stadt aachen

ANPASSUNGSKONZEPT AN DIE FOLGEN DES KLIMAWANDELS IM AACHENER TALKESSEL



Auftraggeber:

Stadt Aachen | Fachbereich Umwelt



Bearbeitung:

BKR Aachen Noky & Simon Partnerschaft
Stadtplaner, Umweltplaner, Landschaftsarchitekt



Dipl.-Ing. Ajo Hinzen, Stadtplaner AKNW
Dipl.-Ing. Andrea Kranefeld, Stadtplanerin AKNW
Dipl.-Ing. André Simon, Landschaftsarchitekt AKNW

in Kooperation mit

RWTH Aachen, Geographisches Institut,
Lehr- und Forschungsgebiet Physische Geographie und Klimatologie



Dr. phil. Gunnar Ketzler
Miriam Paffen, M.A.
Dr. rer. nat. Timo Sachsen
Prof. Dr. Christoph Schneider

November 2014

ANPASSUNGSKONZEPT AN DIE FOLGEN DES KLIMAWANDELS IM AACHENER TALKESSEL

Inhalt

1. Aufgabenstellung & Vorgehensweise 1
2. Ausgangssituation 3
3. Klimawandel und Stadtentwicklung in Aachen bis 2030 7
4. Exposition 14
5. Sensitivität 22
6. Belastungsschwerpunkte 26
7. Handlungserfordernisse & Ziele 32
8. Integration in die Bauleitplanung 33
9. Anpassungsmaßnahmen 42

Zum Anpassungskonzept gehören sieben großformatige Karten. Ergänzende Fakten, Hintergrundinformationen und Quellenangaben finden sich im Anhang.

Verwendete Begriffe

Adaptation / Klimaanpassung

Gesamtheit der Aktivitäten, die dazu dienen, die Empfindlichkeit natürlicher und menschlicher Systeme gegenüber bereits eingetretenen oder zu erwartenden Folgen und Auswirkungen des Klimawandels zu verringern.

Exposition / Betroffenheit

Die Betroffenheit von (bestimmten) Bevölkerungsgruppen, (sozialen) Einrichtungen, Raum- und Siedlungsstrukturen sowie kritischer Infrastruktur von bestimmten Änderungen der Klimaparameter.

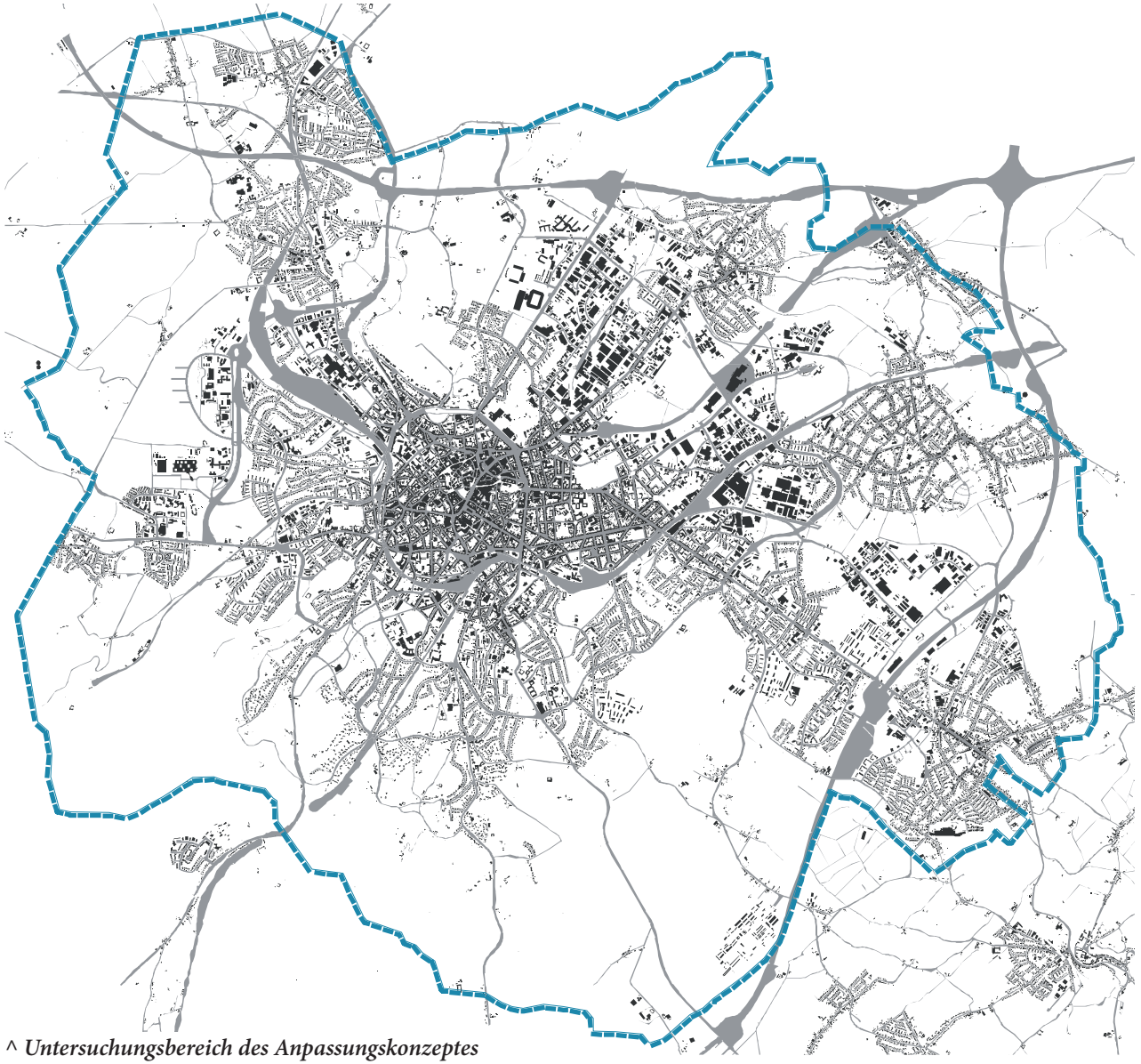
Sensitivität / Empfindlichkeit

Die Sensitivität drückt aus, ob und wie stark bestimmte Bevölkerungskollektive, (soziale) Einrichtungen, (Frei-)Raum- und Siedlungsstrukturen oder kritische Infrastrukturen und andere wertvolle Güter empfindlich gegenüber schleichenden oder extremen Klimaveränderungen sind.

Resilienz / Widerstandsfähigkeit / Anpassungsvermögen

Resilienz – hier angewandt auf den Raum, die Stadt, Infrastrukturen oder soziale Systeme – bezeichnet das Zusammenspiel von drei Eigenschaften:

- Robustheit gegenüber Störungen. Zentrale Funktionen werden während einer Störung nicht eingeschränkt.
- Bewältigungskapazität: Die Wiederherstellungsfähigkeit von zentralen Funktionen nach einem „Störvorfall".
- Anpassungskapazität: Die Fähigkeit, durch pro- und reaktives Handeln sowie Lernfähigkeit Anpassungsleistungen zu erbringen, die eine Bewältigung von Störvorfällen ermöglichen, ohne dabei zwingend zum Ausgangszustand zurückzukehren.



^ *Untersuchungsbereich des Anpassungskonzeptes*

1. AUFGABENSTELLUNG & VORGEHENSWEISE

In Aachen stehen stadtklimatische und lufthygienische Problemlagen in Zusammenhang mit der Lage in einem stärker abgeschlossenen Talkessel mit zulaufenden Luftleitbahnen (Bachtäler). Deshalb ist die Stadt mit gutachterlicher Unterstützung frühzeitig tätig geworden, um die Klimatisierung der Kernstadt durch Freihaltung von Grünzügen und Frischluftbahnen zu gewährleisten und der Akkumulation von Immissionen entgegen zu wirken.

Das bspw. durch den dynamischen und flächengreifenden Ausbau der Technischen Hochschule hervorgerufene Siedlungs- und Verkehrswachstum einerseits sowie die laufenden und noch erwartbaren Auswirkungen des Klimawandels (schleichend, Extremereignisse) andererseits sind tendenziell Verschärfungen der stadtklimatischen und lufthygienischen Problemlagen in der Tallage absehbar, denen mit einem innovativen Anpassungskonzept entgegen gewirkt werden soll.

Die Stadt Aachen bereitet zurzeit die Neuaufstellung des Flächennutzungsplans vor. Darin sollen – im Sinne einer zukunftsweisenden klimafreundlichen Stadtentwicklung – die Belange des Klimaschutzes und der Anpassung an die Folgen des Klimawandels eine Leitfunktion für die Entwicklung der Siedlungs-, Nutzungs- und Freiraumstruktur wahrnehmen.

Dies bietet die Chance – neben den ohnehin wahrzunehmenden (stadt-)klimatischen Belangen – auch die stadträumlichen und stadtstrukturellen Anpassungserfordernisse an die Folgen des Klimawandels in einem langfristig angelegten, behördenverbindlichen gesamtstädtischen Planwerk zu verankern, das zugleich den Rahmen für daraus zu entwickelnde Bebauungspläne setzt.

Zusätzliche Wirkung kann das Anpassungskonzept für die räumliche Planung und für die Genehmigung von Einzelvorhaben entfalten, wenn es vom Rat der Stadt als gemeindliches Entwicklungskonzept mit Selbstbindung oder als informelle Fachplanung beschlossen wird.

Über die Regelungsmöglichkeiten des Flächennutzungsplans hinaus werden untergeordnet nachrichtliche Hinweise auf andere Handlungsfelder der Klimawandelanpassung integriert.

Das Konzept basiert auf Informationen zu folgenden Zeitschnitten.



Gesamtstädtisches Klimagutachten

Heutiger Stand

- laufende bauliche Veränderungen
- Stadtklima
- Lufthygiene
- Demografie (Bevölkerungsdichte, Alter)

Aachen*2030 (Masterplan, FNP)

- laufende bauliche Veränderungen
- Bauflächenentwicklung
- Stadtklima
- Demografie (Bevölkerungsdichte, Alter)
- Auswirkungen des Klimawandels

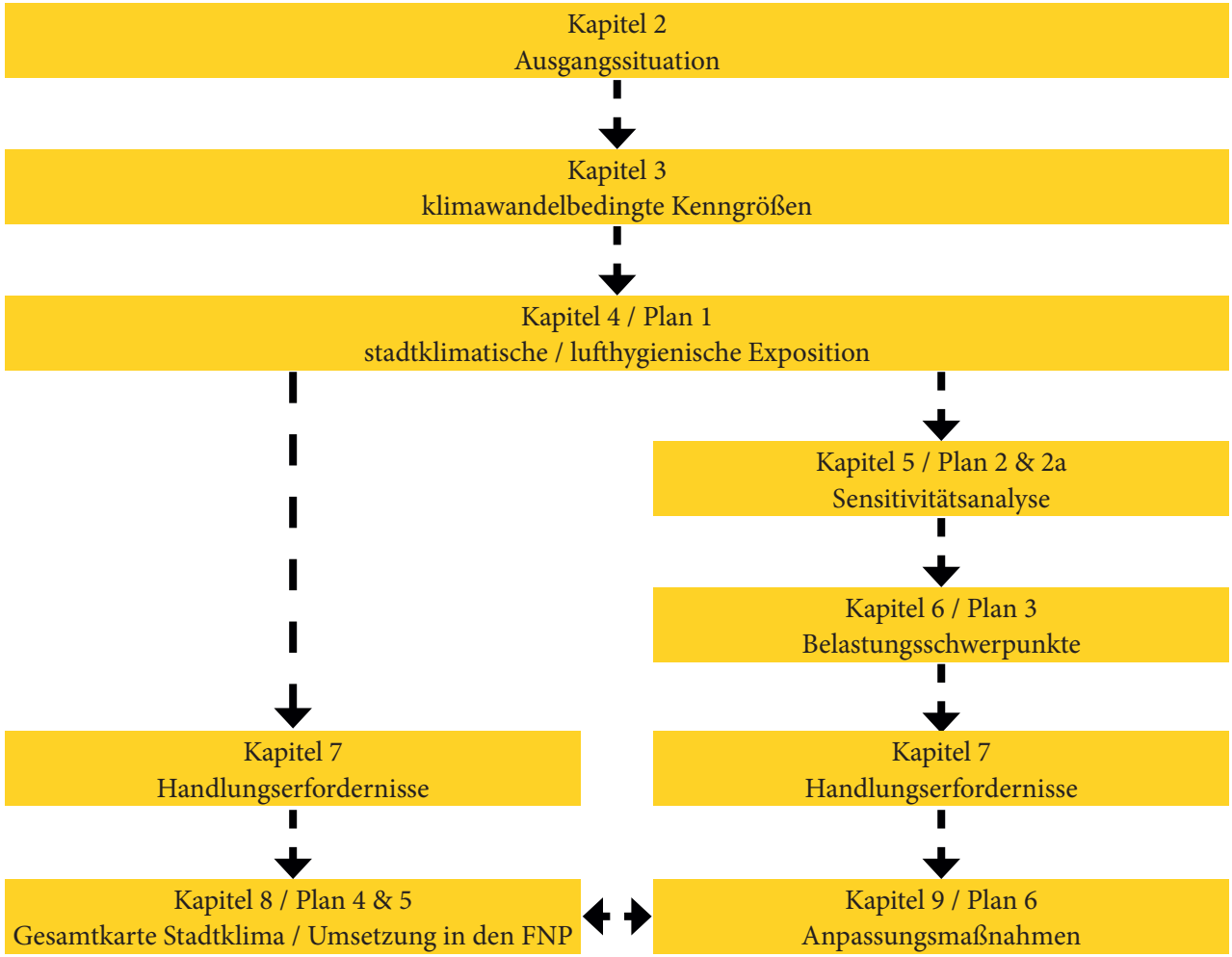
2050 (Projektion)

- anhaltende, sich verschärfende Auswirkungen des Klimawandels

^ *Betrachtungszeiträume des Anpassungskonzeptes*

Das Anpassungskonzept differenziert in räumliche bzw. planungsrechtliche Aspekte sowie Aspekte der Sensitivität und der Sozialstrukturen. Es wird in folgenden Arbeitsschritten entwickelt:

- Beschreibung der stadtklimatischen und lufthygienischen Ausgangssituation im Aachener Talkessel, insbesondere Veränderungen seit dem Gesamtstädtischen Klimagutachten (2000 mit Sachstand 1998; siehe Kap. 2) als Referenzfall.
- Charakterisierung klimawandelbedingter Kenngrößen in Aachen - auch im Kontext der Stadtentwicklung (Kap. 3).
- vergleichende Darstellung der stadtklimatischen und lufthygienischen Exposition 2010 / 2013 und 2030 unter besonderer Berücksichtigung klimawandelbedingter Einflüsse (Modellrechnungen, Kap. 4).
- Sensitivitätsanalyse auf Basis der Stimmbezirksabgrenzungen: Identifizierung von Sozialstrukturen, Siedlungs- und Freiraumstrukturen im Talkessel, die gegenüber Veränderungen des Stadtklimas und Folgewirkungen des Klimawandels besonders empfindlich sind (Kap. 5).
- Ableiten von räumlichen Belastungsschwerpunkten durch eine Überlagerung der Expositions- und Sensitivitätsdaten, als Basis bspw. für eine Sozialentwicklungsplanung (Kap. 6).
- Ableitung von Handlungserfordernissen im gesamten Talkessel (Kap. 7).
- Erstellung einer Gesamtkarte Stadtklima zur Integration des Städtischen Klimagutachtens, der Kaltluftuntersuchung und des Anpassungsgutachtens, Empfehlungen zu Umsetzungsmöglichkeiten von Klimaanpassungsmaßnahmen und -erfordernissen im Flächennutzungsplan und in Bebauungsplänen (Kap. 8).
- Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen insbesondere in Belastungsschwerpunkten, die durch Verschärfungen der stadtklimatischen Problemlagen betroffen sein werden (Kap. 9).



2. AUSGANGSSITUATION

Die klimatische Situation im Aachener Talkessel wird zum einen durch großklimatische Einflüsse, zum anderen durch seine orografische und topografische Situation geprägt.

Lufthygienisch spielen neben der großräumigen Vorbelastung die kleinräumige Verteilung von emittierenden und immissionsempfindlichen Nutzungen sowie der Verkehr eine maßgebliche Rolle.

Die Raumnutzungsstruktur im Talkessel unterliegt – wenngleich wesentlich durch den Bestand geprägt – Veränderungen unterschiedlicher Dynamik und Ausprägung.

Orografische Situation

- Aachener Kessel: Talaufweitung mit Durchmesser 5 – 8 km, enger Ausgang durch das Wurmtal
- erhebliche Bedeutung der Lage für die klimatischen Verhältnisse (Immissionsgefährdung)
- Südteil des Aachener Kessels: relativ große Höhenunterschiede auf relativ kleinem Raum auf (Kaiserplatz: 158 m ü. NN bzw. Steinknipp: 359 m ü. NN)
- im Süden Abfolge von meist in die Stadt hinein ausgerichteten kleinen Tälern (‚Bachtäler') und Höhenzügen
- Nordteil des Aachener Kessels: geringere Höhenunterschiede, weniger stark gegliedert

Topografie

- Lage des historischen Stadtzentrums im Südteil des Aachener Kessels
- Stadtentwicklung zunächst innerhalb des Kessels, dann in Richtung auf die Randhöhen im Aachener Kessel
  - im Südteil in tieferen Lagen: überwiegend bebaut mit Gebäuden in Wohn- bzw. Mischnutzung
  - im Stadtzentrum: großflächig bebaut in Form von 4-5-geschossiger Blockrandbebauung, oft auch mit reiner Einzelhandels- und Dienstleistungsnutzung
  - im Westen und Nordwesten des Stadtkerns: großflächig Einrichtungen der RWTH mit z.T. großvolumigen (Solitär-)Gebäuden
  - im Norden und Osten: in erheblichem Umfang bebaut mit gewerblich genutzten Gebäuden und Sport-Einrichtungen

Hauptentwicklungsachsen der Stadt

- orientieren sich an den Ausfallstraßen (teilweise auf die Höhenrücken ausgerichtet)
- entlang der Ausfallstraßen oft mehrgeschossige Blockrandbebauung
- Höhenrücken überwiegend geprägt durch Wohnbebauung (meist Einfamilien- bzw. Reihenhausbebauung) und wenige Großwohnsiedlungen (Kullen, Hanbruch, Driescher Hof)
- zweiter kleiner Stadtkern: Burtscheid
- eigenständige Siedlungsansätze im bzw. am Rand des Aachener Kessels: Haaren, Verlautenheide, Eilendorf, Brand, Forst, Vaalserquartier, Laurensberg und Richterich (mehrgeschossige Blockrandbebauung im Kern, meist aber Einfamilien- bzw. Reihenhausbebauung)

Eine starke Verzahnung der bebauten Bereiche mit dem Freiraum ergibt sich aus der Lage der Entwicklungsachsen auf den Höhenrücken und den weniger dicht bzw. weniger weit stadtauswärts entwickelten Flächen in den kleinen Tälern (‚Bachtäler').

Freiflächen

- stadtnahe Freiflächen: Mischnutzung durch extensive Landwirtschaft, Naturschutz und Naherholung
- im Südosten und Nordwesten: intensiv landwirtschaftlich genutzte Flächen schließen an die Bebauung an (Südosten: überwiegend Dauergrünland, Nordwesten: Ackerflächen)
- im Norden und Osten: Orografie, Bebauung und Freiflächenstruktur ergeben recht kompliziertes Muster, Siedlungsstrukturen intern uneinheitlicher und teils stark durchgrünt (z.B. Eilendorf)

Stadtklima

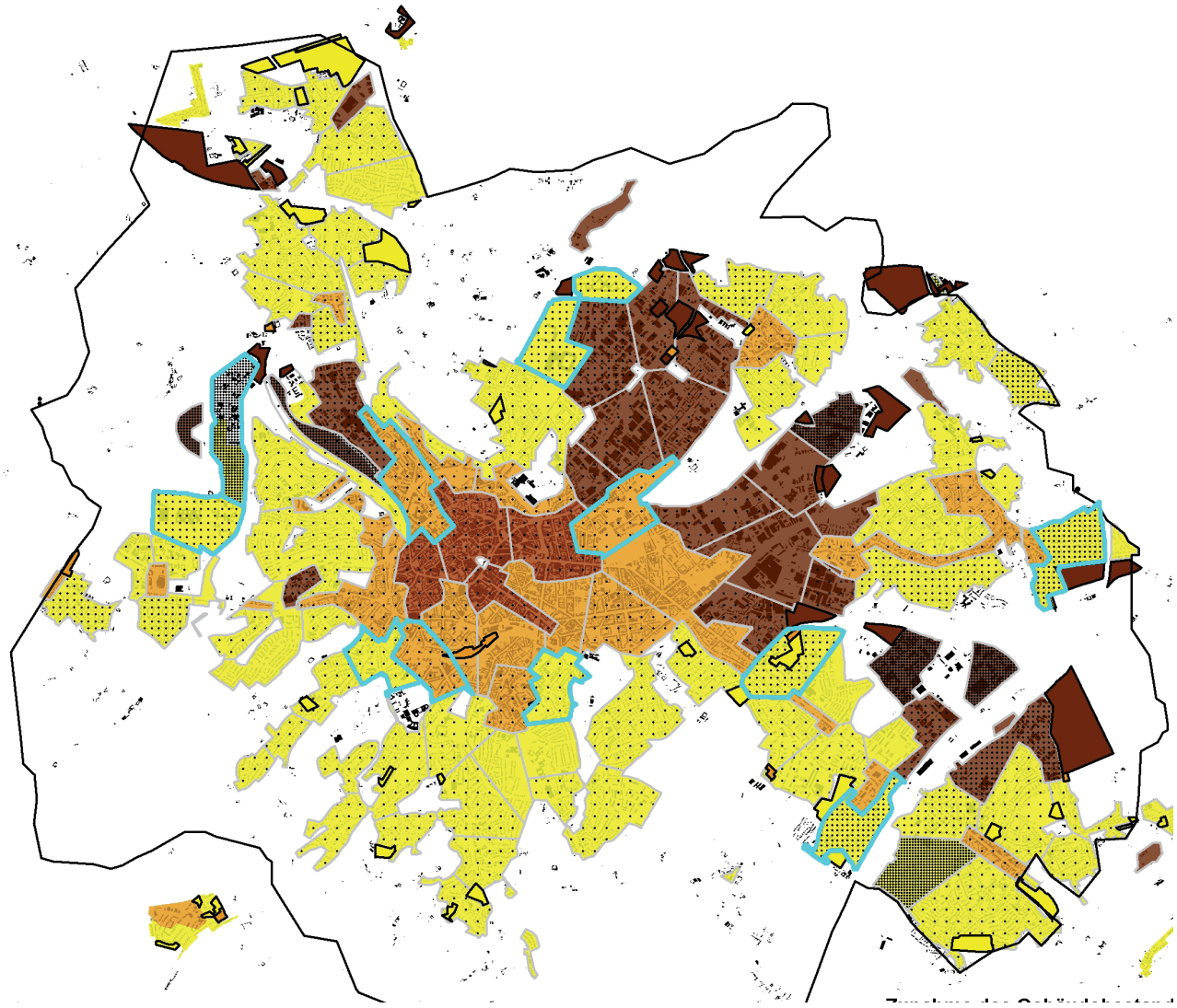
- Topografie schränkt vertikalen Luftaustausch vor allem während der Nachtstunden ganzjährig ein bzw. macht ihn gar unmöglich (Temperaturinversion)
- innerstädtische Differenzierung der Klimaelemente allgemein sehr markant ausgebildet
- Trend zu häufigeren Extremereignissen (höhere Temperaturen, Niederschläge) zeichnet sich ab

Entwicklung der Siedlungsstruktur

- Fortentwicklung der Siedlungsstruktur gekennzeichnet durch
  - Innenentwicklung im Siedlungsbestand durch (eher kleinflächige) Nachverdichtung, Wieder- und Umnutzung aufgelassener Grundstücke, Baulückenschluss, Ersatzbebauung
  - Außenentwicklung durch Inanspruchnahme bisher primär landwirtschaftlich genutzter Freiräume für Hochschulerweiterungen, Sporteinrichtungen, neue Wohnquartiere
- Beide Prozesse haben Auswirkungen auf die derzeitige und künftige Ausprägung der Klimatope in der Stadt (vgl. Abb. Seite 5).
- Annahme: beide Prozesse setzen sich bis ca. 2020 parallel fort. Danach werden sich als Folge gesetzlicher Umwandlungsvorbehalte, Nachfrageänderungen, Marktsättigung und demografischen Wandel voraussichtlich deutlichere Rückgänge in der Freirauminanspruchnahme einstellen.
  Dies wird in der Kernstadt von weiteren baulichen Verdichtungs- und Nutzungsintensivierungsprozessen bei gleichzeitigem Grünflächen- und Vegetationsverlust begleitet sein – sofern hier nicht aus Gründen der Klimawandelanpassung gegengesteuert wird.

Demografische Entwicklung

- Ab ca. 2020 werden auch in Aachen die Mechanismen des demografischen Wandels quantitativ stärker wirksam: bis 2030 rückläufige Bevölkerungsentwicklung auf ca. 240.000 Einwohner (2013: 248.000 Einwohner); Bevölkerungsrückgang setzt sich bis ca. 2050 fort. Bei fehlendem Wohnraumangebot wird ein höherer Bevölkerungsrückgang erwartet.
- parallel: Zuwachs an Haushalten aufgrund anhaltender Verkleinerung der Haushaltsgrößen bei steigendem Pro-Kopf-Wohnflächenbedarf (Wohnflächenzuwachs).
- 2030 werden ca. 25% der Bevölkerung älter als 65 Jahre sein (heute: ca. 20%).
- Stadtkern voraussichtlich weiterhin durch überdurchschnittlich junge Altersstruktur geprägt (Studierende), aber auch verstärkter Zuzug älterer Menschen in die Kernstadt.



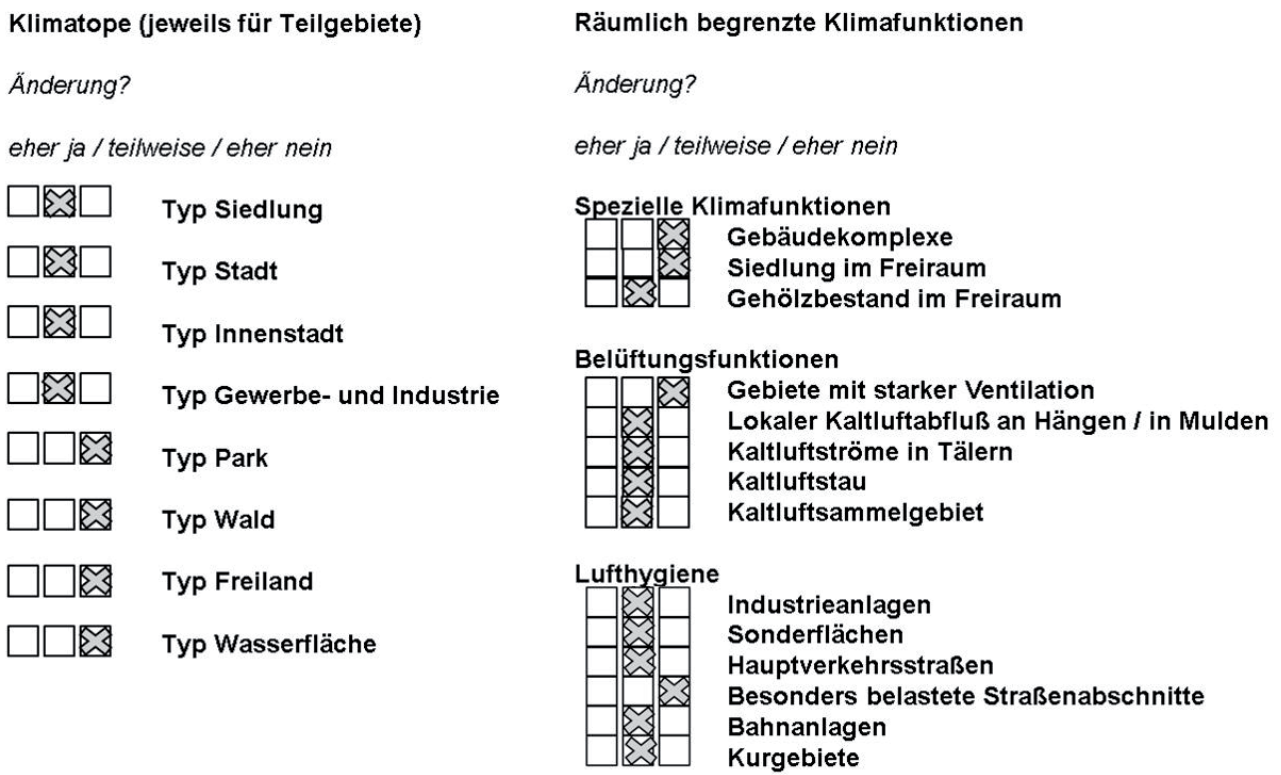
^ ***aktuelle Veränderungen der Siedlungsstruktur***
Klimatope laut Gesamtstädtischem Klimagutachten Aachen, 2000 (Flächenfarben); geschätzte Intensivierung der baulichen Nutzung (gepunktet), Flächen, bei denen die bisherige Klimatopzuordnung möglicherweise infolge der baulichen Entwicklungen verändert werden muss (blau umrandet, bspw. „Siedlungsklima“ zu „Stadtklima“ bzw. „Gewerbe- und Industrieklima“, „Stadtklima“ zu „Innenstadtklima“); außerdem: Prüfflächen potenzieller baulicher Entwicklungen gem. Vorabzug des FNP-Vorentwurfs, Stand: September 2013 (schwarz umrandet).



^ ***Nachverdichtung im Bestand***
Exemplarischer Nachverdichtungsprozess im Gebäudebestand 2010er Jahre gegenüber 1990er Jahre (Bsp. Südviertel / Kaiser-Friedrich-Allee; rot = Neubau, pink = erhebliche bauliche Veränderungen von Bestandsgebäuden)

Änderungen des Kenntnisstandes bzgl. Klimafunktionen

- Aktuelle Untersuchungen zu Veränderungen der Belüftungsfunktionen durch Landnutzungsänderungen in den Bachtälern zeigen erhebliche negative Effekte kumulierter langfristiger Veränderungen auf nächtliche Kaltluftströme
- Im Kannegießer-/Ponellbachtal: Reduktion der nächtlichen Abkühlung und der nächtlichen Belüftungsintensität um bis zu 50%,
  Grund: zunehmende Bebauung und geänderte Freiflächenentwicklung in den vergangenen 100 Jahren
- Hinweise: Nächtliche Kaltluftströme werden nicht nur aus den Einzugsgebieten gespeist werden, sondern es finden erhebliche Überströmungen auch aus anderen Tälern statt. Nachgewiesen ist eine kleinräumige Überströmung vom Dorbachtal in Richtung Westpark; wahrscheinlich ist eine großräumige Überströmung vom Indetal in das Haarbachtal; möglich eine weitere Überströmung vom Indetal ins Beverbachtal
- Kurgebiete: teilweise Verschlechterung der Immissionssituation
- In den vergangenen 15 Jahren durch fortschreitende Stadtentwicklung teilweise Veränderungen der Klimafunktionen konstatierbar (siehe Abbildung unten):
  - Vollständige Sachstandsänderungen für keines der Klimatope bzw. für keine Klimafunktion
  - Teilweise Sachstandsänderungen für die Klimatope ‚Siedlung', ‚Stadt', ‚Innenstadt' und ‚Gewerbe- / Industrie' (Hier entspricht in einigen Teilgebieten die Klimatopzuordnung vermutlich nicht mehr der bisherigen); darüber hinaus gilt dies für die Klimafunktionen ‚Gehölzbestand im Freiraum', ‚lokaler Kaltluftabfluss an Hängen und Mulden', ‚Kaltluftströme in Tälern', ‚Kaltluftstau' und ‚Kaltluftsammelgebiet'
  - Betroffen sind auch Klimafunktionen mit Bezug zur Lufthygiene: ‚Hauptverkehrsstraßen' und ‚Kurgebiete'
  - Die Position ‚Sonderflächen' betrifft insbesondere die derzeit laufenden Hochschulerweiterungen.
  - Keine wesentlichen Sachstandsänderungen für die Klimatope ‚Park', ‚Wald', ‚Freiland' und ‚Wasserflächen'



3. KLIMAWANDEL UND STADTENTWICKLUNG IN AACHEN BIS 2030

Der globale Klimawandel ist bereits Realität. Er vollzieht sich großräumig und regional mit unterschiedlicher Ausprägung, Dynamik und Intensität.

Städtische Gebiete und Systeme sind in besonderem Maße vom Klimawandel betroffen, weil sie eine große Bevölkerungsdichte aufweisen und in Gebäuden sowie technischer Infrastruktur in hohem Maße Kapital, Ressourcen, kulturelle Werte und Identität gebunden sind.

Der Wärme- und Niederschlagshaushalt in urbanen Systemen wird sich langfristig verändern. Es wird neben einer „schleichenden" Erhöhung der Temperaturen künftig häufiger zu Hitzewellen kommen – mit negativen Auswirkungen auf die Gesundheit und Behaglichkeit der Stadtbewohner, insbesondere für ältere Menschen, chronisch Kranke und Kinder (steigendes hitzebedingtes Gesundheitsrisiko der Stadtbevölkerung).

Gebäude und technische Infrastrukturen werden durch Zunahme von Starkregenereignissen, Hagel und Stürmen extremeren meteorologischen und klimatischen Beanspruchungen ausgesetzt sein, die die Lebensdauer mindern, negative Auswirkungen auf Produktions- und Logistikketten zeitigen und wirtschaftliche Schäden für Bewohner und Eigentümer verursachen.

Während es Aufgabe der Klimaschutzaktivitäten ist, die anthropogenen Beiträge zur Erderwärmung zu reduzieren und insoweit die unvermeidlichen Folgen des Klimawandels beherrschbar zu machen, zielen die Aktivitäten zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels darauf, die Verwundbarkeit (Vulnerabilität) der ökologischen, sozialen, urbanen, technischen und infrastrukturellen Systeme zu verringern und deren Widerstandsfähigkeit zu steigern.

Auf den verschiedenen Ebenen staatlichen Handelns sind den letzten Jahren rahmensetzende Strategien zur Anpassung an den Klimawandel entwickelt (bspw. DAS 2008) und bereits in ersten Raum- und Fachplanungen konkretisiert worden.

Überdies haben einige Städte und Regionen – überwiegend im Rahmen geförderter Modellvorhaben – begonnen, Strategiepläne und Handlungskonzepte mit unterschiedlichen Ansätzen und Schwerpunkten zu entwickeln. Dabei konnte auch an viele Erfahrungen und Handhabungen in der Stadt-, Landschafts- und Freiraumplanung sowie der stadtklimatischen Diskussionen aus der Vergangenheit angeknüpft werden, die faktisch Maßnahmen der Klimaanpassung darstellen (wenngleich sie nicht so etikettiert waren).

In diesen Kontext ordnet sich auch das Klimaanpassungskonzept der Stadt Aachen ein.

Klimawandel-bedingte Verschärfungen stadtklimatischer (und lufthygienischer) Problemsituationen

Die allgemeine Temperaturentwicklung (Jahresmitteltemperatur) in Aachen für die Zeitspanne der instrumentellen Beobachtungen ist durch eine langfristige Zunahme von etwa 1 °C pro 100 Jahre gekennzeichnet.

Speziell seit 1990er Jahren: insgesamt bereits höheres Temperaturniveau (siehe Abb. Seite 8).

Veränderungen der klimatisch-lufthygienischen Situation in Aachen im Jahr 2030 gegenüber 2010 werden bestimmt durch

- klimatische Effekte von baulichen, siedlungsstrukturellen und verkehrlichen Veränderungen in der Stadt selbst
- Effekte des globalen Klimawandels.

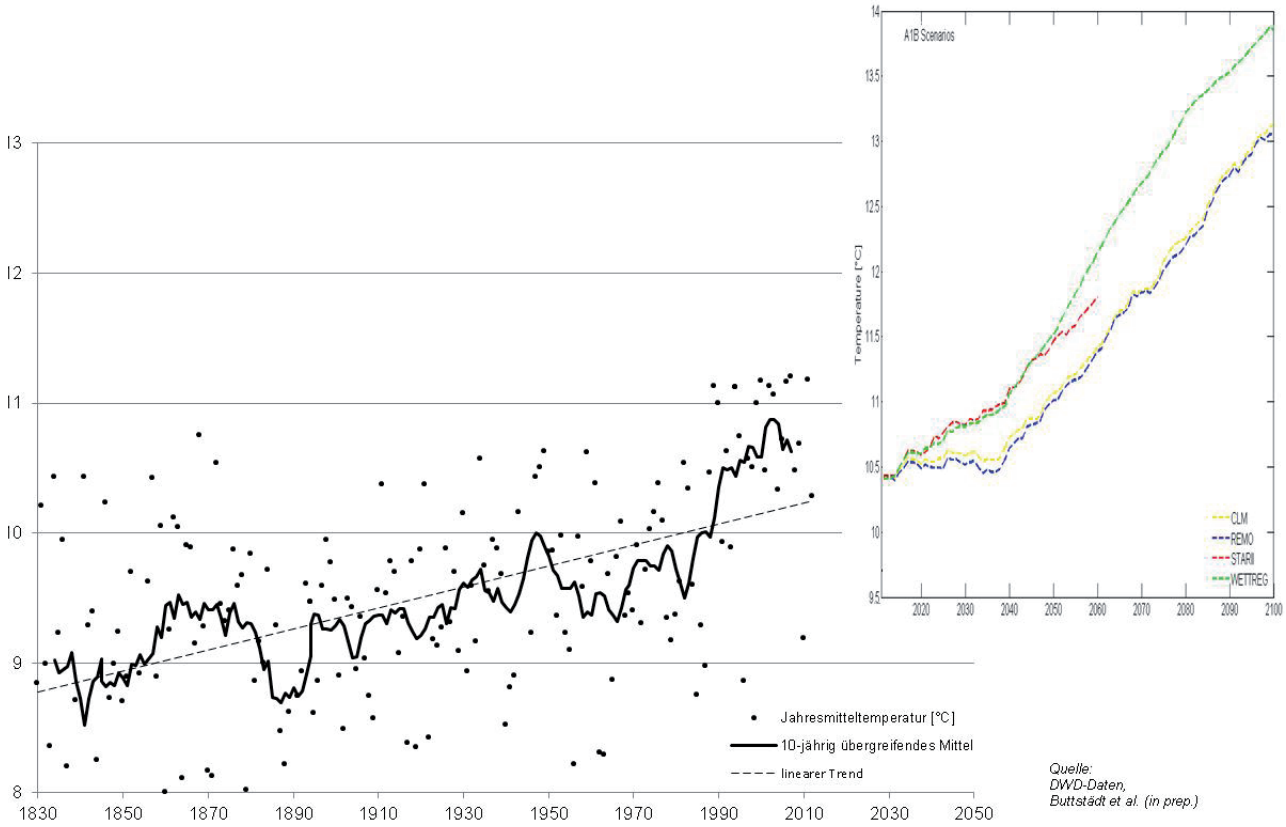
Derzeitige Modellvorhersagen lassen einen weiteren Anstieg erwarten.

Bis 2020:
etwas stärkerer Anstieg

Bis ca. 2040:
weniger starker oder schon stärkerer Temperaturanstieg (je nach Modell)

Ab 2040:
ein eher einheitlich starker Anstieg

Bis 2050:
Zunahme der Durchschnittstemperatur (gegenüber 2010) um 0,5 °C – 1,0 °C



^ ***Langfristige Temperaturentwicklung in Aachen.***
Messdaten (Aachen-Wetterstation, unten) und Modellergebnisse (rechts) (Buttstädt et al., 2010)

Aachen (Jahresmittel)

TT(a) (1961-1990)	9,7 °C	
TT(a) (19. Jhd.)	≈ 9,0 – 9,5 °C	(= - 0,2 bis - 0,7 °C)
TT(a) (2050)	≈ 11,1 °C	(= + 1,4°C)
TT(a)	≈ 12,5 °C	(= + 2,8°C)

(Prognose Mittel 2030-2060 gegenüber 1961-1990)

Zum Vergleich

Jahresmittel Dänemark 2007: TT(a): (wärmstes Jahr)	9,5°C
Lyon/Bron: TT(a):	11,4°C
Valentia/Irland: TT(a):	10,6°C
Bordeaux/Merignac: TT(a):	12,6°C
Oviedo/Asturien: TT(a):	12,7°C

^ ***Aachener Temperaturjahresmittel im Vergleich***
Gemessene u. prognostizierte Jahresmitteltemperaturen (TT(a)) für Aachen und gemessene Temperaturen für unterschiedlich stark ozeanisch geprägte Vergleichsorte.

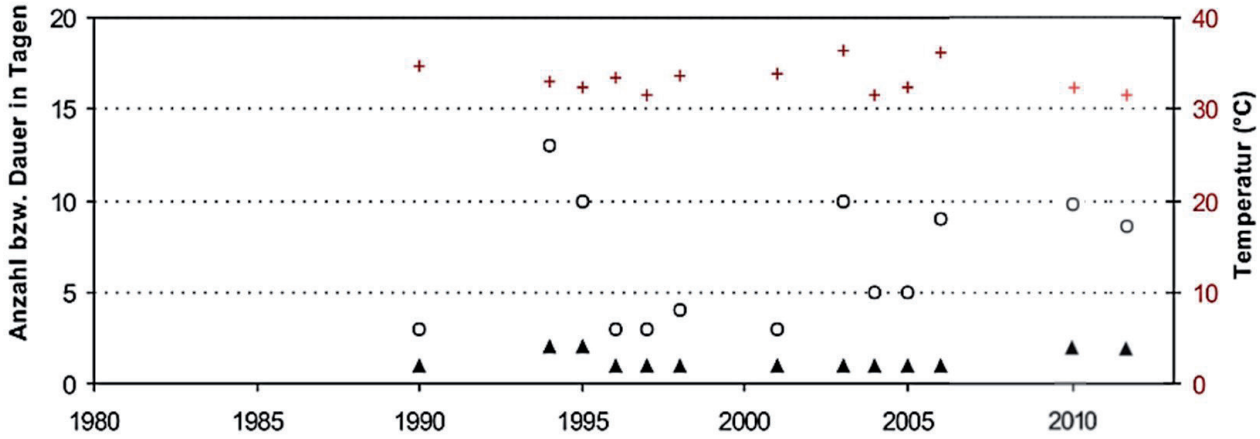
Dies entspricht etwa dem derzeit allgemein angenommen Erwärmungstrend für Gesamt-NRW von 2,2 °C (vom Mittel 1960-1990 zum Mittel 2030-2060).

Der allgemeine numerische Erwärmungstrend kann derzeit noch nicht in ein konsistentes Gesamtbild eines zukünftig für Aachen zu erwartenden Klimas umgesetzt werden. Es liegen keine seriösen Prognosen für die anderen Klimaelemente vor (Bewölkung, Sonnenschein, Wind usw.).

Allgemeine Erwärmung

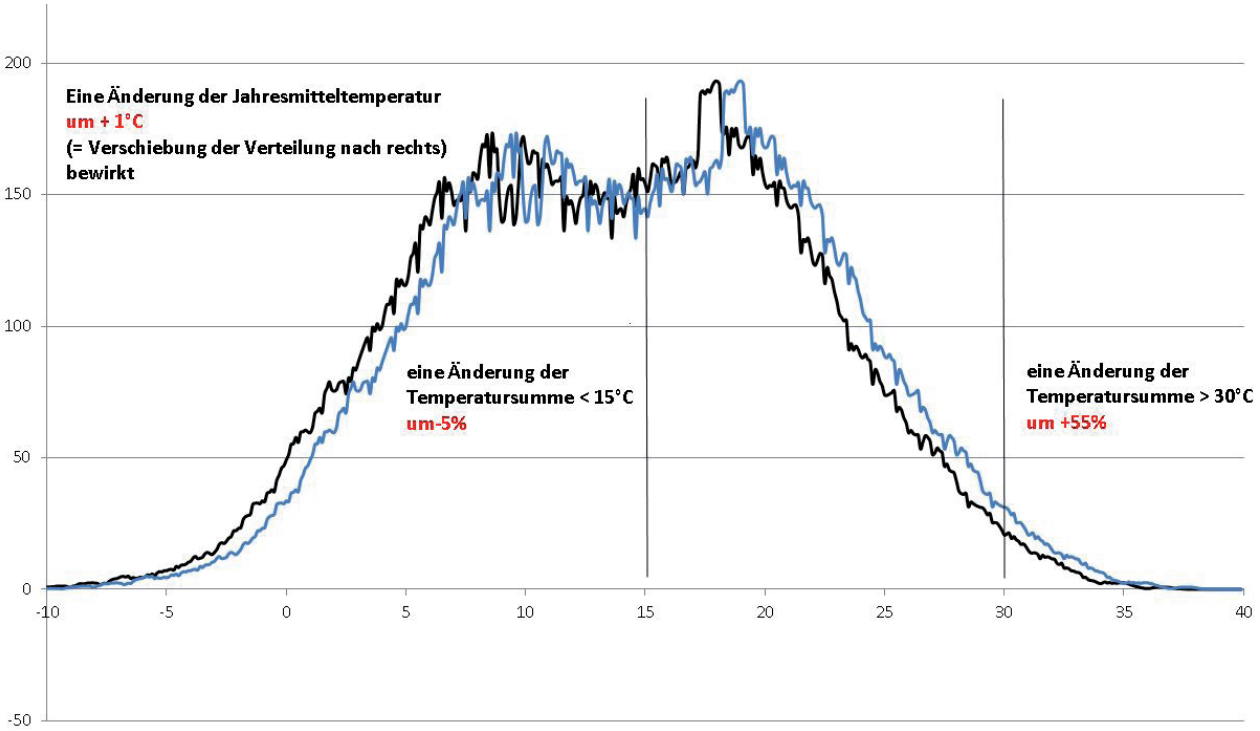
Der vorhergesagte Temperaturanstieg kann im ozeanischen Einflussbereich sehr unterschiedliche Verteilungen auf Jahreszeiten und sehr unterschiedliche Wirkung auf Witterungsverläufe aufweisen (siehe Abb. oben rechts);

- im Mittel relativ hohe Temperaturen können einhergehen mit langen Phasen von als feuchtkalt empfundener Witterung und schneereichen Wintern
- höhere Temperaturen können sowohl mit Zunahme als auch Abnahme der Häufigkeit maritim beeinflusster Wetterlagen verbunden sein
- Hohe Jahresmitteltemperaturen treten trotz oft eher kühl empfundener Witterung seit den 1990er Jahren als Effekt der höheren Anzahl von Ereignissen mit sommerlicher Hitzebelastung
- Witterungsverlauf im Jahr über lange Zeiträume durch mäßige Temperaturen geprägt



< *Zunahme der Extremereignisse*
Entwicklung der Zahl von Ereignissen mit sommerlicher Hitzebelastung in Aachen (Buttstädt et al., 2010)

▲ Hitzewellen ○ Dauer + Intensität



^ *Effekte einer Erhöhung der Jahresmitteltemperatur*
Temperaturerhöhung mit Verschiebung der Häufigkeitsverteilung der Tagesmittel der Lufttemperatur in Aachen (Wetterstation) 1891-2009. Die hier durchgeführte Auswertung betrachtet die räumliche Temperaturverteilung bei einem durchschnittlichen Hitzeereignis relativ zur Temperatur an der Station Aachen-Hörn, von der eine langjährige Messreihe vorliegt, sowie die klimawandelbedingten und zusätzlich die baulich bedingten Veränderungen.

Im Ergebnis entspricht dies einem Witterungstyp mit häufig maritim geprägtem Klima (und mglw. häufigeren, wenn auch in der Summe nicht mehr Niederschlägen), zunehmender Auftrittswahrscheinlichkeit extremer Ereignisse mit sommerlicher Zufuhr heißer, tropischer Luftmassen und einzelnen, aber statistisch häufigeren Starkniederschlagsereignissen (siehe Abb. S. 9 oben).

Diese Extremereignisse sind problematischer als ein gleichmäßiger schleichender „statistischer“ Klimatrend:

- häufigeres, intensiveres, längeres Auftreten von Hitzewellen mit größerer räumlicher Ausdehnung ist wahrscheinlich
- voraussichtlich besondere Auswirkungen auf große Städte (Verstärkung bereits bestehender Wärmeinseleffekte durch Hitzewellen)

Referenzdaten
1961-1990

Sommertage:	26.00
Heiße Tage:	3.83
Frosttage:	48.83
Eistage:	13.50

(mittlere Anzahl 1961-1990)

Feuchtes Szenario
2026-2055

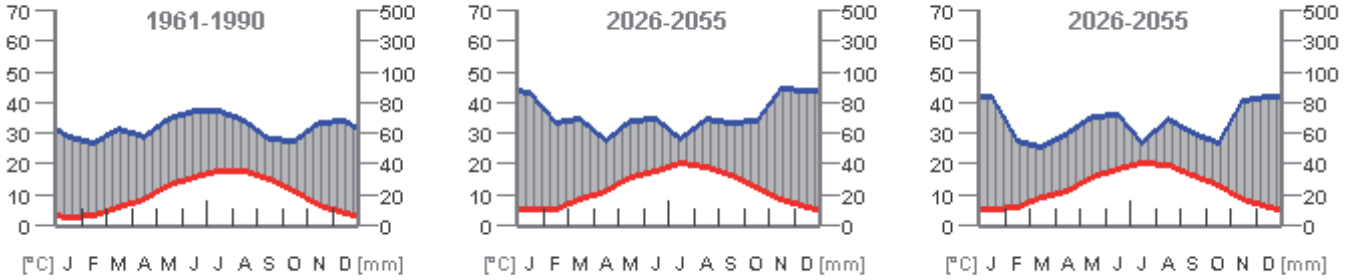
Sommertage:	49.00
Heiße Tage:	11.77
Frosttage:	19.83
Eistage:	4.00

(mittlere Anzahl 2026-2055)

Trockenes Szenario
2026-2055

Sommertage:	54.57
Heiße Tage:	13.40
Frosttage:	21.27
Eistage:	5.80

(mittlere Anzahl 2026-2055)



Klimadiagramme nach Walter

Referenzdaten
1961-1990

Sommertage:	22.13
Heiße Tage:	2.90
Frosttage:	55.60
Eistage:	14.68

(mittlere Anzahl 1961-1990)

Feuchtes Szenario
2026-2055

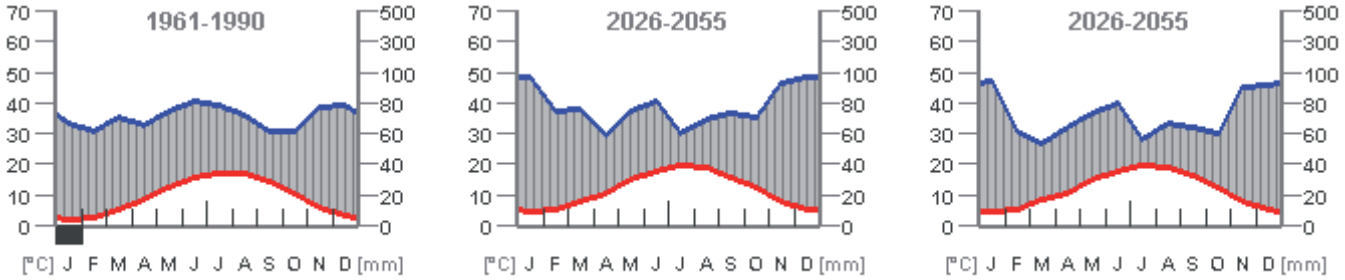
Sommertage:	44.47
Heiße Tage:	9.83
Frosttage:	25.10
Eistage:	4.65

(mittlere Anzahl 2026-2055)

Trockenes Szenario
2026-2055

Sommertage:	49.63
Heiße Tage:	11.47
Frosttage:	26.97
Eistage:	6.63

(mittlere Anzahl 2026-2055)



Klimadiagramme nach Walter

< ***Veränderungen der Auftretenswahrscheinlichkeit klimatischer Extremereignisse***
Szenarien für Schutzgebiete im Aachener Stadtgebiet im Zeitvergleich: Klimawandelszenarien für die FFH-Gebiete FFH 5102-301 „Wurmtal südlich Herzogenrath (oben) und FFH 5203-310 „Brander Wald“ (unten).

Deutlich erkennbar ist die starke Erhöhung der Sommertage mit Temperaturen von mindestens 25°C und der Heißen Tage (Temperatur mindestens 30°C) sowie die Abnahme von Frosttagen (Temperatur unter 0°C) und Eistagen (Höchstwert bleibt < 0°C).
(BfN, PIK 2008)

Auswirkungen des Temperaturanstieges

Extreme thermische Bedingungen haben großen Einfluss auf menschliches Wohlbefinden und Gesundheit:

- zunehmende Hitzebelastung belastet Herz-Kreislauf-System
- hitzebedingte Beschwerden: Defizite von extrazellulärer Flüssigkeit und Kochsalz, Störung der Thermoregulation, Hitzeerschöpfung, Hitzeschlag, Hitzekrämpfe, Sonnenstich
- besonders gefährdet: Personen mit Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen, ältere Menschen, Kleinkinder
- Erfahrungsgröße: außerhalb des bioklimatischen Komfortkorridors steigt die Gesamtsterblichkeit je 1 Grad Kelvin um 1%; bei den Herz-Kreislauf-Erkrankungen um 3,1%

Extreme Temperaturen in städtischen Wärmeinseln sind darüber hinaus Grundlage für sekundäre chemische Reaktionen in der Atmosphäre

- Anstieg der Konzentration einiger Luftschadstoffe; Folge: Gesundheitsrisiken für den Menschen
- gegenwärtige Beurteilung des Einfluss des Klimawandels auf Aerosolkonzentration ist nicht sicher
- Modellstudien prognostizieren: globale Klimaveränderung kann die PM (Particulate Matter)-Konzentrationen in den zukünftigen Jahrzehnten in urbanen Räumen etwa um ±0,1 bis 1 µgm³ verändern.

Gefühlte Temperatur (°C)	Thermisches Empfinden	Thermophysiologische Beanspruchung
0 bis 20	behaglich	Wohlbefinden möglich
20 bis 26	leicht warm	schwache Wärmebelastung
26 bis 32	warm	mäßige Wärmebelastung
32 bis 38	heiß	starke Wärmebelastung
über 38	sehr heiß	extreme Wärmebelastung

^ *Gefühlte Temperatur und thermische Beanspruchung nach VDI 3787 Blatt 2*

- seit längerem Erwartung einer Reduktion von Partikelemissionen als Folge technischer Verbesserungen in Europa etwa in der Fahrzeugflotte; jedoch faktisch kein klarer Trend im vergangenen Jahrzehnt erkennbar

Die Feinstaub-Konzentrationen im europäischen Ballungsraum zwischen Ruhrgebiet, Nordholland und Nordfrankreich bleiben voraussichtlich langfristig auf hohem Niveau.

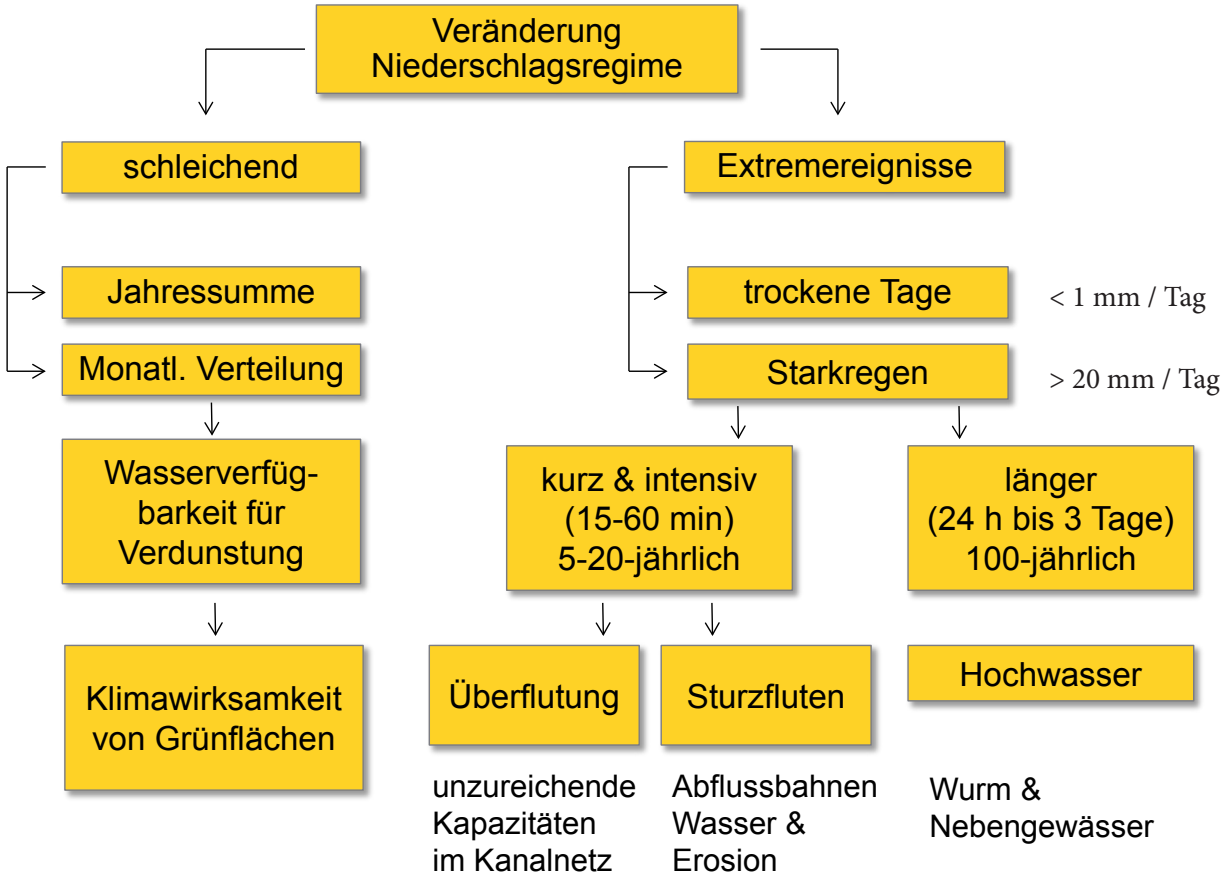
- Auslöser für Krankheiten wie Lungenkrebs bei erhöhten Werten von PM10 und PM2,5, Einfluss auf die Mortalitätsrate
- hohe Temperaturen in der Stadt werden von hohen bodennahen Ozonkonzentrationen begleitet (sogenannter ‚Sommersmog')

- steigende Ozon-Konzentrationen für Europa werden erwartet
- besonders als Schlüsselsubstanz im sogenannten Sommersmog, kann Ozon in höheren Konzentrationen eine schädliche Wirkung haben

Weitere Photooxidantien (Nebenprodukt der atmosphärischen Ozonbildung) haben gesundheitliche Auswirkungen.

- Reizwirkungen auf Augen und Schleimhäute, Schädigungen der Zellmembranen in der Lunge, allergiefördernde Wirkung

Genauere Verortung hoher Ozon-Konzentrationen im städtischen Raum ist kaum möglich (komplizierte photochemische Reaktionen, differenziertes Abbauverhaltens bei Anwesenheit hoher NOx-Konzentrationen).



^ *Klimawandelbedingte Veränderungen des Niederschlagregimes (eigene Darstellung)*

Niederschlag & Extremereignisse

- Die prognostizierte Jahresniederschlagssumme im Raum Aachen bleibt im Vergleich 1961-1990 zu 2036-2065 nahezu unverändert, leichte Zunahme Richtung Eifel
- Monatliche Verteilung ändert sich: geringere Niederschlagsmenge im Sommer (Juli, August), vermehrte Niederschläge im Winter (März), Frühjahr und Herbst
- Winterniederschläge vermehrt als Regen
- Zunahme und Verstärkung der Extremereignisse sowohl im Sommer- als auch im Winterhalbjahr wahrscheinlich
  - 1950-2008: Zunahme der Starkregen der Dauerstufe < 12 Std. Anstiege der Intensitäten nicht erkennbar
  - Zunahme der Dauerstufen < 1 Std.: keine signifikante Zunahme; Überlagerung Klimaeffekt & Messtechnik
- Beispiel Region Köln: Zunahme der prognostizierten Extremniederschläge (LANUV 2013)
  - bis Mitte des Jahrhunderts um 10 – 40 %
  - bis Ende des Jahrhunderts um 140 – 290 %

Stadtentwicklung bis 2030

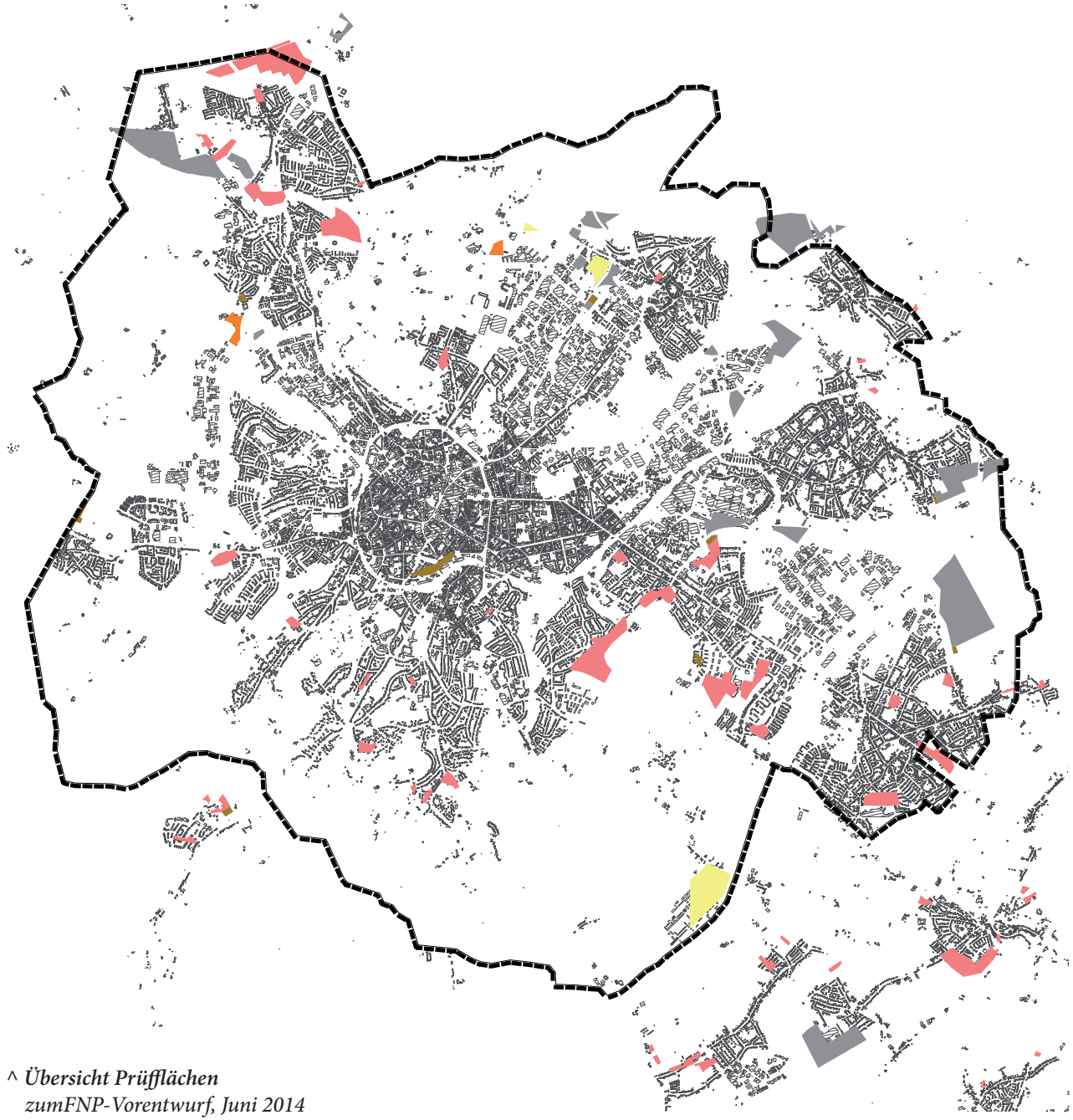
Die städtebauliche Entwicklung der Kernstadt im Aachener Talkessel wird durch drei Faktoren angetrieben:

- in Umsetzung befindliche Großvorhaben, die in den letzten Jahren planerisch vorbereitet wurden (insbesondere RWTH-Campus-Projekte)
- anhaltende Innenentwicklung, Nachverdichtung und Nutzungsintensivierung im Bestand (überwiegend durch eine Vielzahl von Einzelvorhaben). Basis: Grobkartierung der Entwicklung in den vergangenen 20 Jahren (vgl. Abb. S. 5)
- derzeit planerisch vorbereitete Siedlungserweiterungen im Zuge der Neuaufstellung des Flächennutzungsplans 2030; „Prüfflächen“ zum FNP-Vorentwurf, Juni 2014

Dies ist einerseits für die künftige Ausprägung des Stadtklimas bedeutsam und etabliert andererseits neue klima-(wandel-)sensitive Nutzungen und Raumstrukturen im Talkessel.

Diese vorhersehbaren Änderungen der Stadtentwicklung werden der Modellierung der Veränderungen bis 2030 zugrundegelegt.

Vor der Offenlage des FNP-Entwurfs wird eine erneute Prüfung der gewählten Neudarstellungen empfohlen.



^ *Übersicht Prüfflächen zumFNP-Vorentwurf, Juni 2014*

4. EXPOSITION

Nachfolgend wird basierend auf Modellrechnungen vergleichend dargestellt, wo und wie sich im Aachener Talkessel bestimmte Klima- und Lufthygieneparameter zwischen 2010 und 2030 unter dem Einfluss des globalen Klimawandels und unter den klimatischen Effekten fortgesetzter Siedlungsentwicklung ändern.

Im Mittelpunkt des Vergleiches stehen Veränderungen der thermischen Belastung sowie der nächtlichen Abkühlungs- und Belüftungsfunktion. Für die Feinstaubbelastung werden mangels einer Emissionsprognose für das Jahr 2030 ähnliche Bedingungen wie im Jahr 2010 angenommen.

Die Ergebnisse sind kartografisch auch auf Plan 1 - Exposition zusammengefasst.

4.1 Temperatur

Tages- und Abendtemperaturen

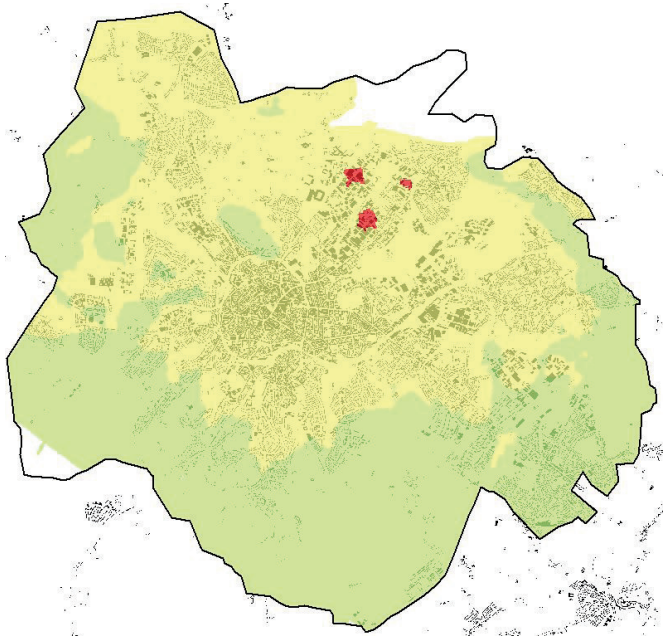
Die Belastungssituation 2010 ist geprägt durch:

- Flächige thermische Belastung im dichter besiedelten städtischen Bereich, Nebenwärmeinsel am Tag im Bereich der im Nordosten liegenden Gewerbe- und Industriegebiete
- deutliche zentrale städtische Wärmeinsel am Abend, gegenüber dem Stadtkern etwas nach Nordosten verschoben

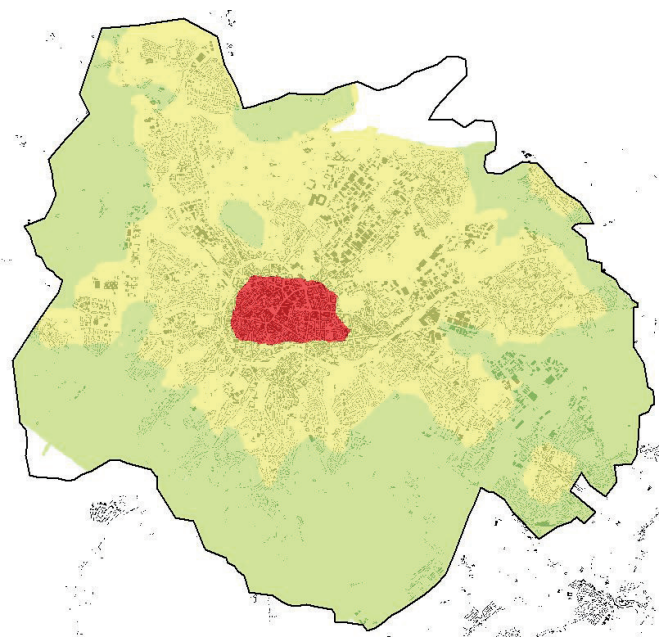
klimawandel-bedingte Erwärmung bis 2030 (gegenüber 2010):

- 0,5 °C bzw. 0,6 °C, flächig wirksam
- Erwärmung durch bauliche Veränderungen bis 2030
- flächig meist unter 0,1 °C, aber einige Bereiche bis ca. 0,3 °C (am Tag und abends), nachts teils starke Effekte auf bodennahe Kaltluft mit Fernwirkungen
- Deutlichere Zunahmen u.a. in neu ausgewiesenen gewerblichen Flächen bzw. angrenzend in größeren Erweiterungsflächen für Wohnungsbau (Brander Feld, Richtericher Dell).

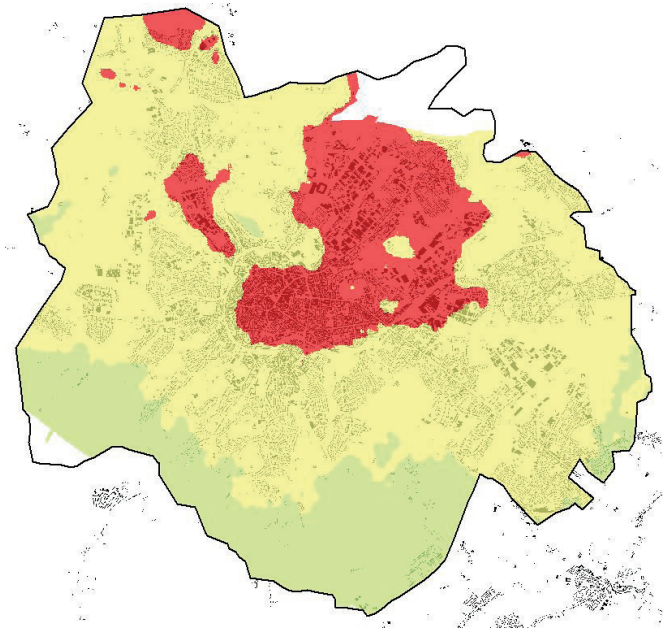
Veränderung der städtischen Wärmeinseln
thermische Belastung mittags (links) und abends (rechts)
jeweils in 2010 und 2030



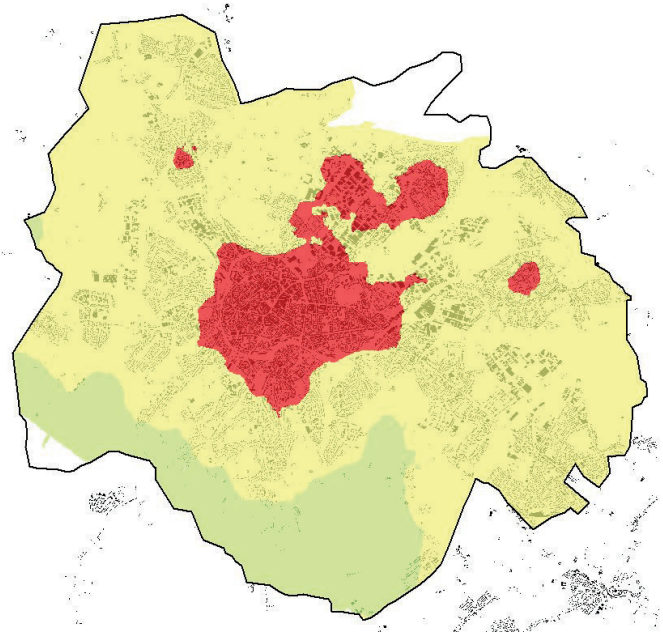
2010



2010



2030



2030

gering
mittel
hoch

bauliche u. klimawandelbedingte Veränderungen

Nächtliche Belüftungsfunktionen

Nächtliche Kaltluftströme bewerkstelligen bei austauscharmen Wetterlagen wichtige bodennahe Luftaustauschprozesse und können bei sommerlichen Hitzeperioden erhebliche Abkühlungsleistungen erbringen.

Luftaustausch

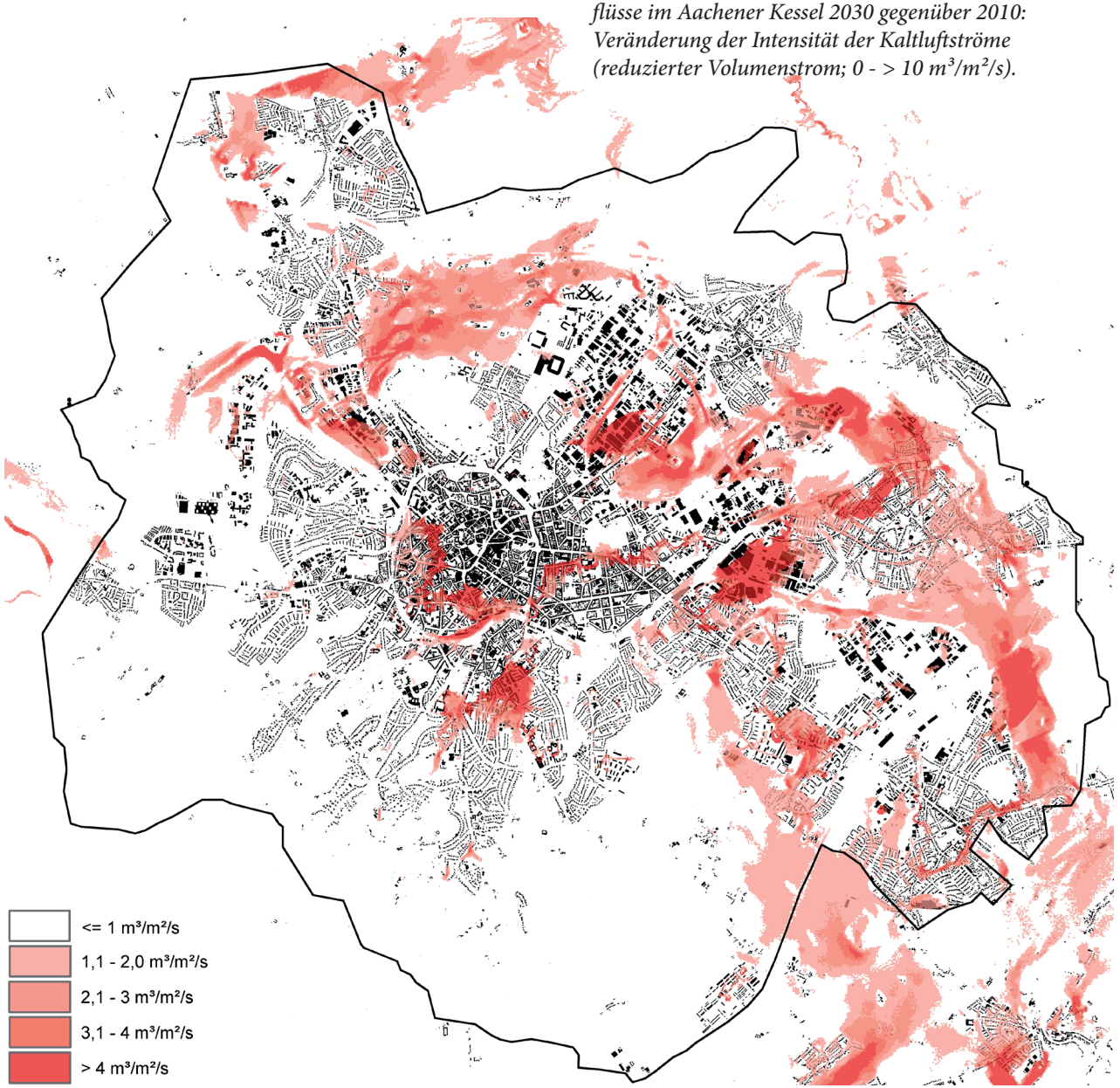
Bis 2030 wird sich der bodennahe Luftaustausch in Folge der geplanten baulichen Entwicklung voraussichtlich insbesondere in einer Zone am südlichen Rand der Innenstadt und im Einflussbereich der Talzüge von Haarbach und Wildbach einschließlich der Soers verschlechtern.

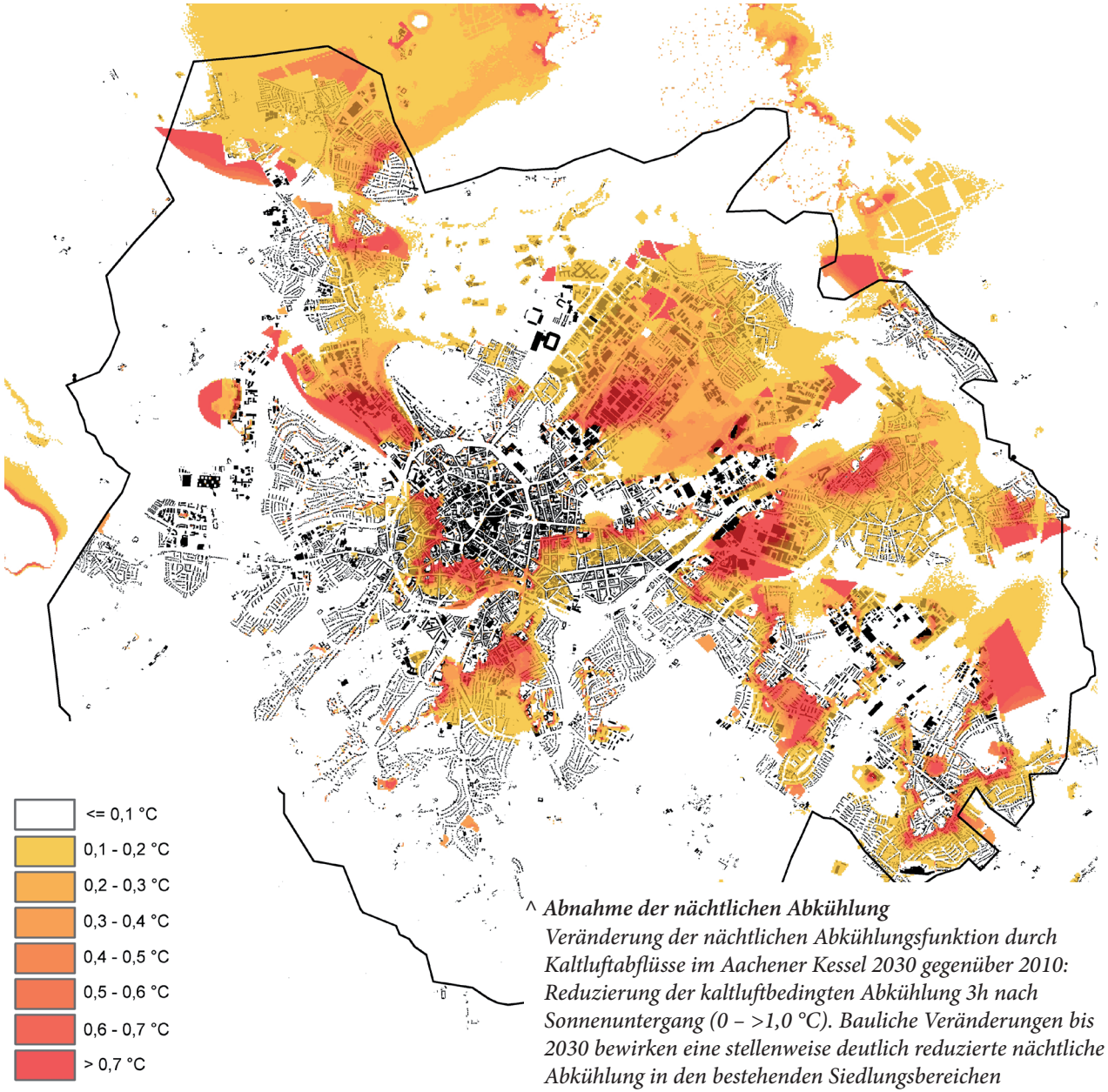
Daraus resultiert eine Abnahme nächtlicher Abkühlung mit Werten bis über 1,0°C besonders am südlichen und westlichen Innenstadtrand, am Rand des Burtscheider Kernbereichs, stellenweise in den Ortsteilen Brand, Forst, Eilendorf, Haaren, Laurensberg und Richterich sowie im Bereich der Gewerbe- und Industriegebiete.

Extrem hohe nächtliche Temperaturen stehen im Verdacht, bei Hitzewellen eine Zunahme von Erkrankungen und erhöhte Sterblichkeit insbesondere bei älteren Menschen zu verursachen. Effekte aus reduzierter nächtlicher Abkühlung der Außenluft und Wärmespeicherung der Gebäude vom Tage überlagern sich und verstärken so den Effekt.

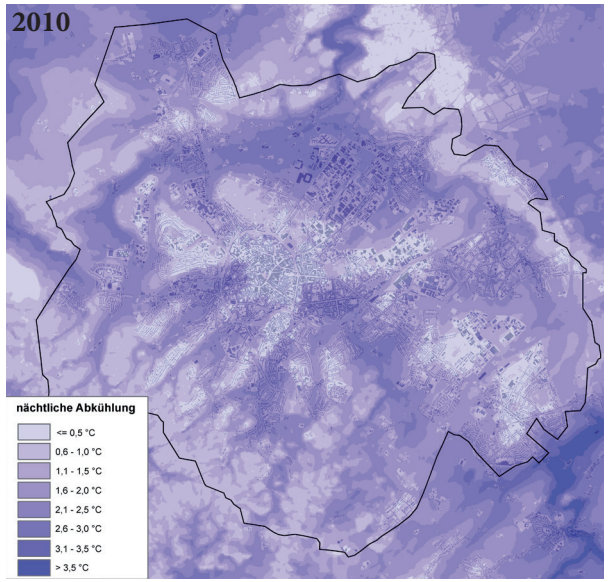
Klimawandelimplizierte Veränderungen der nächtlichen Abkühlungsfunktion lassen sich mit heutigem Kenntnisstand nicht belastbar prognostizieren.

Abnahme des Kaltluftvolumenstroms
Veränderung der Belüftungsfunktion durch Kaltluftabflüsse im Aachener Kessel 2030 gegenüber 2010: Veränderung der Intensität der Kaltluftströme (reduzierter Volumenstrom; 0 - > 10 m³/m²/s).

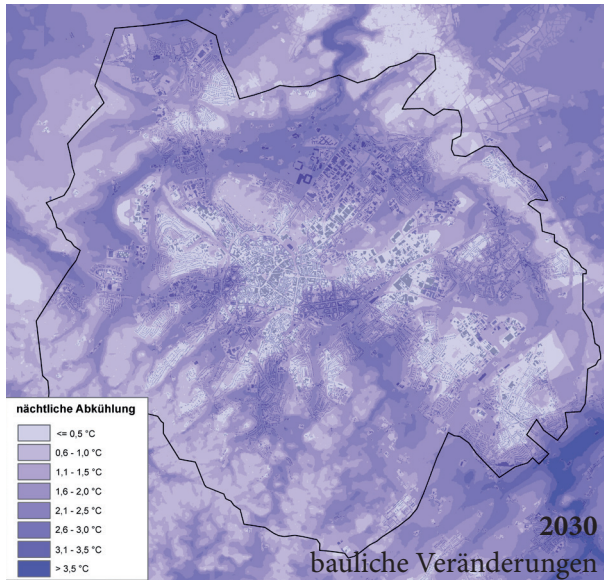




^ ***Abnahme der nächtlichen Abkühlung***
Veränderung der nächtlichen Abkühlungsfunktion durch Kaltluftabflüsse im Aachener Kessel 2030 gegenüber 2010: Reduzierung der kaltluftbedingten Abkühlung 3h nach Sonnenuntergang (0 – >1,0 °C). Bauliche Veränderungen bis 2030 bewirken eine stellenweise deutlich reduzierte nächtliche Abkühlung in den bestehenden Siedlungsbereichen



nächtliche Abkühlung
Nächtliche Abkühlungsfunktion durch Kaltluftabflüsse im Aachener Kessel: kaltluftbedingte Abkühlung 3h nach Sonnenuntergang



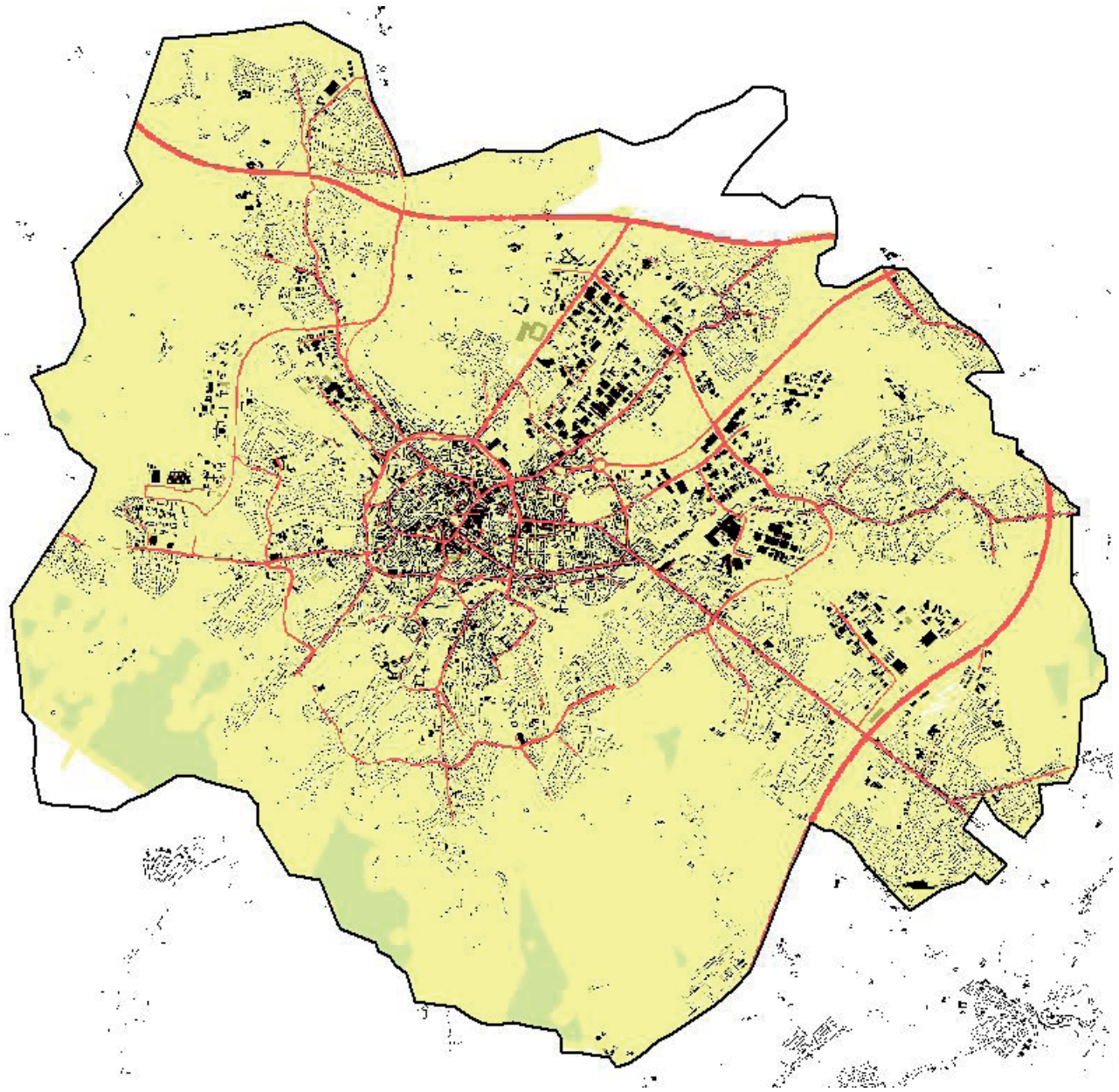
4.2 Luftqualität

Die Luftbelastung 2010 ist stark bestimmt durch die Lage zu den Hauptverkehrsachsen als Hauptemissionsquellen.

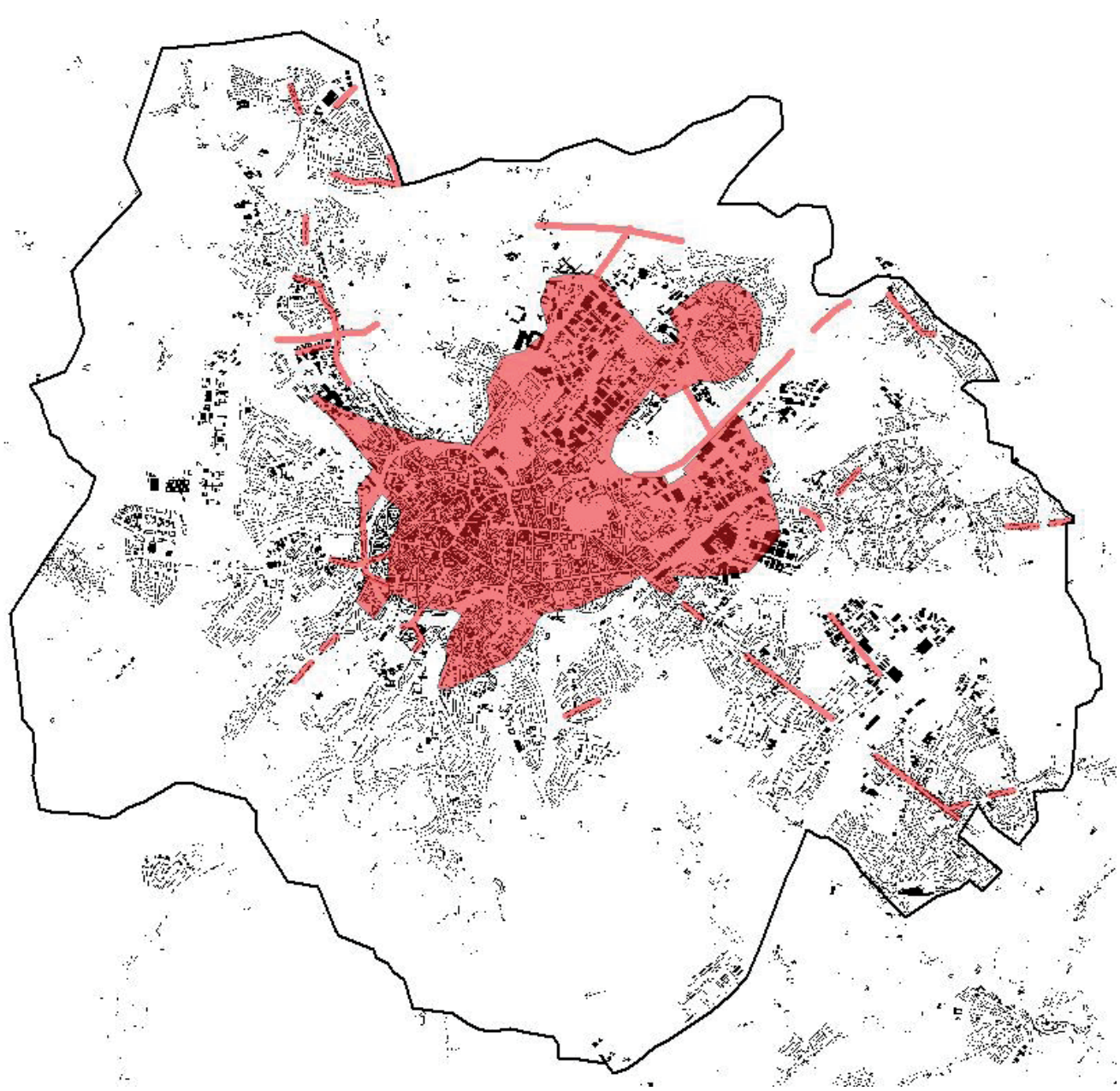
Besonderer Problembereich: nordöstlicher und südöstlicher Innenstadtbereich infolge der Bündelung von Verkehrswegen.

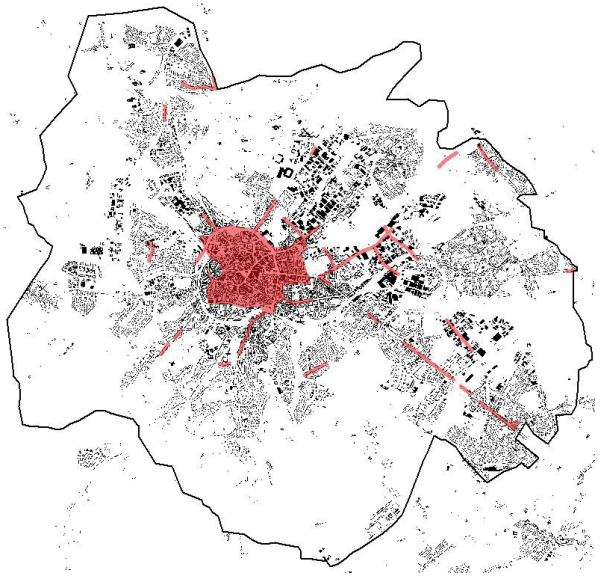
Eine konkrete Prognose zur Luftqualität 2030 erscheint nicht sinnvoll, denn

- allgemein abnehmende Emissionen werden zwar erwartet (EEA, 2010), Windprognosen deuten aber eher auf eine Zunahme von Extremereignissen (möglicherweise verbunden mit gleicher mittlerer Windgeschwindigkeit und daher häufigeren Schwachwindlagen mit Zunahme von Schadstoffkonzentrationen)
- konkret räumlich verortbare Emissionsprognosen fehlen > Annahme der Verhältnisse im Jahr 2010 auch für 2030



***Luftbelastung 2010** >*
Feinstaubkonzentrationen als PM10-Flächenmittel
Schwellenwerte grün < 21,3 µg/m³, rot > 28,1 µg/m³





^ *2010*

< *2030*

4.3 MEHRFACH BELASTETE BEREICHE

- *thermisch mittags*
- *thermisch abends*
- *durch geringe nächtliche Abkühlung und/oder*
- *durch besonders hohe PM10-Konzentrationen belastete Bereiche*

Belastungen durch Luftverunreinigungen überlagern sich räumlich mit Wärmebelastung mittags, abends und nachts.

*Diejenigen Bereiche, in denen **mindestens zwei** dieser vier **Belastungskomponenten** als starke Belastungen bewertet sind, sind für 2010 und 2030 dargestellt.*

4.4 Niederschlag & Abfluss

Basierend auf Recherchen bei den zuständigen Dienststellen und Einrichtungen (Stadt Aachen, Stawag, Feuerwehr, WVER) stellt sich der derzeitige Kenntnisstand bzgl. klimawandelbedingter Risiken wie Überschwemmungen, Sturzfluten u.ä. wie folgt dar.

überschwemmungsgefährdete Bereiche

- Hochwassergefahrenkarte / Hochwasserrisikokarte für Wurm und Haarbach zeigen selbst bei Extremhochwasser (HQ1000) nur geringes Gefährdungspotenzial
- neue Abflussmodelle für Wurm-Zuflüsse zzt. in Arbeit

Sturzfluten und Erosion

- Einschätzung der Sturzflutgefährdung durch Oberflächenabfluss bei Starkregen und damit verbundener Erosionsgefahr (Off-Site-Schäden) für das Stadtgebiet wurde bisher nicht vorgenommen.

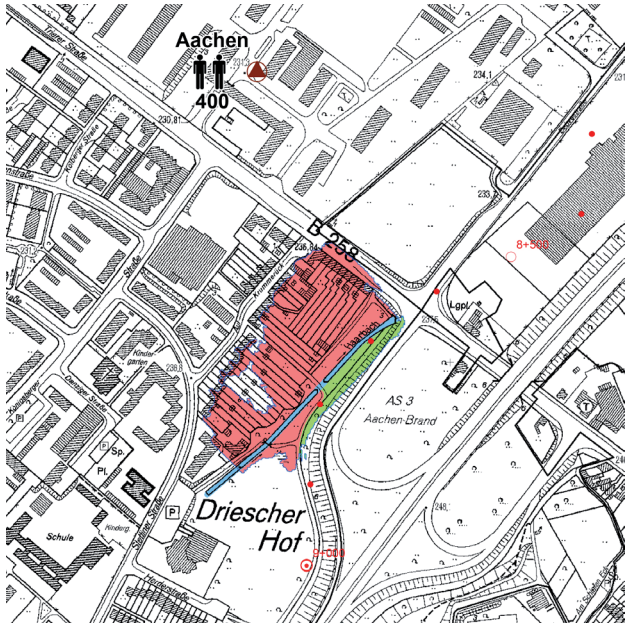
Hochwasserrisiko Haarbach >

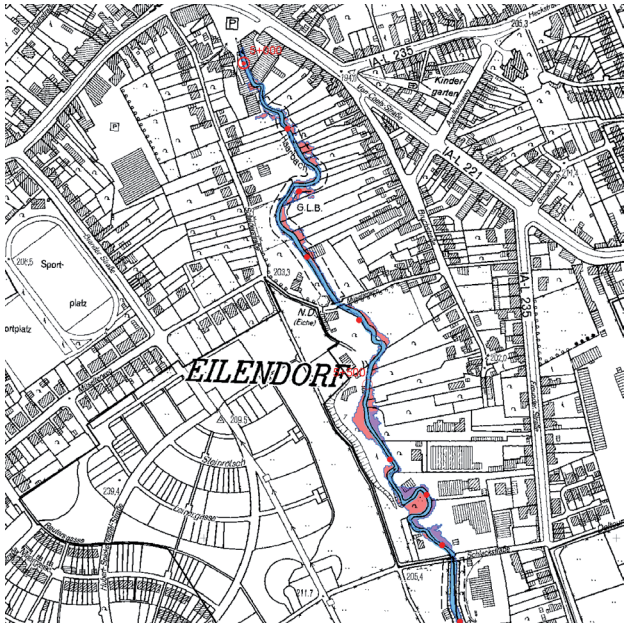
Anzahl der betroffenen Einwohner im überschwemmten Bereich ohne techn. Hochwasserschutz pro Ortslage

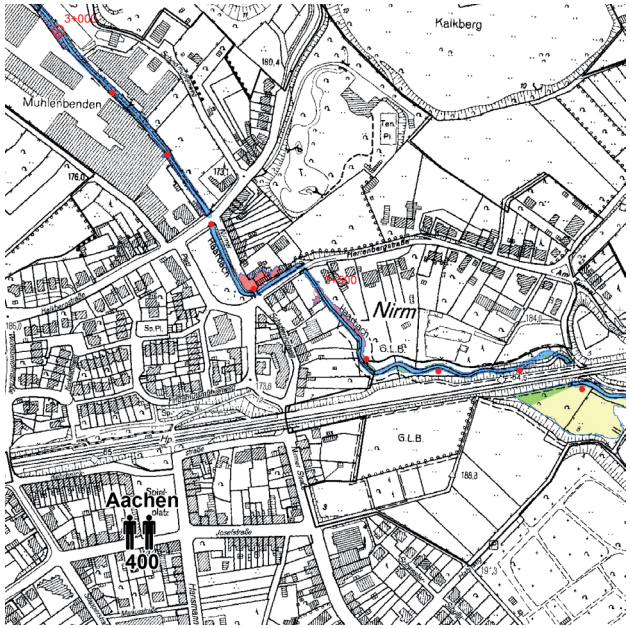
- < 100
- 100 - 1000
- > 1000

Flächennutzung im überschwemmten Bereich

- Wohnbauflächen, Flächen gemischter Nutzung
- Industrie- und Gewerbeflächen, Flächen mit funktionaler Prägung
- Verkehrsflächen
- Landwirtschaftlich genutzte Flächen, Wald, Forst
- Sonstige Vegetations- und Freiflächen
- Gewässer

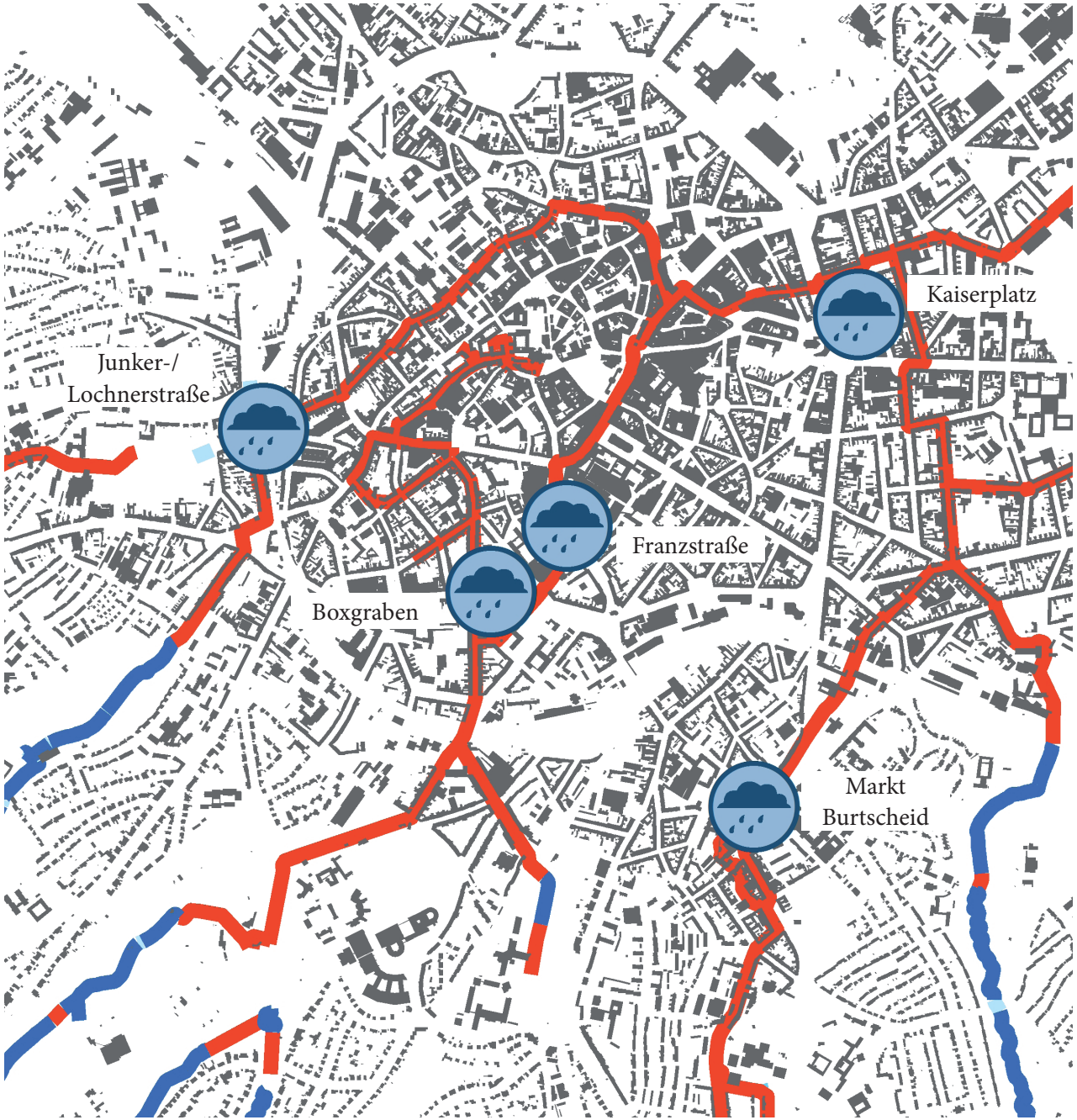








Ausschnitte aus der Hochwasserrisikokarte Haarbach, Szenario HQ1000 (Bez.Reg. Köln 2012)



Überflutungsgefährdete Bereiche

- eine flächige Abgrenzung von bei Starkregenereignissen überflutungsgefährdeten Bereichen liegt bisher nicht vor
- erfahrungsgestützt lassen sich fünf betroffene Bereiche (blaue Piktogramme) abbilden; diese korrelieren mit verrohrten Gewässerabschnitten der Aachener Innenstadt (rote Linien, die offen verlaufenden Gewässer sind in blau dargestellt)

5. SENSITIVITÄT

Sensitivität bezeichnet, ob bestimmte soziale Systeme, soziale Einrichtungen, (Frei-)Raum- und Siedlungsstrukturen, kritische Infrastrukturen oder andere wertvolle Güter gegenüber schleichenden Klimaveränderungen empfindlich sind.

Der Sensitivitätsanalyse werden folgende Indikatoren zugrunde gelegt:

klimasensitive Bevölkerung

- Bevölkerungsdichte
- Anteil Hochaltriger (> 80 Jahre) an der Gesamtbevölkerung
- Kinderanteil (unter 6-jährige)
- gesundheitliche Vorbelastung
- subjektive Belastung durch Hitze
- Lage und Verteilung sozialer Einrichtungen

Datenbasis

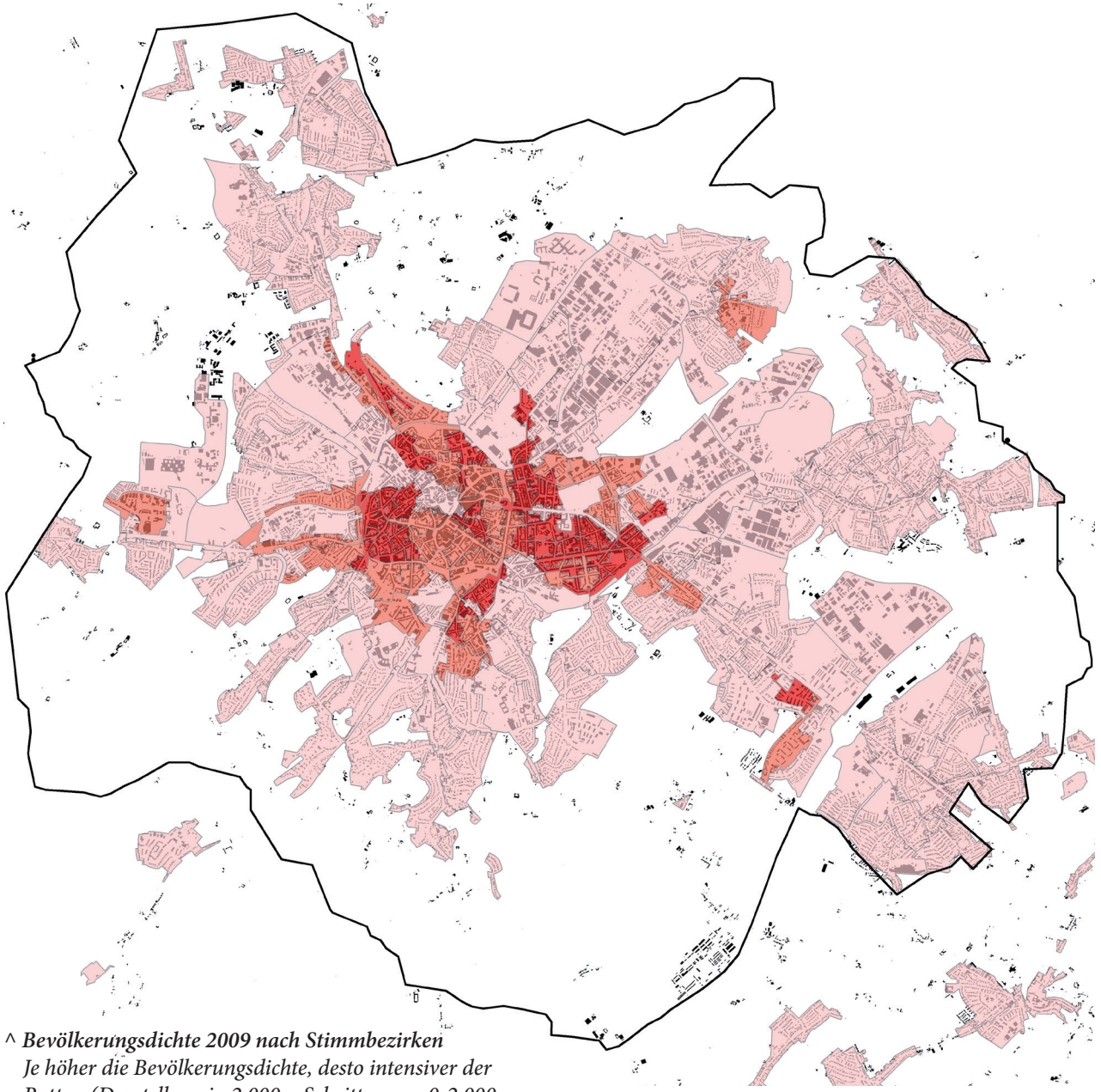
Bevölkerungsentwicklung Gesamtstadt auf Basis der statistischen Daten für 2010 und 2030

- 2010: 246.866 Einwohner
- 2030: 239.263 Einwohner (-3,1 %)

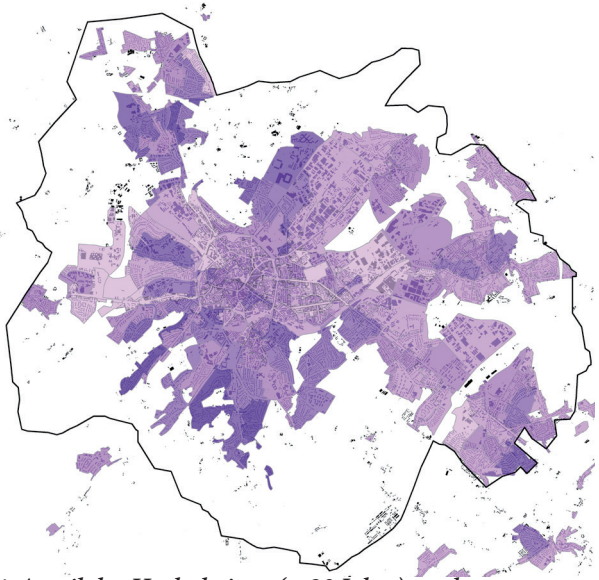
Die Darstellung erfolgt auf Ebene der Abgrenzung der Stimmbezirke. Angaben zur Entwicklung bis 2030 auf Stimmbezirksebene liegen nicht vor.

(Datenbasis: Statistik Stadt Aachen, FB 02/30 Statistik und Stadtforschung. Stand 2013).

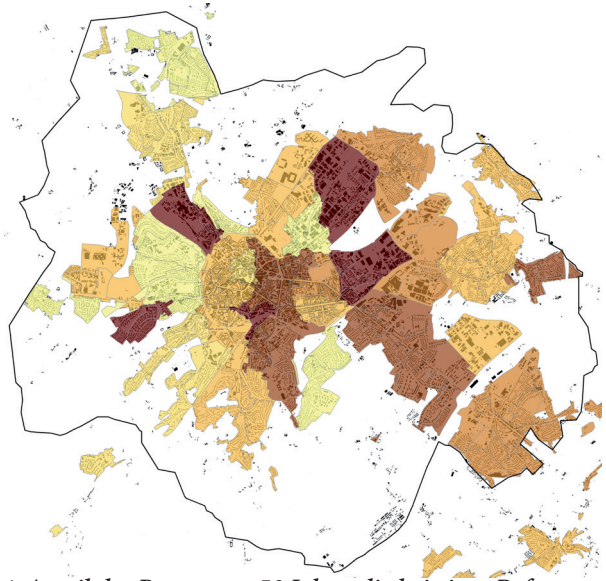
Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse sind kartografisch auch auf Plan 2 zusammengefasst.



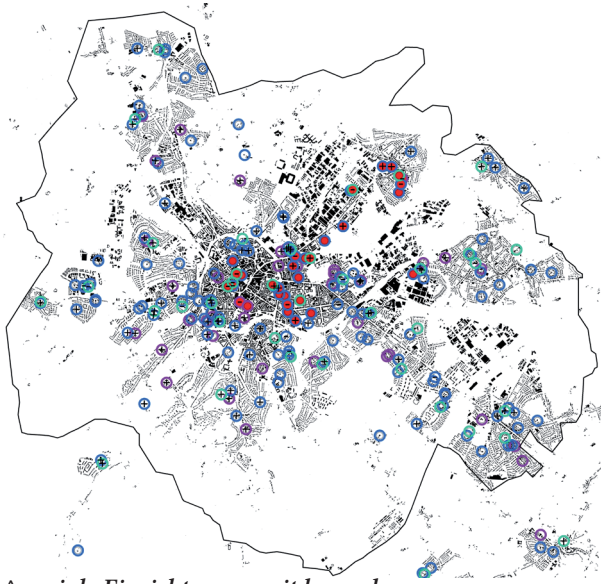
^ ***Bevölkerungsdichte 2009 nach Stimmbezirken***
Je höher die Bevölkerungsdichte, desto intensiver der Rotton (Darstellung in 2.000er Schritten von 0-2.000 Einwohner/m² bis > 18.000 Einwohner/m²)



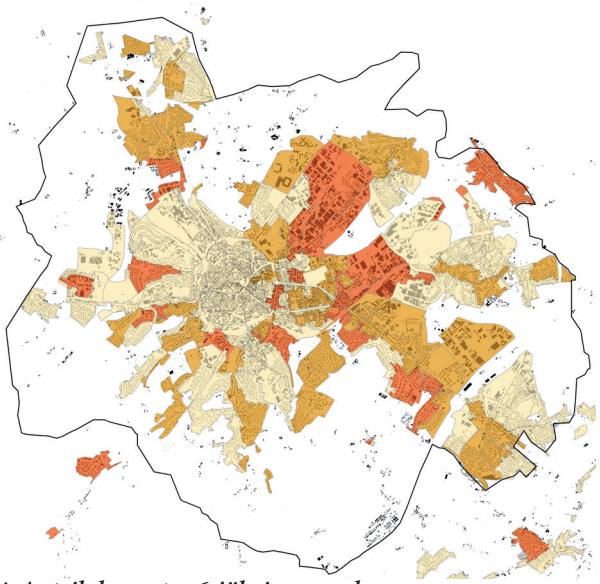
^ *Anteil der Hochaltrigen (> 80 Jahre) an der Gesamtbevölkerung, Stand: 2009*



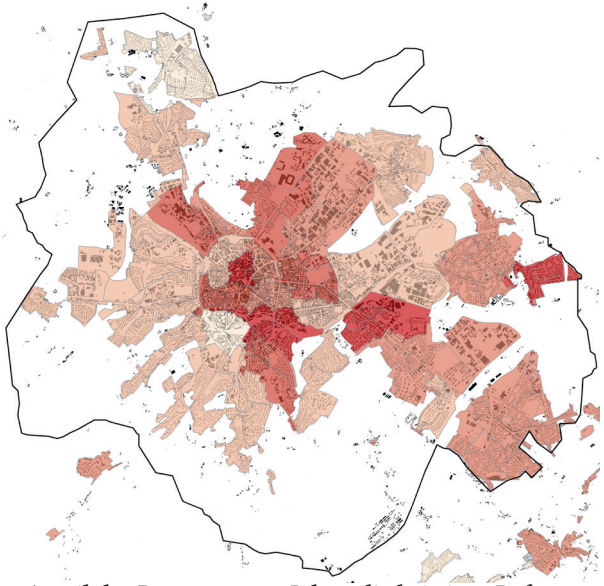
^ *Anteil der Personen >50 Jahre, die bei einer Befragung angaben, Vorbelastungen durch Herz- und Kreislauferkrankungen zu haben, Stand: 2009*



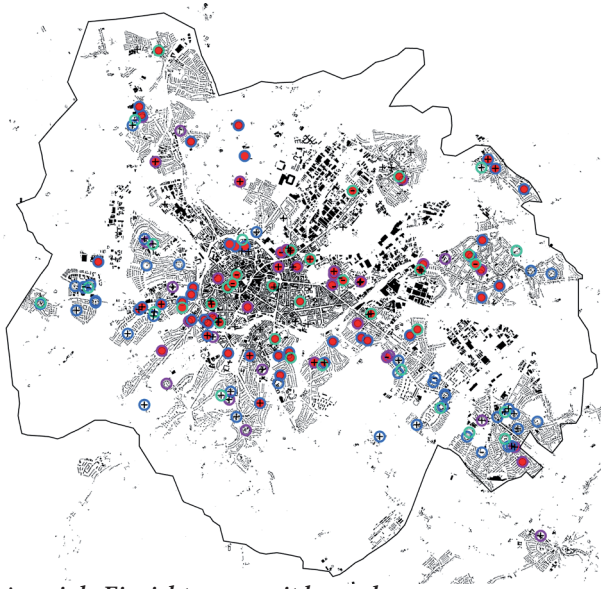
^ *soziale Einrichtungen mit besonderer Wärmesensitivität tagsüber 2010*



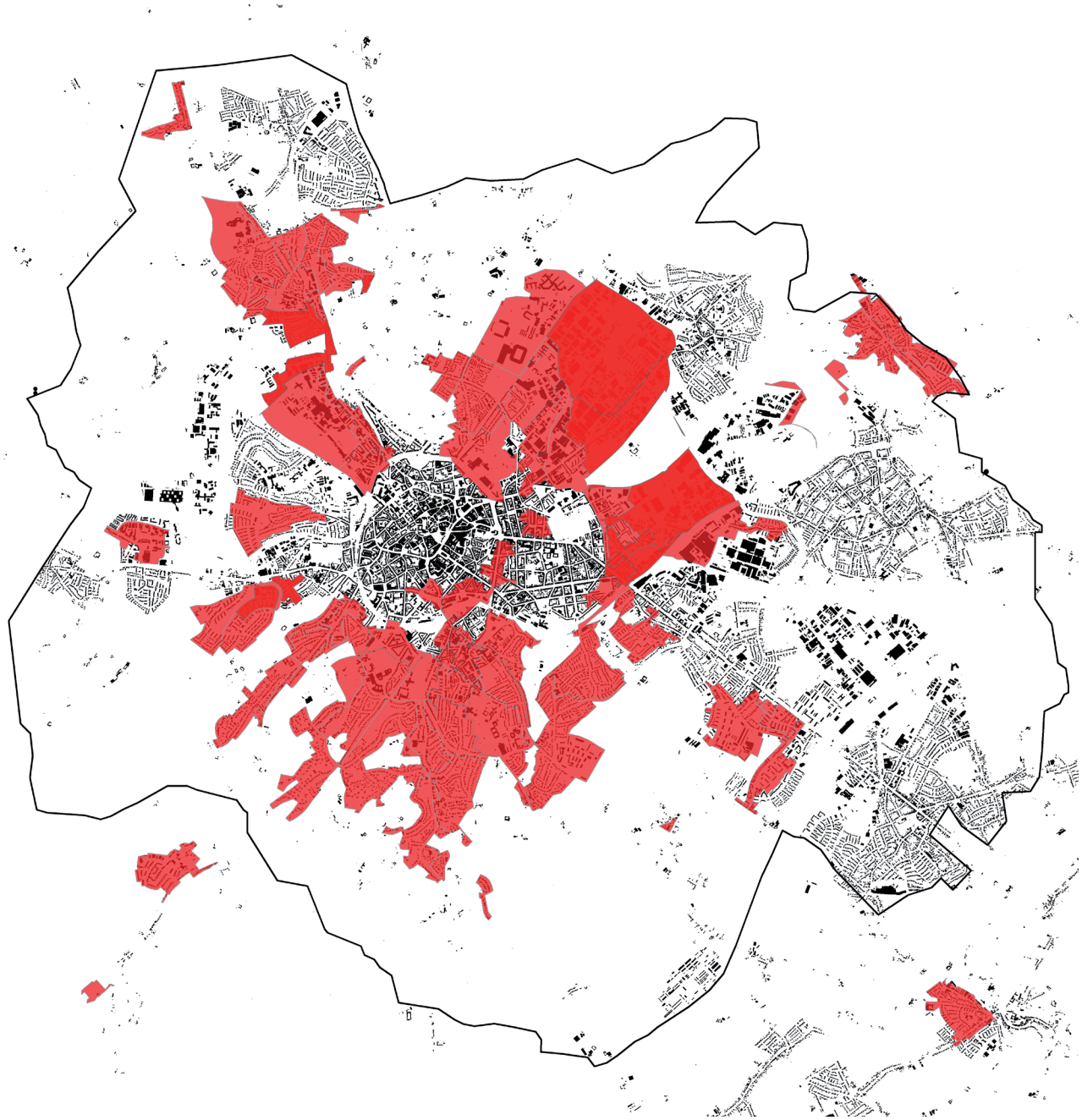
^ *Anteil der unter 6-jährigen an der Gesamtbevölkerung, Stand: 2009*



^ *Anteil der Personen >50 Jahre, die bei einer Befragung angaben, unter Wärmebelastung zu leiden, Stand: 2009*



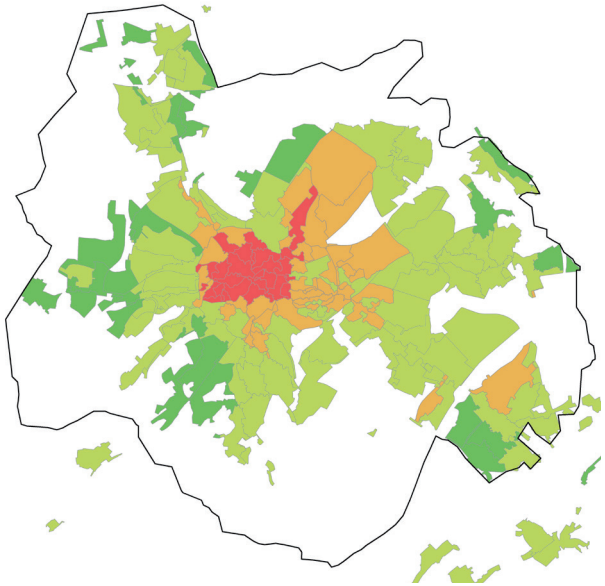
^ *soziale Einrichtungen mit besonderer Wärmesensitivität tagsüber 2030*



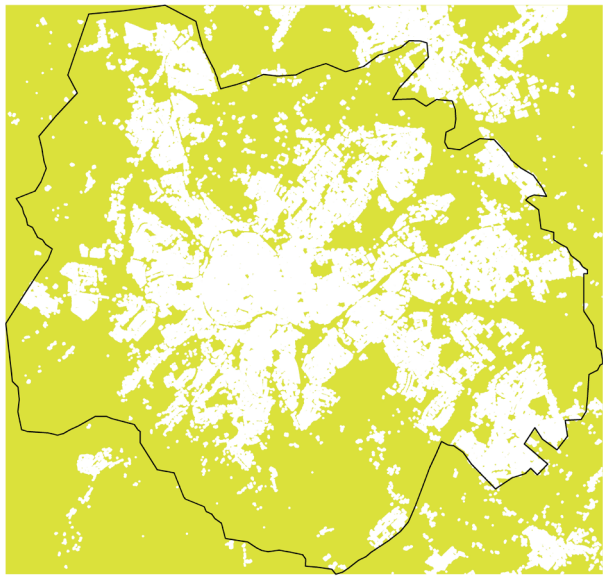
< ***klimasensitive Bevölkerung***
hohe Anteile Kinder, Hochaltriger bzw. Personen, die sich nach Befragungsergebnissen als gesundheitlich in Bezug auf Hitzebelastung vorbelastet einschätzen (Basis: Stimmbezirke), Stand: 2009

Kriterien: Mindestens 1 [dunkelrot = 2] der drei Sensitivitätsparameter gegeben

klimasensitive Stadt- und Freiraumstruktur



^ *Versiegelungsgrad*
Versiegelungsgrad in den Stimmbezirken in vier Klassen: < 25 %, 25 – 50 %, 50 – 75 %, > 75 % (Stand 1998)



^ *Freiraumstruktur*
unbebaute Räume im Talkessel. Bereiche mit mindestens 25 m Abstand zum nächst gelegenen Gebäude, unabhängig vom Begrünungsgrad

Sensitivität: zusammenfassende Ergebnisse

In der Innenstadt und den östlichen Stadterweiterungsgebieten konzentrieren sich eine hohe bauliche Dichte, hoher Versiegelungsgrad und eine hohe Bevölkerungsdichte mit einem hohen Anteil jüngerer Bevölkerung sowie eine Vielzahl klimasensibler Sozialeinrichtungen.

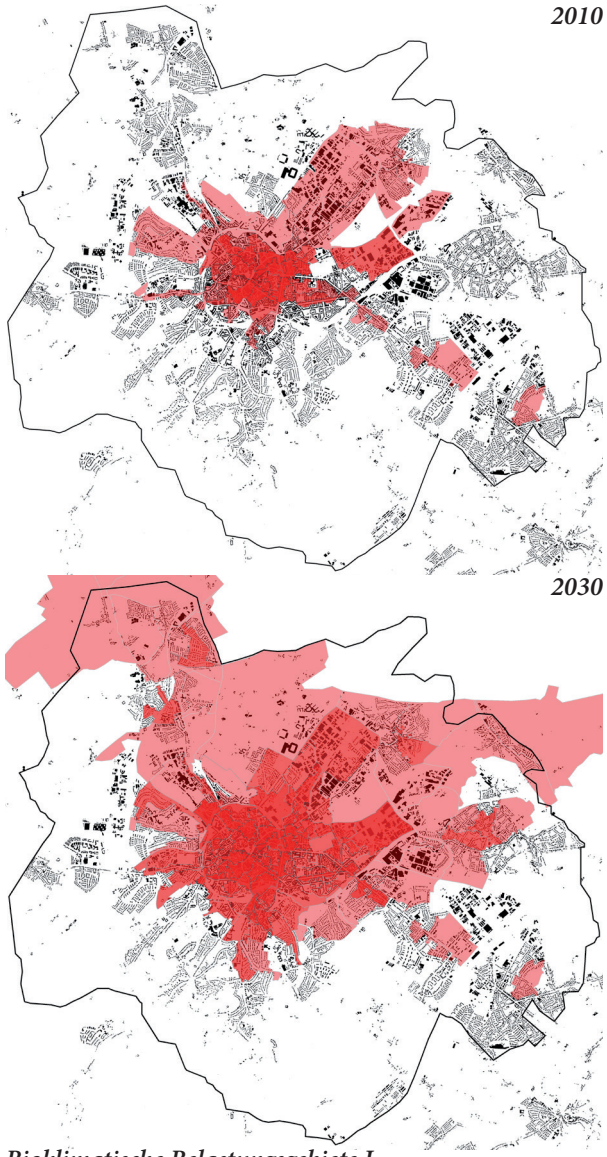
In den an die Innenstadt angrenzenden Quartieren konzentrieren sich die Wohnstandorte Hochaltriger sowie von Befragten (> 50 Jahre), die angeben, unter Hitzebelastung bzw. unter Herz-Kreislauferkrankungen zu leiden.

Tief in den Siedlungsbereich hineinreichende Grünfinger mit vielfältigen Wohlfahrtswirkungen tragen zur Klimatisierung des dicht besiedelten innerstädtischen Kerns als auch der sie begleitenden, locker bebauten und durchgrünten Wohngebiete bei, die zugleich auch ein Schwerpunktwohnstandort älterer und hochaltriger Menschen sind. Mit dieser Klimafunktion sind sie sehr empfindlich gegenüber baulichen Veränderungen.

6. BELASTUNGSSCHWERPUNKTE

Die Überlagerungen verschiedener Expositions- und Sensitivitätsfaktoren für die Zeitschnitte 2010 und 2030 zeigen:

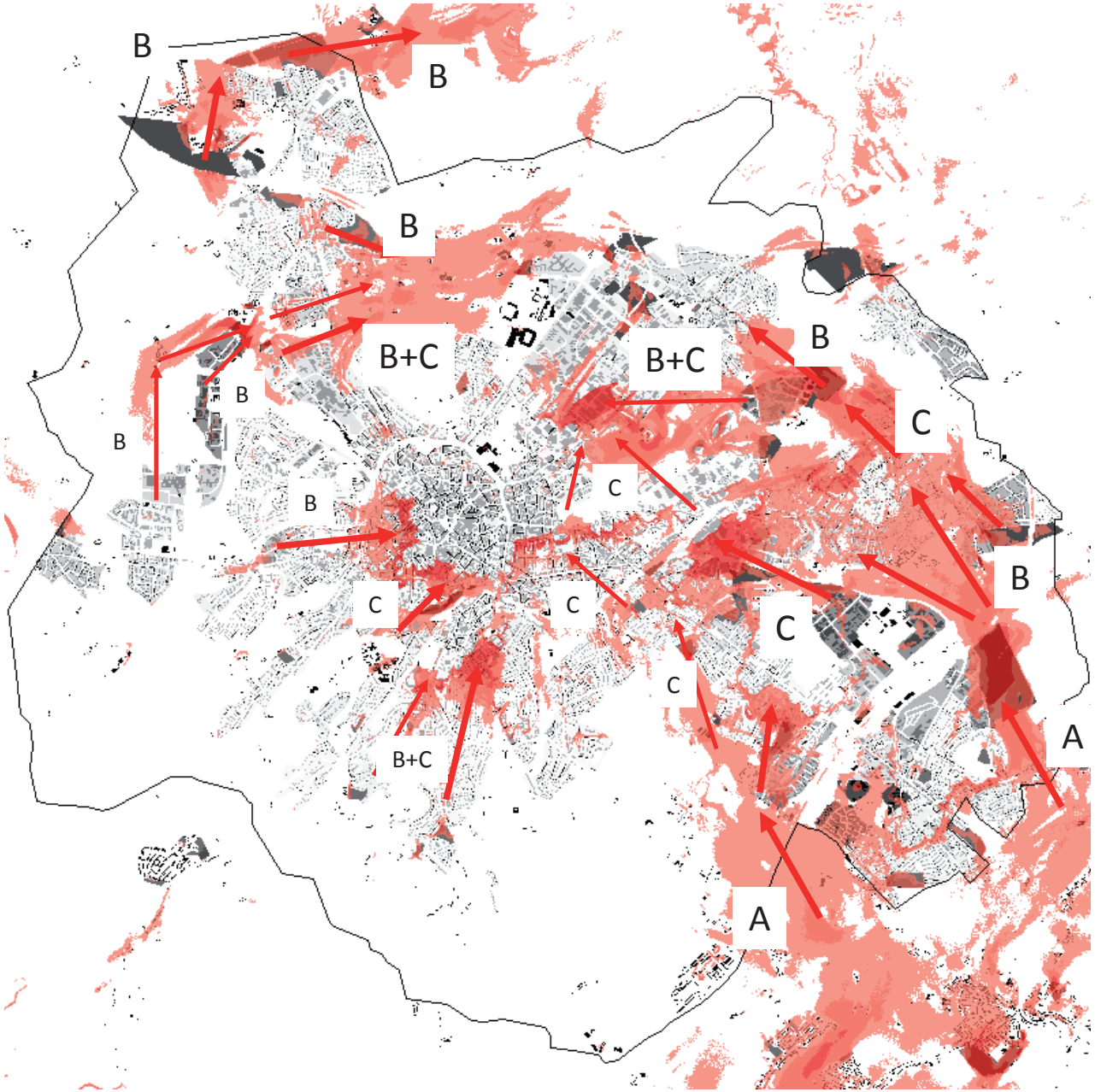
- Die städtische Wärmeinsel im Talkessel dehnt sich bis 2030 vor allem klimawandelbedingt flächenmäßig erheblich aus und bildet Nebenwärmeinseln. Damit wird ein wesentlich größerer Teil der Stadtbevölkerung mit höheren Durchschnittstemperaturen und länger/ intensiver wahrgenommenen Hitzewellen beaufschlagt. Hinzu tritt eine zunehmende Auftrittswahrscheinlichkeit für klimatische Extremereignisse im gesamten Stadtgebiet und noch einmal verstärkt in Belastungsschwerpunkten. Gesundheitlich betrifft dies weniger die jüngere Bevölkerung in der Innenstadt als vielmehr die vulnerablen Gruppen Senioren, Kranke, Kleinkinder in innenstadtnahen Gebieten sowie Nutzer klimasensibler Sozialeinrichtungen. Für diese steigt das Risiko indirekt hitzebedingter Erkrankungen sowie der Gesamtsterblichkeit.
- Die nächtliche Abkühlungswirkung der bisher weit in die Stadt hineinreichenden Kalt- / Frischluftströme nimmt in der Tiefe der Siedlungsbereiche bis 2030 deutlich ab. Wesentlicher Treiber dieser Entwicklung sind disperse Nachverdichtungsprozesse im Siedlungsbestand sowie die angedachten Flächenentwicklungen.



Bioklimatische Belastungsgebiete I
Mehrfachbelastung durch hohe Temperaturen mittags und/oder abends und/oder geringe Abkühlung nachts und/oder hohe PM10-Konzentrationen (Farbskala: Intensität der Rottöne gibt Anzahl der Überlagerungen an)

- Damit entfällt oder reduziert sich für die Bewohner der betroffenen Stadtquartiere bzw. der vulnerablen Sozialeinrichtungen die nächtliche Erholungs- / Regenerationsphase (insbesondere bei länger anhaltenden Wetterlagen und Hitzewellen).
- Das am innerstädtischen Hauptstraßennetz orientierte räumliche Verteilungsmuster lufthygienischer Belastungen wird für 2030 als gegenüber 2010 unverändert angenommen. Das Risiko gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch Feinstaub-Immissionen könnte gleichwohl durch Emissionsminderungen in der Fahrzeugflotte und städtische Luftreinhaltemaßnahmen langfristig leicht sinken.
- In diesen Bereichen doppelt sich die Beaufschlagung insbesondere der vulnerablen Gruppen mit Luftschadstoffimmissionen überdies mit gesundheitsschädlichen Lärmimmissionen aus dem Straßenverkehr (> 70dB[A] tags) und z.T. aus dem Schienenverkehr.
- Am 08. und 09. Juli 2014 fielen in Aachen innerhalb von 34 Stunden 90 Liter Regen pro m^2. Zum Vergleich: das langjährige Monatsmittel für den Juli liegt bei 81 Liter / m^2.
- Klimawandelbedingte Risiken für Hochwässer an Wurm und Nebengewässern sind allerdings bis 2030 nach bisherigem Kenntnisstand eher nachrangig zu betrachten.
- Die Anfälligkeit der vulnerablen Infrastrukturen des städtischen Raums gegenüber starkregenbedingten Überflutungen, Sturzfluten und Erosionsschäden ist jedoch zurzeit noch nicht abschätzbar.

Hinweis: Für die Ermittlung der Belastungsschwerpunkte wurden die Expositionsdaten (Kap. 4) ebenfalls auf Ebene der der Stimmbezirksabgrenzung umgebrochen, um diese mit den Sensitivitätsdaten überlagern zu können.



Bioklimatische Belastungsgebiete II *> Räumlicher Zusammenhang (Pfeile) von prognostizierten Beeinträchtigungen von Kaltluftströmen (rote Flächenfarbe) und baulichen Veränderungen(flächige Veränderungen: grau); meist handelt es sich um Kombinationseffekte von größeren Einzelvorhaben und flächigen Veränderungen im Bestand.*

A – Reduziertes Überströmen aus Nachbareinzugsgebiet wegen Nachverdichtung dort

B – Kaltluftabfluss durch Bauvorhaben beeinträchtigt (inklusive geprüfte potenzielle Bauflächen, Stand September 2013)

C – Kaltluftabfluss durch Nachverdichtung beeinträchtigt

- Wesentlich ist dabei, dass im Katastrophenfall die Versorgung der Bevölkerung mit lebensnotwendigen Produkten, Krankentransporte in die Krankenhäuser und Güterverkehr für die lokale Wirtschaft über das städtische Hauptverkehrsstraßennetz sichergestellt werden kann.
- Derzeit sind keine soliden regionalisierten Prognosen über das Risiko von Stürmen im Aachener Raum verfügbar. Allein der Orkan Kyrill traf die Region im Januar 2007 mit Geschwindigkeiten > 120 km/h und erzeugte hohe Schäden im Münsterwald und teils auch auf den Höhen des Aachener Walds. Vermutlich bedingt durch die Schutzlage im Talkessel waren die Sturmschäden in großen Teilen des bebauten Stadtgebiets demgegenüber relativ klein.
- In Bezug auf Hagelereignisse gibt es für das Aachener Stadtgebiet keine konkreten Hinweise für räumliche Differenzierungen. Allein: Die Hagelereignisse am 27. und 28. Juli 2013 auf der Schwäbischen Alb und in Niedersachsen waren aus Sicht der Versicherungen das teuerste Hagelereignis und die viertteuerste Naturkatastrophe in Deutschland überhaupt (Angaben Munich Re).
- Für das Szenario 2030 werden ansonsten für den Aachener Talkessel keine Auswirkungen auf die technische Infrastruktur erwartet. Dies könnte sich aber für ein Szenario 2050 ändern, sofern insbesondere extremere Niederschlags-, Sturm- und Hitzeereignisse eintreten.

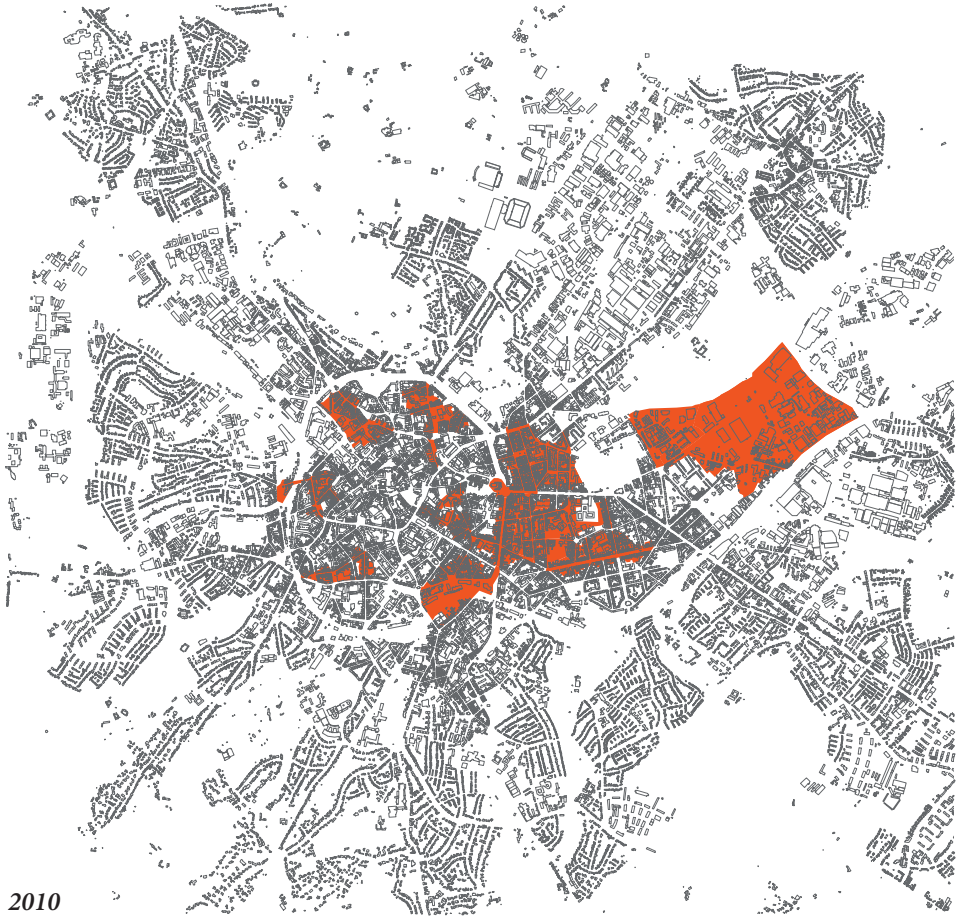
Eine integrierte Betrachtung der vg. Klima- und umweltbedingten Krankheitslasten für die Gesamtbevölkerung und insbesondere für vulnerable Bevölkerungsgruppen zeigt bis 2030 ein gegenüber 2010 deutlich verändertes Belastungsmuster (siehe auch Plan 3).

Es wird sich 2030 bei sommerlichen Hitzewetterlagen voraussichtlich ein großer mehrfach belasteter Bereich ausbilden, der die eigentliche Innenstadt, den Kernbereich von Burtscheid, das Frankenberger und Ostviertel sowie den Bereich Aachen-Nord incl. Haaren und die Gewerbegebiete entlang der Krefelder Straße umfasst und Ausläufer in Richtung Süsterfeld sowie Schanz entwickelt. Er wird geprägt sein durch:

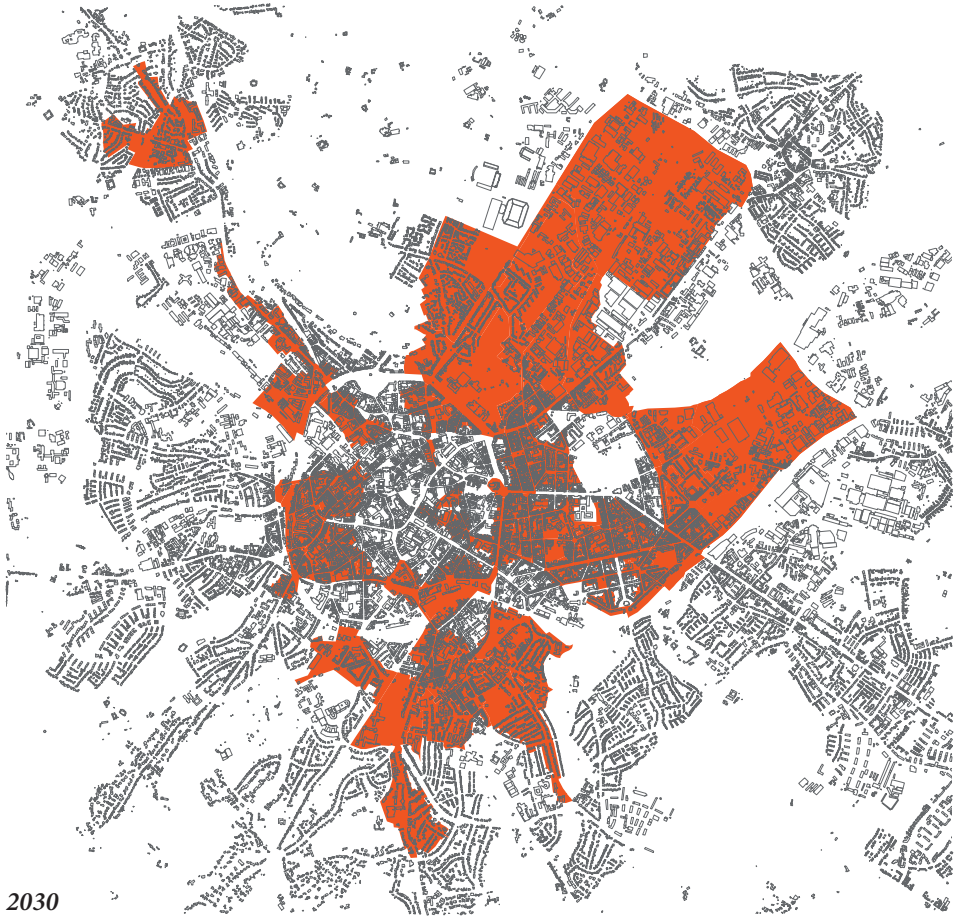
- flächenmäßig wesentlich vergrößerte Wärmeinseln
- deutlich verringerte nächtliche Abkühlung
- signifikante Ausweitung der Betroffenheiten (Wohnbevölkerung, vulnerable Gruppen)
- erhöhtes Risiko gesundheitlicher Belastungen
- Verstärkung der multiplen umweltbedingten Krankheitslast
- erwartbare Auswirkungen auf Morbidität (Erkrankungsrate) und Mortalität (Sterblichkeit)

Es steht in Frage, ob in diesen mehrfach durch Umweltbelastungen betroffenen Stadträumen (bioklimatische Belastungsgebiete) noch von „gesunden Wohn- und Arbeitsbedingungen“ im Sinne des § 1 BauGB gesprochen werden kann oder ob dies Umstände sind, die im Zusammenwirken mit anderen städtebaulichen Kriterien einen Sanierungstatbestand im Sinne des besonderen Städtebaurechts konstituieren.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sollten in der Fortschreibung des Sozialentwicklungsplans aufgegriffen und vorausschauend beachtet werden.



2010



2030

Belastungsschwerpunkte
Gebiete, in denen

*- mindestens **zwei** der Expositionsfaktoren (siehe Kap. 4)*

und

*- mindestens **einer** der Sensitivitätsfaktoren (Kap. 5)*

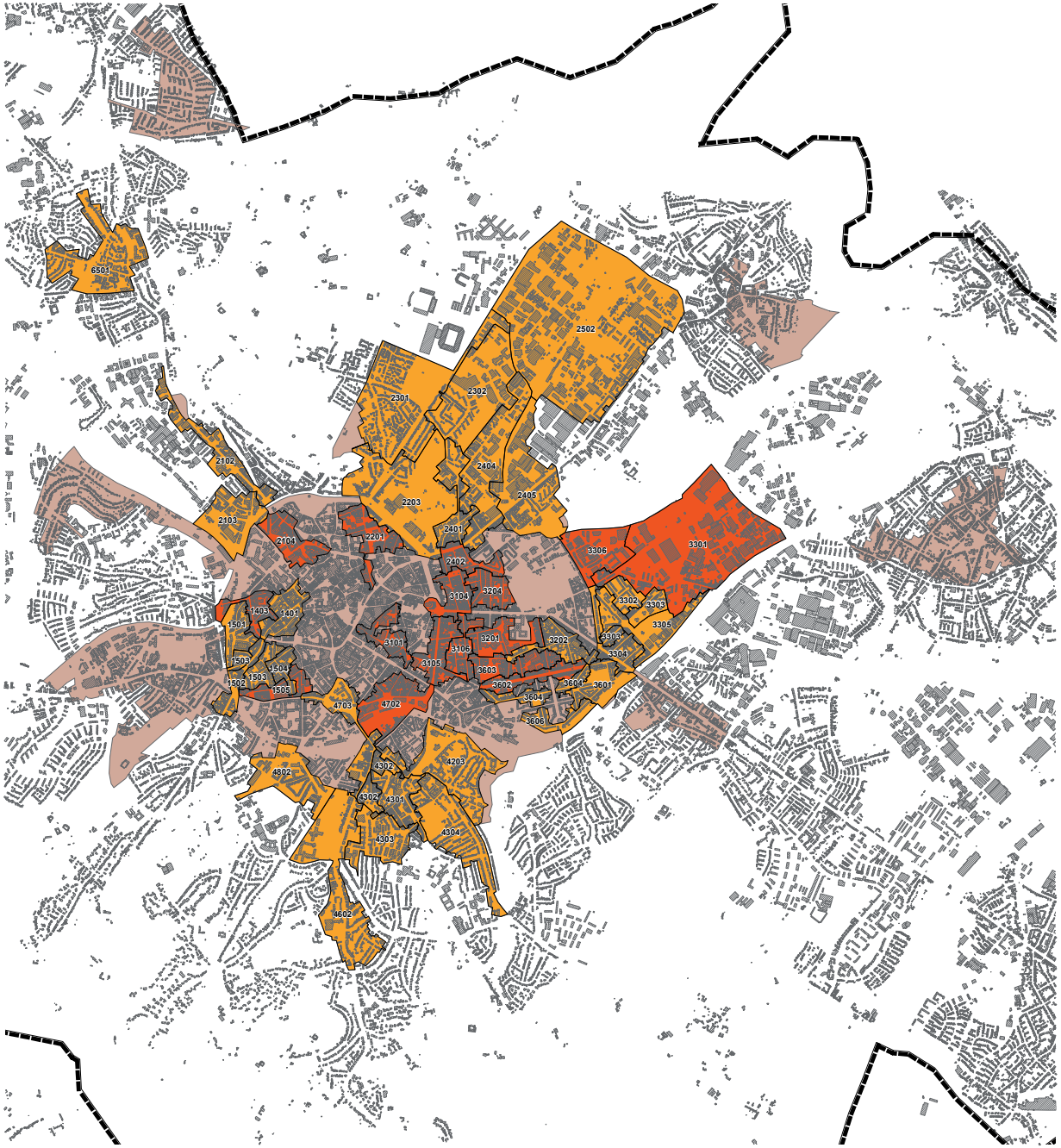
überschritten werden

Die Abgrenzung erfolgt auf Basis der Abgrenzung der Stimmbezirke.

Die Ergebnisse werden zusammenfassend in einer Matrix und einer Karte auf den folgenden Seiten sowie im Plan 3 dargestellt.

Die zusammenfassende Kartendarstellung enthält darüber hinaus noch zusätzlich stadtklimatisch-lufthygienisch vorbelastete Bereiche in 2030.

Stimmbezirk		Betroffenheit	Exposition				Sensitivität			
			PM10	T mittags	T abends	Abk. nachts	Kinder	Hochaltrige	Kranke	Bev.-Dichte
14 01	Untere Jakobstraße	2030	---	X	X	---	---	---	---	X
14 03	Karlsgraben	2010/2030	X	X (2030)	X	---	---	---	---	X
15 01	Mauerstraße	2030	---	X	X	---	---	---	---	X
15 02	Obere Jakobstraße	2030	X	X	X	---	---	---	---	X
15 03	Mühlenberg	2030	---	X	X	---	---	---	---	X
15 04	Stephanstraße	2030	---	X	X	X	---	---	---	X
15 05	Hubertusplatz	2010/2030	X	X (2030)	X	X (2030)	---	---	---	X
21 02	Untere Roermonder Str.	2030	X	X	---	---	---	---	X	---
21 03	Pontwall	2030	X	X	X	X	---	---	X	---
21 04	Marienbongard	2010/2030	X	X (2030)	X	X	---	---	---	X
22 01	Sandkaulstraße	2010/ 2030	---	X (2030)	X	X	---	---	---	X
22 03	Monheimsallee	2030	---	X	X	X	---	X	---	---
23 01	Unterer Soerser Weg	2030	---	X	X	---	---	X	---	---
23 02	Alkuinstraße	2030	---	X	X	---	---	X	---	---
24 01	Robensstraße	2030	---	X	X	X	---	---	---	X
24 02	Hein-Janssen-Straße	2010/ 2030	X	X (2030)	X	X	---	---	---	X
24 04	Thomashofstraße	2030	---	X	X	X	X	---	---	---
24 05	Mittlere Jülicher Straße	2030	---	X	X	---	X	---	---	---
25 02	Prager Ring	2030	---	X	X	---	X	---	X	---
31 01	Schildstraße	2010/ 2030	---	X	X	X	---	---	---	X
31 04	Kaiserplatz	2010/ 2030	X	X	X	X	---	---	---	X
31 05	Wilhelmstraße	2010/2030	X	X	X	X	X	---	---	---
31 06	Friedrichstraße	2010/2030	---	X	X	---	---	---	---	X
32 01	Kongressstraße	2010/2030	---	X	X	---	---	---	---	X
32 02	Oranienstraße	2030	---	X	X	---	---	---	---	X
32 04	Scheibenstraße	2010/2030	---	X	X	X	X	---	---	X
33 01	Obere Stolberger Straße	2010/2030	---	X	X (2030)	X	X	---	X	---
33 02	Leipziger Straße	2030	---	X	X	X	---	---	X	---
33 03	Untere Elsassstraße	2030	---	X	X	---	X	---	X	X
33 04	Oberer Adalbertsteinweg	2030	X	X	X	---	X	---	X	X
33 05	Düppelstraße	2030	---	X	X	---	X	---	X	---
33 06	Obere Gneisenaustraße	2010/2030	---	X	X (2030)	X	---	---	X	---
36 01	Drimbornstraße	2030	---	X	X	---	X	---	---	X
36 02	Oppenhoffallee	2010/2030	X	X (2030)	X	---	---	---	---	X
36 03	Charlottenstraße	2010/2030	---	X	X	---	---	---	---	X
36 04	Mittlere Bismarckstraße	2030	---	X	X	---	---	---	---	X
36 06	Von-Görschen-Straße	2030	---	X	X	---	---	---	---	X
42 03	Michaelsbergstraße	2030	---	X	X	---	X	---	---	---
43 01	Kapellenstraße	2030	---	X	X	X	---	---	X	---
43 02	Neustraße	2030	---	X	X	X	---	---	X	X
43 03	Eckenberger Straße	2030	---	X	X	---	---	---	X	---
43 04	Karl-Marx-Allee	2030	---	X	X	---	---	---	X	---
46 02	Untere Eupener Straße	2030	---	X	X	---	---	X	---	---
47 02	Bahnhofplatz	2010/2030	X	X (2030)	X	X (2030)	---	---	X	---
47 03	Burtscheider Straße	2030	X	X	X	X	---	---	X	---
48 02	Schillerstraße	2030	---	X	X	---	X	---	---	---
65 01	Untere Rathausstraße	2030	---	X	X	---	---	---	X	---



Gebiete mit mindestens einem der Sensitivitätsfaktoren und mindestens zwei der Expositionsfaktoren

bereits in 2010/2013 sowie in 2030

zusätzlich in 2030

stadtklimatisch-lufthygienisch mehrfach belastete Bereiche 2030

Auswertung auf Basis der Abgrenzung der Stimmbezirke

7. HANDLUNGSERFORDERNISSE & ZIELE

Die globalen Herausforderungen des Klimawandels lassen sich nur bedingt im Rahmen kommunaler und institutioneller Grenzen bewältigen. Es bestehen vielfältige Wechselbeziehungen zwischen den einzelnen Handlungsbereichen kommunaler Anpassungsstrategien sowie mit der (hier notwendigerweise grenzüberschreitenden) Strategie der Region; die räumliche Ebene ist davon nur eine.

Übergreifend handlungsleitend für die Klimaanpassung sind folgende **Grundsätze**:

- Die Anpassung an klimatische Veränderungen ist eine Aufgabe der öffentlichen Daseinsvorsorge. Sie dient primär dem Selbstschutz vor negativen Klimawandelfolgen. Sie schützt das soziale Kapital der Stadtbewohner bzw. des städtischen Zusammenlebens und das physische Kapital der Siedlungsräume und der Infrastruktur.
- Klimawandelanpassung ist ein Impuls für die Modernisierung der Stadt und ihrer Infrastruktur im 21. Jahrhundert.
- Die Klimawandelanpassung ist eine langfristige, generationen- und ressortübergreifende Aufgabe.
- Die Klimawandelanpassung knüpft an vorhandene Erkenntnisse und Instrumente zum Umgang mit Klimaereignissen an.
- Die Stadt- und Landschaftsplanung müssen klimawandelbedingt veränderte Ansprüche an die Raum- und Flächennutzung koordinieren und steuern; die Dynamik der Klimaänderungen erfordert flexible Handlungsansätze.
- Frühzeitig und vorsorglich ansetzende Anpassungsstrategien können die gesellschaftlichen und ökonomischen Folgekosten des Klimawandels reduzieren.
- Folgen des Klimawandels und gegensteuernde Maßnahmen müssen im Zusammenhang mit anderen wichtigen Zukunftsthemen der Stadt frühzeitig und umfassend öffentlich kommuniziert werden.

Bei ihren Aktivitäten zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels sollte sich die Stadt Aachen vom **Leitbild** der Resilienz leiten lassen:

Klimarobustes und anpassungsfähiges Aachen:
Verbesserung der Anpassungsfähigkeit der Stadt an und der Widerstandsfähigkeit gegen schleichende und extreme Klimaveränderungen ohne bleibende Schädigung seiner grundlegenden Funktionen

Gerade die Bauleitplanung bietet hierfür mit verschiedenen **Planungsleitlinien** Anknüpfungspunkte

- Gewährleistung nachhaltiger städtebaulicher Entwicklung
- Klimaschutz und Klimaanpassung in der Stadtentwicklung
- Berücksichtigung allgemeiner Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse

Die Operationalisierung dieses Leitbildes für das Handlungsfeld der räumlichen Planung führt zu folgenden **Zielen für ein klimaangepasstes und anpassungsfähiges Aachen:**

- Sicherung von Flächen mit wichtigen Klimafunktionen (Gunsträume, Ausgleichsräume, Klimaoasen)
- Reduzierung der Wärmebelastung und Erhöhung der Aufenthaltsqualität; Möglichkeiten zur Kühlung über Verschattung / Verdunstung
- Gewährleistung von Luftzufuhr und Durchlüftung – Vermeidung gesundheitlicher Beeinträchtigungen
- Reduzierung lufthygienischer Belastungen
- Sicherung und Verbesserung der Wasserrückhaltung in der Fläche
- Förderung der Klimaanpassung in Bestandsquartieren
- Klimaangepasste Standortwahl und Gestaltung neuer Baugebiete / Baukörper (inkl. Industrie- und Gewerbebauten)
- Anpassung vulnerabler Verkehrs-, Ver- und Entsorgungsinfrastruktur (Schutz vor Hochwasser und Starkregen)

Diese Ziele werden auf den verschiedenen Planungs- und Maßstabsebenen durch Vorschläge für jeweils geeignete raumbezogene Anpassungsmaßnahmen konkretisiert (vgl. Kap. 9 und Plan 6).

Diese Ziele verstärken und ergänzen die Planungsempfehlungen des Gesamtstädtischen Klimagutachtens Aachen (2000).

8. INTEGRATION IN DEN FLÄCHENNUTZUNGSPLAN

Es ist beabsichtigt, die Ergebnisse des Klimawandelanpassungskonzeptes Aachen in die laufende Neuaufstellung des FNP zu integrieren. Dies ist sachlich begründet und trägt den Anforderungen des BauGB Rechnung[1].

Die Ergebnisverwertung bezieht sich auf folgende Teilaufgaben des Flächennutzungsplans:

- Umweltprüfung der FNP-Prüfflächen, Umweltbericht
- Darstellungen und Hinweise von / auf Anpassungserfordernisse in der FNP-Planzeichnung
- Fachliche Begründung für Anpassungserfordernisse (FNP-Begründung)
- Grundlagen für Abwägungsentscheidungen

Darüber hinaus sind die Ergebnisse des Anpassungskonzeptes – sofern vom Rat als Entwicklungskonzepte im Sinne vom § 1 Abs. 6 Nr. 11 BauGB beschlossen – bei der Aufstellung von Bebauungsplänen zu berücksichtigen. Es empfiehlt sich, diese ebenfalls als Maßgabe für Verhandlungen über die Genehmigung von Einzelvorhaben nach § 34 BauGB heranzuziehen. Die Integration in förmliche und informelle Fachplanungen (bspw. Landschaftsplan, Strategisches Grün- und Freiflächenkonzept, wasserwirtschaftliche Planungen, Sozialentwicklungsplan) liegt ebenfalls nahe.

8.1 Gesamtkarte Stadtklima

Die Darstellungen des Anpassungsgutachtens beziehen sich grundsätzlich auf die Auswirkungen des Klimawandels und die daraus abgeleiteten Anpassungserfordernisse, die als Darstellung in den in Aufstellung befindlichen Flächennutzungsplan einfließen sollten.

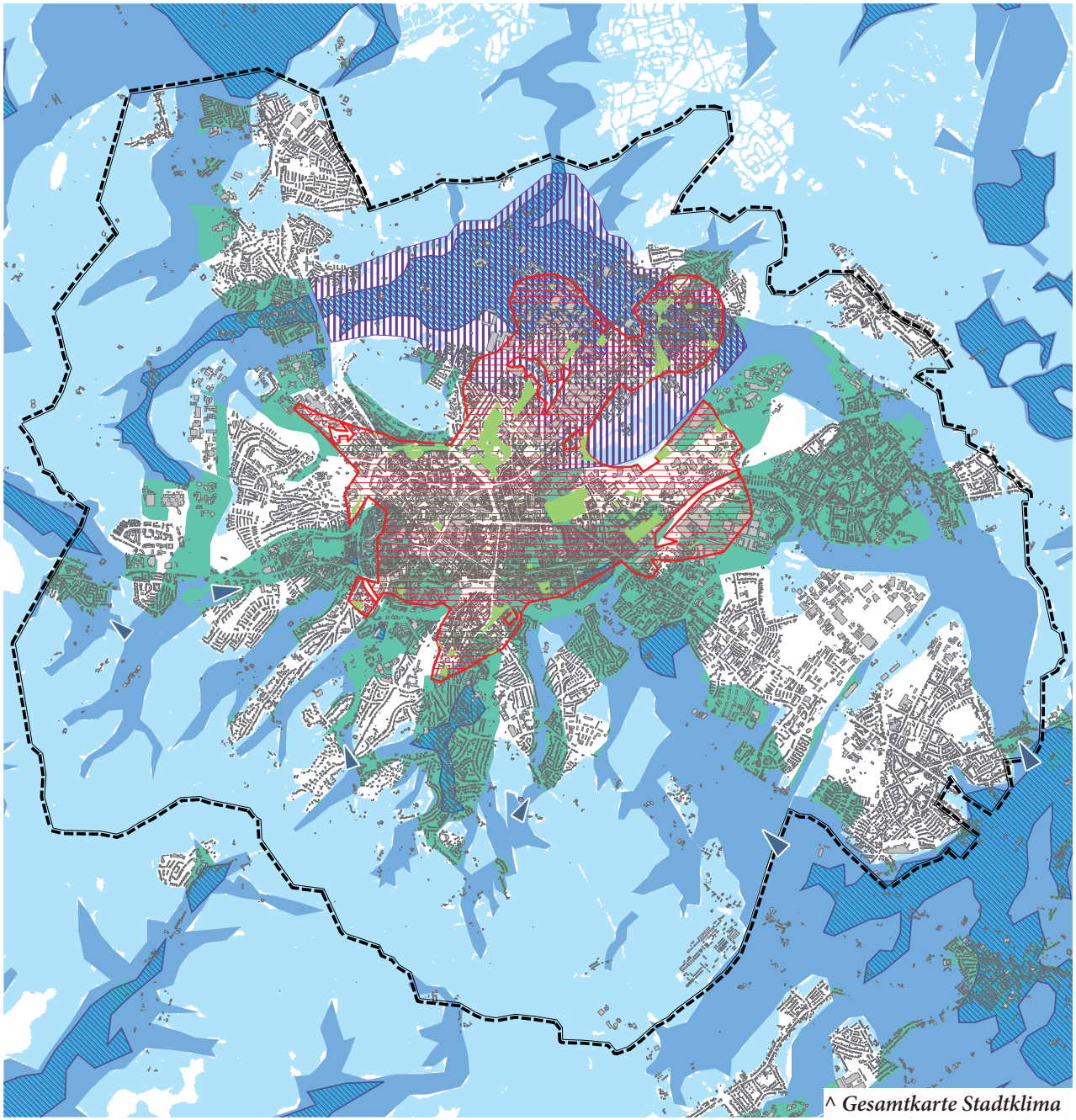
In der Ausarbeitung des FNP-Vorentwurfs wurde aber deutlich, dass die alleinige Darstellung der Anpassungserfordernisse an den Klimawandel und die Nicht-Berücksichtigung sonstiger stadtklimatischer Anforderungen (kommunikative) Missverständnisse erzeugen kann und die Begründung der entsprechenden Darstellungen im Flächennutzungsplan erschwert.

Vor diesem Hintergrund entstand eine zusätzliche Karte, die die für die künftige Stadtentwicklung maßgeblichen Darstellungen

- des gesamtstädtischen Klimagutachtens (2000),
- die Ergebnisse einer aktuellen Untersuchung zu Kaltluftströmen (2013) sowie
- der Untersuchungen zur Anpassung an den Klimawandel (2014)

integrativ zusammenführt und die wissenschaftlich-planerische Basis für die entsprechenden Darstellungen im Flächennutzungsplan bildet.

1 Unabhängig davon könnte das AKA auch als zeitlich vorgezogener Fachplan ‚Klimaanpassung' mit eigenständiger Wirksamkeit umgesetzt werden.



^ *Gesamtkarte Stadtklima*

Kaltluftentstehungsflächen
Flächen im Außenbereich mit Kaltluftabfluss < 5 $m^3/m^2/s$

Kaltluftüberströmungen aus anderen Tälern
Pfeile geben Richtung und Stärke an

großräumige Kaltluftbahn außerhalb der Bebauung
Kaltluftströme, Flächen im Außenbereich mit Kaltluftabfluss >= 5 $m^3/m^2/s$

großräumige Kaltluftbahn innerhalb der Bebauung

Bereiche mit Kaltluftstau
Flächen mit Schichtdicke > 30 m und Windgeschwindigkeiten < 0,5 m/s

Kaltluftsammelgebiet Soers
Strömung zeitweise abweichend vom Gefälle

innerstädtisches Belastungsgebiet
Flächenhaft mehrfach belastete Bereiche, die thermisch mittags und/oder abends und/oder durch geringe nächtliche Abkühlung und/oder durch besonders hohe PM10-Konzentrationen belastetet sind oder voraussichtlich zukünftig sein werden. Dargestellt sind diejenigen Bereiche, in denen mindestens zwei dieser vier Belastungskomponenten als starke Belastungen bewertet sind, einschließlich mehrfach belasteter Straßenabschnitte.

mehrfach belastete Straßenabschnitte
Lineare Belastungsbereiche mit hohen PM_{10}-Konzentrationen und thermischer Belastung außerhalb des innerstädtischen Belastungsgebietes (kein Bezug zu PM10- Überschreitungstagen nach EU-Richtlinie)

Grünflächen mit wesentlicher Klimafunktion
Entlastungsflächen innerhalb des innerstädtischen Belastungsbereiches

8.2 Rechtliche Grundlagen

Baugesetzbuch

Ergänzend zur allgemeinen Anforderung, bei der Aufstellung von Bauleitplänen gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse (§ 1 Abs. 6 Nr. 1 BauGB) zu berücksichtigen, ist seit der BauGB-Novelle 2011 die Anpassung an den Klimawandel (ebenso wie der Klimaschutz) als Aufgabe klimagerechter Stadtentwicklung generelles Leitziel der Bauleitplanung (§ 1 Abs. 5 S. 2 BauGB). Im Rahmen der planerischen Abwägung steht die Klimaanpassung damit gleichwertig neben anderen Belangen, die mit- und untereinander abzuwägen sind. Sein Gewicht hängt von der konkreten Situation ab und ist für jeden Fall / Plan individuell zu ermitteln und zu begründen. Beschränkt wird der Gestaltungsspielraum der Gemeinde durch den Grundsatz der Verhältnismäßigkeit, der eine Gesamtabwägung zwischen dem Gewicht und der Dringlichkeit dieses Ziels und den Folgen des Eingriffs für andere Rechtsgüter erforderlich macht. Dies wird bei nachträglichen Interventionen in Bestandsgebieten möglicherweise anders zu beurteilen sein als in neu zu entwickelnden Gebieten.

Der zulässige Inhalt des Flächennutzungsplans wird durch § 5 Abs. 2 bis 4 BauGB geregelt und in Form von Darstellungen, Kennzeichnungen, nachrichtlichen Übernahmen und Vermerken im Rahmen der Erforderlichkeit konkretisiert. Der nicht abschließende Darstellungskatalog gem. § 5 Abs. 2 BauGB i.V.m. der BauNVO und der PlanZV eröffnet der Gemeinde weitgehende Darstellungsmöglichkeiten, die auch im Sinne von Klimaschutz und Klimaanpassung genutzt werden können und sollten. Sie bedürfen jeweils einer sorgfältigen Begründung.

Darstellungsgrenzen ergeben sich vor allem insoweit, als die Gemeinde die beabsichtigte städtebauliche Entwicklung in den Grundzügen darstellen soll, und dass nicht dargestellt werden kann, was nicht auch in aus dem Flächennutzungsplan zu entwickelnden Bebauungsplänen festsetzbar ist.

Darüber hinaus wurden in der BauGB-Novelle 2013 im Rahmen der Aufgabe ‚Klimagerechte Stadterneuerung' Klimaschutz und Klimaanpassung als Kriterium möglicher städtebaulicher Missstände in einem Gebiet bzw. als Aufgaben einer städtebaulichen Sanierung identifiziert (§ 136 Abs. 2 S. 2 Nr. 1 ff BauGB). Welche (objektiven) Kriterien für die Sanierungsbedürftigkeit eines Gebietes im Hinblick auf die Belange der Klimaanpassung anzulegen sind (bspw. bezüglich Überwärmung, Überschwemmungsrisiko, ...), ist noch nicht in den bisher vorliegenden Kommentierungen und Begründungen konkretisiert.

Auch finden sich bundesweit diesbezüglich noch keine Anwendungsbeispiele. Konkrete Anhaltspunkte dafür in bestimmten Teilräumen des Aachener Talkessels ergeben sich aus der Analyse der Belastungsschwerpunkte in Kap. 6, in denen z.T. auch weitere städtebauliche Missstände vorliegen.

Weitere gesetzliche Grundlagen

Eine weitere rechtliche Grundlage ist das im Jahr 2013 verabschiedete **Klimaschutzgesetz** NRW. Zweck dieses Gesetzes ist die Schaffung der rechtlichen Grundlagen für die Erarbeitung, Umsetzung, Überprüfung, Berichterstattung über Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen, um die negativen Auswirkungen des Klimawandels zu begrenzen. Mit der Änderung des Landesplanungsgesetzes wird die raumordnerische Umsetzung des Klimaschutzgesetzes auf nachgeordnete Planungsebenen vorbereitet (§ 12 Abs. 6 LPlG, Entwurf 2013).

Das Klimaschutzgesetz enthält keine Maßgaben für eine konkrete Umsetzung in Fachplanungen oder die Bauleitplanung. Auch sind Festsetzungen von Schutzgebieten, wie bspw. im Natur-, Landschafts- und Wasserrecht (NSG, LSG, WSZ) nicht vorgegeben. Grundsätzlich könnte auf dieser neuen Gesetzesgrundlage eine verbindliche Satzung abgeleitet werden, jedoch wird zzt. noch von einer städtischen Klimaverordnung abgeraten, da es rechtlich unsicher ist und diese entsprechend als Ermächtigung nicht ausreichen würde.

Für Aachen als Kur- und Badestadt mit zwei ausgewiesenen Kurgebieten greift außerdem das **Kurortegesetz**, in dem u.a. Klima als Schutzziel impliziert ist und welches als Vorbild für die Klimaregelung dienen kann. Die Kurgebiete werden im FNP dargestellt und ergänzen inhaltlich die beiden vorgeschlagenen Bereiche zum Schutz des Stadtklimas.

Des Weiteren ist die **VDI-Richtlinie 3787 ‚Lokale Kaltluft'** zu beachten, die Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene in der räumlichen Planung beinhaltet. Demnach ist im Sinne der Richtlinie Bauen in Kaltluftbahnen als Eingriff definiert. Zur rechtlichen Bewertung der Folgen wird auf Rechtsgrundlagen verwiesen (z.B. RL 96/62/EG, BImSchG).

8.3 Umsetzung in die Bauleitplanung

Darstellungsmöglichkeiten im FNP

Die konzeptionelle Berücksichtigung stadträumlicher Klimaanpassungsmaßnahmen im FNP ist eine komplexe Aufgabe, die nur zum Teil in expliziten (Neu-)Darstellungen erkennbar ist, die zum anderen Teil implizit über andere Darstellungs- und Steuerungsansätze Wirkung entfalten kann und die schließlich auch im Planverfahren, namentlich in der Strategischen Umweltprüfung und in der Abwägung wirksam werden.

Mit Blick auf langjährige Erkenntnisse, Erfahrungen und Instrumente zum Umgang mit dem Stadtklima in der räumlichen Planung ist diese Aufgabe nicht grundsätzlich neu. Sie stellt sich angesichts der Dynamik des Klimawandels und seiner vielfältigen Auswirkungen jedoch in verschärfter Form dar und erfordert eine konsequente Nutzung und Fortentwicklung des Instrumentariums. Auf die weiterhin gültigen, stellenweise zu aktualisierenden Planungsempfehlungen des Gesamtstädtischen Klimagutachtens Aachen (2000) wird deshalb ausdrücklich verwiesen.

Seit langem gebräuchliche Darstellungen von Grünflächen, Wasserflächen, landwirtschaftlichen Flächen und Wald im Flächennutzungsplan (gem. § 5 Abs. 2 BauGB) nehmen funktional wichtige Aufgaben der Stadtklimatisierung (z.B. als Kaltluftentstehungsflächen) wahr und sind auch für Anpassungsleistungen an den Klimawandel unverzichtbar.

Daneben hat der Gesetzgeber in der BauGB-Novelle 2011 zusätzlich die Darstellungsmöglichkeit geschaffen:

„Ausstattung des Gemeindegebietes mit Anlagen, Einrichtungen und sonstigen Maßnahmen, die der Anpassung an den Klimawandel dienen“ (§ 5 Abs. 2 Nr. 2c BauGB)

Darauf bezieht sich der auf der Basis dieser Untersuchung abgeleitete Vorschlag für klimaanpassungsrelevante Darstellungen im Flächennutzungsplan, der zwei Bereiche unterscheidet:

- Vorsorgebereich Stadtklima
  mehrfach belastete Siedlungsstrukturen sowie Quartiere mit ausgeprägten Hitzeinseln, die eine Verbesserung des Lokal- und Bioklimas durch bauliche, gestalterische und technische Maßnahmen erfordern
- Belüftungsbahn Stadtklima
  großräumige Kaltluftbahnen innerhalb und außerhalb der Bebauung, die eine Sicherung der Belüftungsfunktion für die Siedlungsbereiche durch bauliche, gestalterische und technische Maßnahmen erfordern

Die in der Anlage der Planzeichenverordnung enthaltenen Planzeichen können ergänzt werden, soweit dies zur eindeutigen Darstellung des Planinhalts erforderlich ist (§ 2 Abs. 2 PlanZV). Sinngemäß zu vergleichbaren Inhalten werden Umgrenzungslinien vorgeschlagen, die überlagernd zur Bodennutzung dargestellt werden.

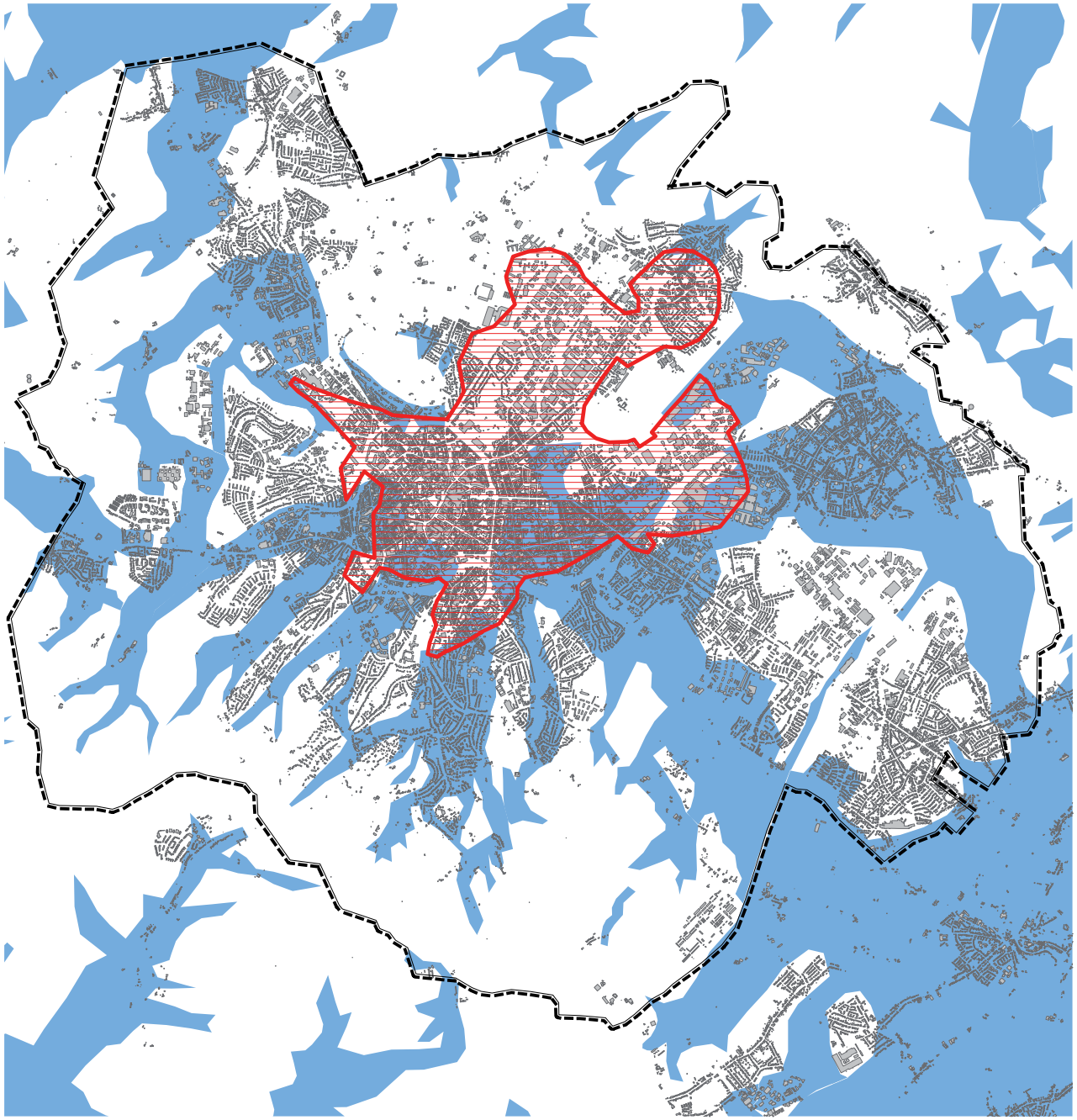
Umsetzung im Bebauungsplan

Innerhalb der beiden Stadtklima-Darstellungen im Flächennutzungsplan sind im nachfolgenden verbindlichen Bauleitplanverfahren verschiedene Maßnahmen zur Vermeidung nachteiliger Auswirkungen insbesondere auf die Gesundheit des Menschen vorrangig zu beachten. Diese können als zeichnerische und/oder textliche Festsetzungen im Bebauungsplan rechtlich bindend umgesetzt werden. Im Unterschied zu den Darstellungsmöglichkeiten im FNP gem. § 5 BauGB sind die in § 9 Abs. 1 BauGB aufgeführten Regelungen abschließend und nicht erweiterbar.

Hier eröffnen sich – neben Bauverboten – verschiedene Gestaltungs- und Optimierungsmöglichkeiten zur Aufrechterhaltung wichtiger Klimafunktionen bzw. zur Minderung von Klimawandelfolgen, die mit Festsetzungen zum Maß der baulichen Nutzung, der Abgrenzung der überbaubaren Baugrundstücke, der Stellung und Höhe der baulichen Anlagen sowie der Grünausstattung verbindlich festgesetzt werden können.

Innerhalb des ‚Vorsorgebereich Stadtklima‘, der große Teile der bebauten Aachener Kernstadt umfasst, sind die Sicherung von innerstädtischen Grünflächen sowie Möglichkeiten für die Neuanlage klimawirksamer Freiflächen und Straßenbaumpflanzungen vorrangig zu beachten. Nachverdichtungsmaßnahmen sollten an klimatische Auflagen (Dach- und Fassadenbegrünung, Albedo, Grünvolumen etc.) gebunden und damit klimaverträglich gestaltet werden. Eine exemplarische Umsetzung findet sich im nachfolgenden Kap. 9.

Die Abgrenzung ‚Belüftungsbahn Stadtklima' überlagert sowohl bereits bebaute Bereiche als auch landwirtschaftlich genutzte Freiflächen. Neuausweisungen von Bauflächen innerhalb dieser Belüftungsbahnen stellen grundsätzlich eine Einschränkung der Belüftungsfunktion für die Kernstadt dar und sind daher hinsichtlich ihrer Auswirkungen vertieft zu prüfen. Hier lassen sich bspw. durch Modifikationen künftiger Baufelder, Bauweise, Baukörperstellung, Gebäudehöhe und Nutzungsintensität wesentliche Verbesserungen erzielen. Die Höhe und die Anordnung der baulichen Anlagen müssen sich dabei an der Mächtigkeit und Richtung des Kaltluftstroms orientieren, um die Barrierewirkung zu mindern.



Vorschlag für klimaanpassungsrelevante Darstellungen im Flächennutzungsplan

Vorsorgebereich Stadtklima

Belüftungsbahn Stadtklima

8.4 Anpassungskonzept

Das Anpassungskonzept an die Folgen des Klimawandels im Aachener Talkessel konkretisiert und verräumlicht die o.g. Maßnahmen, die erheblich nachteilige Auswirkungen und Gefahren mindern bzw. entgegenwirken können. Die folgende Übersicht identifiziert die wichtigsten raumbezogenen Klimaanpassungsmaßnahmen auf gesamtstädtischer Ebene in den beiden Handlungsfeldern ‚Reduzierung der Hitzebelastung' und ‚Vorsorge Wasserhaushalt' (ohne Berücksichtigung der Extremereignisse Hagelschlag, Tornados, Dürre).

Sie zeigt, ob und wie diese Maßnahmen auf Basis der Darstellungen in Karte 4 mit dem Darstellungsinstrumentarium der Flächennutzungsplanung berücksichtigt werden können.

Sie sind räumlich in Plan 6 zugeordnet.

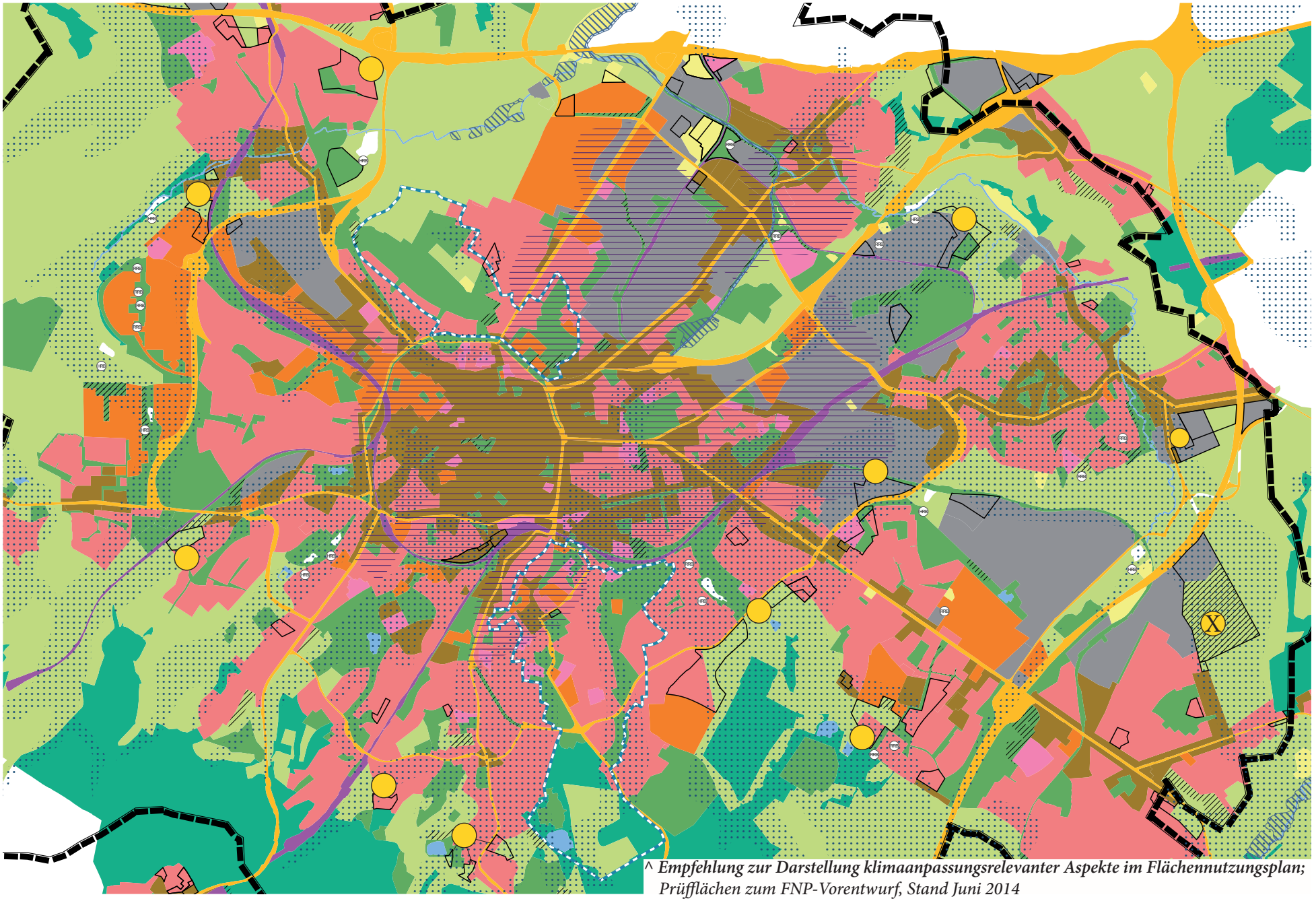
Die Überlagerung und die Prüfung potenzieller Bauflächen erfolgte für den Vorentwurf des FNP der Stadt Aachen, der im Juni 2014 für die frühzeitige Beteiligung veröffentlicht wurde.

Handlungsfeld	Handlungsoption der Klimaanpassung	Darstellungen, Kennzeichnungen, Hinweise im FNP
Reduzierung der Hitzebelastung		
	Gebiete mit wichtigen Klimafunktionen, bspw.	
	• Landwirtschaftsflächen und Wald mit Funktionen als Kalt- und Frischluftentstehungsgebiete und Transportbahnen	Darstellung von landwirtschaftlichen (Vorrang-)Flächen und Wald
	• durchgängige Grünstrukturen	
	potenzielle Gunsträume, bspw.	
	• klimaökologische Komfortinseln im Siedlungsbereich ‚Klima-Oasen'	Darstellung Grünflächen, Grünzüge, Grünfinger
	• Erholungs- und Ausgleichsflächen	Darstellung grüner Blockinnenbereiche, Parks, Kleingärten, Friedhöfe etc.
	• Erhalt und Offenlegung von Gewässern	Darstellung Gewässer, Wasserflächen
	Vorsorgebereich Stadtklima	
	Risikobereiche: Quartiere mit ausgeprägten Hitzeinseln und / oder anderen Belastungen (städtebauliche Missstände)	Umgrenzung im Sinne des § 5 Abs. 2 Satz 2c: Ausstattung des Gemeindegebietes mit Anlagen, Einrichtungen und Maßnahmen, die der Anpassung an den Klimawandel dienen, bspw. Erhöhung des Grünanteils, Begrenzung des Versiegelungsgrades, Bereiche mit lockerer Wohnbebauung, Gebiete mit großflächiger Flachdachbegrünung *Hinweis: Die aktuelle Planzeichenverordnung enthält noch keine entsprechende Planzeichen für die Flächennutzungsplanung.*
	Siedlungsstrukturen (auch Industrie- und Gewerbestandorte) mit Erfordernis zur Verbesserung des Lokal- und Bioklimas durch bauliche, gestalterische, technische Maßnahmen (Wohnbauflächen, Gemischte Bauflächen, Gewerbliche Bauflächen, Sondergebiete, Flächen für den Gemeinbedarf, Flächen für Versorgungsanlagen)	Hinweis bzw. Darstellung von Sanierungsgebieten gem. § 136 Abs. 2 BauGB

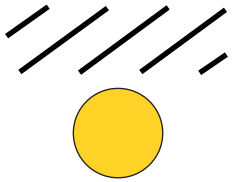
Reduzierung der Hitzebelastung

Belüftungsbahn Stadtklima

Bereiche mit einer Belüftungsfunktion für die Aachener Kernstadt, insbesondere für den ‚Vorsorgebereich Stadtklima‘ Neuausweisungen von Bauflächen innerhalb dieser Belüftungsbahnen nur unter der Maßgabe, dass keine maßgebliche Verschlechterung der Kaltluftströme resultiert. dementsprechende Modifikationen künftiger Baufelder, Bauweise, Baukörperstellung, Gebäudehöhe und Nutzungsintensität. Die Höhe und die Anordnung der baulichen Anlagen müssen sich dabei an der Mächtigkeit und Richtung des Kaltluftstroms orientieren, um die Barrierewirkung zu mindern.	Umgrenzung im Sinne des § 5 Abs. 2 Satz 2c: Ausstattung des Gemeindegebietes mit Anlagen, Einrichtungen und Maßnahmen, die der Anpassung an den Klimawandel dienen
potenzielle Baugebiete, Prüfflächen der Umweltprüfung zum FNP-Vorentwurf (Stand 06/2014): klimagerechte Gestaltung neuer Siedlungsbereiche (Verhältnis Bauflächen – Freiflächen; Ausrichtung und Gestaltung der Baukörper)	je nach Größe / Darstellungsschwelle: Darstellung von Bauflächen, Grünflächen u.a. Freiflächen
Ermittlung und Anpassung vulnerabler Verkehrs- und Versorgungsinfrastrukturen bzgl. Aufrechterhaltung von Transport- und Lieferwegen im Katastrophenfall	Darstellung von Flächen für den überörtlichen Verkehr und örtliche Hauptverkehrszüge



^ *Empfehlung zur Darstellung klimaanpassungsrelevanter Aspekte im Flächennutzungsplan; Prüfflächen zum FNP-Vorentwurf, Stand Juni 2014*

Handlungsfeld	Handlungsoption der Klimaanpassung	Darstellungen, Kennzeichnungen, Hinweise im FNP
Anpassung des Wasserhaushaltes		
	Schutz von Stadtquartieren, Gebäuden und vulnerablen Infrastrukturen vor Auswirkungen von Starkregen durch natürliche, bauliche und/oder technische Schutzmaßnahmen (auch Notwasserwege)	Darstellung von Flächen für die Wasserwirtschaft
	Schutz von Siedlungsbereichen, Industrie- und Gewerbestandorten, vulnerablen Infrastrukturen vor Überflutungen, Überschwemmungen, Hochwasser. Vermeidung von Neubebauung in hochwassersensiblen Gebieten	nachrichtliche Übernahme festgesetzter Überschwemmungsgebiete Vermerk von noch nicht festgesetzten Überschwemmungsgebieten sowie von Risikogebieten i.S.d. § 73 Abs. 1 S. 1 WHG nachrichtliche Übernahme wasserrechtlicher Schutzgebiete
	Dauerhafte Sicherung der Erschließung, insbesondere der Wasserversorgung (und der Trinkwasserqualität) für die Wohnbevölkerung, Wirtschaft und Landwirtschaft	Darstellung von Flächen für Versorgungsanlagen und die Abwasserbeseitigung, Hauptversorgungs- und Abwasserleitungen
	Maßnahmen zum Erosionsschutz sowie zur Erhaltung von Lebensraumfunktionen	nachrichtliche Übernahme von (naturschutzrechtlichen) Schutzgebieten Kennzeichnung von Flächen mit besonderen baulichen Schutzvorkehrungen
Sonstige Maßnahmen / Stadtplanung		
	Rücknahme von Bauflächen gegenüber dem rechtswirksamen FNP	Darstellung von Freiraumnutzungen
	Empfehlung: Verzicht auf Nutzung / Bebauung (stadt-) klimatisch nicht geeigneter Standorte, ggf. klimagerechte Anpassung der beabsichtigten Nutzung / Bebauung	Darstellung von Freiraumnutzungen klimagerecht modifizierte Darstellung der Bauflächen

9. ANPASSUNGSMASSNAHMEN

Aus den unter Kapiteln 4 (Exposition) sowie 5 und 6 (Sensitivität) entwickelten Erkenntnissen leiten sich für den Aachener Talkessel folgende Klima-Anpassungsmaßnahmen ab:

- Gesamtstädtische Maßnahmen
- Maßnahmen für besonders betroffene Bereiche

jeweils für

- Bestandsquartiere
- Neubebauung
- Freiflächen (Freihaltung, Gestaltung)

Vorschläge für diese Maßnahmen werden in Plan 6 räumlich und sachlich konkretisiert. Sie sind als beispielhaft anzusehen und je nach Örtlichkeit und Flächennutzung in unterschiedlicher Wertigkeit umzusetzen.

Besonders naheliegend sind so genannte „low regret-“ und „no regret“-Maßnahmen, die auch unabhängig von den Auswirkungen des Klimawandels städtebaulich und freiraumplanerisch, ökonomisch, ökologisch und sozial sinnvoll sind.

Darüber hinaus behalten die Darstellungen der Planungsempfehlungen des Gesamtstädtischen Klimagutachtens (2000) weiterhin Gültigkeit.

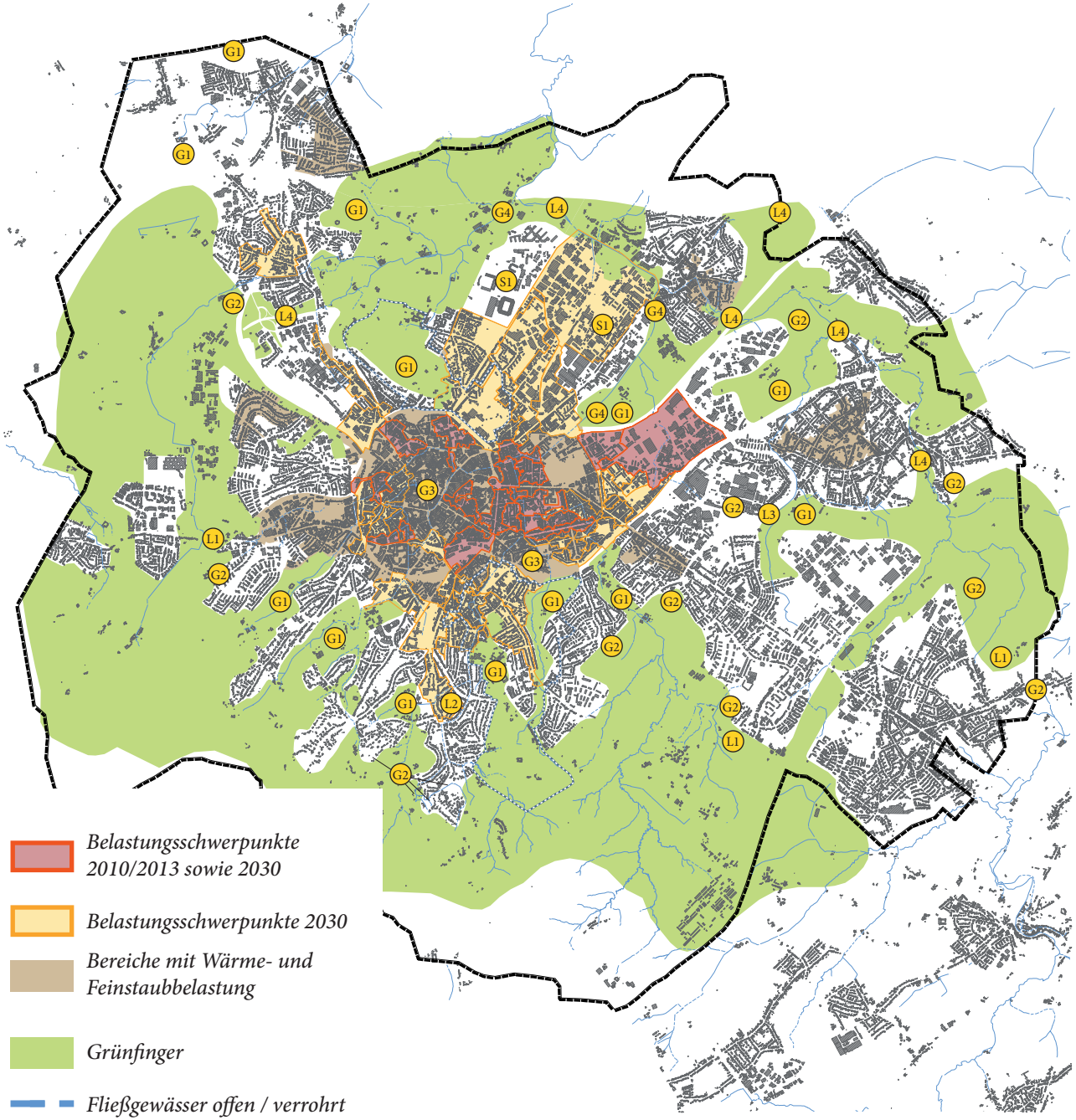
Planerisch vorbereitete Maßnahmen und Anreizsysteme sollten dabei ineinandergreifen. Beim Zusammenwirken von (regionalen) gesamtstädtischen und teilräumlichen Maßnahmen ist jeweils das Verhältnis von Aufwand und Nutzen bzw. Wirkung zu berücksichtigen.

Gesamtstädtisch

- Gewährleistung einer ausreichenden Durchlüftung der Siedlungsstruktur
- Erhaltung und Entwicklung von Luftaustauschbahnen, die nachts auch als Kaltluftbahnen wirken: Freihaltung der Grünfinger ohne weitere Verdichtung der baulichen Randbereiche, Verringerung der Oberflächenrauhigkeit
- Verzicht auf Bebauung (stadt-)klimatisch nicht geeigneter Standorte; ggf. klimagerechte Anpassung der beabsichtigten Bebauung
- Verbesserung des Abkühlungspotentials in offenen Baustrukturen durch großräumige Erhöhung des Grünvolumens
- Schaffung von sommerkühlen Klimaoasen in Gebieten mit geschlossenen Bebauungsstrukturen durch Aktivierung von größeren und kleineren Grünflächen
- Verringerung des Emissionsaufkommens (Stadt der kurzen Wege)
- Auslagerung von klimasensiblen Nutzungen aus bioklimatisch stark belasteten Bereichen (in Abgleich mit anderen Anforderungen)
- Berücksichtigung klimatisch (vor-)belasteter Bereiche bei der Neuausweisung von Kitas und Senioreneinrichtungen
- Offenlegung/Anlage von Gewässern, naturnahe Gestaltung, Freihaltung überschwemmungsgefährdeter Bereiche
- Festlegung bioklimatischer Belastungsgebiete als aktionsorientierte Gebietskulisse zur Durchführung von Sanierungsmaßnahmen mit den Mitteln der Beratung, Moderation und Förderung sowie im Dialog mit Eigentümern und Nutzern

Da gravierende Auswirkungen von Starkniederschlagsereignissen bei nicht ausreichend angepassten Gewässersystemen und Kanalisationen an einzelnen Stellen in Aachen wahrscheinlich sind, können wirksame Anpassungs- und Schutzmaßnahmen nicht einfach spontan oder allein nach routinemäßigem Plan ergriffen werden – sie müssen strukturell und langfristig angelegt sein.

- Offenlegung und Anlage von Gewässern, naturnahe Gestaltung
- Freihaltung überschwemmungsgefährdeter Bereiche
- Prüfaufträge zur Ermittlung:
  - der Leistungsfähigkeit innerstädtischer Gewässerkanäle
  - der Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes
  - sturzflutgefährdeter Bereiche im Talkessel
- Ergebnis:
  - Risikokarten für Feuerwehr & Katastrophenschutz, Planung etc.
  - Basis für Maßnahmenplanung



Vorschläge für Anpassungsmaßnahmen

Gesamtstädtisch

G1 Erhaltung und Entwicklung von Luftaustauschbahnen, die nachts auch als Kaltluftbahnen wirken: Freihaltung der Grünfinger ohne weitere Verdichtung der baulichen Randbereiche, Verringerung der Oberflächenrauhigkeit

G2 Verzicht auf Bebauung (stadt-)klimatisch nicht geeigneter Standorte, ggf. klimagerechte Anpassung der beabsichtigten Bebauung

G3 Offenlegung/Anlage von Gewässern, naturnahe Gestaltung

G4 Freihaltung überschwemmungsgefährdeter Bereiche

Entwicklung und Wiederherstellung von Luftleitbahnen
(Erläuterungen siehe Seite 35)

L 1 Kaltluft-Überströmungsbereiche Freund, Grauenhof und Gemmenicher Weg

L2 Wurmeinzugsgebiet Burtscheid

L3 Talmulde Eisenbahnweg / Philips-Gelände

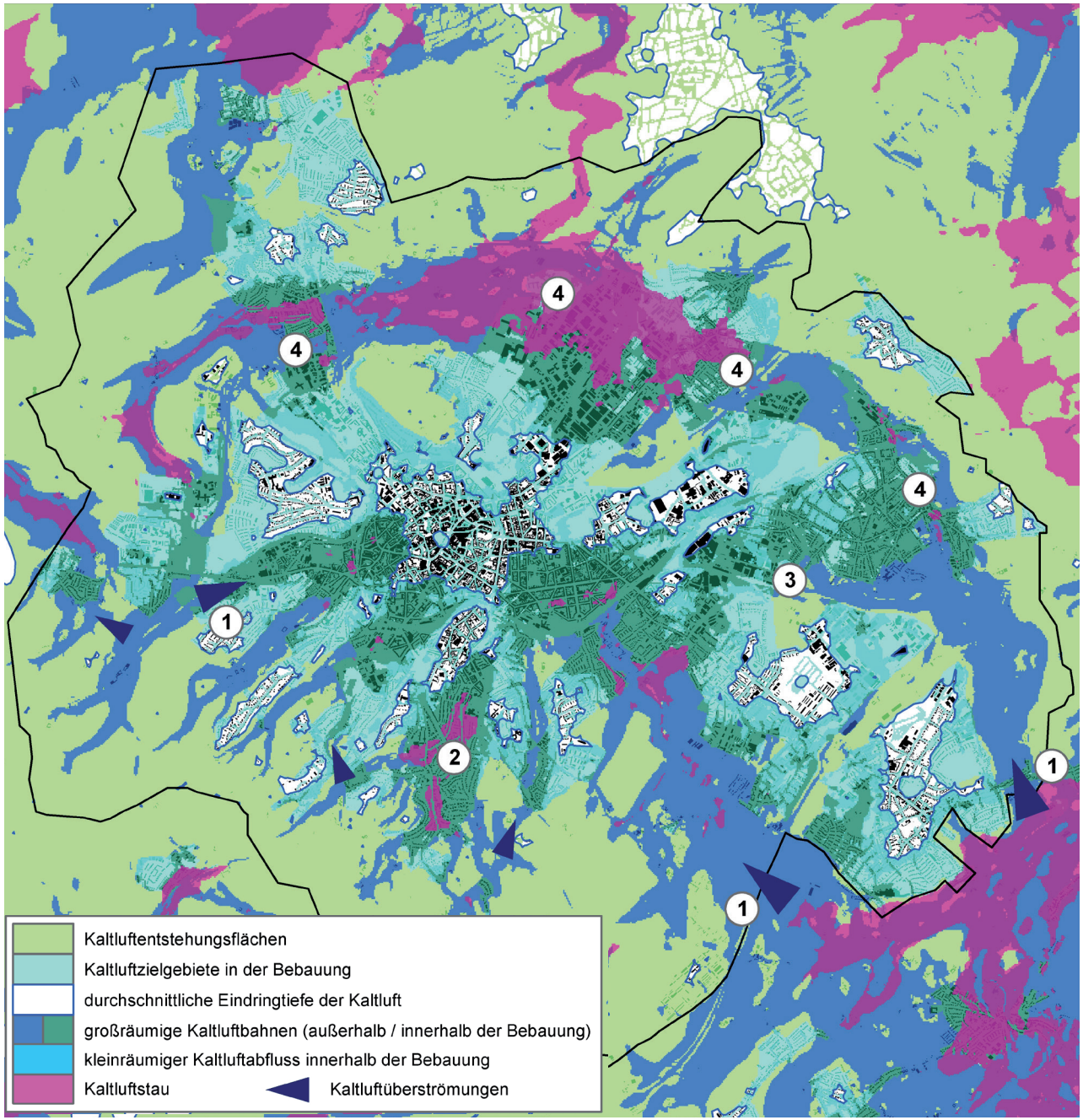
L4 Haarbachtal / Wildbachtal

Innenstadt und Stadtteile

S1 Entsiegelung und Begrünung von Großparkplätzen und anderen großflächig versiegelten Flächen

Teilräumlich: Entwicklung und Wiederherstellung von Kaltluftbahnen

- Kaltluft-Überströmungsbereiche Freund, Grauenhof und Gemmenicher Weg (1):
  Klärung der genauen Strömungsvorgänge und Bewertung der Bedeutung (in Bearbeitung); einstweilen Verzicht auf Veränderungen in den fraglichen Bereichen
- Wurmeinzugsgebiet Burtscheid (2):
  starke Verbauung des gesamten Talbereichs gegeben, kaum substanziell rückholbar. Konzeptionell wäre eine Kombination aus Entsiegelungs- und „Entbuschungs"konzept sinnvoll
- Talmulde Eisenbahnweg / Philips-Gelände (besondere Bedeutung beim Kaltluft-Überströmungsbereich Freund) (3):
  Sichern der bisherigen Freiflächen insbesondere am Übergang zum Freiraum (bis zum Haarbachtal). Detailprüfung, ob bestehende Verengungen beseitigt bzw. wie das Industriegebiet insgesamt bei baulichen Veränderungen umgestaltet werden kann / muss.
- Haarbachtal (4):
  Gesamtkonzept erforderlich. Mehrere Abschnitte mit ungünstiger Bebauungs- / Bepflanzungssituation vorhanden, Sanierung aus klimatischer Sicht langfristig nicht ganz ohne bauliche Eingriffe möglich



> *Kaltluftentstehung und -bewegung im Aachener Talkessel*

Innenstadt und Stadtteile

- **IS 1**: Entsiegelung und Begrünung von Großparkplätzen und anderen großflächig versiegelten Flächen (Entsiegelungsprogramm)
- **IS 2**: Gewährleistung ausreichender Grünflächenanteile (Verknüpfung mit dem Klimaziel: Schaffung von Klimaoasen), Erhaltung und Schaffung neuer klimawirksamer Grün- und Freiflächen
- **IS 3**: Schaffung von Beschattungssystemen (Bäume, Schattendächer, Sonnensegel etc.)
- **IS 4**: Schaffung offener (bewegter) Wasserflächen
- **IS 5**: Schaffung dezentraler Versickerungs- bzw. Rückhalteanlagen

Quartiere und Blöcke

- **QB 1**: Begrünungsmaßnahmen baulicher Anlagen - auch in Bestandsquartieren
  - Dachbegrünung / Dachbegrünungsprogramm in Verbindung mit gestuftem Erlass von Abwassergebühren (Anreizprogramm)
  - Fassadenbegrünung / Fassadenbegrünungsprogramm
  - Vertikale Begrünung
- **QB 2**: Reduzierung des Versiegelungsgrades im Bestand (Entsiegelungsprogramm)
- **QB 3**: Begrenzung des Versiegelungsgrades bei Neuplanungen (Steuerung über bebaubare / nicht überbaubare Bereiche, GRZ); Begrünung nicht überbaubarer Flächen
- **QB 4**: Neuplanung: klimagerechte Bebauung (Standortwahl, Bauweise, Ausrichtung, Stellung, Abstand und Höhe, Festlegung Erdgeschossfußbodenhöhen, Festlegung Materialwahl)
- **QB 5**: Vermeidung geschlossener Blockrandstrukturen
- **QB 6**: Technische Optimierung und architektonische Anpassung
- **QB 7**: Erhöhung der Albedo und dadurch verstärkte Reflektion der Sonnenstrahlung durch hellere Baumaterialien
- **QB 8**: Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung (Flutmulden, Versickerungsanlagen)
- **QB 9**: Berücksichtigung von Notwasserwegen

Straßenräume und Plätze

- **SP 1**: Begrünung von Straßenräumen und Parkplätzen mit stadtklimafesten Bäumen (Verschattung, Verdunstung) in Abgleich mit Luftaustauschfunktionen
- **SP 2**: ausreichende Beschattung von Haltestellen des ÖPNV
- **SP 3**: Reduzierung des Versiegelungsgrades
- **SP 4**: Anpassung des Straßenbelags an stärkere Temperaturschwankungen
- **SP 5**: Gestaltung von Verkehrsflächen mit Materialien mit geringerer Wärmespeicherfähigkeit
- **SP 6**: Gestaltung von Straßenquerschnitten als Stauraum bei Starkregen (in Abgleich mit den Anforderungen an Barrierefreiheit)

	IS1	IS2	IS3	IS4	IS5	QB1	QB2	QB3	QB4	QB5	QB6	QB7	QB8	QB9	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6	ÖF1	ÖF2	ÖF3	ÖF4	ÖF5	ÖF6	ÖF7	ÖF8
Wohnbauflächen		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X			
gemischte Bauflächen	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X			
gewerbliche Bauflächen	X	X			X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X		X			
Sondergebiete	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X			
Flächen für den Gemeinbedarf		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X			
Flächen für Versorgungsanlagen		X			X		X	X					X	X			X	X	X									
Hauptverkehrsstraßen						X	X	X				X			X	X	X	X	X	X					X			
Bahnanlagen																X												
Grünflächen			X	X	X							X	X	X							X	X	X	X	X	X	X	X

Zuweisung geeigneter Anpassungsmaßnahmen an städtische Nutzungstypen

öffentliche Freiflächen

- **ÖF 1**: Erhalt aller Grünflächen in den Belastungsschwerpunkten, gerade in der dicht bebauten Innenstadt, die schon aktuell nur eine geringe Anzahl an klimawirksamen Grünflächen aufweist
- **ÖF 2**: Berücksichtigung ausreichender Anteile öffentlicher Grünflächen bei der städtebaulichen Neuordnung
- **ÖF 3**: Freiraumvernetzung, auch durch Neuanlage kleinerer Grün- und Freiflächen im Siedlungsraum (Mindestgröße 1 ha)
- **ÖF 4**: Optimierung der Kühlungswirkung von Grünflächen („Baum-Wiesen-Landschaft“ ohne dichte Gehölzränder und hohe bodendeckende Vegetation oder Stauden)
- **ÖF 5**: Anpassung der Baumartenwahl (Trockenheitsresistenz, geringe Tendenz zur Bildung von Ozonvorläufern)
- **ÖF 6**: Anpassung der Grünflächenpflege (Bewässerung, Kontroll- und Pflegemechanismen)
- **ÖF 7**: Funktionsmischung: multifunktionale Grün- und Freiflächen zur Regenwasserrückhaltung und –versickerung („versickerungsoffene Flächen“)
- **ÖF 8**: Kopplung von Regenwasserbewirtschaftung und notwendiger Wasserversorgung der Grünflächen

städtische Kurgebiete

Besonderer Handlungsschwerpunkt für die Umsetzung der zuvor beschriebenen Maßnahmen sollten die beiden Kurgebiete Monheimsallee und Burtscheid sein, da hier bestimmte klimatische sowie lufthygienische Beurteilungsgrößen und Richtwerte einzuhalten sind.

Leistungsfähigkeit von Klimaanpassungsmaßnahmen

(Ergebnisse von Modellierungen im Rahmen des Stadtentwicklungsplans Klima Berlin)

- Baumpflanzungen: unter Bäumen Luft um bis zu 10°C kühler, im direkten Umfeld um bis zu 3°C
- Erhöhung der Albedo: bei 20%iger Erhöhung Reduzierung der Temperatur um bis zu 8°C im mittelbaren Umfeld
- Entsiegelung: 80% Entsiegelung in Innenhöfen führt zu Temperatursenkung um bis zu 11°C, Parkbuchten: Großsteinpflaster anstelle Asphalt erzielt Reduzierung um bis zu 7°C
- Je großflächiger die entsprechend gestalteten Flächen, desto mehr Wirkung in der Vertikalen
- Fassadenbegrünung: stärkste Wirkung an West- und Südfassaden, Temperaturrückgang um bis zu 10°C auf mittlerer Höhe, kaum Veränderung im oberflächennahen Straßenraum
- Dachbegrünungen: Temperatursenkung um bis zu 10°C, nur im Dachbereich. Aber: Rückhaltung von Niederschlagswasser
- größte Leistungsfähigkeit in bis zu 2 m Höhe über dem Boden: Kombination aus Bäumen, Entsiegelung und Erhöhung der Albedo

Anpassungsmaßnahmen:
Beispielhafte Umsetzung

Am folgendem Beispiel für den durch eine geschlossene Blockrandbebauung geprägten Bereich im Umfeld der Wilhelmstraße wird eine exemplarische Umsetzung der genannten Maßnahmen aufgezeigt.

Der Bereich liegt im „Vorsorgebereich Stadtklima“ und ist u.a. einer der am stärksten lufthygienisch belasteten Straßenabschnitte der Aachener Kernstadt.



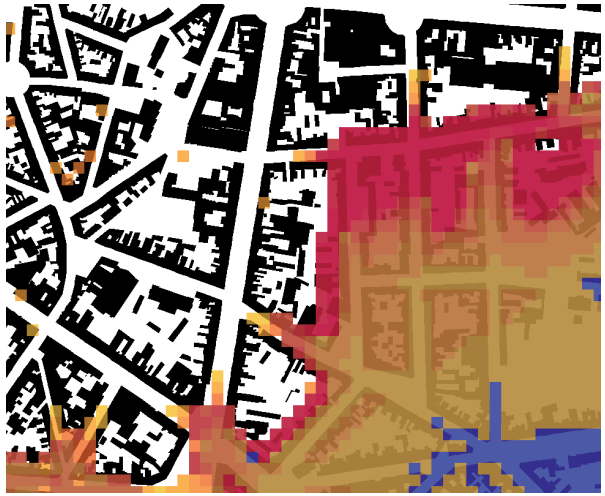
Luftbild



Exposition
Überwärmung tags / abends (hellrot),
zusätzlich Belastung durch PM10 (dunkelrot)



Sensitivität
Hohe Bevölkerungsdichte (hellrot),
hoher Anteil Kinder <6J (dunkelrot)

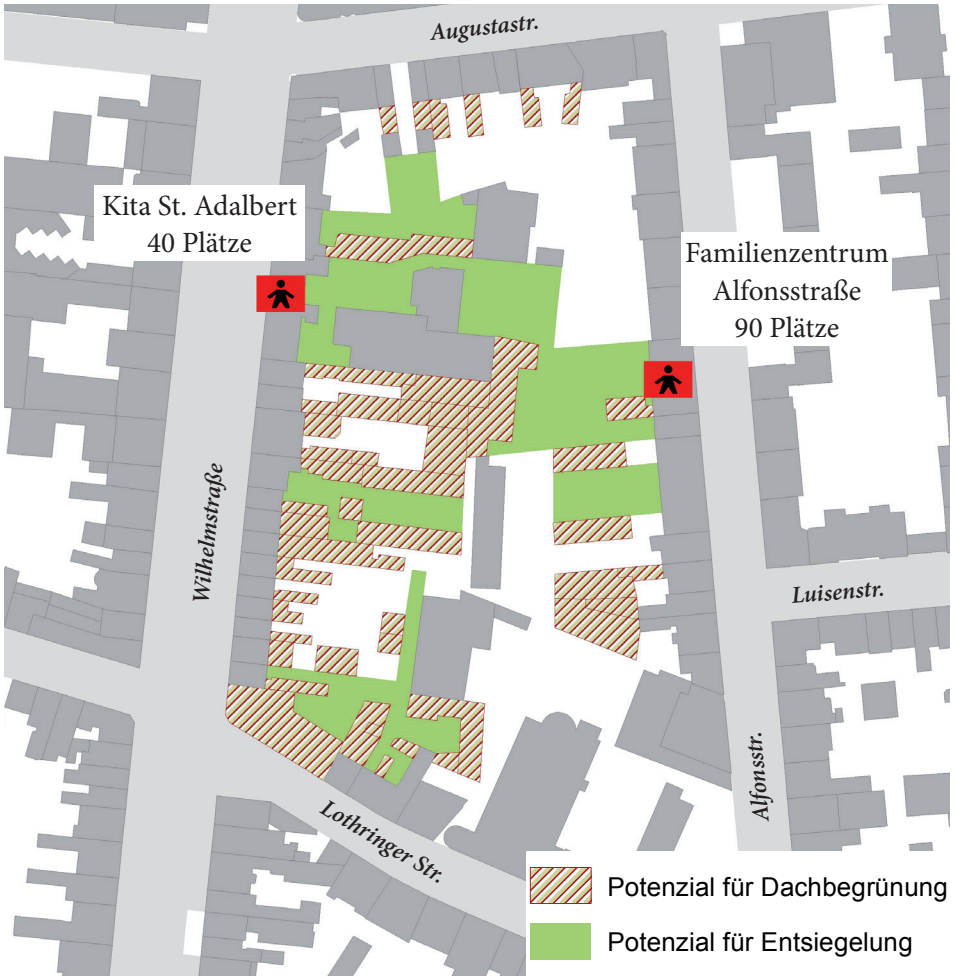


Kaltluftbahn (blau) /
Verlust von Belüftungsfunktion durch Nachverdichtung im Einzugsgebiet (orange/violett)

öffentlicher und halböffentlicher Raum



privater Blockinnenbereich



öffentlicher und halböffentlicher Raum

Ergänzung von Baumreihen: ca. 1.000 lfd m

Neupflanzung von Baumreihen: ca. 1.000 lfd m

max. Potenzial Entsiegelung: ca. 4.700 m²
(Schulhöfe, etc.)

Neugestaltung Grünflächen: ca. 7.400 m²

privater Blockinnenbereich

Größe des Blocks: ca. 30.000 m²
(incl. Gebäude)

max. Potenzial Dachbegrünung: ca. 4.700 m²
(vorhandene Flach- und gering geneigte Dächer)

max. Potenzial Entsiegelung: ca. 4.500 m²
(Umwandlung Asphalt / Beton in begrünte Flächen wie Rasen, Großfugenpflaster o.ä.)

Kinderbetreuungseinrichtungen:

- ausreichende Klimatisierung der Innenräume
- Schaffung abgeschirmter Klimaoasen im Blockinnenbereich


stadt aachen

BKR
AACHEN
NOKY & SIMON

Geographisches
Institut

RWTH AACHEN
UNIVERSITY