

Geoinformation

# Planungshinweiskarte Stadtklima 2015

## Begleitdokument zur Online-Version



## Informationssystem Stadt und Umwelt, Umweltatlas

[http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/dinh\\_04.htm](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/dinh_04.htm)

Klimamodell Berlin, Planungshinweiskarte Stadtklima 2015

Dokumentation zur Karte, Maßnahmenvorschläge und Planungshinweise

### Auftraggeber:

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt III D 1

Fehrbelliner Platz 1

10707 Berlin

Jörn Welsch III D 11

Tel.: (030) 90139 5256

[Joern.welsch@senstadtum.berlin.de](mailto:Joern.welsch@senstadtum.berlin.de)

### Auftragnehmer:

GEO-NET Umweltconsulting GmbH

Große Pfahlstraße 5a

30161 Hannover

Tel. (0511) 3887200

FAX (0511) 3887201

[www.geo-net.de](http://www.geo-net.de)

In Zusammenarbeit mit:

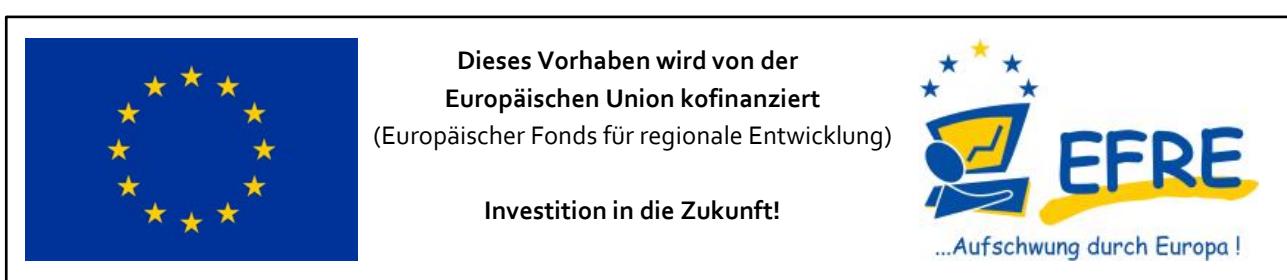
Prof. Dr. G. Gross

Anerkannt beratender Meteorologe (DMG),

Öffentlich bestellter Gutachter für Immissionsfragen und

Kleinklima der IHK Hannover-Hildesheim

**Berlin, im Oktober 2015**



# Inhaltsverzeichnis

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b>	<b>I</b>
<b>1. VORWORT</b>	<b>1</b>
<b>2. GRUNDLAGEN FÜR DIE PHK 2015</b>	<b>2</b>
2.1    Struktur der PHK 2015	2
2.2    Betrachtete Raumeinheiten	3
2.3    Meteorologische Randbedingungen	5
<b>3. DIE HAUPTKARTE</b>	<b>8</b>
3.1    Siedlungsraum	8
3.2    Öffentliche Strassen, Wege und Plätze	15
3.3    Luftaustausch	19
3.4    Frei- und Grünflächen	26
<b>4. ERGÄNZENDE PLANUNGSHINWEISE FÜR EINE KLIMAGERECHTE BERLINER STADTENTWICKLUNG</b>	<b>31</b>
4.1    Flächen mit besonderen stadtclimatischen Missständen	31
4.2    Flächen mit einer besonderen Vulnerabilität gegenüber dem Stadtklima	38
4.2.1    Besondere Vulnerabilitäten Aufgrund der demographischen Zusammensetzung	38
4.2.2    Besondere Vulnerabilitäten Aufgrund stadtclimasensibler Gebäude-/Flächennutzungen	42
4.2.3    Besondere Vulnerabilitäten Aufgrund einer Grünflächenunterversorgung	48
<b>5. MAßNAHMENKATALOG</b>	<b>51</b>
5.1    M01 - Verschattung im Öffentlichen Raum	54
5.2    M02 - Begrünung und Verschattung von Parkplätzen	56
5.3    M03 - Reduktion anthropogener Wärmeemissionen aus dem Verkehr	58
5.4    M04 - Begrünung von Gleistrassen	59
5.5    M05 - Rückbau/Entdichtung	61

5.6	M06 - Entsiegelung	62
5.7	M07 - Schaffung von Pocket-Parks	64
5.8	M08 - Verbesserung der Erreichbarkeit von Grünflächen	66
5.9	M09 - Innen-/Hinterhofbegrünung	67
5.10	M10 - Verschattung von Gebäuden	69
5.11	M11 - Erhöhung der Oberflächen-Albedo	71
5.12	M12 - Anlage von offenen Wasserflächen im öffentlichen Raum	73
5.13	M13 - Energetische Gebäudesanierung	75
5.14	M14 - Dachbegrünung	76
5.15	M15 - Fassadenbegrünung	78
5.16	M16 - sommerlicher Wärmeschutz an Gebäuden	80
5.17	M17 - Anpassung des Raumnutzungskonzeptes	82
5.18	M18 - Technische Gebäudekühlung	83
5.19	M19 - Optimierung der Gebäudeausrichtung und der Bebauungsdichte bei Neubauten	85
5.20	M20 - Stadtklimatische Entkopplung von Neubau- und Nachverdichtungsgebieten	87
5.21	M21 - Förderung stadtgesellschaftlicher sozialer Netzwerke und Projekte	88
5.22	M22 - Erhöhung der Mikroklimatischen Vielfalt in öffentlichen Grünflächen	91
5.23	M23 - Schutz von für den Kaltlufthaushalt relevante Flächen	93
5.24	M24 - Vernetzung von für den Kaltlufthaushalt relevante Flächen	95
5.25	M25 - Vermeidung von Austauschbarrieren	97
5.26	M26 - Verbesserung der Luftqualität in Kaltluftleitbahnen	99
5.27	M27 - Schutz bestehender grossflächiger Parks / Grünflächen	100
5.28	M28 - Anlage neuer grossflächiger Parks / Grünflächen	101
5.29	M29 - Schutz von Waldflächen	103
5.30	M30 - Schutz von offenen Wasserflächen	105

<b>ANHANG</b>	<b>106</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>116</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b>	<b>121</b>
<b>QUELLENVERZEICHNIS</b>	<b>122</b>
<b>VERWENDETE DATENGRUNDLAGEN</b>	<b>129</b>

# 1. Vorwort

Ein zentrales Ziel der Berliner Stadtentwicklung ist der Erhalt bzw. die Schaffung eines für den Menschen gesunden Stadtklimas (SenStadtUm 2011, 2015). Mit der Planungshinweiskarte (PHK) Stadtklima steht der Verwaltung seit 2004 ein Instrument zur Unterstützung dieses Ziels zur Verfügung. Gemäß VDI-Richtlinie 3787 sind im urbanen Raum vor allem der thermische und der lufthygienische Wirkungskomplex zu berücksichtigen (VDI 2008). Für letzteren verfügt die Stadt Berlin durch den Luftreinhalteplan 2011-2017 in Verbindung mit verkehrsbezogenen Emissionsberechnungen über eine fundierte fachliche Grundlage (SenStadtUm 2013).

Das vorliegende Dokument beinhaltet den Erläuterungstext zur digitalen PHK 2015<sup>1</sup>, die den Fokus auf die thermische Komponente des Berliner Stadtklimas richtet ohne den lufthygienischen Bereich gänzlich auszuklammern. Das Begleitheft hat zum einen die Aufgabe, die methodische Herleitung der über den FIS-Broker abrufbaren kartographischen Darstellungen und textlichen Aussagen zu dokumentieren. Darüber hinaus stellt es inhaltlich vertiefende Informationen und zusätzliche Analyseergebnisse zur Verfügung.

Die PHK stellt die zweite Aktualisierung der Fachkarte dar und löst mit ihrer Veröffentlichung im FIS-Broker (Stand 2005) bzw. im Umweltatlas (Ausgabe 2009) die vorherige Version als Fachplanungs- und Abwägungsgrundlage für die Berücksichtigung stadtklimatischer Belange in der Berliner Stadtentwicklung ab. Die Aktualisierungsarbeiten sind im Rahmen des EFRE-Projektes „GIS-gestützte Modellierung von stadtklimatisch relevanten Kenngrößen auf der Basis hochauflöster Gebäude- und Vegetationsdaten“ zwischen 2013 und 2015 durchgeführt worden<sup>2</sup>. Gegenüber der 2009er Version sind vor allem folgende Weiterentwicklungen mit Relevanz für Planungsprozesse herauszustellen:

- Die horizontale Auflösung des Modells konnte von 50m auf 10m erhöht werden (Faktor 25)
- Einzelne Grünstrukturen und Gebäude werden nun explizit vom Modell berücksichtigt
- Die erhöhte räumliche Genauigkeit erlaubt Aussagen nicht nur für gesamtstädtische Planwerke (F-Plan, Landschaftsplan, StEP), sondern auch für die B-Planebene
- Neben dem Siedlungsraum und den Grün-/Freiflächen werden auch Öffentlichen Straßen, Wege und Plätze individuell betrachtet
- Neben der Nachtsituation ist gleichberechtigt auch die Situation tagsüber in die Bewertung eingeflossen
- Die Inhalte der PHK sind intensiv mit den jeweils zuständigen Abteilungen auf Senats- und Bezirksebene abgestimmt
- Der betrachtete Maßnahmenkatalog ist sehr viel umfangreicher, inhaltlich differenzierter und individueller auf die betrachteten Teilflächen ausgerichtet

---

<sup>1</sup> [http://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp?loginkey=showMap&mapId=wmsk\\_0411021\\_planungshin\\_haupt@senstadt](http://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp?loginkey=showMap&mapId=wmsk_0411021_planungshin_haupt@senstadt)

<sup>2</sup> [http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/download/Projektbericht\\_StadtklimaBerlin\\_SenStadtUm\\_IID\\_2015.pdf](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/download/Projektbericht_StadtklimaBerlin_SenStadtUm_IID_2015.pdf)

## 2. Grundlagen für die PHK 2015

### 2.1 STRUKTUR DER PHK 2015

Die Ausgaben 2004 und 2009 der Planungshinweiskarte Stadtklima bestanden jeweils aus einer Karte sowie kurzen erläuternden Texten für den Umweltatlas<sup>3</sup>. Die PHK 2015 besteht nun erstmals aus drei sich ergänzenden Kartenwerken sowie dem vorliegenden Begleitdokument:

- einer Hauptkarte
- ergänzenden Planungshinweisen sowie
- Maßnahmen

Dieses Vorgehen trägt zum einen der hohen Komplexität des Themas, dem gestiegenen Stellenwert innerhalb der Berliner Stadtentwicklungspolitik sowie den erhöhten Anforderungen an Aussagegenauigkeiten seitens der Bau- und Umweltämter Rechnung. Zum anderen war es das erklärte Ziel des Projektes, nicht mehr von der gedruckten, sondern von der digitalen Karte her zu denken und dabei die technischen Möglichkeiten des FIS-Brokers umfänglich auszunutzen.

Auch mit der neuen Struktur richtet sich das Kartenwerk nach wie vor insbesondere an potentielle Nutzer innerhalb der Senats- und Bezirksverwaltungen sowie etwaig von ihnen beauftragte Unternehmen aus dem Umweltbereich (z.B. im Zusammenhang mit der Erstellung von Umweltberichten). Die Erfahrung zeigt zudem, dass die Karte und die ihr zugrunde liegenden Informationen auch von der Wissenschaft genutzt werden (z.B. Scherber 2014), so dass auch deren Ansprüchen genüge getan werden sollte.

Die „Hauptkarte“ ist das (inhaltlich erweiterte und räumlich konkretisierte) Äquivalent zu den PHK-Ausgaben 2004 (Datenstand 2001) und 2009 (Datenstand 2005). Sie enthält eine flächendeckende Bewertung der stadtclimatischen Belastungssituationen und Entlastungsfunktionen und stellt damit die fachliche Abwägungsgrundlage sowohl für gesamtstädtisch als auch für bezirklich ausgerichtete Planungen dar (vor allem Flächennutzungs- und Landschaftsplanung sowie verbindliche Bebauungsplanung). Nicht zuletzt dient die Planungshinweiskarte auch der Information der Öffentlichkeit für eine möglichst fundierte Beteiligung im Rahmen von Planungsverfahren.

In den „ergänzenden Planungshinweisen“ sind ausgewählte Teiltypen der Stadtentwicklung mit den in der Hauptkarte dargestellten Bewertungsergebnissen sowie weiteren räumlich hochauflösten Sach- und Geodaten verknüpft worden. Sie dienen als Entscheidungsgrundlage für spezifische Fachplanungen bzw. Fragestellungen (u.a. Stadtsanierung, Erschließung der Bauflächenpotentiale, sensible Nutzungen, Demographie). Die „Maßnahmenebene“ enthält schließlich eine flächentypabhängige, raumkonkrete Zuordnung von 30 Einzelmaßnahmen zu allen ISU5-Block(teil)flächen sowie zu allen Abschnitten des Straßennetzes. Die Ebene fokussiert vor allem auf die Verbesserung oder den Erhalt des Status Quo im Bestand.

---

<sup>3</sup> Siehe [http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/din\\_411.htm](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/din_411.htm)

Es werden aber auch solche Maßnahmen thematisiert, die insbesondere für die intensiven Neubauvorhaben in Berlin eine Relevanz besitzen.

## 2.2 BETRACHTETE RAUMEINHEITEN

In allen drei Kartenebenen werden vor allem drei räumliche Bewertungseinheiten unterschieden:

- Siedlungsraum
- Grün- und Freiflächen
- Öffentliche Straßen, Wege und Plätze.

Dem Siedlungsraum sind solche Flächen zugeordnet, die primär die Funktionen Wohnen, Arbeiten und Gemeinbedarf erfüllen. Vor allem in den Wohngebieten hält sich der Mensch sowohl am Tage als auch in der Nacht auf. Unter Frei- und Grünflächen sind alle Areale subsummiert, die entweder vorrangig der menschlichen Erholung dienen (z. B. Parks, Kleingärten, Wälder) oder andere klimaökologische Dienstleistungen erbringen (z. B. Ackerflächen). Aus stadtclimatischer Sicht können Grün- und Freiflächen einen doppelten Nutzen erbringen. Zum einen werden sie tagsüber aktiv aufgesucht und bilden ein Gegengewicht zu etwaigem thermischem oder lufthygienischem Stress im Straßen- und Siedlungsraum. Zum anderen produzieren und/oder transportieren sie insbesondere nachts Kalt- und Frischluft und ermöglichen der angrenzenden Bevölkerung so einen erholsamen Schlaf auch während Belastungswetterlagen. Öffentliche Straßen, Wege und Plätze hingegen spielen vor allem tagsüber als temporärer Aufenthaltsbereich des Menschen eine Rolle. Sie werden entweder zum längeren Aufenthalt aufgesucht (z. B. Stadtplätze) oder aber als Mittel zum Zweck genutzt, um ein Bewegungsziel zu erreichen (z. B. Arbeits- oder Einkaufsweg).

Den geometrischen Raumbezug bilden die Einheiten der ISU5 Blockkarte mit Stand vom 31.12.2010. Jede Fläche ist dabei eindeutig einer der drei Nutzungskategorien zugeordnet worden. Die Zuordnung erfolgte auf der Basis der sog. Flächentypen (vgl. SenStadtUm 2011). Einen Sonderfall stellt die Raumeinheit „Öffentliche Straßen, Wege und Plätze“ dar. Deren Teilflächen rekrutieren sich nur z.T. aus ISU5 Flächentypen mit einer verkehrlichen Nutzungszuweisung (u.a. Stadtplatz, Promenade, Parkplatz). Der überwiegende Teil der rund 22.000 Einzelflächen wurde aus dem Detailnetz des Berliner Straßennetzes abgeleitet und repräsentiert konkrete Straßenabschnitte. Dieses Vorgehen liegt darin begründet, dass der geometrische Zuschnitt der Straßenflächen im ISU5-Datensatz für stadtclimatische Fragestellungen nicht sinnhaft verwendet werden kann und darüber hinaus auf diesem Wege eine räumliche Verknüpfung zwischen dem lufthygienischen und thermischen Belastungsniveau im Straßenraum ermöglicht werden konnte.

Abbildung 1 zeigt die räumliche Verteilung der drei Nutzungskategorien. Von den rund 890 km<sup>2</sup> des Berliner Stadtgebietes sind 373 km<sup>2</sup> (41,9 %) als Siedlungsraum, 351 km<sup>2</sup> (39,5 %) als Grün- und Freifläche und 121 km<sup>2</sup> als Straßenraum (13,7 %) klassifiziert worden. Die übrigen etwa 5 % der Gesamtfläche Berlins bilden Fließ- und Standgewässer. Offene Wasserflächen nehmen aufgrund ihrer klimatischen Ausgleichsfunktion eine nicht unwe sentliche Funktion im stadtclimatischen Prozessgeschehen Berlins ein. Da Wasserflächen aber keinem Umwandlungs- oder Entwicklungsdruck unterliegen, werden sie in der PHK lediglich nachrichtlich dargestellt.

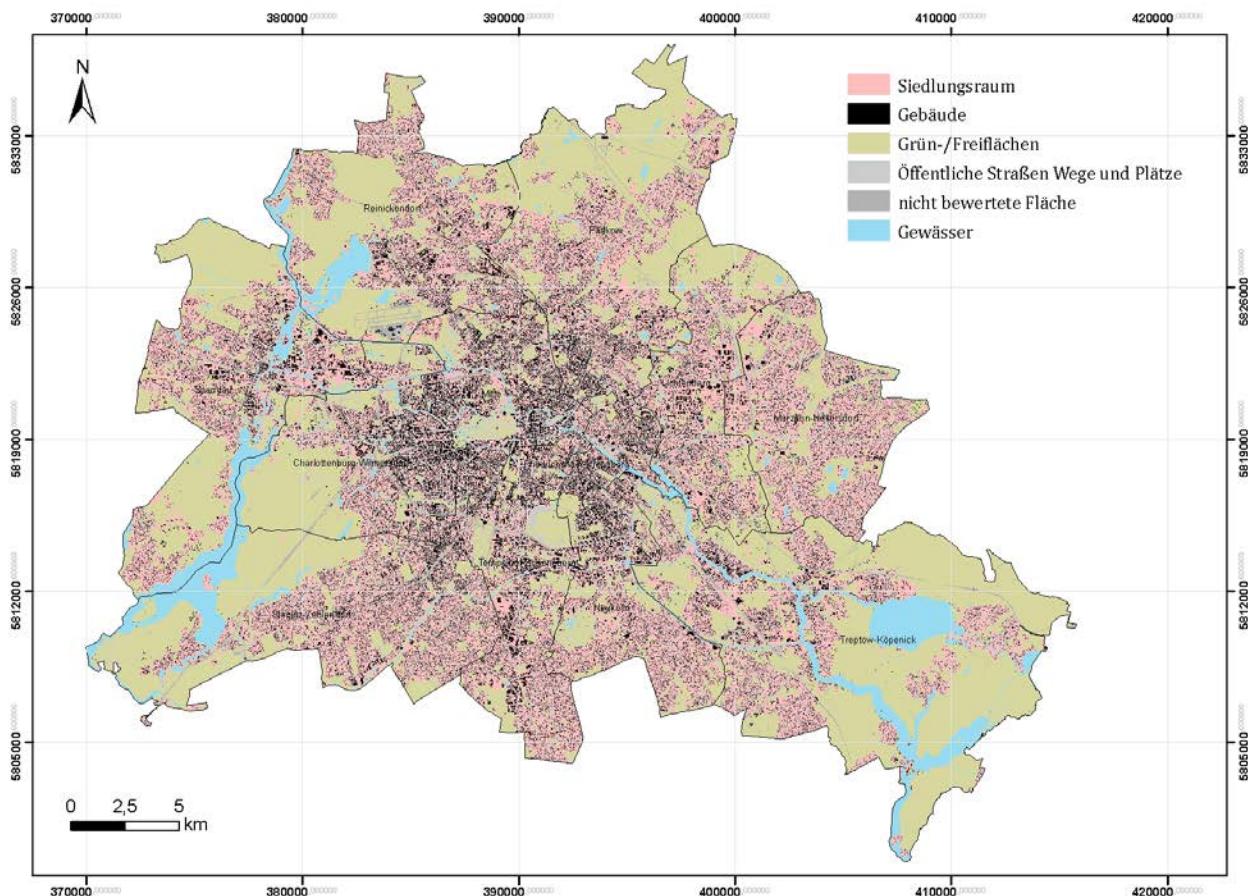


Abbildung 1: Räumliche Verteilung der Nutzungskategorien in der PHK Stadtclima 2015

Neben diesen drei Haupteinheiten weist die PHK noch zwei weitere Raumeinheiten aus. Hierbei handelt es sich zum einen um Gewässer, für die zwar keine Bewertungen vorgenommen, denen aber aufgrund ihrer Bedeutung für das stadtclimatische Prozessgeschehen Berlins Maßnahmen/Planungshinweise zugewiesen worden sind. Zum anderen werden „nicht bewertete (Verkehrs-)flächen“ ausgewiesen. Hierbei handelt es sich zu einem überwiegenden Anteil<sup>4</sup> um Flächen, die keiner der anderen Raumeinheiten zugeordnet werden können und/oder auf denen sich in aller Regel keine Menschen aufhalten und die auch keine nennenswerte Klimafunktion erfüllen (u.a. Gleiskörper, Autobahnen). Der Anteil dieser Flächen am gesamten Stadtgebiet liegt bei lediglich rd. 2 %.

<sup>4</sup> Ein kleiner Teil sind auch Splitterflächen, die sich aus der automatisierten Geodatenverarbeitung der Straßenabschnitte ergeben haben.

## 2.3 METEOROLOGISCHE RANDBEDINGUNGEN

Im Rahmen des Gesamtprojektes wurden mit dem mesoskaligen Klimamodell FITNAH zwei Modellläufe für eine hochsommerliche Wetterlage mit einer horizontalen Auflösung von 10 m durchgeführt<sup>5</sup>. Der erste Modelllauf basiert auf einer in Berlin während der Sommermonate relativ häufig auftretenden allochthonen

Westwindwetterlage

(

Abbildung 2). Der zweite Modelllauf basiert auf einer für stadtclimatiscche Analysen regelmäßig verwendeten autochthonen Wetterlage ohne übergeordneten Windeinfluss. Aus den resultierenden meteorologischen Feldern wurden zusätzlich noch räumlich differenzierte Daten für bestimmte klimatologische Kennzage abgeleitet. Insgesamt stehen also drei sich ergänzende flächendeckende Datensätze zur Verfügung.

**Berlin-Grunewald  $v > 2 \text{ m/s}$**

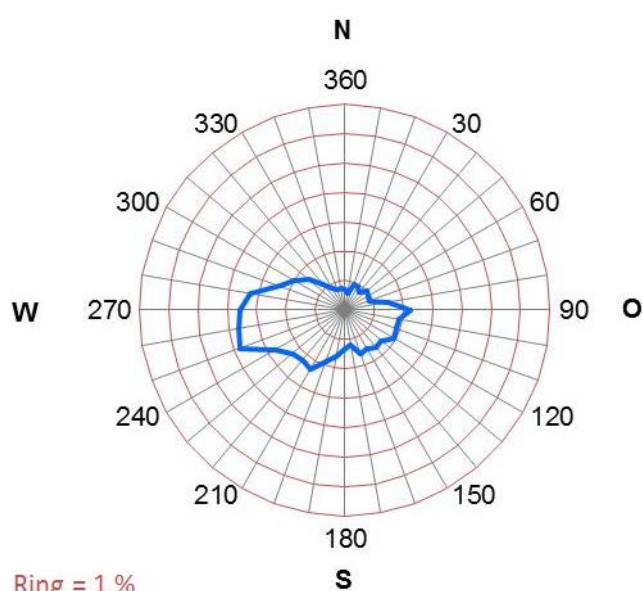


Abbildung 2: Mittlere Windrichtungsverteilung im Zeitraum 2001 bis 2010 an der Klimastation Berlin-Grunewald (Messhöhe 27 m, ca. 7 m über 20 m hohem Baumbestand). Die Ringlinien kennzeichnen die Häufigkeiten des Auftretens der Windrichtungen, ihr Abstand beträgt 1 %.  
(SenStadtUm 2014)

Es ist Stand der Technik, dass für die Ableitung der PHK lediglich *eine* meteorologische Situation herangezogen werden kann. Für die PHK 2015 wurde hierfür die autochthone hochsommerliche Hochdruckwetterlage ohne übergeordneten Windeinfluss ausgewählt. Sie stellt diejenige Wetterlage dar, in der das stadtclimatiscche Prozessgeschehen am deutlichsten ausgeprägt ist, und auf dessen Basis sich dementsprechend auch sinnvolle Planungshinweise ableiten lassen. Da für spezifische Fragestellungen (z.B. B-Planverfahren, Wirkungsanalysen von Maßnahmen) zusätzlich die Ergebnisse der übrigen beiden Datensätzen relevant sein können, sind sämtliche Analyseparameter im FIS-Broker abrufbar oder werden bei Bedarf auf Anfrage von Abteilung III D 11 der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt bereitgestellt.

---

<sup>5</sup> Detailliertere Informationen zum Modell können dem Abschlussbericht des Projektes entnommen werden:

[http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/download/Projektbericht\\_StadtKlimaBerlin\\_SenStadtUm\\_IID\\_2015.pdf](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/download/Projektbericht_StadtKlimaBerlin_SenStadtUm_IID_2015.pdf)

Bei dem gewählten Modelllauf handelt es sich bewusst nicht um ein Extremereignis wie es etwa im Juli/August 2003 oder August 2015 aufgetreten ist, sondern um einen Zustand wie er in Berlin mindestens einmal jährlich vorkommt. Dieses Vorgehen wurde gewählt, weil die Stadtentwicklung eher auf mittlere meteorologische Lastfälle ausgerichtet sein sollte, die sich durch eine nachhaltige Stadtentwicklung und entsprechende Maßnahmen beherrschen lassen. Extremereignisse hingegen sind zu selten und zu intensiv um alleine auf ihrer Basis stadtplanerische Entscheidungen treffen zu können. Vergleichbar mit Sturzfluten sollten auch Hitzeperioden zukünftig tendenziell eher Gegenstand des Katastrophenschutzes sein. Dennoch entschärfen alle Maßnahmen, die auf der Basis einer mittleren meteorologischen Situation umgesetzt werden auch die Belastung während einzelner, seltener Extremwetterlagen.

Tabelle 1 zeigt, welche meteorologischen Parameter des gewählten Modelllaufs in die PHK 2015 eingeflossen sind. Es wird deutlich, dass der hochkomplexe Gesamtkatalog der Modellausbabegrößen hinsichtlich verwendeter Parameter, Höhenstufen und Tageszeiten fachgutachterlich verdichtet wurde. Dieses Vorgehen stellt den bestmöglichen Kompromiss zwischen einem aussagekräftigen, qualitativ hochwertigen und dennoch nachvollziehbaren und reproduzierbaren Kartenwerk dar.

*Tabelle 1: In die PHK 2015 eingeflossene stadtclimatisch relevanter Parameter*

Meteorologischer Parameter	Verwendung für	Relevant für
human-biometeorologischer Index PET in °C (14:00 Uhr, 2m über Grund)	Bewertung der thermischen Belastung am Tage	Siedlungsraum, Grün- und Freiflächen, Öffentliche Straßen, Wege und Plätze
bodennahe Lufttemperatur in °C (04:00 Uhr, 2m über Grund)	Bewertung der thermischen Belastung in der Nacht	Siedlungsraum
Kaltluftvolumenstrom in m³/sm (04:00 Uhr, variable Höhe ü. NN)	Bewertung der Klimafunktion Kaltluftliefervermögen	Siedlungsraum, Grün- und Freiflächen
Windfeld in m/s (04:00 Uhr, 2m über Grund)	Bewertung der Klimafunktion Leitbahn	Siedlungsraum, Grün- und Freiflächen, Öffentliche Straßen, Wege und Plätze
Index der Luftbelastung für PM10 und NO2 (nachrichtliche Übernahme aus UA-Karte 03.11.2)	Bewertung der lufthygienischen Belastung	Öffentliche Straßen, Wege und Plätze

Sämtliche Parameter werden vom Modell in einer horizontalen Auflösung von 10 m ausgegeben, das heißt es liegt eine Klimainformation pro 100 m<sup>2</sup> vor. Da ausnahmslos alle ISU5 Block(teil)flächen und auch die Straßenabschnitte einen größeren Flächeninhalt aufweisen, beziehen sich die vorgenommenen blockbezogenen Bewertungen auf ein statistisches, nicht gewichtetes Raummittel aus allen die Block(teil)fläche schneidenden Rastern. Daraus folgt, dass innerhalb einer Block(teil)fläche in aller Regel höhere und/oder niedrigere Werte vorkommen, als in die Bewertung eingeflossen sind. Minimum, Maximum und Varianz der auftretenden Werte können der Sachdatentabelle der Online-Version entnommen werden. Durch die ebenfalls im FIS-Broker verfügbare Zuschaltung der 10 m Rasterinformationen erhält man Einsicht in die räumliche Verteilung der Parameter innerhalb der Blockflächen.

Neben meteorologischen Kenngrößen spielen für die Planungshinweiskarte auch noch weitere Sach- und Geodaten eine nicht unwesentliche Rolle (Tabelle 2). Sie dienen in erster Linie als Entscheidungsgrundlage für die flächenspezifische Zuweisung von Maßnahmen und Planungshinweisen. Auch hier wurde ein Raummittelwert gebildet.

Tabelle 2: Sonstige relevante Sach- und Geodaten, die in die PHK 2015 eingeflossen sind

Sach- /Geodatum	Verwendung für	Relevant für
Mit Bäumen überstandener Flächenanteil [%]	Zuordnung von Maßnahmen zu Block(teil)flächen	Straßenraum, Grün- und Freiflächen
Anteil offener Wasserflächen [%]	Zuordnung von Maßnahmen zu Block(teil)flächen	Grün- und Freiflächen
Grünvolumendichte [m³/ha]	Zuordnung von Maßnahmen zu Block(teil)flächen	Siedlungsraum
Gebäudevolumendichte [m³/ha]	Zuordnung von Maßnahmen zu Block(teil)flächen	Siedlungsraum
Anteil Risikogruppen an der Bevölkerung [%]	Zuordnung von Maßnahmen zu Block(teil)flächen	Siedlungsraum
Versiegelungsgrad [%]	Zuordnung von Maßnahmen zu Block(teil)flächen	Siedlungsraum

## 3. Die Hauptkarte

Die Hauptkarte besteht aus vier Themenbereichen. Zum einen wird die klimaökologische Belastungssituation im Siedlungsraum sowie auf öffentlichen Straßen, Wegen und Plätzen bewertet (Kap. 3.1 und 3.2). Zum anderen wird die klimaökologische Schutzwürdigkeit von Frei- und Grünflächen beurteilt und die Bedeutung der Komponenten des Berliner Luftaustauschsystems erläutert (Kap. 3.3 und 3.3).

### 3.1 SIEDLUNGSRAUM

Der Siedlungsraum stellt zusammen mit dem Öffentlichen (Straßen-)Raum den primären Wirkungsraum des stadtclimatischen Prozessgeschehens dar<sup>6</sup>. Die räumlich hochauflöste und tageszeitlich differenzierte Beurteilung der thermischen Situation im Wirkungsraum unter Berücksichtigung des Aufenthalt- bzw. Nutzungszeitpunktes durch die Berliner Bevölkerung sowie deren Verknüpfung zu einem wertgebenden Gesamtindikator stellen wesentliche Ziele und einen deutlichen Fortschritt der PHK 2015 dar. Im Folgenden wird die Herleitung der thermischen Gesamtsituation geschildert sowie die entsprechenden Ergebnisse beschrieben<sup>7</sup>. Die zugrundeliegende Methode orientiert sich an der VDI-Richtlinie 3787, Blatt 2 und sieht eine 4-stufige Klassifizierung zwischen „sehr günstig“ und „ungünstig“ vor (VDI 2008).

Zur Bewertung der Tagsituation ist der humanbioklimatische Index PET (=Physiologisch Äquivalente Temperatur) herangezogen worden (vgl. Höppe und Mayer 1987). Gegenüber vergleichbaren Indizes wie dem bei der 200er Version der PHK Stadtclima verwendeten PMV (=Predicted Mean Vote) hat PET vor allem den Vorteil, aufgrund seiner °C-Einheit auch von Nichtfachleuten besser nachvollzogen werden zu können. Darüber hinaus handelt es sich bei dem PET um eine Größe, die sich in der Fachwelt zu einer Art „Quasi-Standard“ entwickelt hat, so dass sich die Ergebnisse aus Berlin grundsätzlich auch mit denen aus anderen Städten (auch außerhalb Deutschlands) vergleichen lassen.

Grundsätzlich empfiehlt das mit der Erstellung der PHK 2015 beauftragte Gutachterkonsortium, darauf hinzuwirken, dass für die gewählte meteorologische Situation eine starke Wärmebelastung vermieden wird. Per Definition liegt eine solche ab einem PET von 35 °C vor (vgl. Tabelle 15 im Anhang). Da aber nicht jeder Mensch dasselbe Wärmeempfinden hat und einige Menschen bereits bei geringeren Werten Belastungen empfinden (Fanger 1982), wurden die starren Klassengrenzen zugunsten eines flexiblen Übergangsbereichs aufgelöst und aus Vorsorgegesichtspunkten bereits PET-Werten  $\geq 34$  °C die höchste thermische Belastungsstufe zugeordnet („ungünstige thermische Situation“)<sup>8</sup>.

Entsprechend der gewählten meteorologischen Situation bezieht sich diese Bewertung auf eine regelmäßig auftretende Sommersituation. Da während Hitzeperioden aber auch noch deutlich höhere Temperatu-

---

<sup>6</sup> Da einige Teilflächen der Raumeinheit auch bedeutende Klimafunktionen aufweisen (z.B. stark durchgrünte Wohngebiete), können sie zusätzlich auch dem Ausgleichsraum zugeordnet werden (vgl. Kapitel 3.3).

<sup>7</sup> Analyseergebnisse getrennt nach Tag- und Nachsituation können Abbildung 97 bis Abbildung 102 im Anhang entnommen werden

<sup>8</sup> Eine VDI-Richtlinie zur Standardisierung dieses Vorgehens ist unter dem Titel VDI 3787 – „Umweltmeteorologie – Richtwerte für thermische Belange“ gegenwärtig in Arbeit.

ren erreicht werden und der Klimawandel das PET-Niveau eines durchschnittlichen Sommertages allmählich anheben wird, sind Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation auch schon bei kleineren PET-Werten zu empfehlen, die der Klasse „weniger günstig“ zugeordnet worden sind. Für die spezifische Konstellation in Berlin liegt dieser Wert im Siedlungsraum bei PET 33,6 °C. Der Wert und damit auch die übrigen drei Belastungsklassen wurden mithilfe des in der VDI-Richtlinie empfohlenen statistischen Verfahrens der Z-Transformation abgeleitet, das im Wesentlichen auf dem Grad der Abweichung vom Mittelwert beruht.

Der PET bezieht sich (wie die übrigen humanbiometeorologischen Indizes auch) auf außenklimatische Bedingungen und zeigt eine starke Abhängigkeit von der Strahlungstemperatur (Kuttler 1999). Mit Blick auf die Wärmebelastung ist er damit vor allem für die Bewertung des Aufenthalts im Freien am Tage sinnvoll einsetzbar. In der Nacht ist allerdings weniger der Aufenthalt im Freien Bewertungsgegenstand, sondern vielmehr die Möglichkeit eines erholsamen Schlafes im Innenraum. Würde man den Index auch zur Bewertung der Nachtsituation heranziehen, besteht die große Gefahr eines Fehlschlusses. Denn in Berlin liegen selbst während der modellierten hochsommerlichen Wetterlage die PET Werte im Siedlungsraum nachts lediglich zwischen 13 und 22 °C, was einer mäßig bis schwachen Kältebelastung bzw. einem thermischen Komfort und damit eben keiner Wärmebelastung entspricht.

Die VDI Richtlinie weist in diesem Zusammenhang daher darauf hin, dass die „Lufttemperatur der Außenluft die entscheidende Größe“ (VDI 2008, 25) für die Bewertung der Nachtsituation darstellt und näherungsweise ein direkter Zusammenhang zwischen Außen- und Innenraumluft unterstellt werden kann. Zwar werden Tropennächte mit einer nächtlichen Minimumtemperatur von >20 °C gemeinhin als besonders problematisch bezeichnet und optimale Schlaftemperaturen mit 16 bis 18°C angegeben (UBA 2015), eine mit PET vergleichbare Bewertungsskala existiert für die nächtliche Situation im Innenraum (noch) nicht<sup>9</sup>. Allerdings zeigt das in der Modellierung für den Siedlungsraum auftretende Wertespektrum der bodennahe Lufttemperatur von 14,5 – 21,2 °C, dass für Berlin schon in durchschnittlichen hochsommerlichen Tagen mit einer nächtlichen Wärmebelastung gerechnet werden kann. Für die PHK 2015 erfolgte die räumlich differenzierte Bewertung der Nachtsituation daher auf der Basis einer Z-Transformation des Temperaturfeldes.

In Wohn- und Mischgebieten (Stadtstrukturtypen 1-13) und den Flächentypen „46 – Krankenhaus“, „51 - sonstige Jugendeinrichtungen (u.a. Kinder- und Jugendheime)“ und „29 – Kerngebiet“ wird für die Bewertung der thermischen Gesamtsituation sowohl das Belastungsniveau am Tage (Zeitpunkt: 14:00 Uhr) als auch in der Nacht (04:00 Uhr) berücksichtigt, da sich der Mensch hier sowohl tagsüber (Arbeit, Freizeit, Mobilität) als auch nachts (Schlaf) aufhält. Für reine Gewerbe-/Industriegebiete und Gemeinbedarfsflächen der Stadtstrukturtypen 14-17 hingegen stellt die Tagsituation die bewertungsrelevante Größe dar. Den Beurteilungsmaßstab bilden hier Arbeitnehmer und Kunden/Gäste. Für diejenigen, die in den Nachstunden arbeiten müssen, stellt das in Berlin auftretende thermische Belastungsniveau selbst während Extremsituationen in aller Regel keine Gesundheitsgefährdung dar (Tabelle 3).

<sup>9</sup> Vor allem auch deswegen, weil die flächendeckende (modell- oder messtechnische) Herleitung der Werte aufgrund der Heterogenität der Gebäude bezgl. Art, Größe, Exposition, Material und Nutzungsverhalten deutlich schwieriger ist, als bei den vergleichsweise homogenen Bedingungen des Außenraums. Dennoch ist perspektivisch mit Methoden zu rechnen, die eine individuellere Bewertung nach Gebäudetypologien und Etagen erlaubt (Pfafferott und Becker 2008).

Tabelle 3: Klassenstufen und Methode zur Bewertung der thermischen Situation im Siedlungsraum

Tageszeit	Bewertungsstufen	Methode	Relevant für
<b>Tagsituation</b>	Gemäß VDI 3785, Bl.1 1= sehr günstig 2= günstig 3= weniger günstig 4= ungünstig	PET 14:00 Uhr z-Wert < -1 z-Wert ≥ -1 und ≤ 0 z-Wert > 0 und ≤ 0,44 ≥ 34°C	<b>Stadtstrukturtypen 1-13</b> („Wohn-/Mischgebiete“) <b>Stadtstrukturtypen 14-17</b> („Gewerbe/Industrie/Gemeindebedarf“)
<b>Nachtsituation</b>	Gemäß VDI 3785, Bl.1 1= sehr günstig 2= günstig 3= weniger günstig 4= ungünstig	T 04:00 Uhr z-Wert < -1 z-Wert ≥ -1 und ≤ 0 z-Wert > 0 und ≤ 1 z-Wert > 1	<b>Stadtstrukturtypen 1-13</b> („Wohn-/Mischgebiete“) sowie Flächentypen 29, 46 und 51

Zur Beurteilung der Situation in den Wohn-/und Mischgebieten sind die Einzelergebnisse für die Tag- und Nachtsituation aggregiert worden. Aufgrund des ordinalen Skalenniveaus der Bewertungsstufen ist eine statistische Mittelwertbildung mathematisch nicht zulässig. Daher erfolgte eine gutachterliche Zuordnung, welche Klassenkombination zu welchem Gesamtergebnis führt (Tabelle 4).

Demnach sind den beiden Klassen 4 = ungünstig und 1 = sehr günstig je vier und den Klassen 3 = weniger günstig und 2 = günstig je 5 Kombinationen zugewiesen worden. Sofern sich für die beiden Tageszeiten identische Einzelergebnisse ergeben (z. B. die Kombination günstig/günstig), erfolgt die Zuweisung für die Gesamtbewertung in die entsprechende Klasse (günstig). Bei allen anderen Kombinationen wurde eine individuelle, gutachterliche Zuordnung vorgenommen.

Die Flächenanteile der einzelnen Klassen variieren zwischen wenigen Zehntel (u.a. die Kombination ungünstig/ungünstig) und 18,4 Prozentpunkten für das Wertepaar Tag = günstige thermische Situation und Nacht = weniger günstige thermische Situation. Da ein erholsamer Schlaf für die menschliche Gesundheit hier als relevanter eingeschätzt wird, als die Tagsituation, während der die Anpassungskapazität der Bevölkerung an den Hitzestress grundsätzlich als höher einzustufen ist, wurde die Kombination in der Gesamtbewertung in die Klasse 3 (ungünstig) eingestuft.

Tabelle 4: Verrechnungsvorschrift zur Verknüpfung der Bewertung von Tag- und Nachtsituation

Bewertungsstufe Tagsituation	Bewertungsstufe Nachtsituation	Gesamtbewertung	Auftrittshäufigkeit [Blockteilstücken]	Flächenanteil Siedlungsraum
4= ungünstig	4= ungünstig	4= ungünstig	210	0,8%
4= ungünstig	Irrelevant	4= ungünstig	1323	14,8%
4= ungünstig	3= weniger günstig	4= ungünstig	792	4,5%
3= weniger günstig	4= ungünstig	4= ungünstig	851	2,6%
4= ungünstig	2= günstig	3= weniger günstig	211	0,9%
3= weniger günstig	Irrelevant	3= weniger günstig	749	6,0%
3= weniger günstig	3= weniger günstig	3= weniger günstig	1.476	8,9%
2= günstig	3= weniger günstig	3= weniger günstig	3117	19,5%
2= günstig	4= ungünstig	3= weniger günstig	1.043	4,4%
1= sehr günstig	4= ungünstig	3= weniger günstig	1	0,0%
4= ungünstig	1= sehr günstig	2= günstig	219	1,4%
3= weniger günstig	2= günstig	2= günstig	564	2,8%
3= weniger günstig	1= sehr günstig	2= günstig	1.010	6,2%
2= günstig	Irrelevant	2= günstig	958	5,8%
2= günstig	2= günstig	2= günstig	1.912	11,2%
1= sehr günstig	3= weniger günstig	2= günstig	130	1,1%
2= günstig	1= sehr günstig	1= sehr günstig	853	5,4%
1= sehr günstig	2= günstig	1= sehr günstig	369	2,5%
1= sehr günstig	Irrelevant	1= sehr günstig	146	0,9%
1= sehr günstig	1= sehr günstig	1= sehr günstig	20	0,1%
gesamt			15.684	99,9% <sup>1</sup>

<sup>1</sup>: Abweichung von 100% ist rundungsbedingt

Basierend auf dieser Methode wurde die thermische Situation in rd. 60 % des Siedlungsraumes als „ungünstig“ oder „weniger günstig“ eingestuft. Insbesondere für die Bewertungsklasse „ungünstig“ sind proaktive Maßnahmen zur Verbesserung der Situation sowie ein Verzicht auf weitere Bebauung dringend anzuraten (vgl. Kapitel 5). Mit Blick auf Extremereignisse sowie den Klimawandel lässt sich dieser Hinweis auf die Flächen der Klasse „weniger günstig“ ausweiten. 40 % des Siedlungsraumes sind demgegenüber als günstig oder sehr günstig einzustufen (Abbildung 3). Hier ist bei Eingriffen (z. B. Nachverdichtungsvorhaben) darauf hinzuwirken, dass sie nicht für die Tag- oder Nachtsituation zu erheblichen negativen Auswirkungen auf der Fläche selbst sowie auf angrenzenden Flächen führen.

Gegenüber der Ausgabe 2009 ist eine moderate Zunahme bei den oberen Belastungsklassen zu beobachten (von ca. 55 % auf rd. 60 %). Dies liegt vor allem darin begründet, dass bei der aktuellen Ausgabe auch die Tagsituation in die Gesamtbewertung eingeflossen ist<sup>10</sup>. Darüber hinaus wurden einige Anpassungen bei der Raumkulisse des Siedlungsraumes vorgenommen. Nicht zuletzt wird auch die intensive bauliche Aktivität in Berlin einen Anteil an dieser Entwicklung haben.

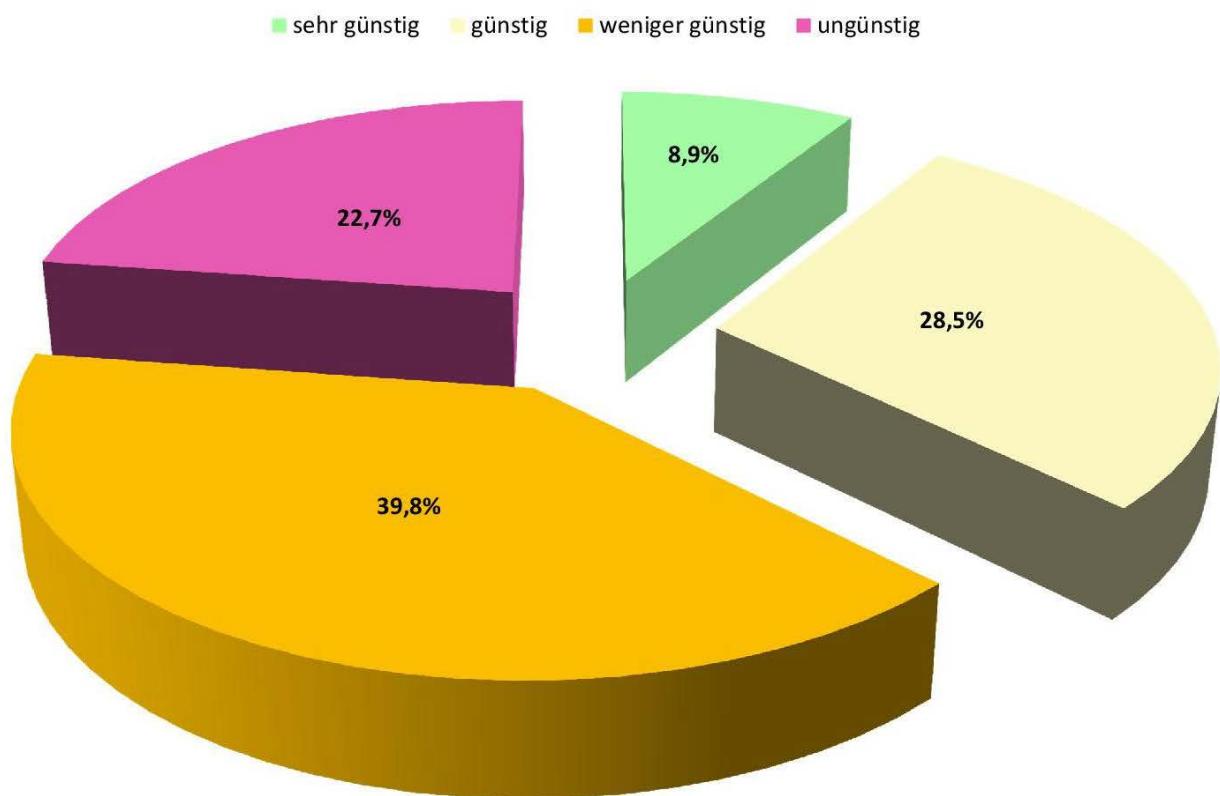


Abbildung 3: Prozentuale Verteilung der Bewertungsklassen zur thermischen Gesamtsituation in den Siedlungsräumen (Verknüpfung von Tag- und Nachtsituation)

Die räumlichen Schwerpunkte der tageszeitlich kombinierten thermischen Belastung liegen in den Bezirken Friedrichshain-Kreuzberg und Mitte (Abbildung 4 und Abbildung 5). Hier fallen jeweils >80 % des Siedlungsraumes in die Klassen „weniger günstig“ oder „ungünstig“, womit eine Empfehlung zur Verbesserung der Situation einhergeht. Geschlossene Blockrandbebauungen (Flächentypen 2 und 7) sowie Gewerbe- und Industriegebiete und großflächiger Einzelhandel (Typ 30) machen in den beiden Bezirken mehr als 40 % der Flächennutzung aus. Entsprechend hoch sind Bauvolumen und Versiegelungsgrad und entsprechend niedrig ist das Grünvolumen. Beides führt zu vergleichsweise hohen Belastungen vor allem in der Nacht, in Teilläufen aber auch am Tage (vgl. Abbildung 98 und Abbildung 101 im Anhang).

Vergleichsweise gut ist die thermische Situation in den Bezirken Steglitz-Zehlendorf, Marzahn-Hellersdorf und Treptow-Köpenick, in denen jeweils auf weniger als 50 % der Fläche Maßnahmen zur Verbesserung

<sup>10</sup> Methodisch wäre ein Vergleich zwischen der Ausgabe 2009 und 2015 auf Basis der Nachtsituation zulässig. Eine solche ergibt dieselbe Rangfolge in den Flächenanteilen der Klassengrößen: weniger günstig > günstig > sehr günstig > ungünstig. Die prozentualen Abweichungen liegen mit Werten zwischen 0,2% und 3,6% auf sehr niedrigem Niveau. Auch die Flächenkulisse ist zeigt ähnliche Muster (siehe Anhang).

notwendig sind. Den Bezirken kommen zum einen ihr hoher Grünanteil und dessen Anschluss an die Kaltluftentstehungsgebiete im Umland (u.a. Forst Grunewald in Steglitz-Zehlendorf, ausgedehnte Waldgebiete zwischen Müggelsee und Dahme in Treptow-Köpenick) zu Gute. Zum anderen begünstigt auch die historisch bedingt offene Bebauungsstruktur ein vergleichsweise geringes thermisches Belastungsniveau. So nehmen in allen Bezirken „Freistehende Einfamilienhäuser mit Garten“ (Typ 23) den höchsten Flächenanteil ein. In Marzahn-Hellersdorf beträgt dieser Anteil sogar nahezu 50 %.

Diese Werte dürfen aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass auch in den bioklimatisch begünstigten Bezirken auf eine stadtclimagerechte Entwicklung geachtet werden sollte und auf Teilflächen sogar Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation anzuraten sind. Ein gutes Beispiel hierfür sind die Ortsteile Marzahn und Hellersdorf, deren „Großsiedlungen und Punkthochhäuser“ (Typ 23) zu fast 80 % eine ungünstige thermische Gesamtbewertung aufweisen, was vor allem auf die Tagsituation bzw. die Situation im Öffentlichen (Straßen-)Raum zurückzuführen ist (vgl. Kapitel 3.2 und Abbildung 101 im Anhang). Gerade auch unter Umweltgerechtigkeitsgesichtspunkten<sup>11</sup> sollte allen besonders betroffenen Ortsteilen, die durch Mehrfachbelastungen im Umwelt- und Sozialbereich auffallen, zukünftig eine größere Aufmerksamkeit bei der Verfolgung des Ziels eines gesunden Stadtklimas für alle Berliner gewidmet werden.

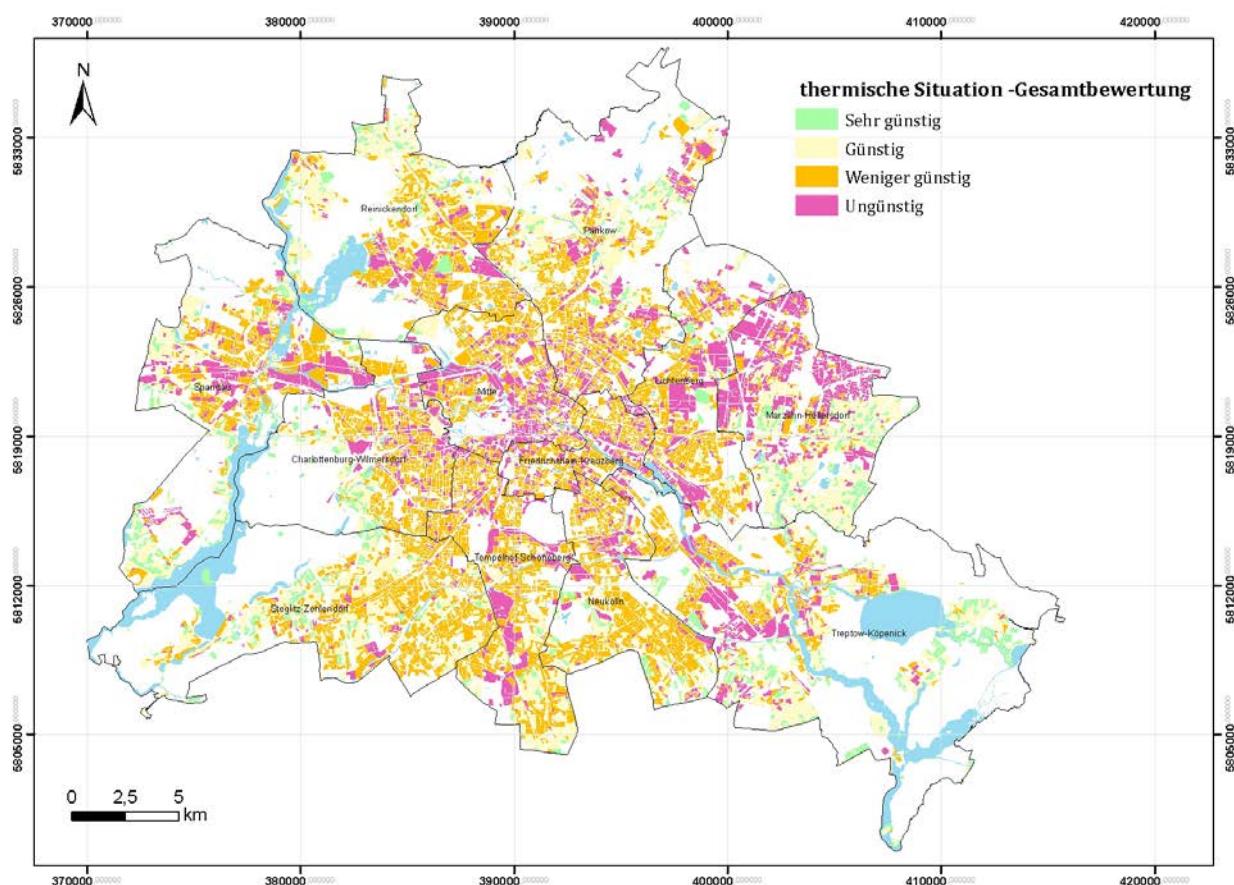


Abbildung 4: räumliche Verteilung der Bewertungsklassen zur thermischen Gesamtsituation in den Siedlungsräumen (Verknüpfung von Tag- und Nachtsituation)

<sup>11</sup> [http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/dinh\\_09.htm](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/dinh_09.htm)

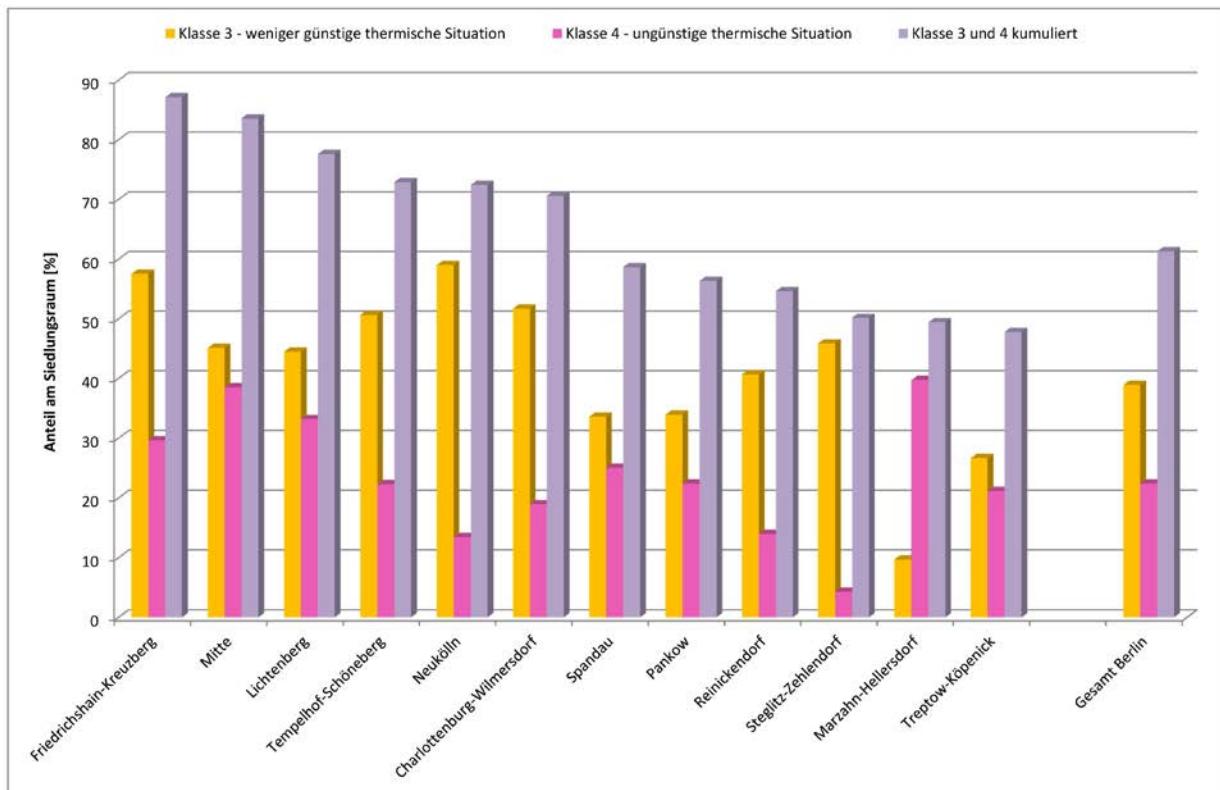


Abbildung 5: Bilanzierung der thermischen Gesamtsituation im Siedlungsraum der 12 Bezirke Berlins

### 3.2 ÖFFENTLICHE STRASSEN, WEGE UND PLÄTZE

Öffentliche Straßen, Wege und Plätze bilden gemeinsam mit dem Siedlungsraum den Wirkungsraum des stadtökologischen Prozessgeschehens Berlins<sup>12</sup>. Straßenquerschnitte weisen in aller Regel einen Durchmesser von wenigen Dekometern auf, so dass sie in den vorangegangenen Versionen der PHK Stadtklima aufgrund der im Vergleich geringeren horizontalen Auflösung (200 m bzw. 50 m) der zugrunde liegenden Modellierungen nicht individuell analysiert werden konnten.

Allerdings stellen öffentliche Straßen, Wege und Plätze ein zentrales Mosaikstück für eine stadtökologische Stadtentwicklung dar. Dieses ist zum einen darauf zurückzuführen, dass der öffentliche Außenraum traditionell das Kernuntersuchungsobjekt der (mikroskaligen) Stadtklimatologie war und es gegenwärtig auch noch ist. Aus stadtplanerischer Sicht dürfte allerdings entscheidender sein, dass die Öffentliche Hand in diesem Raum als zentraler Akteur mit weitgehenden Handlungs- und Entscheidungsbefugnissen auftreten kann, während sie im privaten (Gebäude-)Bestand allenfalls Anreize schaffen kann (z.B. über die Stadtsanierung). Insofern ist die Bereitstellung von stadtökologischem Abwägungsmaterial für den öffentlichen Raum eine zentrale Innovation in der PHK 2015.

Auf öffentlichen Straßen, Wegen und Plätzen spielt neben der thermischen auch der lufthygienische Wirkungskomplex eine zentrale Rolle. Bedingt durch rechtliche Vorgaben aus der „Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa“ (EU 2008) in Verbindung mit der „39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes“ (Bundesregierung 2010) wird der Reinhaltung der Luft gegenwärtig gemeinhin eine noch höhere Relevanz beigemessen als der thermischen Belastung. Mit Blick auf den Klimawandel und eine zunehmende Elektrifizierung des Straßenverkehrs ist allerdings mittel- bis langfristig davon auszugehen, dass sich dieses Ungleichgewicht allmählich auflösen wird und beide Komplexe gleichwertig betrachtet werden.

Da dieser Paradigmenwechsel gegenwärtig noch nicht abgeschlossen ist und vor allem auch deswegen, weil Wirkungszusammenhänge, Zuständigkeiten und Maßnahmen sehr unterschiedlich sein können, wurde in der Hauptkarte PHK 2015 darauf verzichtet, die beiden Komplexe miteinander zu „verrechnen“. Sie werden stattdessen einzeln bewertet und gleichwertig nebeneinander dargestellt.

Für die Bewertung der lufthygienischen Situation wurden die Daten aus der Umweltatlas Karte 03.11.2 „Verkehrsbedingte Luftbelastung“ nachrichtlich übernommen. In der Karte sind mit dem Feinstaub (PM10) und dem Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) die beiden zentralen verkehrsbedingten Luftschaadstoffe zu einem Immisionsindex verknüpft worden. Auf eine detaillierte Diskussion der Ergebnisse wird an dieser Stelle zur Vermeidung von Redundanzen verzichtet und auf den entsprechenden UA-Text verwiesen<sup>13</sup>. Grundsätzlich ist aber zu erkennen, dass die höchsten Belastungen innerhalb des S-Bahnringes (vor allem im südwestlichen Ringviertel) auftreten.

<sup>12</sup> Da einige Teilflächen der Raumeinheit auch bedeutende Klimafunktionen (z.B. Leitbahnharakter) aufweisen, können sie zusätzlich auch dem Ausgleichsraum zugeordnet werden (vgl. Kapitel 3.3).

<sup>13</sup> <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/ib311.htm>

Analog zum Siedlungsraum wurde für die Bewertung der thermischen Situation am Tage der humanbiometeorologische Index PET herangezogen. Da sich nachts deutlich weniger Menschen im Öffentlichen (Straßen-)Raum aufhalten und sich das Belastungsniveau für diese Menschen in Berlin im Bereich des thermischen Komforts bewegt, beruht die in der PHK 2015 dargestellte Bewertung gänzlich auf der Tagsituation (Tabelle 5). PET Werte  $\geq 34^{\circ}\text{C}$  wurden der höchsten Belastungsklasse zugewiesen, die übrigen drei Bewertungsklassen wurden mithilfe des statistischen Verfahrens der Z-Transformation abgeleitet (Details zu diesem Vorgehen siehe Kapitel 3.1).

*Tabelle 5: Klassenstufen und Methode zur Bewertung der thermischen Situation auf Öffentlichen Straßen, Wegen und Plätzen*

Tageszeit	Bewertungsstufen	Methode
<b>Tagsituation</b>	Gemäß VDI 3787, Bl.2 1= sehr günstig 2= günstig 3= weniger günstig 4= ungünstig	PET 14:00Uhr z-Wert < -1 z-Wert $\geq -1$ und $\leq 0$ z-Wert > 0 und $\leq 0,34$ $\geq 34^{\circ}\text{C}$

Im Ergebnis lassen sich rd. 55 % der öffentlichen Straßen, Wege und Plätze Berlins den beiden höchsten Belastungsklassen zuordnen<sup>14</sup> (Abbildung 6). Für die Straßenabschnitte und Plätze der Klasse 4 wird empfohlen, bereits kurzfristig Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation umzusetzen. Diese sollten eine Wirkung für die Tagsituation entfalten (vor allem verschattende Maßnahmen). Wenn in der Nacht eine thermisch belastete Siedlungsfläche unmittelbar angrenzt, sind zusätzliche Maßnahmen sinnvoll (vor allem solche, die die Wärmespeicherung reduzieren). Ein besonderer Fokus sollte dabei auch auf solche Abschnitte gelegt werden, auf denen sowohl eine ungünstige thermische Situation als auch eine erhöhte oder sehr hohe verkehrliche Luftbelastung modelliert wurden (vgl. Kapitel 4.1).

Mittelfristig sind Maßnahmen aber auch schon auf Teilflächen zu empfehlen, denen im Gutachten die Klasse „weniger günstig“ zugeordnet wurde. Während Hitzeperioden können hier noch deutlich höhere Belastungen erreicht werden als in der Modellierung abgebildet wird. Zudem wird der Klimawandel das PET-Niveau eines durchschnittlichen Sommertages allmählich auch im Öffentlichen Straßenraum anheben.

Auf den übrigen 45 % der Fläche der Raumeinheit kann die thermische Situation gegenwärtig als günstig oder sehr günstig eingestuft werden. Maßnahmen zur weiteren Verbesserung sind nicht zwingend notwendig, sollten aber in Betracht gezogen werden, wenn etwaig angrenzende Siedlungsräume eine Belastung aufweisen und Maßnahmen dort nicht oder in nicht ausreichendem Umfang umgesetzt werden können.

---

<sup>14</sup> Da anders als bei der verkehrsbedingten Luftbelastung nicht eine Linien- sondern eine Flächengeometrie bewertet wurde (vgl. Kapitel 2.1), ist die Klasse 4 „ungünstige thermische Situation“ moderat überrepräsentiert: Neun der zehn flächenmäßig größten Teilflächen entfallen auf diese Klasse.

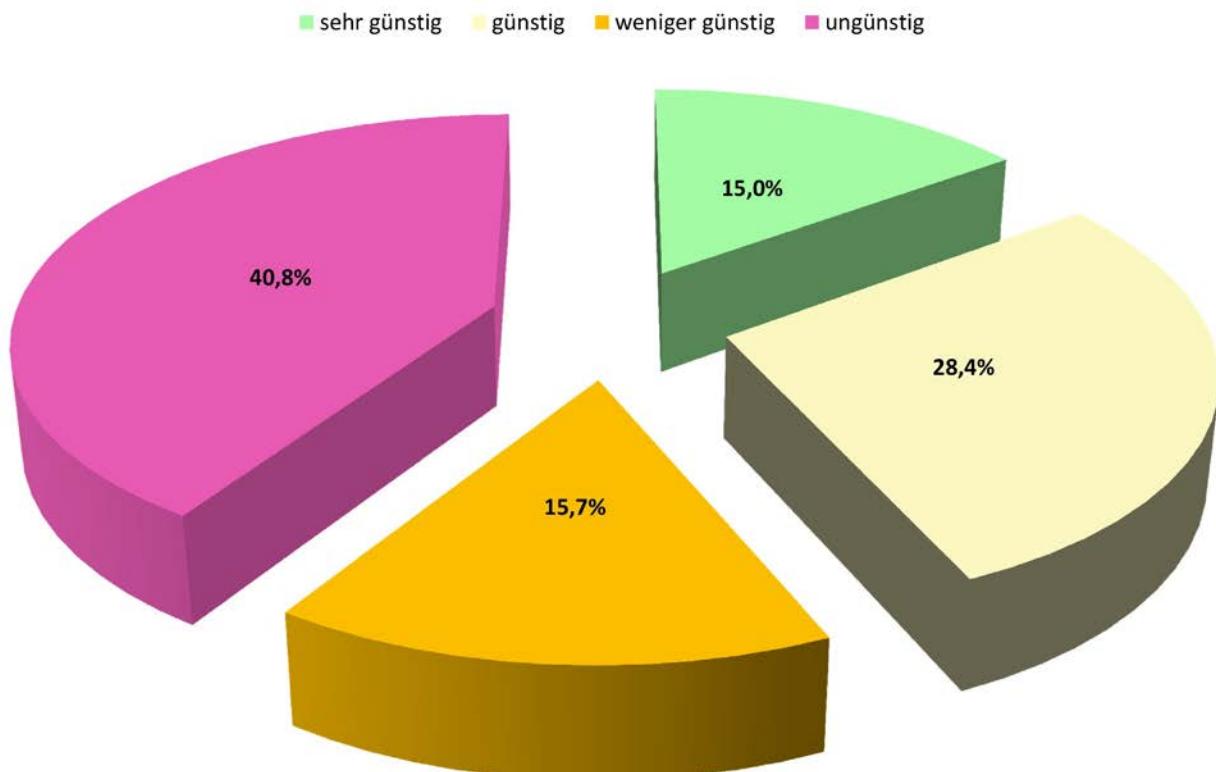


Abbildung 6: Prozentuale Verteilung der Bewertungsklassen zur thermischen Gesamtsituation auf Öffentlichen Straßen, Wegen und Plätzen

Die räumlichen Schwerpunkte der thermischen Belastung auf den Öffentlichen Straßen, Wegen und Plätzen weisen einen engen Zusammenhang mit dem Grünvolumen bzw. dem Anteil der von Straßenbäumen bedeckten Grundfläche der Straßenabschnitte auf. Letzterer liegt im Bezirk Marzahn-Hellersdorf bei lediglich durchschnittlich 8 %. Auch beim Grünvolumen im Öffentlichen Raum bildet der Bezirk das eindeutige Schlusslicht: Der Bezirk Steglitz-Zehlendorf weist in dieser Bewertungseinheit in etwa das 2,5 fache Grünvolumen auf, selbst zum „Vorletzten“ in diesem Ranking, dem Bezirk Treptow-Köpenick, fehlen rund 25% oder 2.500 m<sup>3</sup>. Beide Phänomene in Kombination führen dazu, dass in Marzahn-Hellersdorf >85% der Fläche den Klassen „weniger günstige oder ungünstige thermische Situation“ zugeordnet werden müssen (Abbildung 7 und Abbildung 8).

In den meisten übrigen Bezirken liegt dieser Flächenanteil zwischen 55 % und 65 %. Das angenehmste Bioklima im Öffentlichen Straßenraum herrscht im Bezirk Steglitz-Zehlendorf. Lediglich ein Viertel der Flächen weist hier ein Defizit auf. Ebenfalls vergleichsweise günstig ist die thermische Situation in Charlottenburg-Wilmersdorf und Reinickendorf. Hier beträgt der kumulierte Flächenanteil der Klassen 3 und 4 nur knapp über bzw. unter 40 %. Dass aber selbst in diesen Bezirken noch Potential zur Verbesserung existiert, zeigen die Anteile der von Straßenbäumen bedeckten Grundfläche der Straßenabschnitte: sie liegen für die genannten Bezirke zwischen 14 % und 16 %.

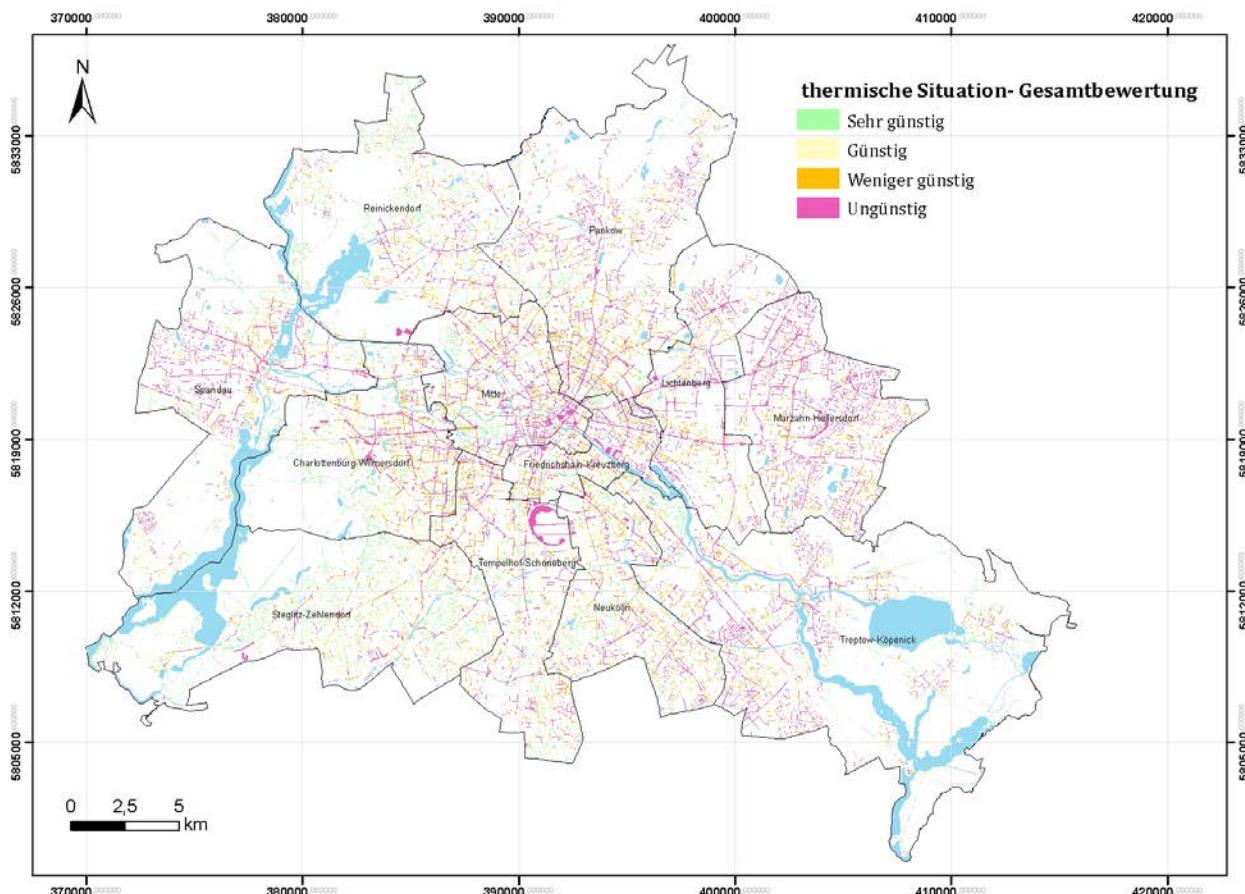


Abbildung 7: Gesamtbewertung der thermischen Situation auf Öffentlichen Straßen, Wegen und Plätzen

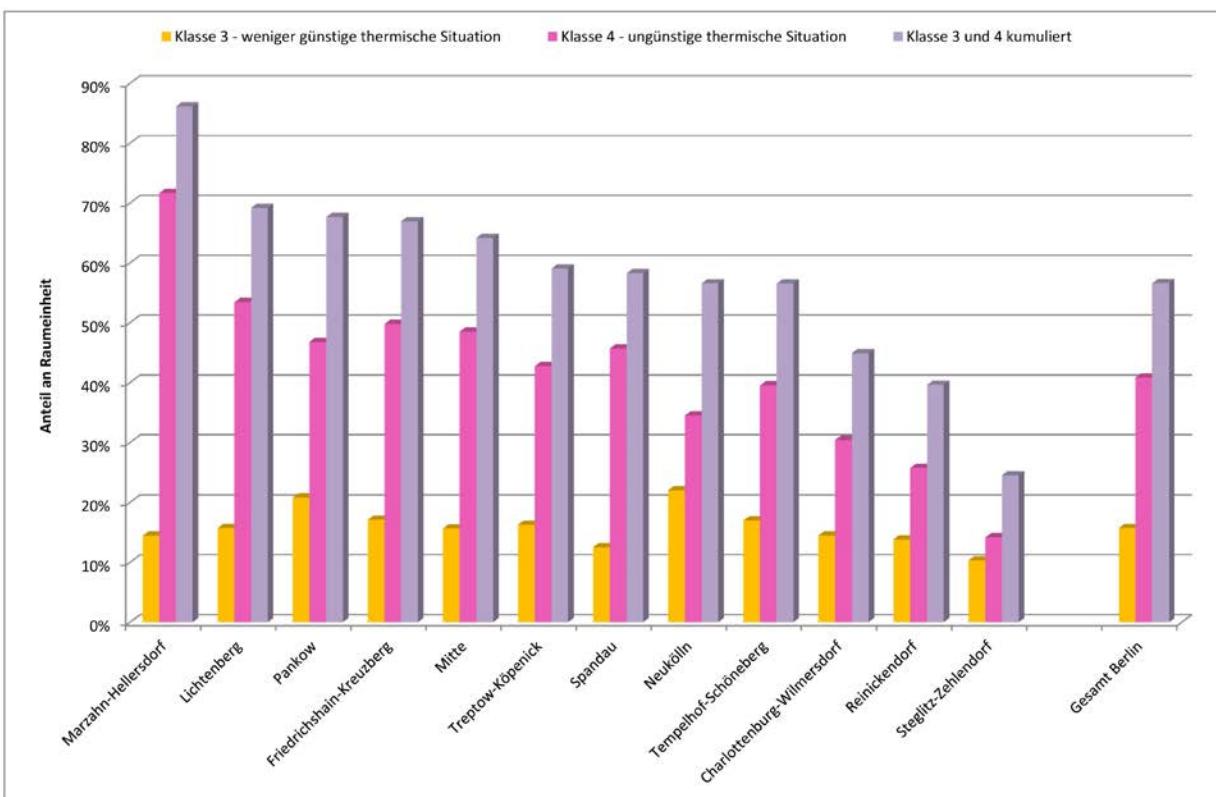


Abbildung 8: Bilanzierung der thermischen Belastungssituation auf den Öffentlichen Straßen, Wegen und Plätzen der 12 Bezirke Berlins

### 3.3 LUFTAUSTAUSCH

Der bodennahe Luftaustausch zwischen einer Stadt und ihrem Umland erfolgt über Leitbahnen. Sie sind definiert über ihre Induktion, Ausrichtung, Oberflächenbeschaffenheit und Breite (Mayer et al. 1994). Leitbahnen verbinden Kaltluftentstehungsgebiete (Ausgleichsräume – vor allem Grün- und Freiflächen) mit thermischen und lufthygienischen Belastungsbereichen (Wirkräume – Siedlungsraum und Öffentliche Straßen, Wege, Plätze). Sie tragen dadurch zur Reduktion der städtischen Wärmeinsel und zur Entlastung der thermischen Belastung in der Nacht sowie zum Abtransport von lufthygienisch verunreinigter Luft bei. Leitbahnen sind somit elementarer Bestandteil des stadtclimatischen Prozessgeschehens und hochgradig schutzwürdig.

Das großräumige Luftaustauschsystem Berlins besteht vor allem aus drei Komponenten (Abbildung 9):

- Luftleit- und Ventilationsbahnen
- Orographisch-thermisch induzierte, flächenhafte Kaltluftabflüsse
- Thermisch induzierte, linienhafte Kaltluftleitbahnen

Das System wird ergänzt durch den lokalen Kaltluftaustritt aus Grün- und Freiflächen (vgl. Kapitel 3.4). Mit der Bereitstellung von im Vergleich zur Stadtluft kühlerer und lufthygienisch unbelasteter Luft weisen die Komponenten grundsätzlich dieselben klimaökologischen Funktionen auf. Die prozessuale Entstehung der Ökosystemdienstleistungen und mit Ihnen die Intensität und räumliche Bedeutung ist jedoch für die einzelnen Komponenten unterschiedlich.

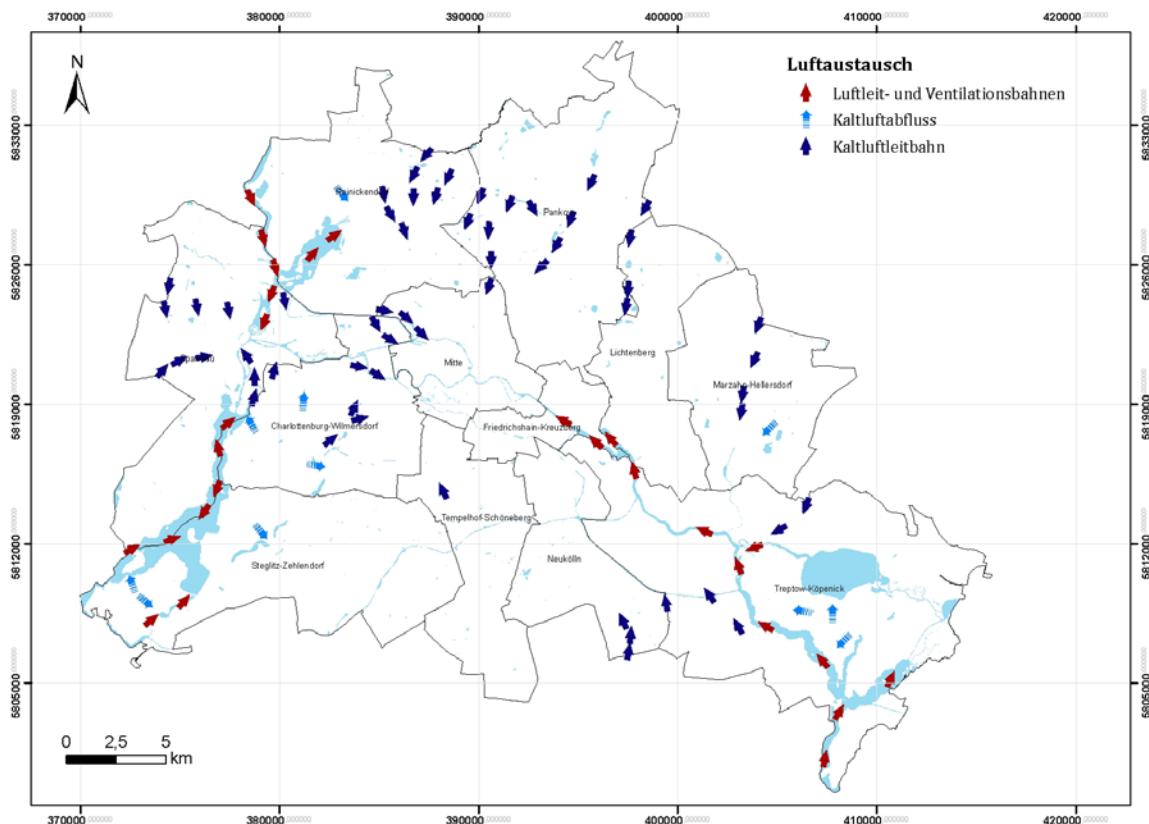


Abbildung 9: Das großräumige Luftaustauschsystem Berlins

Die für Berlin wichtigen Luftleit- und Ventilationsbahnen folgen den Tälern von Havel, Dahme und Spree. Sie sind vor allem bei allochthonen Wetterlagen von Bedeutung, bei denen sich aufgrund von mehr oder weniger großräumigen Luftdruckunterschieden regionale Windsysteme ausbilden. In Berlin treten diese Wetterlagen im langjährigen Mittel (2001-2010) in Abhängigkeit von der betrachteten Station zwischen 61,9 % (Berlin-Grunewald) und 91,5 % (Berlin-Dahlem) auf. Dabei herrschen westliche Windrichtungen vor (

Abbildung 10). In den Tälern wird die herangeführte Kaltluft kanalisiert, beschleunigt und auf diese Weise in die vergleichsweise windschwachere Innenstadt transportiert („Düseneffekt“). Um dieses Phänomen optimal ausnutzen zu können, sollten Uferbereiche freigehalten und in den Übergangszenen zu Gewässern die Bebauung offen gehalten werden.

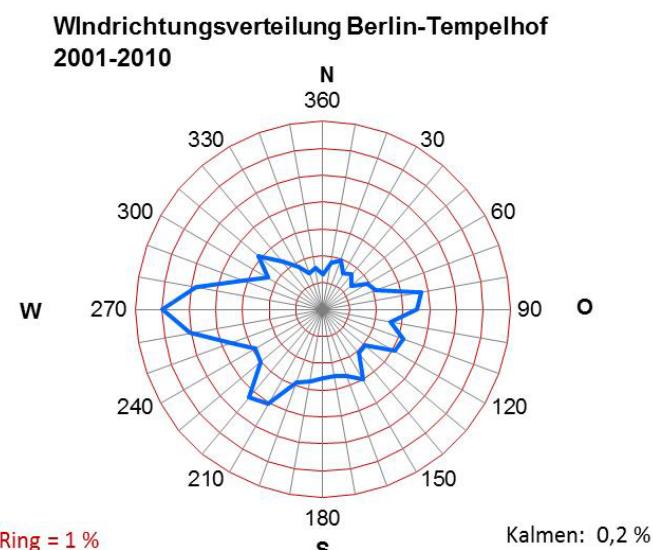


Abbildung 10: Mittlere Windrichtungsverteilung im Zeitraum 2001 bis 2010 an der Klimastation Berlin-Tempelhof (Messhöhe 10 m). Die Ringlinien kennzeichnen die Häufigkeiten des Auftretens der Windrichtungen, ihr Abstand beträgt 1 %. (SenStadtUm 2014).

Autochthone Wetterlagen ohne (oder mit nur sehr schwach ausgeprägten) übergeordneten Windsystemen treten in Berlin zwar seltener auf (8,5 % - 38,1 % der Jahresstunden). Für die Gesundheit der Stadtbevölkerung sind sie in aller Regel aber mit stärkeren Belastungen verbunden, da aufgrund von Inversionen der Abtransport von Luftschadstoffen gehemmt wird und es zur Ausprägung der städtischen Wärmeinsel kommt. Für diese Wetterlagen übernehmen lokale, thermisch und/oder orographisch induzierte Kaltluftabflüsse und Flurwindsysteme die Versorgung der Stadt mit Kalt-/Frischluft.

Der thermisch-orographisch induzierte Kaltluftabfluss ist auf Reliefunterschiede zurückzuführen, die in den frühen Morgenstunden zu einem hangparallelen Abfluss der sich abkühlenden Luft führen. Die Voraussetzung für planungsrelevante Kaltluftabflussvolumina ist eine großflächige Hangneigung von > 1 %, die zudem in Richtung einer (thermisch belasteten) Siedlungsfläche ausgerichtet sein sollte. Aufgrund der geringen Reliefunterschiede im Berliner Stadtgebiet ist dieser Teil des Luftaustauschsystems auf fünf Bereiche begrenzt (Abbildung 11). Das flächenmäßig größte Kaltluftabflusspotential besitzt der Grunewald. Hier kann Kaltluft auf fast 3.500 ha abfließen. Insbesondere im nördlichen und östlichen Teil profitiert die angrenzende Wohnbebauung hiervon unmittelbar. Letzteres gilt für die übrigen vier Bereiche in deutlich geringerem Umfang. Insbesondere im zu erwartenden Einflussbereich des Kaltluftabflusses „Ludwigshöhe“ (Müggelberge) existieren (bislang) kaum Wohngebiete.

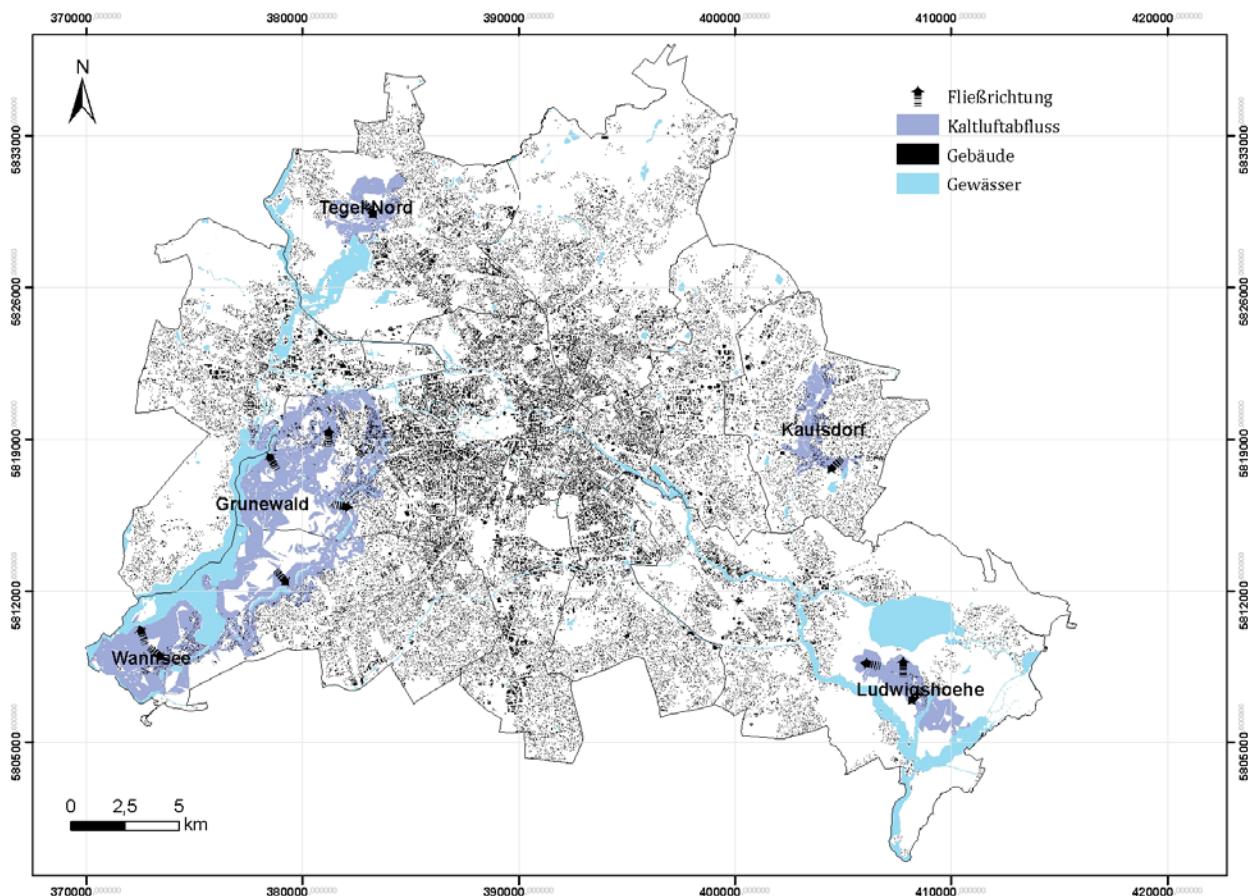


Abbildung 11: Bereiche mit Kaltluftabflusspotential

Rein thermisch induzierte Kaltluftleitbahnen sind demgegenüber deutlich häufiger und zudem homogener über das Stadtgebiet verteilt. Sie sind auf die kleinräumige Abfolge von lokalen Hoch- und Tiefdruckgebieten innerhalb Berlins während der Nachtstunden autochthoner Wetterlagen zurückzuführen und sorgen dafür, dass die über den warmen, dicht bebauten Siedlungsbereichen aufsteigende Luft bodennah durch vergleichsweise kühлere Luftmassen aus dem Umland oder größeren Grün-/Freiflächen ersetzt wird.

Ihre Wirkungsbereiche untereinander und gegen die der anderen Komponenten des Luftaustauschsystems flächenscharf abzugrenzen ist aufgrund von räumlichen Überschneidungen nicht ohne weitere modell- und messtechnische Analysen möglich. Allerdings lassen sich die Kernbereiche der einzelnen Leitbahnen auf Basis der Modellierung näherungsweise räumlich abgrenzen und damit überschlägig bilanzieren und vergleichen. Als Kernbereich des thermisch induzierten Leitbahntyps eignen sich Grünzüge im besonderen Maße. Sie transportieren nicht nur die im Außenbereich erzeugte Kaltluft weiter, sondern reichern den Luftstrom mit zusätzlichen Kaltluftvolumina weiter an. Auch über breite Straßenzüge können relevante Mengen an Kaltluft in die Stadt transportiert werden. Hier müssen lufthygienisch belastete von unbelasteten Leitbahnen unterschieden werden (VDI 2014; vgl. auch Kapitel 4.1).

Die Ausweisung der Leitbahnen und ihrer Korridore erfolgte manuell als gutachterliche Einschätzung und orientiert sich an der Ausprägung des autochthonen Strömungsfeldes der durchgeföhrten FITNAH-Simulation. Die Abgrenzung der Leitbahnkorridore ist dabei nicht flächenscharf und bedarf im konkreten Planungsfall (z.B. einem Bauvorhaben) mindestens einer zusätzlichen gutachterlichen Einschätzung.

Für das Berliner Stadtgebiet wurden insgesamt 21 Leitbahnen identifiziert (Abbildung 12). Ihre Kernbereiche umfassen eine Fläche von insgesamt rd. 1.250 ha, was 1,4 % des gesamten Stadtgebietes entspricht. Jede Leitbahn stellt eine zentrale Komponente des Luftaustauschsystems Berlins dar. Daher sind alle baulichen Hindernisse zu vermeiden, die einen Kaltluftstau verursachen könnten. Grundsätzlich ist der Erhalt des Grün- und Freiflächenanteils anzustreben. Im Falle einer Bebauung sind die Bauhöhen möglichst gering zu halten und die Neubauten längs zur Leitbahn auszurichten. Randbebauungen sind gänzlich zu vermeiden.

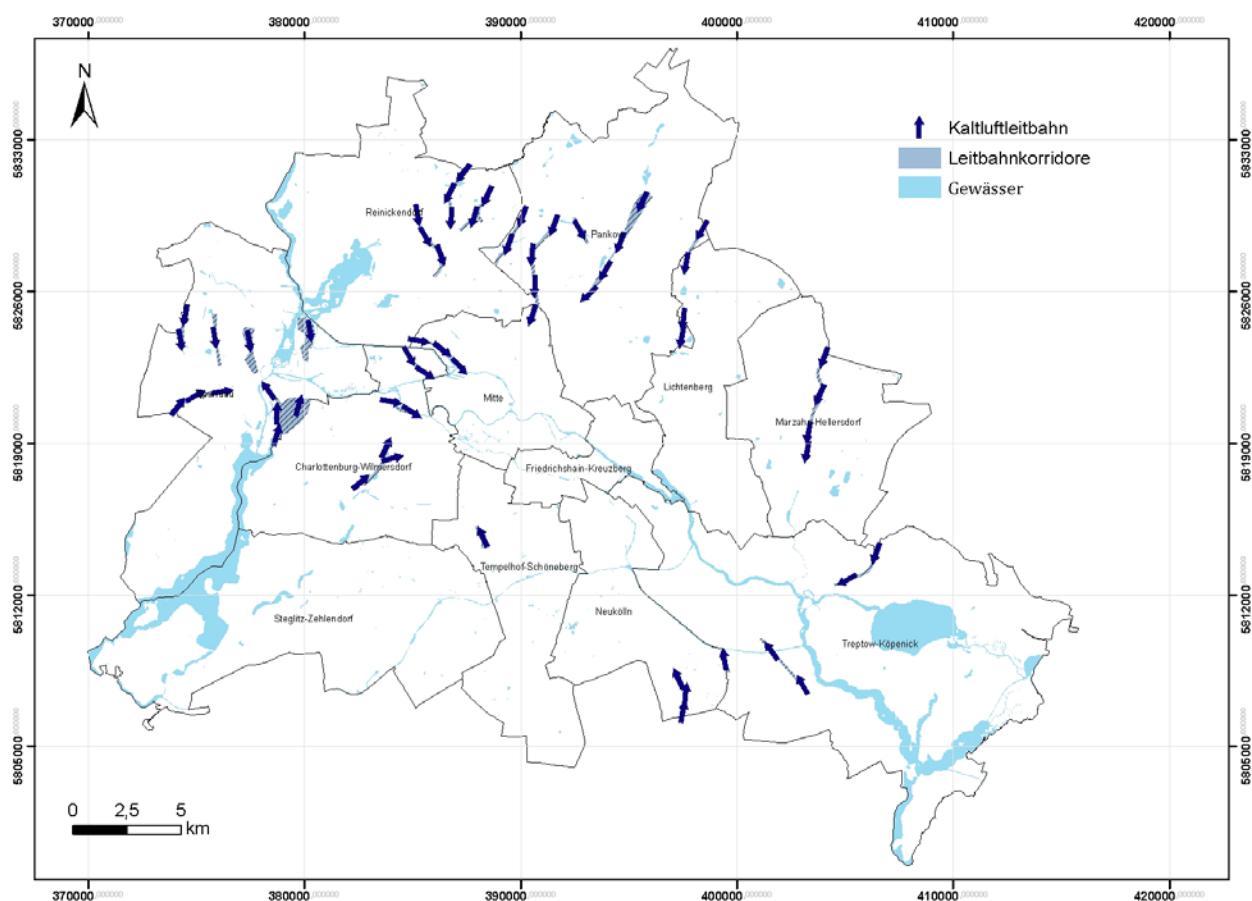


Abbildung 12: Kernzonen der großräumigen Kaltluftleitbahnen („Leitbahnkorridore“)

Auf eine vergleichende Bewertung der 21 Kaltluftleitbahnen wurde aufgrund der grundsätzlich zentralen Klimafunktionen aller Strukturen bewusst verzichtet. Sollte eine solche im Rahmen von politisch-planerischen Abwägungsprozessen dennoch notwendig werden, wird empfohlen eine multikriterielle Bewertung durchzuführen. Als Leitparameter kann dabei der Flächeninhalt ihrer Kernzonen herangezogen werden (Abbildung 13). Die flächenmäßig größten Leitbahnen sind „Spandau-Süd“ und „Spandau-Nord“ und „Niederschönhausen-Ost“. Sie machen gemeinsam mehr als ein Drittel der gesamten Leitbahnkorridorkulisse aus (38,6 %). Weitere wichtige Parameter sind u.a. die Belastungssituation und die demographische Zusammensetzung sowie das Vorhandensein von klimasensiblen Flächen- oder Gebäudenutzungen in den angrenzenden Wohnquartieren. Auch kurz-, mittel- und langfristige städtebauliche Entwicklungspläne im Bereich der Leitbahnen stellen wichtige Priorisierungsfaktoren dar (vgl. Kapitel 4).

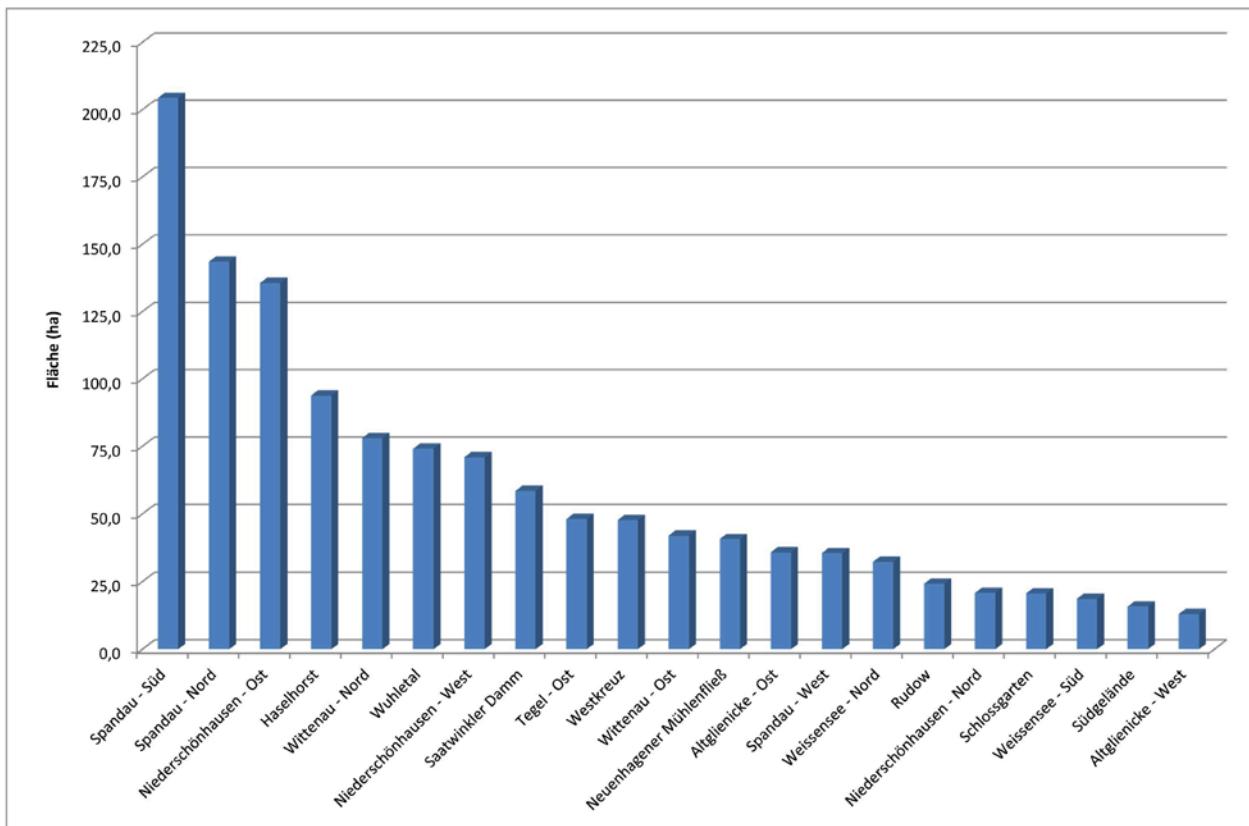


Abbildung 13: Flächenbilanzierung der Kernzonen der Berliner Kaltluftleitbahnen

Für alle drei Hauptkomponenten des Berliner Luftaustauschsystems gilt gleicher Maßen, dass zwar ihre individuellen Strukturen (Luftleit- und Ventilationsbahnen), Potentialflächen (Kaltluftabflüsse) bzw. Kernzonen (Kaltluftleitbahnen) aus den Modellergebnissen und weiteren Sach-/Geodaten abgeleitet werden können. Eine flächenscharfe bzw. komponentenspezifische Abgrenzung ihrer spezifischen Einwirkungsbezirke - die in aller Regel deutlich über die oben dargestellten Flächen hinausgehen – kann allerdings aufgrund von gegenseitiger räumlicher Überlagerung und Beeinflussung ohne weitere vertiefende Untersuchungen hier nicht mit ausreichender Sicherheit geleistet werden.

Es ist allerdings möglich, den gesamthaften Kaltlufteinwirkungsbereich des Berliner Austauschsystems abzubilden und zu bilanzieren (Abbildung 14)<sup>15</sup>. Bestandteil dieser Analyse ist auch die aus den vielen kleineren und größeren Grünflächen sowie den stark durchgrünten Siedlungsräumen ausströmende Kaltluft. Diese lokalen Phänomene bilden das kleinste Mosaikstück des Berliner Luftaustausches und bieten vor allem Teilflächen von kaltluftleitbahn- bzw. kaltluftabflussfernen Siedlungsräumen eine klimaökologische Wohlfahrtswirkung (betrifft u.a. die Bezirke Mitte und Friedrichshain-Kreuzberg, vgl. Abbildung 99 im Anhang).

<sup>15</sup> Dargestellt sind die Block(teil)flächen der Raumeinheit „Siedlungsraum“, die zu  $\geq 30\%$  mit einem Kaltluftvolumenstrom  $> 48 \text{ m}^3/\text{s}$  (entspricht  $z = -0,5$ ) durchflossen werden

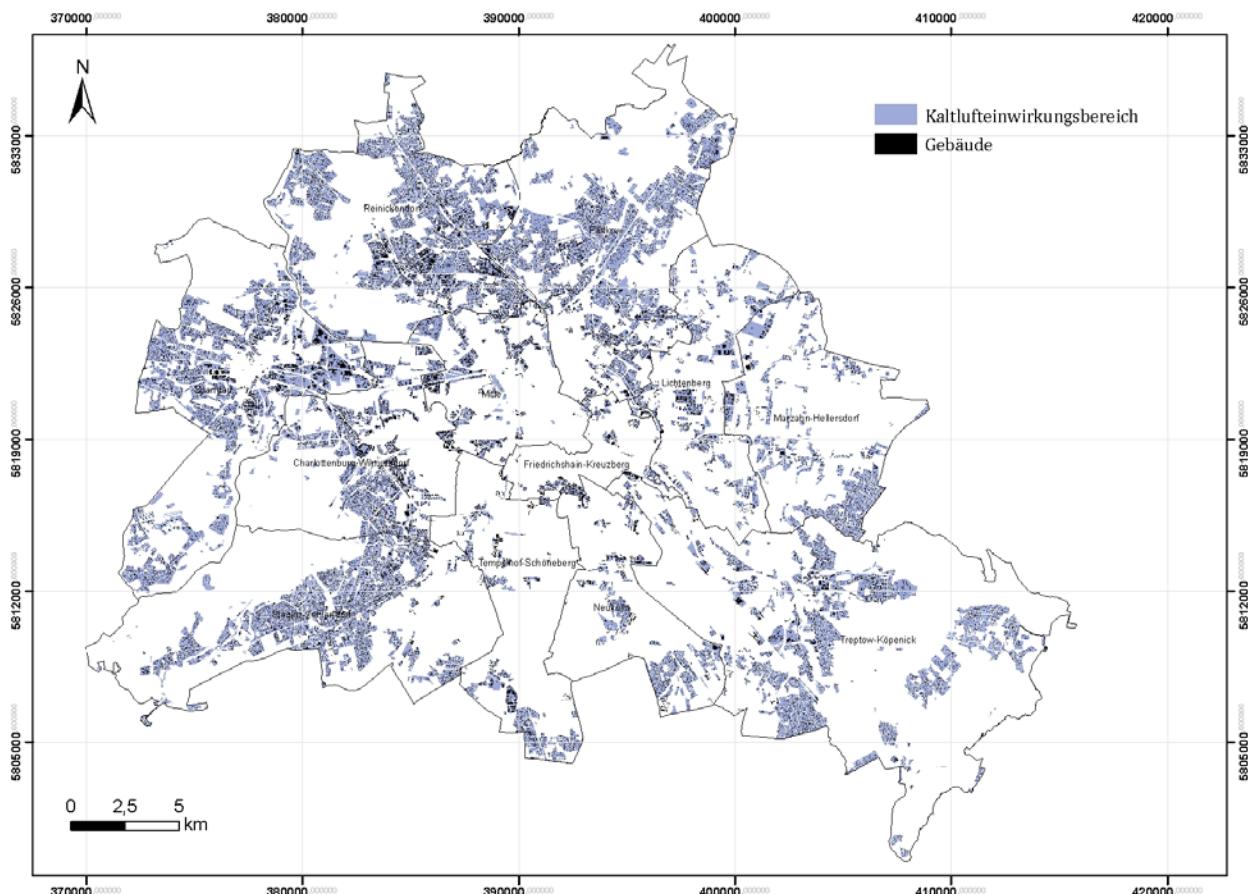


Abbildung 14: Summarischer Einwirkungsbereich der großräumigen und lokalen Komponenten des Berliner Luftaustauschsystems bei autochthonen Wetterlagen

Wie Abbildung 15<sup>16</sup> verdeutlicht, bestehen zwischen den Berliner Bezirken große Unterschiede in Bezug auf den absoluten und relativen Anteil der von der Kaltluft profitierenden Bewohner sowie der beeinflussten Siedlungsraumfläche. In allen genannten Kategorien nehmen die Bezirke Reinickendorf, Pankow und Spandau die vorderen drei Ränge ein. Sie profitieren am stärksten vom Luftaustausch. Der Bezirk Reinickendorf sticht in der Statistik besonders heraus: ungefähr 80 % der Bewohner bzw. der Siedlungsraumfläche sind an Kaltluftflüsse angeschlossen. Es kann begründet davon ausgegangen werden, dass die deutlich unterdurchschnittliche nächtliche thermische Belastung und vor allem der sehr geringe Anteil an Block(teil)flächen der Klasse „ungünstige thermische Situation“ in den drei Bezirken sehr eng mit der guten Versorgung mit Kaltluft verbunden ist (vgl. Abbildung 99 im Anhang).

<sup>16</sup>In die Bilanzierung sind auch diejenigen Block(teil)flächen einbezogen worden, die zu < 30% mit einem Kaltluftvolumenstrom von > 48 m<sup>3</sup>/s (entspricht z= -0,5) durchflossen werden. Da aus Datenschutzgründen vom Amt für Statistik lediglich Einwohnerdaten auf Block(teil)ebene bereitgestellt werden konnten, war eine – durch die hohe Modellauflösung mögliche – gebäudescharfe Auswertung nicht möglich. Bei der Auswertung wurde daher der vom oben genannten Kaltluftvolumenstrom profitierende Einwohneranteil gleich dem durchflossenen Flächenprozentsatz gesetzt. Da die Block(teil)flächen in > 2/3 der Fälle entweder gar nicht (0 %) oder vollständig (100 %) unter Kaltlufeinfluss stehen, führt dieser methodische Kompromiss aller Wahrscheinlichkeit nach aber nicht zu signifikanten Abweichungen gegenüber einem detaillierteren Vorgehen.

Dieser Zusammenhang lässt sich in umgekehrter Weise auch für die Bezirke Tempelhof-Schöneberg und vor allem Friedrichshain-Kreuzberg unterstellen. In beiden Bezirken profitieren nur wenig mehr als 20.000 Einwohner (entspricht < 10 %) von den Kaltluftflüssen. Insgesamt profitieren in Berlin gegenwärtig rd. 1 Mio. Einwohner (entspricht ca. 30 % der Gesamtbevölkerung) von der über das vielschichtige Luftaus tauschsystem in die Stadt transportierten oder direkt in ihr produzierten Kaltluft.

Diese Werte verdeutlichen zum einen die zentrale Bedeutung des Kaltlufthaushaltes für Berlin. Sie zeigen zum anderen aber auch ein Verbesserungspotential auf, das mithilfe der in Kapitel 5 dargestellten Maßnahmen genutzt werden kann.

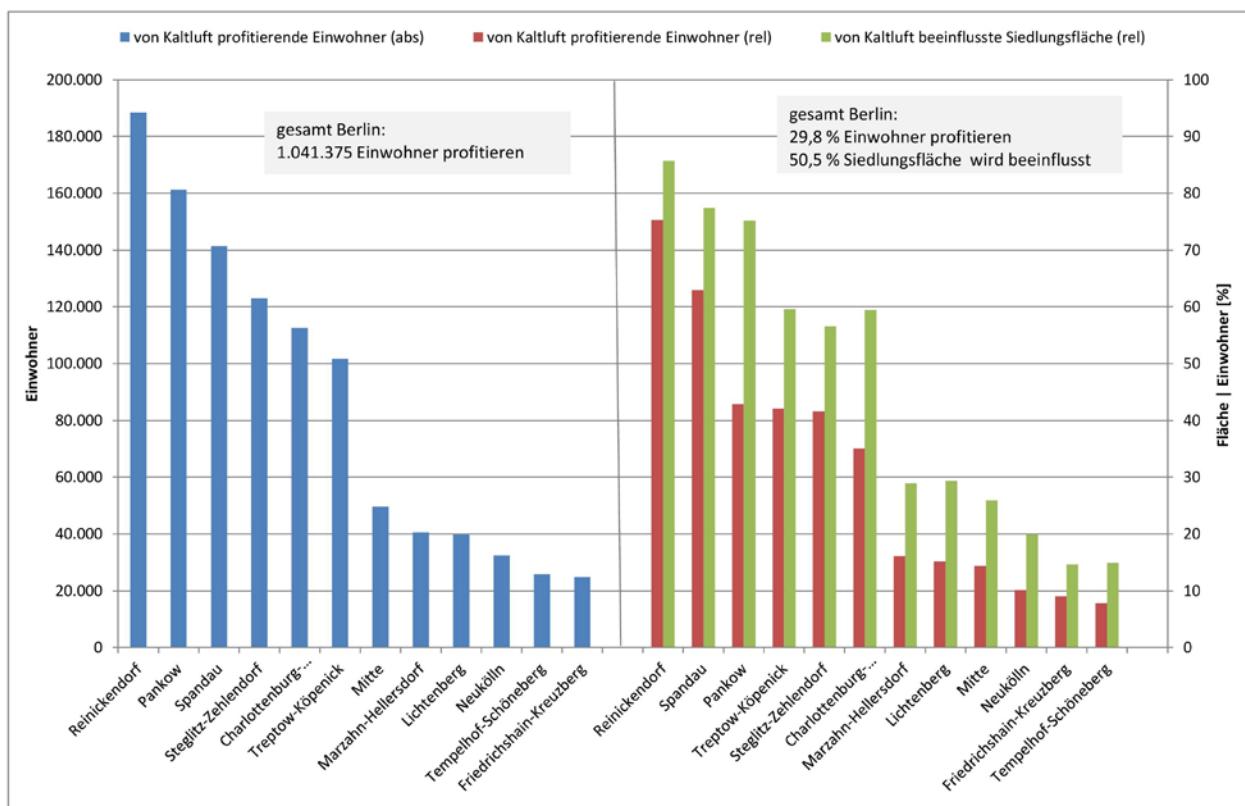


Abbildung 15: Bilanzierung der Kaltlufteinwirkung auf den Siedlungsraum nach Bezirken

### 3.4 FREI- UND GRÜNFLÄCHEN

Die innerstädtischen und siedlungsnahen Grün- und Freiflächen Berlins nehmen im stadtclimatischen Ausgleichs-Wirkungsraum-Gefüge der Stadt eine wichtige Doppelfunktion ein. Zum einen produzieren sie Kalt- und ggf. Frischluft, die über Leitbahnen in die Stadt transportiert bzw. direkt an die angrenzenden Wohngebiete geliefert werden. Wichtige Einflussgrößen sind hierfür die geographische Lage innerhalb der Stadt, die Flächengröße und -typ, das Gefälle und die Exposition sowie der Grad der Wasserversorgung (vgl. auch Kapitel 5). Tagsüber entfaltet sich ihre Wohlfahrtswirkung insbesondere innerhalb der Flächen selbst. Unter der Prämisse eines ausreichenden Grünvolumens ist die thermische Belastung hier gegenüber dem Wohn- oder Arbeitsumfeld der Besucher deutlich herabgesetzt.

Insbesondere Flächen, die beide Ökosystemdienstleistungen in Kombination und hoher Qualität bzw. Quantität anbieten, haben eine exponierte Bedeutung für ein gesundes Stadtklima in Berlin. Diesem Umstand ist bei der 4-stufigen Bewertung der stadtclimatischen Schutzwürdigkeit der Berliner Grün- und Freiflächen Rechnung getragen worden (Abbildung 16). Dabei wurde die gegenwärtige Siedlungsstruktur zugrunde gelegt. Im Falle planungsrechtlicher Vorbereitungen (FNP-Bauflächen) sollten die bauliche Entwicklung unter Berücksichtigung der Klimafunktionen erfolgen und klimaverträgliche Lösungen angestrebt werden.

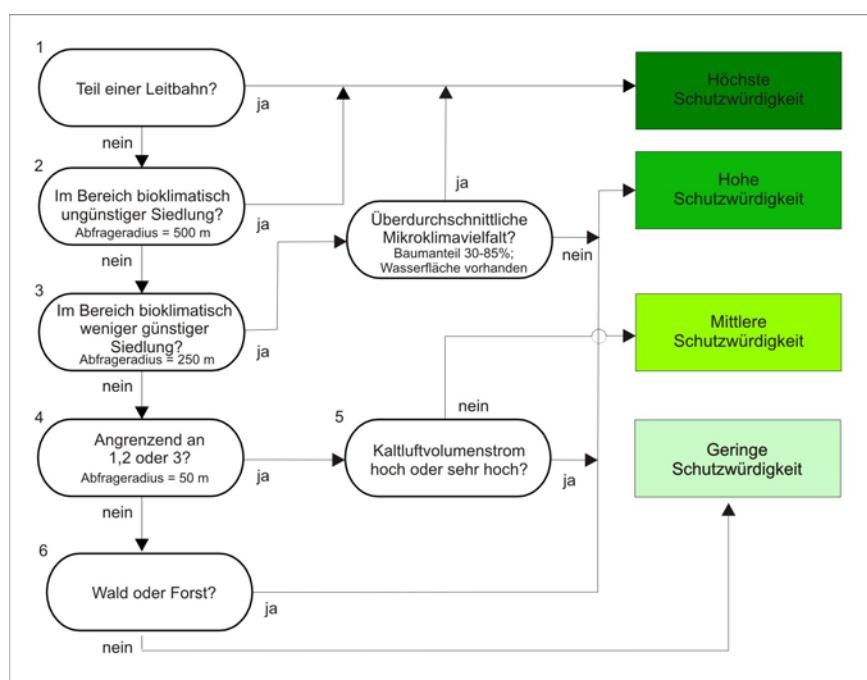


Abbildung 16: Entscheidungsbaum zur Bewertung der Schutzwürdigkeit der Grün- und Freiflächen

Demnach erhalten solche Flächen die höchste Schutzwürdigkeit,

- die Bestandteil einer Kaltluftleitbahn sind oder
- in deren 500 m Radius sich Siedlungsräume mit einer ungünstigen thermischen Situation befinden oder
- in deren 250 m Radius sich Siedlungsräume mit einer weniger günstigen thermischen Situation befinden und die zusätzlich eine überdurchschnittliche Mikroklimavielzahl aufweisen.

Die Zuordnung von Grün-/Freiflächen zu den einzelnen Kaltluftleitbahnen erfolgt auf der Basis einer Überlagerung mit den Leitbahnkorridoren (vgl. Kapitel 3.3). Auch außerhalb dieser traditionell als sehr hochwertig eingestuften Flächen existieren weitere Teilräume, denen eine höchste Schutzwürdigkeit zuzuweisen ist. Voraussetzung hierfür ist, dass sich die Flächen einem thermisch belasteten Siedlungsraum zuordnen lassen, der von den Ökosystemleistungen profitieren kann.

Dieses trifft zum einen auf Grün/Freiflächen zu, in deren näherer Umgebung (500 m) Siedlungsräume mit der höchsten thermischen Belastungsstufe auftreten. Sie liefern zwar augenscheinlich nicht ausreichend Kaltluft, um alle angrenzenden Siedlungsräume signifikant abzukühlen. Allerdings stellen sie am Tage eine Kühlinsel dar, die von der Bevölkerung aktiv zur Erholung aufgesucht werden kann. Auch kleinere, innerstädtische Grünflächen (z.B. Görlitzer Park) oder Friedhöfe (u.a. Friedhof Steglitz oder Kirchhof Luisenstadt) sind daher in Berlin hochgradig schutzwürdig.

Zum anderen sind hier auch solche Flächen subsummiert, in deren unmittelbarer Umgebung (250 m) sich Siedlungsräume mit einer weniger günstigen thermischen Situation befinden und die eine besondere Mikroklimavielzahl besitzen. Letzteres ist erfüllt, wenn ein Baumanteil > 30 % und < 85 % sowie eine Wasserfläche vorhanden ist und der überwiegende Teil der restlichen Fläche mit Rasen oder niedrigen Gräsern bestanden ist (vgl. auch Kapitel 1.1 und Abbildung 103 im Anhang). Diese Flächen liefern zum einen relevante Mengen an Kaltluft zur Abkühlung der angrenzenden Quartiere und weisen gleichzeitig noch eine hohe Aufenthaltsqualität am Tage auf.

Die genannten Prämissen treffen auf mehr als die Hälfte der Berliner Grün- und Freiflächen zu (Abbildung 17). Ihre Klimafunktionen sind in vollem Umfang zu erhalten. Auf eine Bebauung oder einen sonstigen Eingriff sollte verzichtet werden. Sofern die Flächen bereits planungsrechtlich vorbereitet sind (FNP-Bauflächen) sollte die bauliche Entwicklung unter Berücksichtigung der grundsätzlichen Klimafunktionen erfolgen. Zur Optimierung der Ökosystemdienstleistung sollten eine gute Durchströmbarkeit der angrenzenden Bebauung, eine Vernetzung mit benachbarten Grün- und Freiflächen sowie ggf. eine Erhöhung der Mikroklimavielzahl angestrebt werden (vgl. Kapitel 5). Neben sämtlichen kernstädtischen Grün-/und Freiflächen (u.a. Park am Gleisdreieck, Tempelhofer Feld, Großer Tiergarten) sind auch einige landwirtschaftliche Nutzflächen im Berliner Norden Bestandteil der höchsten Bewertungsklasse (Abbildung 18).

Eine hohe Schutzwürdigkeit ist solchen Flächen zugewiesen worden,

- in deren 250 m Radius sich Siedlungsräume mit einer weniger günstigen thermischen Situation befinden und die keine überdurchschnittliche Mikroklimavielzahl aufweisen oder
- oder bis zu 50 m außerhalb der 250 m und 500 m Abfrageradien liegen und einen hohen oder sehr hohen Kaltluftvolumenstrom aufweisen oder
- Wald und Forstflächen sind.

In der Kategorie „hohe Schutzwürdigkeit“ sind demnach Flächen zusammengefasst, von denen insbesondere eine der beiden zentralen klimaökologischen Dienstleistungen erbracht werden. In den ersten beiden Punkten steht ihr Kaltluftliefervermögen im Fokus, das entweder aufgrund einer unmittelbaren Nähe zu thermisch belasteten Siedlungsräumen oder aufgrund eines besonders hohen, siedlungsgerichteten Volumenstroms zu einer thermischen Entlastung ihres Wirkraumes beiträgt.

Unter dem Begriff Kaltluftvolumenstrom (KVS) versteht man, vereinfacht ausgedrückt, das Produkt aus der Fließgeschwindigkeit der Kaltluft, ihrer vertikalen Ausdehnung (Schichthöhe) und der horizontalen Ausdehnung des durchflossenen Querschnitts (Durchflussbreite). Er beschreibt somit diejenige Menge an Kaltluft in der Einheit m<sup>3</sup>, die in jeder Sekunde durch den Querschnitt beispielsweise eines Hanges oder einer Leitbahn fließt. Die Beurteilung des Kaltluftvolumenstroms orientiert sich am mittleren Werteneveau des Stadtgebietes und den innerhalb dieses Raumes auftretenden Abweichungen vom Gebietsmittelwert. Mit Hilfe des statistischen Verfahrens der z-Transformation können dem KVS Ausprägungen zwischen gering und sehr hoch zugeordnet werden. Für Berlin können Volumenströme ab > 79 m<sup>3</sup>/s als planungsrelevant eingestuft werden (Tabelle 6).

Tabelle 6: Bewertung des Kaltluftvolumenstroms innerhalb von Grün- und Freiflächen

Bewertungskategorie	Raummittel des z-Wertes	Kaltluftvolumenstrom in m <sup>3</sup> /s
<b>sehr hoch</b>	> 1	> 126
<b>hoch</b>	1 bis > 0	> 79 bis ≤ 126
<b>mäßig</b>	0 bis -1	> 32 bis 79
<b>gering</b>	< -1	≤ 32

Bei den Wald- und Forstflächen tritt die Bedeutung des (durchaus vorhandenen) Kaltluftvolumenstroms im Allgemeinen hinter der unmittelbaren Erholungsfunktion am Tage zurück. Denn zum einen ist die nächtliche Abkühlungsrate im Stammraum geringer als auf offenen Flächen und zum anderen stellen die Kraut- und Strauchschicht im relativ ebenen Terrain der Berliner Waldbestände Fließhindernisse für den bodennahen Kaltluftstrom dar. Die Berliner Wälder wird somit in erster Linie deswegen eine hohe Schutzwürdigkeit zugesprochen, weil sie am Tage deutlich kühler sind, als alle übrigen Flächen.

Rund einem Drittel aller Frei- und Grünflächen Berlins kann unter Anwendung dieser Methode eine hohe Schutzwürdigkeit beigemessen werden (Abbildung 17 und Abbildung 18). Den mit ca. 85 % weitaus überwiegenden Anteil daran machen die ausgedehnten Stadtwaldgebiete Berlins aus (GRZ<sup>17</sup> = 100; vor allem Grunewald, Forst Müggelberge sowie der Spandauer und Tegeler Forst). Unter dem übrigen Flächenanteil dominieren vor allem Parkanlagen (GRZ 130), Kleingärten (GRZ 160) und Brachflächen (GRZ 171-173).

Auf all diesen Flächen sollten bauliche Eingriffe äußerst maßvoll und unter der Prämisse der Sicherung der grundsätzlichen Klimafunktionen erfolgen. Sofern die Flächen bereits planungsrechtlich vorbereitet sind (FNP-Bauflächen) sollte die bauliche Entwicklung unter Berücksichtigung der grundsätzlichen Klimafunktionen erfolgen. Zur Optimierung der Ökosystemdienstleistung sollten eine gute Durchströmbarkeit der angrenzenden Bebauung, eine Vernetzung mit benachbarten Grün- und Freiflächen sowie ggf. eine Erhöhung der Mikroklimavielzahl angestrebt werden.

<sup>17</sup> GRZ = Grünzahl; eingehende Beschreibung siehe

[http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/download/Nutzungen\\_Stadtstruktur\\_2010.pdf](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/download/Nutzungen_Stadtstruktur_2010.pdf)

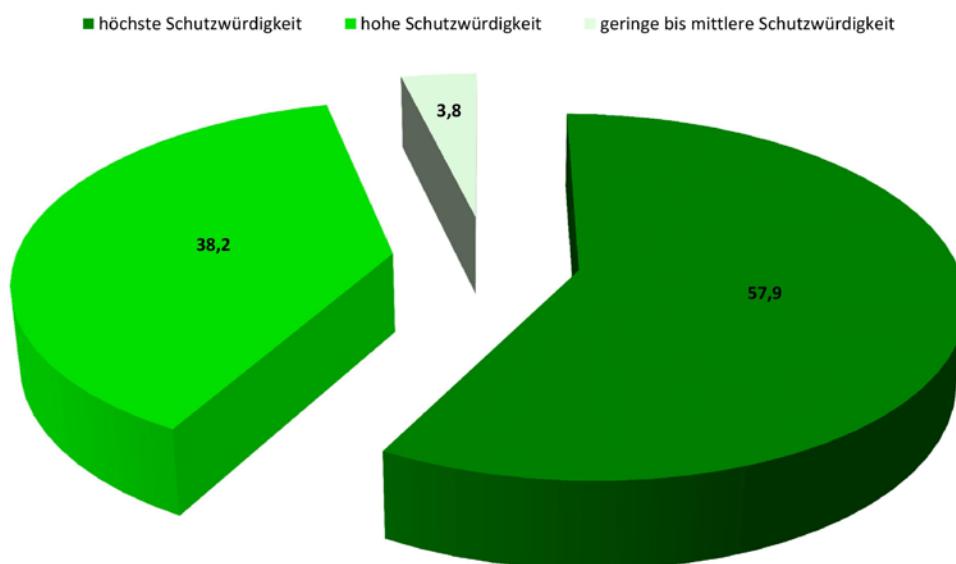


Abbildung 17: Prozentuale Verteilung der Bewertungsklassen zur klimaökologischen Schutzwürdigkeit von Frei- und Grünflächen

Damit weisen rd. 95 %<sup>18</sup> aller Berliner Grün- und Freiflächen eine hohe bis sehr hohe und weniger als 5 % eine geringe bis mittlere klimaökologische Schutzwürdigkeit auf<sup>19</sup>, was deren herausragende Relevanz für ein gesundes Berliner Stadtklima unterstreicht. Flächen mit einer mittleren Schutzwürdigkeit stellen den Ergänzungsräum zum stadtclimatichen Ausgleichssystem dar, machen aber nur einen sehr geringen Anteil an der Gesamtfläche der Raumeinheit aus. Zugehörige Flächen liegen bis zu 50 m außerhalb der 250 m und 500 m Abfrageradien und weisen einen unterdurchschnittlichen Kaltluftvolumenstrom auf. Die angrenzende Bebauung profitiert von den bereit gestellten Klimafunktionen, ist in aller Regel aber nicht auf sie angewiesen. Allen übrigen Flächen wurde eine geringe Schutzwürdigkeit zugewiesen. Sie stellen für die gegenwärtige Siedlungsstruktur keine klimaökologisch relevante Dienstleistung bereit. Für alle Flächen mit einer geringen oder mittleren Schutzwürdigkeit gilt, dass ihre Bewertung im Falle ihrer Bebauung oder einer Bebauung ihrer näheren Umgebung neu vorgenommen werden muss.

<sup>18</sup> In der zooger Version der PHK lag dieser Wert ebenfalls bei > 90 %.

<sup>19</sup> Aus darstellerischen Gründen wurden in Abbildung 17 die Klassen mittlere und geringe Schutzwürdigkeit zu einer Klasse zusammengefasst.

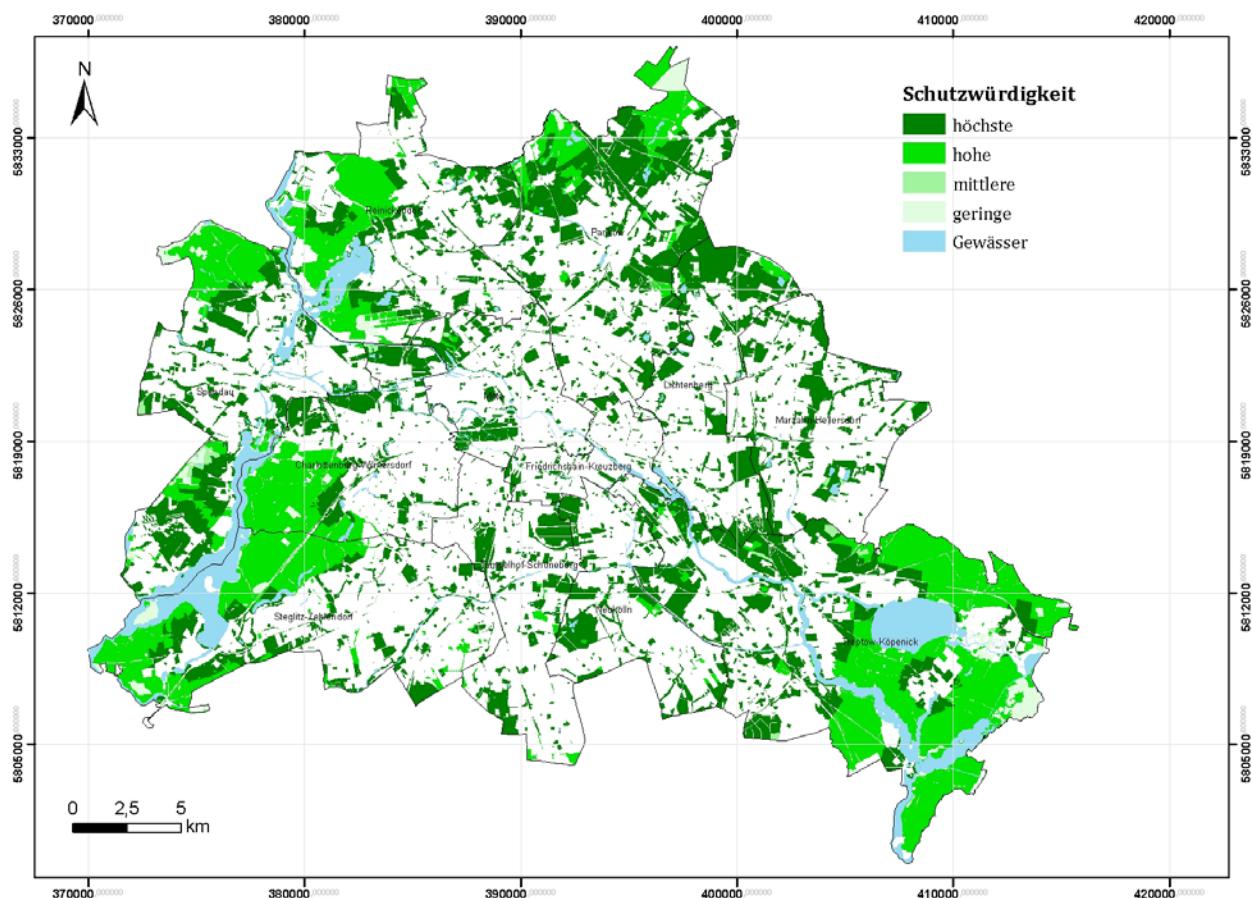


Abbildung 18: räumliche Verteilung der Bewertungsklassen zur klimaökologischen Schutzwürdigkeit der Grün-/Freiflächen

## 4. Ergänzende Planungshinweise für eine klimagerechte Berliner Stadtentwicklung

Als Erweiterung zur Hauptkarte (vgl. Kapitel 3) stellt die digitale PHK ergänzende Planungshinweise zu drei ausgewählten Themenbereichen zur Verfügung. Hierbei wird das Ziel verfolgt, nicht unmittelbar aus der Hauptkarte ableitbare Zusatzinformationen und Entscheidungsgrundlagen für spezifische Fachplanungen bzw. Fragestellungen im Zusammenhang mit der Berliner Stadtentwicklung zu vermitteln.

Hierzu gehören zum einen Hinweise auf Gebiete mit prioritärem Handlungsbedarf, die sich vor allem an die Stadtsanierung bzw. den Stadtumbau richten (Kapitel 4.1). Zum zweiten wird der Fokus auf die Verknüpfung des Stadtklimas zu weiteren Vulnerabilitätskriterien gerichtet, was vor allem im Zusammenhang mit Fragestellungen der Umweltgerechtigkeit und der Klimawandelanpassung von Relevanz ist (Kapitel 0). Mit der Ausweisung von Konfliktflächen für das Spannungsfeld Stadtklima und Nachverdichtung / Neubebauung wird drittens die zentrale Frage einer klimagerechten Berliner Stadtentwicklung beleuchtet: Wie kann in den kommenden Jahrzehnten die notwendige bauliche Entwicklung in Einklang mit einem gesunden Stadtklima gebracht werden (Kapitel 4.2.3)?

Die Ergebnisse für alle drei Themenbereiche basieren zum einen auf einer zusätzlichen gutachterlichen Interpretation der in der Hauptkarte dargestellten Bewertungsergebnisse sowie zum anderen auf deren Verknüpfung mit weiteren räumlich hochauflösten Sach- und Geodaten. Wie die Ergebnisse der Hauptkarte haben auch die ergänzenden Planungshinweise unmittelbaren Einfluss auf die Zuordnung bestimmter Maßnahmen zu bestimmten Block(teil)flächen.

### 4.1 FLÄCHEN MIT BESONDEREN STADTKLIMATISCHEN MISSSTÄNDEN

In den Kapitel 3.1 und 3.2 wurde darauf hinweisen, dass für alle Block(teil)flächen des Siedlungsraumes bzw. Straßenabschnitte mit einer weniger günstigen und vor allem mit einer ungünstigen thermischen Situation die Umsetzung von Maßnahmen notwendig erscheint. Darüber hinaus existiert auch für einige Frei- und Grünflächen ein Potential zur Verbesserung ihrer ganzheitlichen klimatischen Ökosystemdienstleistungen (z.B. im Zusammenhang mit der Mikroklimavielzahl). Bei Flächen mit einem besonderen stadt-klimatischen Missstand handelt es sich nun um denjenigen Ausschnitt dieser Flächenkulissen, für den aufgrund eines besonders hohen Belastungsniveaus ein prioritärer Handlungsbedarf besteht, der z.B. im Rahmen der Stadtsanierung oder des Stadtumbaus gedeckt werden könnte.

Um möglichst konkrete Hinweise für die drei Raumeinheiten der Hauptkarte geben zu können, werden im Folgenden sechs Flächenkategorien unterschieden (Tabelle 7). Vier davon beziehen sich auf den Siedlungsraum. Hier wird zwischen den Funktionen Wohnen, Gewerbe/Industrie, Gemeindebedarf/Sondernutzungen und Kerngebiet unterschieden. Für Öffentliche Straßen, Wege und Plätze sowie Grün- und Freiflächen wurde je eine Kategorie prioritärer Handlungsräume ausgewiesen. Die Ausweisung beruht im Sinne eines fachplanerischen Hinweises auf rein klimatischen Aspekten. Eine Verknüpfung mit weiteren Vulnerabilitätsfaktoren erfolgt in Kapitel 4.2.

Tabelle 7: Kategorien und Methoden für die Ausweisung von Flächen mit besonderen stadtclimatischen Missständen

Raumeinheit	Flächenkategorie	Zuweisungsmethode
<b>Siedlungsraum</b>	Wohnen	WOZ* 10 oder 21 sowie ungünstige thermische Situation am Tage und in der Nacht
	Gewerbe/Industrie	WOZ 40 sowie Perzentil P90 der Klasse ungünstige thermische Situation am Tage
	Gemeinbedarf/Sondernutzungen	WOZ 50 sowie Perzentil P90 der Klasse ungünstige thermische Situation am Tage
	Kerngebiet	WOZ 30 sowie ungünstige thermische Situation am Tage und in der Nacht
<b>Öffentliche Straßen, Wege und Plätze</b>	Straßenabschnitte	Ungünstige thermische Situation am Tage sowie sehr hohe verkehrsbedingte Luftbelastung
<b>Grün- und Freiflächen</b>	Park   Grünfläche   Stadtplatz   Promenade	Typ 53 oder 54 sowie Perzentil P95 des Block(teil)flächen-Raummittelwertes PET 14:00 Uhr

\*= WOZ= Wohnzahl; eingehende Beschreibung siehe [http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/e\\_text/kd607.pdf](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/e_text/kd607.pdf)

Abbildung 19 zeigt die räumliche Verteilung der Flächen mit einem besonderen stadtclimatischen Missstand. Flächenkategorien übergreifend sind 751 prioritäre Handlungsräume identifiziert worden. Den größten Anteil daran weist mit fast 60 % die Kategorie „Straßenabschnitte“ auf. In etwa einem weiteren Drittel sind die dem Siedlungsraum zugeordneten Kategorien subsummiert. Der Siedlungstyp „Wohnen“ stellt hierbei mit 107 Block(teil)flächen die größte Gruppe dar. Die restlichen ca. 10 % entfallen auf die Kategorie Park | Grünfläche | Stadtplatz | Promenade (Abbildung 20).

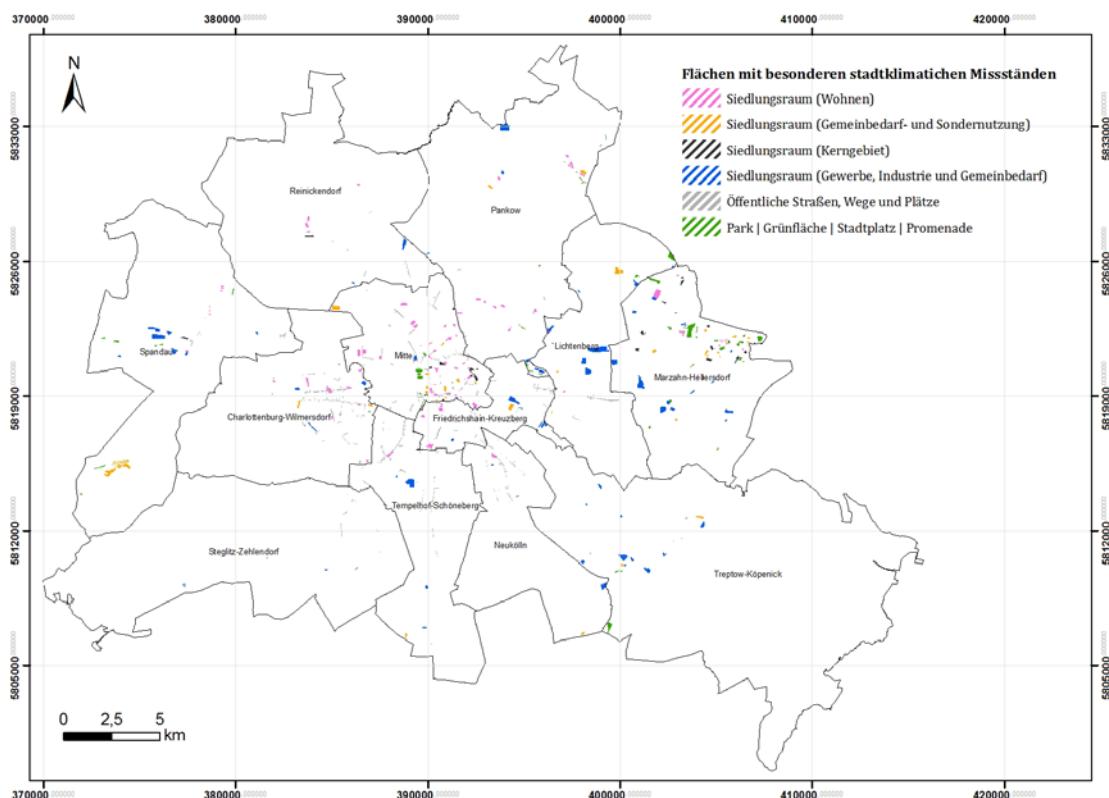


Abbildung 19: Flächen mit besonderen stadtclimatischen Missständen

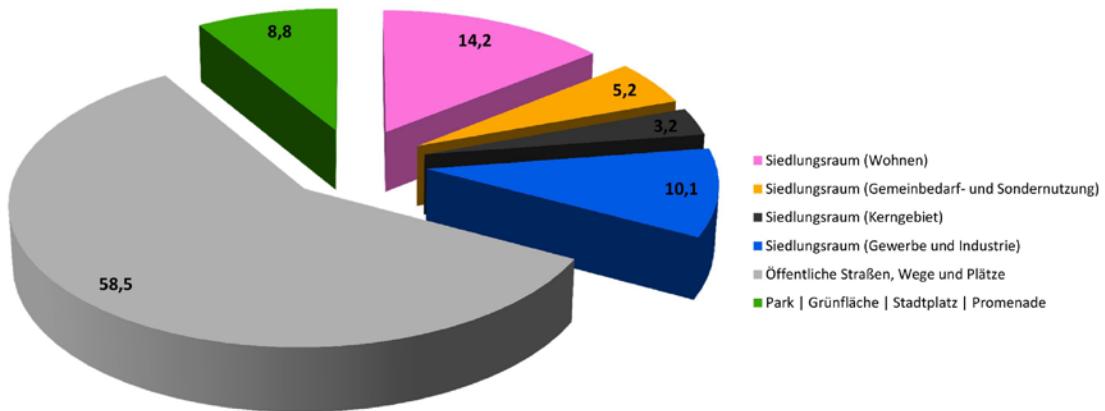


Abbildung 20: prozentuale Verteilung der Flächenkategorien mit besonderen stadtclimatischen Missständen

Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass in allen Bezirken Flächen mit einem prioritären Handlungsbedarf identifiziert worden sind. Der räumliche Schwerpunkt liegt in den Bezirken Mitte (alle Flächenkategorien relevant) und Charlottenburg-Wilmersdorf (vor allem der Straßenraum von Bedeutung). Hier sind fast 40 % aller vorrangig zu sanierenden Gebiete verortet. Einen nachgeordneten Brennpunkt bilden die Bezirke Tempelhof-Schöneberg, Marzahn-Hellersdorf und Friedrichshain-Kreuzberg. In den Bezirken Reinickendorf und Steglitz-Zehlendorf hingegen treten nur einige wenige Hot-Spots auf (Abbildung 21).

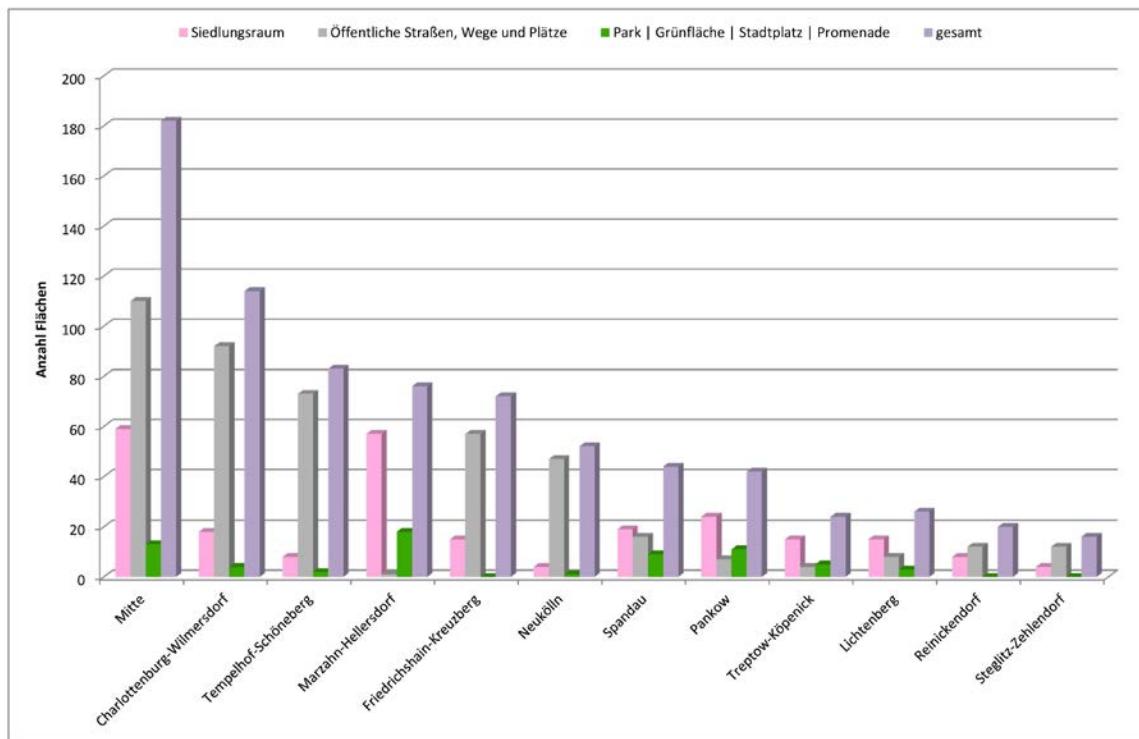


Abbildung 21: Bilanzierung der Flächen mit besonderen stadtclimatischen Missständen für die 12 Berliner Bezirke

In der Flächenkategorie Siedlungsraum (Wohnen) sind etwas mehr als 7.000 Einwohner betroffen und in rund  $\frac{3}{4}$  der Gebiete besteht eine hohe oder sehr hohe demographische Vulnerabilität (vgl. Kapitel 4.2.1).

Allen Flächen ist gemein, dass sie im Vergleich zu anderen Blöcken desselben Flächentyps über einen sehr hohen Versiegelungsgrad bzw. ein sehr hohes Bauvolumen sowie ein sehr geringes Grünvolumen verfügen. Zudem sind sie in aller Regel zusätzlich negativ durch ihre ungünstige thermische Umgebung beeinflusst (Abbildung 22).

**Typ 2 (Bezirk: Charlottenburg-Wilmersdorf)**



**Typ 73 (Bezirk: Pankow)**



**Typ 9 (Bezirk: Mitte)**



Abbildung 22: (Schräg-)Luftbilder ausgewählter Block(teil)flächen mit (primärer) Wohnfunktion, die einen besonderen stadtclimatischen Missstand aufweisen (Quellen: Google Maps - © 2015 Google)

Hinsichtlich der Gebäude-/Grundstückstypologie und dem Baualter handelt es sich allerdings um sehr unterschiedliche Typen, was für die Auswahl von Maßnahmen äußerst relevant sein kann (vgl. Kapitel 5). Die drei am häufigsten auftretenden Flächentypen machen gemeinsam fast 80 % der gesamten Flächenkulisse aus. Neben Altbauten in geschlossener Blockstruktur sowie Großsiedlungen und Punkthochhäusern gehört zu dieser Gruppe auch der Geschosswohnungsbau der letzten 20 Jahre. Die übrigen Typen treten deutlich seltener oder sogar lediglich 1-2-mal auf (Abbildung 23).

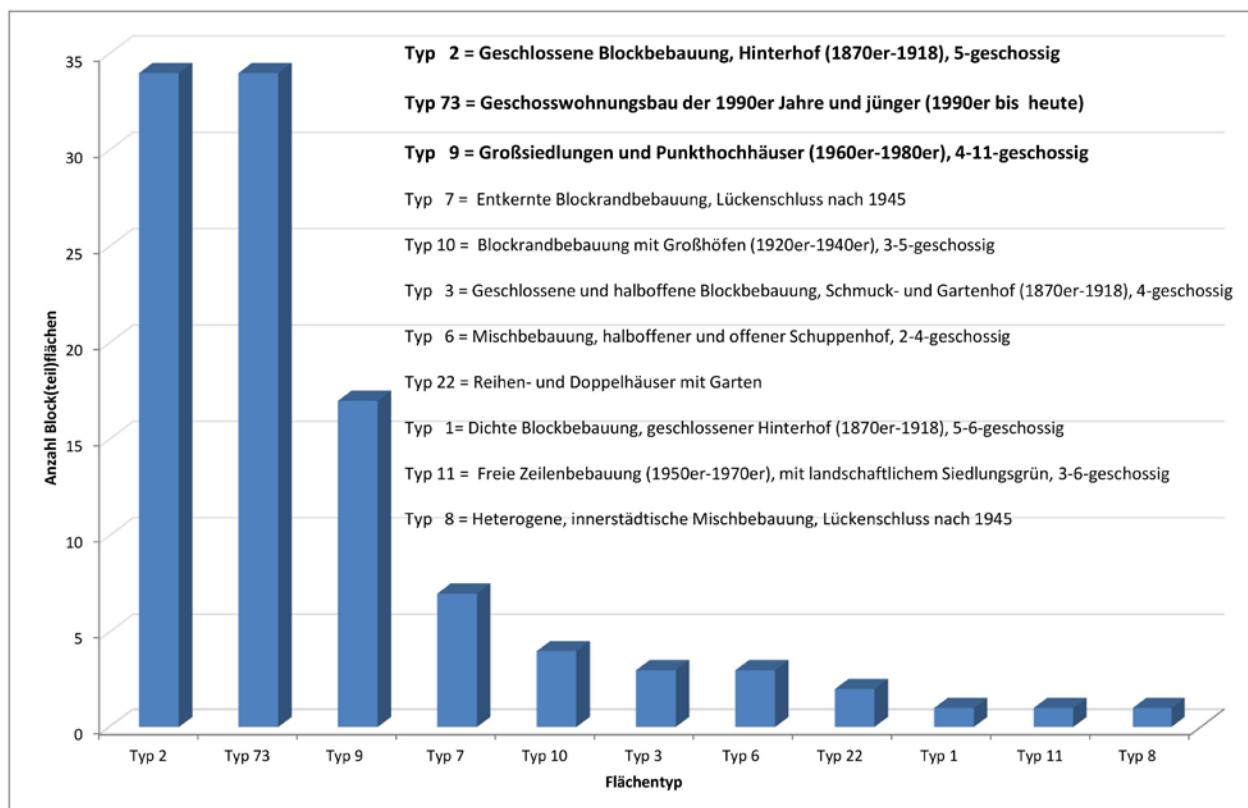


Abbildung 23: Bilanzierung der Block(teil)flächen mit (primärer) Wohnfunktion, die einen besonderen stadtclimatischen Missstand aufweisen

In den übrigen drei Siedlungsraumkategorien (Gewerbe/Industrie, Kerngebiet und Gemeinbedarf/Sondernutzung) herrschen stark versiegelte Flächen mit großen Gebäudekubaturen und einem äußerst geringen Verschattungsanteil durch natürliche Vegetation vor (Abbildung 24). Daraus ergibt sich zum einen eine hohe thermische Belastung für die Kunden, Besucher und Arbeitskräfte direkt auf dem Gelände oder im (nicht klimatisierten) Gebäudeinneren. Zum anderen tragen diese Gebiete aber auch zur verminderten nächtlichen Abkühlung etwaig angrenzender Wohnquartiere bei, so dass flächenindividuelle Maßnahmen eine doppelte Wohlfahrtswirkung entfalten können (vgl. Kapitel 5).

Typ 30 (Bezirk: Marzahn-Hellersdorf)



Typ 31 (Bezirk: Tempelhof-Schöneberg)



Typ 29 (Bezirk: Mitte)



Typ 44 (Bezirk: Treptow-Köpenick)



Abbildung 24: (Schräg-)Luftbilder ausgewählter Block(teil)flächen der Flächenkategorien Siedlungsraum (Gewerbe, Industrie), Siedlungsraum (Gemeinbedarf) und Siedlungsraum (Kerngebiet), die einen besonderen stadtclimatischen Missstand aufweisen (Quelle: Google Maps - © 2015)

Bei der Sanierungskategorie „Öffentliche Straßen, Wege und Plätze“ handelt es sich entsprechend der Auswahlmethode ausschließlich um Straßenabschnitte (vgl. Tabelle 7). Hier ist neben der thermischen Situation auch das Maß der lufthygienischen Belastung durch den Straßenverkehr bekannt.

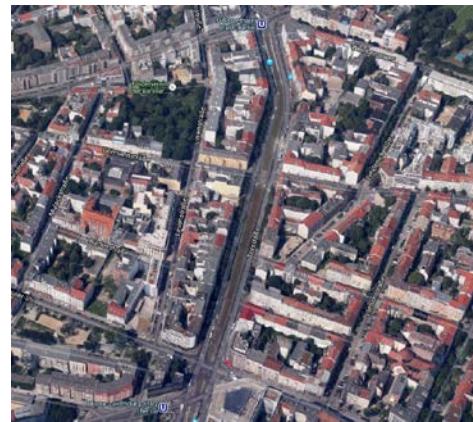
Da für den Straßenraum auch die verkehrsbedingten Luftbelastungen als weiteres Bewertungskriterium einbezogen wurden, konnten für diese Raumeinheit sowohl die klimatischen als auch lufthygienischen, z.T. parallel auftretenden, Einflüsse berücksichtigt werden. Dies ist in der Regel während der Nachmittagsstunden einer hochsommerlichen autochthonen Wetterlage der Fall, wenn die Rushhour mit einem hohen stop-and-go Anteil einsetzt und gleichzeitig der Tagesgang der Temperaturen im Straßenraum sein Maximum erreicht. Durch die verkehrsbedingten Wärmeemissionen wird dieser Effekt noch einmal zusätzlich verstärkt. Aufgrund dieser Zusammenhänge sollte den rd. 450 identifizierten Straßenabschnitten bei der Umsetzung von Maßnahmen eine hohe Relevanz beigemessen werden.

Der räumliche Schwerpunkt liegt zwar in den Bezirken Mitte, Charlottenburg-Wilmersdorf, Tempelhof-Schöneberg und Friedrichshain-Kreuzberg (Beispiele siehe Abbildung 25). Allerdings finden sich auch in allen übrigen Bezirken diverse Straßenabschnitte mit hohen thermischen und/oder lufthygienischen Belastungen, denen mit der Umsetzung von (weiteren) Maßnahmen begegnet werden sollte (vgl. Kap. 5).

Dudenstraße im Bezirk Friedrichshain-Kreuzberg



Torstraße im Bezirk Mitte



Bismarckstraße im Bezirk Charlottenburg-Wilmersdorf



Tempelhofer Damm im Bezirk Tempelhof-Schöneberg



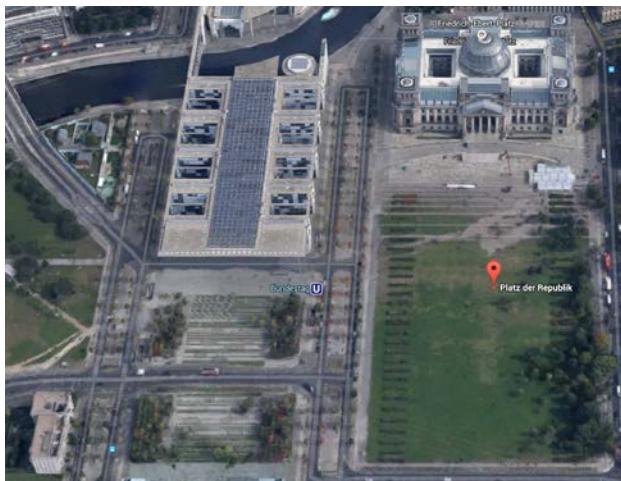
Abbildung 25: (Schräg-)Luftbilder ausgewählter Straßenabschnitte der Raumeinheit Öffentliche Straßen, Wege und Plätze, die einen besonderen stadtclimatischen Missstand aufweisen (Quelle: Google Maps - © 2015)

In der Flächenkategorie „Park | Grünfläche | Stadtplatz | Promenade“ liegt der Fokus auf den Grünflächentypen, die primär der Erholung am Tage dienen sollten. Der Missstand ist also auf ein vergleichsweise hohes thermisches Belastungsniveau aufgrund eines unzureichenden Verschattungsangebotes durch Vegetation oder fehlender sonstiger kühler Kleinklima (z.B. offene Wasserflächen) zurückzuführen. Klimafunktionen für den nächtlichen Kaltlufthaushalt sind bei der Flächenausweisung demzufolge ausgeklammert worden, da diese bereits Gegenstand der Hauptkarte sind (vgl. Kapitel 3.3).

Insgesamt wurden 66 Flächen ausgewiesen, deren thermisches Belastungsniveau am Tage auf einen besonderen stadtclimatischen Missstand hindeutet. Der Flächentyp 53 „Grünanlage/Park“ dominiert dabei deutlich gegenüber dem Typus 54 „Stadtplatz/Promenade“ (Verhältnis 63:3). Es handelt sich vor allem um Flächen geringerer Größe innerhalb im Zusammenhang bebauter Wohn-/Mischgebiete (u.a. Park-Triologie, Wellenpark und Altlandsberger Platz). Mehr als 50 % sind kleiner als 1 ha. Eine Ausnahme bildet der rd. 16 ha umfassende Wiesenpark im Bezirk Marzahn-Hellersdorf (Abbildung 26). Die Flächenkategorie ist die einzige, für die nicht in allen Bezirken Ausweisungen vorgenommen worden sind. In Friedrichshain-Kreuzberg, Reinickendorf und Steglitz-Zehlendorf ist die Qualität der betrachteten Flächen - die thermi-

sche Situation betreffend - demzufolge besser als in den anderen Bezirken. Der räumliche Schwerpunkt der zu sanierenden Flächen liegt in den Bezirken Mitte, Marzahn-Hellersdorf, Spandau und Pankow.

Platz der Republik im Bezirk Mitte



Wiesenpark im Bezirk Marzahn-Hellersdorf



Abbildung 26: (Schräg-)Luftbilder ausgewählter Grün-/Freiflächen, die einen besonderen stadtclimatischen Missstand aufweisen (Quelle: Google Maps - © 2015)

Über diese Flächenkulisse hinaus kann auch dem Tempelhofer Feld ein stadtclimaticher Missstand attestiert werden<sup>20</sup> (Abbildung 27). Es besitzt für die angrenzenden Wohngebiete zwar nachts eine hochgradig relevante Kaltluftlieferfunktion, tagsüber heizt sich das ehemalige Rollfeld aber aufgrund fehlender Schatten- und Wasserflächen ähnlich stark auf, wie z.B. stark versiegelte Parkplätze oder Straßenräume, was zu einer nicht unerheblichen thermischen Belastung für die Erholungssuchenden führt. In einem Gutachten wurde bereits modelltechnisch nachgewiesen, dass ein gewisser Anteil der Fläche mit Bäumen bepflanzt werden können, ohne das die Kaltluftproduktion wesentlich gestört werden würde (GEO-NET 2010). Die Erhöhung der Mikroklimavielzahl ist also auch und gerade für das Tempelhofer Feld eine wichtige Maßnahme (vgl. Kapitel 1.1).



Abbildung 27: Das Tempelhofer Feld als Beispiel für eine Grün-/Freifläche mit einem stadtclimatischen Missstand (Quelle: Google Maps - © 2015)

<sup>20</sup> Das Tempelhofer Feld wird in der Nutzungsdatei der Blockkarte ISU5 des Informationssystems Stadt und Umwelt (ISU) z.Z. noch als Brachfläche und nicht als Park geführt und ist daher nicht Bestandteil der eigentlichen Flächenkulisse.

## 4.2 FLÄCHEN MIT EINER BESONDEREN VULNERABILITÄT GEGENÜBER DEM STADTKLIMA

Die in Kapitel 4.1 vorgenommene Ausweisung von Flächen mit einem besonderen stadtclimatischen Missstand basiert auf einer rein fachplanerischen, klimatischen Perspektive. Ihre Verknüpfung mit weiteren nicht-klimatischen Kriterien kann in Sinne einer räumlich differenzierten Vulnerabilitätsbetrachtung zusätzliche Entscheidungshilfen im Zusammenhang mit der Umsetzung von Maßnahmen insbesondere für die Raumeinheit „Siedlungsraum“ (vgl. Kapitel 2.2) offenlegen.

Inwiefern einzelne Block(teil)flächen des Siedlungsraumes vulnerabel gegenüber der stadtclimatischen Situation sind, ist neben dem primären Kriterium des Aufenthalts-/Nutzungszeitpunktes noch von weiteren sekundären Faktoren abhängig. Hierzu gehört allen voran die demographische Zusammensetzung des betrachteten Quartiers (Kapitel 4.2.1). Darüber hinaus sind auch das Vorhandensein bestimmter sensibler Gebäude-/Flächennutzungen (Kapitel 4.2.2) sowie der Versorgungsgrad von Wohngebieten mit adäquaten Grünflächen (4.2.3) Faktoren, die einen Einfluss auf das Vulnerabilitätsniveau ausüben.

### 4.2.1 BESONDRE VULNERABILITÄTEN AUFGRUND DER DEMOGRAPHISCHEN ZUSAMMENSETZUNG

Als besonders sensibel gegenüber thermischem (Hitze-)Stress gelten gemeinhin vor allem der ältere Teil der Bevölkerung (über 65 Jahre [Ü65]) aufgrund der mit dem Alter steigenden Anfälligkeit für Herz-Kreislauferkrankungen sowie Kleinkinder bis 6 Jahre (U6) und vor allem Säuglinge aufgrund ihrer fehlenden bzw. nicht vollausgeprägten Fähigkeit zur Thermoregulation (Jendritzky 2007). Ein Zusammenhang zwischen einer erhöhten Mortalität und dem Auftreten von Hitzeperioden ist für den Raum Berlin-Brandenburg empirisch nachweisbar und lässt sich auch modelltechnisch abbilden (Scherber 2014, Scherer et al. 2013, Fenner et al. 2015)<sup>21</sup>.

In Berlin leben ~ 850.000 Menschen, denen aufgrund ihres Alters eine besondere thermische Sensitivität unterstellt werden kann (Statistik BBB 2014). Das Verhältnis zwischen dem sensiblen älteren und dem sensiblen jüngeren Anteil der Bevölkerung liegt in etwa bei 3,4: 1. Dass die Risikogruppe der älteren Menschen deutlich größer ist als diejenige der Kleinkinder und Säuglinge ist für alle Bezirke gleichermaßen gültig. Am stärksten ausgeprägt ist dieses Phänomen im Bezirk Steglitz-Zehlendorf (5,3: 1), wo auch mit knapp 90.000 die insgesamt meisten thermisch sensiblen BerlinerInnen wohnen. In Friedrichshain-Kreuzberg – dem Bezirk mit der geringsten Anzahl an thermisch sensiblen Einwohnern (ca. 45.000) - kommen auf eine Person im Alter U6 lediglich 1,6 Ü65-jährige (Abbildung 28).

<sup>21</sup> Darüber hinaus kann die thermische Belastung auch Auswirkungen auf weitere Bevölkerungsgruppen haben. Allen voran Personen mit Vorerkrankungen des Herz-Kreislaufsystems. Aber auch die Konzentrations-/Leistungsfähigkeit bzw. Produktivität am Arbeitsplatz wird mit dem thermischen Komfort in Zusammenhang gebracht (Jendritzky et al. 2007).

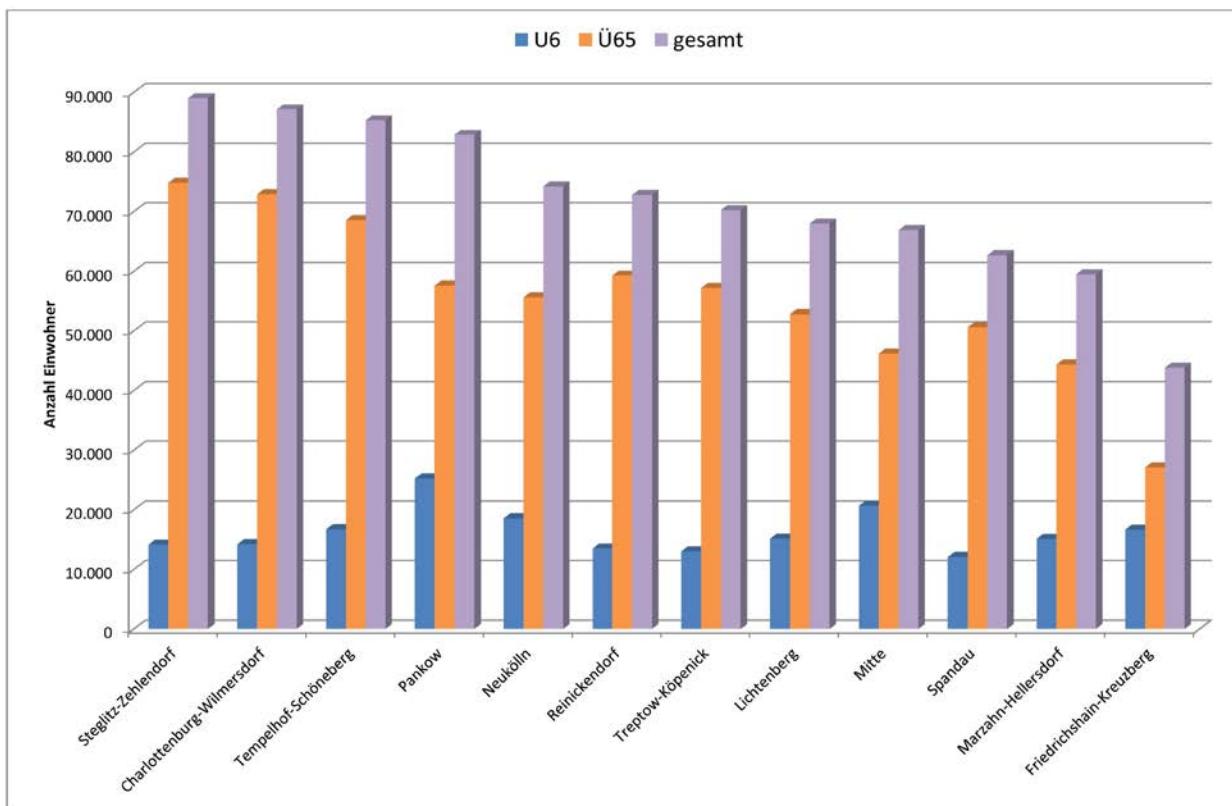


Abbildung 28: Bilanzierung der thermisch sensiblen Bevölkerungsgruppen auf der Ebene der Berliner Bezirke (Stand der Einwohnerdaten 06/2014, Statistik BBB 2014)

In welchen Ausmaß sich aus dieser Sensitivität auch eine tatsächliche Vulnerabilität ableiten lässt, hängt im Wesentlichen von der geographischen Verteilung der Risikogruppen im räumlich differenzierten Belastungsfeld ab. Um einen gesamtstädtischen Eindruck über diese Fragestellung zu vermitteln, wurde zunächst mithilfe von Daten des Amtes für Statistik Berlin-Brandenburg (Statistik BBB 2014) die durchschnittlichen Anteile an U6- und Ü65-jährigen in den bewohnten Block(teil)flächen der Wohn- und Mischgebiete (Stadtstrukturtypen 1-13) ermittelt. Diese liegen bei 5,6 % bzw. 19,2 %.

Denjenigen Block(teil)flächen, bei denen ein überdurchschnittlicher Anteil beider Risikogruppen auftritt und eine als „weniger günstig“ oder „ungünstig“ bewertete thermische Gesamtsituation vorherrscht, wurde eine „sehr hohe demographische Vulnerabilität“ gegenüber der örtlichen Ausprägung des Stadtklimas zugeordnet. Eine „hohe demographische Vulnerabilität“ besteht dort, wo ein überdurchschnittlicher hoher Anteil nur einer Risikogruppe wohnt. Für alle übrigen bewohnten Blöcke besteht ebenfalls eine, wenn auch vergleichsweise „geringe demographische Vulnerabilität“. Auch in diesen Gebieten wohnen altersbedingt vulnerable Menschen. Allen Block(teil)flächen der Stadtstrukturtypen 13-17 wurde keine demographische Vulnerabilität zugeordnet, da sie (weitgehend) unbewohnt sind. Allerdings können sie diverse klimasensible Nutzungen enthalten (vgl. Kapitel 4.2.2).

Im Ergebnis besteht in ca. einem Drittel aller Block(teil)flächen eine hohe oder sehr hohe demographische Vulnerabilität. Ungefähr drei Viertel aller hitzesensiblen BerlinerInnen wohnen in diesen Gebieten (~ 650.000 Einwohner). Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass lediglich auf einem vergleichsweise kleinen Gebiet Maßnahmen umgesetzt werden müssten, um einen hohen Anteil der vulnerablen Bevölkerungsgruppen thermisch zu entlasten (Tabelle 8 und Abbildung 29).

*Tabelle 8: Demographische Vulnerabilität gegenüber der thermischen Belastung - Methode und zusammengefasste Ergebnisse auf Ebene der Blockteileflächen der Blockkarte 1:5.000 (ISU5)*

demographische Vulnerabilität	Stadtstrukturtyp	Methode	Anteil Blockteileflächen	Anteil an sensitivem Bevölkerungsteil	Sensitiver Anteil an Gesamtbevölkerung
<b>3 = Sehr hoch</b>	Wohn-/Mischgebiet (SST* 1-13)	Thermische Situation 3= weniger günstig oder 4= ungünstig und überdurchschnittlicher Anteil U6 und Ü65	5,5%	13,5%	3,3%
<b>2 = hoch</b>	Wohn-/Mischgebiet (SST* 1-13)	Thermische Situation 3= weniger günstig oder 4= ungünstig und überdurchschnittlicher Anteil entweder U6 oder Ü65	30,7%	61,0%	15,1%
<b>1 = gering</b>	Wohn-/Mischgebiet (SST* 1-13)	Thermische Situation 3= weniger günstig oder 4= ungünstig und unterdurchschnittlicher Anteil U6 und Ü65; Thermische Situation 1= sehr günstig oder 2= günstig	40,7%	25,5%	6,3%
<b>0 = keine</b>	Gewerbe/ Gemeinbedarf (SST* 14-17)	Entfällt, da weitgehend unbewohnt	23,1%	0%	0%
<b>gesamt</b>			<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>24,7%</b>

\* = Stadtstrukturtyp

Eine räumliche differenzierte Analyse auf Ebene der Berliner Bezirke zeigt, dass zwar eine grundsätzliche Übereinstimmung in der Verteilung der klimasensiblen Bevölkerungsgruppen (vgl. Abbildung 28) mit den Raummustern der tatsächlichen demographischen Vulnerabilität besteht, dass aber doch einige wesentliche Unterschiede bestehen (Abbildung 29 und Abbildung 30).

So stellt der Bezirk Steglitz-Zehlendorf zwar die größte Gruppe an thermisch sensiblen Personen (vgl. Abbildung 28), bei der demographischen Vulnerabilität nimmt der Bezirk aber nur Rang 7 ein. Dies ist zum einen darauf zurückzuführen, dass das Belastungsniveau hier insgesamt deutlich unter dem Durchschnitt liegt (vgl. Kapitel 3.1). Zum anderen wohnen die Risikogruppen gegenwärtig tendenziell in thermisch begünstigten Gebieten. Der umgekehrte Fall gilt für Pankow. Hier besteht absolut betrachtet die größte demographische Vulnerabilität, obwohl der Bezirk lediglich die viertgrößte sensible Population beheimatet.

Am unteren Ende der Skala entsprechen sich die beiden Ergebnisse demgegenüber: Spandau, Marzahn-Hellersdorf und Friedrichshain-Kreuzberg weisen sowohl die geringste Anzahl sensibler Personen als auch der demographischen Vulnerabilität auf. Insbesondere für Friedrichshain-Kreuzberg gilt aber, dass der weitaus überwiegende Teil der sensiblen Bevölkerung auch in thermisch belasteten Gebieten wohnt (ca. 80%). Einen höheren Anteil weist nur noch der Bezirk Lichtenberg auf (82%). Auch Mitte und Neukölln liegen noch in der derselben Größenordnung.

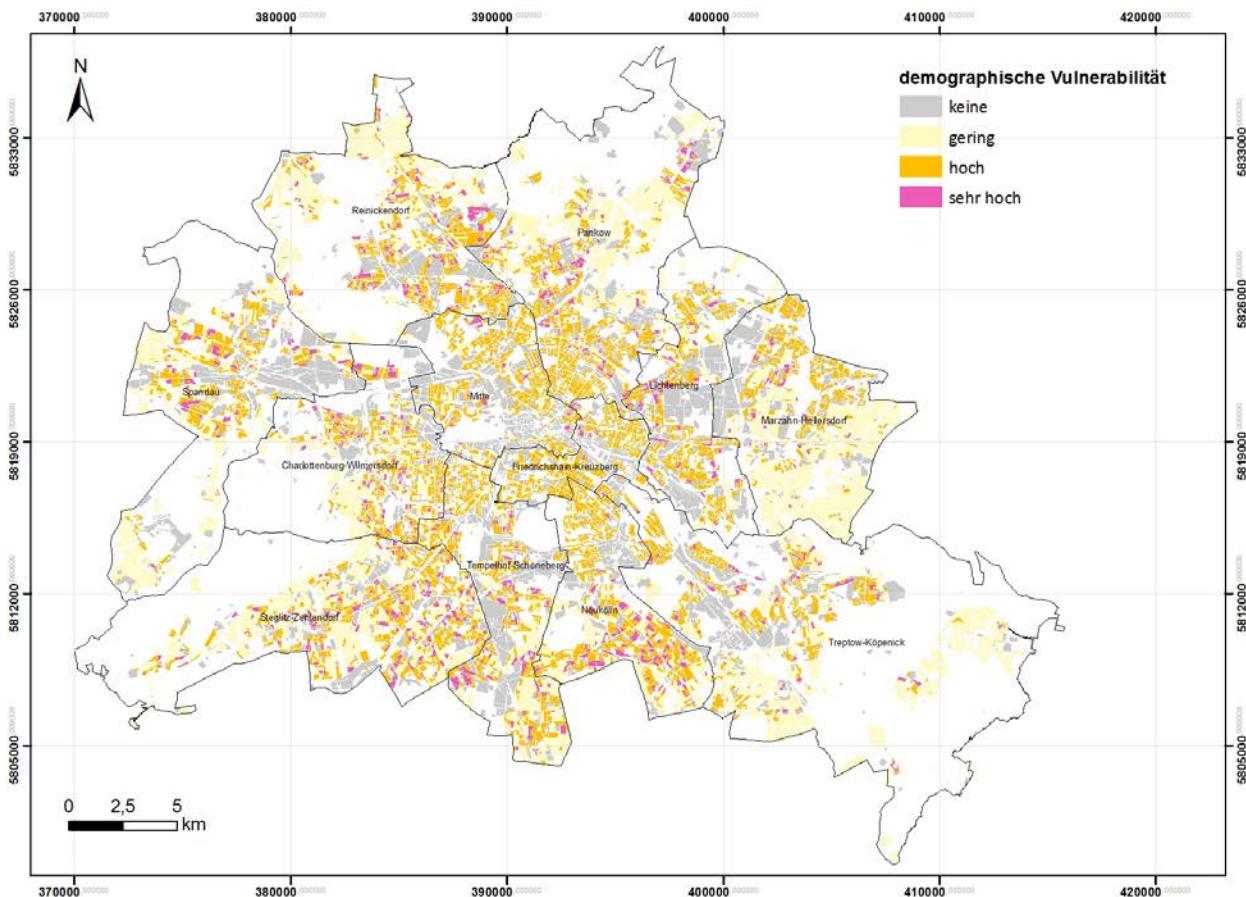


Abbildung 29: Demographische Vulnerabilität gegenüber der thermischen Belastung – Räumliche Analyse auf Ebene der Block(teil)flächen

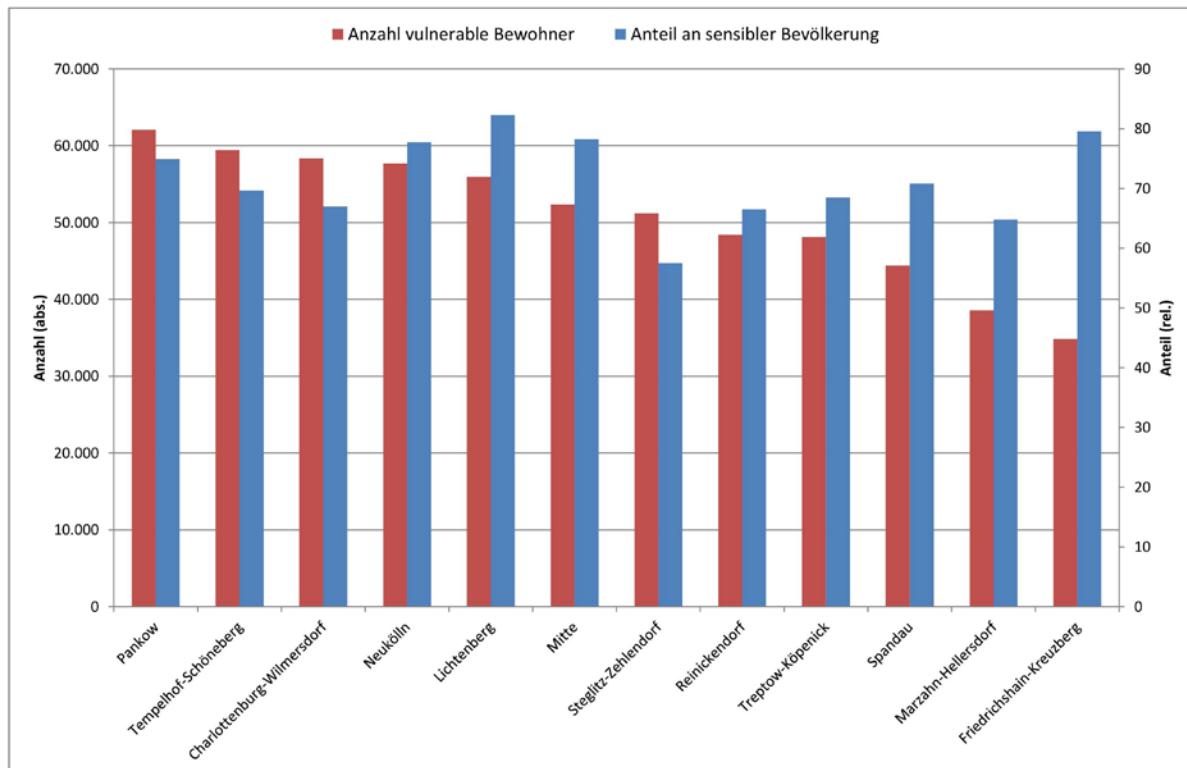


Abbildung 30: Demographische Vulnerabilität gegenüber der thermischen Belastung – Bilanzierung auf Ebene der Bezirke

#### 4.2.2 BESONDRE VULNERABILITÄTEN AUFGRUND STADTKLIMASENSIBLER GEBÄUDE-/FLÄCHENNUTZUNGEN

Als aus stadtclimatischer Perspektive sensible Flächen-/Gebäudenutzungen können vor allem solche bezeichnet werden, die bevorzugt von den in Kapitel 4.2.1 beschriebenen Risikogruppen genutzt werden. Für die vorliegende Analyse wurden insgesamt acht verschiedene Nutzungstypen unterschieden: Krankenhäuser, Pflegeheime, Bibliotheken, Kindertagesstätten, Schulen, Horte, Spielplätze und Sportanlagen. In den Teilflächen drei übergeordneten Raumeinheiten der PHK 2015 existieren gegenwärtig insgesamt rd. 7.300 entsprechende Einzelnutzungen (Stand der Erfassung: 2011-2014). Den Hauptanteil machen mit etwa 64 % Spielplätze und Kindertagesstätten aus (Abbildung 31).

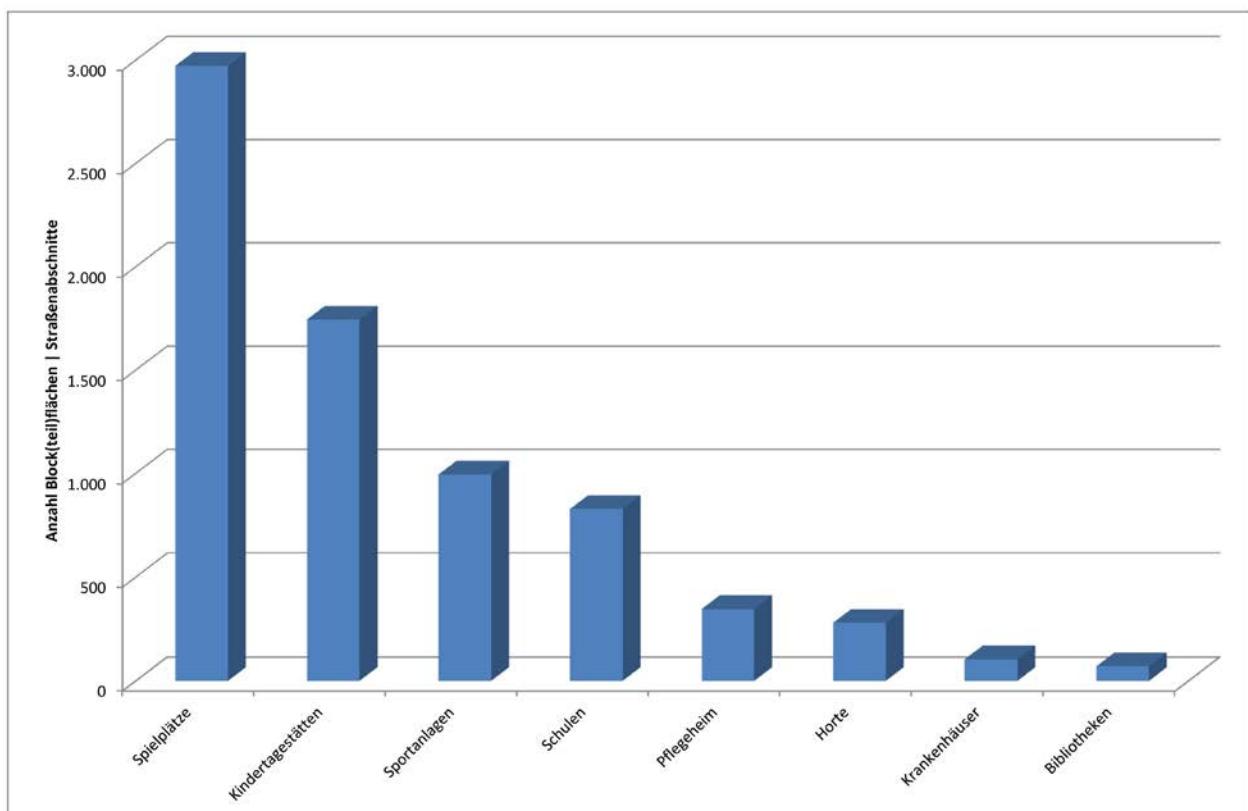
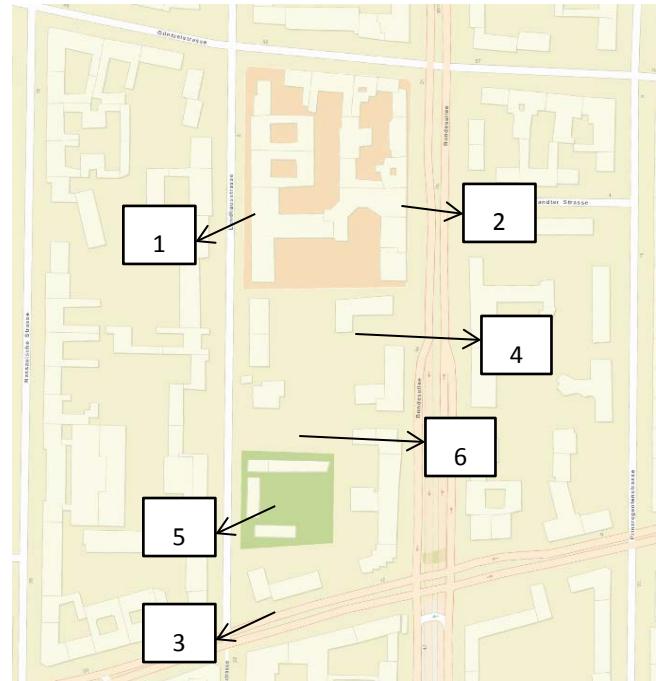
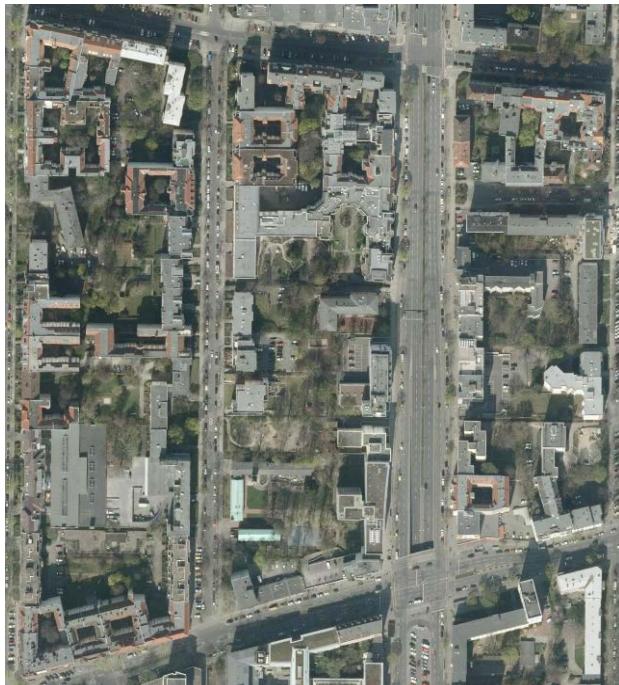


Abbildung 31: Aggregierte Auftrittshäufigkeit der stadtclimatisch sensiblen Gebäude-/Flächennutzungen in den Teilflächen der drei Raumeinheiten „Siedlungsraum“, „Grün- und Freiflächen“ sowie „Öffentliche Straßen, Wege und Plätze“

Insgesamt beheimaten rund 25 % des Siedlungsraumes, ca. 12 % aller Grün- und Freiflächen und 5 % aller Teilflächen der Raumeinheit Öffentliche Straßen, Wege und Plätze wenigstens einen klimasensiblen Nutzungstyp<sup>22</sup>. In über 90 % der Fälle treten pro Teilfläche nicht mehr als zwei verschiedene Nutzungstypen gleichzeitig auf, im Einzelfall kommen aber auch bis zu sechs Typen als Cluster vor. Ein Beispiel für ein solches Quartier befindet sich im Bezirk Charlottenburg-Wilmersdorf zwischen Bundesallee und Landhausstraße (Abbildung 32).

<sup>22</sup> In den Raumeinheiten „Siedlungsraum“ und „Grün- und Freiflächen“ kommen alle Nutzungstypen vor, bei „Öffentlichen Straßen, Wegen und Plätzen“ lediglich die Typen „Spielplätze“ und „Sportanlagen“.

- 1= Friedrich von Bodelschwingh Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie
- 2= Altenpflegeheim Barbara von Renthe-Fink
- 3= Kita der Schwedischen Victoriagemeinde e.V.
- 4= Schulhort der Johannes-Schule-Berlin
- 5= Schwedische Schule in Berlin und Johannes-Schule Berlin
- 6= Spielplatz Landhausstraße



*Abbildung 32: Beispiel für ein Cluster mit sechs verschiedenen klimasensiblen Nutzungstypen im Bezirk Charlottenburg-Wilmersdorf (Stand der Erfassung der Standorte: 2013/2014)*

Die räumliche Verteilung der sensiblen Flächen-/Gebäudenutzungen innerhalb Berlins ist relativ homogen und zeigt mit Bezug zu den Bezirken eine hohe Korrelation mit der Bevölkerungssumme. Grundsätzlich gilt: Je mehr Einwohner ein Bezirk hat, desto mehr klimasensible Nutzungen treten auch auf. Der Bezirk Pankow steht demnach mit fast 700 betroffenen Block(teil)flächen am oberen Ende der Skala, während der bevölkerungsärmste Bezirk Spandau am unteren Ende auf etwas mehr als 350 Block(teil)flächen mit mindestens einer klimasensible Nutzung kommt (Abbildung 33 und Abbildung 34). Die Auswertung zeigt, dass auch für dieses Thema eine Relevanz in allen Berliner Bezirken besteht.

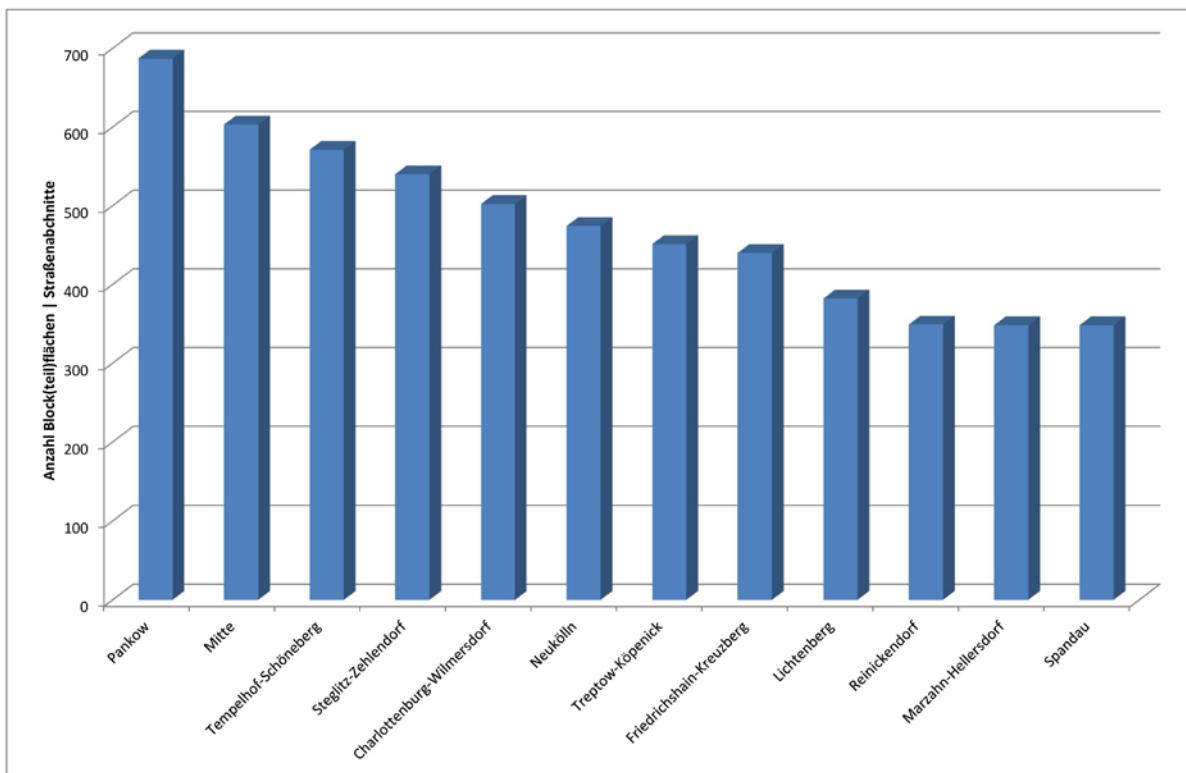


Abbildung 33: Anzahl der Einzelflächen mit klimasensiblen Gebäude-/Flächennutzungen in den Teilflächen der drei Raumseinheiten „Siedlungsraum“, „Grün- und Freiflächen“ sowie „Öffentliche Straßen, Wege und Plätze“ – Aggregation auf Bezirksebene

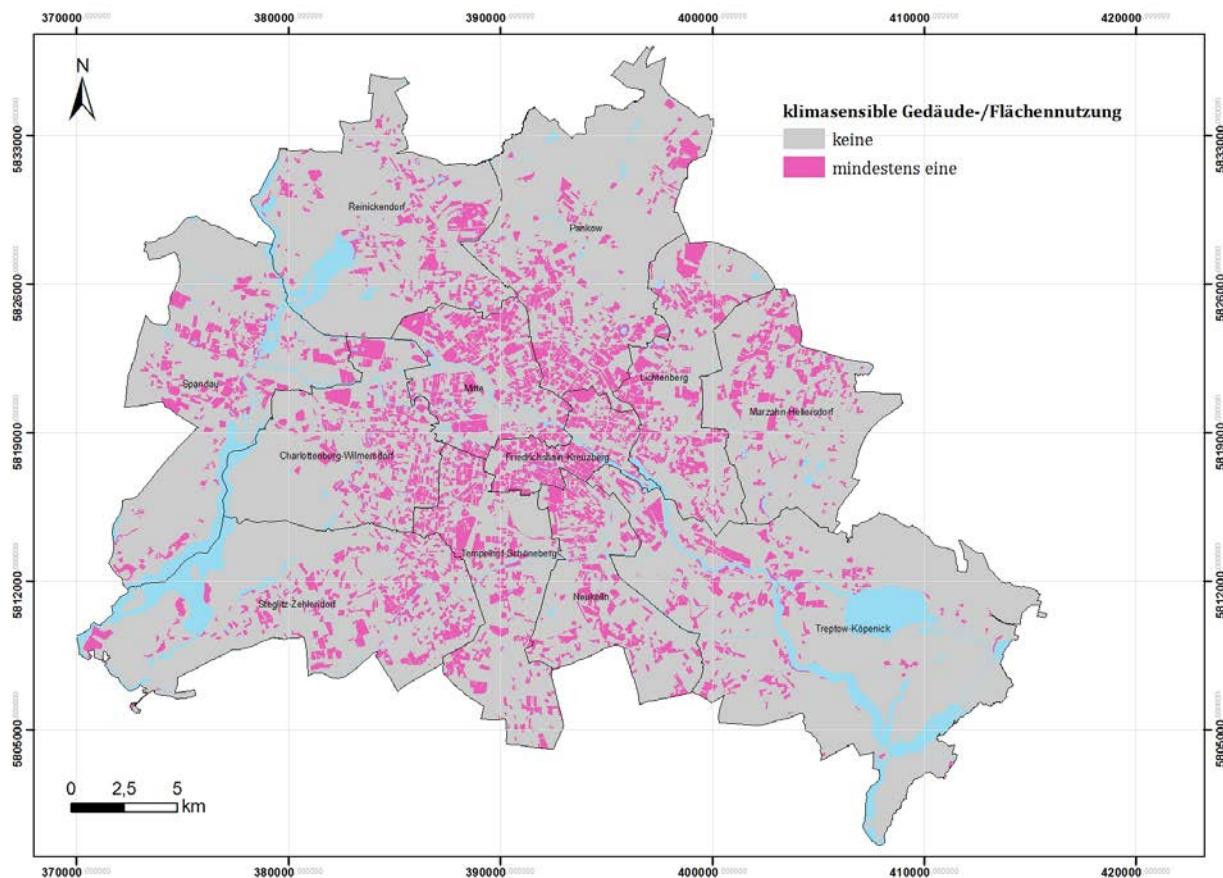


Abbildung 34: Räumlich aggregierte Darstellung der klimasensiblen Gebäude-/Flächennutzungen in den Teilflächen der drei Raumseinheiten „Siedlungsraum“, „Grün- und Freiflächen“ sowie „Öffentliche Straßen, Wege und Plätze“

Inwiefern sich aus dieser räumlichen Verteilung eine tatsächliche Vulnerabilität der einzelnen Gebiete ergibt, hängt im Wesentlichen von der geographischen Lage im differenzierten Belastungsfeld ab. Um einen gesamtstädtischen Eindruck über diese Fragestellung zu vermitteln, wurde zunächst für jeden Nutzungstypus entsprechend seines Nutzungszeitpunktes festgelegt, welche Tageszeit(en) jeweils bewertungsrelevant sind.

Demnach sind für Krankenhäuser und Pflegeheime sowohl die Tag- als auch die Nachtsituation zu berücksichtigen, während alle übrigen Typen ausschließlich tagsüber genutzt werden. In Abhängigkeit dieser Festlegung wurden anschließend individuelle Vulnerabilitätsalgorithmen festgelegt. Für die Raumeinheiten „Siedlungsraum“ und „Öffentliche Straßen, Wege und Plätze“ erfolgte eine Verknüpfung mit den Bewertungsergebnissen aus der Hauptkarte (vgl. Kap. 3). Da dort für die Grün-/Freiflächen keine vergleichbare Bewertung der thermischen Situation vorgenommen wurde, beruht die Vulnerabilitätseinstufung für diese Raumeinheit auf den Analyseergebnissen von Kapitel 4.1 (Tabelle 9).

Tabelle 9: Methode zur Ableitung der thermischen Belastung von klimasensiblen Gebäude- und Flächennutzungen

Nutzungstyp	Tagsituation relevant	Nachtsituation relevant	Methode zur Ableitung der Vulnerabilität im Siedlungsraum	Methode zur Ableitung der Vulnerabilität auf Öffentlichen Straßen, Wegen und Plätzen	Methode zur Ableitung der Vulnerabilität auf Grün-/Freiflächen
Krankenhaus	ja	ja	„weniger günstige“ oder „ungünstige“ thermische Gesamtsituation	-	Besonderer stadtökologischer Missstand vorhanden
Pflegeheim	ja	ja	„weniger günstige“ oder „ungünstige“ thermische Gesamtsituation	-	Besonderer stadtökologischer Missstand vorhanden
Spielplatz	ja	nein	„weniger günstige“ oder „ungünstige“ thermische am Tage	„weniger günstige“ oder „ungünstige“ thermische am Tage	Besonderer stadtökologischer Missstand vorhanden
Kindertagesstätte	ja	nein	„weniger günstige“ oder „ungünstige“ thermische am Tage	-	Besonderer stadtökologischer Missstand vorhanden
Hort	ja	nein	„weniger günstige“ oder „ungünstige“ thermische am Tage	-	Besonderer stadtökologischer Missstand vorhanden
Schule	ja	nein	„weniger günstige“ oder „ungünstige“ thermische am Tage	-	Besonderer stadtökologischer Missstand vorhanden
Sportanlage	ja	nein	„weniger günstige“ oder „ungünstige“ thermische am Tage	„weniger günstige“ oder „ungünstige“ thermische am Tage	Besonderer stadtökologischer Missstand vorhanden
Bibliothek	ja	nein	„weniger günstige“ oder „ungünstige“ thermische am Tage	-	Besonderer stadtökologischer Missstand vorhanden

Allen Flächen, die die in Tabelle 9 genannten Bedingungen erfüllen, ist die Bewertungsstufe „hohe Vulnerabilität“ zugeordnet worden. Eine „geringe Vulnerabilität“ erhalten alle Flächen, die zwar mindestens eine sensible Nutzungen aufweisen, aber nicht in einem thermisch belasteten Umfeld liegen. Die Teilflächen, die keine sensible Nutzung aufweisen, besitzen keine besondere Vulnerabilität bezgl. ihrer Flächeninanspruchnahme.

Abbildung 35 und Abbildung 36 zeigen die räumlichen Muster, die sich unter Anwendung dieser Methode ergeben. Die absolut betrachtet am meisten Flächen mit vulnerablen Nutzungen liegen im Bezirk Pankow, der auch die größte Anzahl sensibler (also potentiell vulnerabler) Flächen-/Gebäudenutzungen aufweist (vgl. Abbildung 33). Abgesehen von diesem Umstand lässt das Ergebnis keinerlei Zusammenhang mehr zwischen der Auftrittshäufigkeit vulnerabler und sensibler Nutzungen bzw. der Bevölkerungsstärke erkennen. Dieses liegt in den räumlich divergierenden prozentualen Anteilen von sensiblen Nutzungen in einer thermisch belasteten Umgebung begründet. Bezogen auf ganz Berlin beträgt der entsprechende Wert etwa 33 %. Innerhalb der zwölf Berliner Bezirke schwankt dieser Anteil aber beträchtlich zwischen ca. 15 % in Steglitz-Zehlendorf und fast 66 % in Marzahn-Hellersdorf.

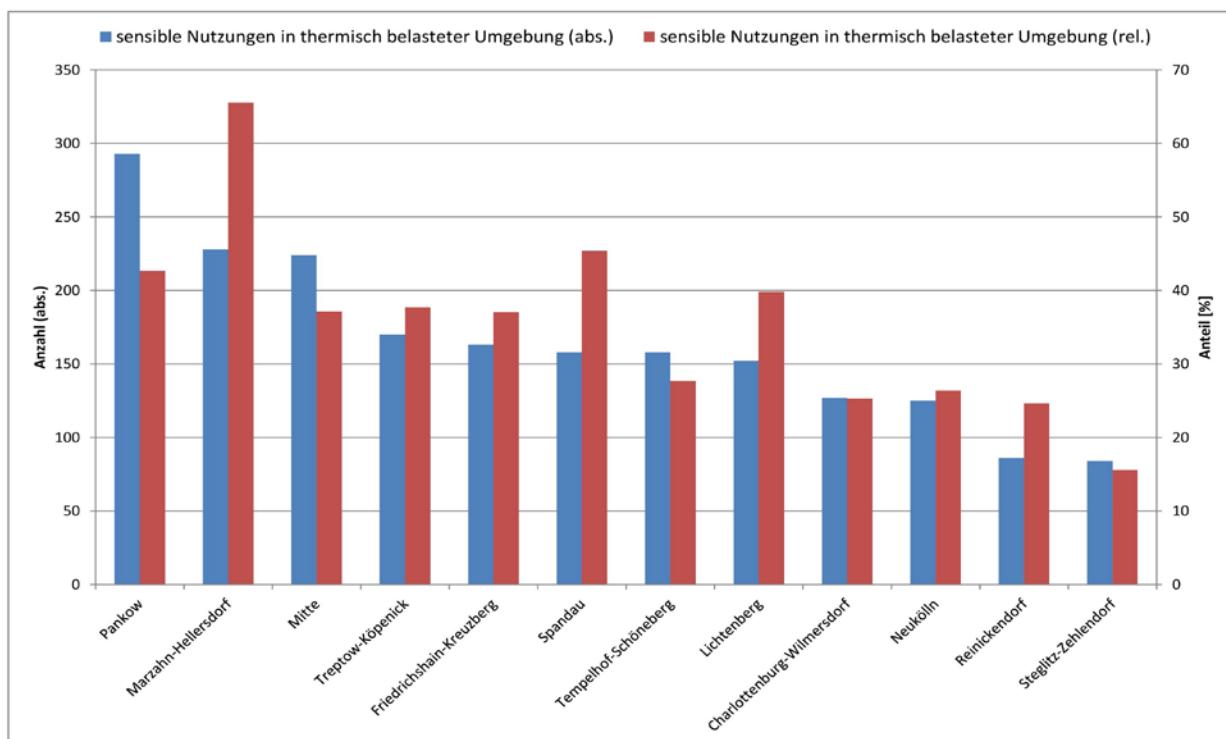


Abbildung 35: absolute Anzahl und relativer Anteil aggregierter sensibler Nutzungen in thermisch belasteter Umgebung in den 12 Berliner Bezirken

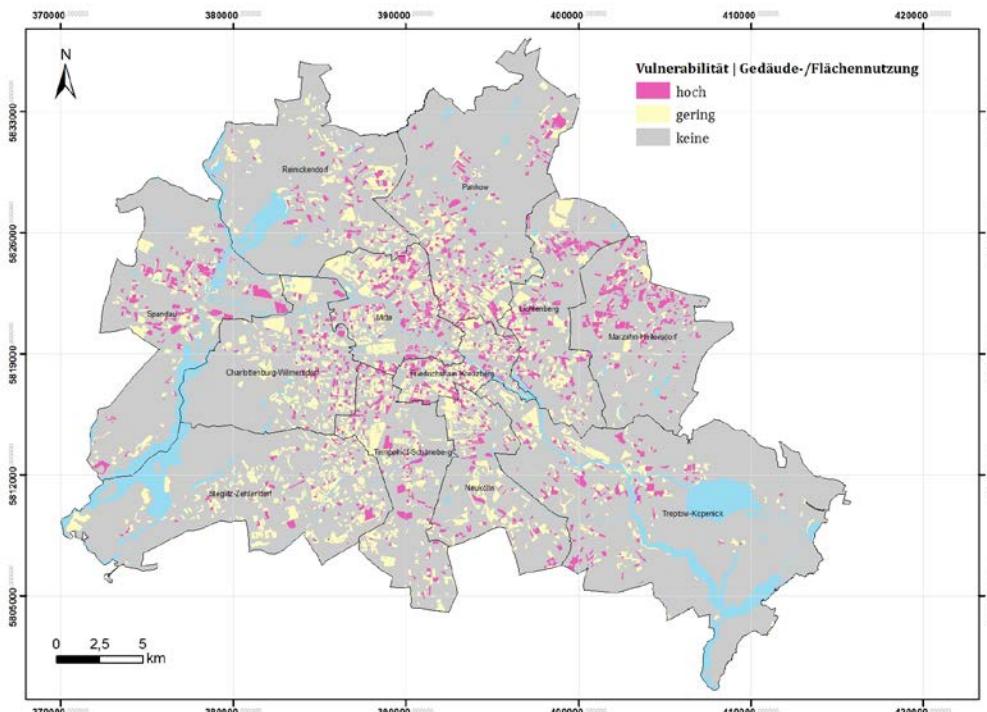


Abbildung 36: räumliche Verteilung von stadtclimasensiblen Gebäude-/Flächennutzungen

Demgegenüber entspricht die Rangfolge der absoluten Anzahl der vulnerablen Nutzungstypen exakt derjenigen der Rangordnung für die sensiblen Typen (vgl. Abbildung 31). Spielplätze und Kindertagesstätten treten auch hier sehr viel häufiger auf, als die übrigen Nutzungstypen. Sie machen weiterhin deutlich mehr als 50 % der insgesamt 2618 Teilflächen mit vulnerablen Flächen-/Gebäudenutzungen aus. Analog zur bezirklichen Auswertung bestehen aber auch hier größere Unterschiede in dem Umfang in dem aus klimasensiblen auch tatsächlich vulnerable Nutzungen werden. Besonders relevant ist die hohe Quote bei den Pflegeheimen und Krankenhäusern, die zu deutlich mehr als 50 % in einer thermisch belasteten Umgebung verortet sind und für die sich daher eine hervorgehobene Handlungsriorität ableiten lässt.

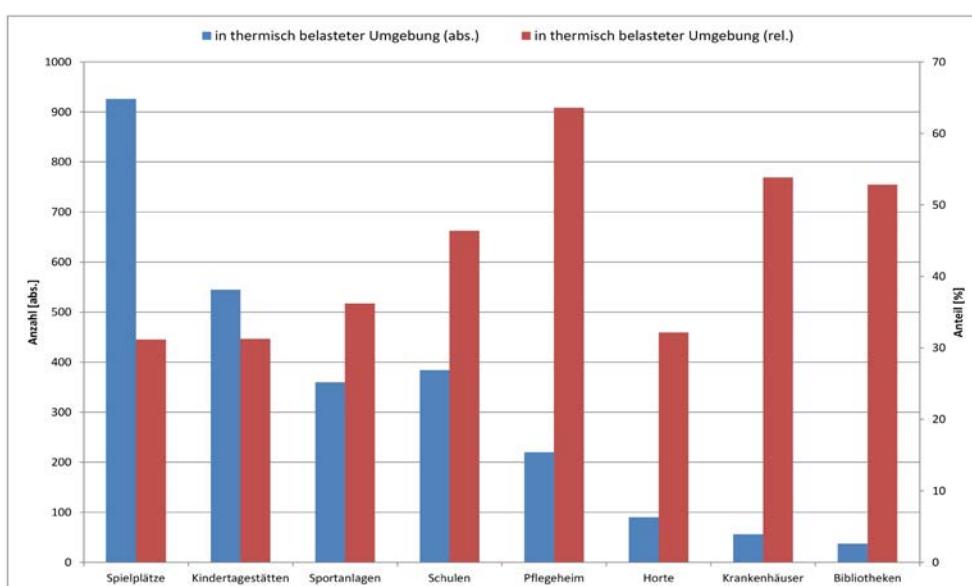


Abbildung 37: absolute Anzahl und relativer Anteil der sensiblen Nutzungstypen in thermisch belasteter Umgebung

#### 4.2.3 BESONDRE VULNERABILITÄTEN AUFGRUND EINER GRÜNFLÄCHENUNTERVERSORGUNG

Über die Bereitstellung von Kaltluft (vgl. Kapitel 3.3) hinaus stellen die Berliner Frei- und Grünflächen noch eine zweite zentrale klimaökologische Dienstleistungen zur Verfügung: Sie sind Kühlinseln am Tage, die aktiv von (thermisch) gestressten Stadtbewohnern aufgesucht werden können und ihnen Erholung verschaffen. Anders als bei der Kaltluftproduktion - die für die Lieferung von relevanten Volumina auf größere zusammenhängende Flächen (> 1-2 ha) angewiesen ist - ist ein regelmäßiges Mosaik aus kleineren Grünflächen für die Kurzzeiterholung besonders geeignet. Nur so kann im Sinne einer sozial-ökologischen Gerechtigkeit sichergestellt werden, dass die Stadtbewohner aller Stadtteile ihren Erholungsbedarf erfüllen können (Scherer 2007).

Kleinräumig betrachtet sind Frei- und Grünflächen mit einem hohen Schattenanteil vor allem in solchen Gebieten von großer Bedeutung, in denen ein relevantes thermisches Belastungsniveau am Tage gemeinsam mit einer Unterversorgung an privaten Grünflächen auftritt. Eine Verknüpfung dieser beiden Parameter zeigt, auf welchen Block(teil)flächen eine besondere stadtclimatiscche Vulnerabilität aufgrund einer Unterversorgung mit Grünflächen besteht. Diese Flächen bedürfen einer besonderen Aufmerksamkeit bei der Bereitstellung von thermischen Komfortinseln (sog. „Pocket parks“) im privaten und öffentlichen Raum (vgl. Kapitel 0).

Das Belastungsniveau am Tage kann aus den in Kapitel 3.1 dokumentierten Bewertungen entnommen werden. Demnach besteht für alle Wohn- und Mischgebiete (Stadtstrukturtypen 1-13) mit einer „weniger günstigen“ oder „ungünstigen“ thermischen Situation ein Bedarf an hochwertigen Grünflächen. Die im Berliner Landschaftsprogramm enthaltene Versorgungsanalyse stellt die benötigten Informationen bzgl. des Versorgungsgrades bereit (SenStadtUm 2013a). Die Klassen 4,7,8,10 und 11 stellen den Suchraum für die vulnerablen Blockflächen dar. Sie repräsentieren das Cluster, das aufgrund der Kombination aus einer unzureichenden Versorgung mit benachbarten öffentlichen Grünanlagen und einer mangelhaften Ausstattung mit privatem Grün entsteht (Tabelle 10)<sup>23</sup>.

Tabelle 10: Stufen der „Versorgungsanalyse Grün“ im Landschaftsprogramm Berlin

Versorgung mit öffentlichen Grünflächen	Versorgung mit privaten Grünflächen				
		gering	mittel	gut	
Klasse 1	1	2	3	> 6 m <sup>2</sup> Grün	
Klasse 2	4	5	6	> 6 m <sup>2</sup> - 3,1 m <sup>2</sup>	
Klasse 3	7	8	9	3,0 m <sup>2</sup> - 0,1 m <sup>2</sup>	
Klasse 4	10	11	12	< 0,1 m <sup>2</sup>	

Die fett gedruckten Klassen sind im Sinne der verwendeten Methode mit Grünflächen unversorgt

<sup>23</sup> Für 153 Blockteiflächen des Stadtstrukturtypen 1-13 (=1,5 % des Siedlungsraumes) standen keine Informationen aus der Versorgungsanalyse zur Verfügung.

Insgesamt weisen 807 Block(teil)flächen des Siedlungsraumes eine Vulnerabilität gegenüber dem Stadtklima aufgrund einer Grünflächenunterversorgung auf (entspricht in etwa 5 % aller Block(teil)flächen oder 4 % bezogen auf deren Fläche). Die betroffenen Quartiere haben rd. 375.000 Einwohner, wovon ca. 80.000 einer Risikogruppe (vgl. Kapitel 4.2.1) angehören. Damit ist ungefähr jeder 10te Berliner bzw. jedes 10te Mitglied der altersstrukturbezogenen Risikogruppe von dem untersuchten Missstand betroffen.

Die Flächen sind über das gesamte Berliner Stadtgebiet verteilt, räumliche Schwerpunkte sind aber erkennbar. Zu den Hot-Spots zählen die Bezirke Mitte und Pankow, die sowohl die meisten betroffenen Block(teil)flächen als auch die meisten betroffenen Bewohner aufweisen. Gemeinsam kommen sie auf einen Anteil von je ca. 30 % (130.000 Einwohner; 250 Blöcke). Beide Bezirke gehören nicht zu den tagsüber am stärksten belasteten Teilläumen Berlins (vgl. Abbildung 102 im Anhang), was darauf hindeutet, dass die Grünflächenversorgung hier mit Bezug zur thermischen Erholung ungünstig verteilt ist und/oder insgesamt zu wenige Erholungsflächen existieren. Der umgekehrte Fall gilt für den Bezirk Spandau. Er weist vergleichsweise viele tagsüber thermisch belastete Flächen aber nur vergleichsweise wenige aufgrund einer Grünflächenunterversorgung vulnerable Gebiete/Einwohner auf. Die beste Situation besteht in Steglitz-Zehlendorf, wo eine thermische relevante Unterversorgung für weniger als 10.000 Einwohner festgestellt werden konnte (Abbildung 38 und Abbildung 39).

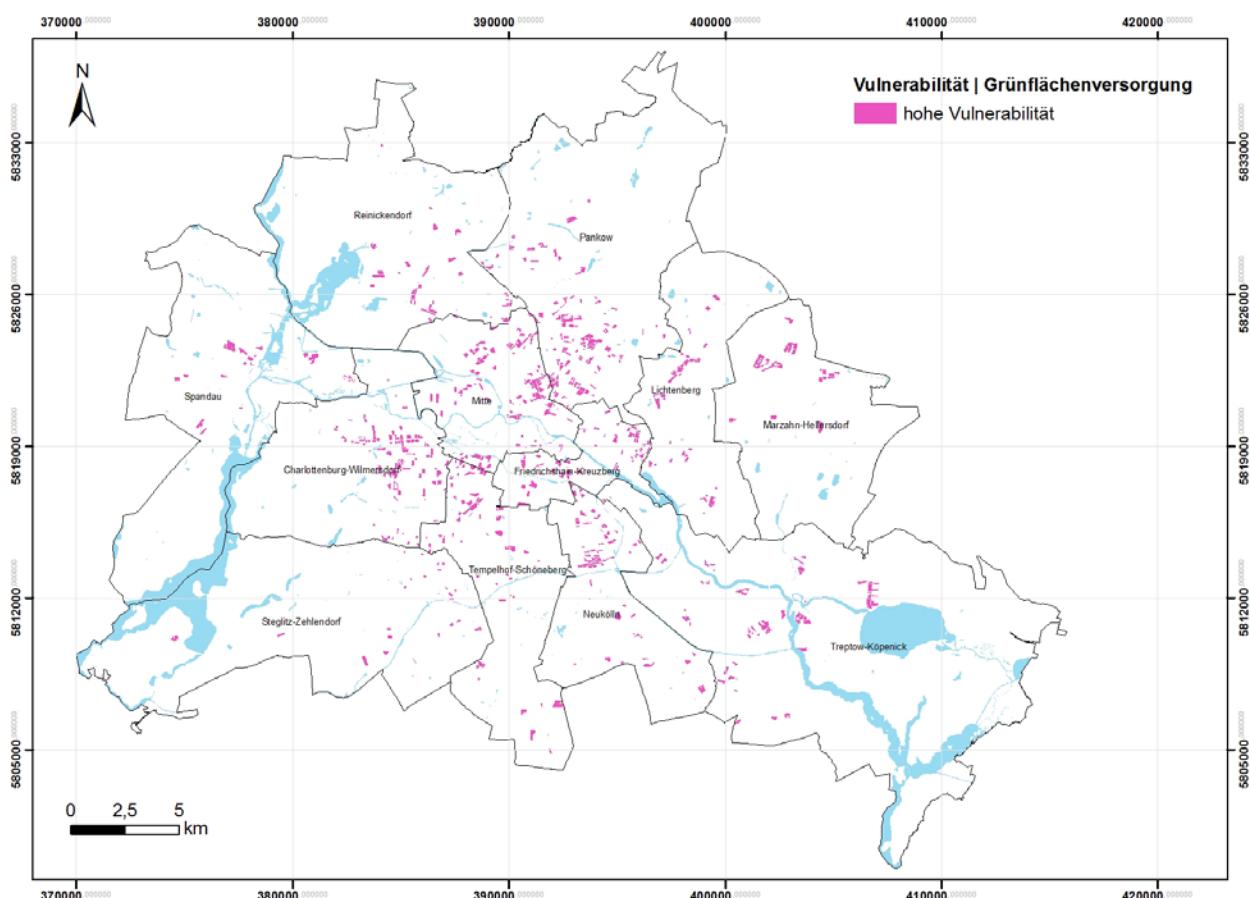


Abbildung 38: Räumliche Darstellung von Flächen mit einer besonderen Vulnerabilität gegenüber dem Stadtklima aufgrund einer Grünflächenunterversorgung

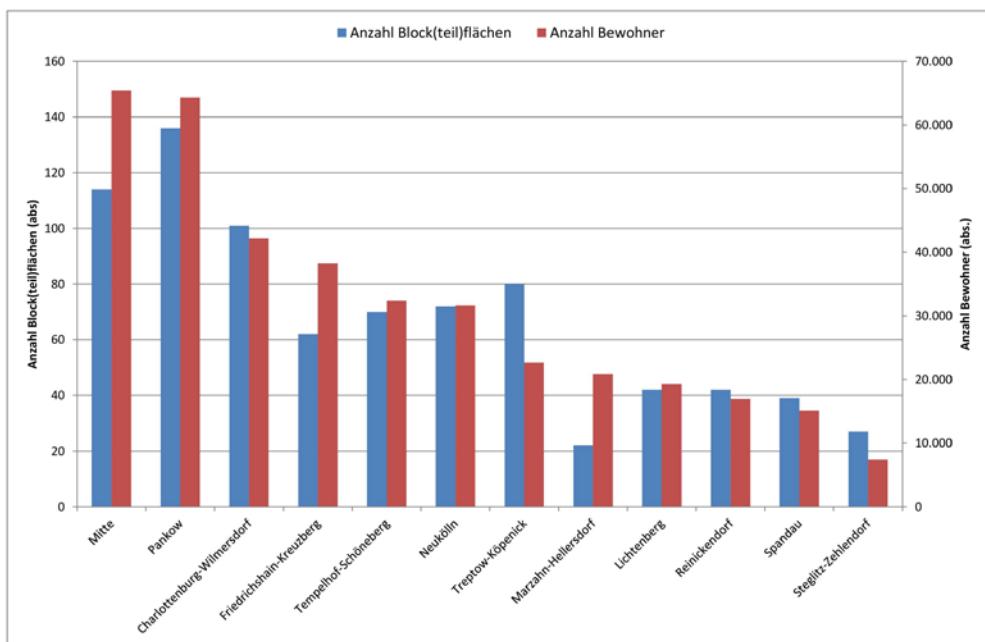


Abbildung 39: Bilanzierung der Vulnerabilität gegenüber dem Stadtklima aufgrund einer Grünflächenunterversorgung in den 12 Berliner Bezirken

## 5. Maßnahmenkatalog

In der dritten Hauptebene der PHK 2015 sind den rund 45.000 Block(teil)flächen und Straßenabschnitten 421 individuelle Kombinationen aus 30 verschiedenen Maßnahmen und Planungshinweisen zugeordnet worden (Tabelle 11). Mit 316 verschiedenen Maßnahmenkombinationen entfällt ein Großteil davon auf den Siedlungsraum, was auch in den Flächenkulissen der Einzelmaßnahmen deutlich wird (Kapitel 4.2). Des Weiteren entfallen auf Grün-/Freiflächen 92 verschiedene Maßnahmenkombinationen, auf die Raum-einheit Öffentliche Straßen, Wege und Plätze 12 sowie auf Gewässer 1.

Die Zuordnung der Maßnahmen hängt vom Flächentyp, den individuellen Bewertungen in der Hauptkarte (vgl. Kapitel 3) sowie in den ergänzenden Planungshinweisen (vgl. Kapitel 4) sowie ggf. einiger zusätzlicher Sach- und Geoinformationen ab (vgl. Tabelle 14 im Anhang). Aufgrund des gesamtstädtischen Maßstabes konnten nicht alle Flächenspezifika umfassend in die Analyse einbezogen werden, so dass die in Tabelle 11 zusammengefassten Ergebnisse ebenso wie die in den Kapiteln 1.1 bis 1.1 dargestellten Flächenkulissen als Vorschläge zu verstehen sind, die bei der Betrachtung einer konkreten Fläche oder einer spezifischen Maßnahme einer erneuten Überprüfung bedürfen. Tiefergehende Potential- und Wirkungsanalysen der Maßnahmen werden dringend angeraten. In diesem Zusammenhang sollte dann auch eine vertiefte Diskussion über unterstützende Instrumente und Werkzeuge zur Umsetzung der Maßnahmen erfolgen.

Die Informationen richten sich vorrangig an die für die Umsetzung der Maßnahmen zuständigen Stellen der Senatsverwaltungen und der bezirklichen Verwaltungen. Insbesondere im Zusammenhang mit Maßnahmen im Bestand sind aber auch Architekten, Investoren, Hausbesitzer und Mieter die Zielgruppe (Abbildung 40).

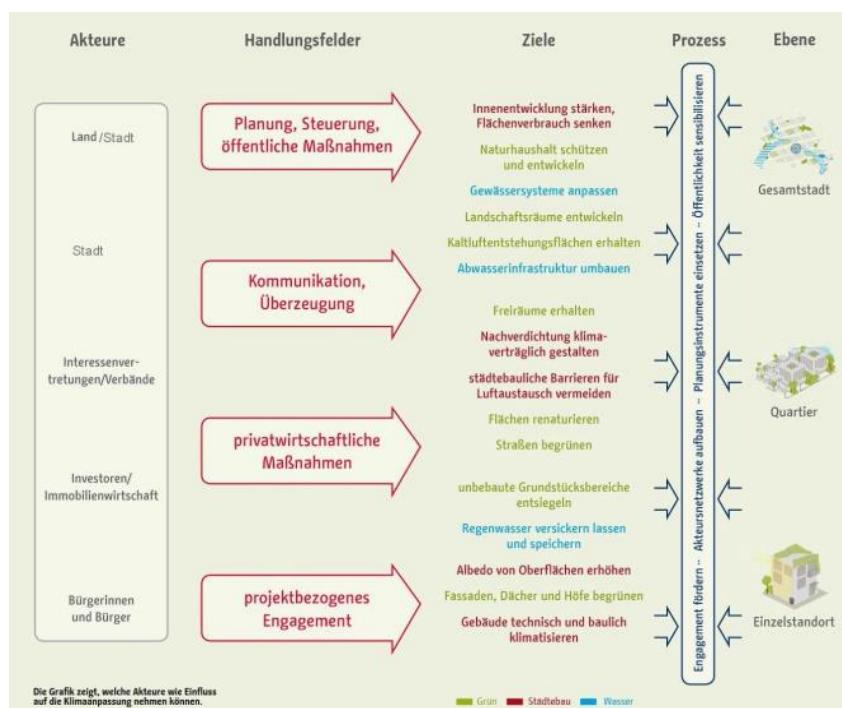


Abbildung 40: Handlungsebenen und Akteure der Klimaanpassung in Berlin (Quelle: SenStadtUm 2011)

Tabelle 11: Empfehlungen zu raumeinheitspezifischen Maßnahmen als dritte Hauptebene der Planungshinweiskarte Stadt klima 2015

	Kurztitel	Empfohlen für die Raumeinheit			
		Siedlungsraum	Öffentliche Straßen, Wege, Plätze	Grün- und Freiflächen	Gewässer
Maßnahme 01	Verschattung von Straßen und Gehwegen	nein	ja	ja	nein
Maßnahme 02	Begrünung und Verschattung von Parkplätzen	ja	ja	ja	nein
Maßnahme 03	Reduktion anthropogener Wärmeemissionen	ja	ja	nein	nein
Maßnahme 04	Begrünung von Gleistrassen	nein	ja	nein	nein
Maßnahme 05	Rückbau (Entdichtung)	ja	nein	nein	nein
Maßnahme 06	Entsiegelung	ja	ja	nein	nein
Maßnahme 07	Schaffung von Pocket-Parks	ja	ja	ja	nein
Maßnahme 08	Verbesserung der Erreichbarkeit von öffentlichen Parks und Grünflächen	ja	nein	nein	nein
Maßnahme 09	Innen-/Hinterhofbegrünung	ja	nein	nein	nein
Maßnahme 10	Verschattung von Gebäuden	ja	nein	nein	nein
Maßnahme 11	Erhöhung der Oberflächen-Albedo	ja	ja	nein	nein
Maßnahme 12	Wasser im öffentlichen Raum	ja	ja	ja	nein
Maßnahme 13	Energetische Gebäudesanierung	ja	nein	nein	nein
Maßnahme 14	Dachbegrünung	ja	nein	nein	nein
Maßnahme 15	Fassadenbegrünung	ja	nein	nein	nein
Maßnahme 16	Sommerlicher Wärmeschutz an Gebäuden	ja	nein	nein	nein
Maßnahme 17	Anpassung des Raumnutzungskonzeptes	ja	nein	nein	nein
Maßnahme 18	Technische Gebäudekühlung	ja	nein	nein	nein
Maßnahme 19	Baukörperstellung bei Neubauten beachten	ja	nein	ja	nein
Maßnahme 20	Stadt klimatische Entkopplung von Neubau- und Nachverdichtungsgebieten	ja	nein	ja	nein
Maßnahme 21	Ausbau sozialer Infrastruktur und Netzwerke	ja	nein	nein	nein
Maßnahme 22	Erhöhung der mikroklimatischen Vielfalt	nein	nein	ja	nein
Maßnahme 23	Schutz von für den Kaltlufthaushalt relevanter Flächen	ja	ja	ja	nein
Maßnahme 24	Vernetzung von für den Kaltlufthaushalt relevanter Flächen	ja	ja	ja	nein
Maßnahme 25	Vermeidung von Austauschbarrieren	ja	ja	ja	ja
Maßnahme 26	Verbesserung der Luftqualität in Kaltluftleitbahnen	nein	ja	nein	nein
Maßnahme 27	Schutz bestehender großflächiger Parks / Grünflächen	nein	nein	ja	nein
Maßnahme 28	Anlage neuer großflächiger Parks / Grünflächen	nein	nein	ja	nein
Maßnahme 29	Schutz von Waldflächen	nein	nein	ja	nein
Maßnahme 30	Schutz von offenen Wasserflächen	nein	nein	ja	ja
gesamt		22	12	14	2

Im Folgenden wird der für Berlin identifizierte Maßnahmenkatalog textlich beschrieben. Die 30 Einzelsteckbriefe bieten berlinspezifisches kartographisches und erläuterndes Abwägungsmaterial, Entscheidungsgrundlagen und (sofern vorhanden) Umsetzungsbeispiele in Berlin. Analog zur PHK 2015 bzw. dem gesamten Begleitdokument richtet sich der Katalog in erster Linie an die vorbereitende Bauleit- und Landschaftsplanung, die verbindliche Bauleitplanung, sowie die Stadtsanierung. Darüber hinaus können aber auch Privatpersonen und Unternehmen das Portfolio als Anregung für Maßnahmen außerhalb des Zuständigkeitsbereichs der Öffentlichen Hand verwenden.

Die Beschreibung der Maßnahmen und ihrer Wirkungen erfolgt weitgehend qualitativ. Auf die Bereitstellung von quantitativen Informationen bezogen auf das Humanbioklima wird bei den meisten Maßnahmen ganz bewusst verzichtet. Zum einen stehen verifizierte Daten nur sehr vereinzelt für ganz spezielle Fallstudien zur Verfügung. Zum anderen hängt die Wirkung sehr stark von der konkreten Ausgestaltung der Maßnahmen, ihrer Kombination mit anderen Maßnahmen, ihrer Lage im Stadtgebiet sowie der betrachteten vertikalen und horizontalen Entfernung von der Maßnahme ab. Grundsätzlich sind aber alle Maßnahmen geeignet, den thermischen Stress für die Berliner Stadtbevölkerung direkt oder indirekt zu verringern und damit zur Erreichung des Ziels eines gesunden Berliner Stadtklimas beizutragen.

Weitere Informationen können neben dem Berliner Stadtentwicklungsplan Klima (SenStadtUm 2011) und seiner Fortschreibung (SenStadtUm 2015c) u.a. der Städtebaulichen Klimafibel (MVI 2012) sowie dem Handbuch Stadtklima (MUNLV 2010) entnommen werden, die beide kostenlos über das Internet bezogen werden können.

## 5.1 M01 - VERSCHATTUNG IM ÖFFENTLICHEN RAUM

Straßen, (Geh- und Fahrrad-)Wege sowie Stadtplätze sind der zentrale öffentliche Aufenthaltsbereich der Stadtbevölkerung und der Berlintonisten im Außenraum. Die Flächen werden entweder zum längeren Aufenthalt aufgesucht (z.B. Alexanderplatz) oder aber als Mittel zum Zweck genutzt, um ein Bewegungsziel zu erreichen (z. B. Arbeits- oder Einkaufsweg, Sightseeing). Mit Blick auf den Klimawandel (häufigere und intensivere Hitzeperioden), dem demographischen Wandel (höherer Anteil an hitzesensiblen Bevölkerungsgruppen), dem zunehmenden Fußgänger- und Fahrradverkehr sowie den weiter steigenden Touristenzahlen sollte einer nicht gesundheitlich belastenden thermischen Situation auf diesen Flächen besondere Beachtung geschenkt werden.



Abbildung 41: Begrünter Mittelstreifen, Heylstraße, Schöneberg (Fotos: Dominika Leßmann)

Die gezielte Verschattung stellt eine zentrale Maßnahme zur Erreichung dieses Ziels dar. Neben der Verbesserung der Aufenthaltsqualität im Straßenraum im engeren Sinne stehen bei der Verschattung auch die Wege der gezielt zur Erholung aufgesuchten Grün-/Freiflächen im Fokus (Abbildung 42).

Die Verschattung erfolgt gegenwärtig in aller Regel mittels Bäumen und Sträuchern, vereinzelt auch durch Gebäudeanbauten (z. B. Markisen in Fußgängerzonen) oder Kleinbauten (z. B. Wartehäuschen an ÖPNV-Haltestellen). Perspektivisch ist auch der großflächigere Einsatz künstlicher Materialien denkbar (z. B. Sonnensegel).

Die Verschattung verringert die thermische Belastung durch die direkte Sonneneinstrahlung am Tage. Die beschatteten Straßen und versiegelten Gehwege speichern weniger Wärme als die der Sonnenstrahlung ausgesetzten. Bei großflächiger Verschattung kann somit auch der nächtliche Wärmeinseleffekt und damit die thermisch Belastung angrenzender Wohnquartiere reduziert werden.

Modellierungen und Messungen zeigen eine kühlende Wirkung der Verschattung von mehreren Kelvin im unmittelbaren Umfeld der Maßnahmen. In der Studie zur klimatologischen Untersuchung im Bereich „Tempelhofer Freiheit“ wurde eine Reduktion der bodennahen Lufttemperatur durch Straßenbäume um 4-5 K um 14:00 Uhr modelliert (SenStadtUm 2011). Darüber hinaus übernehmen Bäume und Sträucher im Straßenraum die Funktion der Deposition und Filterung von Luftschadstoffen und verbessern dadurch die Luftqualität. Bei der Umsetzung der Maßnahme sollte darauf geachtet werden, dass der vertikale Luftaustausch erhalten bleibt, um Schadstoffe abzutransportieren und die nächtliche Ausstrahlung zu gewährleisten. Geschlossene Kronendächer sind daher insbesondere bei kleinen Straßenquerschnitten und hohem

motorisierten Verkehrsaufkommen zu vermeiden. Bei mehrspurigen Straßen bieten sich begrünte Mittelstreifen zur Baumpflanzung an (Beispiel siehe Abbildung 41). Im Bereich von Luftleitbahnen dürfen Verschattungselemente zudem keine Barriere für Kalt- und Frischluftströmungen darstellen und sollten möglichst nicht quer zur Fließrichtung angelegt werden.

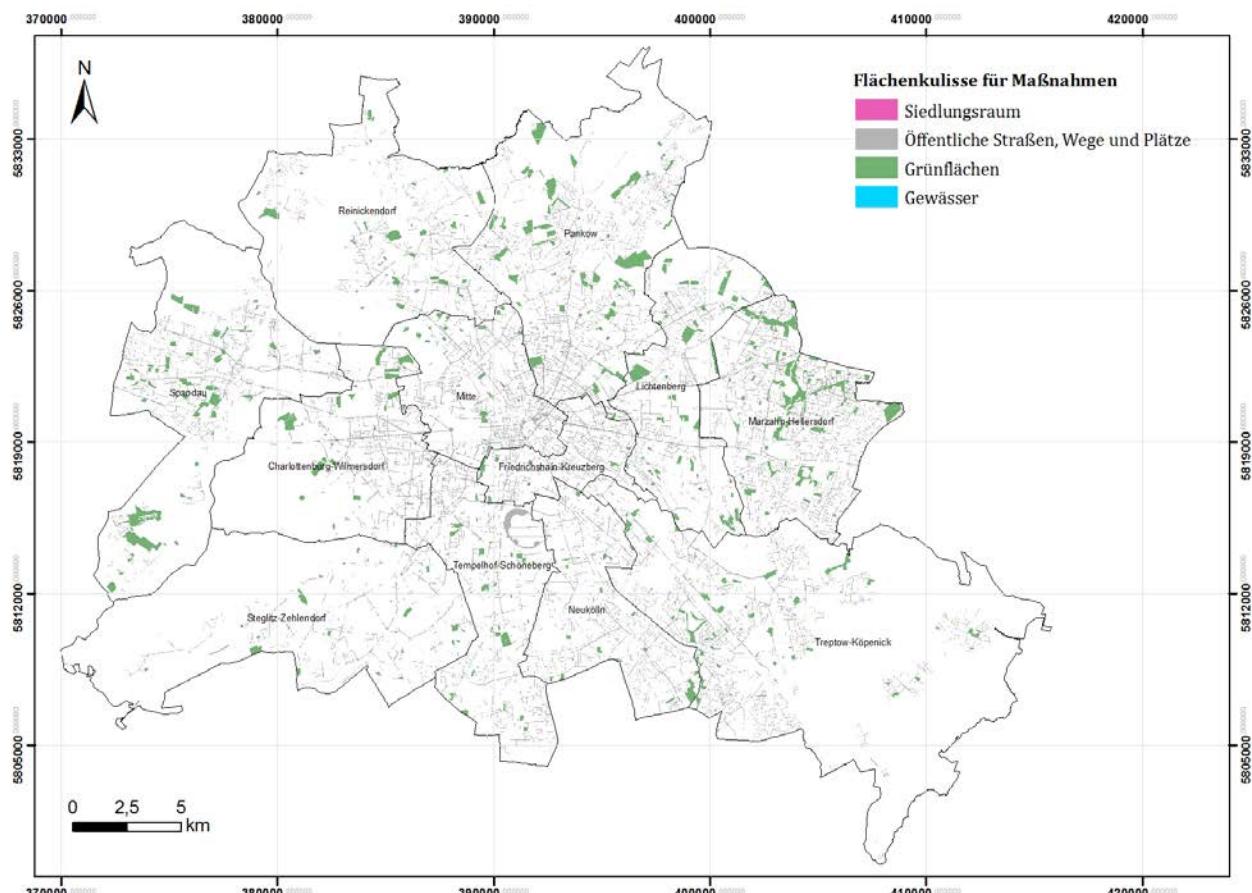


Abbildung 42: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme 01 Verschattung im Öffentlichen Raum

Mit Blick auf den Klimawandel sollte bei der Artenauswahl von Neu- oder Ersatzpflanzungen auf deren Hitze- und Trockenheitstoleranz geachtet werden (Klima-Arten-Matrix von Rolof A. et al., 2008) Dabei sind solche Gehölze zu bevorzugen, die keine hohen Emissionen an flüchtigen organischen Stoffen aufweisen, die zur Bildung von Ozon beitragen. Die wichtigsten Instrumente zur Umsetzung der Maßnahmen sind in Berlin Stadtumbau/Stadtsanierung, Verkehrswegebau/Verkehrswegesanierung sowie die Stadtbaukampagne (Abbildung 43).



Abbildung 43: Baumpflanzung finanziert aus der Berliner Stadtbaukampagne (Foto: Björn Büter)

## 5.2 M02 - BEGRÜNUNG UND VERSCHATTUNG VON PARKPLÄTZEN

Die zumeist ungehinderte Einstrahlung führt tagsüber zu einer hohen Wärmebelastung direkt auf der Parkfläche. Die hohe Wärmespeicherkapazität des Bodenbelags (Asphalt, Beton, Schotter) kann darüber hinaus auch die Abkühlung in den angrenzenden Wohngebieten verringern.

Der Einsatz von Vegetation kann diese Effekte reduzieren. Zusätzlich wird die Wärmeemission der an- und abfahrenden Kraftfahrzeuge durch Verschattung und Verdunstungskühlung kompensiert und auch der Aufheizung der PKW-Innenräume wird vorgebeugt. Alternativ oder ergänzend können Überdachungen, Sonnensegel oder ähnliche Schatten liefernde Bauten eingesetzt werden. Aufgrund der fehlenden Verdunstung, ist ihre Wirkung im Vergleich zu Bepflanzung jedoch herabgesetzt. Darüber hinaus übernehmen Bäume und Sträucher im Straßenraum die Funktion der Deposition und Filterung von Luftschadstoffen und verbessern dadurch die Luftqualität. Durch die Begrünung wird das Gelände ästhetisch aufgewertet (Abbildung 44).



Abbildung 44: Begrünte Parkplätze: Heylstraße, Schöneberg (links) und Eschengraben, Pankow (rechts) (Fotos: Dominika Leßmann)

Die Umsetzung der Maßnahme kann beim Errichten von neuen Parkplätzen und beim Stadtumbau erfolgen. Beim Pflanzen der Bäume und Aufstellen von Sonnensegel etc. muss auf die Verkehrssicherheit geachtet werden. Es muss genügend Platz und gute Sichtbarkeit für die Einparkmanöver vorhanden sein. Je nach Besitzverhältnissen können entweder die Öffentliche Hand, Unternehmen oder Privatpersonen die zentralen Akteure darstellen.

Mit Blick auf den Klimawandel sollte bei der Artenauswahl von Neu- oder Ersatzpflanzungen auf deren Hitze- und Trockenheitstoleranz geachtet werden (Klima-Arten-Matrix von Rolof A. et al., 2008) Dabei sind solche Gehölze zu bevorzugen, die keine hohen Emissionen an flüchtigen organischen Stoffen, die zur Bildung von Ozon beitragen, aufweisen.

Stark versiegelte Parkplätze sind in Berlin vielerorts anzutreffen, so dass ihre Begrünung und Verschattung auf thermisch belasteten Teilflächen aller Raumeinheiten empfohlen wird. Der Siedlungsraum (u.a. Parkplätze in Blockinnenhöfen oder als Bestandteil von großen Gewerbegebäuden) sowie Parkraum als Bestandteil öffentlicher Straßen und Plätze sind von besonderer Bedeutung (Abbildung 45).

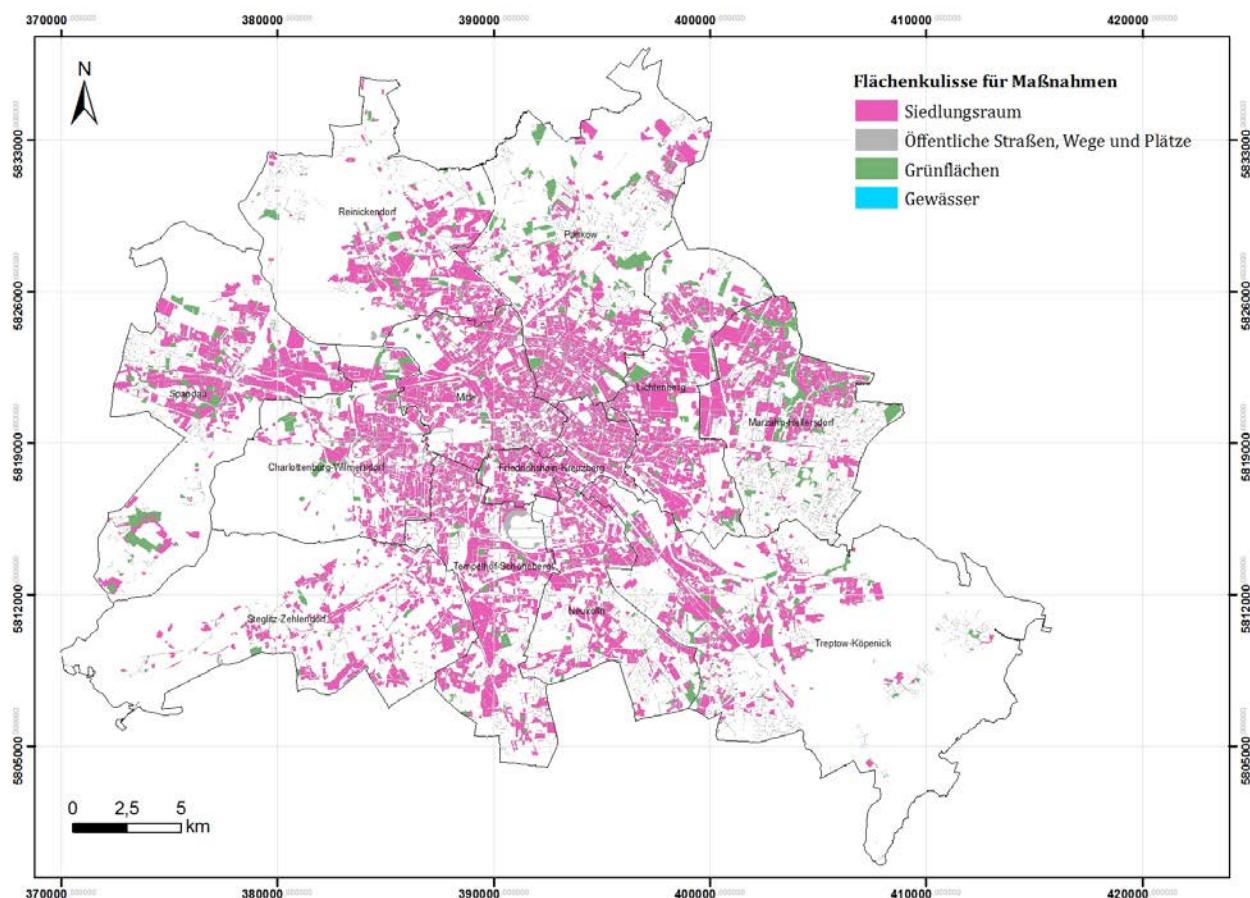


Abbildung 45: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme o2 Begrünung und Verschattung von Parkplätzen

### 5.3 M03 - REDUKTION ANTHROPOGENER WÄRMEEMISSIONEN AUS DEM VERKEHR

Kraftfahrzeuge erzeugen Abwärme, die in Berlin vor allem in viel befahrenen Straßenabschnitten und stark frequentierten Industrie- und Gewerbegebieten zu einer zusätzlichen Aufheizung der Stadtatmosphäre beitragen kann. Insbesondere auf diesen Flächen besitzt die Maßnahme daher eine besondere Relevanz (Abbildung 46).

Untersuchungen aus London zeigen, dass der Effekt der Größenordnung der Nettostrahlungsbilanz an einem Sommertag entspricht und somit in Großstädten einen erheblichen Beitrag zur Ausbildung der städtischen Wärmeinsel haben kann (MEGAPOLI, 2010). Das primäre Ziel der Maßnahme ist daher die Minderung der Wärmebelastung durch eine nachhaltige Reduktion der anthropogenen Wärmeemissionen aus dem Individualverkehr und dem öffentlichen Personennahverkehr.

Dies kann beispielsweise durch eine Förderung der Elektromobilität, Verkehrsberuhigungen, Einbahnstraßenregelungen, Tempolimits oder die Verbesserung des modal splits erreicht werden. Diese nicht abschließende Aufzählung macht deutlich, dass die Maßnahme vielfältige Synergieeffekte mit der Luftreinhaltung aufweist. Das zentrale Umsetzungsinstrument für Berlin stellt daher der Luftreinhalteplan 2011-2017 (SenStadtUm 2013) und somit die Öffentliche Hand den zentralen Akteur dar.

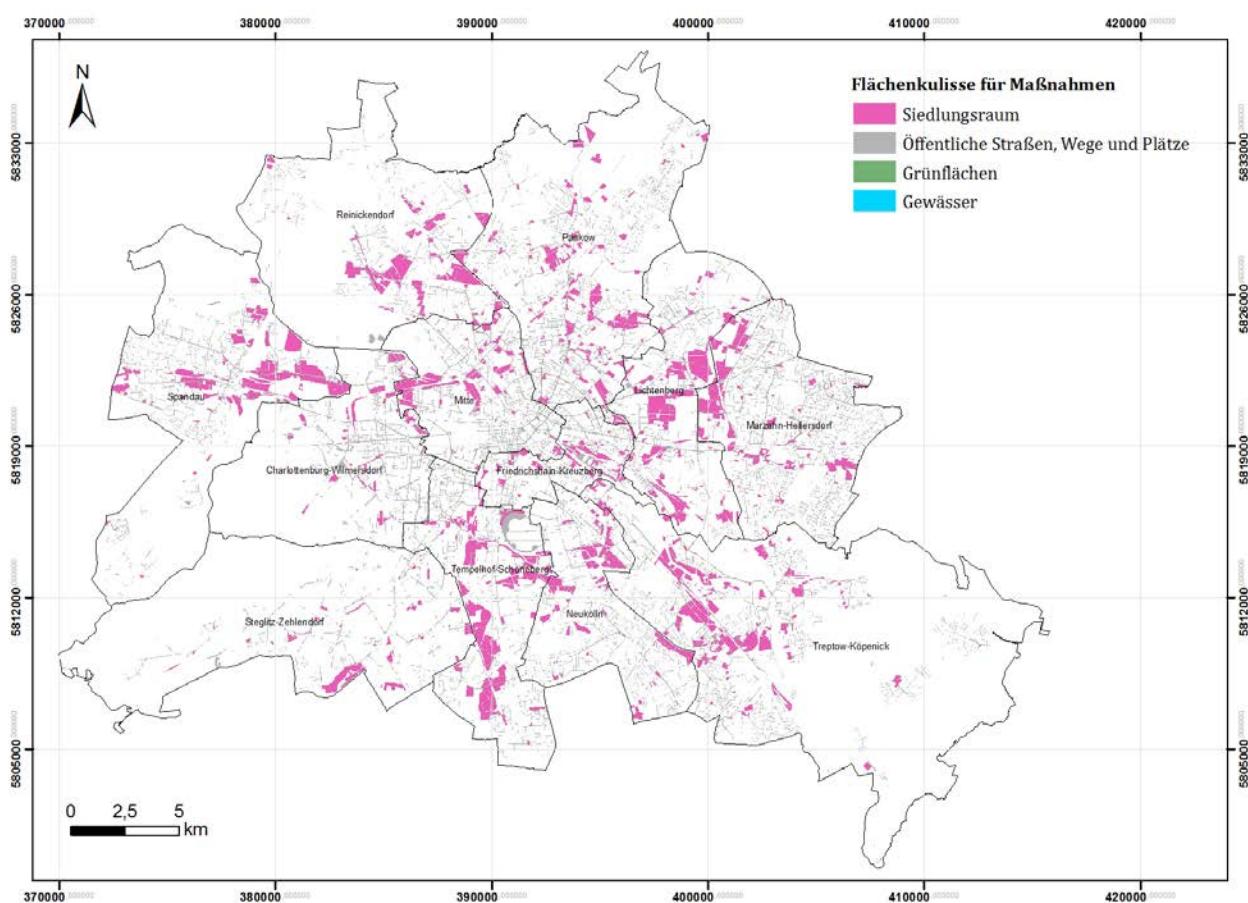


Abbildung 46: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme 03 Reduktion anthropogener Wärmeemissionen aus dem Verkehr

## 5.4 M04 - BEGRÜNUNG VON GLEISTRASSEN

Straßenräume mit integrierten Tramgleisen können durch Entsiegelung und Begrünung der Gleistrassen bioklimatisch aufgewertet werden (Abbildung 47). Die Verantwortlichkeit hierfür liegt bei der Öffentlichen Hand und den Berliner Verkehrsbetrieben (BVG). In Berlin besteht darüber hinaus seit 2011 ein von Unternehmen und Forschungseinrichtungen gegründetes Netzwerk, dass die Entwicklung von innovativen Systemlösungen für die Gleisbegrünung unterstützt. Für die Gleisbegrünung eignet sich niedrige Vegetation wie Rasen oder Sedum. Es gibt verschiedene Ausführungsmöglichkeiten, die aufgrund der Gleisverlegung nicht nur rein gärtnerische aber auch bautechnische Aspekte beinhalten. Ausführliche Informationen liefert das Handbuch Gleisbegrünung (Grüngleisnetzwerk 2014).

Während ein mit dunklem Schotter bedeckter Gleiskörper im Sommer Oberflächentemperaturen von mehr als 50°C aufweist, wärmt sich die Vegetation nur auf etwa 25-30°C auf. Die Lufttemperatur im näheren Umfeld wird durch die Transpirationskühlung der Begrünung gesenkt. Besonders effektiv sind großflächige Begrünungen auf langen Strecken (Siegl et al. 2010 und Henze et al. 2003).



Abbildung 47: Gleisbegrünung auf der Berliner Allee (Foto: SenStadtUm Berlin)

Auch die lufthygienische Situation vor Ort verbessert sich dank der Gleisvegetation. Sie bietet ein Potenzial zur Deposition und Bindung von Feinstaub aus den Abriebprozessen der Bahnräder und aus dem benachbarten Verkehr. Bei hochliegenden Vegetationssystemen, bei denen die Schienen größtenteils eingebettet sind, wirkt die Begrünung lärmindernd. Grüne Gleise verbessern deutlich die Ästhetik der Straßen. Die optische Aufwertung hat einen positiven Einfluss auf das psychische Wohlbefinden der Straßenbahnpersonal und der BewohnerInnen (Berliner Grüngleisnetzwerk 2012).

An Stellen wo Versickerung aus wasserwirtschaftlicher Sicht gewünscht ist (keine zu hohen Grundwasserstände), kann die Gleisbegrünung zur Reduktion des Regenwasserabflusses beitragen. Großflächige Gleisbegrünung bewirkt einen guten Wasserrückhalt selbst bei starken Niederschlägen. Im Durchschnitt werden in den Sommermonaten ca. 90% der Niederschlagsmenge im Gleissubstrat gehalten (Henze et al. 2003). Sind begrünte Gleise an das kommunale Abwassernetz angeschlossen, so fließen nach einer Regenwasserspitze erst später und viel kleinere Mengen an Abflusswasser in die Kanalisation, als im Falle nicht begrünter Gleise. Zusätzlich ist das Abwasser sauberer, da es durch das Begrünungssystem gefiltert wird (Grüngleisnetzwerk 2014).

Trotz einiger guter Beispiele besteht in Berlin noch ein großes Potential auf thermisch belasteten Straßenabschnitten (Abbildung 48).

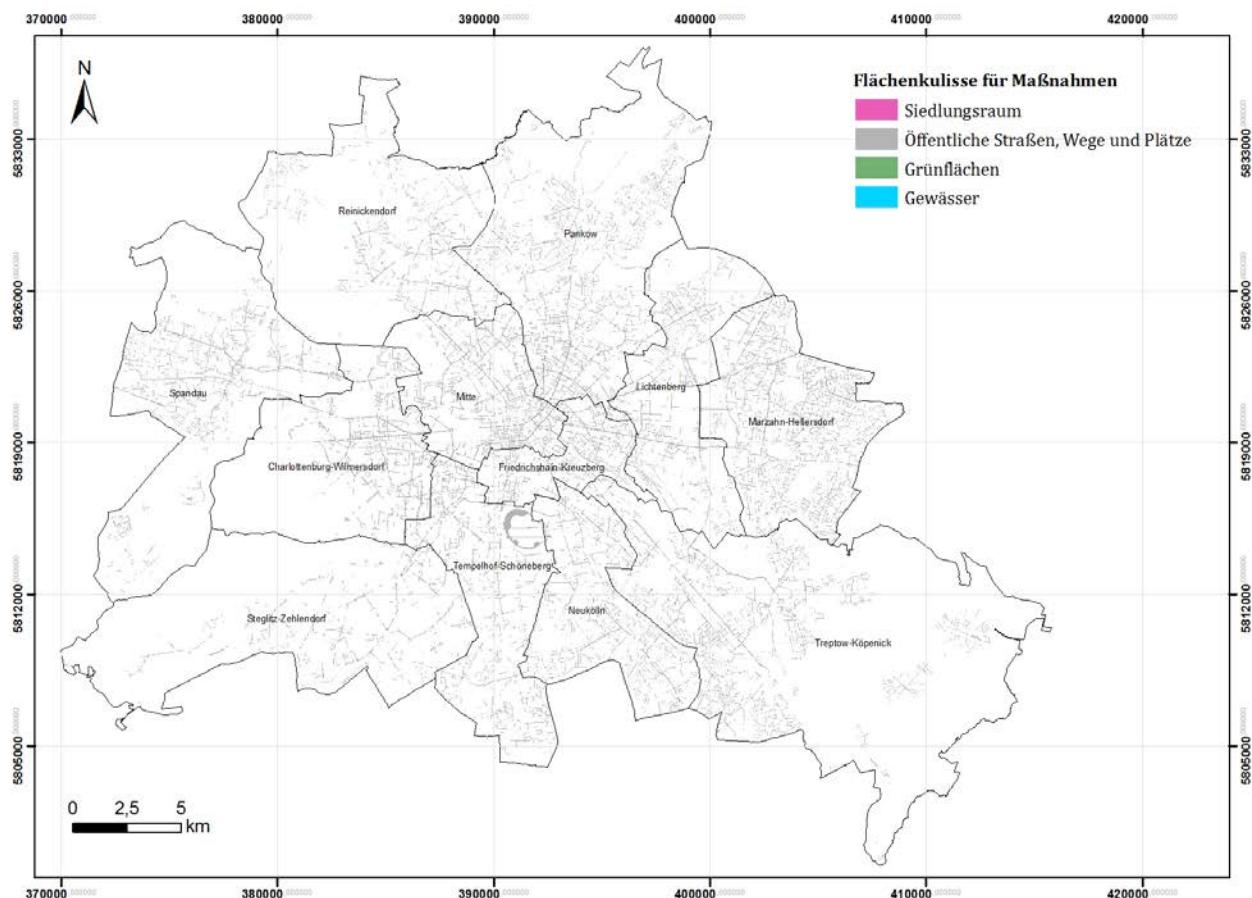


Abbildung 48: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme 04 Begrünung von Gleistrassen

## 5.5 M05 - RÜCKBAU/ENTDICHTUNG

Durch den Rückbau von Gebäuden werden die Bebauungsdichte und das Bauvolumen verringert, wodurch wiederum der Wärmeinseleffekt lokal reduziert wird. Auf frei werdenden Flächen können klimatische Entlastungsgebiete entstehen (z.B. Pocket Parks, vgl. Kapitel 5.7). Die geringere Bebauung führt zur Verbesserung der Durchlüftung. Der erhöhte Vegetationsanteil senkt die umgebende Lufttemperatur und es kommt zur Verringerung des Regenwasserabflusses. Die Siedlung gewinnt an Ästhetik und bietet Erholungsmöglichkeiten vor Ort. Es entstehen neue Lebensräume, die im Idealfall mit weiteren vernetzt werden können.

Rückbaumaßnahmen mit anschließender Begrünung sind am konfliktärmsten in Stadtteilen mit Bevölkerungsrückgang zu realisieren. Für Städte wie Berlin mit einem flächendeckend hochdynamischen Wachstum beschränkt sich das Potential vor allem auf Blockinnenhöfe (z.B. Garagen oder Lagerhallen) sowie alte Bahnanlagen (z.B. Gleisdreieck), perspektivisch ggf. auch Industrie- und Gewerbebrachen (Abbildung 49). Folglich liegt die Verantwortung für die Umsetzung der Maßnahme eher im privaten Bereich, die Öffentliche Hand kann hier aber unterstützend tätig sein (z.B. im Rahmen des Stadtumbaus).

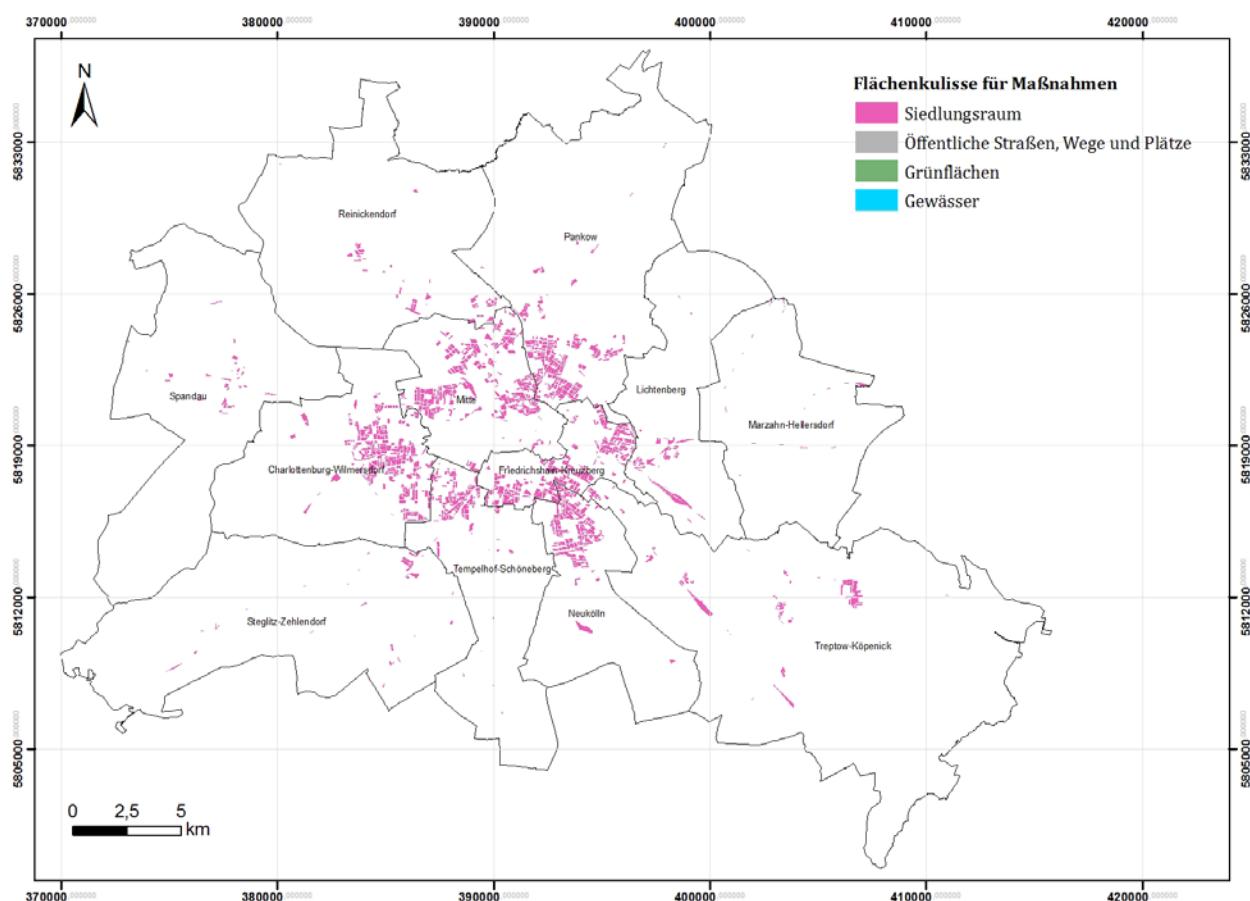


Abbildung 49: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme 05 Rückbau/Entdichtung

## 5.6 M06 - ENTSIEGELUNG

Unter Entsiegelung wird der Austausch von komplett versiegelten Flächen zugunsten von teilversiegelnden Oberflächenmaterialien (z.B. Rasengittersteine, Fugenpflaster, Sickerpflaster). Auch eine Komplettentsiegelung mit anschließender Begrünung ist möglich (Sieker, 2014). Das Ziel der Maßnahme ist die (teilweise) Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen (Abbildung 50). Aus klimatischer Sicht sind vor allem die Effekte einer reduzierten Wärmespeicherung sowie einer erhöhten Verdunstungskühlung von Bedeutung.

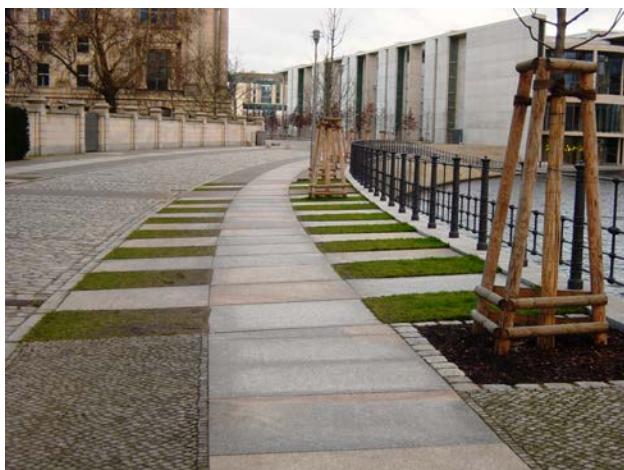


Abbildung 50: Reihensteinpflaster am Reichstagufer (links) und Plattenbahn im Rasen, Zum großen Windkanal, Adlershof (rechts) (Fotos: SenStadtUm Berlin)

Entsiegelungsprojekte entsprechen zudem den Zielen des Bodenschutzes, des Hochwasserschutzes sowie eines naturnahen Wasserkreislaufs und unterstützen den Ansatz einer dezentralen Siedlungswasserwirtschaft. Die Maßnahme kann daher als multieffektiv bezeichnet werden. In Berlin ist sie insbesondere auf Gehwegen, Parkplätzen, wenig befahrenen Straßen sowie Hinter-, Innen- und Betriebshöfen umsetzbar (Abbildung 51). Insofern können sowohl die Öffentliche Hand als auch Privatpersonen und die Privatwirtschaft als zentrale Akteure identifiziert werden.

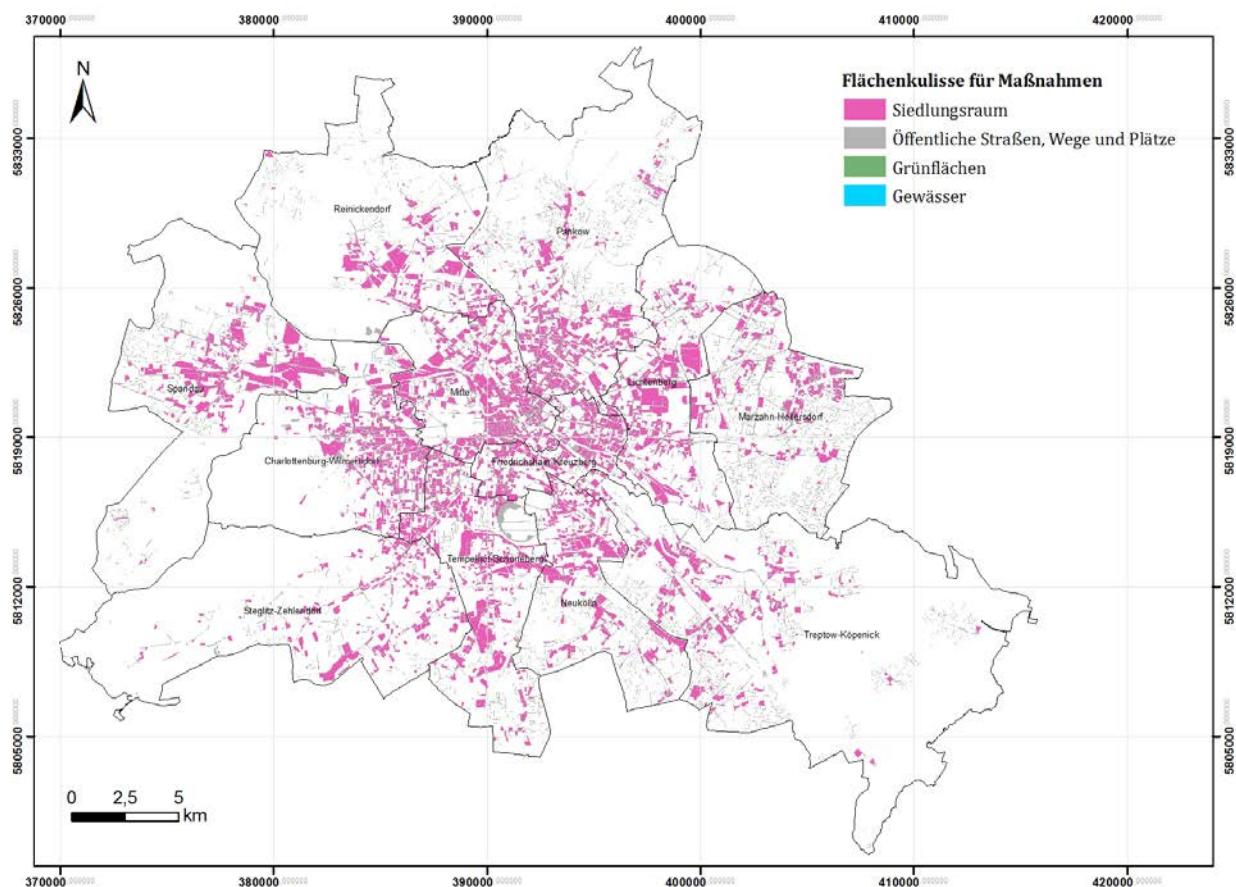


Abbildung 51: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme o6 Entsiegelung

## 5.7 M07 - SCHAFFUNG VON POCKET-PARKS

Pocket-Parks sind kleine (manchmal auch gärtnerisch gestaltete) Grünflächen im innerstädtischen Raum. Sie werden vornehmlich auf ungenutzten oder brachliegenden Flächen oder Baulücken errichtet, so dass die zentralen Akteure von den jeweiligen Besitzverhältnissen abhängig sind. Ihre Ausstattung reicht von einfachen Pflanzenbeeten und Bänken unter Bäumen bis hin zu Gartenkunst mit hochwertiger Gestaltung (Abbildung 52).



Abbildung 52: Pocket Park mit großer Mikroklimavielzahl am Bayerischen Platz

Dominieren auf der Fläche Bäume und/oder offene Wasserflächen, bieten sie an heißen Sommertagen eine lokale Kühlinsel zum Abbau des thermischen Stresses. Ein dichtes Netz aus Pocket-Parks stellt die Nutzbarkeit durch alle zu jederzeit sicher. Sind die Pocket-Parks so verteilt, dass sie zur Vernetzung größerer Grünflächen beitragen, kann ihre bioklimatische Wirkung verstärkt werden (Scherer 2007). Darüber hinaus dienen die Anlagen auch einer Verbesserung der Biotopvernetzung.

In Berlin besteht ein Bedarf an Pocket-Parks vor allem im Bereich von thermisch belasteten Wohngebieten mit einer Grünflächenunterversorgung (Abbildung 53; vgl. auch Kapitel 4.2.3). Im Wettbewerb „Urbane Paradise – unsere grünen Stadträume“ werden besonders gelungene Pocket Parks ausgezeichnet (Grüne Liga Berlin 2015).

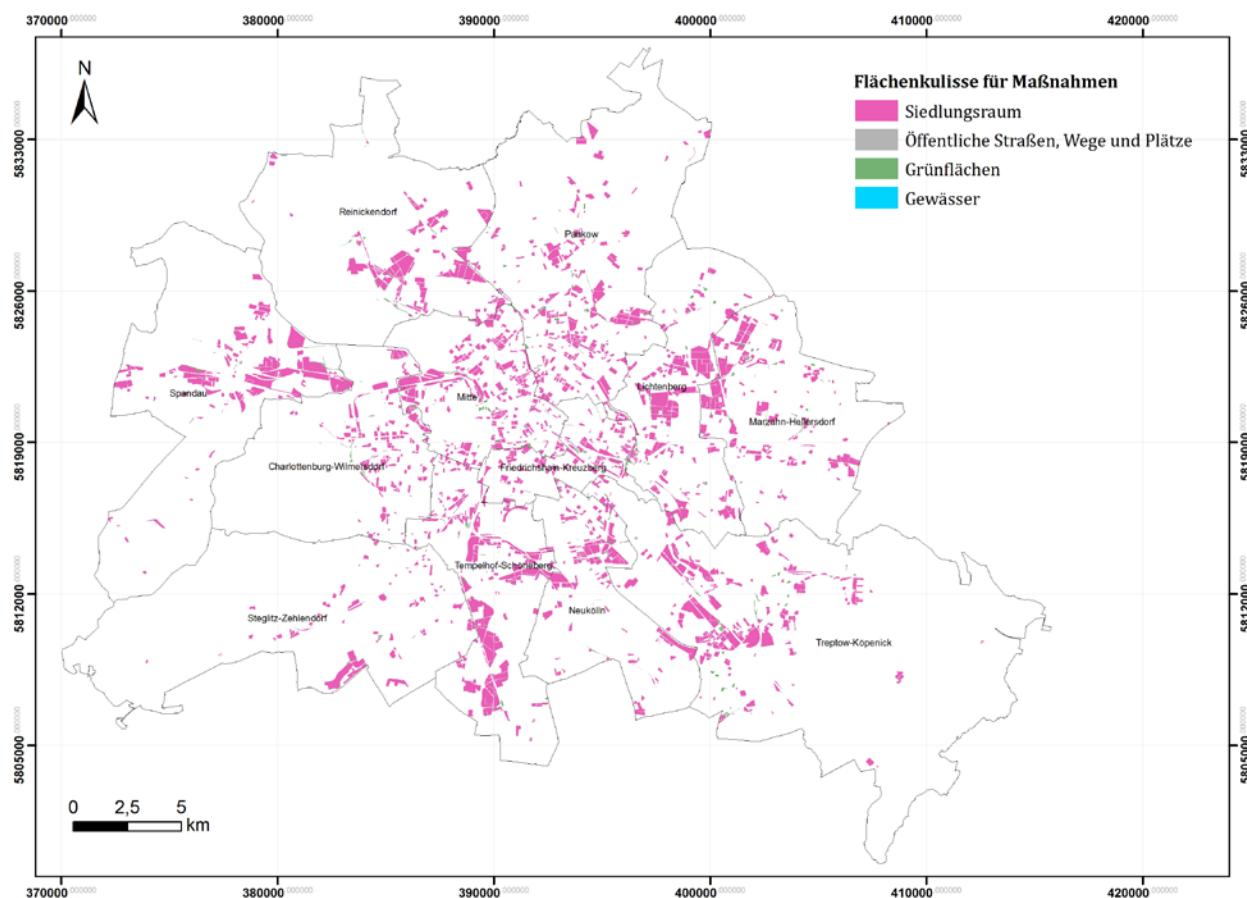


Abbildung 53: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme 07 Schaffung von Pocket-Parks

## 5.8 M08 - VERBESSERUNG DER ERREICHBARKEIT VON GRÜNFLÄCHEN

Berlin gehört mit ca. 13 000 ha städtischer Grünanlagen zu einer der grünsten Hauptstädte Europas. Allerdings ist die Erreichbarkeit dieser Areale nicht in allen Stadtteilen bzw. -quartieren gleich gut. Gemäß der „Versorgungsanalyse Grün“ (SenStadtUm 2013a) sollten jedem Berliner mindestens 6 m<sup>2</sup> wohnungsnahe Grünflächen in einer Entfernung von fußläufig maximal 500 m zur Verfügung stehen. Tatsächlich werden diese Werte nicht überall erreicht, der Mittelwert liegt bei 5 m<sup>2</sup> (Kabisch und Haase 2011).

Aus humanbioklimatischer Sicht ist die Verbesserung dieser Situation vor allem in den thermisch belasteten und mit Grünflächen unversorgten Wohngebieten priorität (Abbildung 54). Dies kann zum einen durch die Anlage neuer Grünflächen erfolgen (vgl. Kapitel 4.2.3, 1.1 und 5.28). Zum Teil kann aber auch schon eine verbesserte verkehrliche Anbindung der Quartiere an größere und kleine Parkanlagen ausreichend sein. Hierzu gehören vor allem die Beseitigung oder Erleichterung der Querbarkeit von baulichen oder natürlichen Barrieren (Fließgewässer, Gleise oder stark befahrene Straßen), so dass die Öffentliche Hand den zentralen Akteur zur Umsetzung der Maßnahme darstellt.

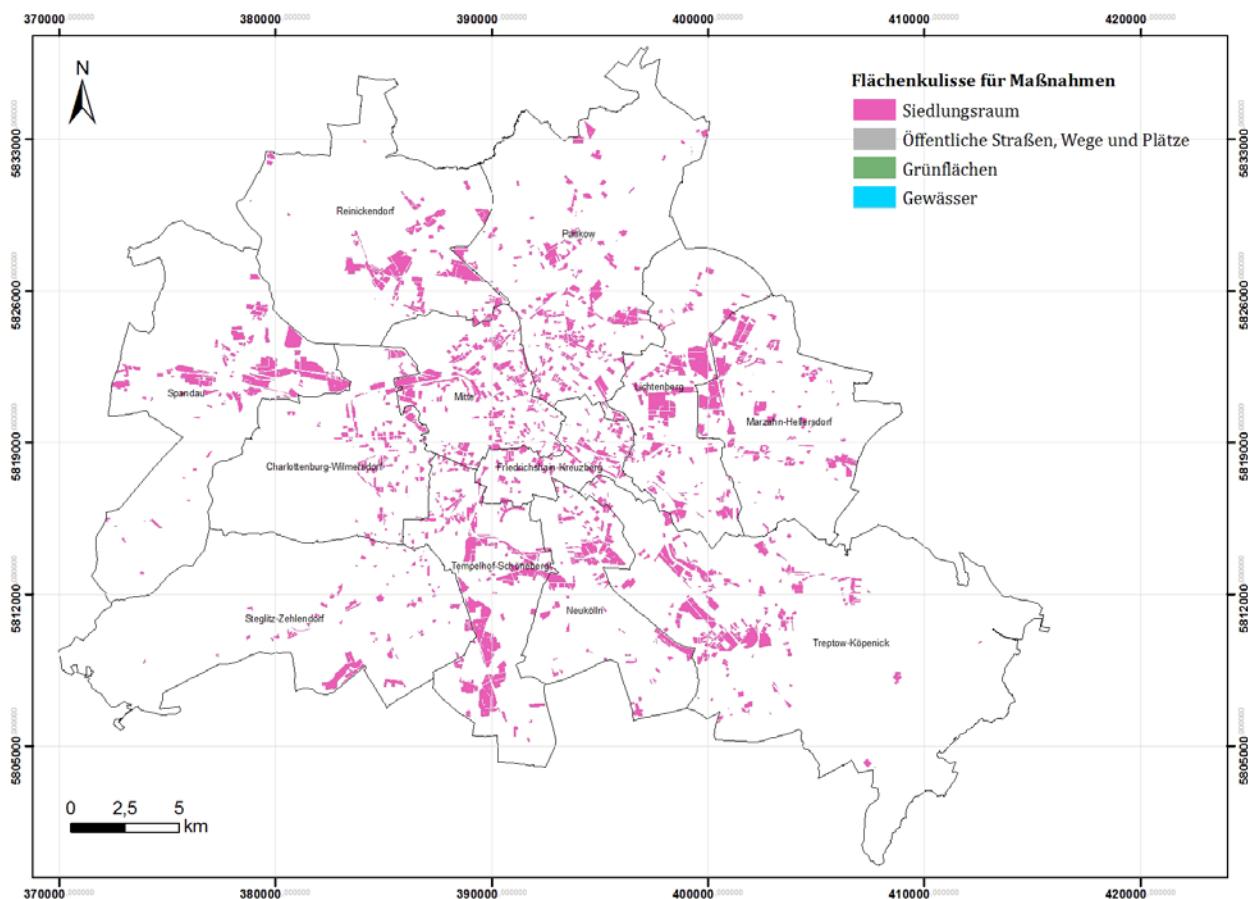


Abbildung 54: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme 08 Verbesserung der Erreichbarkeit von Grünflächen

## 5.9 M09 - INNEN-/HINTERHOFBEGRÜNUNG

Das Ziel von Innen-/Hinterhofbegrünungen liegt in der Verbesserung des Mikroklimas direkt am Ort des Eingriffs. Dabei steht die Verbesserung der Tagsituation durch die Bereitstellung von Schattenflächen im Fokus. In Kombination mit einer Entsiegelung und einer Verschattung von sonnenexponierten Gebäudeseiten kann auch eine unmittelbare Verbesserung der thermischen Situation im Gebäudeinneren insbesondere auch für die Nachtsituation erreicht werden (Abbildung 55).



Abbildung 55: Grüne Hinterhöfe in der Rosenheimerstraße im Stadtteil Schöneberg (Fotos: Dominika Leßmann)

In Berlin bieten sich insbesondere diejenigen thermisch belasteten Flächentypen für die Umsetzung der Maßnahme an, die auch über Innen- oder Hinterhöfe verfügen und nicht bereits entkernt worden sind oder einer anderen Nutzung (z.B. einer Nachverdichtung) zugeführt werden sollen (Abbildung 56). Zentrale Akteure bei der Maßnahmenumsetzung sind zum einen Privatpersonen (EigentümerInnen und BewohnerInnen) und die Privatwirtschaft (Wohnungsbaugesellschaften). Wettbewerbe und Förderprogramme können für diese Gruppe aktivierend wirken. Als effektiv haben sich in vielen Städten auch Nachbarschaftsaktionen zur Gestaltung der Hinterhöfe erwiesen (Netzwerk Nachbarschaft 2015). Zum anderen kann die Öffentliche Hand in ihren eigenen Liegenschaften auch direkt tätig werden.

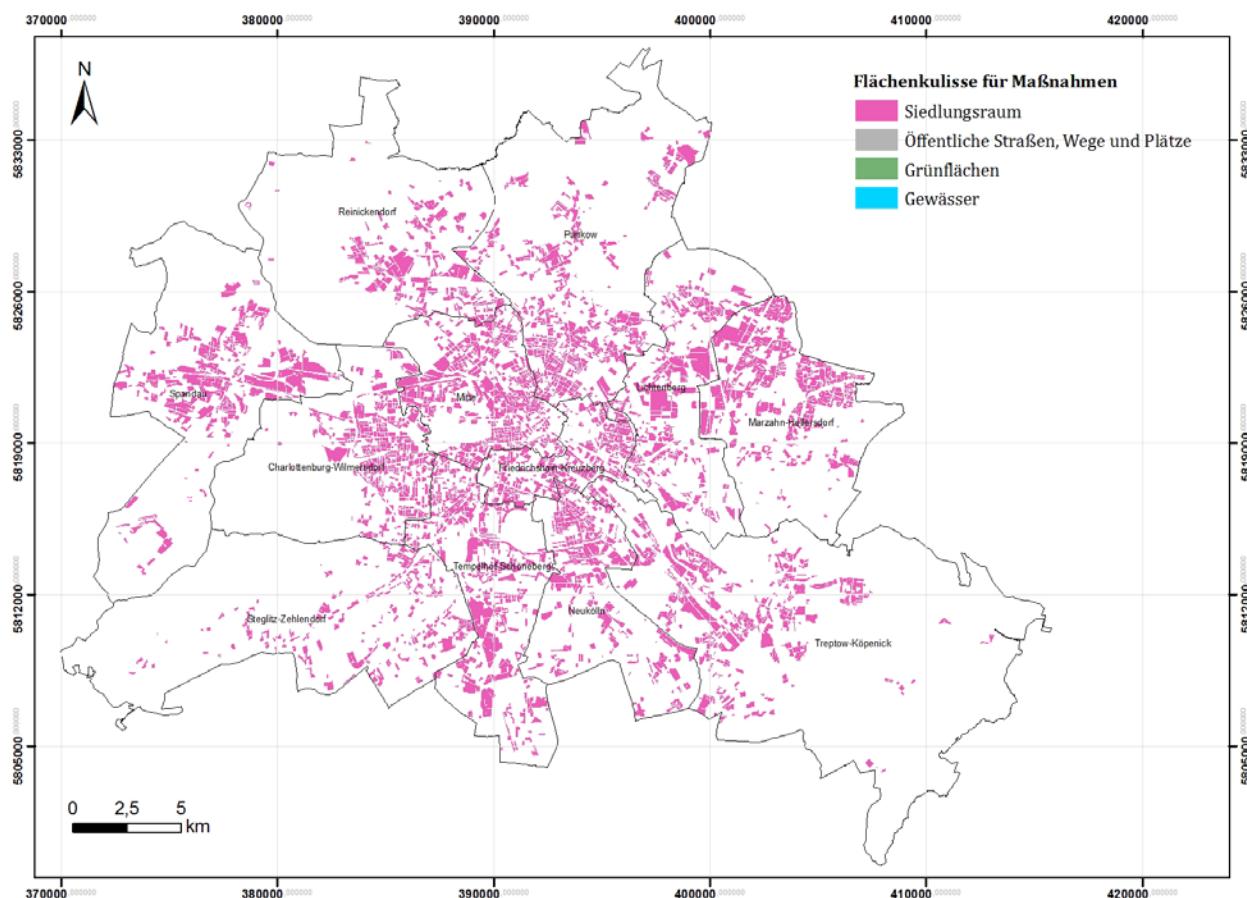


Abbildung 56: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme 09 Innen-/Hinterhofbegrünung

## 5.10 M10 - VERSCHATTUNG VON GEBÄUDEN

Gebäude können durch Bäume oder Gebäudebegrünung oder auch durch bautechnische Maßnahmen verschattet werden. Das primäre Ziel ist es, die direkte Aufheizung sowie die Wärmespeicherung der Gebäude über die Gebäudehülle (Dach, Fassade, Fenster) zu verringern. Sonnenexponierte Gebäudeseiten sind dabei von besonderer Bedeutung. Großkronige Laubbäume sind gegenüber Nadelbäumen zu bevorzugen, da sie im Winter einen vergleichsweise geringeren Einfluss auf die Einstrahlung ausüben und dadurch zu einer Reduktion von Heizenergie und damit von Heizkosten und Treibhausgasemissionen führen können (Abbildung 57). Bei Neupflanzungen sollte auf die Kompatibilität mit dem Klimawandel geachtet werden (vgl. Kapitel 1.1.).



Abbildung 57: Verschattete Balkone am Schmollerplatz im Stadtteil Alt-Treptow, Neukölln (Foto: Ulrich Reinheckel, SenStadtUm Berlin)

Die meisten architektonischen Möglichkeiten bieten Neubauten, viele bautechnische Elemente lassen sich aber auch nachrüsten. Ausführungsbeispiele hierfür sind Vordächer, Vertikallamellen, Markisen und Sonnensegel. Für die Maßnahmen direkt am Gebäude trägt der (private) Eigentümer die Verantwortung. In den eigenen Liegenschaften sowie im Grenzbereich zwischen Straßenraum und Privatgrundstück kann die Öffentliche Hand direkt tätig werden. Eine Verschattung ist in fast allen Flächentypen möglich und sinnvoll (Abbildung 57).

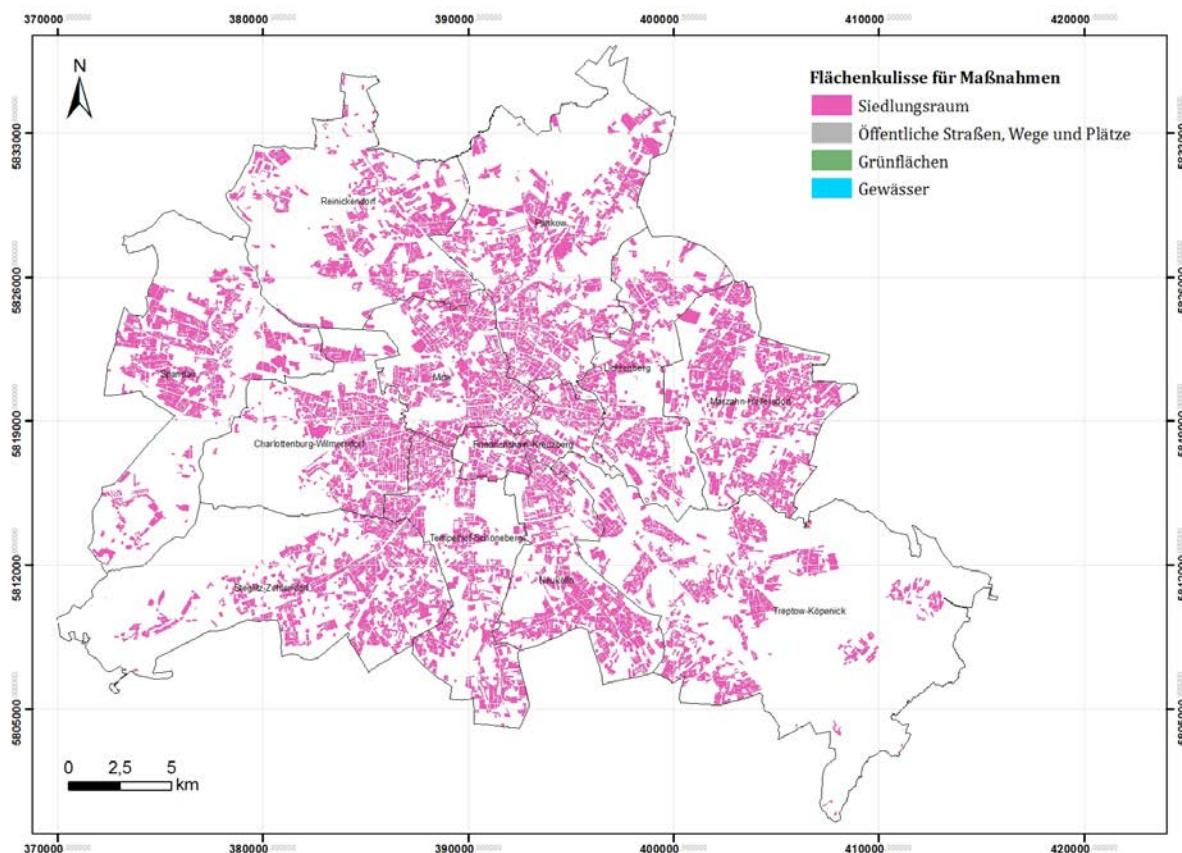


Abbildung 58: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme 10 Verschattung von Gebäuden

## 5.11 M11 - ERHÖHUNG DER OBERFLÄCHEN-ALBEDO

Ein wesentlicher Einflussfaktor auf die Ausbildung der urbanen Wärmeinsel ist die Beschaffenheit der städtischen, nicht natürlichen Oberflächen (vor allem Gebäude, Dächer, Straßen). Sie bestimmt die Wärmeleitung ins Gebäude (bzw. in den Boden) sowie die Oberflächentemperatur und damit die Lufttemperatur im angrenzenden Außenraum (Kuttler 2013).

Ein Maß für das Rückstrahlvermögen von Oberflächen ist die Albedo. Sie gibt das Verhältnis von einfallender zu reflektierter Strahlung an und wird in Werten von null bis eins angegeben. Eine hohe Albedo hat aus thermischer Perspektive sowohl eine positive Auswirkung auf die Wärmeleitung als auch auf die Luftherwärmung. Je höher also die Albedo der Baumaterialien oder der Fassadenanstriche („cool colors“) ist, desto mehr einfallende Sonnenstrahlung wird von ihnen reflektiert und desto geringer fällt die Erwärmung der Oberfläche und der angrenzenden Luftmassen aus. Auch die Entsiegelung und Begrünung führen oft zu einer Albedoerhöhung, da Pflanzen ein höheres Rückstrahlvermögen als beispielsweise dunkler Asphalt aufweisen.

Die Maßnahme kann zum einen beim Neubau von Gebäuden und Straßen angewendet werden. Vor allem bei Südfassaden, die der stärksten Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind, ist ein heller Anstrich empfehlenswert. Ein gutes Beispiel sind die „Treskow Höfe“ im Lichtenberger Stadtteil Karlshorst (Abbildung 59).



Abbildung 59: Treskow Höfe im Lichtenberger Stadtteil Karlshorst (Quelle: Berliner Morgenpost vom 19.06.2015)

Das weitaus größere Potential besteht allerdings im thermisch belasteten Bestand. Praktisch bei jedem Gebäude und jeder Flächen im Straßenraum kann im Rahmen der Instandhaltung oder Sanierung die Albedo der Fassade, des Daches oder ebenerdig versiegelten Flächen erhöht werden (Abbildung 60). Entsprechend vielfältig sind auch die entscheidenden Akteure.

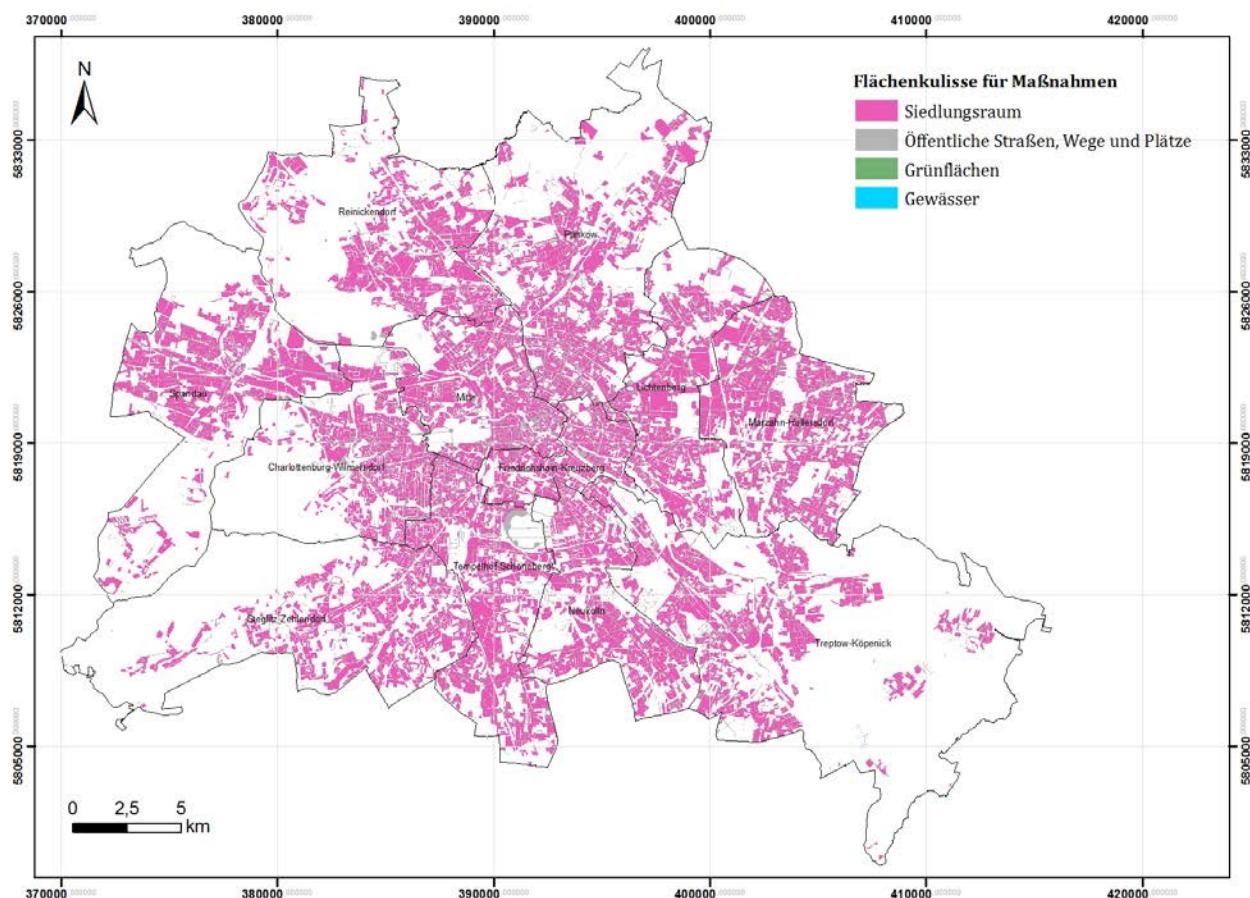


Abbildung 6o: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme 11 Erhöhung der Oberflächen-Albedo

## 5.12 M12 - ANLAGE VON OFFENEN WASSERFLÄCHEN IM ÖFFENTLICHEN RAUM

Offene Wasserflächen weisen eine positive Wirkung auf die thermische Situation auf. Dies gilt insbesondere für die Tagsituation. Hier findet Verdunstung statt, die Energie aus der umgebenden Luft benötigt und diese abgekühl („Verdunstungskühlung“). Je größer die Wasseroberfläche, desto stärker ist die kühlende Wirkung. Bewegtes Wasser erzielt eine stärkere kühlende Wirkung als stehendes Gewässer, da die verdunstungsfähige Oberfläche bei der Bewegung vergrößert wird (Xue et al. 2014). In Sommernächten verbessern Wasserflächen aufgrund ihrer hohen Wärmespeicherkapazität hingegen eher nicht den thermischen Komfort. Während langer Wärmeperioden können sie in den Nachtstunden sogar wärmer werden als die umgebende Luft und somit deren Abkühlung verringern (Kuttler 2013).

Ausführungsbeispiele für die Maßnahme sind Brunnen, Wasserspielplätze, künstliche Wasserfälle, Regenrückhaltebecken oder Teiche. Aus hygienischen Gründen ist in Berlin das Betreten nur bei ausgewählten Anlagen erlaubt (Stadt Berlin 2015). Im Rahmen des Vorhabens „Flussbad Berlin“ sollen 840 m des Spreekanals auf der Höhe der Museumsinsel in ein Schwimmbecken verwandelt werden (Flussbad Berlin 2015). Ein weiteres gutes Beispiel ist das urbane Gewässer am Potsdamer Platz (Abbildung 61). Es ist Bestandteil des Entwässerungskonzeptes für das gesamte Quartier und zeigt das hohe Synergiepotential zwischen der dezentralen Siedlungswasserwirtschaft und dem Stadtklima auf, das auch Gegenstand aktueller Forschungen ist (KURAS 2015).

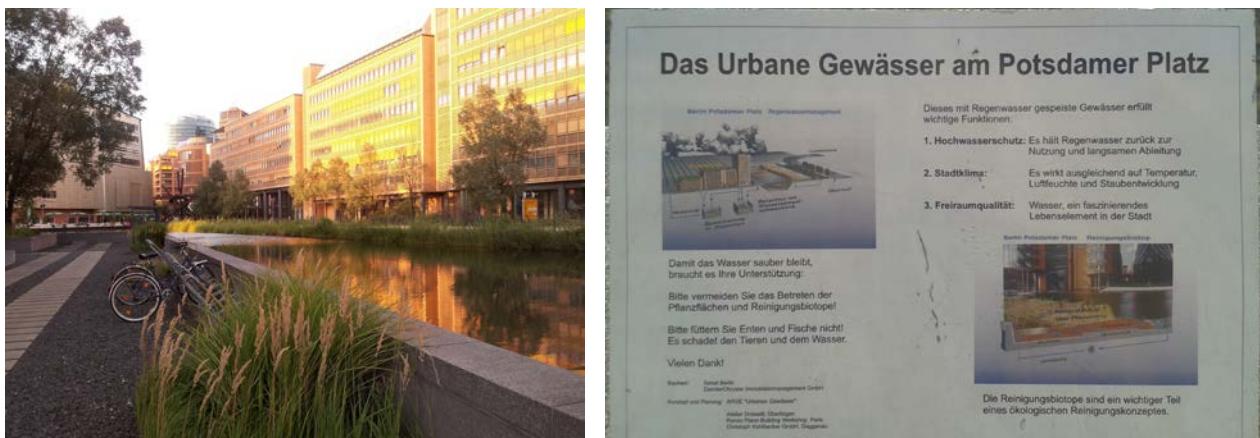


Abbildung 61: Regenwasserteich am Potsdamer Platz (Fotos: Miriam Lübecke links, Björn Büter rechts)

Ein Potential zur Umsetzung besteht vor allem auf thermisch belasteten Flächen des Öffentlichen Raumes, so dass die Öffentliche Hand (ggf. in private public partnerships) den entscheidenden Akteur zur Umsetzung der Maßnahme darstellt (Abbildung 62).

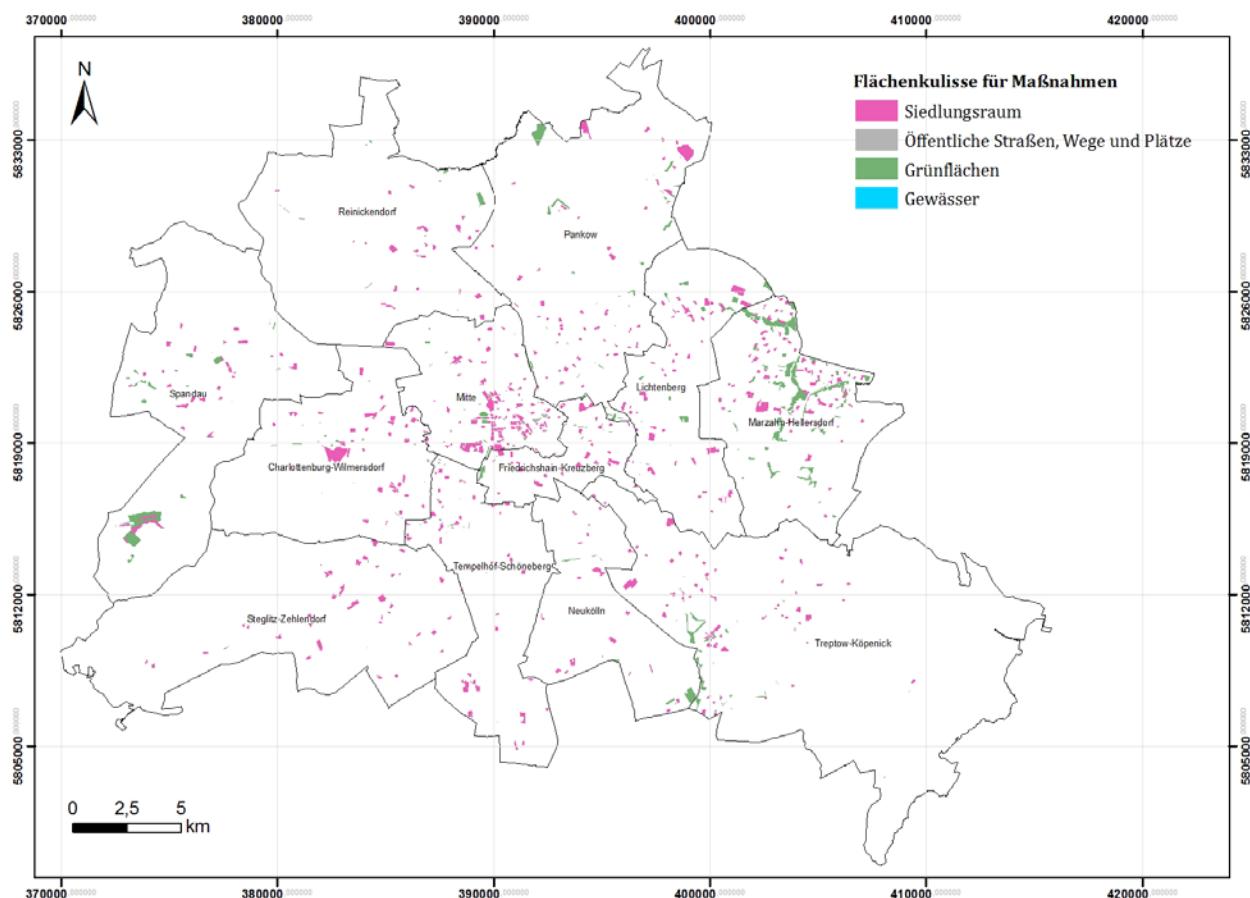


Abbildung 62: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme 12 Anlage von offenen Wasserflächen im öffentlichen Raum

## 5.13 M13 - ENERGETISCHE GEBÄUDESANIERUNG

Die energetische Gebäudesanierung ist in erster Linie eine Klimaschutzmaßnahme, die durch technische und bauliche Maßnahmen den (Heiz-)Energiebedarf der zu sanierenden Gebäude verringern soll. Allerdings weisen die gängigen Dämmmaterialien auch einen geringeren Wärmedurchgang von außen nach innen auf, so dass im Sommer auch der thermische Komfort im Innenraum verbessert wird. Die Energieeinsparverordnung (EnEV 2013) regelt die einzuhaltende Qualität der Dämmstoffe. Es besteht eine enge Verbindung zu M11 – Erhöhung der Oberflächenalbedo, auch Fassaden- und Dachbegrünungen weisen dämmende Eigenschaften auf (vgl. Kapitel 5.11, 5.14 und 1.1).

Angesichts einer jährlichen Sanierungsquote von ca. 1 % ist das Potential der Maßnahme auch in Berlin weiterhin sehr groß (Küchen 2015). Sanierungsmöglichkeiten der Gebäudehülle bestehen bei fast allen Flächentypen des Siedlungsraumes (Abbildung 63). Relevante Akteure sind die jeweiligen Eigentümer der Gebäude, aber auch finanzierende Banken spielen eine entscheidende Rolle (z.B. die Kreditanstalt für Wiederaufbau).

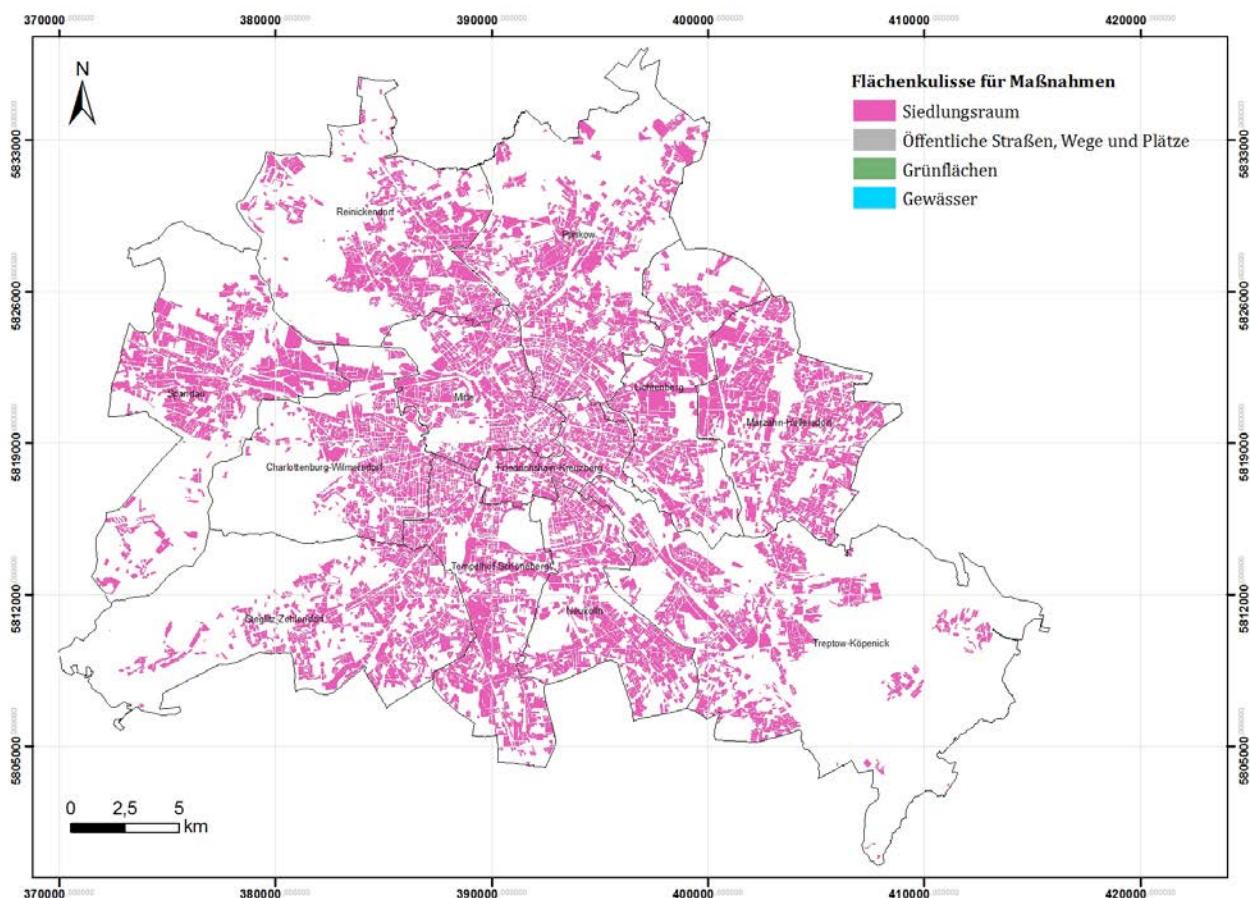


Abbildung 63: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme 13 Energetische Gebäudesanierung

## 5.14 M14 - DACHBEGRÜNUNG

Es gibt grundsätzlich zwei Formen einer Dachbegrünung (Abbildung 68). Extensive Dachbegrünungen haben eine dünne Substratschicht und eine rasenartige Vegetation. Intensive Dachbegrünungen hingegen zeichnen sich durch mehrere Substratschichten und höhere Vegetation auf. Sie können je nach Platzverfügbarkeit eine Gartenlandschaft mit Bäumen, Teichen, Sumpfzonen und Wegen darstellen und bedürfen im Regelfall einer Pflege, sowie ggf. einer Bewässerung und Düngung (FLL 2002, DDV 2011). In Berlin existieren bereits diverse umgesetzte Beispiele (Abbildung 64).



Abbildung 64: links: Extensive Dachbegrünung auf dem Dach der Marcel-Bräuer-Schule im Pankower Ortsteil Weißensee (Foto: Kompetenzzentrum Wasser Berlin); rechts: Intensive Dachbegrünung der Veranstaltungshallen "Max-Schmeling\_ und 'Velodrom', Friedrichshain (Foto: Ulrich Reinheckel)

Die kühlende Wirkung einzelner Dachbegrünungen beschränkt sich auf die Luftmassen direkt über der Dachoberfläche. Mit der Maßnahme lässt sich also vor allem das Innenraumklima in den darunter liegenden Dachgeschoßwohnungen verbessern (Groß 2012). Es kann allerdings begründet angenommen werden, dass eine Begrünung vieler Dächer auch einen signifikanten Effekt auf die gesamtstädtische Wärmeinsel aufweist. Intensive Gründächer können zudem begangen werden und bieten damit auch unmittelbar eine thermische Komfortzone. Dachbegrünungen sind mit vielen weiteren Synergieeffekten verbunden. Hierzu zählen u.a. Reduktion des Niederschlagsabflusses, Lärmreduktion und die Erhöhung der Biodiversität (Pfoser et al. 2013).

Alle Dachbauweisen bis ca. 45° sind für Begrünungen grundsätzlich geeignet. Eine Prüfung der statischen Verhältnisse ist erforderlich. Vor allem für die intensive Begrünung ist eine massive Baukonstruktion unabdingbar. Außerdem muss das Dach wasserdicht sein und gegen Durchwurzelung geschützt werden (FFL 2008). In Abhängigkeit dieser bautechnischen Vorgaben besteht in Berlin ein vielfältiges Potential für Dachbegrünungen in thermisch belasteten Räumen (Abbildung 65). Die entscheidenden Akteure sind die Gebäudeeigentümer, so dass für die Öffentliche Hand für ihre eigenen Liegenschaften eine unmittelbare Umsetzungskompetenz besteht.

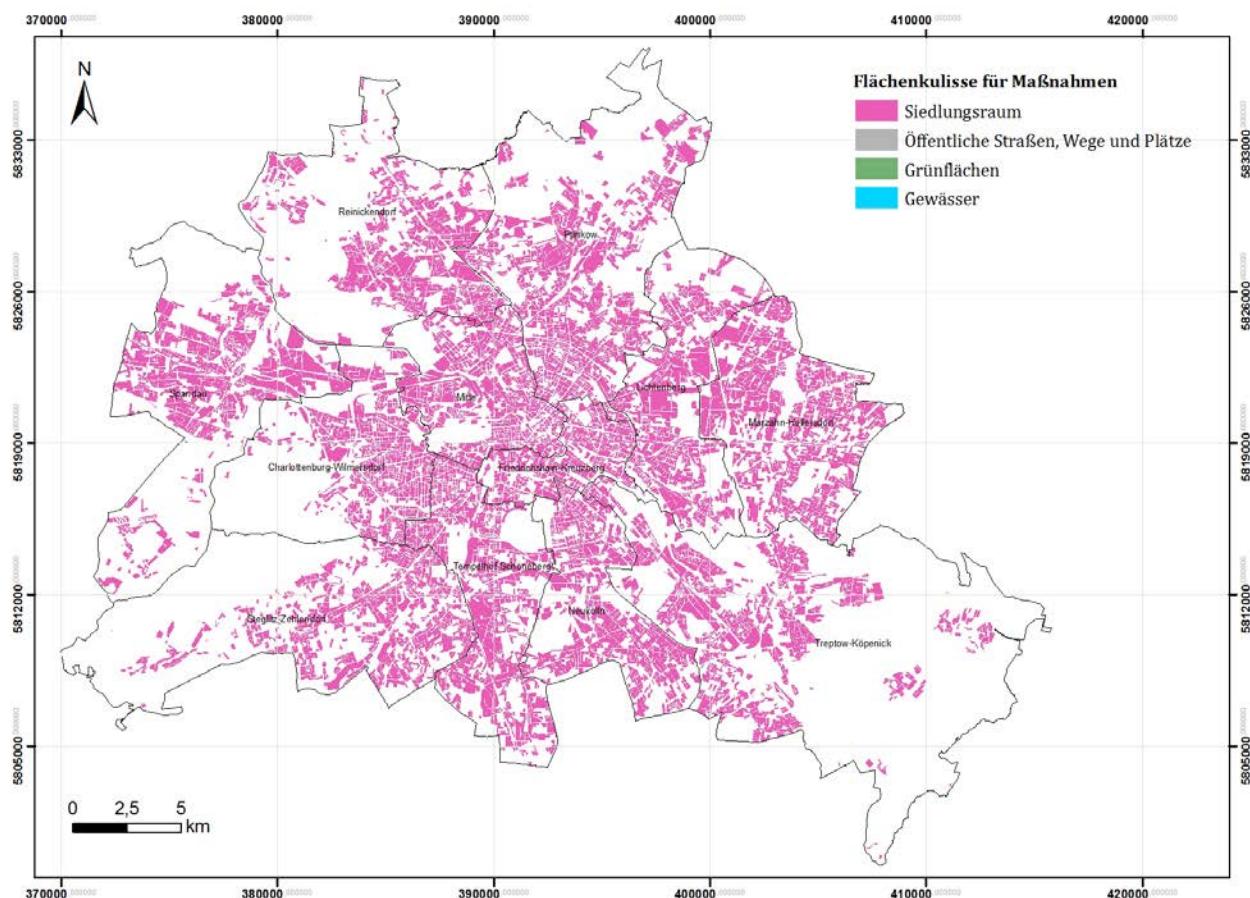


Abbildung 65: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme 14 Dachbegrünung

## 5.15 M15 - FASSADENBEGRÜNUNG

Der planmäßige und kontrollierte Bewuchs geeigneter oder speziell vorgerichteter Fassaden mit Pflanzen wird als Fassadenbegrünung bezeichnet. Es wird zwischen erd- und fassadengebundenen Systemen unterschieden (Abbildung 66).

In erster Linie wirkt die Grünfassade dämmend auf das Gebäude und führt zu Abmilderung der Innentemperaturextreme im Tages- und Jahresverlauf. Das schattenwerfende Blattwerk, die Luftsicht zwischen der Vegetation und der Hauswand sowie die Evaporation verringern die Wärmeaufnahme und die Oberflächentemperatur der Gebäudehülle und erhöhen den thermischen Komfort in allen Stockwerken des Gebäudeinneren sowie im unmittelbar angrenzenden Außenklima. Ein weiterer positiver Effekt ist die Verbesserung der Luftqualität in der Nähe der Fassadenbegrünung. Die relativ große Pflanzenoberfläche absorbiert den Feinstaub und andere Luftschadstoffe. Auch eine lärmindernde Wirkung der Fassadenbegrünung ist messtechnisch nachgewiesen. Ähnlich wie Dachbegrünung tragen auch Fassadenbegrünungen zur Speicherung und Verdunstung von Niederschlagswasser und damit zum Hochwasserschutz sowie zur Erhöhung der Biodiversität bei (Pfoser et al. 2013).



Abbildung 66: links: Erdgebundene Fassadenbegrünung in der Münchenerstraße im Ortsteil Schöneberg (Foto: Dominika Leßmann) rechts: systemgebundene Fassadenbegrünung des Physik-Instituts der Humboldt Universität zu Berlin (Foto: Kompetenzzentrum Wasser Berlin)

Es gibt diverse Ausführungsmöglichkeiten einer Fassadenbegrünung. Die Entscheidung hängt hauptsächlich von den Bauwerkseigenschaften ab und sollte gut geplant werden, um eventuelle Schäden am Gebäude oder der Begrünung zu vermeiden. Dabei ist sowohl der Aufbau (Pflanzenart, Befestigungsart und die entstehende Last) zu berücksichtigen als auch die späteren pflegerischen Maßnahmen (Bewässerung, Pflanzenschnitt) (FLL 2000).

Das Potential der Fassadenbegrünung ist in Berlin enorm und besteht grundsätzlich in allen thermisch belasteten Siedlungsräumen (Abbildung 71). Aufgrund seiner umfassenden humanbioklimatischen Wirkung und seiner Multieffektivität in Bezug zu anderen Schutzgütern (s.o.) kann die Maßnahme als absolut priorität bezeichnet werden. Analog zur Dachbegrünung liegt auch hier die Verantwortung für die Umsetzung der Maßnahme vor allem bei den Gebäudeeigentümern.

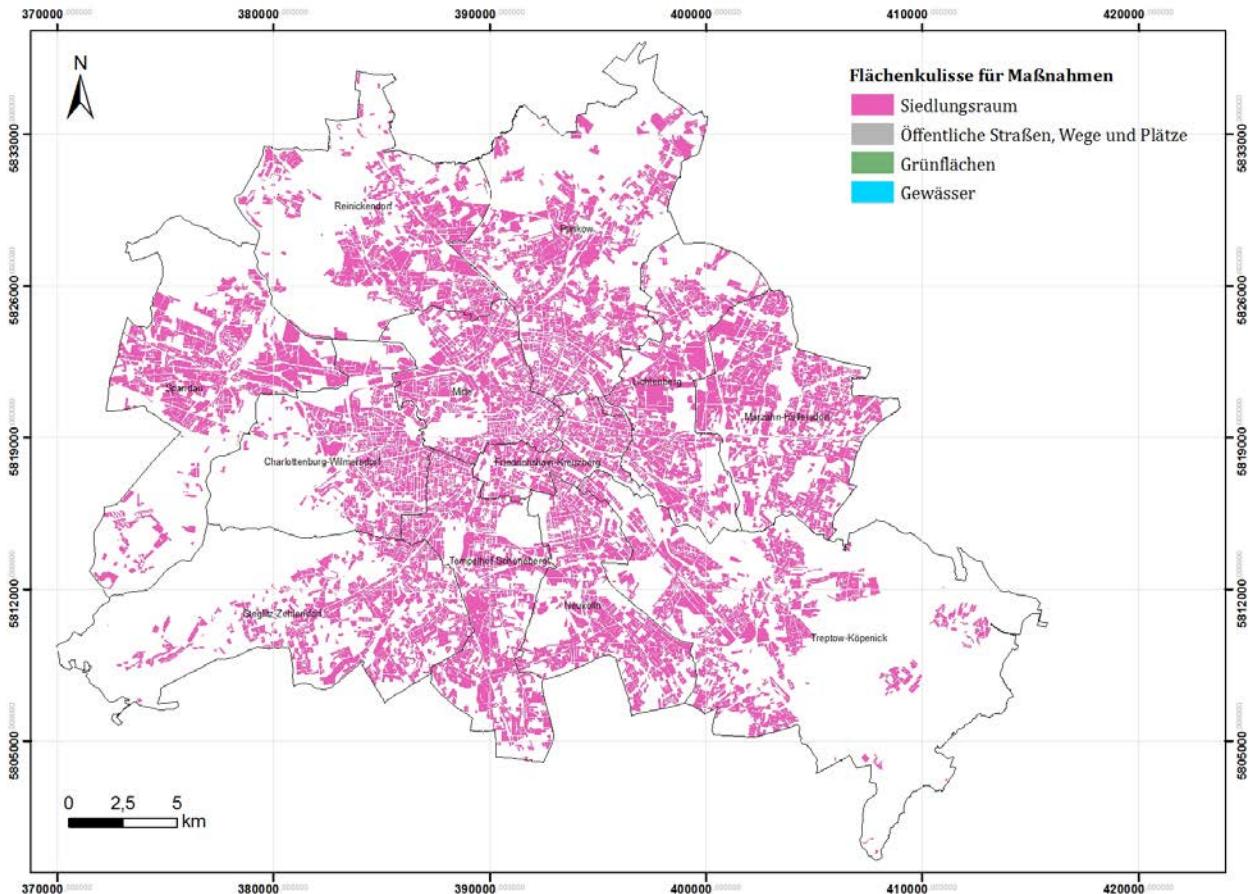


Abbildung 67: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme 15 Fassadenbegrünung

## 5.16 M16 - SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ AN GEBÄUDEN

Der Überhitzung von Räumen vorzubeugen ist das wesentliche Ziel des sommerlichen Wärmeschutzes. Dabei geht es darum, ein behagliches Innenraumklima während der Sommermonate sicherzustellen und gleichzeitig den Energieverbrauch für die Kühlung möglichst gering zu halten. Der Nachweis zum sommerlichen Wärmeschutz ist in der EnEV geregelt und für neu zu errichtende Wohngebäude und Nichtwohngebäude verpflichtend (EnEV 2013 in Verbindung mit DIN 4108-2 2005). Auch für die Höhe der Raumtemperatur in Arbeitsstätten gibt es Technische Regeln (ASTA 2010).

Folgende Faktoren beeinflussen das sommerliche Wärmeverhalten von Gebäuden (Baunetz 2015):

- Standort
- Ausrichtung des Gebäudes nach Himmelsrichtungen
- Bauweise
- Art des Sonnenschutzes und der Verglasung
- Lüftung und Nutzerverhalten

Effektive Maßnahmen um möglichst wenig Wärme in das Gebäude zu lassen, beziehen sich vor allem auf Fenster- und sonstige Glasflächen. Hier sind insbesondere außen liegende Sonnenschutzelemente wie Jalousien, Markisen und Fensterläden zu nennen. Eine weitere Möglichkeit stellt reflektierendes oder absorbierendes Sonnenschutzglas oder -folie dar (Abbildung 68). Innenliegende Elemente sind deutlich weniger effektiv, aber z.B. bei bestimmten Vorgaben des Denkmalschutzes eine gute Alternative (Baudialog, 2015).



Abbildung 68: Sonnenschutzglas am Berliner Hauptbahnhof und Marie-Elisabeth-Lüders-Haus (Fotos: Baunetz (yk), Berlin)

Neben der Verglasung sind aber auch die verwendeten Baumaterialien entscheidend. Je geringer ihre Wärmekapazität und Wärmeleitfähigkeit sind, desto weniger tragen sie zur Aufheizung des Innenraums bei bzw. unterstützen dessen nächtliche Auskühlung. Dieser Effekt wird durch Beschattung der Gebäudehülle unterstützt (vgl. 1.1). Zum sommerlichen Wärmeschutz gehört ebenfalls eine geeignete Raumlüftung durch die Bewohner. Sie sollte nur dann erfolgen, wenn die Temperatur der Außenluft unter derjenigen der Innraumraumluft liegt, also in den Nacht- oder frühen Morgenstunden. Tagsüber kann eine Lüftung hingegen zu einer zusätzlichen Erwärmung der Räume führen (Baunetz 2015).

Auch wenn der gesetzlich geregelte sommerliche Wärmeschutz speziell für Neubauten gilt, besteht das weitaus größere Potential im Bestand (Abbildung 73). Hier sind vor allem sämtliche Ansätze, die in Verbindung mit der Verglasung stehen, von Relevanz.

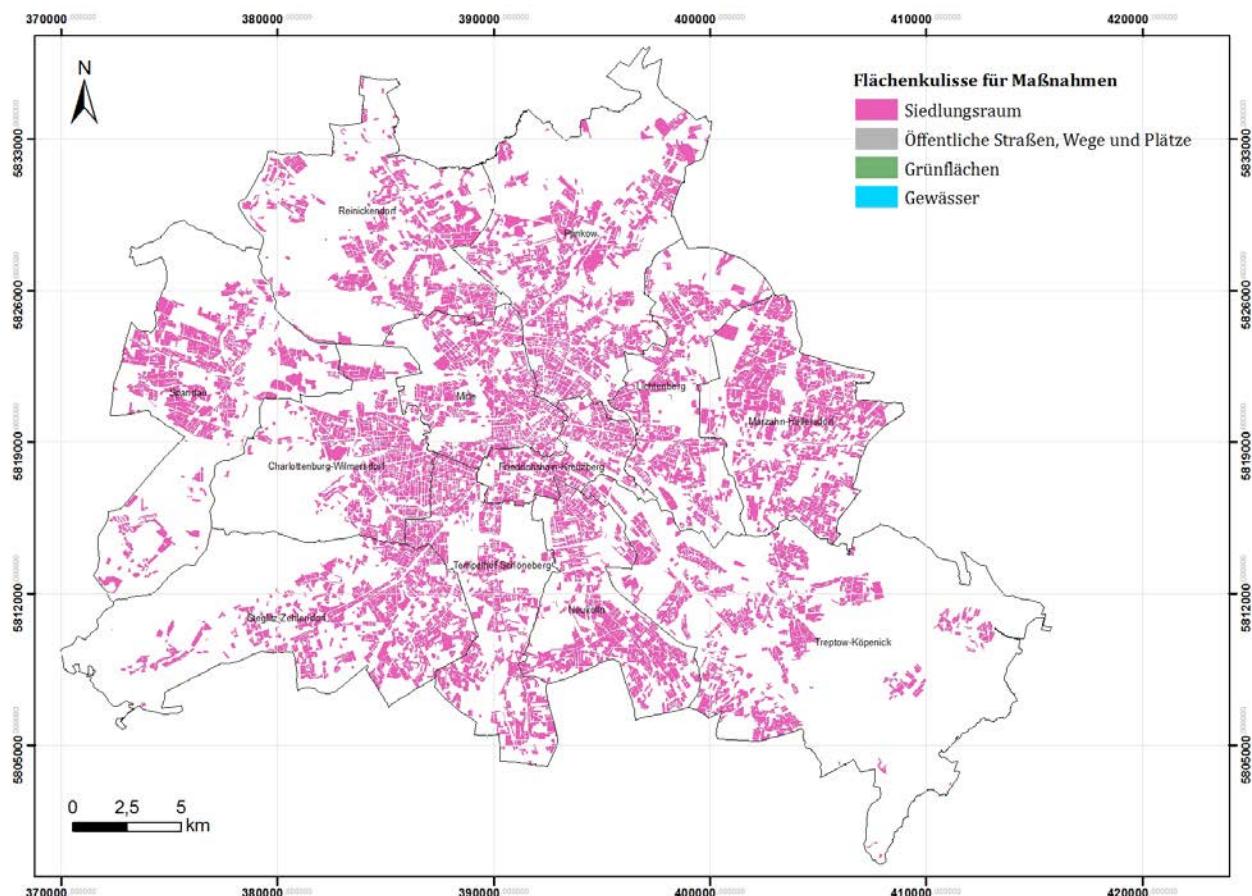


Abbildung 69: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme 16 sommerlicher Wärmeschutz an Gebäuden

## 5.17 M17 - ANPASSUNG DES RAUMNUTZUNGSKONZEPTES

Innerhalb von Wohngebäuden sind Schlafräume, Kinderzimmer und Arbeitszimmer als besonders hitze-schutzbedürftig einzustufen. In Büroräumen soll die Temperatur  $\geq 26^{\circ}\text{C}$  nicht übersteigen (ASTA 2010). Bei klimasensiblen Gebäudenutzungen sollte grundsätzlich in von den Risikogruppen genutzten Zimmern ein angenehmes – oder zumindest nicht belastendes – Raumklima herrschen (vgl. Kapitel 4.2.2). In Krankenhäusern gilt dies ganz besonders für die Säuglings- und Kinderstation sowie für die Kardiologie.

Neben Maßnahmen, die zu einer unmittelbaren Verringerung der Lufttemperatur im Innenraum führen, stellt die Anpassung des Raumnutzungskonzeptes in Bestandsgebäuden bzw. die Optimierung des Grundrisses bei Neubauten eine weitere Option zur Verringerung von thermischem Stress dar. Dies bedeutet vor allem, dass – sofern möglich – sensible Räume (s.o.) nach den Himmelsrichtungen zwischen Norden und Osten (N, NNO, NO, ONO und O) ausgerichtet werden und damit nicht dauerhaft einer unmittelbaren Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind.

In Berlin kann die Maßnahme vorrangig in Gebäuden mit klimasensiblen Nutzungen sowie in Einfamilienhaussiedlungen umgesetzt werden (Abbildung 70), die einer thermischen Belastung ausgesetzt sind.

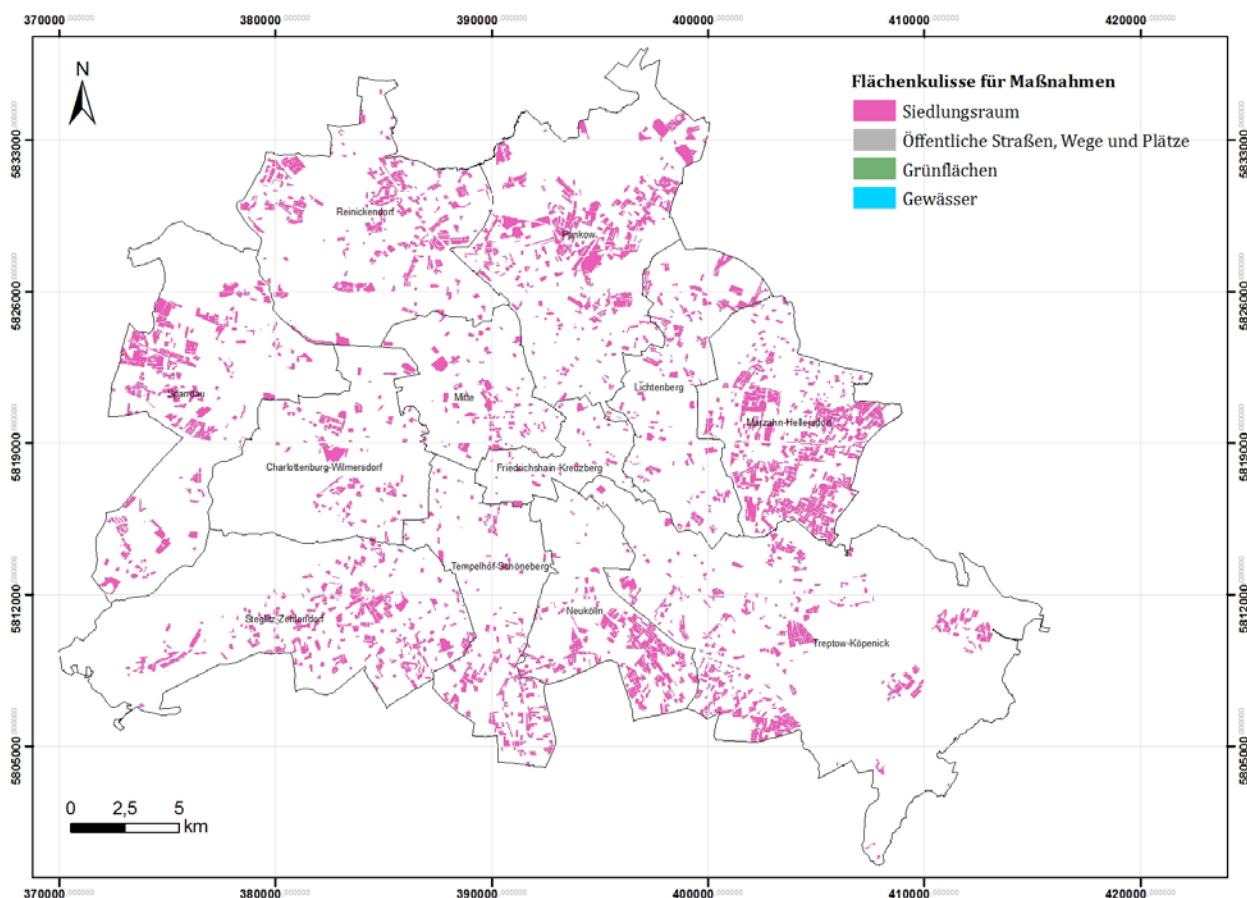


Abbildung 70: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme 17 Anpassung des Raumnutzungskonzeptes

## 5.18 M18 - TECHNISCHE GEBÄUDEKÜHLUNG

Technische Gebäudekühlung dient der Reduktion der Wärmebelastung in Innenräumen, in denen passive Maßnahmen nicht oder nicht ausreichend angewendet werden können. Aktuell werden nur rund 1-2 % der Wohngebäude aber 50 % aller Büro- und Verwaltungsgebäude in Deutschland technisch gekühlt (Bettgenhäuser et al. 2011). Dies erfolgt auf der Basis von DIN 13779.

Klassische Klimaanlagen weisen aufgrund ihres hohen Energiebedarfs sowie ihrer klimaschädlichen Kältemittel eine schlechte Ökobilanz auf (UBA 2015a). Ressourcenschonende Lösungen sind die Erdkälte Nutzung oder die adiabate Abluftkühlung, in der Regenwasser genutzt wird. Auch Adsorptionskältemaschinen, die durch solare Energie oder KWK-Abwärme angetrieben werden, werden derzeit erprobt und weiterentwickelt (SenStadtUm Berlin 2010a).

Ein gutes Beispiel für eine nachhaltige Gebäudeklimatisierung in Berlin sind die Gebäudekomplexe am Potsdamer Platz. Sämtliche Bürokomplexe (z.B. der Bahntower), Botschaften, Ministerien sowie die Mall of Berlin werden über eine klimaneutral arbeitende Kältezentrale gekühlt (Abbildung 71; Tagesspiegel 2015).



Abbildung 71: links: Bahntower (Foto Miguel Silva Barral); rechts: Mall of Berlin (Holger Siems/BerlinOnline)

Aber auch sonstige Gebäude des Gemeinbedarfs und der sozialen Infrastruktur müssen in Berlin gekühlt werden. Die TU Berlin und die Berliner Charité untersuchen daher gemeinsam die Wirkung von gekühlten Krankenhausräumen auf die Genesung lungenkranker Patienten (TU Berlin 2015, Berliner Zeitung 2015). Abbildung 72 weist die Flächenkulisse für Berlin aus, die sowohl thermisch belastet ist als auch das Potential für eine technische Kühlung besitzen, unabhängig davon, ob die Gebäude bereits klimatisiert sind.

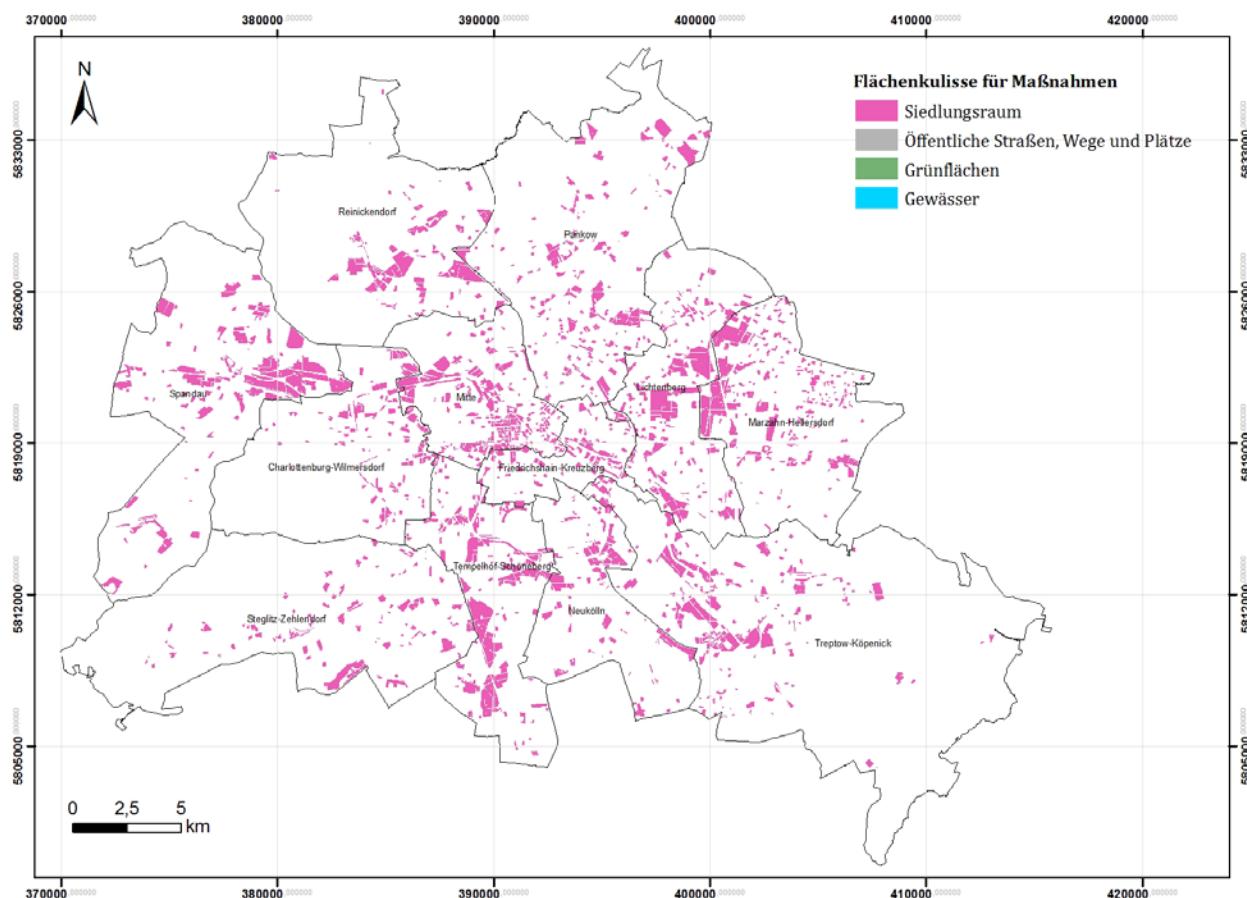


Abbildung 72: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme 18 Technische Gebäudekühlung

## 5.19 M19 - OPTIMIERUNG DER GEBÄUDEAUSRICHTUNG UND DER BEBAUUNGSDICHE BEI NEUBAUTEN

Die Maßnahme der Optimierung der Gebäudeausrichtung und der Bebauungsdichte bei Neubauten verfolgt zum einen das Ziel, vorhandene Kaltluftströme und -abflüsse optimal zu nutzen und damit die Versorgung sowohl der neuen Quartiere als auch der Bestände im Umfeld zu sichern. Um dies zu gewährleisten, sollten die Gebäude parallel zur Fließrichtung der Kaltluft angeordnet und nicht zu hoch sein sowie ausreichend (grüne) Freifläche zwischen ihnen erhalten bleiben (Abbildung 73).

Zum anderen kann über die gewählte Bebauungsdichte auch der Grad der gegenseitigen Verschattung der Gebäude gesteuert werden. Hier ist allerdings zu beachten, dass der sommerliche thermische Komfort nicht das einzige Kriterium ist, das die Entscheidung für die Konfiguration von neuen Quartieren bestimmt. So kann eine Optimierung der sommerlichen Verschattung beispielweise zu einem erhöhten Heizenergiebedarf oder Lichtmangel im Winter führen. Einzelfallbetrachtungen sind daher auch bei dieser Maßnahme unumgänglich.

Da die Festsetzung von Baufeldern, Geschoß- und Grundflächenzahlen in den Bebauungsplänen erfolgt, stellen die verbindliche Bauleitplanung aber auch die Berliner Bauberatung zentrale Instrumente zur Umsetzung dieser wichtigen Maßnahme dar.

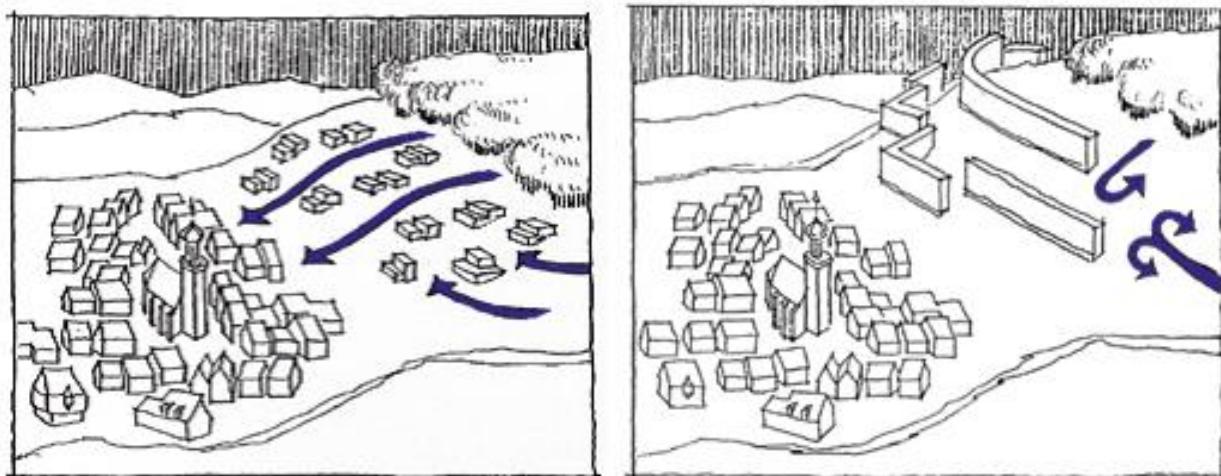


Abbildung 73: Durchlässige Bebauung am Hang, bei der auch die Talströmung nicht behindert wird (links) und Barrieren-Bebauung am Hang (rechts)  
(Quelle: MVI Baden-Württemberg 2012)

Für die intensiven Bautätigkeiten in Berlin ist diese Maßnahme vor allem auf denjenigen Flächen des Siedlungsraumes und der Frei- und Grünflächen von Relevanz die kurz-, mittel- oder langfristig bebaut werden sollen und entweder in einer Leitbahn liegen oder über einen relevanten Kaltluftvolumenstrom verfügen (Abbildung 74). Die Flächenkulisse macht deutlich, dass die Optimierung der Gebäudeausrichtung und der Bebauungsdichte einen wichtigen Aspekt bei der stadtclimagerichteten Stadtentwicklung Berlins darstellt.

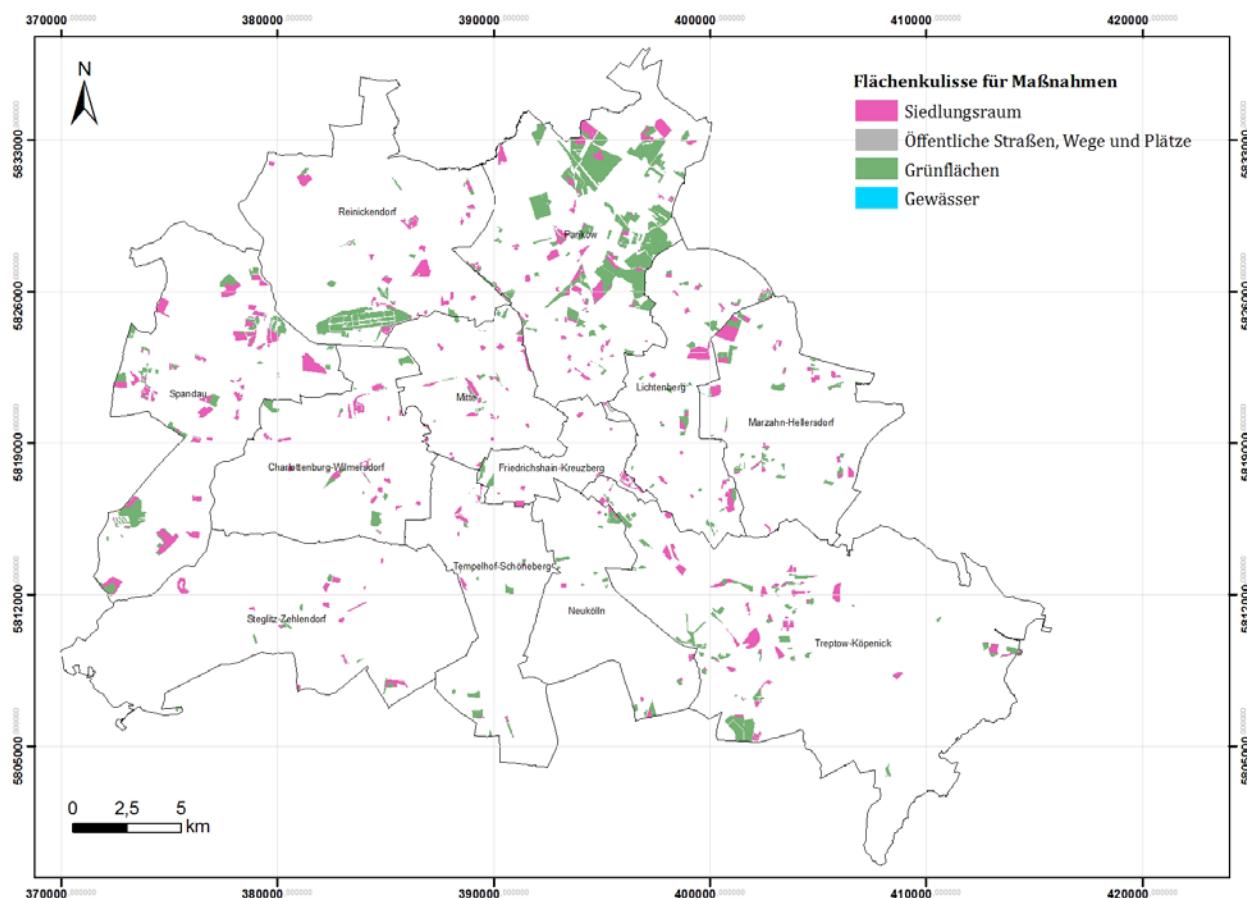


Abbildung 74: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme 19 Optimierung der Gebäudeausrichtung und der Bebauungsdichte bei Neubauten

## 5.20 M20 - STADTKLIMATISCHE ENTKOPPLUNG VON NEUBAU- UND NACHVERDICHTUNGSGEBIETEN

Zwischen der intensiven Umsetzung des städtebaulichen Leitbildes der Innenentwicklung und dem Erhalt bzw. dem Erreichen eines gesunden Stadtklimas kündigt sich in Berlin ein starker Zielkonflikt an. Die Senatsverwaltung möchte der Herausforderung u.a. mit der Strategie der „Entkopplung“ begegnen (Sen-StadtUm 2015c).

Im klimaökologischen Sinne ist unter einer Entkopplung die weitgehende Vermeidung negativer humanbioklimatischer Auswirkungen durch Stadtentwicklungsprojekte auf angrenzende Quartiere sowie auf die BewohnerInnen der neu zu errichtenden Quartiere selbst zu verstehen. Die Bewertung des Entkopplungsgrades kann mithilfe von mikroskaligen Modellierungen erfolgen, bei denen auch die Wirkung einzelner Maßnahmen oder Maßnahmenkombinationen individuell evaluiert werden sollte. Wichtige Kriterien für die Evaluierung können u.a. die durch die Bebauung hervorgerufenen Veränderungen von Klimafunktionen, im Kaltlufthaushalt sowie beim Niveau humanbioklimatischer Indizes darstellen.

Damit handelt es sich bei der Entkopplung weniger um eine Maßnahme im engeren Sinne als vielmehr um einen strategischen Leitgedanken, der erst durch die konkrete Auswahl individueller Maßnahmen(pakete) für einzelne städtebauliche Projekte inhaltlich gefüllt wird. Auch wenn eine (politisch legitimierte) Operationalisierung dieser Strategie ähnlich wie beim Ziel eines gesunden Stadtklimas noch aussteht, sollte ihr Mehrwert im Rahmen von zukünftigen Bauvorhaben getestet und verifiziert werden.

Beispiele aus der jüngeren Vergangenheit, bei denen die Art der Umsetzung eine klimaökologische Entkopplung zumindest vermuten lässt, sind in Berlin bislang noch relativ selten. Als Projekt mit Vorbildcharakter kann die Wohnanlage BIGYard in der Zelterstraße im Ortsteil Prenzlauer Berg eingestuft werden. Hier entstanden in einer Baulücke 45 Town- und Penthäuser mit weißer Fassade und Gründächern. Auch der Innenhof ist durchgrünt und mit hellen Gehwegen ausgestattet (Abbildung 75).



Abbildung 75: Die Wohnanlage BIGYARD im Ortsteil Prenzlauer Berg (Quelle: links: GdW Bundesverband rechts: Google Maps - © 2015 Google))

Die Strategie der klimaökologischen Entkopplung ist in Berlin grundsätzlich überall dort anwendbar, wo kurz-, mittel- oder langfristig Stadtentwicklungsprojekte durchgeführt werden sollen.

## 5.21 M21 - FÖRDERUNG STADTGESELLSCHAFTLICHER SOZIALER NETZWERKE UND PROJEKTE

Unter der Förderung stadtgesellschaftlicher sozialer Netzwerke werden sämtliche Maßnahmen subsummiert, in denen zwischenmenschliche Beziehungen genutzt werden, um die Vulnerabilität der QuartiersbewohnerInnen gegenüber thermischem Stress zu reduzieren.

Aus städtebaulicher Sicht kann hierbei allen Projekten im Zusammenhang mit dem Programm der deutschen Städtebauförderung „Soziale Stadt“ bzw. dem öffentlich finanzierten Stadtteil- und Quartiersmanagement ein großes Potential zugeschrieben werden. Die Projekte werden in aller Regel unter intensiver Einbeziehung der QuartiersbewohnerInnen und damit der vulnerablen Gruppen durchgeführt. Ein aktuelles Beispiel aus Berlin ist das Projekt „KiezKlima – Gemeinsam für ein besseres Klima im Brunnenviertel“ (L.I.S.T. 2015; Abbildung 76).

Über diese Projekte können beispielsweise Maßnahmen wie die vom Deutschen Städtetag geforderten „Trinkpatenschaften“ (Deutscher Städtetag 2012) initiiert oder auch „Hitzestuben“ für Obdachlose eingerichtet werden (in Anlehnung an die für Kälteeinbrüche in Berlin eingerichteten „Kältestuben“; vgl. Berliner Morgenpost 2010).



Abbildung 76: Das Projekt KiezKlima (Quelle: <http://www.list-gmbh.de/participation/kiezklima>)

**KiezKlima**  
Gemeinsam für ein besseres  
Klima im Brunnenviertel

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

Neben diesen eher top-down initiierten Formen zur Förderung des sozialen Zusammenhalts existieren auch primär bottom-up veranlasste Ansätze. Hierzu zählt u.a. das in Berlin sehr beliebte Urban Gardening, die gärtnerische Nutzbarmachung städtischer Brachflächen (z.B. Prinzessinnengarten oder der Kids'Garden in Neukölln; Abbildung 77). Das gemeinschaftliche Gärtnern kann zum einen direkt dem Stadtklima zugutekommen, z. B. wenn Industrie- oder Gewerbebrachen entsiegt und umgenutzt werden oder sogar als lokal bedeutsame Kaltluftproduktionsflächen fungieren. Zum anderen bieten die gemeinschaftlichen gärtnerischen Projekte auch Möglichkeiten mit vulnerablen Quartiersbewohnern in Kontakt zu kommen und so ggf. Nachbarschaftshilfemodelle zu initiieren.



Abbildung 77: Beispiele für Urban Gardening Projekte in Berlin; links: Kids' Garden, rechts: Prinzessinnengarten (Fotos: FU Berlin)

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

In Berlin besteht Bedarf an der Förderung stadtgesellschaftlicher sozialer Netzwerke und Projekte insbesondere dort, wo hohe thermische Belastungssituationen mit einem überdurchschnittlichen Anteil der stadtclimatischen Risikogruppen an der Quartiersbevölkerung einhergehen (Abbildung 78).

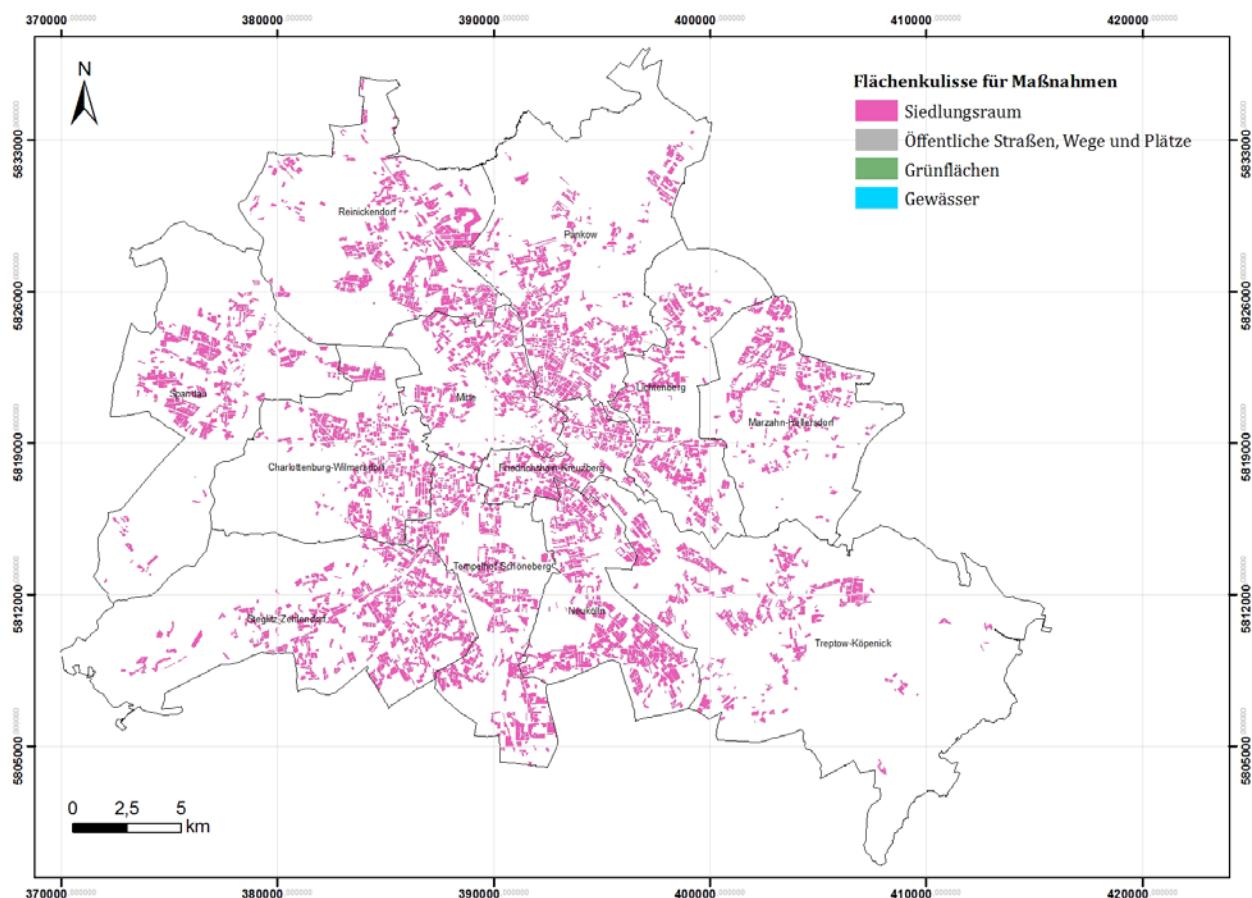


Abbildung 78: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme 21 Förderung stadtgesellschaftlicher sozialer Netzwerke und Projekte

## 5.22 M22 - ERHÖHUNG DER MIKROKLIMATISCHEN VIELFALT IN ÖFFENTLICHEN GRÜNFLÄCHEN

Damit innerstädtische Grün- und Freiflächen ihr Potential an klimaökologischen Dienstleistungen sowohl für die Tag- als auch für die Nachtsituation umfänglich ausschöpfen können, sollten sie möglichst vielfältige Mikroklima bereitstellen. Als Leitbild kann der erweiterte, für jedermann kostenlos begehbar „Savannentyp“ (Kuttler 2013, 271) dienen.

Er besteht zu einem großen Anteil aus gut wasserversorgten Rasenflächen und kleinen Baumgruppen, die mit offenen multifunktionalen Wasserflächen (z.B. Wasserspielplatz und Retentionsraum für Starkregenereignisse), Hügellandschaften, verschatteten Wegen und Sitzgelegenheiten sowie weiteren Strukturmerkmalen (Beete, Rabatten, Blumenwiesen, Sukzessionsflächen) angereichert sind. Die Übergangsbereiche zur angrenzenden Bebauung sollten offen gestaltet sein. Unter der Prämisse einer angemessen großen Fläche von mindestens 1-2 ha wird durch diese Konfiguration sichergestellt, dass sowohl die nächtliche Kaltluftproduktion und der -abfluss gewährleistet sind als auch der Aufenthalt am Tage für alle Ziel- und Risikogruppen optimiert ist (Abbildung 79 links).



Abbildung 79: links: Schema einer klimaökologisch optimierten innerstädtischen Grünfläche (Quelle: GEO-NET); rechts: Luftbild vom Britzer Garten (Quelle: Google Earth - © 2015 Google)

In Berlin wurde im Rahmen des vorliegenden Projektes 234 Block(teil)flächen des GRZ-Typs Grünanlage/Park das Prädikat „besondere Mikroklimavielfalt“ verliehen. Neben vielen anderen kommt der 90 ha große Britzer Garten in Neukölln dem oben beschriebenen Leitbild sehr nahe (Abbildung 84 rechts). Allerdings besteht in einigen anderen Grün-/Freiflächen auch noch ein Verbesserungspotential hinsichtlich der Bereitstellung vielfältiger Mikroklima (Abbildung 80). Unter diesen Flächen befindet sich auch das Tempelhofer Feld, dessen Potential zur mikroklimatischen Aufwertung bereits im Rahmen der Diskussionen um die „Parklandschaft Tempelhof“ aufgezeigt worden ist (GEO-NET 2010).

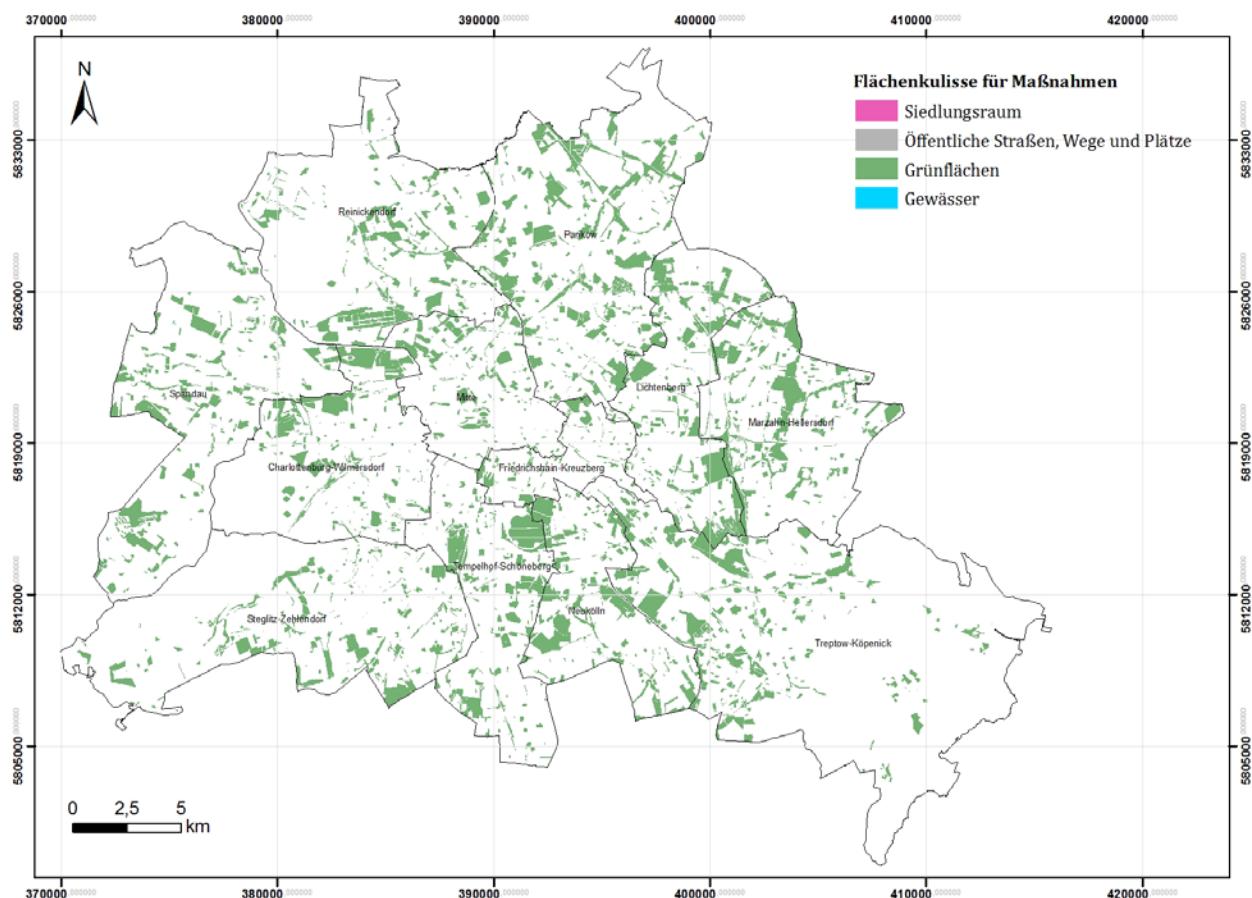


Abbildung 8o: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme 22 Erhöhung der Mikroklimatischen Vielfalt in öffentlichen Grünflächen

## 5.23 M23 - SCHUTZ VON FÜR DEN KALTLUFTAUSHALT RELEVANTE FLÄCHEN

Großräumige, gut wasserversorgte und durch flache Vegetation geprägte Freiflächen wie Wiesen, Felder, Kleingartenanlagen und Parklandschaften sind Quellen für Kalt- und Frischluft und bedürfen daher eines besonderen Schutzes. Die bodennahen Luftmassen kühlen hier nachts sehr viel schneller ab als über den versiegelten Oberflächen urbaner Räume. Die entstehende Kaltluft ist für die Stadtbevölkerung nur dann von Relevanz, wenn sie über hindernisarme Leitbahnen (z.B. zusammenhängende Grünzüge, Gleistrassen, breite Straßen und Fließgewässer) in Richtung der thermisch belasteten Siedlungsräume transportiert werden kann.

Grünland produziert während seiner nächtlichen Abkühlung Kaltluftmengen in der Größenordnung von etwa  $10 - 12 \text{ m}^3/\text{m}^2 * \text{h}$ . Bei fehlendem Abfluss würde sich in der Zeit eine 12 m hohe Kaltluftschicht bilden, die nur durch stark ausgeprägte Hindernisse abgebremst werden könnte. Auch Wälder können Kaltluftquellgebiete darstellen, die nächtlichen Abkühlungsraten sind aber geringer als über dem Freiland. Allerdings sind Wälder in der Lage, auch am Tage Kaltluft für angrenzende Siedlungsflächen zu erzeugen. Besonders wirksam für die Abkühlung am Tage sind stadtnahe Wälder an Nord- und Osthängen (MVI 2012).

Auch wenn ihre Wirkung meist überschätzt wird, nehmen neben den großen Kaltluftentstehungsgebieten im städtischen Umland auch größere Grün- und Parkanlagen im innerstädtischen Bereich eine wichtige Funktion für den lokalen Kaltlufthaushalt ein. Für Berlin sind hier insbesondere das Tempelhofer Feld, der große Tiergarten und der Grunewald hervorzuheben (Abbildung 81). Auch stark durchgrünte Siedlungstypen können einen Beitrag zum Kaltlufthaushalt leisten (vgl. Kapitel 3.3).

In Berlin sind alle Grün- und Freiflächen aufgrund ihres Beitrages zum Kaltlufthaushalt schützenswert, die einen hohen oder sehr hohen Kaltluftvolumenstrom aufweisen und/oder innerhalb einer Leitbahn liegen (Abbildung 82; vgl. auch Kapitel 3.3). Der besonderen Schutzbedürftigkeit kann beispielsweise über eine entsprechende Festsetzung in den Programmplänen des Landschaftsprogramms (SenStadtUm 1994) bzw. in den Bezirklichen Landschaftsplänen Rechnung getragen werden. Die Verantwortlichkeit für den nachhaltigen Schutz liegt damit vorrangig bei der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt sowie Umweltämtern der Bezirke.

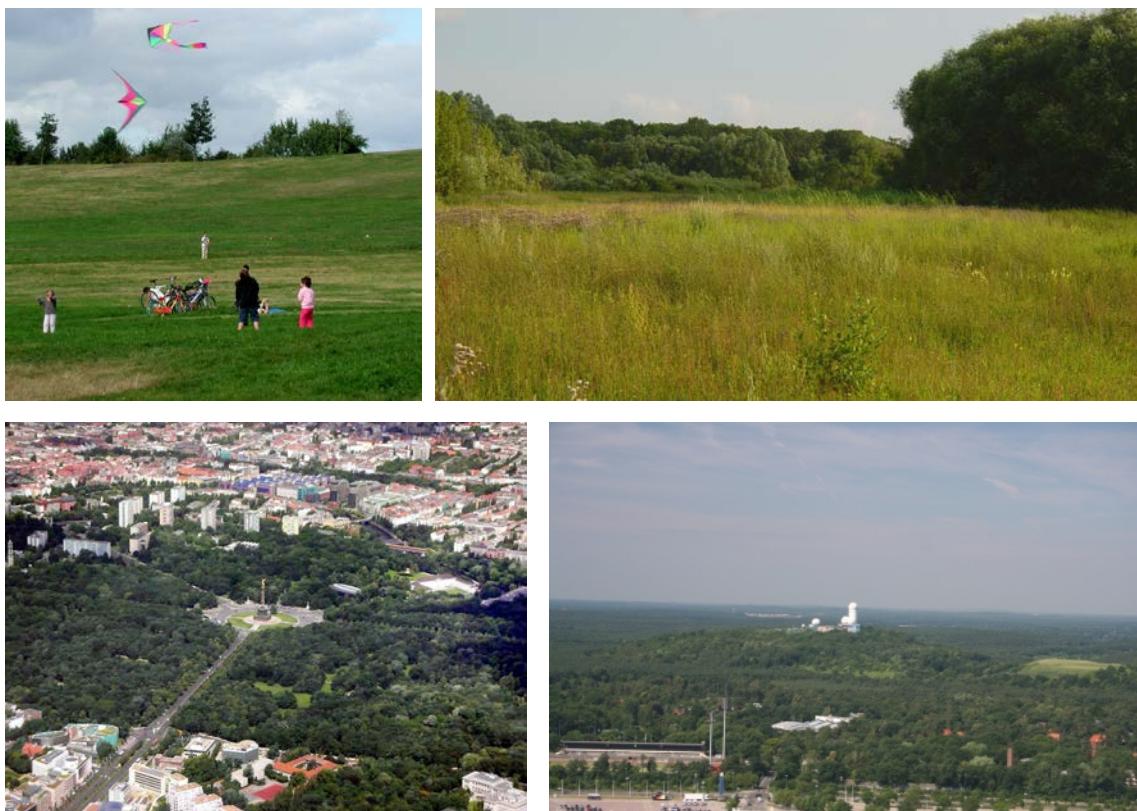


Abbildung 81: Kaltluftentstehungsgebiete in Berlin - oben links: Freizeitpark Lübars, oben rechts: Havelwiesen am Grimnitzsee; links unten: Großer Tiergarten; rechts unten: Grunewald (Fotos: SenStadtUm Berlin, beedubz, Berlin.de / Tobias Kneschke)

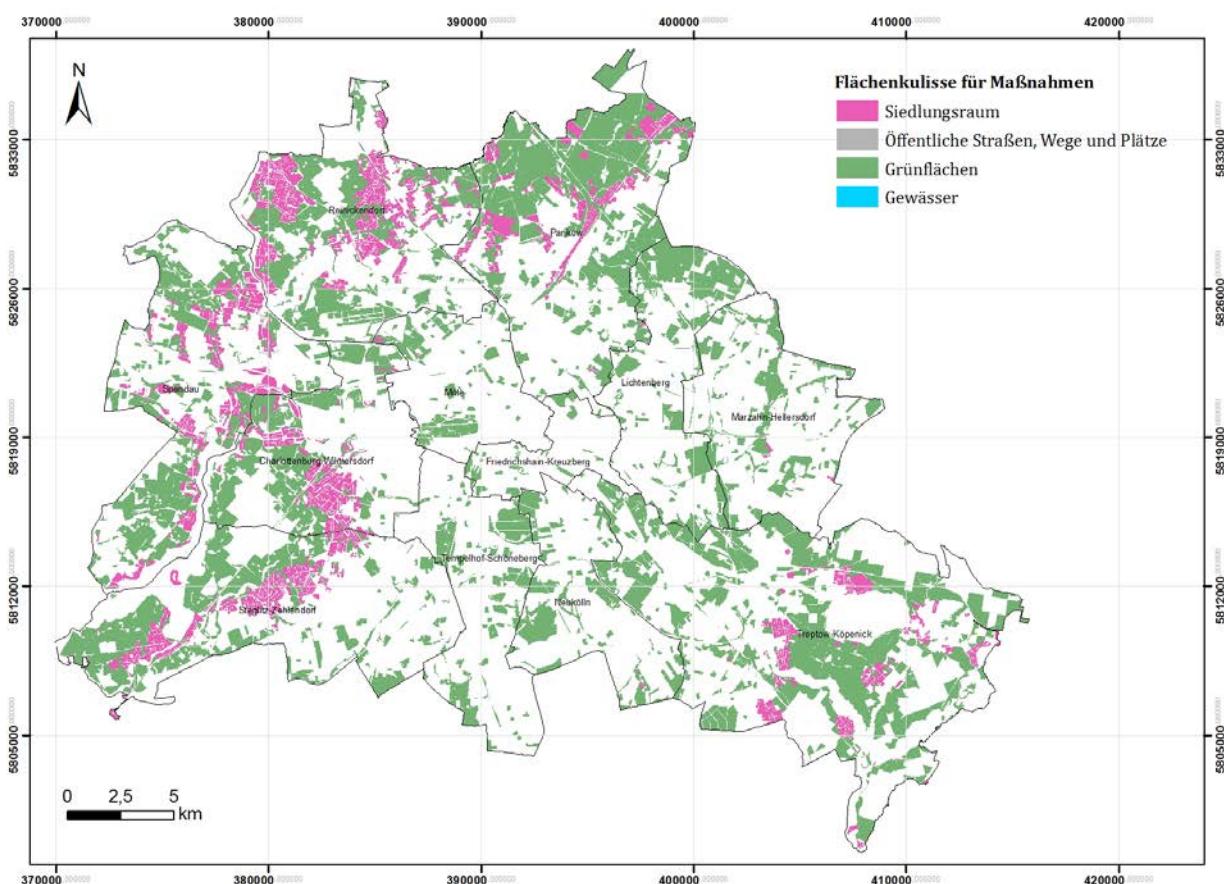


Abbildung 82: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme 23 Schutz von für den Kaltlufthaushalt relevante Flächen

## 5.24 M24 - VERNETZUNG VON FÜR DEN KALTLUFTAUSHALT RELEVANTE FLÄCHEN

Die Vernetzung von (urbanen) Frei- und Grünflächen ist eine insbesondere im Zusammenhang mit dem Biotop- und Artenschutz schon länger bekannte Maßnahme (Jedicke 1994). Aber auch für das Stadtklima ist die proaktive Vernetzung von zuvor unzusammenhängenden Grünflächen mithilfe von grünen Trittssteinen eine wichtige Option.

Zum einen können auf diese Weise neue großräumige und lokale Leitbahnen geschaffen und damit das übergeordnete und kleinräumige Luftaustauschsystem ausgebaut werden. Neben der Wohlfahrtswirkung für den nächtlichen Kaltlufthaushalt tritt die Erhöhung des Erholungsangebotes für vom Hitzestress am Tage Betroffene. Hier besteht eine enge Verknüpfung zu der Schaffung von Pocket Parks und großflächiger Park- und Grünanlagen (vgl. Kapitel 5.7 und 5.28).

Die Vernetzung muss allerdings nicht zwangsläufig durch die Schaffung neuer Parks und Grünanlagen erfolgen, auch begrünte Radwege und Gleisflächen können eine entsprechende Funktion erfüllen. Aufgrund des Ausströmens der Kaltluft aus den Grünflächen ist auch eine unmittelbare räumliche Verknüpfung nicht unbedingt erforderlich, wenn die trennende Bebauung locker, nicht zu hoch und im Idealfall durch Vorgärten oder grüne Wege geprägt ist. Ein Beispiel für eine klimaökologisch sinnvolle Vernetzung ist die Grünfläche entlang des ehemaligen Luisenstädtischen Kanals. Sie erstreckt sich auf einer Länge von ca. 1,5 km und vernetzt kleinere grüne Plätze und Parks miteinander. Der Rudolf-Wilde-Park, der Volkspark Wilmersdorf und der Fennsee sind zwar durch Straßen getrennt, bilden aber insgesamt einen etwa 2,5 km langen Streifen aus sehr nahe bei einander liegenden Grünflächen. Zusätzlich grenzt der Friedhof Wilmersdorf direkt an das grüne Areal rund um den Fennsee an. In der direkten Nachbarschaft liegen auch das Stadion, das Sommerbad Wilmersdorf und die großflächige Kleingartenanlage Oeynhausen (Abbildung 83).



Abbildung 83: links: Grünfläche entlang des ehemaligen Luisenstädtischen Kanals (Foto: Ulrich Reinheckel, SenStadtUm Berlin; rechts: Grünflächenverbund Volkspark Wilmersdorf – Rudolf-Wilde-Park (Quelle: Esri maps and data)

Ein Schutz bestehender Vernetzungen sowie die Neuvernetzung von Frei- und Grünflächen sind in Berlin überall dort angeraten, wo relevante Mengen an Kaltluft produziert werden. Ein besonderes Augenmerk sollte dabei auf die Verknüpfung einzelner grüner Oasen im innerstädtischen Bereich gelegt werden. Entsprechende Festsetzungen können in den Programmplänen des Landschaftsprogramms (SenStadtUm 1994) bzw. in den bezirklichen Landschaftsplänen erfolgen. Entscheidende Akteure sind damit die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt sowie die Umweltämter der Bezirke (Abbildung 84).

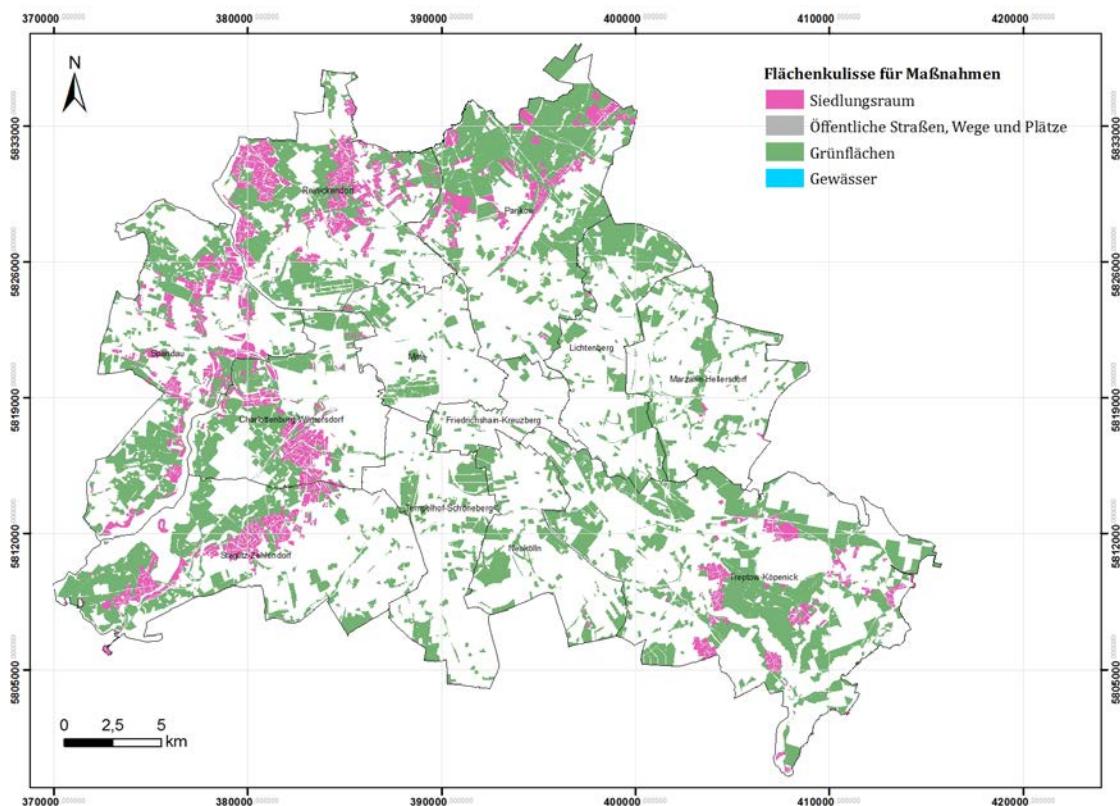


Abbildung 84: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme 24 Vernetzung von für den Kaltlufthaushalt relevante Flächen

## 5.25 M25 - VERMEIDUNG VON AUSTAUSCHBARRIEREN

Der Schutz und die Vernetzung von für den Kaltlufthaushalt relevante Flächen (vgl. Kapitel 1.1 und 1.1) können ihre anvisierte Wirkung nur dann entfalten, wenn auch sichergestellt ist, dass die entstehende Kalt- bzw. Frischluft aus den Flächen möglichst ungehindert ausströmen kann. Die Wirkung einer Kaltluftleitbahn ist desto besser je hindernisfreier sie ist.

Austauschbarrieren sollten daher im Einflussbereich von Kaltluftflüssen grundsätzlich vermieden werden. Das gilt für Wälder, Parks, landwirtschaftliche Flächen und Gewässer gleichermaßen. Bei Barrieren kann es sich um quer zur Fließrichtung der Kaltluft verlaufende natürliche (z.B. Baumgruppen) oder bauliche Hindernisse (z.B. Bahndämme, Gebäude) handeln. In Einzelfällen kann eine vorhandene oder absichtlich errichtet Barriere auch der Umleitung von Kaltluft dienen und dadurch die Durchlüftung einer Siedlung verbessern (Abbildung 85).

Relativ dicht aneinander stehende und vor allem hohe Hindernisse verursachen örtliche Turbulenzen. Dieser Effekt führt zwar lokal zu einer Durchmischung der Luftmassen und somit ggf. zur Verdünnung der Luftschatzstoffe, aber er führt auch zum Abbremsen des Lufttransports und erschwert so die Belüftung der ferner liegenden Bebauung (Stadt Sindelfingen 2001).

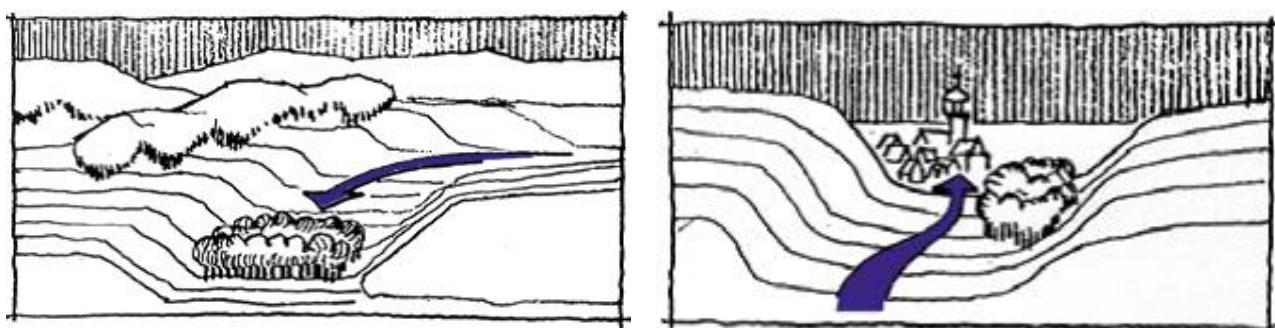


Abbildung 85: Baumgruppen als Austauschbarrieren (links) sowie zur Umleitung von Kaltluftabflüssen (rechts) (Quelle: MVI 2012)

Mit Blick auf die dynamische Berliner Stadtentwicklung ist es wichtig darauf hinzuweisen, dass nicht jede Bebauung im Randbereich oder Übergangsbereich einer Grün-/Freifläche auch gleichzeitig ein relevantes Austauschhindernis darstellen muss. Mithilfe von auf die individuelle Situation abgestimmten Gebäudeausrichtungen und Bebauungsdichten lassen sich hier in aller Regel Kompromisse finden, sofern klimaökologische Belange möglichst frühzeitig in die Planung einbezogen werden (vgl. Kapitel 5.19). Die Bauberautung und die verbindliche Bauleitplanung bieten hierfür entsprechende Mechanismen an.

Nichtsdestotrotz gilt für alle Flächen mit einem relevanten Beitrag zum Berliner Luftaustauschsystem, dass Austauschbarrieren möglichst vermieden werden sollten. Die raumkonkreten Hinweise in Abbildung 91 sollten daher bereits auch auf der Ebene der Flächennutzungsplanung besonders beachtet werden.

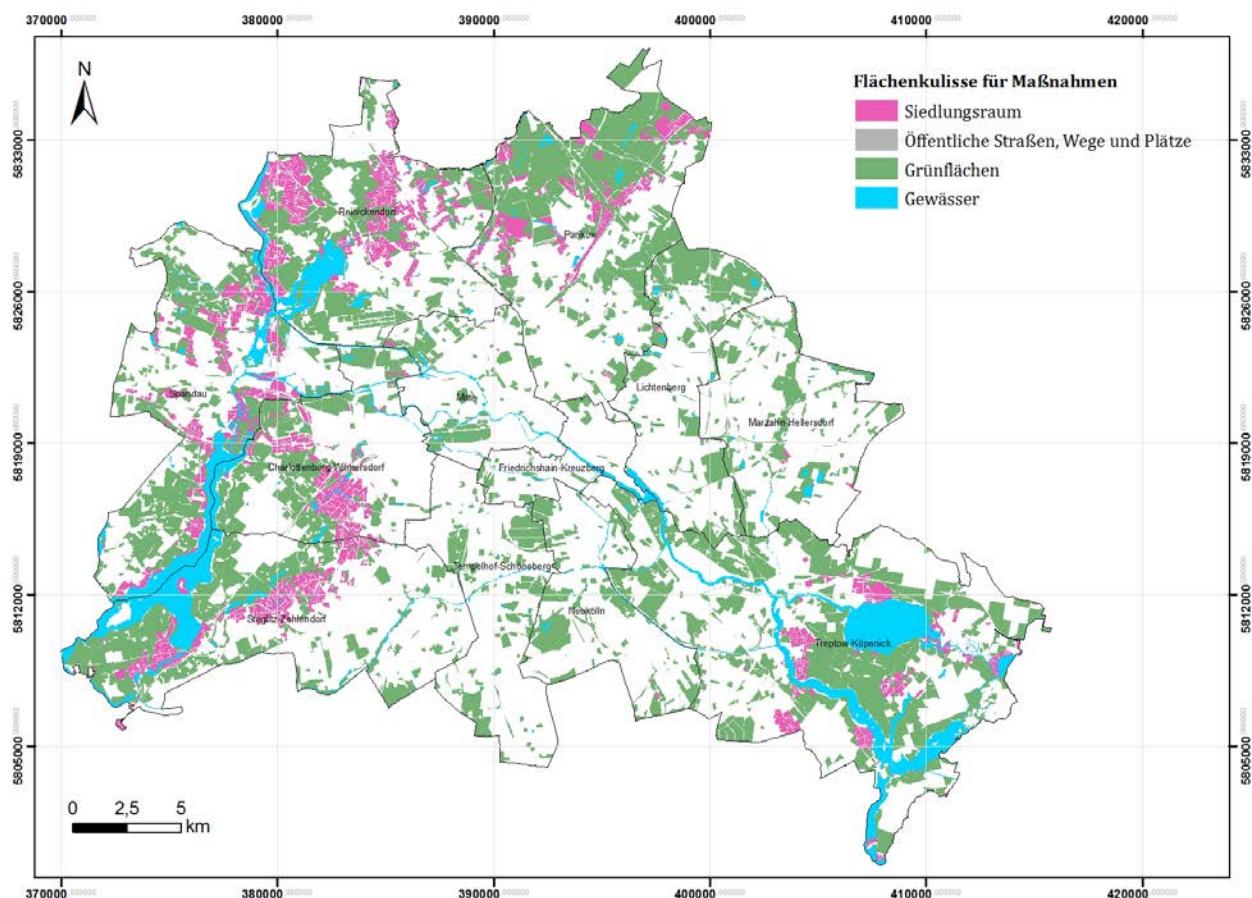


Abbildung 86: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme 25 Vermeidung von Austauschbarrieren

## 5.26 M26 - VERBESSERUNG DER LUFTQUALITÄT IN KALTLUFTLEITBAHNEN

Die über das Luftaustauschsystem einer Stadt bereitgestellten Luftvolumina sind im Regelfall frisch und sauber. Quert die herangeführte Frischluft beispielsweise eine vielbefahrene Straße oder ist diese ggf. sogar selbst Bestandteil einer Kaltluftleitbahn, besteht die Gefahr einer relevanten lufthygienischen Verunreinigung der Luftmassen. Weitere Emissionsquellen neben dem Verkehr sind der winterliche Hausbrand und industrielle Abgase.

Maßnahmen, die Emittenten in Leitbahnen eliminieren bzw. die Emissionen reduzieren, können demnach von großer Bedeutung für die gesamtstädtische Lufthygiene sein. Die Emissionsminderung kann in Straßen durch verkehrsplanerische Maßnahmen, wie z.B. Geschwindigkeitsbegrenzungen, Verkehrsvermeidung oder Umleitung von Verkehrsströmen erfolgen. Auch Straßenbegleitgrün und Fassadenbegrünung können durch ihre Staubfilterfunktion die lufthygienische Situation in den Straßenräumen verbessern ohne die Strömungsgeschwindigkeit nachteilig zu beeinflussen. In Berlin stellt der Luftreinhalteplan das zentrale Instrument zur Umsetzung der Maßnahmen dar (SenStadtUm 2013).

Darüber hinaus können gemäß BauGB im Bebauungsplan Flächen festgesetzt werden, in denen bestimmte luftverunreinigende Stoffe nicht oder nur beschränkt verwendet werden können. Diese als „Verbrennungsverbot“ für fossile Brennstoffe bekannte Festsetzung erfordert zwar eine städtebauliche Begründung, die aber durch die Lage der Frischluftschneisen und die damit verbundene starke Luftverschmutzung gegeben ist (MVI 2012).

Klimaökologisch lässt sich die Umsetzung der Maßnahmen freilich nur dort begründen, wo auch entsprechende Probleme festzustellen sind. Für Berlin hat die vorliegende Analyse lediglich elf Straßenabschnitte ergeben, die sowohl Bestandteil einer Kaltluftleitbahn sind als auch eine erhöhte oder sehr hohe Luftbelastung aufweisen (Tabelle 12). Das heißt auf der einen Seite, dass das Problem nur sehr kleinräumig besteht. Andererseits ließe es sich aber vermutlich mit überschaubarem Aufwand gänzlich beseitigen.

*Tabelle 12: Lufthygienisch belastete Straßenabschnitte mit Kaltluftleitbahnfunktion*

Straßenname	Anzahl betroffener Straßenabschnitte	Bezirk
Neue Kantstraße	2	Charlottenburg-Wilmersdorf
Tegeler Weg / Schlossbrücke	2	Charlottenburg-Wilmersdorf
Waldstraße	2	Reinickendorf
Ruhlebener Straße	1	Spandau
Sachsenkamm/Naumannstraße	4	Tempelhof-Schöneberg

## 5.27 M27 - SCHUTZ BESTEHENDER GROSSFLÄCHIGER PARKS / GRÜNFLÄCHEN

Großflächige Park- und Grünanlagen sind nicht nur aufgrund ihrer Bedeutung für den Kaltlufthaushalt (vgl. Kapitel 1.1) besonders schützenswert, sondern auch, weil sie wichtige Erholungsflächen darstellen, die von den StadtbewohnerInnen inklusive der klimasensiblen Bevölkerungsgruppen am Tage gezielt aufgesucht werden. Die große Fläche bietet auch Schutz vor Lärmimmissionen. Eine besondere Rolle nehmen in diesem Zusammenhang städtische Wälder ein (Kapitel 1.1).

Aufgrund der hohen Einwohnerdichte sind die einschlägig bekannten Park- und Grünanlagen im innerstädtischen Bereich besonders schützenswert (Abbildung 87). Über das Landschaftsprogramm und den Flächennutzungsplan kann und wird der besonderen Schutzwürdigkeit dieser Flächen Rechnung getragen werden.

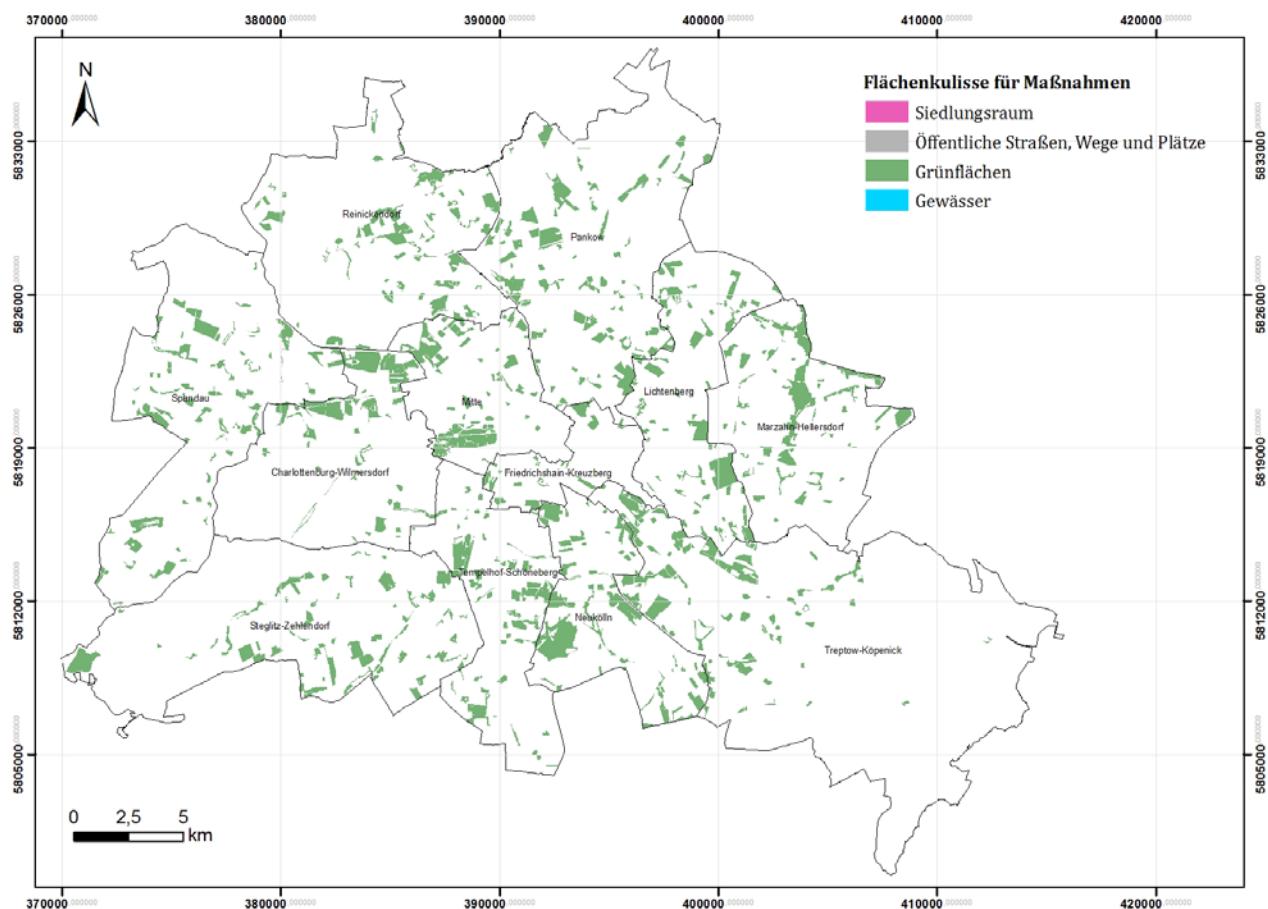


Abbildung 87: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme 27 Schutz bestehender grossflächiger Parks / Grünflächen

## 5.28 M28 - ANLAGE NEUER GROSSFLÄCHIGER PARKS / GRÜNFLÄCHEN

Die Neuanlage großflächiger Parkanlagen unterstützt unmittelbar das Ziel eines gesunden Berliner Stadt-klimas. Ihre Bedeutung für den nächtlichen Kaltlufthaushalt und die Erholung vom thermischen Stress am Tage wurde bereits mehrfach betont (vgl. Kapitel 1.1 und 5.27). Bei der Neuanlage sollte vor allem auf eine ausreichende Mikroklimavielzahl (vgl. Kapitel 1.1) sowie auf eine Vermeidung von Austauschbarrieren ge-achtet werden (vgl. Kapitel 1.1).

Dass die Anlage neuer Grünanlagen auch in dynamisch wachsenden Städten wie Berlin möglich ist, zeigt das zumindest aus stadtclimatischer Perspektive gute Umsetzungsbeispiel auf dem Gleisdreieckgelände. Ost- und Westpark besitzen sowohl ein relevantes Kaltluftliefervermögen als auch hohe Aufenthaltsquali-täten für die erholungssuchenden Anwohner (Abbildung 88).



Abbildung 88: Westpark (links) und Ostpark (rechts) auf dem Gleisdreieckgelände (Fotos: Andreas Machate)

Auch für die Zukunft bestehen bei frühzeitiger Berücksichtigung stadtclimatischer Belange in Berlin gute Aussichten, großflächige Grünanlagen mit entsprechenden klimaökologischen Funktionen zu realisieren. So handelt es sich bei rund 5 % der in Berlin zum Zeitpunkt 02/2015 kurz- bis mittelfristig geplanten Stadt-entwicklungsprojekte um Park- und Grünanlagen. Zusätzlich existieren auch noch einige Brachflächen, für die in Teilen noch keine Nachnutzung festgelegt worden ist. Insgesamt besteht so für über 400 Block(teil)flächen das Potential, entsprechend den Hinweisen dieses Maßnahmenkatalogs klimaökolo-gisch inwertgesetzt zu werden (Abbildung 89).

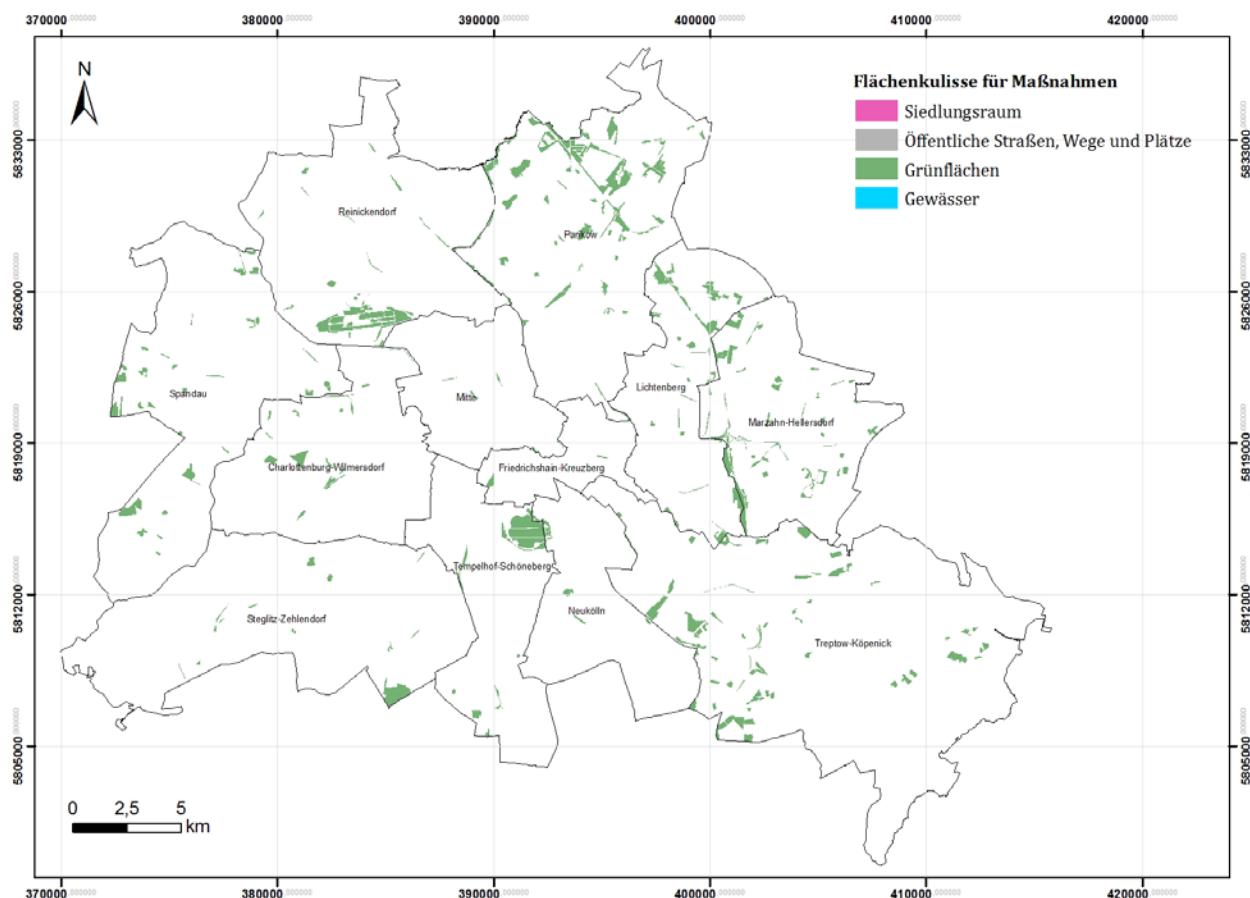


Abbildung 89: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme 28 Anlage neuer großflächiger Parks / Grünflächen

## 5.29 M29 - SCHUTZ VON WALDFLÄCHEN

Wälder gehören zu den besonders schützenswerten Biotopen. Die Waldfunktionen reichen von der CO<sub>2</sub>-Deposition über den Arten- und Biotopschutz sowie die Grundwassererneubildung und den Bodenschutz bis hin zur Quelle für nachhaltige Rohstoffe und Energie. Mit Bezug zum Stadtklima stellen Wälder darüber hinaus drei wichtige Ökosystemdienstleistungen bereit.

Auch wenn ihr nächtliches Kaltluftliefervermögen im Vergleich zum Freiland weniger stark ausgeprägt ist, sind Waldflächen dennoch elementarer Bestandteil des Luftaustauschsystems (vgl. Kapitel 3.3). Der Energieumsatz erfolgt zu einem großen Teil an den Grenzflächen zwischen dem weitgehend geschlossenen Kronendach und den darüber liegenden Luftsichten, so dass der Erdboden verschattet und seine Erwärmung auf diese Weise gegenüber dem Freiland verringert ist, was tagsüber im Vergleich zum Freiland zu einem angenehmeren Bioklima führt.

Der gleiche Effekt führt nachts dazu, dass die bodennahen Luftsichten sich nicht so schnell abkühlen. Hieraus resultieren im Vergleich zum Offenland geringere Kaltluftvolumina, deren Ausströmen durch die Kraut- und Strauchsicht zusätzlich behindert wird, wenn es nicht durch Hangneigungen von > 1° zu Kaltluftabflüssen kommt. Besonders wirksam sind daher stadtnahe Wälder an Nord- und Osthängen. Neben diesen beiden thermischen Effekten, erfüllen Stadtwälder durch ihre große Oberfläche auch eine wichtige Filterfunktion für Luftschadstoffe (MVI 2012).

Für das Berliner Stadtgebiet sichert der Forstliche Rahmenplan den Erhalt der Waldfunktionen und die Verbesserung der Waldstruktur. Er enthält die für die forstlichen Belange relevanten raumbezogenen Informationen, die auch Eingang in das Landschaftsprogramm und die bezirklichen Landschaftspläne finden. Aufgrund ihrer Relevanz für das Stadtklima sind u.a. Forst Grunewald, Forst Müggelberge sowie der Spandauer und Tegeler Forst schützenswerte Waldgebiete (Abbildung 90).

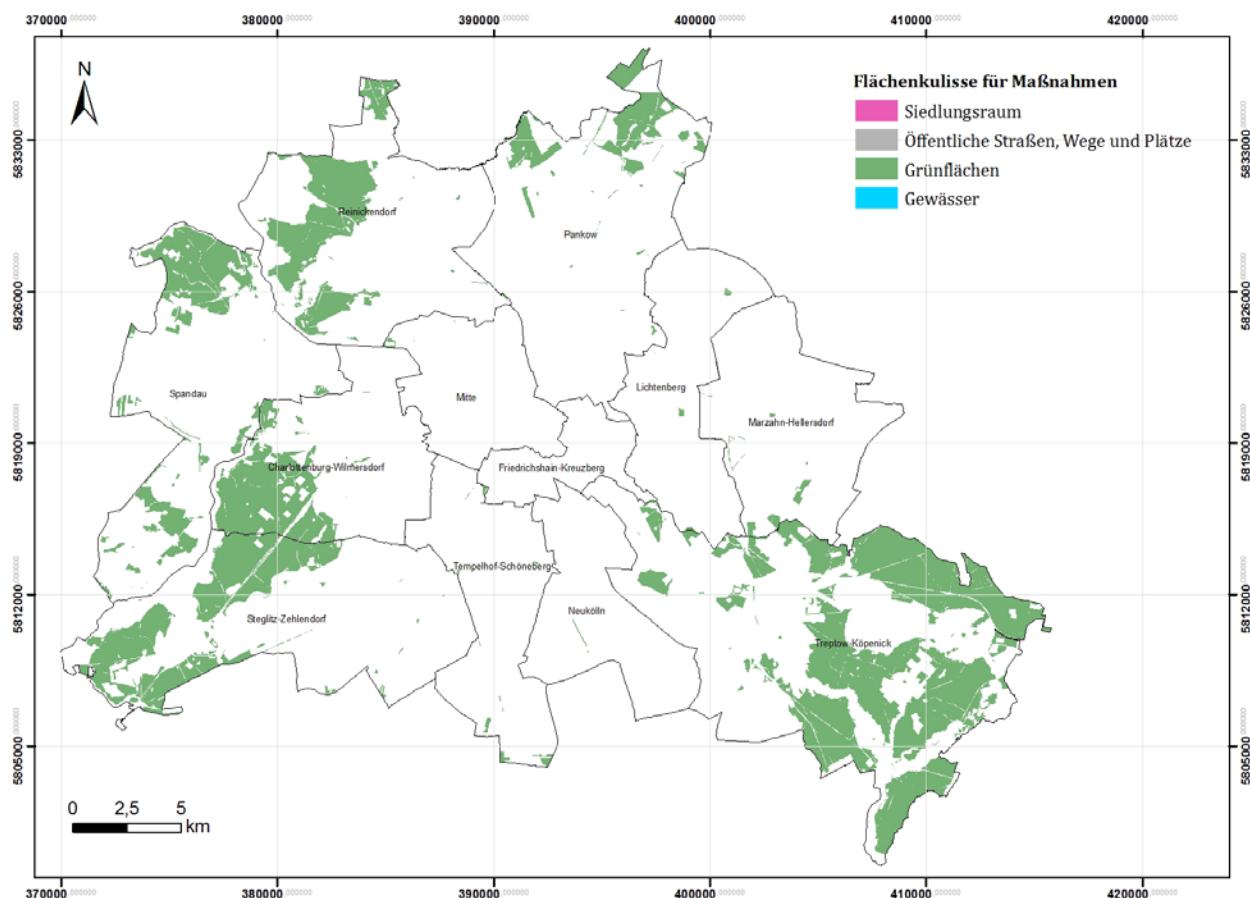


Abbildung 90: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme 29 Schutz von Waldflächen

## 5.30 M30 - SCHUTZ VON OFFENEN WASSERFLÄCHEN

Größere Fließ- und Standgewässer weisen für das Stadtklima grundsätzlich eine doppelte Wohlfahrtswirkung auf. Zum einen stellen sie rauhigkeitsarme Ventilationsbahnen dar, über die vor allem bei allochthonen Wetterlage Kalt- und Frischluft z.B. vom Umland in die Innenstadt transportiert wird. Die glatte Wasseroberfläche lässt auch die thermisch induzierten Kaltluftflüsse besser als über einer rauen Landschaft strömen, weshalb die Übergangsbereiche der Gewässer möglichst barrierefrei im klimaökologischen Sinne gestaltet werden sollten (vgl. Kapitel 1.1). Die Strömungsgeschwindigkeit ist von der Wassertemperatur und dem Volumenstrom abhängig. Wärmt sich das Gewässer tagsüber bzw. über mehrere Tage stark auf, so kann es einen, vor allem geringen, Volumenstrom der nächtlichen Kaltluft auch weiter verringern.

Zum anderen weisen offene Wasserflächen aufgrund ihrer hohen Wärmespeicherkapazität gegenüber den bodennahen Luftschichten einen sehr viel ausgeglicheneren Jahres- und Tagesverlauf auf. Während der Sommermonate und speziell während Hitzeperioden wirken Gewässer auf ihr nahe Umfeld dadurch tagsüber kühlend. Auch bei kleineren Gewässern, Wasserspielplätzen oder Brunnen in Parks und auf Stadtplätzen kommt dieser Effekt zum Tragen. Nachts kann ihre oberflächennahe Temperatur allerdings auch über der umgebenden Lufttemperatur liegen, weshalb sie in den Nachtstunden „den thermischen Komfort kaum verbessern“ (Kuttler 2013, 271) oder sogar die Ausprägung der städtischen Wärmeinsel verstärken können. Die Wirkung von Gewässern ist daher durchaus ambivalent und im Einzelfall zu beurteilen.

Die für Berlin wichtigen Luftleit- und Ventilationsbahnen folgen den Tälern von Havel, Dahme und Spree. Kleinere offene Wasserflächen befinden sich darüber hinaus auch in einigen Grün- und Parkanlagen (Abbildung 91).

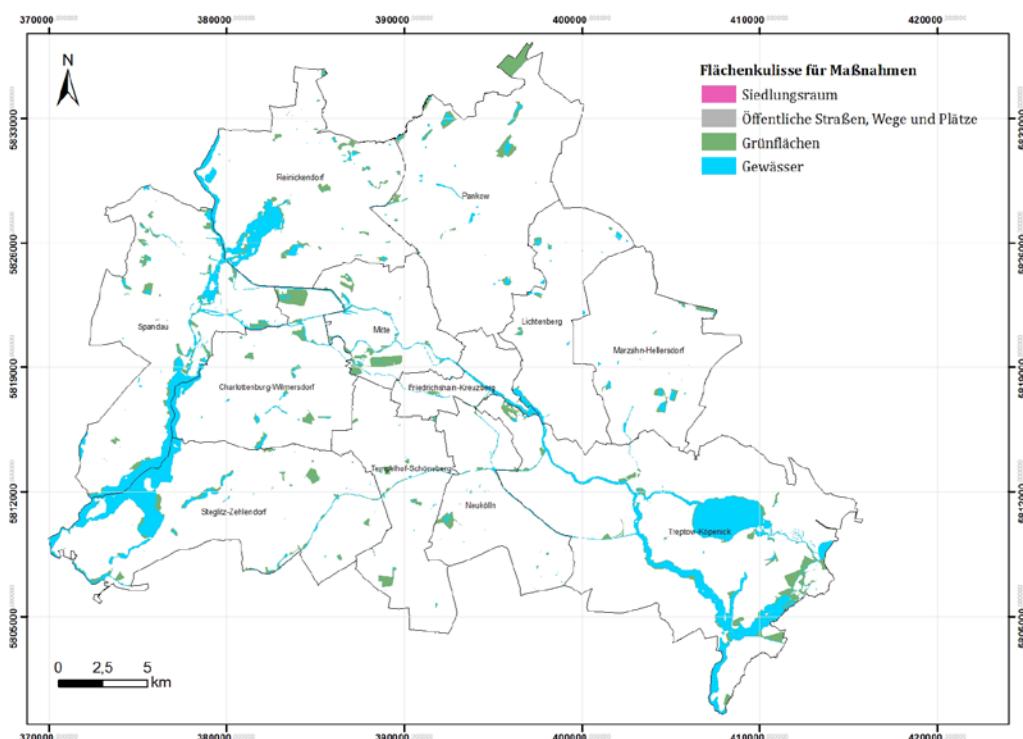


Abbildung 91: Raumkulisse - Empfehlungen für Maßnahme 30 Schutz von offenen Wasserflächen

## Anhang

Tabelle 13: Zusammenhang zwischen den humanbioklimatischen Indizes PMV/PET und der physiologischen Belastungsstufe

PMV	PET	Thermisches Empfinden	Physiologische Belastungsstufe
-3,5	4 °C	sehr kalt	extreme Kältebelastung
-2,5	8 °C	kalt	starke Kältebelastung
-1,5	13 °C	kühl	mäßige Kältebelastung
-0,5	18 °C	leicht kühl	schwache Kältebelastung
±0	20 °C	behaglich	keine thermische Belastung
0,5	23 °C	leicht warm	schwache Wärmebelastung
1,5	29 °C	warm	mäßige Wärmebelastung
2,5	35 °C	heiß	starke Wärmebelastung
3,5	41 °C	sehr heiß	extreme Wärmebelastung

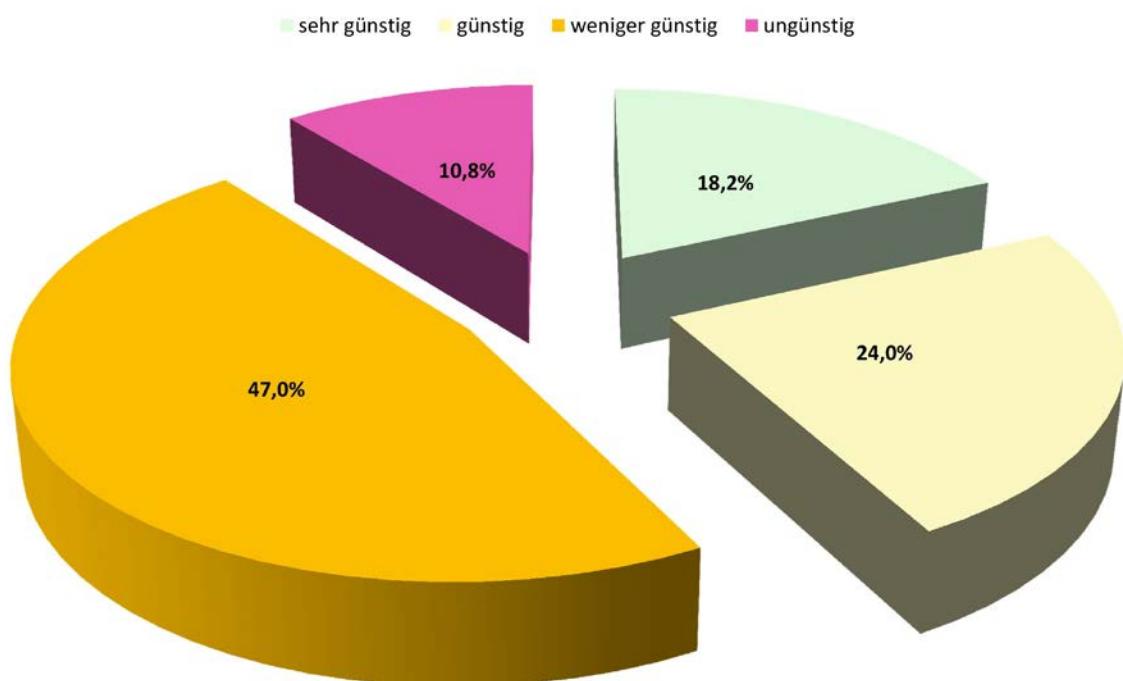


Abbildung 92: prozentuale Verteilung der Bewertungsklassen zur nächtlichen thermischen Situation in den Siedlungsräumen

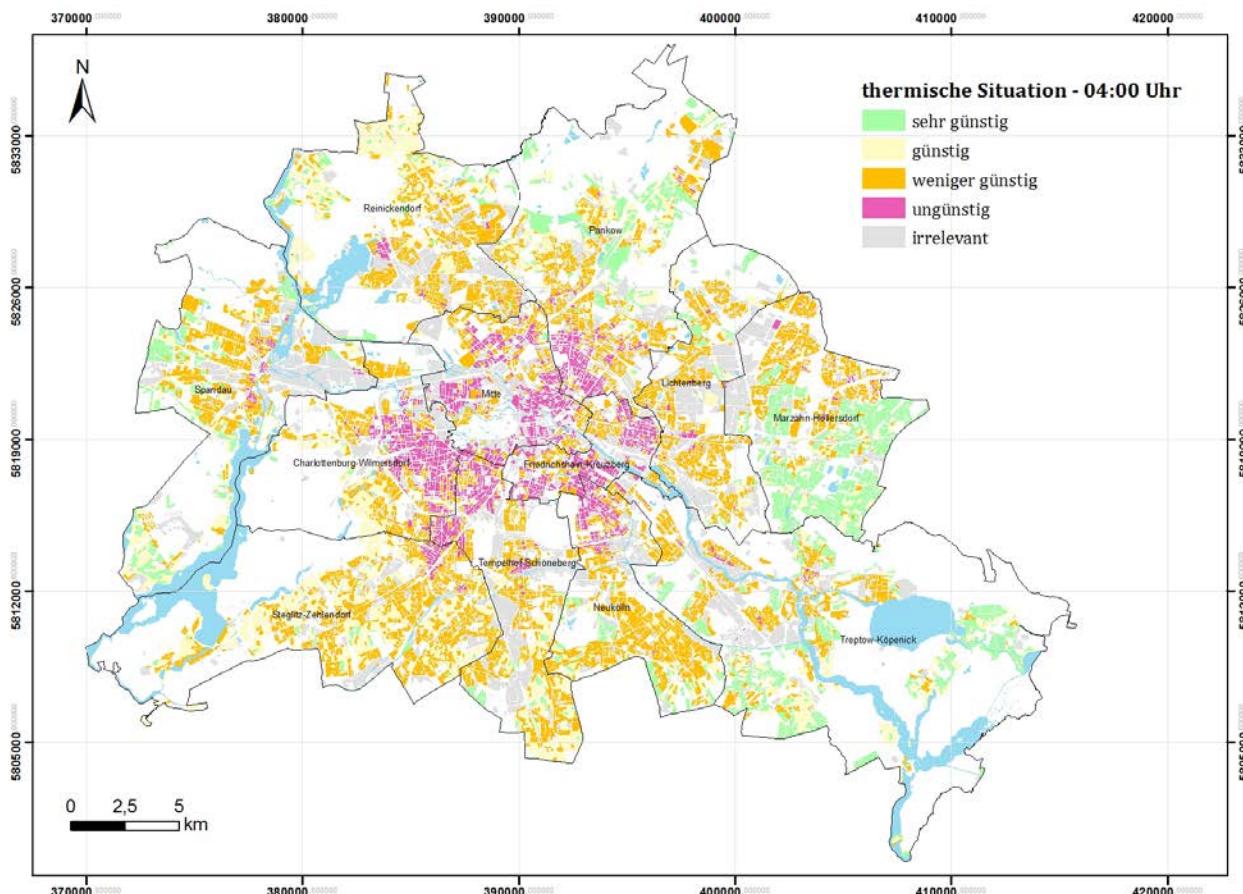


Abbildung 93: räumliche Verteilung der Bewertungsklassen zur nächtlichen thermischen Situation in den Siedlungsräumen

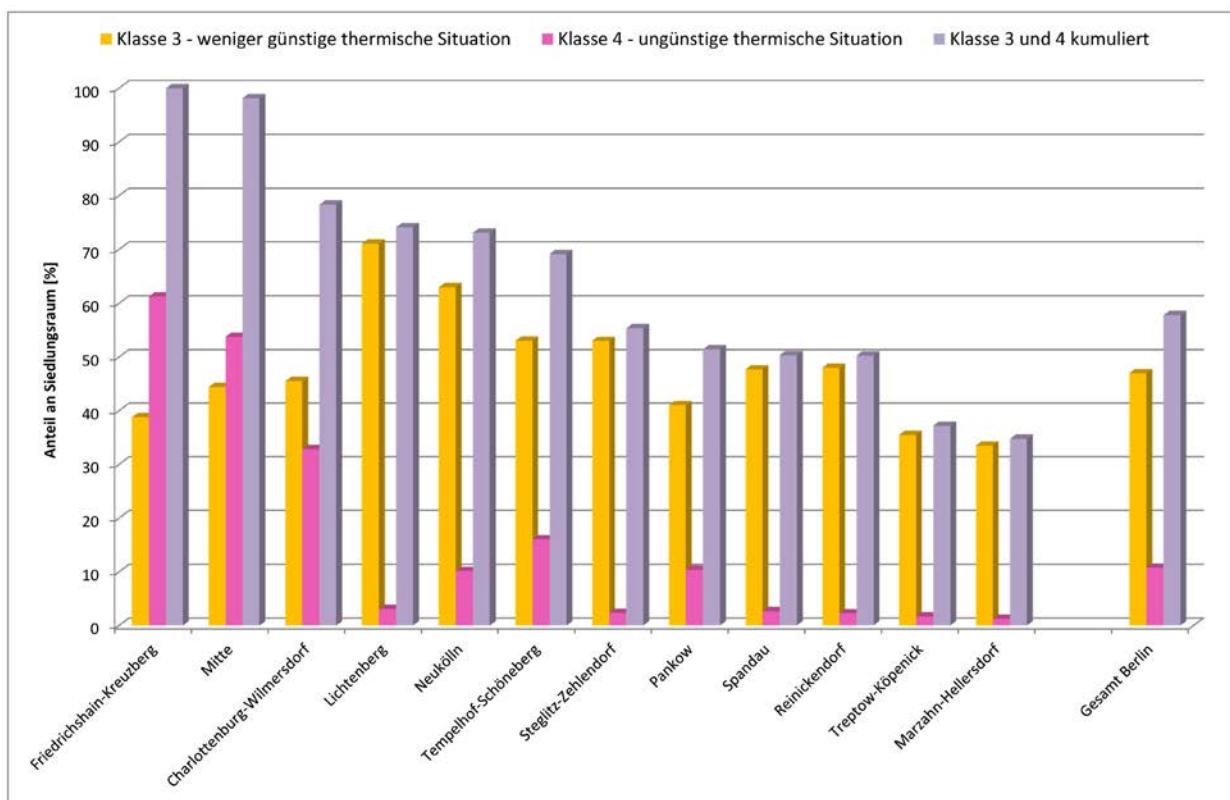


Abbildung 94: Bilanzierung der thermischen Situation in der Nacht im Siedlungsraum der 12 Bezirke Berlins

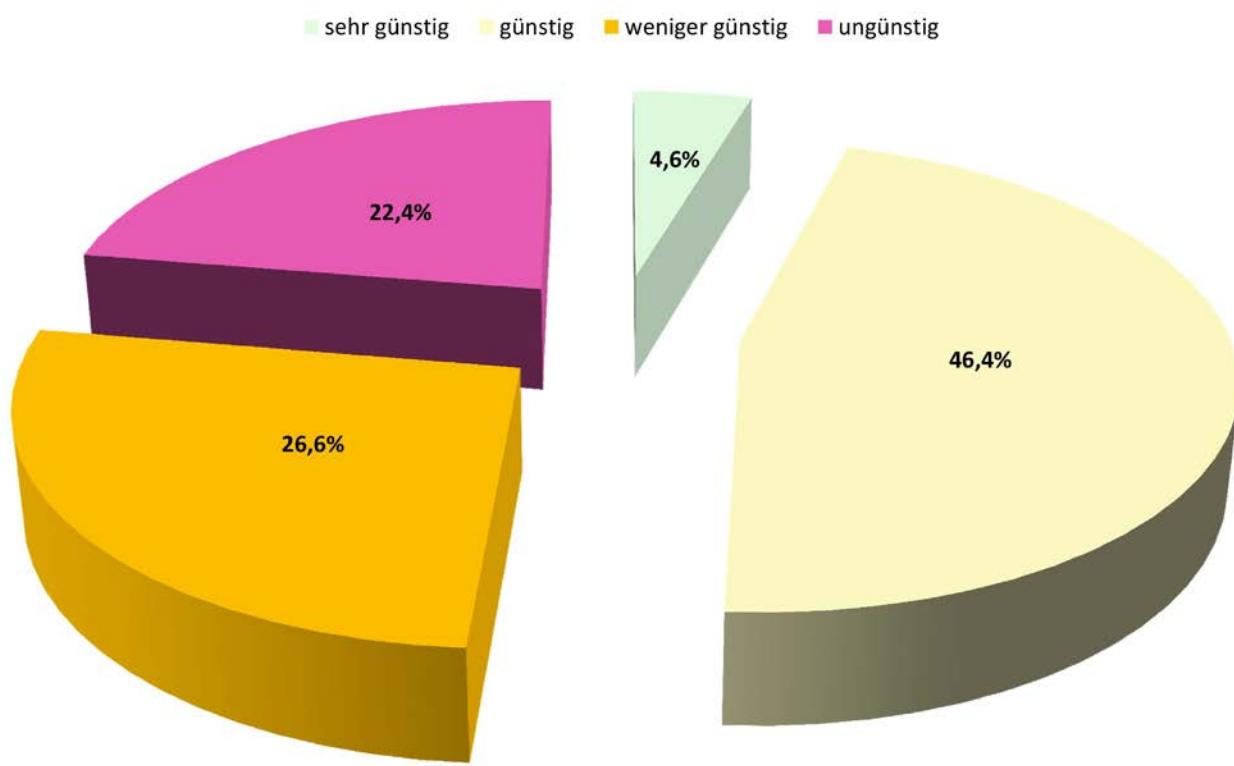


Abbildung 95: Prozentuale Verteilung der Bewertungsklassen zur thermischen Situation in den Siedlungsräumen am Tage

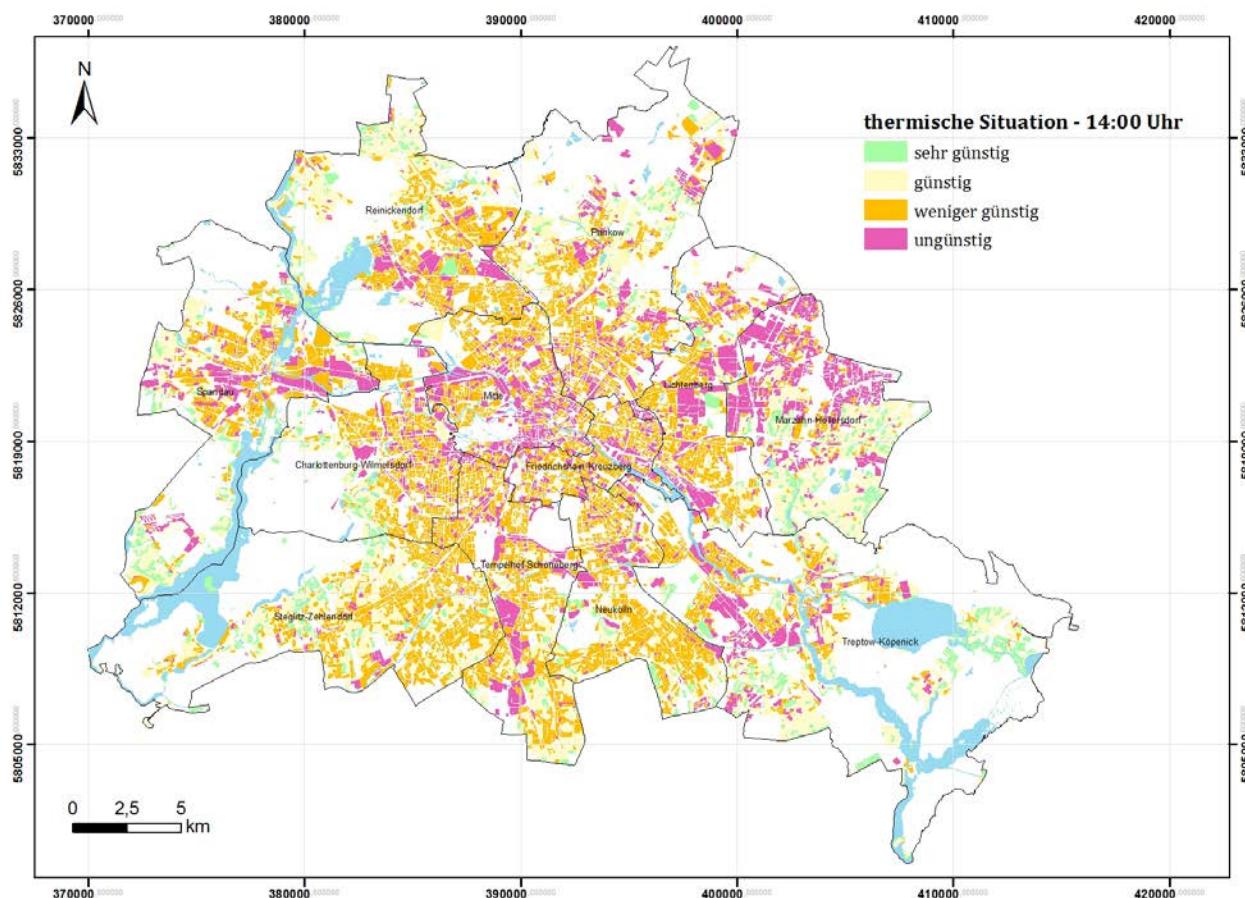


Abbildung 96: räumliche Verteilung der Bewertungsklassen thermischen Situation in den Siedlungsräumen am Tage

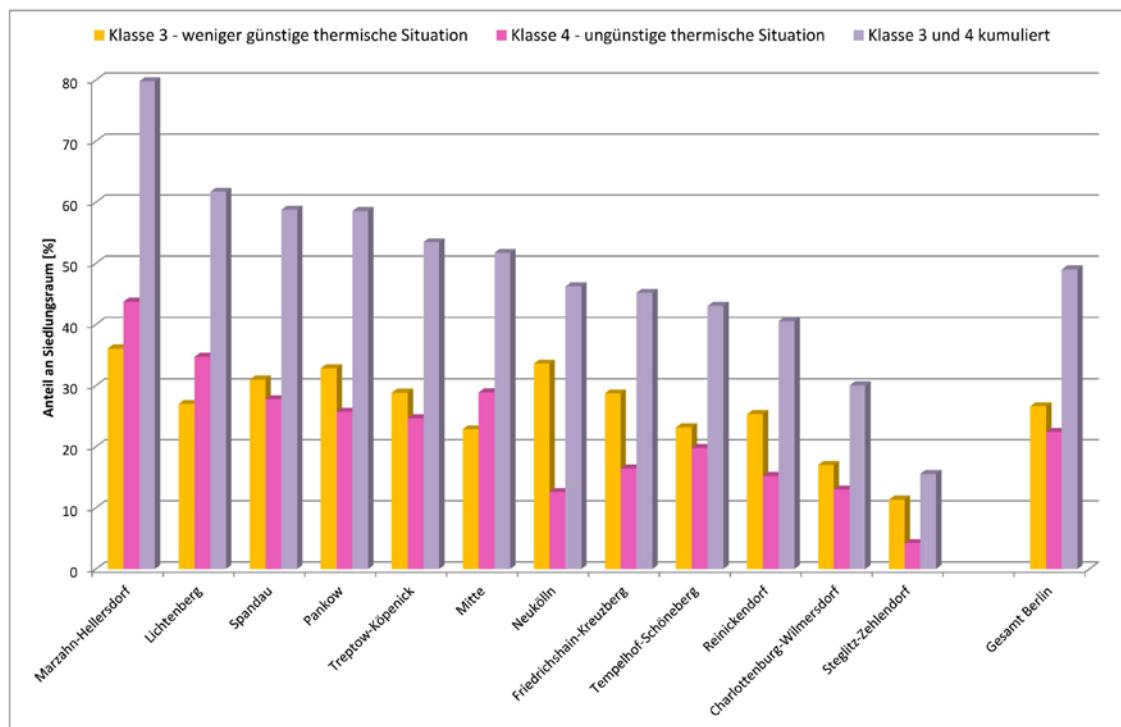


Abbildung 97: Bilanzierung der thermischen Situation am Tage im Siedlungsraum der 12 Bezirke Berlins

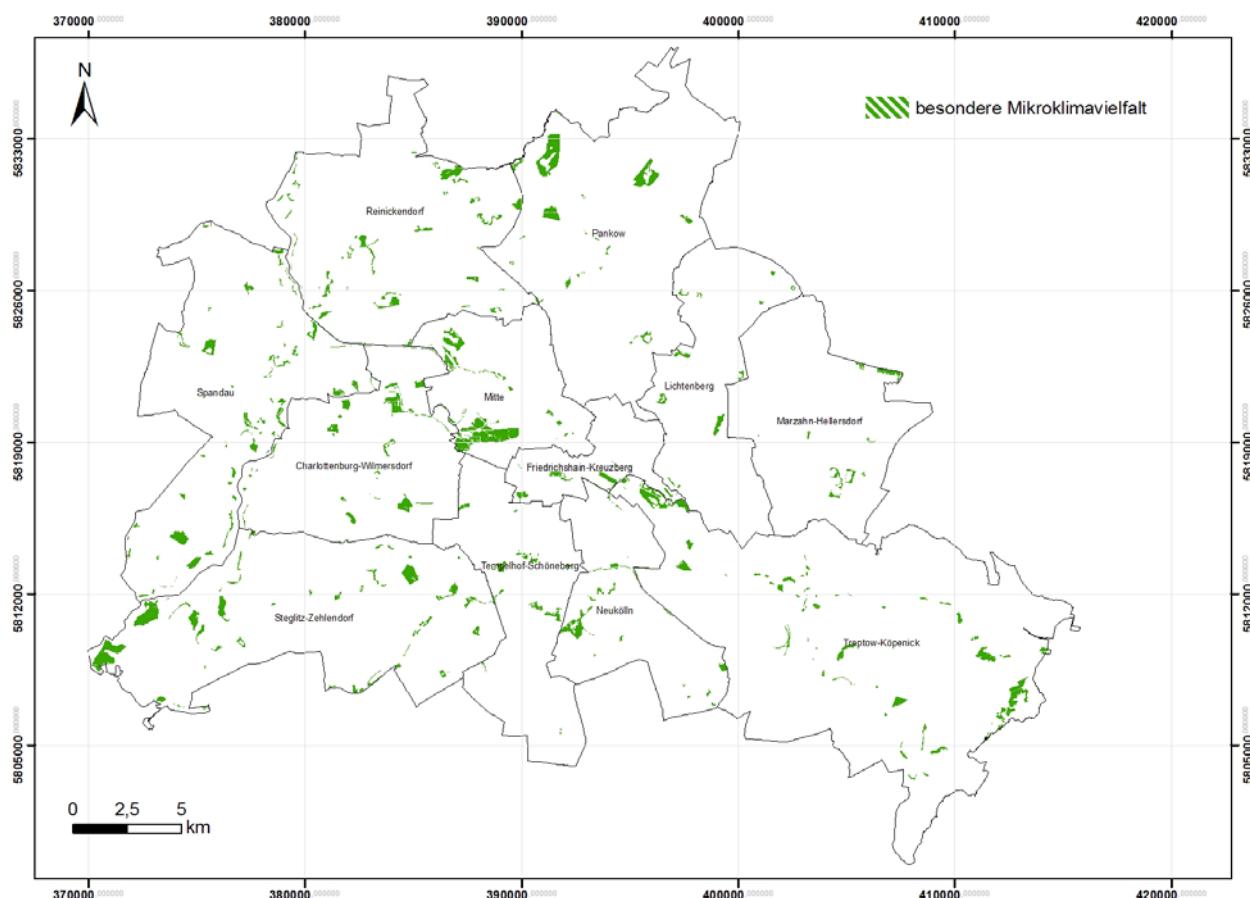


Abbildung 98: Grün-/Freiflächen mit einer besonderen Mikroklimavielzahl

Tabelle 14: Zuordnungsvorschriften für Maßnahmen zu Raum- und Kartiereinheiten

Maßnahme	Raumeinheit	vorkommende Kartiereinheit(en)	ggf. zusätzliche Zuordnungsbedingung	Anteil an Gesamtfläche der Raumeinheit
01	Siedlungsraum	-		0,0 %
	Öffentliche Straßen, Wege und Plätze	Straßenabschnitte, Typ 54, 94	thermische Belastung Tag $\geq$ weniger günstig	55,1 %
	Grün- und Freiflächen	GRZ 0,130, 140, 150, 160, 190	Schutzwürdigkeit > gering und PET 14 Uhr $>$ 34°C	7,6 %
	Gewässer	-		0,0 %
02	Siedlungsraum	Typ 2,6,7,8,9,10,11,46,47, 49, 51,72,73,	thermische Belastung Tag oder Nacht $\geq$ weniger günstig	48,6 %
		Typ 12,13,17, 30,31,32,33, 38,41,43, 44,45,60,92,93	thermische Belastung Tag $\geq$ weniger günstig	
	Öffentliche Straßen, Wege und Plätze	Straßenabschnitte, Typ 91, 94	thermische Belastung Tag $\geq$ weniger günstig	56,3 %
	Grün- und Freiflächen	GRZ 0,130, 150, 160, 190	Schutzwürdigkeit > gering und PET 14 Uhr $>$ 34°C	7,5 %
	Gewässer	-	-	0,0 %
03	Siedlungsraum	Typ 30,31,33,38,92,93	thermische Belastung Tage $\geq$ weniger günstig	14,9 %
	Öffentliche Straßen, Wege und Plätze	Straßenabschnitte, Typ 91, 94	thermische Belastung Tage $\geq$ weniger günstig	56,3 %
	Grün- und Freiflächen	-	-	0,0 %
	Gewässer	-	-	0,0 %
04	Siedlungsraum	-	-	0,0 %
	Öffentliche Straßen, Wege und Plätze	Straßenabschnitte, Typ 94	thermische Belastung Tag $\geq$ weniger günstig	54,9 %
	Grün- und Freiflächen	-	-	0,0 %
	Gewässer	-	-	0,0 %
05	Siedlungsraum	Typ 1,2,6	thermische Belastung Tag oder Nacht $\geq$ weniger günstig	6,8 %
		Typ 92	thermische Belastung Tag $\geq$ weniger günstig	
	Öffentliche Straßen, Wege und Plätze	-	-	0,0 %
	Grün- und Freiflächen	-	-	0,0 %
	Gewässer	-	-	0,0 %
06	Siedlungsraum	Typ 1,2,3,6,7,8,9,10,11,21,25,29, 46, 51, 72,73	thermische Belastung Tag oder Nacht $\geq$ weniger günstig und Versiegelungsgrad überdurchschnittlich	26,8 %
		Typ 12,13,17,30,31,32,33,38,41, 43,44,45, 47,49,60,92,93	thermische Belastung Tag $\geq$ weniger günstig und Versiegelungsgrad überdurchschnittlich	
	Öffentliche Straßen, Wege und Plätze	Straßenabschnitte Typ 54,91,94	thermische Belastung Tag $\geq$ weniger günstig	56,6 %
	Grün- und Freiflächen	-	-	0,0 %
	Gewässer	-	-	0,0 %

Maßnahme	Raumeinheit	vorkommende Kartiereinheit(en)	ggf. zusätzliche Zuordnungsbedingung	Anteil an Gesamtfläche der Raumeinheit
07	<b>Siedlungsraum</b>	Typ 1,2,6,7,8,9,10,25,73	thermische Belastung Tag ≥ weniger günstig und unversorgt mit Grünflächen	18,7 %
		Typ 30,31,33,38,43, 44	thermische Belastung Tag ≥ weniger günstig	
	<b>Öffentliche Straßen, Wege und Plätze</b>	Typ 54,91	<2ha und im Umkreis von 500m von Siedlungsräumen mit thermischer Belastung am Tage ≥ weniger günstig und einer Grünflächenunterversorgung	0,9 %
	<b>Grün- und Freiflächen</b>	GRZ 171,172,173	<2ha und im Umkreis von 500m von Siedlungsräumen mit thermischer Belastung am Tage ≥ weniger günstig und einer Grünflächenunterversorgung	0,5 %
	<b>Gewässer</b>	-	-	0,0 %
08	<b>Siedlungsraum</b>	Typ 1,2,6,7,8,9,10,25,29,73	thermische Belastung Tag ≥ weniger günstig und unversorgt mit Grünflächen	18,7 %
		Typ 30,31,33,38,43,44	thermische Belastung Tag ≥ weniger günstig	
	<b>Öffentliche Straßen, Wege und Plätze</b>	-	-	0,0 %
	<b>Grün- und Freiflächen</b>	-	-	0,0 %
	<b>Gewässer</b>	-	-	0,0 %
09	<b>Siedlungsraum</b>	Typ 1,2,3,6,7,8,9,10,11,21, 25,29, 46, 51, 72,73	thermische Belastung Tag oder Nacht ≥ weniger günstig und Grünvolumen unterdurchschnittlich	36,9 %
		Typ 12,13,17,30,31,32,33, 38 ,41,43, 44,45,47,49,60	thermische Belastung Tag ≥ weniger günstig und Grünvolumen unterdurchschnittlich	
	<b>Öffentliche Straßen, Wege und Plätze</b>	-	-	0,0 %
	<b>Grün- und Freiflächen</b>	-	-	0,0 %
	<b>Gewässer</b>	-	-	0,0 %
10	<b>Siedlungsraum</b>	Typ 1,2,3,6,7,8,9,10,21,22, 23, 24,25,29,46,51,59,72,73	thermische Belastung Tag oder Nacht ≥ weniger günstig	60,1 %
		Typ 12,13,17,32,33,38,41, 43, 44, 45, 47,49,60	thermische Belastung Tag ≥ weniger günstig	
	<b>Öffentliche Straßen, Wege und Plätze</b>	-	-	0,0 %
	<b>Grün- und Freiflächen</b>	-	-	0,0 %
	<b>Gewässer</b>	-	-	0,0 %

Maßnahme	Raumeinheit	vorkommende Kartiereinheit(en)	ggf. zusätzliche Zuordnungsbedingung	Anteil an Gesamtfläche der Raumeinheit
<b>11</b>	<b>Siedlungsraum</b>	Typ 1,2,3,6,7,8,9,10,21,22,23,24,25,29,46,51,59,72,73	thermische Belastung Tag oder Nacht ≥ weniger günstig	74,0 %
		Typ 12,13,17,30,31,32,33,38,41,43,44,45,47,49,60,92,93	thermische Belastung Tag ≥ weniger günstig	
	<b>Öffentliche Straßen, Wege und Plätze</b>	Straßenabschnitte sowie Typ 54,91,94	thermische Belastung Tag ≥ weniger günstig	56,6 %
	<b>Grün- und Freiflächen</b>	-	-	0,0 %
<b>12</b>	<b>Siedlungsraum</b>	Typ 12,13,17,43,44,45,46,51,60,93	Thermische Belastung Tag ≥ weniger günstig	4,0 %
		Typ 54	thermische Belastung Tag ≥ weniger günstig und kein Gewässer vorhanden	
	<b>Grün- und Freiflächen</b>	GRZ 130,140	Schutzwürdigkeit > gering und kein Gewässer vorhanden und PET >34°C	2,1 %
	<b>Gewässer</b>	-	-	0,0 %
<b>13</b>	<b>Siedlungsraum</b>	Typ 1,2,3,6,7,8,9,10,11,21,22,23,24,25,29,46,51,59,72	thermische Belastung Tag oder Nacht ≥ weniger günstig	72,0 %
		Typ 12,13,17,30,31,32,33,38,41,43,44,45,47,60	thermische Belastung Tag ≥ weniger günstig	
	<b>Öffentliche Straßen, Wege und Plätze</b>	-	-	0,0 %
	<b>Grün- und Freiflächen</b>	-	-	0,0 %
	<b>Gewässer</b>	-	-	0,0 %
<b>14</b>	<b>Siedlungsraum</b>	Typ 1,2,3,6,7,8,9,10,11,21,22,23,24,25,29,46,51,59,72,73	thermische Belastung Tag oder Nacht ≥ weniger günstig	74,0 %
		Typ 12,13,17,30,31,32,33,38,41,43,44,45,47,49,60,92,93	thermische Belastung Tag ≥ weniger günstig	
	<b>Öffentliche Straßen, Wege und Plätze</b>	-	-	0,0 %
	<b>Grün- und Freiflächen</b>	-	-	0,0 %
	<b>Gewässer</b>	-	-	0,0 %
<b>15</b>	<b>Siedlungsraum</b>	Typ 1,2,3,6,7,8,9,10,11,21,22,23,24,25,29,46,51,59,72,73	thermische Belastung Tag oder Nacht ≥ weniger günstig	74,0 %
		Typ 12,13,17,30,31,32,33,38,41,43,44,45,47,49,60,92,93	thermische Belastung Tag ≥ weniger günstig	
	<b>Öffentliche Straßen, Wege und Plätze</b>	-	-	0,0 %
	<b>Grün- und Freiflächen</b>	-	-	0,0 %
	<b>Gewässer</b>	-	-	0,0 %

Maßnahme	Raumeinheit	vorkommende Kartiereinheit(en)	ggf. zusätzliche Zuordnungsbedingung	Anteil an Gesamtfläche der Raumeinheit
16	<b>Siedlungsraum</b>	Typ 1,2,3,6,7,8,9,10,11,21,22,23, 24,25,29,46,51-59,72,73,	thermische Belastung Tag oder Nacht ≥ weniger günstig	59,1 %
		Typ 12,13,17,32,41,43, 44,45, 47,60, 93	thermische Belastung Tag ≥ weniger günstig	
	<b>Öffentliche Straßen, Wege und Plätze</b>	-	-	0,0 %
	<b>Grün- und Freiflächen</b>	-	-	0,0 %
	<b>Gewässer</b>	-	-	0,0 %
17	<b>Siedlungsraum</b>	Typ 21,22,23,24,46,51,59	thermische Belastung Tag oder Nacht ≥ weniger günstig	25,7 %
		Typ 12,13,41,43, 44,47,60	thermische Belastung Tag ≥ weniger günstig	
	<b>Öffentliche Straßen, Wege und Plätze</b>	-	-	0,0 %
	<b>Grün- und Freiflächen</b>	-	-	0,0 %
	<b>Gewässer</b>	-	-	0,0 %
18	<b>Siedlungsraum</b>	Typ 29,46,51	thermische Belastung Tag oder Nacht ≥ weniger günstig	21,9 %
		Typ 12,13,17,30,31,32,41,43,44, 45, 47,93	thermische Belastung Tag ≥ weniger günstig	
	<b>Öffentliche Straßen, Wege und Plätze</b>	-	-	0,0 %
	<b>Grün- und Freiflächen</b>	-	-	0,0 %
	<b>Gewässer</b>	-	-	0,0 %
19	<b>Siedlungsraum</b>	Typ 2,3,7,8,9,11,12,13,17,21, 22,23,24,25,29,30,31,32,41,43, 44,46,47,49,51,59,60,72,73,92,93	Bauflächenpotential vorhanden und Lage innerhalb Kaltluftleitbahn oder >30% der Fläche ist Kaltlufteinwirkungsbereich	5,7 %
	<b>Öffentliche Straßen, Wege und Plätze</b>	-	-	0,0 %
	<b>Grün- und Freiflächen</b>	GRZ 0,100,121,122,130,140,150, 160,171,172,173,190,200	Bauflächenpotential vorhanden und Lage innerhalb Kaltluftleitbahn oder >30% der Fläche ist Kaltlufteinwirkungsbereich	9,1 %
	<b>Gewässer</b>	-	-	0,0 %
20	<b>Siedlungsraum</b>	Typ 1,2,3,7,8,9,10,11,12,13,17, 21,22,23,24,25,29,30,31,32,33, 38,41,43,44,45,46,47,49,51,59, 60,72,73,92,93	Bauflächenpotential vorhanden	9,5 %
	<b>Öffentliche Straßen, Wege und Plätze</b>	-	-	0,0 %
	<b>Grün- und Freiflächen</b>	GRZ 0,100,121,122,130,140,150, 160,171,172,173,190,200	Bauflächenpotential vorhanden	11,2 %
	<b>Gewässer</b>	-	-	0,0 %

Maßnahme	Raumeinheit	vorkommende Kartiereinheit(en)	ggf. zusätzliche Zuordnungsbedingung	Anteil an Gesamtfläche der Raumeinheit
21	<b>Siedlungsraum</b>	1,2,3,6,7,8,9,10,11,21,22,23,24, 25,29,59,72,73	thermische Belastung Tag oder Nacht ≥ weniger günstig und Anteil Ü65 oder U6 überdurchschnittlich	33,0 %
	<b>Öffentliche Straßen, Wege und Plätze</b>	-	-	0,0 %
	<b>Grün- und Freiflächen</b>	-	-	0,0 %
	<b>Gewässer</b>	-	-	0,0 %
22	<b>Siedlungsraum</b>	-	-	0,0 %
	<b>Öffentliche Straßen, Wege und Plätze</b>	-	-	0,0 %
	<b>Grün- und Freiflächen</b>	GRZ 0,130,140,150,160,171, 172, 173,190	Schutzwürdigkeit > gering und ohne besondere Mikroklimavielzahl oder PET >34 °C	38,5 %
	<b>Gewässer</b>	-	-	0,0 %
23	<b>Siedlungsraum</b>	Typ 2,3,6,7,9,10,11,12,13,17,21, 22,23,24,25,29,30,31,32,33,38,41, 43,44,45, 46,47,49,51,59,60,72, 73,92	Kaltluftvolumenstrom sehr hoch oder Lage innerhalb einer Kaltluftleitbahn	14,9 %
	<b>Öffentliche Straßen, Wege und Plätze</b>	Straßenabschnitte, Typ 54,91	Bestandteil einer Leitbahn	2,5 %
	<b>Grün- und Freiflächen</b>	GRZ 0,100,121,122,130,140,150, 160, 171,172, 173,190,200	Schutzwürdigkeit > gering und Kaltluftvolumenstrom hoch bis sehr hoch oder Lage innerhalb einer Kaltluftleitbahn	16,8 %
	<b>Gewässer</b>	-	-	0,0 %
24	<b>Siedlungsraum</b>	Typ 2,3,6,7,9,10,11,12,13,17,21, 22,23,24,25,29,30,31,32,33,38,41, 43,44,45, 46,47,49,51,59,60,72, 73,92	Kaltluftvolumenstrom sehr hoch oder Lage innerhalb einer Kaltluftleitbahn	14,9 %
	<b>Öffentliche Straßen, Wege und Plätze</b>	Straßenabschnitte, Typ 54,91	Bestandteil einer Leitbahn	2,5 %
	<b>Grün- und Freiflächen</b>	GRZ 0,100,121,122,130,140,150, 160, 171,172, 173,190,200	Schutzwürdigkeit > gering und Kaltluftvolumenstrom hoch bis sehr hoch oder Lage innerhalb einer Kaltluftleitbahn	16,8 %
	<b>Gewässer</b>	-	-	0,0 %
25	<b>Siedlungsraum</b>	Typ 2,3,6,7,9,10,11,12,13,17,21, 22,23,24,25,29,30,31,32,33,38,41, 43,44,45, 46,47,49,51,59,60,72, 73,92	Kaltluftvolumenstrom sehr hoch oder Lage innerhalb einer Kaltluftleitbahn	14,9 %
	<b>Öffentliche Straßen, Wege und Plätze</b>	Straßenabschnitte, Typ 54,91	Bestandteil einer Leitbahn	2,5 %
	<b>Grün- und Freiflächen</b>	GRZ 0,100,121,122,130,140,150, 160, 171,172, 173,190,200	Schutzwürdigkeit > gering und Kaltluftvolumenstrom hoch bis sehr hoch oder Lage innerhalb einer Kaltluftleitbahn	16,8 %
	<b>Gewässer</b>	Typ 100	-	100,0 %

Maßnahme	Raumeinheit	vorkommende Kartiereinheit(en)	ggf. zusätzliche Zuordnungsbedingung	Anteil an Gesamtfläche der Raumeinheit
26	Siedlungsraum	-	-	0,0 %
	Öffentliche Straßen, Wege und Plätze	Straßenabschnitte	Bestandteil einer Leitbahn und Luftbelastung ≥ hoch	0,1 %
	Grün- und Freiflächen	-	-	0,0 %
	Gewässer	-	-	0,0 %
27	Siedlungsraum	-	-	0,0 %
	Öffentliche Straßen, Wege und Plätze	-	-	0,0 %
	Grün- und Freiflächen	GRZ 0,130,140,150,160	Schutzwürdigkeit > gering und >2ha	22,9 %
	Gewässer	-	-	0,0 %
28	Siedlungsraum	-	-	0,0 %
	Öffentliche Straßen, Wege und Plätze	-	-	0,0 %
	Grün- und Freiflächen	GRZ 171,172,173	>2ha und im Umkreis von 500m von Siedlungsraum mit thermischer Belastung am Tage oder in der Nacht ≥ weniger günstig	8,0 %
	Gewässer	-	-	0,0 %
29	Siedlungsraum	-	-	0,0 %
	Öffentliche Straßen, Wege und Plätze	-	-	0,0 %
	Grün- und Freiflächen	GRZ 100	-	44,8 %
	Gewässer	-	-	0,0 %
30	Siedlungsraum	-	-	0,0 %
	Öffentliche Straßen, Wege und Plätze	-	-	0,0 %
	Grün- und Freiflächen	GRZ 100,121,130,150,160,171, 172,173,19,200	Schutzwürdigkeit > gering und Wasserfläche vorhanden	7,0 %
	Gewässer	TYP 100	-	100,0 %

# Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: RÄUMLICHE VERTEILUNG DER NUTZUNGSKATEGORIEN IN DER PHK STADTKLIMA 2015 .....	4
ABBILDUNG 2: MITTLERE WINDRICHTUNGSVERTEILUNG IM ZEITRAUM 2001 BIS 2010 AN DER KLIMASTATION BERLIN-GRUNEWALD (MESSHÖHE 27 M, CA. 7 M ÜBER 20 M HOHEM BAUMBESTAND)). DIE RINGLINIEN KENNZEICHNEN DIE HÄUFIGKEITEN DES AUFTRETONS DER WINDRICHTUNGEN, IHR ABSTAND BETRÄGT 1 %. (SENSTADTUM 2014) .....	5
ABBILDUNG 3: PROZENTUALE VERTEILUNG DER BEWERTUNGSKLASSEN ZUR THERMISCHEN GESAMTSITUATION IN DEN SIEDLUNGSRÄUMEN (VERKNÜPFUNG VON TAG- UND NACHTSITUATION) .....	12
ABBILDUNG 4: RÄUMLICHE VERTEILUNG DER BEWERTUNGSKLASSEN ZUR THERMISCHEN GESAMTSITUATION IN DEN SIEDLUNGSRÄUMEN (VERKNÜPFUNG VON TAG- UND NACHTSITUATION) .....	13
ABBILDUNG 5: BILANZIERUNG DER THERMISCHEN GESAMTSITUATION IM SIEDLUNGSRAUM DER 12 BEZIRKE BERLINS .....	14
ABBILDUNG 6: PROZENTUALE VERTEILUNG DER BEWERTUNGSKLASSEN ZUR THERMISCHEN GESAMTSITUATION AUF ÖFFENTLICHEN STRÄßen, WEGEN UND PLÄTZEN .....	17
ABBILDUNG 7: GESAMTBEWERTUNG DER THERMISCHEN SITUATION AUF ÖFFENTLICHEN STRÄßen, WEGEN UND PLÄTZEN .....	18
ABBILDUNG 8: BILANZIERUNG DER THERMISCHEN BELASTUNGSSITUATION AUF DEN ÖFFENTLICHEN STRÄßen, WEGEN UND PLÄTZEN DER 12 BEZIRKE BERLINS.....	18
ABBILDUNG 9: DAS GROBRÄUMIGE LUFTAUSTAUSCHSYSTEM BERLINS .....	19
ABBILDUNG 10: MITTLERE WINDRICHTUNGSVERTEILUNG IM ZEITRAUM 2001 BIS 2010 AN DER KLIMASTATION BERLIN-TEMPELHOF (MESSHÖHE 10 M). DIE RINGLINIEN KENNZEICHNEN DIE HÄUFIGKEITEN DES AUFTRETONS DER WINDRICHTUNGEN, IHR ABSTAND BETRÄGT 1 %. (SENSTADTUM 2014). .....	20
ABBILDUNG 11: BEREICHE MIT KALTLUFTABFLUSSPOTENTIAL.....	21
ABBILDUNG 12: KERNZONEN DER GROBRÄUMIGEN KALTLUFTLEITBAHNEN („LEITBAHNKORRIDORE“) .....	22
ABBILDUNG 13: FLÄCHENBILANZIERUNG DER KERNZONEN DER BERLINER KALTLUFTLEITBAHNEN.....	23
ABBILDUNG 14: SUMMARISCHER EINWIRKUNGSBEREICH DER GROBRÄUMIGEN UND LOKALEN KOMPONENTEN DES BERLINER LUFTAUSTAUCHSYSTEMS BEI AUTOCHTHONEN WETTERLAGEN .....	24
ABBILDUNG 15: BILANZIERUNG DER KALTLUFTEINWIRKUNG AUF DEN SIEDLUNGSRAUM NACH BEZIRKEN.....	25
ABBILDUNG 16: ENTSCHEIDUNGSBAUM ZUR BEWERTUNG DER SCHUTZWÜRDIGKEIT DER GRÜN- UND FREIFLÄCHEN .....	26
ABBILDUNG 17: PROZENTUALE VERTEILUNG DER BEWERTUNGSKLASSEN ZUR KLIMAÖKOLOGISCHEN SCHUTZWÜRDIGKEIT VON FREI-/UND GRÜNFLÄCHEN .....	29
ABBILDUNG 18: RÄUMLICHE VERTEILUNG DER BEWERTUNGSKLASSEN ZUR KLIMAÖKOLOGISCHEN SCHUTZWÜRDIGKEIT DER GRÜN-/FREIFLÄCHEN .....	30
ABBILDUNG 19: FLÄCHEN MIT BESONDEREN STADTKLIMATISCHEN MISSSTÄNDEN.....	32
ABBILDUNG 20: PROZENTUALE VERTEILUNG DER FLÄCHENKATEGORIEN MIT BESONDEREN STADTKLIMATISCHEN MISSSTÄNDEN.....	33
ABBILDUNG 21: BILANZIERUNG DER FLÄCHEN MIT BESONDEREN STADTKLIMATISCHEN MISSSTÄNDEN FÜR DIE 12 BERLINER BEZIRKE .....	33
ABBILDUNG 22: (SCHRÄG-)LUFTBILDER AUSGEWÄHLTER BLOCK(TEIL)FLÄCHEN MIT (PRIMÄRER) WOHNFUNKTION, DIE EINEN BESONDEREN STADTKLIMATISCHEN MISSSTAND AUFWEISEN (QUELLEN: GOOGLE MAPS - © 2015 GOOGLE) .....	34

ABBILDUNG 23: BILANZIERUNG DER BLOCK(TEIL)FLÄCHEN MIT (PRIMÄRER) WOHNFUNKTION, DIE EINEN BESONDEREN STADTKLIMATISCHEN MISSSTAND AUFWEISEN .....	34
ABBILDUNG 24: (SCHRÄG-)LUFTBILDER AUSGEWÄHLTER BLOCK(TEIL)FLÄCHEN DER FLÄCHENKATEGORIEN SIEDLUNGSRAUM (GEWERBE, INDUSTRIE), SIEDLUNGSRAUM (GEMEINBEDARF) UND SIEDLUNGSRAUM (KERNGEBIET), DIE EINEN BESONDEREN STADTKLIMATISCHEN MISSSTAND AUFWEISEN (QUELLE: GOOGLE MAPS - © 2015).....	35
ABBILDUNG 25: (SCHRÄG-)LUFTBILDER AUSGEWÄHLTER STRAßENABSCHNITTE DER RAUMEINHEIT ÖFFENTLICHE STRAßEN, WEGE UND PLÄTZE, DIE EINEN BESONDEREN STADTKLIMATISCHEN MISSSTAND AUFWEISEN (QUELLE: GOOGLE MAPS - © 2015).....	36
ABBILDUNG 26: (SCHRÄG-)LUFTBILDER AUSGEWÄHLTER GRÜN-/FREIFLÄCHEN, DIE EINEN BESONDEREN STADTKLIMATISCHEN MISSSTAND AUFWEISEN (QUELLE: GOOGLE MAPS - © 2015).....	37
ABBILDUNG 27: DAS TEMPELHOFER FELD ALS BEISPIEL FÜR EINE GRÜN-/FREIFLÄCHE MIT EINEM STADTKLIMATISCHEN MISSSTAND (QUELLE: GOOGLE MAPS - © 2015).....	37
ABBILDUNG 28: BILANZIERUNG DER THERMISCH SENSIBLEN BEVÖLKERUNGSGRUPPEN AUF DER EBENE DER BERLINER BEZIRKE (STAND DER EINWOHNERDATEN 06/2014, STATISTIK BBB 2014) .....	39
ABBILDUNG 29: DEMOGRAPHISCHE VULNERABILITÄT GEGENÜBER DER THERMISCHEN BELASTUNG – RÄUMLICHE ANALYSE AUF EBENE DER BLOCK(TEIL)FLÄCHEN .....	41
ABBILDUNG 30: DEMOGRAPHISCHE VULNERABILITÄT GEGENÜBER DER THERMISCHEN BELASTUNG – BILANZIERUNG AUF EBENE DER BEZIRKE .....	41
ABBILDUNG 31: AGGREGIERTE AUFTRITTSHÄUFIGKEIT DER STADTKLIMATISCH SENSIBLEN GEBÄUDE- /FLÄCHENNUTZUNGEN IN DEN TEILFLÄCHEN DER DREI RAUMEINHEITEN „SIEDLUNGSRAUM“, „GRÜN-UND FREIFLÄCHEN“ SOWIE „ÖFFENTLICHE STRAßEN, WEGE UND PLÄTZE“ .....	42
ABBILDUNG 32: BEISPIEL FÜR EIN CLUSTER MIT SECHS VERSCHIEDENEN KLIMASENSIBLEN NUTZUNGSTYPEN IM BEZIRK CHARLOTTENBURG-WILMERSDORF (STAND DER ERFASSUNG DER STANDORTE: 2013/2014).....	43
ABBILDUNG 33: ANZAHL DER EINZELFLÄCHEN MIT KLIMASENSIBLEN GEBÄUDE-/FLÄCHENNUTZUNGEN IN DEN TEILFLÄCHEN DER DREI RAUMEINHEITEN „SIEDLUNGSRAUM“, „GRÜN-UND FREIFLÄCHEN“ SOWIE „ÖFFENTLICHE STRÄßEN, WEGE UND PLÄTZE“ – AGGREGATION AUF BEZIRKSEBENE .....	44
ABBILDUNG 34: RÄUMLICH AGGREGIERTE DARSTELLUNG DER KLIMASENSIBLEN GEBÄUDE-/FLÄCHENNUTZUNGEN IN DEN TEILFLÄCHEN DER DREI RAUMEINHEITEN „SIEDLUNGSRAUM“, „GRÜN-UND FREIFLÄCHEN“ SOWIE „ÖFFENTLICHE STRÄßEN, WEGE UND PLÄTZE“.....	44
ABBILDUNG 35: ABSOLUTE ANZAHL UND RELATIVER ANTEIL AGGREGIERTER SENSIBLER NUTZUNGEN IN THERMISCH BELASTETER UMGEBUNG IN DEN 12 BERLINER BEZIRKEN .....	46
ABBILDUNG 36: RÄUMLICHE VERTEILUNG VON STADTKLIMASENSIBLEN GEBÄUDE-/FLÄCHENNUTZUNGEN .....	47
ABBILDUNG 37: ABSOLUTE ANZAHL UND RELATIVER ANTEIL DER SENSIBLEN NUTZUNGSTYPEN IN THERMISCH BELASTETER UMGEBUNG.....	47
ABBILDUNG 38: RÄUMLICHE DARSTELLUNG VON FLÄCHEN MIT EINER BESONDEREN VULNERABILITÄT GEGENÜBER DEM STADTKLIMA AUFGRUND EINER GRÜNFLÄCHENUNTERVERSORGUNG .....	49
ABBILDUNG 39: BILANZIERUNG DER VULNERABILITÄT GEGENÜBER DEM STADTKLIMA AUFGRUND EINER GRÜNFLÄCHENUNTERVERSORGUNG IN DEN 12 BERLINER BEZIRKEN .....	50
ABBILDUNG 40: HANDLUNGSEBENEN UND AKTEURE DER KLIMAANPASSUNG IN BERLIN (QUELLE: SENSTADTUM 2011) .....	51
ABBILDUNG 41: BEGRÜNTER MITTELSTREIFEN, HEYLSTRÄßE, SCHÖNEBERG (FOTOS: DOMINIKA LEßMANN).....	54
ABBILDUNG 42: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHMEN 01 VERSCHATTUNG IM ÖFFENTLICHEN RAUM ...	55
ABBILDUNG 43: BAUMPFLANZUNG FINANZIERT AUS DER BERLINER STADTBAUMKAMPAGNE (FOTO: BJÖRN BÜTER).55	

ABBILDUNG 44: BEGRÜNTE PARKPLÄTZE: HEYLSTRASSE, SCHÖNEBERG (LINKS) UND ESCHENGRABEN, PANKOW (RECHTS) (FOTOS: DOMINIKA LEßMANN).....	56
ABBILDUNG 45: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 02 BEGRÜNUNG UND VERSCHATTUNG VON PARKPLÄTZEN .....	57
ABBILDUNG 46: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 03 REDUKTION ANTHROPOGENER WÄRMEEMISSIONEN AUS DEM VERKEHR .....	58
ABBILDUNG 47: GLEISBEGRÜNUNG AUF DER BERLINER ALLEE (FOTO: SENSTADTUM BERLIN) .....	59
ABBILDUNG 48: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 04 BEGRÜNUNG VON GLEISTRASSEN .....	60
ABBILDUNG 49: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 05 RÜCKBAU/ENTDICHTUNG .....	61
ABBILDUNG 50: REIHENSTEINPFLASTER AM REICHSTAGUFER (LINKS) UND PLATTENBAHN IM RASEN, ZUM GROßen WINDKANAL, ADLERSHOF (RECHTS) (FOTOS: SENSTADTUM BERLIN).....	62
ABBILDUNG 51: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 06 ENTSIEGELUNG.....	63
ABBILDUNG 52: POCKET PARK MIT GROßer MIKROKLIMAVIELFALT AM BAYERISCHEN PLATZ .....	64
ABBILDUNG 53: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 07 SCHAFFUNG VON POCKET-PARKS .....	65
ABBILDUNG 54: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 08 VERBESSERUNG DER ERREICHBARKEIT VON GRÜNFLÄCHEN.....	66
ABBILDUNG 55: GRÜNE HINTERHÖFE IN DER ROSENHEIMERSTRASSE IM STADTTEIL SCHÖNEBERG (FOTOS: DOMINIKA LEßMANN).....	67
ABBILDUNG 56: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 09 INNEN-/HINTERHOFBEGRÜNUNG .....	68
ABBILDUNG 57: VERSCHATTETE BALKONE AM SCHMOLLERPLATZ IM STADTTEIL ALT-TREPTOW, NEUKÖLLN (FOTO: ULRICH REINHECKEL, SENSTADTUM BERLIN) .....	69
ABBILDUNG 58: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 10 VERSCHATTUNG VON GEBÄUDEN .....	70
ABBILDUNG 59: TRESKOW HÖFE IM LICHTENBERGER STADTTEIL KARLSHORST (QUELLE: BERLINER MORGENPOST VOM 19.06.2015) .....	71
ABBILDUNG 60: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 11 ERHÖHUNG DER OBERFLÄCHEN-ALBEDO .....	72
ABBILDUNG 61: REGENWASSERTEICH AM POTSDAMER PLATZ (FOTOS: MIRIAM LÜBBECKE LINKS, BJÖRN BÜTER RECHTS).....	73
ABBILDUNG 62: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 12 ANLAGE VON OFFENEN WASSERFLÄCHEN IM ÖFFENTLICHEN RAUM.....	74
ABBILDUNG 63: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 13 ENERGETISCHE GEBÄUDESANIERUNG .....	75
ABBILDUNG 64: LINKS: EXTENSIVE DACHBEGRÜNUNG AUF DEM DACH DER MARCEL-BRÄUER-SCHULE IM PANKOWER ORTSTEIL WEIßENSEE (FOTO: KOMPETENZZENTRUM WASSER BERLIN); RECHTS: INTENSIVE DACHBEGRÜNUNG DER VERANSTALTUNGSHALLEN "MAX-SCHMELING_ UND 'VELODROM', FRIEDRICHSHAIN (FOTO: ULRICH REINHECKEL) .....	76
ABBILDUNG 65: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 14 DACHBEGRÜNUNG .....	77
ABBILDUNG 66: LINKS: ERDGEBUNDENE FASSADENBEGRÜNUNG IN DER MÜNCHENERSTRASSE IM ORTSTEIL SCHÖNEBERG (FOTO: DOMINIKA LEßMANN) RECHTS: SYSTEMGEBUNDENE FASSADENBEGRÜNUNG DES PHYSIK-INSTITUTS DER HUMBOLDT UNIVERSITÄT ZU BERLIN (FOTO: KOMPETENZZENTRUM WASSER BERLIN) .....	78
ABBILDUNG 67: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 15 FASSADENBEGRÜNUNG .....	79
ABBILDUNG 68: SONNENSCHUTZGLAS AM BERLINER HAUPTBAHNHOF UND MARIE-ELISABETH-LÜDERS-HAUS (FOTOS: BAUNETZ (YK), BERLIN) .....	80
ABBILDUNG 69: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 16 SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ AN GEBÄUDEN .....	81

ABBILDUNG 70: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 17 ANPASSUNG DES RAUMNUTZUNGSKONZEPTES .....	82
ABBILDUNG 71: LINKS: BAHNTOWER (FOTO MIGUEL SILVA BARRAL); RECHTS: MALL OF BERLIN (HOLGER SIEMS/BERLINONLINE).....	83
ABBILDUNG 72: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 18 TECHNISCHE GEBÄUDEKÜHLUNG .....	84
ABBILDUNG 73: DURCHLÄSSIGE BEBAUUNG AM HANG, BEI DER AUCH DIE TALSTRÖMUNG NICHT BEHINDERT WIRD (LINKS) UND BARRIEREN-BEBAUUNG AM HANG (RECHTS) (QUELLE: MVI BADEN-WÜRTTEMBERG 2012) .....	85
ABBILDUNG 74: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 19 OPTIMIERUNG DER GEBÄUDEAUSRICHTUNG UND DER BEBAUUNGSDICHTE BEI NEUBAUTEN.....	86
ABBILDUNG 75: DIE WOHNANLAGE BIGYARD IM ORTSTEIL PRENZLAUER BERG (QUELLE: LINKS: GDW BUNDESVERBAND RECHTS: GOOGLE MAPS - © 2015 GOOGLE)).....	87
ABBILDUNG 76: DAS PROJEKT KIEZKLIMA (QUELLE: HTTP://WWW.LIST-GMBH.DE/PARTIZIPATION/KIEZKLIMA).....	88
ABBILDUNG 77: BEISPIELE FÜR URBAN GARDENING PROJEKTE IN BERLIN; LINKS: KIDS`GARDEN, RECHTS: PRINZESSINNENGARTEN (FOTOS: FU BERLIN) .....	89
ABBILDUNG 78: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 21 FÖRDERUNG STADTGESELLSCHAFTLICHER SOZIALER NETZWERKE UND PROJEKTE .....	90
ABBILDUNG 79: LINKS: SCHEMA EINER KLIMAÖKOLOGISCH OPTIMIERTEN INNERSTÄDTISCHEN GRÜNFLÄCHE (QUELLE: GEO-NET); RECHTS: LUFTBILD VOM BRITZER GARTEN (QUELLE: GOOGLE EARTH - © 2015 GOOGLE) ...	91
ABBILDUNG 80: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 22 ERHÖHUNG DER MIKROKLIMATISCHEN VIELFALT IN ÖFFENTLICHEN GRÜNFLÄCHEN .....	92
ABBILDUNG 81: KALTLUFTENTSTEHUNGSGEBiete IN BERLIN - OBEN LINKS: FREIZEITPARK LÜBARS, OBEN RECHTS: HAVELWIESEN AM GRIMNITZSEE; LINKS UNTER: GROßer TIERGARTEN; RECHTS UNTER: GRUNEWALD (FOTOS: SENSTADTUM BERLIN, BEEDUBZ, BERLIN.DE / TOBIAS KNESCHKE) .....	94
ABBILDUNG 82: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 23 SCHUTZ VON FÜR DEN KALTLUFTHAUSHALT RELEVANTE FLÄCHEN.....	94
ABBILDUNG 83: LINKS: GRÜNFLÄCHE ENTLANG DES EHEMALIGEN LUISENSTÄDTISCHEN KANALS (FOTO: ULRICH REINHECKEL, SENSTADTUM BERLIN ; RECHTS: GRÜNFLÄCHENVERBUND VOLKSPARK WILMERSDORF – RUDOLF-WILDE-PARK (QUELLE: ESRI MAPS AND DATA) .....	95
ABBILDUNG 84: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 24 VERNETZUNG VON FÜR DEN KALTLUFTHAUSHALT RELEVANTE FLÄCHEN.....	96
ABBILDUNG 85: BAUMGRUPPEN ALS AUSTAUSCHBARRIEREN (LINKS) SOWIE ZUR UMLEITUNG VON KALTLUFTABFLÜSSEN (RECHTS) (QUELLE: MVI 2012).....	97
ABBILDUNG 86: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 25 VERMEIDUNG VON AUSTAUSCHBARRIEREN .	98
ABBILDUNG 87: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 27 SCHUTZ BESTEHENDER GROSSFLÄCHIGER PARKS / GRÜNFLÄCHEN .....	100
ABBILDUNG 88: WESTPARK (LINKS) UND OSTPARK (RECHTS) AUF DEM GLEISDREIECKGELÄNDE (FOTOS: ANDREAS MACHATE).....	101
ABBILDUNG 89: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 28 ANLAGE NEUER GROßFLÄCHIGER PARKS / GRÜNFLÄCHEN.....	102
ABBILDUNG 90: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 29 SCHUTZ VON WALDFLÄCHEN .....	104
ABBILDUNG 91: RAUMKULISSE - EMPFEHLUNGEN FÜR MAßNAHME 30 SCHUTZ VON OFFENEN WASSERFLÄCHEN ...	105
ABBILDUNG 92: PROZENTUALE VERTEILUNG DER BEWERTUNGSKLASSEN ZUR NÄCHTLICHEN THERMISCHEN SITUATION IN DEN SIEDLUNGSRÄUMEN .....	106

ABBILDUNG 93: RÄUMLICHE VERTEILUNG DER BEWERTUNGSKLASSEN ZUR NÄCHTLICHEN THERMISCHEN SITUATION IN DEN SIEDLUNGSRÄUMEN .....	107
ABBILDUNG 94: BILANZIERUNG DER THERMISCHEN SITUATION IN DER NACHT IM SIEDLUNGSRAUM DER 12 BEZIRKE BERLINS .....	107
ABBILDUNG 95: PROZENTUALE VERTEILUNG DER BEWERTUNGSKLASSEN ZUR THERMISCHEN SITUATION IN DEN SIEDLUNGSRÄUMEN AM TAGE .....	108
ABBILDUNG 96: RÄUMLICHE VERTEILUNG DER BEWERTUNGSKLASSEN THERMISCHEN SITUATION IN DEN SIEDLUNGSRÄUMEN AM TAGE .....	108
ABBILDUNG 97: BILANZIERUNG DER THERMISCHEN SITUATION AM TAGE IM SIEDLUNGSRAUM DER 12 BEZIRKE BERLINS .....	109
ABBILDUNG 98: GRÜN-/FREIFLÄCHEN MIT EINER BESONDEREN MIKROKLIMAVIELFALT.....	109

## Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: IN DIE PHK 2015 EINGEFLOSSENE STADTKLIMATISCH RELEVANTER PARAMETER .....	6
TABELLE 2: SONSTIGE RELEVANTE SACH- UND GEODATEN, DIE IN DIE PHK 2015 EINGEFLOSSEN SIND .....	7
TABELLE 3: KLASSENSTUFEN UND METHODE ZUR BEWERTUNG DER THERMISCHEN SITUATION IM SIEDLUNGSRAUM	10
TABELLE 4: VERRECHNUNGSVORSCHRIFT ZUR VERKNÜPFUNG DER BEWERTUNG VON TAG- UND NACHTSITUATION..	11
TABELLE 5: KLASSENSTUFEN UND METHODE ZUR BEWERTUNG DER THERMISCHEN SITUATION AUF ÖFFENTLICHEN STRÄßen, WEGEN UND PLÄTZEN.....	16
TABELLE 6: BEWERTUNG DES KALTLUFTVOLUMENSTROMS INNERHALB VON GRÜN-UND FREIFLÄCHEN.....	28
TABELLE 7: KATEGORIEN UND METHODEN FÜR DIE AUSWEISUNG VON FLÄCHEN MIT BESONDEREN STADTKLIMATISCHEN MISSSTÄNDEN .....	32
TABELLE 8: DEMOGRAPHISCHE VULNERABILITÄT GEGENÜBER DER THERMISCHEN BELASTUNG - METHODE UND ZUSAMMENGEFASSTE ERGEBNISSE AUF EBENE DER BLOCKTEILFLÄCHEN DER BLOCKKARTE 1:5.000 (ISU5) .....	40
TABELLE 9: METHODE ZUR ABLEITUNG DER THERMISCHEN BELASTUNG VON KLIMASENSIBLEN GEBÄUDE- UND FLÄCHENNUTZUNGEN .....	45
TABELLE 10: STUFEN DER „VERSORGUNGSANALYSE GRÜN“ IM LANDSCHAFTSPROGRAMM BERLIN.....	48
TABELLE 11: EMPFEHLUNGEN ZU RAUMEINHEITSPEZIFISCHEN MAßNAHMEN ALS DRITTE HAUPTEBENE DER PLANUNGSHINWEISKARTE STADTKLIMA 2015 .....	52
TABELLE 12: LUFTHYGienisch BELASTETE STRÄßenABSCHNITTE MIT KALTLUFTLEITBAHNFUNKTION .....	99
TABELLE 13: ZUSAMMENHANG ZWISCHEN DEN HUMANBIOKLIMATISCHEN INDIZES PMV/PET UND DER PHYSIOLOGISCHEn BELASTUNGSSTUFE.....	106
TABELLE 14: ZUORDNUNGsvORSchriften FÜR MAßNAHMEN ZU RAUM- UND KARTIEREINHEITEN.....	110

## Quellenverzeichnis

Ausschuss für Arbeitsstätten (ASTA) (2010): Technische Regel für Arbeitsstätten: Raumtemperatur, ASR A3.5, Quelle: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)(28.08.2015). Internet: <http://www.baua.de/cae/servlet/contentblob/1108456/publicationFile/89166/ASR-A3-5.pdf> (Zugriff: 26.10.2015)

Baudialog (2015): Sommerlicher Wärmeschutz. Internet: <http://www.baudialog.de/baueninfos-fuer-bauherren/sommerlicher-waermeschutz> (Zugriff: 26.10.2015)

Baunetz Wissen (2015): Winterlicher und sommerlicher Wärmeschutz.

net: [http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Fassade\\_Begrenzung-des-Energieeintrages\\_154561.html](http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Fassade_Begrenzung-des-Energieeintrages_154561.html) (Zugriff: 26.10.2015)

Berliner Grüngleisnetzwerk (2012): Wirkung und Funktion grüner Gleise.  
net: [www.gruengleisnetzwerk.de](http://www.gruengleisnetzwerk.de) (Zugriff: 26.10.2015)

Berliner Morgenpost (2010): Sorge um Berlins Obdachlose nach Kälteeinbruch. Zeitungsartikel vom 27.11.2010. Internet: <http://www.morgenpost.de/berlin/article1464109/Sorge-um-Berlins-Obdachlose-nach-Kaelteeinbruch.html> (Zugriff: 26.10.2015)

Berliner Zeitung (2015): Gegen den Hitzetod: Berlin testet gekühlte Krankenzimmer. Onlineartikel vom 21.07.2015. Internet: <http://www.berliner-zeitung.de/wissen/gegen-den-hitzetod--berlin-testet-gekuhlte-krankenzimmer,10808894,31276504.html> (Zugriff: 26.10.2015)

Bettgenhäuser et al. (2011): Klimaschutz durch Reduzierung des Energiebedarfs für Gebäudekühlung. Schriftenreihe Climate Change des UBA. UFO-Planvorhaben 3708 41 110.

Borgwardt et al. (1994): Versickerung auf befestigten Verkehrsflächen - Planerische Möglichkeiten des Einsatzes wasser durchlässiger Pflastersysteme. SF-Kooperation GmbH, Bremen.

Bundesregierung (2010): 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes

Deutsche Post (2014): postpersönlich. Internet: <http://www.deutschepost.de/de/p/postpersoenlich.html> (Zugriff: 26.10.2015)

Deutscher Städetag (2012): Positionspapier Anpassung an den Klimawandel - Empfehlungen und Maßnahmen der Städte.  
net: [http://www.staedtetag.de/imperia/md/content/dst/positionspapier\\_klimawandel\\_juni\\_2012.pdf](http://www.staedtetag.de/imperia/md/content/dst/positionspapier_klimawandel_juni_2012.pdf) (Zugriff: 26.10.2015)

DIN 13779 „Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlagen und Raumkühlsysteme.“

DIN 4108-2 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den WärmeschutzEnEV (2005): Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energie-sparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV).

DDV (=Deutscher Dachgärtner Verband e.V.) (2011): Leitfaden Dachbegrünung für Kommunen. Nutzen, Fördermöglichkeiten, Praxisbeispiele.

EnEV (2013): Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV).

EU (=Europäische Union) (2008): Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa

Fanger, P.O. (1972): Thermal Comfort, Analysis and Application in Environment Engineering. New York: McGraw, Hill.

Fenner, D., Mücke, H.-G. und Scherer, D. (2015): Innerstädtische Lufttemperatur als Indikator gesundheitlicher Belastungen in Großstädten am Beispiel Berlins. In: UMID: Umwelt und Mensch – Informationsdienst, 1, 2015. Dessau: Umweltbundesamt, Dessau.

FLL (=Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.) (2000): Fassadenbegrünungsrichtlinie – Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Fassadenbegrünungen von Kletterpflanzen.

FLL (=Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.) (2002): Pflege und Wartung von Begrünten Dächern. FLL: Selbstverlag.

FLL (=Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.) (2008): Dachbegrünungsrichtlinie - Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen. FLL: Selbstverlag.

Flussbad Berlin (2015): Projekt Flussbad Berlin. Im Internet:

<http://www.flussbad-berlin.de/flussbad/idee/> (Zugriff: 26.10.2015)

Freese, E. (2006): Stratifikation. [https://de.wikipedia.org/wiki/Stratifikation\\_%C3%96kologie%C2%A9](https://de.wikipedia.org/wiki/Stratifikation_%C3%96kologie%C2%A9) (Zugriff: 26.10.2015)

GEO-NET Umweltconsulting GmbH (2010): Fachbeitrag Stadtklima zum landschaftsplanerischen Wettbewerb „Parklandschaft Tempelhof in Berlin“. Unveröffentlicht.

Groß, G. (2012): Numerical simulation of greening effects for idealised roofs with regional climate forcing. In: Meteorologische Zeitschrift, Vol. 21, No. 2, 173-181.

GEO-NET Umweltconsulting GmbH (2013): Klimaökologische Untersuchung „Tempelhofer Freiheit“ in Berlin. Unveröffentlicht.

Grüne Liga Berlin e.V. (2015): Urbane Paradiese – unsere grünen Stadträume. Im net: <https://www.grueneliga-berlin.de/themen-projekte2/garten-nebenan/wettbewerb-2015/> (Zugriff: 26.10.2015)

Grüngleisnetzwerk (2014): Handbuch Gleisbegrünung. Planung – Ausführung – Pflege. Hamburg: Eu-railPress.

Henze; H.J., Kappis, C., Model, N., Siemsen, M., Tapia, O., Treffkorn, A., Tschuikowa, S.: (2003): Grundlagenforschung und Entwicklung von Schienenfahrwegen für den regionalen Personenverkehr - Prognosemodelle ANIRAIL zur Emissionsminderung von schienengebundenen Fahrwegen unter Nutzung von Gleisbett-Naturierungen (LERM), Abschlussbericht Forschungsvorhaben

Höppe, P. und H. Mayer (1987): Planungsrelevante Bewertung der thermischen Komponente des Stadt-klimas. Landschaft und Stadt 19 (1), S. 22–29.

Jedicke, E. (1994): Biotoptverbund: Grundlagen und Maßnahmen einer neuen Naturschutzstrategie. Stuttgart: Ulmer Verlag (2.Auflage).

Jendritzky G (2007): Folgen des Klimawandels für die Gesundheit. In: Endlicher W, Gerstengarbe F-W (Hrsg.): Der Klimawandel – Einblicke, Rückblicke und Ausblicke. Potsdam-Institut für Klima-folgenforschung e.V., Potsdam: 108–118.

Jendritzky G, Fiala D, Havenith G et al. (2007): Thermische Umweltbedingungen. In: promet Jahrg. 33, Bio-meteorologie des Menschen, Nr. 3/4: 83–94. Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), Offenbach a.M.

Kabisch N., Haase D. (2011): Gerecht verteilt? Grünflächen in Berlin, Zeitschrift für amtliche Statistik, Ber-lin Brandenburg, 6/11

Kuttler, W. (1999): Human-biometeorologische Bewertung stadtclimatologischer Erkenntnisse für die Planungspraxis. In: Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Institut für Meteorologie der Universität Leipzig und dem Institut für Troposphärenforschung e. V. Leipzig. Band 13.

Kuttler W. (2011): Climate change in urban areas Part 2, Measures; Klimawandel im urbanen Bereich. Teil 2, Maßnahmen, Environmental Sciences Europe, Im net: <http://www.enveurope.com/content/23/1/21> (Zugriff: 26.10.2015)

Kuttler, W. (2013): Klimatologie. Kapitel: Lokale Maßnahmen gegen den globalen Klimawandel. Pader-born: Schöningh (2. Auflage).

KURAS (2015): Konzepte für urbane Regenwasserbewirtschaftung und Abwassersysteme. BMBF-gefördertes Verbundvorhaben 2013-2016. Im Internet: <http://www.kuras-projekt.de/> (Zu-griff: 26.10.2015)

Küchen, C. (2015): BDI-Strategie für hohe Effizienz im Wärmemarkt. Vortrag im Rahmen der Berliner Energietage 2015.  
Im Internet: [http://www.berliner-energietage.de/fileadmin/user\\_upload/2015/Tagungsmaterial/Vortragsfolien/Berliner\\_Energietage\\_2015\\_VA\\_2.11\\_5\\_Kuechen.pdf](http://www.berliner-energietage.de/fileadmin/user_upload/2015/Tagungsmaterial/Vortragsfolien/Berliner_Energietage_2015_VA_2.11_5_Kuechen.pdf) (Zugriff: 26.10.2015)

L.I.S.T. GmbH (2015). KiezKlima. Gemeinsam für ein besseres Klima im Brunnenvirtel. Im net: <http://www.kiezklima.de/>

Mayer, H.; Beckröge, W.; und A. Matzarakis (1994): Bestimmung von stadtclimarelevanten Luftleitbahnen. In: UVP-Report 5, S. 265 – 268.

Megapoli (2010): MEGAPOLI Scientific Report 10-01, Global to City Scale Urban Anthropogenic Heat.

MUNLV (=Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen) (2010): Handbuch Stadtclima. Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel. Im net: [https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/klima/handbuch\\_stadtclima\\_kurzfassung.pdf](https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/klima/handbuch_stadtclima_kurzfassung.pdf) (Zugriff: 26.10.2015)

MVI (=Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg) (2012): Städtebauliche Klimafibel. Hinweise für die Bauleitplanung.

Netzwerk Nachbarschaft (2015): Aktion gesunde Nachbarschaften. Im Internet: <http://www.netzwerk-nachbarschaft.net/wettbewerbe/aktion-gesunde-nachbarschaften.html> (Zugriff: 26.10.2015)

Pfafferoth, J. und Becker, P. (2008): Erweiterung des Hitzewarnsystems um die Vorhersage der Wärmebelastung in Innenräumen. In: BAUPHYSIK, 30.

Pfoser et al. (2013): Gebäude, Begrünung und Energie: Potenziale und Wechselwirkungen. Interdisziplinärer Leitfaden als Planungshilfe zur Nutzung energetischer, klimatischer und gestalterischer Potenziale sowie zu den Wechselwirkungen von Gebäude, Bauwerksbegrünung und Gebäudeumfeld, Forschungsbericht, Technische Universität Darmstadt.

Roloff A., Gillner S., Bonn S., TU Dresden (2008): Klima-Arten-Matrix (KLAM- Stadt) aus der Broschüre des Bundes Deutscher Baumschulen e.V. (BdB): Forschungsstudie Klimawandel und Gehölze.

Scherber, K. (2014): Auswirkungen von Wärme- und Luftsadstoffbelastungen auf vollstationäre Patientenaufnahmen und Sterbefälle im Krankenhaus während Sommermonaten in Berlin und Brandenburg. Im Internet: <http://edoc.hu-berlin.de/docviews/abstract.php?id=40898> (Zugriff: 26.10.2015)

Scherer, D. (2007): Viele kleine Parks verbessern Stadtklima. Mit Stadtplanung Klima optimieren. TASPO Report Die grüne Stadt, 15.

Scherer D, Fehrenbach U, Lakes T et al. (2013): Quantification of heat-stress related mortality hazard, vulnerability and risk in Berlin, Germany. In: Die Erde 144 (3-4): 238–259. DOI: 10.12854/erde-144-17.

SenStadtUm (=Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin) (Hrsg.) (1994): Landschaftsprogramm Artenschutzprogramm 1994.

SenStadtUm (=Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin) (Hrsg.) (2011): Flächennutzung und Stadtstruktur. Dokumentation der Kartiereinheiten und Aktualisierung des Datenbestandes 2010. Im net: [http://senstadt.3pc.de/umwelt/umweltatlas/download/Nutzungen\\_Stadtstruktur\\_2010.pdf](http://senstadt.3pc.de/umwelt/umweltatlas/download/Nutzungen_Stadtstruktur_2010.pdf) (Zugriff: 26.10.2015)

SenStadtUm (=Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin) (Hrsg.) (2010a): Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung. Gebäudebegrünung, Gebäudekühlung. Leitfaden für Planung, Bau, Betrieb und Wartung; Bearbeitung: Technische Universität Berlin, Hochschule Neubrandenburg.

SenStadtUm (=Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin) (Hrsg.) (2011): Stadtentwicklungsplan Klima. Im net: <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/stadtentwicklungsplanung/de/klima/> (Zugriff: 26.10.2015)

SenStadtUm (=Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin) (Hrsg.) (2013): Weniger Schadstoffe. Mehr Lebensqualität. Der Luftreinhalteplan 2011-2017 des Landes Berlin. Im Internet: <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/luftqualitaet/de/luftreinhalteplan/> (Zugriff: 26.10.2015)

SenStadtUm (=Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin) (Hrsg.) (2013a): Versorgung mit öffentlichen, wohnungsnahen Grünanlagen (Ausgabe 2013). Im net: [http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/da605\\_03.htm](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/da605_03.htm) (Zugriff: 26.10.2015)

SenStadtUm (=Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin) (Hrsg.) (2014): Umweltatlas Karte 04.13 Langjährige Entwicklung ausgewählter Klimaparameter (Ausgabe 2015). Im Internet: [http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/d413\\_07.htm](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/d413_07.htm) (Zugriff: 26.10.2015)

SenStadtUm (=Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin) (Hrsg.) (2015): Fortschreibung StEP-Klima.

SenStadtUm (=Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin) (Hrsg.) (2015a): Flächenmonitoring Berlin; Stand 02/2015 Im net: [http://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/basisdaten\\_stadtentwicklung/flaechen\\_monitoring/](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/basisdaten_stadtentwicklung/flaechen_monitoring/) (Zugriff: 26.10.2015)

SenStadtUm (=Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin) (Hrsg.) (2015b): Ausstellung Ökologische Gebäudekonzepte. Im net: [http://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/oekologisches\\_bauen/de/ausstellung/index.shtml](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/oekologisches_bauen/de/ausstellung/index.shtml) (Zugriff: 26.10.2015)

SenStadtUm (=Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin) (Hrsg.) (2015c): Stadtentwicklungsplan Klima Berlin Leitthemen und Handlungsempfehlungen.

Sieker, Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. mbH (2014): Arbeitsmaterialien Forschungsprojekt KURAS - Maßnahmensteckbriefe. Internes Dokument

Siegl, A., Kirchner, L., Böhme, D. (2010): Wasserverfügbarkeit, Wasserbedarf und klimatische Auswirkungen von Rasengleisen, Berliner Geographische Arbeiten 116, Das Grüne Gleis - Vegetations-technische, ökologische und ökonomische Aspekte der Gleisbettbegrünung, Berlin 2010, S. 123-132

Stadt Berlin (2015): Plantschen und Wasserspielplätze. Im Internet: <http://www.berlin.de/kultur-und-tickets/tipps/kinder/2190358-2186128-planschen-wasserspielplaetze.html> (Zugriff: 26.10.2015)

Stadt Sindelfingen (2001): Belüftungsanalyse für das Stadtgebiet von Sindelfingen Im net: [http://www.ima-umwelt.de/fileadmin/Dokumente/Klima/belueftungsanalyse\\_sindelfingen.pdf](http://www.ima-umwelt.de/fileadmin/Dokumente/Klima/belueftungsanalyse_sindelfingen.pdf) (Zugriff: 26.10.2015)

Statistik BBB (2014): Amt für Statistik Berlin-Brandenburg: 'Melderechtlich registrierte Einwohnerinnen und Einwohner am Ort der Hauptwohnung am 30.06.2014'.

Tagesspiegel (2015): Wo die kühle Luft für Berliner Läden und Büros herkommt. Im net: <http://www.tagesspiegel.de/berlin/kaeltezentrale-von-vattenfall-wo-die-kuehle-luft-fuer-berliner-laeden-und-bueros-herkommt/12186420.html> (Zugriff: 26.10.2015)

TU Berlin (2015): Der Kampf gegen Hitzestress in der Stadt. Wie Klimatologen, Ingenieure, Ärzte und Stadtplaner zusammenarbeiten. Im Internet: [http://www.pressestelle.tu-berlin.de/newsportal/news\\_detail/?tx\\_ttnews\[tt\\_news\]=2042&tx\\_ttnews\[backCat\]=98&tx\\_ttnews\[backPid\]=146768&cHash=b6d81fbcd27](http://www.pressestelle.tu-berlin.de/newsportal/news_detail/?tx_ttnews[tt_news]=2042&tx_ttnews[backCat]=98&tx_ttnews[backPid]=146768&cHash=b6d81fbcd27) (Zugriff: 26.10.2015)

UBA (=Umweltbundesamt)(2015): Heizen, Raumtemperatur – Gewusst wie. Im Internet: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/umweltbewusstleben/heizen-raumtemperatur> (Zugriff: 26.10.2015)

UBA (=Umweltbundesamt)(2015a): Gebäudeklimatisierung in Deutschland. Im Internet: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/produkte/fluorierte-treibhausgase-fckw/anwendungsbereiche-emissionsminderung/gebäudeklimatisierung> (Zugriff: 26.10.2015)

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

VDI (=Verband Deutscher Ingenieure) (2014): Richtlinie 3787, Blatt 1 – Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen. Weißdruck

Xue, F., Xiaofeng Li, Zhiqin Zhang (2014): Numerical Study on Thermal Environment around the Fountain, Proceedings 7. Japanes-German Meeting, Hannover

## Verwendete Datengrundlagen

- GEO-NET Umweltconsulting GmbH, Hannover: GIS-gestützte Modellierung von stadtclimatisch relevanten Kenngrößen auf der Basis hochauflöster Gebäude- und Vegetationsdaten; EFRE Projekt 027 Stadtclima Berlin
- Daten des Informationssystems Stadt und Umwelt (ISU) der SenStadtUm, III D, Stand 31.12.2010:
  - Blockkarte 1: 5.000 (ISU5)
  - Nutzungs-, Boden, Versiegelungs-(2011) und weitere Daten des ISU
  - Gebäude- und Vegetationshöhen (2009/2010)
  - Verkehrsbedingte Luftbelastung (2009)
  - Geländehöhen (DGM5, 2009)
- Automatisierte Liegenschaftskarte Berlin (ALK), Stand 01.06.2014
- Standorte der sozialen Infrastruktur (Planungsraumbezogenes Informationssystem für Monitoring und Analyse (PRISMA) sowie Landesamt für Gesundheit und Soziales (LAGeSo), Bearbeitungsstände:
  - Sport: 31.12.2011
  - Bibliotheken: 31.12.2011
  - Kita/Horte: 31.12.2012
  - Öffentliche Spielplätze 08/2014
  - Krankenhaus-, Seniorenheim - und Seniorenenfreizeitstätten: Fachlisten des LaGeSo 06.2014; Download:  
[http://www.berlin.de/lageso/\\_assets/gesundheit/publikationen/krankenhausverzeichnis\\_2014.pdf](http://www.berlin.de/lageso/_assets/gesundheit/publikationen/krankenhausverzeichnis_2014.pdf)
- Melderechtlich registrierte Einwohner am Ort der Hauptwohnung in Berlin am 30.06.2014, Amt für Statistik Berlin-Brandenburg
- Landschaftsprogramm Berlin, Klassifikation der Grün-Versorgungsstufen in Verbindung mit der Umweltatlas-Karte 06.05 Versorgung mit öffentlichen, wohnungsnahen Grünanlagen (Ausgabe 2013)
- Detailnetz Berlin (detailliertes Modell des Straßennetzes 2014))
- Land Brandenburg:
  - ALKIS-Datenbestand Gebäude und Tatsächliche Nutzung, Stand 10/2013
  - Geländehöhen (DGM25)

