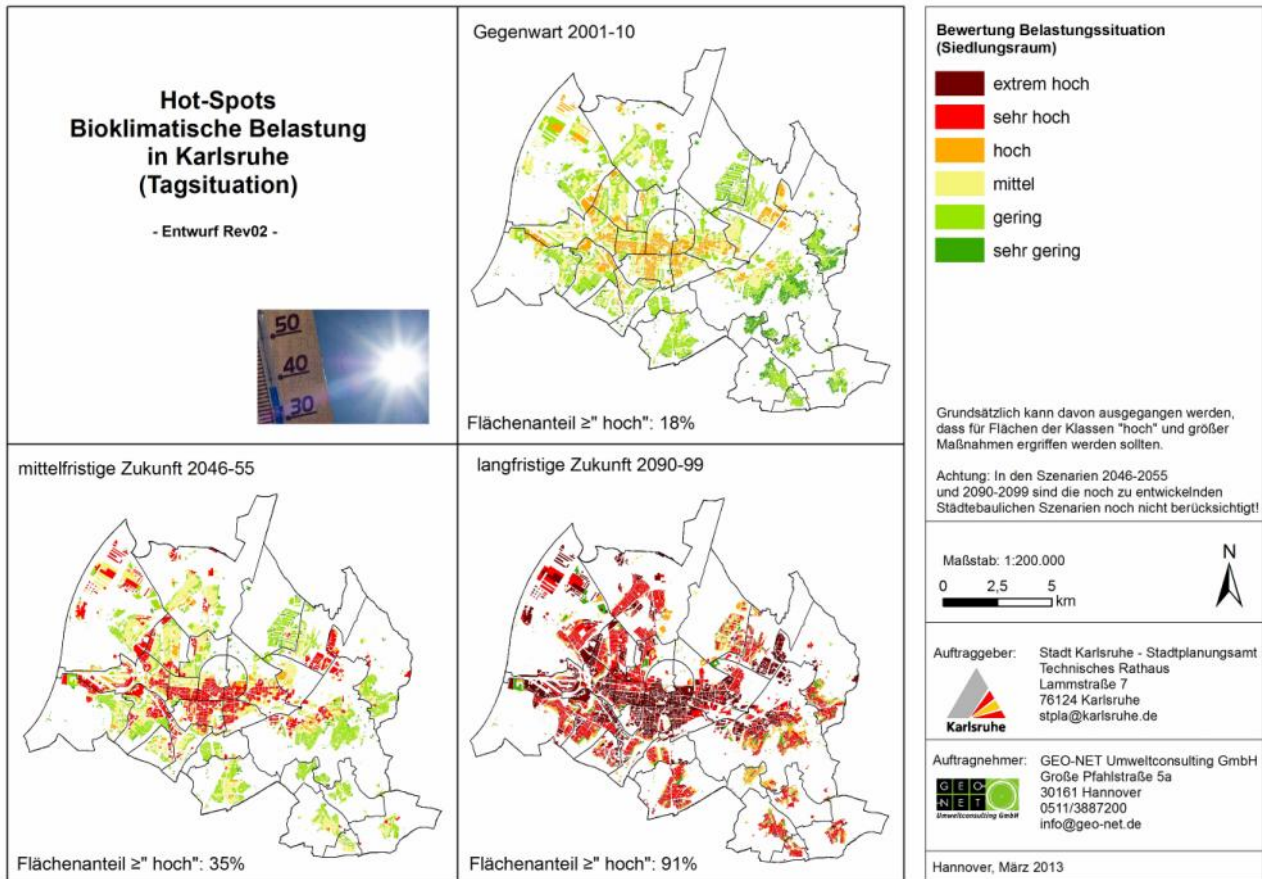
Teil A Bioklimatische Belastungssituation in Karlsruhe

BIOKLIMATISCHE BELASTUNG IM KARLSRUHER SIEDLUNGSRAUM (NACHTSITUATION)



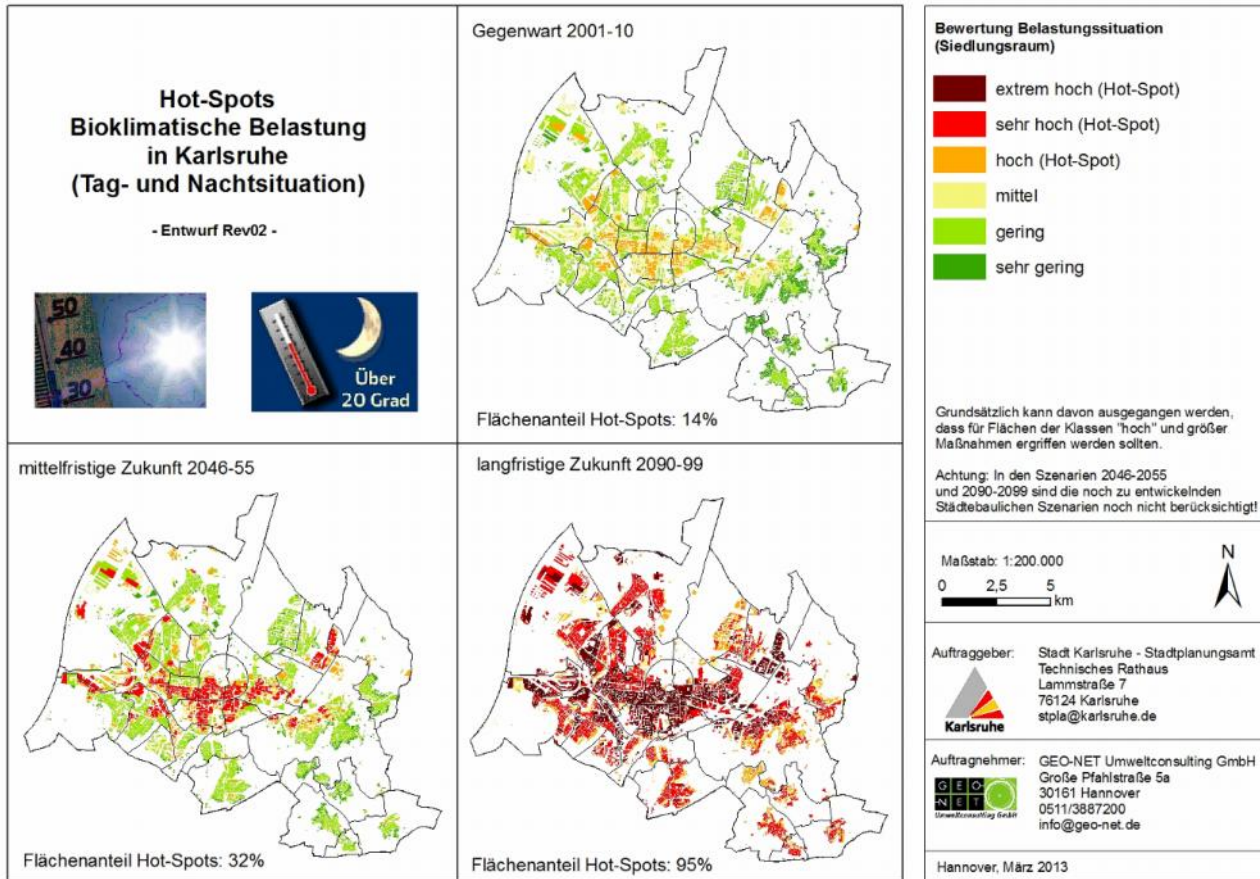
Bioklimatische Belastung im Karlsruher Siedlungsraum (Nachtsituation)

BIOKLIMATISCHE BELASTUNG IM KARLSRUHER SIEDLUNGSRAUM (TAGSITUATION)



Bioklimatische Belastung im Karlsruher Siedlungsraum (Tagsituation)

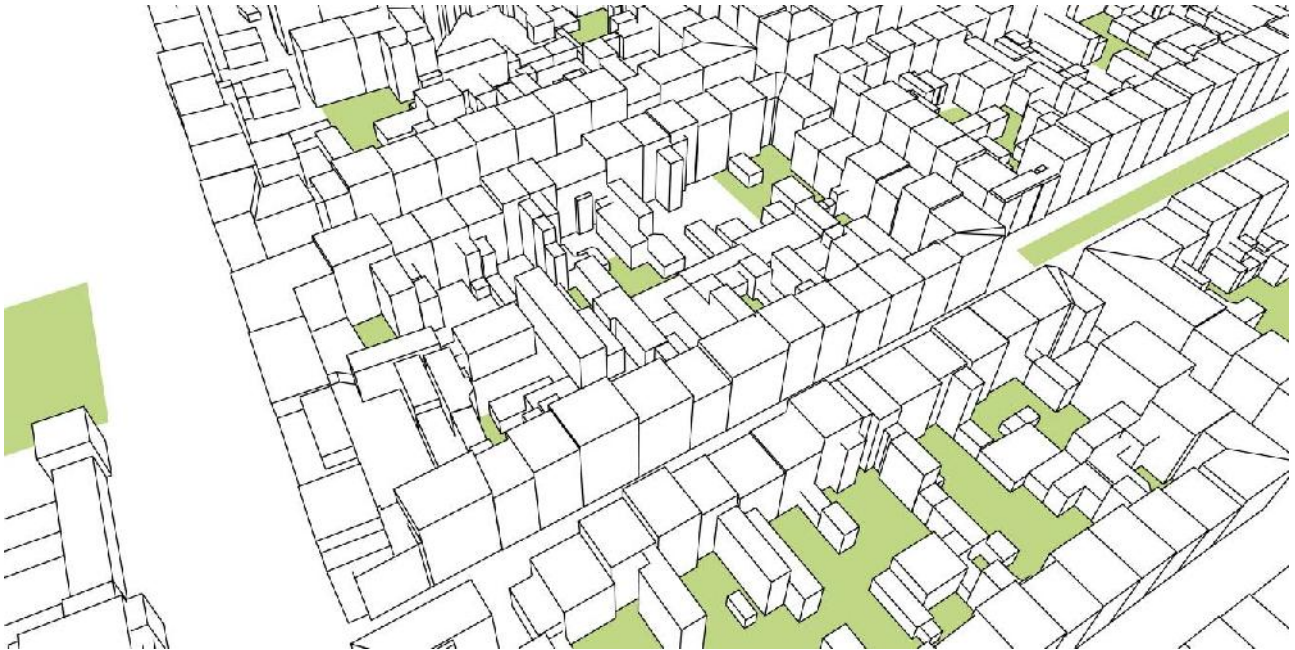
BIOKLIMATISCHE BELASTUNG IN KARLSRUHER SIEDLUNGSRAUM (VERKNÜPFUNG TAG- UND NACHSITUATION)



Bioklimatische Belastung in Karlsruher Siedlungsraum (Verknüpfung Tag- und Nachtsituation)

Teil B Steckbriefe Stadtstrukturtypen

STADTSTRUKTURTYP 01: GESCHLOSSENE BLOCKRANDBEBAUUNG



Beispielquartier Typ 01 „Geschlossene Blockrandbebauung“: Nordwestliche Südstadt

Typologische Merkmale

typisch innerstädtische Bauform, bei der alle Seiten eines Blocks weitgehend durch Gebäude geschlossen sind und damit einen Innenhof einschließen; geschlossene Bauweise aus mehrgeschossigen Stadt-, Miets-, Wohn- und Geschäftshäusern, in Karlsruhe typischerweise 3 bis 5 Geschosse, bisweilen auch mehr; hoher Versiegelungsgrad, oftmals Gewerbebauten oder Bauten anderer Nutzung in den Innenhöfen

Entstehungszeit(en)

Gründerzeit, vorwiegend 1840 bis 1920, spätere Ergänzungen, Sanierungen und Transformationen

Erschließungsstruktur, Nutzungsstruktur/Ausstattung

öffentlich Erschließung über die (meist vier) Blockseiten, innenliegend Hof, bisweilen fußläufig halböffentlich zugänglich; EG-Zonen meist mischgenutzt (Gewerbe, Handel, Büros, Praxen, Gastronomie, Wohnen, ...), sonst vorwiegend Wohnnutzung, ergänzende Nutzungen aller Art in den Blockrand integriert

Freiraum

differenzierter und gestalteter öffentlicher Raum auf der Blockaußenseite in Form von Straßen, Plätzen, Aufweitungen und verschiedenen Formen öffentlicher Grünflächen; Blockinnenseite („Hof“) teils mit gewerblichen Nebengebäuden, teils versiegelte Verkehrs- oder Gewerbeflächen, teils private Grünflächen als Haus- oder Mietergärten, oft alter Baumbestand

Strukturdaten

■ Anzahl Typ 01:	47	
■ Summe Flächen Typ 01:	426 ha	Anteil an Gesamtfläche: 9,3 %
■ Flächen der Quartiere:	Ø 9,1 ha	[min. 0,6 ha - max. 24,6 ha]
■ Summe Einwohner Typ 01:	85.000 EW	Anteil an Gesamteinwohnern: 28,9 %
■ Einwohner absolut:	Ø 1.812 EW	[min. 123 EW - max. 6.040 EW]
■ Einwohnerdichte:	Ø 204 EW/ha	[min. 67 EW/ha - max. 338 EW/ha]
■ Gebäudehöhen:	Ø 15,2 m	[min. 12,5 - max. 18,7]
■ Geschosse	3 - 6	
■ Anteil v. Gebäuden überb. Fläche:	Ø 0,41	[min.0,27 - max. 0,62]

Lage des Typs im Stadtgebiet

als *die städtische Typologie* in weiten Teilen der Innenstadt, Südstadt, Südweststadt, Weststadt, Mühlburg, Oststadt sowie kleinere Fragmente am Stadtkern Durlach



Typ 01 „Geschlossene Blockrandbebauung“: räumliche Verteilung im Stadtgebiet

STADTSTRUKTURTYP 02: OFFENE BLOCKRANDBEBAUUNG



Beispielquartier Typ 02 „Offene Blockrandbebauung“: Musikerviertel, Weststadt

Typologische Merkmale

typische Bauform an den Rändern der Innenstadt, bei der die Hauptgebäude zwar auf den Blockseiten positioniert sind, im Gegensatz zum geschlossenen Blockrand stehen die Gebäude jedoch einzeln oder in kleineren Gruppen und bieten daher mehr Durchlässigkeit (ökologisch, Luftaustausch, Blickbeziehungen); die meist 3- bis 4-geschossigen Gebäude weisen darüber hinaus meist mindestens eine zusätzliche Außenwand auf (verbesserte Belichtung der Wohnungen); selten größere Einbauten im Blockinnenbereich

Entstehungszeit(en)

etwa 1890 bis 1940, spätere Ergänzungen

Erschließungsstruktur, Nutzungsstruktur/Ausstattung

Erschließung wie geschlossener Blockrand über alle Seiten; privater Innenhof; neben hauptsächlichlicher Wohnnutzung auch vielfältige andere Nutzungen, teils im Gebäude integriert, seltener in hofseitigen Nebengebäuden; ergänzende Einrichtungen der Sozialinfrastruktur

Freiraum

öffentlicher Raum in Form von üppigeren Straßenräumen, teils mit Mittelinsel, sowie städtebaulich ausformulierten öffentlichen Grünflächen (Aufweitungen, kleinere und größere Parkanlagen), teils alter Baumbestand; erhebliche private Grünflächenanteile in Form privater Hausgärten, Villengärten mit altem Baumbestand

Daten

■ Anzahl Typ 02:	26	
■ Summe Flächen Typ 02:	212 ha	Anteil an Gesamtfläche: 4,6 %
■ Flächen der Quartiere:	Ø 8,2 ha	[min. 1,2 ha - max. 31,7 ha]
■ Summe Einwohner Typ 02:	23.000 EW	Anteil an Gesamteinwohnern: 7,8 %
■ Einwohner absolut:	Ø 887 EW	[min. 75 EW - max. 4.491 EW]
■ Einwohnerdichte:	Ø 110 EW/ha	[min. 24 EW/ha - max. 188 EW/ha]
■ Gebäudehöhen:	Ø 12,6 m	[min. 9,0 - max. 16,6]
■ Geschosse	3 - 4, selten bis 6	
■ Anteil v. Gebäuden überb. Fläche:	Ø 0,28	[min.0,11 - max. 0,40]

Lage des Typs im Stadtgebiet

Lage um den Rand der Kernstadt sowie um den Rand der ehemaligen Residenzstadt Durlach herum; größere zusammenhängende Vorkommen im westlichen Bereich; kein Vorkommen in peripheren Lagen



Typ 02 „Offene Blockrandbebauung“: räumliche Verteilung im Stadtgebiet

STADTSTRUKTURTYP 03: ZEILENBEBAUUNG



Beispielquartier Typ 03 „Zeilenbebauung“: Mühlburger Feld

Typologische Merkmale

zusammenhängende Quartiere oder Quartiersteile mit zeilenförmigen Gebäudetypen, die ihrerseits meist mehrere Einzelgebäude in geschosswohnungsbauweise verketteten; die Zeilen sind dabei meist parallel zueinander und giebelständig zur Straße positioniert, um für alle Wohnungen gute Erschließungs- und Belichtungsverhältnisse zu generieren; manchmal auch hofbildende Anordnungen; zwischen 3 und 6 Geschossen; oft als größere Einheiten geplant und realisiert, bisweilen auch aus Kasernennachnutzungen hervorgegangen

Entstehungszeit(en)

vorwiegend 1950 bis 1970, teils spätere Ergänzungen, Sanierungen

Erschließungsstruktur, Nutzungsstruktur/Ausstattung

meist zentrale Erschließungsäste für MIV, an denen auch die Parkierung (straßenbegleitend oder Sammelplätze/-garagen) organisiert ist, dann Erschließung der Gebäude über Fußwege; vorwiegend Wohnnutzung, meist ergänzende Sozial- und Bildungseinrichtungen, oft Versorgungseinheiten

Freiraum

ausgedehnte private Grünflächen um die Gebäude herum, teils auch mit erheblichem Baumbestand (Waldstadt); öffentliche Räume in Form von Straßenräumen und/oder begleitenden Grünzügen, oft integrierte öffentliche Grünflächen als Spielplätze

Daten

■ Anzahl Typ 03:	86	
■ Summe Flächen Typ 03:	419 ha	Anteil an Gesamtfläche: 9,1 %
■ Flächen der Quartiere:	Ø 4,9 ha	[min. 0,4 ha - max. 47,8 ha]
■ Summe Einwohner Typ 03:	55.600 EW	Anteil an Gesamteinwohnern: 18,9 %
■ Einwohner absolut:	Ø 647 EW	[min. 11 EW - max. 5.433 EW]
■ Einwohnerdichte:	Ø 145 EW/ha	[min. 7 EW/ha - max. 457 EW/ha]
■ Gebäudehöhen:	Ø 12,6 m	[min. 4,8 - max. 21,7]
■ Geschosse	5 - 6	
■ Anteil v. Gebäuden überb. Fläche:	Ø 0,23	[min.0,12 - max. 0,43]

Besonderheiten

teils ehemalige und sanierte/umgebaute Kasernen, teils große städtebauliche Projekte, teils Ergänzungen

Lage des Typs im Stadtgebiet

im gesamten Stadtgebiet (außer der Kernstadt) verteilte Lagen; sowohl Rand- als auch integrierte oder ergänzende Lagen



Typ 03 „Zeilenbebauung“: räumliche Verteilung im Stadtgebiet

STADTSTRUKTURTYP 04: ORTSKERN



Beispielquartier Typ 04 „Ortskern“: Dorfkern Bulach

Typologische Merkmale

Dorfkerne oder Stadtkern mit entsprechenden Platz- und Raumabfolgen (s.u. Erschließung/öffentliche Räume); überlieferte, oft dichte Gebäudestellung mit meist kleineren, 2- bis 3-geschossige Gebäude mit häufig giebelständigem Satteldach (in Durlach mittelalterliche geschlossene Bebauung mit bis zu 4 Geschossen); Sonderbauten an zentraler Position, meist Kirche

Entstehungszeit(en)

historische, z.T. jahrhundertealte Kerne, vielschichtige Transformationen aus allen Zeiten

Erschließungsstruktur, Nutzungsstruktur/Ausstattung

spezifisches Erschließungsmuster von Kernbereichen (Dorfstraße, zentrale Stadtstraße mit Platz), teils mit entsprechender Verflechtung; vorwiegend gemischte Nutzungen (Handel, Büros, Dienstleistungen, Handwerk, Gewerbe, Gastronomie, ...) einschließlich erheblichem Wohnanteil

Freiraum

ausgeprägte spezifische Formen öffentlichen Raums (Stadt- und Dorfplätze, Straßenräume, Grünbereiche) und deren Vernetzung, teils kleinere öffentliche Grünflächen vorhanden, lagebedingt jedoch meist keine Anbindung an größere öffentliche Grünflächen; private Grünflächen meist nur in kleinerem Umfang in Form von rückwärtigen Hausgärten

Daten

■ Anzahl Typ 04:	19	
■ Summe Flächen Typ 04:	279 ha	Anteil an Gesamtfläche: 6,1 %
■ Flächen der Quartiere:	Ø 14,7 ha	[min. 2,6 ha - max. 40,9 ha]
■ Summe Einwohner Typ 04:	20.700 EW	Anteil an Gesamteinwohnern: 7,0 %
■ Einwohner absolut:	Ø 1.088 EW	[min. 112 EW - max. 2.954 EW]
■ Einwohnerdichte:	Ø 74 EW/ha	[min. 42 EW/ha - max. 144 EW/ha]
■ Gebäudehöhen:	Ø 9,1 m	[min. 8,0 - max. 12,0]
■ Geschosse	2 - 3	
■ Anteil v. Gebäuden überb. Fläche:	Ø 0,31	[min.0,24 - max. 0,53]

Besonderheiten

unterschiedliche Größen und Formen nach ursprünglicher Form und historischer Entwicklung

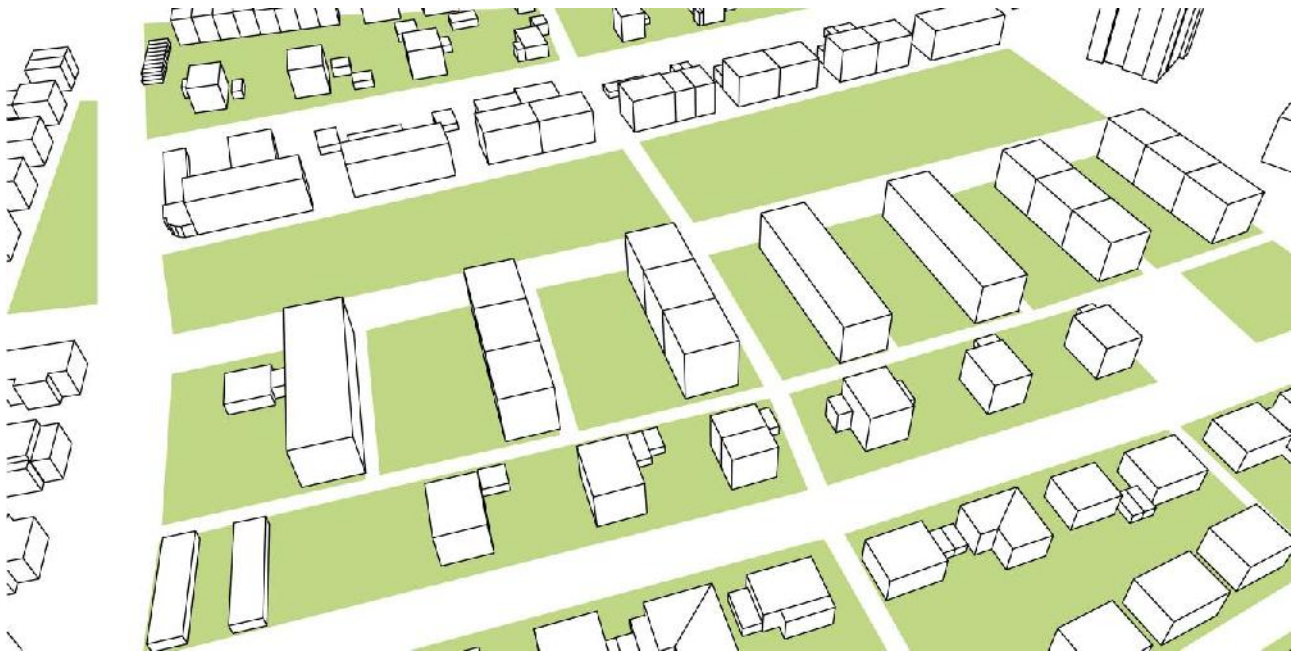
Lage des Typs im Stadtgebiet

naturgemäß in den Kernen der ehemals selbständigen Städte und Dörfer rund um die heutige Kernstadt



Typ 04 „Ortskern“: räumliche Verteilung im Stadtgebiet

STADTSTRUKTURTYP 05: AUFGELOCKERTE BEBAUUNG MITTLERER DICHTe (MFH)



Beispielquartier Typ 05 „Aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte (MFH)“: Ausschnitt Neue Heidenstückersiedlung, Grünwinkel

Typologische Merkmale

Mehrfamilienhäuser, meist 3 bis 5 Geschosse, oft als kleinteilige Ergänzung anderer Strukturtypen realisiert, teils auch als Nachverdichtungsmaßnahme auf brachgefallenen (Gewerbe)Grundstücken; meist Reihung mehrerer Einheiten; unterschiedliche Gebäudestellungen

Entstehungszeit(en)

überwiegend nach 1960, Schwerpunkte in den 1980er und 1990er Jahren; teils ältere Einheiten

Erschließungsstruktur, Nutzungsstruktur/Ausstattung

kein spezielles Erschließungsmuster, meist wenige Einheiten an Erschließungs- oder Wohnstraßen; vorwiegend Wohnnutzung

Freiraum

angrenzender Straßenraum als öffentlicher Raum; öffentliche Grünflächen meist erst in „übernächster“ Lage; private Grünflächen in Form von meist gemeinschaftlich genutzten Haus- oder Mietergärten

Daten

■ Anzahl Typ 05:	45	
■ Summe Flächen Typ 05:	82 ha	Anteil an Gesamtfläche: 1,8 %
■ Flächen der Quartiere:	Ø 1,8 ha	[min. 0,2 ha - max. 9,3 ha]
■ Summe Einwohner Typ 05:	10.500 EW	Anteil an Gesamteinwohnern: 3,5 %
■ Einwohner absolut:	Ø 232 EW	[min. 18 EW - max. 1.317 EW]
■ Einwohnerdichte:	Ø 135 EW/ha	[min. 25 EW/ha - max. 374 EW/ha]
■ Gebäudehöhen:	Ø 11,9 m	[min. 7,9 - max. 19,9]
■ Geschosse	3 - 4	
■ Anteil v. Gebäuden überb. Fläche:	Ø 0,27	[min.0,14 - max. 0,44]

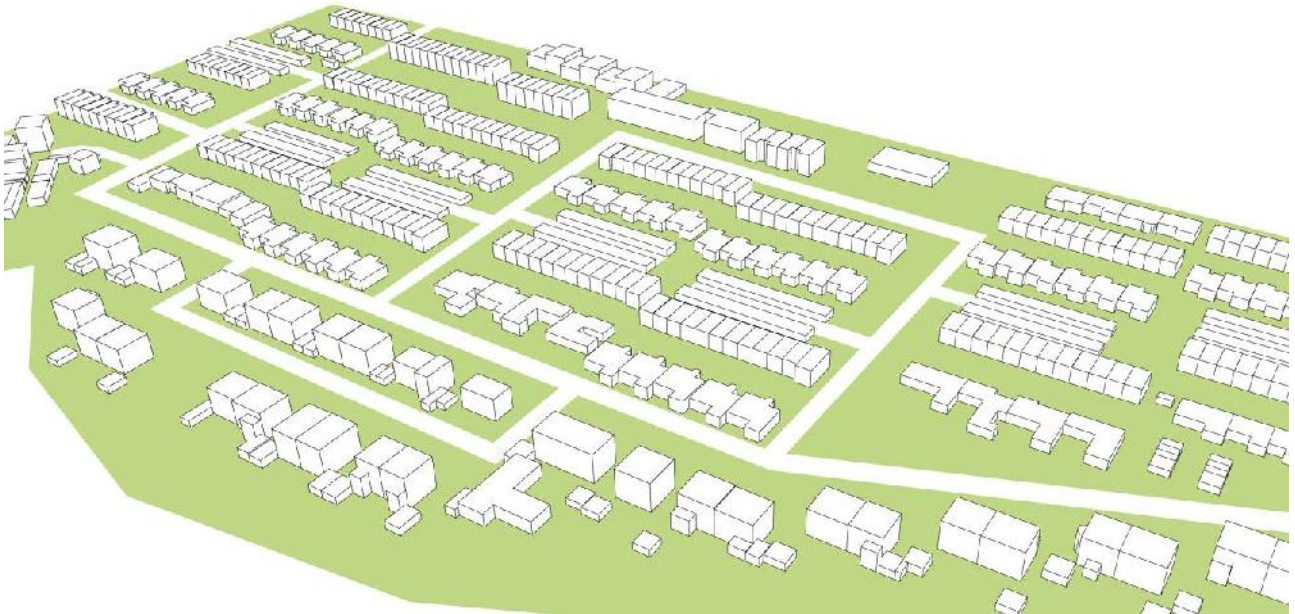
Lage des Typs im Stadtgebiet

fast ausschließlich „Ergänzungslagen“ rund um die Kernstadt



Typ 05 „Aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte (MFH)“: räumliche Verteilung im Stadtgebiet

STADTSTRUKTURTYP 06: KOMPAKTE EFH-TYPEN (REIHEN- UND KETTENHAUSTYPEN)



Beispielquartier Typ 06 „Kompakte EFH-Typen (Reihen- und Kettenhaustypen)“: Baumgartensiedlung Rüppurr-Süd

Typologische Merkmale

kompakte Einfamilienhaustypen wie Ketten-, Gartenhof- oder verdichtete Reihenhäuser, 1- bis 2-geschossig; häufig begleitende Garagenhöfe; Anordnung der Einzelgebäude nach differenzierten städtebaulichen Mustern (lineare Reihung, Cluster, Höfe) entsprechend der Typologie und Besonnung; meist als Einheiten entworfen und hergestellt

Entstehungszeit(en)

erste Formen 1920 bis 1930, Schwerpunkt 1960 bis 1990

Erschließungsstruktur, Nutzungsstruktur/Ausstattung

Entwicklung als kompakte Einheiten, daher oft an einer Wohnstraße angedockte private Erschließungswege für mehrere Einheiten (teils nur fußläufig) mit entsprechenden gemeinsamen Garagenhöfen; vorwiegend Wohnnutzung mit nur selten anderen, ergänzende Nutzungen

Freiraum

Straßenraum als öffentlicher Raum, oft benachbarte öffentliche Grünflächen; private, dem jeweiligen Gebäude zugeordnete Gartenflächen in unterschiedlicher Größe (meist im Unterschied zu Typ 07 eher kompakt)

Daten

■ Anzahl Typ 06:	64	
■ Summe Flächen Typ 06:	234 ha	Anteil an Gesamtfläche: 5,1 %
■ Flächen der Quartiere:	Ø 3,7 ha	[min. 0,3 ha - max. 17,0 ha]
■ Summe Einwohner Typ 06:	17.000 EW	Anteil an Gesamteinwohnern: 5,8 %
■ Einwohner absolut:	Ø 265 EW	[min. 18 EW - max. 1.178 EW]
■ Einwohnerdichte:	Ø 78 EW/ha	[min. 22 EW/ha - max. 164 EW/ha]
■ Gebäudehöhen:	Ø 7,2 m	[min. 2,9 - max. 11,8]
■ Geschosse	1 - 2	
■ Anteil v. Gebäuden überb. Fläche:	Ø 0,26	[min.0,16 - max. 0,43]

Besonderheiten

meist kleinere, als Einheit nach einer bestimmten (z.B. formalen, funktionalen oder ökologischen) Idee entwickelte Gebiete

Lage des Typs im Stadtgebiet

Gebiete in vorwiegend peripheren Randlagen; Verteilung ähnlich wie Typ 07



Typ 06 „Kompakte EFH-Typen (Reihen- und Kettenhaustypen)“: räumliche Verteilung im Stadtgebiet

STADTSTRUKTURTYP 07: LOCKERE BEBAUUNG GERINGER DICHTe (ÜBERWIEGEND EFH)



Beispielquartier Typ 07 „Lockere Bebauung geringer Dichte (überwiegend EFH)“: Ausschnitt Geigersberg, Durlach

Typologische Merkmale

„klassische“ Einfamilienhaustypen aus verschiedenen Epochen, meist freistehend, teils auch eingestreute Doppelhäuser oder kleinere Gruppierungen; 1- bis 3-geschossig; verschieden dichte Formen (Grundstücksgrößen); Anordnung in verschiedenen EFH-typischen Formationen (Begrenzung durch z.B. Topographie, Landschaftselemente)

Entstehungszeit(en)

in allen Zeiten des 20. Jahrhunderts; spezielle Ausprägungen (Siedlungsgebiete 1920/30/40, ausgedehnte EFH-Gebiete nach 1970, kleinere Ausweisungen bis heute)

Erschließungsstruktur, Nutzungsstruktur/Ausstattung

gleichförmige Erschließungsstruktur mit Wohnstraßen; sehr einheitliches Erschließungsmuster in allen Quartieren, Straßenparken; Wohnnutzung, selten ergänzende Nutzungen

Freiraum

neben den Straßenräumen eher wenig zusätzlicher öffentlicher Raum, öffentliche Grünflächen in Form von Kinderspielplätzen, seltener Grünanlagen, oft angrenzende Freiräume (Landwirtschaft, Wald), zu jedem Gebäude zugeordnete private Grünflächen in Form von Hausgärten, dadurch insgesamt hoher Freiflächenanteil

Daten

■ Anzahl Typ 07:	116	
■ Summe Flächen Typ 07:	1.349 ha	Anteil an Gesamtfläche: 29,4 %
■ Flächen der Quartiere:	Ø 11,4 ha	[min. 0,4 ha - max. 85,9 ha]
■ Summe Einwohner Typ 07:	68.500 EW	Anteil an Gesamteinwohnern: 23,2 %
■ Einwohner absolut:	Ø 581 EW	[min. 24 EW - max. 4.036 EW]
■ Einwohnerdichte:	Ø 56 EW/ha	[min. 19 EW/ha - max. 128 EW/ha]
■ Gebäudehöhen:	Ø 8,1 m	[min. 5,4 - max. 11,9]
■ Geschosse	1 - 3	
■ Anteil v. Gebäuden überb. Fläche:	Ø 0,20	[min.0,08 - max. 0,36]

Besonderheiten

verschiedene Bautypologien nach Epochen bei ansonsten ähnlichem städtebaulichem Muster

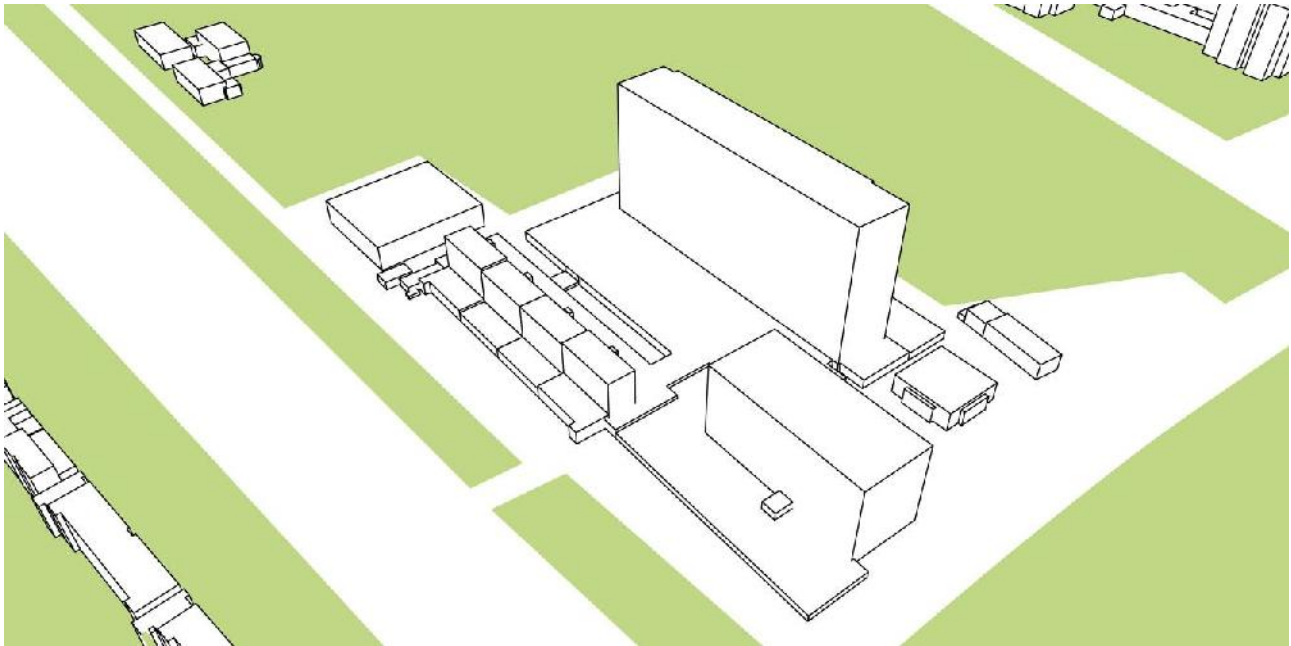
Lage des Typs im Stadtgebiet

periphere Lagen im gesamten Stadtgebiet, Vorkommen insb. an den äußeren Rändern; wenige kleine Einheiten in zentraleren Lagen



Typ 07 „Lockere Bebauung geringer Dichte (überwiegend EFH)“: räumliche Verteilung im Stadtgebiet

STADTSTRUKTURTYP 08: HOCHHAUSGEBIETE MIT ÜBERWIEGENDER WOHNUTZUNG



Beispielquartier Typ 08 „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“: Dammerstock, Wohnanlage Rüppurrer Schloss

Typologische Merkmale

teils singulär angeordnete Punkt- oder Scheibenhochhäuser, teil auch Gruppierungen; meist kleinräumige, autarke Gebiete mit sehr unterschiedlichen oder gar keinen Nachbarn; bis zu 20 Geschossen; teils Tiefgaragen oder Parkebenen

Entstehungszeit(en)

hauptsächlich 1960 bis 1980, einzelne 1950er

Erschließungsstruktur, Nutzungsstruktur/Ausstattung

durch Bautypologie bedingt unspezifische Erschließungsmuster, allerdings meist Zuordnung ausgedehnter privater Parkieranlagen; vorwiegend Wohnnutzung, bisweilen in den Erdgeschosszonen durch gewerbliche Einheiten/Praxen/Büros ergänzt, teils (größere) Garagenanlagen oder Tiefgaragen

Freiraum

aufgrund der Bautypologie meist Einbettung in weitläufigere, gestaltete private (Gemeinschafts-) Grünflächen; fließende Übergänge zum öffentlichen Raum, öffentliche Grünflächen befinden sich oft in unmittelbarer Umgebung; oft größere vollversiegelte Parkierungsflächen

Daten

■ Anzahl Typ 08:	25	
■ Summe Flächen Typ 08:	33 ha	Anteil an Gesamtfläche: 0,7 %
■ Flächen der Quartiere:	Ø 1,4 ha	[min. 0,2 ha - max. 4,7 ha]
■ Summe Einwohner Typ 08:	8.200 EW	Anteil an Gesamteinwohnern: 2,8 %
■ Einwohner absolut:	Ø 343 EW	[min. 53 EW - max. 976 EW]
■ Einwohnerdichte:	Ø 254 EW/ha	[min. 123 EW/ha - max. 439 EW/ha]
■ Gebäudehöhen:	Ø 28,4 m	[min. 14,0 - max. 49,6]
■ Geschosse	10 - 18	
■ Anteil v. Gebäuden überb. Fläche:	Ø 0,20	[min.0,06 - max. 0,69]

Besonderheiten

teils als städtebauliche Dominanten/Merkmale an Sichtachsen positioniert

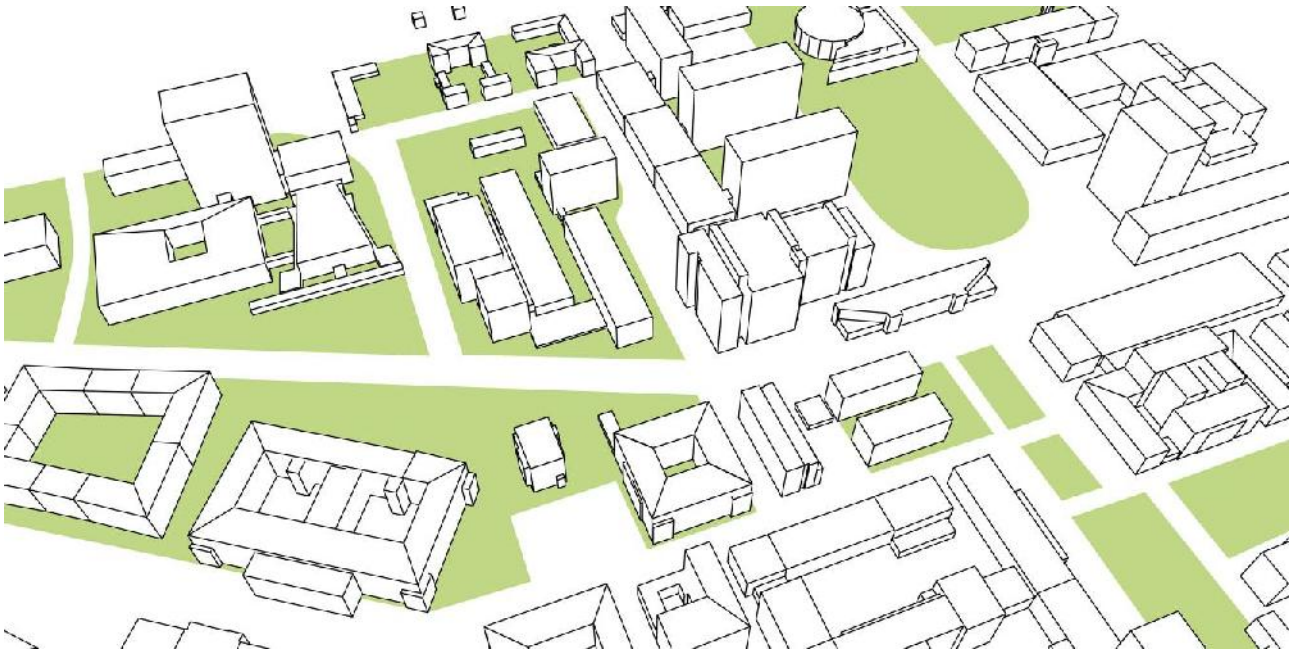
Lage des Typs im Stadtgebiet

punktuellen Lagen im gesamten Stadtgebiet, eher am Rand des Zentrums bzw. in äußeren Lagen



Typ 08 „Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung“: räumliche Verteilung im Stadtgebiet

STADTSTRUKTURTYP 09: BEREICHE MIT GROSSSTRUKTUREN



Beispielquartier Typ 09 „Bereiche mit Großstrukturen“: KIT Campus Süd

Typologische Merkmale

je nach Nutzung sehr differenzierte und spezialisierte Gebäudekomplexe größerer Kubatur, z.B. Krankenhäuser, Forschungseinrichtungen, Hochschulcampus, Großverwaltungen; meist umfasst eine Nutzung ein Quartier; verschiedene Gebäudehöhen und -tiefen, verschiedene Geschossigkeiten; Gebäudeanordnung entsprechend der funktionalen Anforderungen (interner Campus, Krankenhausgarten, usw.)

Entstehungszeit(en)

alle Phasen ab 1840 (Kliniken, Hochschulen) mit umfangreichen Transformationen bis heute

Erschließungsstruktur, Nutzungsstruktur/Ausstattung

meist punktuelle Anbindung an externe Erschließung mit spezifischem internem Erschließungsmuster mit funktionaler Ausgestaltung je nach Nutzung (Hochschule, Krankenhaus, ...), oft große Stellplatzflächen oder eigene Tiefgaragen oder Parkhäuser; diverse Nutzungen, jedoch innerhalb eines Gebiets meist eine, hochspezialisierte Nutzung; oft kleinere ergänzende Nutzungen wie Gastronomie, Kiosk etc.

Freiraum

oft 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

Daten

■ Anzahl Typ 09:	41	
■ Summe Flächen Typ 09:	173 ha	Anteil an Gesamtfläche: 3,8 %
■ Flächen der Quartiere:	Ø 7,2 ha	[min. 1,0 ha - max. 43,4 ha]
■ Summe Einwohner Typ 09:	2.700 EW	Anteil an Gesamteinwohnern: 0,9 %
■ Einwohner absolut:	Ø 113 EW	[min. 0 EW - max. 1.021 EW]
■ Einwohnerdichte:	Ø 32 EW/ha	[min. 0 EW/ha - max. 516 EW/ha]
■ Gebäudehöhen:	Ø 13,8 m	[min. 6,6 - max. 20,7]
■ Geschosse	2 - 12, differenziert nach Geschosshöhe	
■ Anteil v. Gebäuden überb. Fläche:	Ø 0,30	[min.0,00 - max. 0,71]

Besonderheiten

sehr heterogene (Bau- und Nutzungsstruktur) Typologie, meist hochspezialisierte Einheiten (Krankenhaus, Forschungseinrichtung)

Lage des Typs im Stadtgebiet

verstreute Lage im Stadtgebiet, meist historische Entstehungsgründe, kein spezifisches Muster erkennbar



Typ 09 „Bereiche mit Großstrukturen“: räumliche Verteilung im Stadtgebiet

STADTSTRUKTURTYP 10: GEWERBE



Beispielquartier Typ 10 „Gewerbe“: Ausschnitt Gewerbegebiet zwischen B10 und Bahntrasse, Zeppelin-/List-/Lagerstraße, Grünwinkel

Typologische Merkmale

vorwiegend Gewerbebauten verschiedener Größe und Form (Hallen, Fabrikationsgebäude, Lager, Verkaufsräume usw.), z.T. eingestreute Wohn- oder Verwaltungsgebäude, 1- bis 6-geschossig, bisweilen auch andere Typologien (Kirchen, Kioske, Gastronomie); differenzierte städtebauliche Anordnungen, meist durch Nutzungsform bzw. auch durch äußere Rahmenbedingungen (Trassen etc.) bedingt

Entstehungszeit(en)

alle Phasen nach etwa 1860, Schwerpunkte nach 1910, hohe Dynamik

Erschließungsstruktur, Nutzungsstruktur/Ausstattung

gewerbespezifische Erschließungsmuster, oft durch Umgebungssituation (begrenzende Infrastrukturtrassen) vorgegeben; vorwiegend gewerbliche Nutzung aller Art (Produktion, Handel, Logistik, Handwerk, ...), ergänzende Nutzungen in kleinerem Umfang (Wohnen, kirchliche Nutzung, Gastronomie, ...), z.T. eingestreute Einzelhandelsbetriebe/Discounter

Freiraum

neben den Straßenräumen mit Stellplätzen PKW/LKW öffentliche Räume nur in sehr geringem Umfang, keine Ausbildung von Plätzen, ebenso fast völliges Fehlen öffentlicher Grünflächen; private Flächen meist zu erheblichen Anteilen versiegelt, ausgedehnte Verkehrs-, Stellplatz- oder Lagerflächen, selten private Grünflächen (nur in Zusammenhang mit Wohnnutzung in geringem Umfang); selten Grünflächen in Form noch unbebauter Grundstücke/Brachen oder Restflächen

Daten

■ Anzahl Typ 10:	69	
■ Summe Flächen Typ 10:	864 ha	Anteil an Gesamtfläche: 18,8 %
■ Flächen der Quartiere:	Ø 12,5 ha	[min. 0,6 ha - max. 113,3 ha]
■ Summe Einwohner Typ 10:	3.400 EW	Anteil an Gesamteinwohnern: 1,1 %
■ Einwohner absolut:	Ø 49 EW	[min. 0 EW - max. 450 EW]
■ Einwohnerdichte:	Ø 7 EW/ha	[min. 0 EW/ha - max. 80 EW/ha]
■ Gebäudehöhen:	Ø 9,7 m	[min. 5,4 - max. 31,4]
■ Geschosse	1 - 5	
■ Anteil v. Gebäuden überb. Fläche:	Ø 0,31	[min.0,08 - max. 0,64]

Besonderheiten

sehr unterschiedliche bauliche Ausprägungen, teils hohe Dynamik

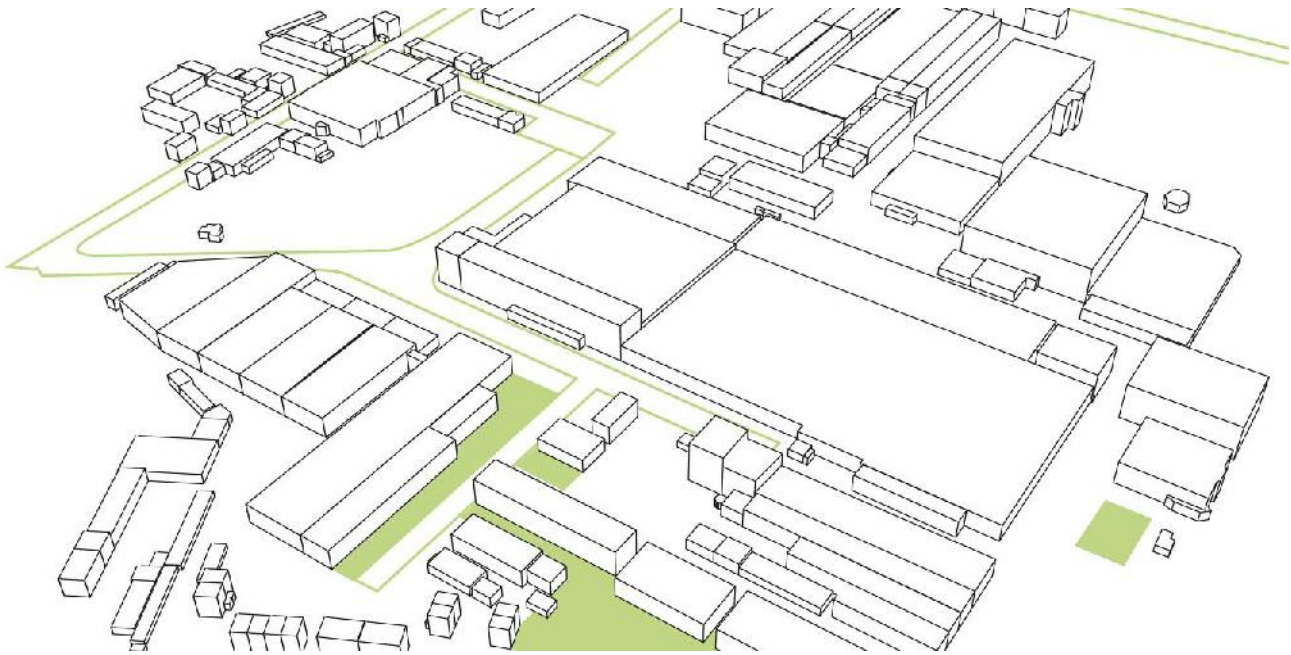
Lage des Typs im Stadtgebiet

vorwiegende Lagen entlang von Infrastrukturtrassen MIV/Bahn, Schwerpunkte im Bereich Südtangente/Westbahnhof, Hafen, Neureuter Straße und A 5/Durlacher Allee



Typ 10 „Gewerbe“: räumliche Verteilung im Stadtgebiet

STADTSTRUKTURTYP 11: INDUSTRIE



Beispielquartier Typ 11 „Industrie“: Ausschnitt Michelin-/Daxlander/Carl-Metz-Straße, Grünwinkel

Typologische Merkmale

vorwiegend großkubaturige Gebäude und Gebäudekomplexe mit interner Eigenlogik je nach Branche und Produktionsabläufen; große Hallen und Fabrikanlagen mit wenigen Verwaltungsgebäuden; stadtstrukturelles Muster sehr spezifisch nach Produktionsform

Entstehungszeit(en)

alle Phasen nach etwa 1860, Schwerpunkte nach 1910, hohe Dynamik

Erschließungsstruktur, Nutzungsstruktur/Ausstattung

spezifische Erschließungsmuster je nach Produktionsablauf bzw. Anlieferung; eher „autarke“ Erschließungsmuster nach interner Eigenlogik mit punktuellen Zugängen von außen; teils erheblicher Anlieferverkehr; industrielle Nutzung, sehr selten in geringem Umfang ergänzende Nutzungen; z.T. hohe Anzahl Arbeitsplätze

Freiraum

außer den Straßenräumen mit spezifischer Ausstattung (Stellplätze PKW/LKW) kaum weitere öffentliche Räume; hoher Versiegelungsgrad im öffentlichen und privaten Raum, öffentliche oder private Freiflächen in sehr geringem Maße vorhanden

Daten

■ Anzahl Typ 11:	13	
■ Summe Flächen Typ 11:	454 ha	Anteil an Gesamtfläche: 9,9 %
■ Flächen der Quartiere:	Ø 34,9 ha	[min. 2,3 ha - max. 291,1 ha]
■ Summe Einwohner Typ 11:	130 EW	Anteil an Gesamteinwohnern: 0,0 %
■ Einwohner absolut:		[min. 0 EW - max. 82 EW]
■ Einwohnerdichte:	Ø 1 EW/ha	[min. 0 EW/ha - max. 4 EW/ha]
■ Gebäudehöhen:	Ø 10,9 m	[min. 7,4 - max. 18,7]
■ Geschosse	1 - 4	
■ Anteil v. Gebäuden überb. Fläche:	Ø 0,38	[min.0,01 - max. 0,62]

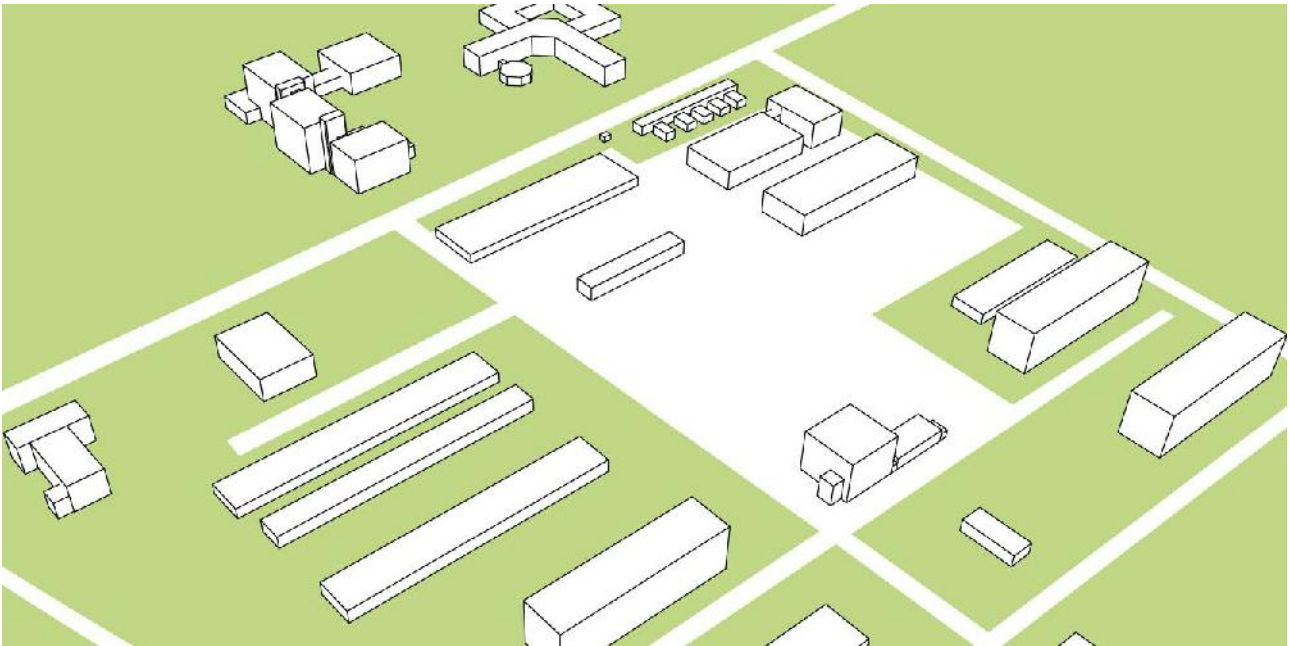
Lage des Typs im Stadtgebiet

eher periphere Lagen, vorwiegend an leistungsfähigen Infrastrukturtrassen, insb. Schnellstraßen, aber auch Bahnanschluss oder am Rhein (z.B. Raffinerie)



Typ 11 „Industrie“: räumliche Verteilung im Stadtgebiet

STADTSTRUKTURTYP 12: SONDERGEBIET



Beispielquartier Typ 12 „Sondergebiet“: Mackensen-Kaserne, in Transformation (Folgenutzung u.a. durch KIT)

Typologische Merkmale

in den Sondergebieten vorherrschend Kasernenbauten: Offiziers- und Mannschaftsgebäude, Bürogebäude, Messe, Casino, (Fahrzeug-)Hallen, militärische Einrichtungen, Sonderbauten; funktionale, meist weitläufige Anordnung

Entstehungszeit(en)

Ursprung der (noch verbliebenen Kasernen) meist um 1930 bis 1950, spätere Umbauten und Ergänzungen

Erschließungsstruktur, Nutzungsstruktur/Ausstattung

funktionale Erschließung je nach Zweck, meist große versiegelte Bewegungs- und Auf-/Abstellflächen, meist nur punktuell zugänglich

Freiraum

Sonderrolle, da eigentlich abgeschlossene Einheiten; entsprechend kein „öffentlicher Raum“ im eigentlichen Sinne, jedoch meist sowohl ausgedehnte vollversiegelte Flächen als auch ausgedehnte parkähnliche Freiräume zwischen den Gebäuden

Daten Sondergebiete

■ Anzahl Typ 12:	5	
■ Summe Flächen Typ 12:	62 ha	Anteil an Gesamtfläche: 1,4 %
■ Flächen der Quartiere:	Ø 12,4 ha	[min. 4,2 ha - max. 20,3 ha]
■ Summe Einwohner Typ 12:	173 EW	Anteil an Gesamteinwohnern: 0,1 %
■ Einwohner absolut:		[min. 0 EW - max. 133 EW]
■ Einwohnerdichte:	Ø 7 EW/ha	[min. 0 EW/ha - max. 32 EW/ha]
■ Gebäudehöhen:	Ø 7,3 m	[min. 6,7 - max. 7,9]
■ Geschosse	1 - 3	
■ Anteil v. Gebäuden überb. Fläche:	Ø 0,18	[min.0,10 - max. 0,28]

Besonderheiten

militärische Gebiete, Kasernen, z.T. bereits in Konversion befindlich; Sondergebiet in Rüppurr ist hochgradig gemischtes (Bau- und Nutzungsstruktur) Gebiet, das sich keinem anderen Typ zuordnen lässt

Lage des Typs im Stadtgebiet

verstreute Lage im Stadtgebiet entsprechend des Sonderstatus; Kasernen in Randlage zum Wald



Typ 12 „Sondergebiet“: räumliche Verteilung im Stadtgebiet

