



Lohmeyer

BEBAUUNGSPLAN 1-124
IN BERLIN BEZIRK MITTE
KLIMA- UND WINDKOMFORTGUTACHTEN

Auftraggeber:

Siemens Energy Global GmbH & Co. KG
Huttenstraße 12
10553 Berlin

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH
Niederlassung Dresden

J. Lehmkuhler, M. Sc. Geogr.

M. Arndt, M. Sc. Geogr.

Dipl.-Met. A. Moldenhauer

April 2026
Projekt 10606-25-02
Berichtsumfang 62 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG	1
2	AUFGABENSTELLUNG	4
3	AUSGANGSLAGE UND PLANUNG	6
4	EINORDNUNG IM STADTKLIMA	9
5	VORGEHENSWEISE	12
5.1	Vorgehensweise Windkomfort.....	12
5.1.1	Methodik.....	12
5.1.2	Berechnungsverfahren mit MISKAM.....	15
5.2	Vorgehensweise Mikroklima mit PALM-4U	16
5.3	Meteorologische Eingangsdaten	19
6	GEO- UND RAUMBEZOGENE EINGANGSDATEN	21
7	ERGEBNISSE	23
7.1	Windfelduntersuchungen.....	23
7.1.1	Mittlere Windverhältnisse	23
7.1.2	Windkomfort	29
7.2	Thermische Verhältnisse	33
7.2.1	Bioklimatische Situation am Tag	33
7.2.2	Thermische Situation in der Nacht	39
7.3	Zusammenfassung und Fazit	44
7.4	Planungsempfehlungen.....	45
8	QUELLEN	47
8.1	Literatur	47
8.2	Materialien und Unterlagen	48
A1	STADTKLIMATISCHE GRUNDLAGEN	49
A2	GEFÜHLTE TEMPERATUR (BIOKLIMATISCHE KENNGRÖSSE)	54
A3	ERGÄNZENDE ABBILDUNGEN EINGANGSDATEN	56

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung der Lohmeyer GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

Literaturstellen sind im Text durch Namen und Jahreszahl zitiert. Im Kapitel Literatur findet sich dann die genaue Angabe der Literaturstelle.

Es werden Dezimalpunkte (= wissenschaftliche Darstellung) verwendet, keine Dezimalkommas. Eine Abtrennung von Tausendern erfolgt durch Leerzeichen.

1 ZUSAMMENFASSUNG

Die Siemens ENERGY Real Estate GmbH plant die Erweiterung Ihres Betriebs an Ihrem Standort in Berlin Mitte im Ortsteil Moabit. In dem Zuge ist der Bebauungsplan 1-124 in Erarbeitung. Ziel des Bebauungsplans ist die Schaffung des erforderlichen Bau- und Planungsrechts, um den zukunftssichernden Ausbau des bestehenden Firmenstandorts zu ermöglichen. Da die vorgesehene Nutzung nicht die Voraussetzungen eines Industriegebiets erfordert, wird planerisch die Festsetzung eines Gewerbegebiets angestrebt. In der Planung der Siemens ENERGY soll auf der derzeit untergenutzten Fläche ein oder mehrere zusammenhängende Büro- und Forschungsgebäude errichtet werden, inklusive eines Hochpunktes von ca. 70 Metern. Die Standortnutzungen auf den weiteren Grundstücksflächen bleiben davon unberührt.

Aufgrund der geplanten baulichen Verdichtung war zu prüfen, ob es bei einer Realisierung der geplanten Bebauung im Plangebiet und im Bereich der angrenzenden Bestandsbebauung zu negativen Auswirkungen auf die Windkomfortverhältnisse und die thermische Belastungssituation kommt und ob relevante klimaökologische Funktionen eingeschränkt werden.

Um die thermischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet zu bestimmen, wurden lokalklimatische Modellierungen mit dem Stadtklimamodell PALM-4U mit Fokus für „Heiße Tage“ bzw. Hitzetage (Tage, an dem das Maximum der Lufttemperatur ≥ 30 °C beträgt) durchgeführt. Diese wurden für eine sommerliche autochthone Wetterlage (ohne Bewölkung und sehr niedrige Windgeschwindigkeiten) unter Berücksichtigung der Lage und Höhe der Gebäude, der Landnutzung inkl. Bäumen/Wald durchgeführt.

Zusätzlich wurden Simulationsrechnungen mit MISKAM durchgeführt, um die Windkomfortverhältnisse im Untersuchungsgebiet zu bestimmen. Hierbei wurden die Gebäude, jedoch keine Vegetation berücksichtigt, was im Sinne einer konservativen Herangehensweise erfolgt ist.

Für die Ermittlung der planungsbedingten Auswirkungen auf das Lokalklima werden sowohl die Bestandssituation als auch der Planfall simuliert. Folgende Bebauungsvarianten wurden untersucht:

- Variante Nullfall: fiktiver Gebäudekubus nach aktuellem Planungsrecht
- Variante Planfall: ein Planungsstand zur Betrachtung eines Worst-Case-Szenarios (Stand 17.09.2025)

Windkomfortverhältnisse

Insgesamt sind unter Berücksichtigung der geplanten Bebauung in weiten Bereichen des Plangebietes keine signifikanten Einschränkungen des menschlichen Aufenthalts zu erwarten. In

weiten Teilen der unmittelbar zur Planung liegenden Bereiche werden die Windkomfortklassen A oder B ermittelt, so auch innerhalb des Plangebietes. Mögliche Ein- und Zugangsbereiche zu den Plangebäuden sind entsprechend nicht von ungünstigen Windkomfortbedingungen betroffen. Lediglich in eng begrenzten Bereichen entlang der nördlichen und südwestlichen Gebäudeecken des Plankomplexes werden die Windkomfortklassen C und D berechnet. Die Beschleunigung des Windes führt dort zu einer Zunahme der Böen und Windgeschwindigkeiten. Die von den ungünstigen Windkomfortklassen betroffenen Bereiche decken jedoch nur geringfügig Flächen des menschlichen Aufenthaltsbereiches ab, in welchen ohnehin keine längeren Verweilzeiten zu erwarten sind. Gefahrenbereiche können innerhalb des Untersuchungsgebietes ausgeschlossen werden.

Bei der Ergebnisinterpretation ist zu berücksichtigen, dass die Windfeldberechnungen ohne die Berücksichtigung von Vegetationselementen erfolgten, um eine konservative Einschätzung sicherzustellen. Es ist daher davon auszugehen, dass in der unmittelbaren Umgebung des Plangebietes vor allem in den Sommermonaten durch laubtragende Vegetation günstigere Windkomfortbedingungen erreicht werden.

Thermischer Komfort

Der Geltungsbereich des Bebauungsplanes 1 – 124 befindet sich in einem verdichteten Umfeld, das wegen des hohen Versiegelungsgrades und der dichten Bebauungsstrukturen bereits aktuell überwiegend bioklimatisch ungünstig eingestuft wird. Diese Bereiche zeichnen sich durch mäßige bis starke Wärmeinseleffekte aus.

Die in der Klimaanalysekarte dargestellte lokalklimatische Ausgangslage wird durch die Ergebnisse der mikroklimatischen Simulationsrechnung bestätigt. Unter Annahme einer Bestandsbebauung gemäß aktuellem Baurecht (Nullfall) weist das Plangebiet durch den hohen Versiegelungsgrad und der umliegenden dichten Bebauung insgesamt starke Wärmebelastungen auf. Die thermischen Verhältnisse innerhalb des Plangebiets sind tagsüber als auch nachts mit denen der umliegenden Siedlungen zu vergleichen.

Durch die geplante Bebauung werden sowohl tagsüber als auch nachts keine signifikanten großräumigen Änderungen der thermischen Verhältnisse ermittelt. Dies gilt sowohl für die meisten Bereiche des Plangebiets selbst als auch für die umliegende Bestandsbebauung. Lediglich im Plangebiet selbst werden kleinräumige Zunahmen der thermischen Belastung ermittelt. Tagsüber sind im nördlichen Straßenraum lokal Abnahmen der Wärmebelastung durch den Schattenwurf des geplanten Hochhauses dargestellt.

Großräumige relevante Temperaturänderungen wurden nicht ermittelt.

Insgesamt sind die klimatischen Auswirkungen des Vorhabens als sehr kleinräumig einzustufen. Aus stadtklimatischer Sicht steht der Umsetzung der Planung somit nichts entgegen. In Kap. 7.4 werden einige ergänzende Planungshinweise aufgeführt, die dazu beitragen können, mögliche lokale Beeinträchtigungen weiter zu minimieren und einen klimaangepassten Entwurf bei Bedarf zusätzlich zu optimieren.

2 AUFGABENSTELLUNG

Die Siemens ENERGY Real Estate GmbH plant die Erweiterung Ihres Betriebs an Ihrem Standort in Berlin Mitte im Ortsteil Moabit. In dem Zuge ist der Bebauungsplan 1-124 in Erarbeitung. Ziel des Bebauungsplans ist die Schaffung des erforderlichen Bau- und Planungsrechts, um den zukunftssichernden Ausbau des bestehenden Firmenstandorts zu ermöglichen. Da die vorgesehene Nutzung nicht die Voraussetzungen eines Industriegebiets erfordert, wird planerisch die Festsetzung eines Gewerbegebiets angestrebt. In der Planung der Siemens Energy soll auf der derzeit ungenutzten Fläche ein oder mehrere zusammenhängende Büro- und Forschungsgebäude inklusive eines Hochpunktes von ca. 70 Metern errichtet werden. Die Standortnutzungen auf den weiteren Grundstücksflächen bleiben davon unberührt. Die Lage des Plangebiets ist in **Abb. 2.1** dargestellt.

Aufgrund der geplanten baulichen Verdichtung ist zu prüfen, ob es bei einer Realisierung der geplanten Bebauung im Plangebiet und im Bereich der angrenzenden Bestandsbebauung zu negativen Auswirkungen auf die Windkomfortverhältnisse sowie die thermische Belastungssituation kommt und ob relevante klimaökologische Funktionen eingeschränkt werden.

Zur Quantifizierung und Bewertung planungsbedingter lokalklimatischer Veränderungen werden mikroklimatische Simulationsrechnungen für den Bebauungsplan und die angrenzenden Siedlungsflächen durchgeführt, um Aussagen zur Wärmebelastung und zum Windkomfort zu erarbeiten. Auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse sind die klimaökologischen Auswirkungen zu bewerten und ggf. Möglichkeiten zur Optimierung der lokalen Situation aufzuzeigen.

Im Rahmen der Bearbeitung werden zwei Bebauungsvarianten untersucht, die im nächsten Kapitel weiter erläutert werden.

- Variante Nullfall: fiktiver Gebäudekubus nach aktuellem Planungsrecht
- Variante Planfall: ein Planungsstand zur Betrachtung eines Worst-Case-Szenarios (Stand 17.09.2025)

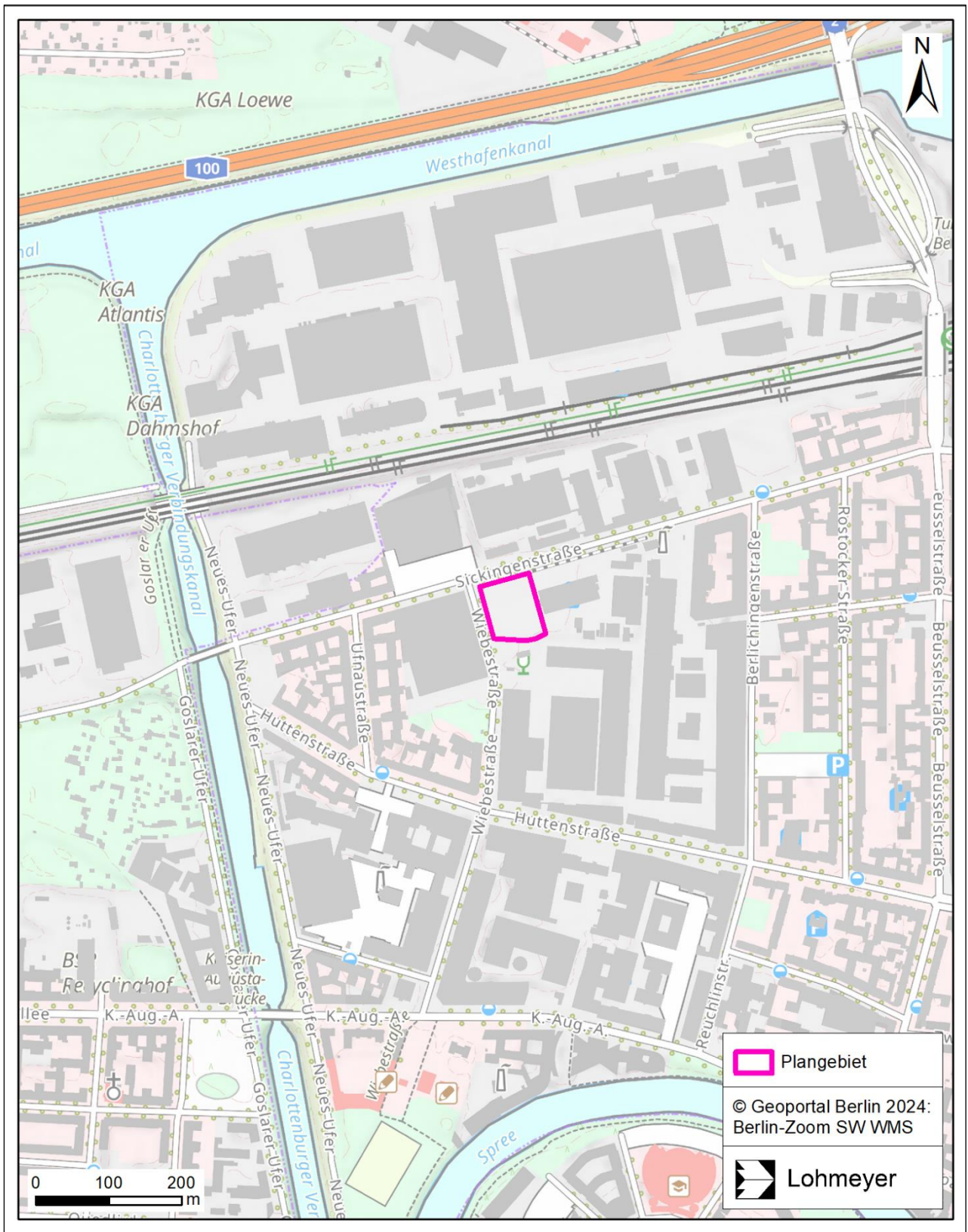


Abb. 2.1: Lage des Plangebiets

3 AUSGANGSLAGE UND PLANUNG

Der Geltungsbereich des Bebauungsplans umfasst das Grundstück auf der Ecke Sickingenstraße und Wiebestraße, gelegen im Ortsteil Moabit des Bezirks Mitte von Berlin. Nordöstlich, östlich und südlich hieran grenzen Teilbereiche des Produktionsstandortes der Siemens Energy. Unmittelbar östlich befindet sich ein erst kürzlich errichtetes ca. 19 m hohes Parkhaus. Unmittelbar westlich grenzt eine Gewerbehalle an, daran schließt sich Wohnbebauung an. Südwestlich des Plangebiets befindet sich zudem ein Kinderspielplatz.

Das Plangebiet wird aktuell durch die rechtskräftigen Bebauungspläne II-B1 in Kombination mit Festsetzungen des Bebauungsplans II-27 erfasst. Festgesetzt ist ein Industriegebiet mit einer Grundflächenzahl von 0.7 sowie einer Baumassenzahl von 9.0 in offener Bauweise. Ein Teilbereich im Nordwesten des Plangebietes, der durch den Bebauungsplan II-27-1 erfasst wird, wird dagegen nur von einer Festsetzung zur Art der baulichen Nutzung erfasst. Das Maß der baulichen Nutzung richtet sich dort gemäß § 30 Abs. 3 BauGB nach § 34 BauGB.

Das Plangebiet ist trotz des geltenden Baurechts bislang unbebaut und wird derzeit als Mitarbeiter-Parkplatz und Abstellfläche genutzt. In Abstimmung mit der Auftraggeberin und dem zuständigen Bezirk wird für die Untersuchung des Nullfalls jedoch die rechtskräftige planungsrechtliche Situation zugrunde gelegt. Hierzu wird ein fiktives Gebäude angenommen, das die maximal zulässigen baulichen Ausmaße (GFZ 0.7 und Gebäudehöhe 20 m) ausschöpft (vgl. **Abb. 3.1**).

In der Planung der Siemens Energy soll auf der derzeit ungenutzten Fläche ein oder mehrere zusammenhängende Büro- und Forschungsgebäude errichtet werden, inkl. eines Hochpunktes von ca. 70 Metern. Die **Abb. 3.2** stellt einen Planungsstand zur Betrachtung eines Worst-Case-Szenarios dar.



Abb. 3.1: Darstellung der angenommenen Bestandsbebauung im Nullfall auf Grundlage des geltenden Baurechts (Höhe 20 m). Kartenhintergrund: WMS DOP 2024

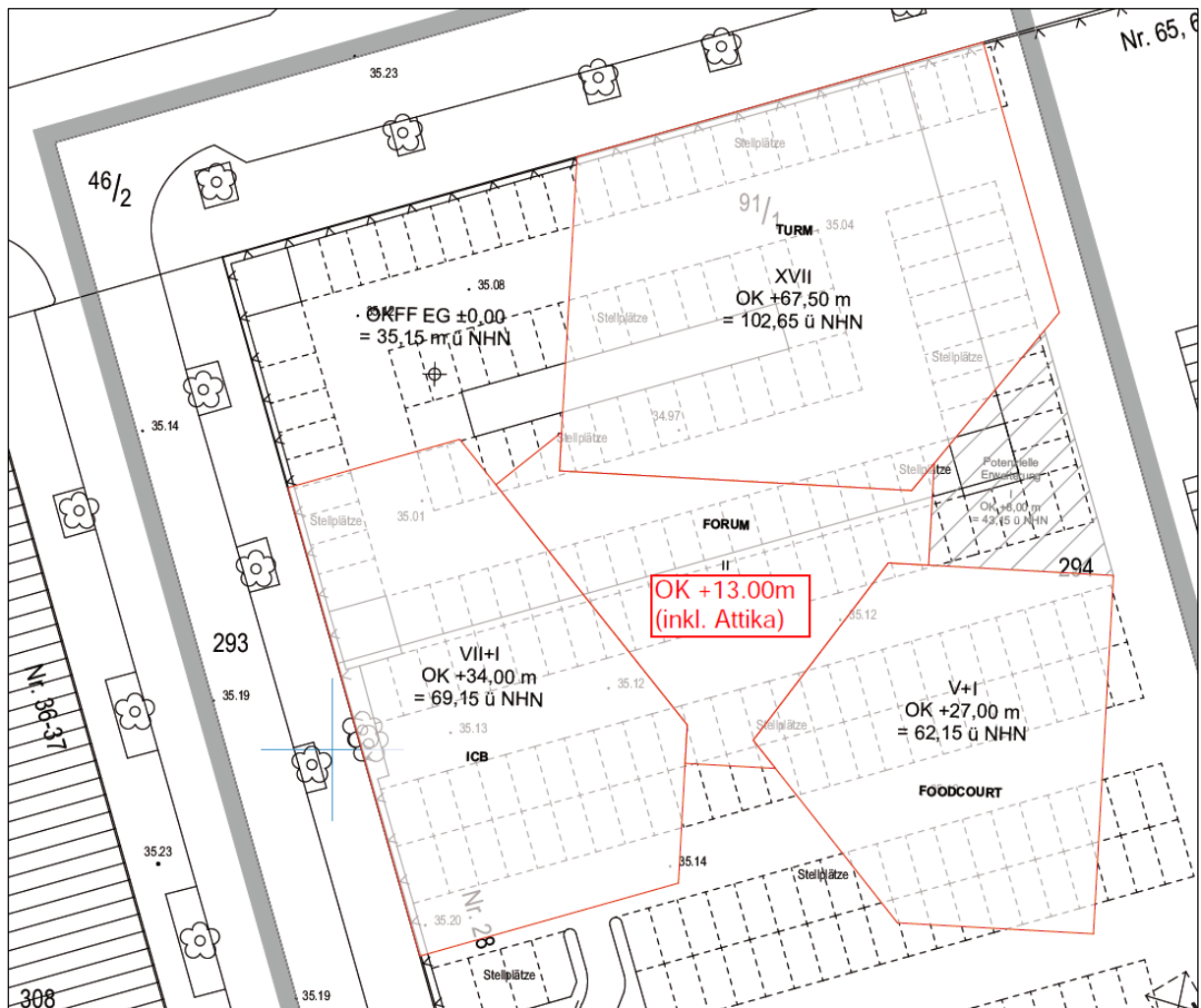


Abb. 3.2: Planungsstand 17.09.2025 als Untersuchungsgrundlage

4 EINORDNUNG IM STADTKLIMA

In **Abb. 4.1** ist ein Ausschnitt der Klimaanalysekarte des Umweltatlas Berlin (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, 2022) im Bereich des Untersuchungsgebietes zu finden. Die Klimaanalysekarte stellt eine Zusammenfassung aus verschiedenen klimatischen Parametern dar und bewertet die Stadtflächen auf Blockebene bioklimatisch. Im Folgenden werden die Flächen anhand des Wärmeinseleffektes bewertet, welcher die nächtliche Erwärmung bebauter Siedlungsflächen gegenüber unbebauten Flächen beschreibt.

Aufgrund des hohen Versiegelungsgrades und der dichten Bebauungsstrukturen sind im Umfeld des Plangebiets erhöhte Wärmeinseleffekte dargestellt. Im Plangebiet selbst und den nördlich bis südwestlich gelegenen Bereichen liegt die nächtliche Erwärmung bei bis zu 2 K. In den östlichen bis südöstlichen Teilflächen liegt der Wärmeinseleffekt aufgrund der deutlich dichteren Bebauung sogar bei bis zu 3 K. Das Umfeld lässt sich demnach als überwiegend bioklimatisch ungünstig einstufen. Über versiegelten Flächen kommt es tagsüber zu einer stärkeren Wärmespeicherung der einfallenden Strahlung. Nachts wird diese Wärme wieder an die Umgebungsluft abgegeben, was zu einer deutlich geringeren nächtlichen Abkühlung im Vergleich zum Umland führt. Insbesondere bei austauscharmen Wetterlagen können im Sommer hier erhöhte Hitzebelastungen auftreten.

Die **Abb. 4.2** stellt einen Ausschnitt der Karte „Bodennahes Windfeld und Kaltluftvolumenstrom“ des Umweltatlas (2022) dar. Der Ausschnitt zeigt im Plangebiet und dessen Umfeld lediglich sehr niedrige mittlere Kaltluftvolumenströme. Des Weiteren sind im Umfeld des Plangebiets keine Windpfeile dargestellt. Dies lässt darauf schließen, dass in der unmittelbaren Umgebung des Plangebietes keine relevanten nächtlichen Kaltluftströme nachweisbar sind und Kaltluft folglich eine untergeordnete Rolle spielt. Dies begünstigt ebenfalls den nächtlichen Wärmeinseleffekt (vgl. **Abb. 4.1**).

Die **Tab. 4.1** zeigt die für 30-jährige Klimareferenzzeiträume berechneten wärmebelastungsrelevanten Klimakenntage an der nahegelegenen DWD-Messstation Berlin-Tegel. Es ist ein zunehmender Trend erkennbar, wobei die Anzahl der heißen Tage vom Zeitraum 1961–1990 bis 1991–2020 um ca. 40 % zugenommen haben. Angesichts steigender globaler Lufttemperaturen als Folge des Klimawandels ist mit einer weiteren Zunahme der durchschnittlichen jährlichen Anzahl mit erhöhter Wärmebelastung und einer damit einhergehenden weiteren Verschlechterung der thermischen Bedingungen im Plangebiet zu rechnen.



Abb. 4.1: Ausschnitt aus der Klimaanalysekarte 2022, Plangebiet in Magenta (Umweltatlas 2022)

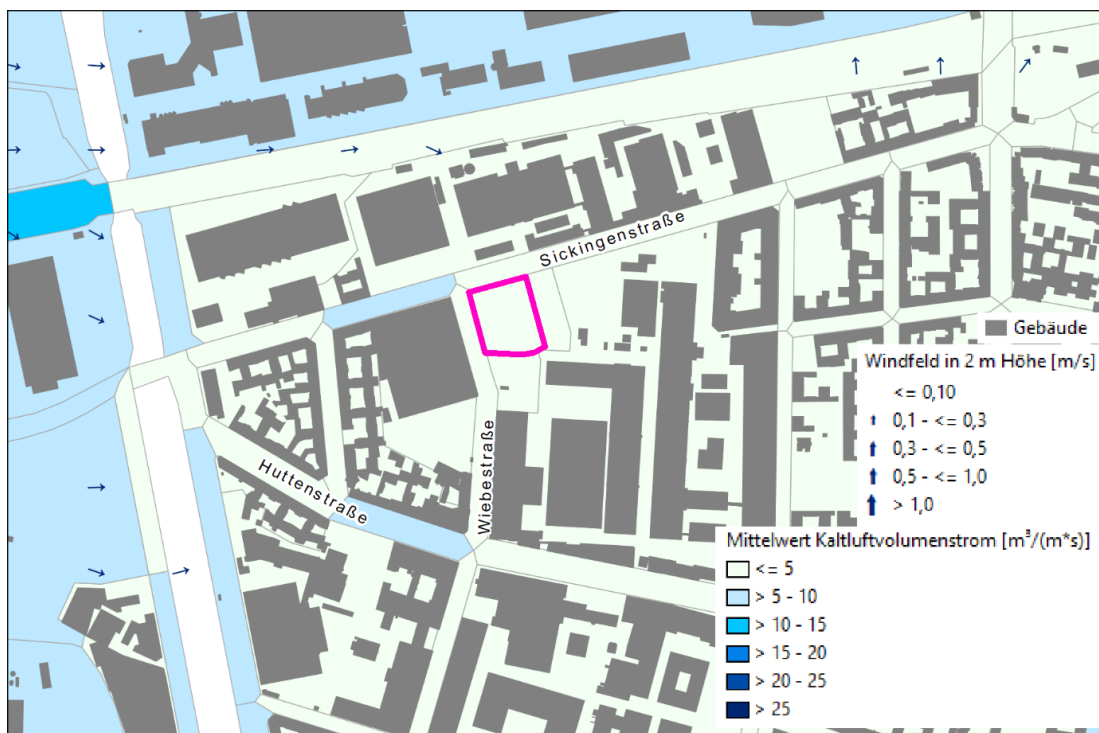


Abb. 4.2: Ausschnitt aus der Karte „Bodennahes Windfeld und Volumenstrom“ (Umweltatlas 2022)

Kenntage	Klimaperioden			
	1961-1990	1971-2000	1981-2010	1991-2020
Mittlere Lufttemperatur (°C)	9.3	9.8	10.2	10.4
Anzahl Sommertage	34.5	37	41	45.5
Anzahl Heiße Tage	7	8.5	8.5	10
Anzahl Eistage	25	18	17	14
Anzahl Frosttage	77.5	72	72.5	68.5
Anzahl Tropennächte	1	1	1.5	1.5

Tab. 4.1: Entwicklung der durchschnittlichen jährlichen Anzahl klimatologischer Kenntage für Berlin-Tegel in einzelnen Klimaperioden (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen Berlin, 2024)

5 VORGEHENSWEISE

Im Rahmen des Bauleitverfahrens sind Aussagen zu den Auswirkungen der Planung auf den Windkomfort und das Lokalklima erforderlich. Die Untersuchungen zum Windkomfort und der Gefährdung durch Starkwinde erfolgt entsprechend der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 4 „Methoden zur Beschreibung von Stark- und Schwachwinden in bebauten Gebieten und deren Bewertung“ mittels numerischer Modellierung unter Berücksichtigung des Gebäudeeinflusses, die mit der aktuellen Version des prognostischen mikroskaligen Strömungsmodells MISKAM durchgeführt werden. Zur Ermittlung der lokalklimatischen Auswirkungen der Planung werden bioklimatische Berechnungen mit dem Stadtklimamodell PALM-4U durchgeführt.

5.1 Vorgehensweise Windkomfort

5.1.1 Methodik

Windkomfortprobleme durch unerwartete Böigkeiten können auftreten, wenn im innerstädtischen Bereich Hochhäuser geplant werden oder bestehen, die die vorliegende oder geplante Bebauung deutlich an Höhe überragen. Unerwartete Böigkeiten entstehen insbesondere bei übergeordneten höheren Windgeschwindigkeiten. Dementsprechend ist für solche Auswertungen die Kenntnis der Häufigkeit auftretender Anströmungen mit hoher Windgeschwindigkeit erforderlich.

Zur Veranschaulichung der Wirkung von verschiedenen Windgeschwindigkeiten ist in der **Tab. 5.1** der Zusammenhang zwischen der Windgeschwindigkeit und der Windwirkung anhand einiger Beispiele aufgezeigt, dabei sind zum Teil beeinträchtigende Windwirkungen schon ab einer bodennahen Windgeschwindigkeit von ca. 6 m/s vorhanden.

Die in der Literatur angegebenen Windkomfortkriterien unterscheiden sich dahingehend, dass sie sich entweder auf den Stundenmittelwert der Windgeschwindigkeit oder auf die Böenwindgeschwindigkeit beziehen. Es sind Komfortkriterien beschrieben, die bei Überschreitung bestimmter Windgeschwindigkeiten Einschränkungen für bestimmte Nutzungen angeben.

Die Untersuchung des Windkomforts erfolgt entsprechend der VDI-Richtlinie „Methoden zur Beschreibung von Stark- und Schwachwinden in bebauten Gebieten und deren Bewertung“ (VDI 3787 Blatt 4, 2020) mittels numerischer Modellierung. Dazu werden Überschreitungshäufigkeiten mehrerer Schwellenwerte der Windgeschwindigkeit über den betrachteten Zeitraum unter Berücksichtigung der örtlichen Windstatistik und berechneten Strömungsfeldern für alle

Windrichtungen in 10-Grad-Schritten bestimmt. Für Aussagen im Rahmen der Bebauungsplanung sind diese orientierenden Berechnungen ausreichend.

Windgeschwindigkeit in m/s	Windstärke	Effekt
bis ca. 1.5	1	Ruhe, keine merkliche Luftströmung
ca. 1.6 – ca. 3.3	2	im Gesicht fühlbare Luftströmung
ca. 3.4 – ca. 5.4	3	Wind bewegt leichte Fahnen und lange Haare
ca. 5.5 – ca. 7.9	4	Papier fliegt auf, Frisur wird zerstört
ca. 8.0 – ca. 10.7	5	Windkraft am Körper fühlbar
ca. 10.8 – ca. 13.8	6	Regenschirme nur mit Mühe zu benutzen
ca. 13.9 – ca. 17.1	7	Schwierigkeiten beim Gehen
ca. 17.1 – ca. 20.7	8	große Schwierigkeiten, das Gleichgewicht zu halten
ca. 20.8 – ca. 24.4	9	Menschen werden vom Wind weggeblasen

Tab. 5.1: Zusammenhang zwischen Windgeschwindigkeit und Wirkung des Windes nach Stiemer (1977)

Das lokale Windklima lässt sich nach der o. g. Richtlinie in vier Kategorien einteilen, und zwar in die Komfortbereiche A (sehr hoher Windkomfort) bis D (sehr geringer Windkomfort). Der Grad der Beeinträchtigung durch zu hohe Windgeschwindigkeiten ist von den jeweiligen Tätigkeiten betroffener Personen abhängig. Deshalb werden laut o. g. VDI-Richtlinie folgende Aktivitätsklassen gebildet:

- Längeres Sitzen oder Stehen (höchste Anforderungen an den Windkomfort, z. B. in Parkanlagen, Marktplätzen, Straßencafés, Biergärten, Spielplätzen, Ruhezonen)
- Kurzzeitiges Sitzen und Stehen (z. B. Bahn- oder Bushaltestelle, sonstige Wartebereiche im Freien)
- Langsames Flanieren, Bummeln (z. B. Ladenzeilen, Eingangsbereiche)
- Zügiges Durchqueren (geringste Anforderungen an den Windkomfort, z. B. Passagen, Parkplätze).

Den vier Windkomfortbereichen „A“ bis „D“ werden diese Aktivitätsklassen entsprechend **Tab. 5.2** zugeordnet.

Windkomfortbereich	Aktivitätsklasse			
	Längeres Sitzen oder Stehen	Kurzzeitiges Sitzen oder Stehen	Langsames Flanieren, Bummeln	Zügiges Durchqueren
A	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
B	mäßig geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
C	ungeeignet	mäßig geeignet	geeignet	geeignet
D	ungeeignet	ungeeignet	mäßig geeignet	noch geeignet

Tab. 5.2: Kriterien zur Beurteilung des lokalen Windklimas auf Belästigungen durch Wind nach der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 4 „Methoden zur Beschreibung von Stark- und Schwachwinden in bebauten Gebieten und deren Bewertung“ (2020)

Für verschiedene, über den möglichen Geschwindigkeitsbereich verteilte Grenzgeschwindigkeiten (hier: 3 m/s, 6 m/s, 9 m/s, 12 m/s und 15 m/s) werden die Komfortklassen berechnet. Die resultierende Windkomfortkomfortklasse ergibt sich aus der ungünstigsten Komfortklasse, die aus den betrachteten Grenzgeschwindigkeiten hervorgeht. Die Bewertung erfolgt in 1.5 m Höhe, d. h. der Lauf- und Verweilhöhe von Passantinnen und Passanten. Die Grenzgeschwindigkeiten $u_{Grenz}(p)$ lassen sich nach der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 4 „Methoden zur Beschreibung von Stark- und Schwachwinden in bebauten Gebieten und deren Bewertung“ als Verteilungen mit folgender Gleichung darstellen:

$$u_{Grenz}(p) = 0.103 * c * (-\ln p)^{1/k} * u_{Grenz}(p = 0.01), \text{ mit } c = 4 \text{ und } k = 2.5.$$

Die Bewertungsstufen setzen sich damit aus einer Kombination von Häufigkeiten der Überschreitung bestimmter Windgeschwindigkeiten bis zur jeweiligen Grenzgeschwindigkeit zusammen.

Die **Abb. 5.1** zeigt die Einteilung der Windkomfortbereiche A bis D für die stundengemittelten Windgeschwindigkeiten. Ergeben sich Überschreitungswahrscheinlichkeiten einer Grenzgeschwindigkeit, die größer als der Windkomfortbereich D sind, ist eine Gefährdung durch Starkwinde auf Basis der jahresmittleren Windverhältnisse nicht ausgeschlossen; wird diese Stufe im Betrachtungszeitraum lediglich sehr selten erreicht, kann nach VDI 3787 Blatt 4 (2020) eine Gefährdung weitgehend ausgeschlossen werden. Es sei darauf hingewiesen, dass bei einzelnen Extremereignissen, z. B. Stürmen, in allen Bereichen potenzielle Gefährdungen auftreten

können, die aufgrund verschiedener Faktoren in Teilbereichen noch extremer sein können; dies ist jedoch nicht Teil der vorliegenden Betrachtung.

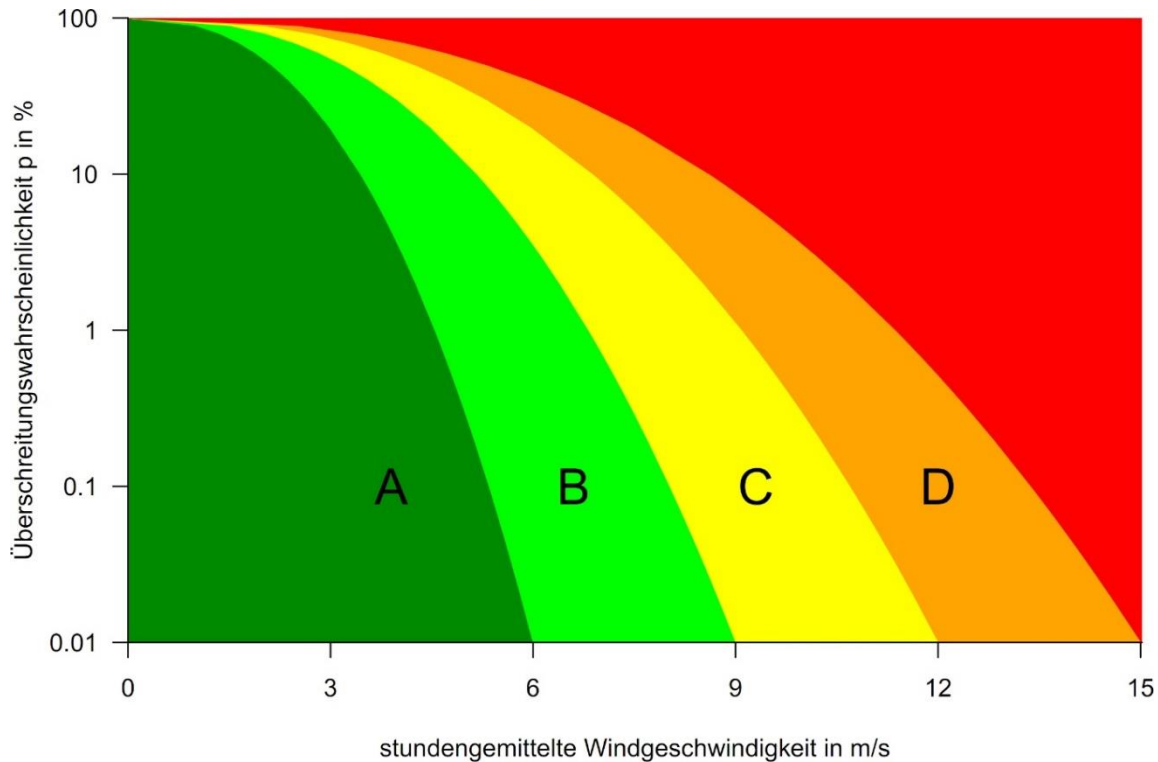


Abb. 5.1: Einteilung der Windkomfortbereiche A bis D bei stärkeren Winden für die Windgeschwindigkeit in Lauf- und Verweilhöhe nach der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 4

5.1.2 Berechnungsverfahren mit MISKAM

Zur Ermittlung der Windkomfortverhältnisse werden Windfeldberechnungen mit dem für solche Fragestellungen geeigneten mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM in der aktuellen Version 6.42 vom 16.11.2021 durchgeführt.

Das Modell MISKAM wurde anhand mehrerer Datensätze aus Windkanälen und Naturmessreihen überprüft und umfangreich validiert (Eichhorn, 1995, Eichhorn, 2003, Eichhorn, 2004, Schädler et al., 1996). Unser Büro hat sich mit dem Modell MISKAM an einem bundesweiten, von BWPLUS Forschungszentrum Karlsruhe veranstalteten „Vergleich von berechneten Immissionswerten innerhalb eines beidseitig bebauten Straßenquerschnitts“ erfolgreich beteiligt.

Grundlage der Simulationsrechnungen sind die Lage und Höhe der Bebauung im Bestand und im Planfall. Das Modell MISKAM arbeitet mit einem nicht-äquidistanten Rechengitter. Bei den für die vorliegende Untersuchung durchgeführten Strömungs- und Ausbreitungsrechnungen

werden die Vorgaben der VDI-Richtlinie für prognostische Windfeldmodelle VDI 3783 Blatt 9 (2017) hinsichtlich Auflösung und Größe des Rechengitters beachtet. Das hier angesetzte Rechengebiet ist sowohl horizontal als auch vertikal deutlich größer als das Untersuchungsgebiet, um Randeffekte zu vermeiden (Ketzler et al., 1999), und um die Kriterien der o. g. VDI-Richtlinie zu erfüllen.

Das digital erfasste Gebäudekataster wird für die Strömungsberechnungen in ein rechteckiges Rechengitter überführt. Das Rechengitter besteht aus 308 x 308 Boxen in horizontaler Richtung und umfasst eine Ausdehnung von ca. 1 800 m x 1 800 m. Es wird ein nicht äquidistantes Gitter verwendet, das in der Umgebung der geplanten Gebäude an der Bebauung eine Auflösung von 1 m aufweist und nach außen gröber wird. In vertikaler Richtung reicht das Gitter mit 58 Ebenen bis in eine Höhe von 500 m über Grund, wobei die Ebenen bis zum Dachniveau mit 0.6 m bis 2 m fein aufgelöst sind. Mit diesen Daten erfolgen Windfeldberechnungen für alle Anströmungsrichtungen entsprechend den Windrichtungsangaben der Windstatistik.

5.2 Vorgehensweise Mikroklima mit PALM-4U

Die Simulation der bioklimatischen Parameter erfolgt mit dem Stadtklimamodell PALM-4U (<https://palm.muk.uni-hannover.de/trac/wiki/palm4u>). Auf der Grundlage der Simulationsrechnungen werden für das Untersuchungsgebiet und die angrenzenden Gebiete Aussagen zu den Themenkomplexen Temperatur bzw. Überhitzung erarbeitet.

Mittels dem Stadtklimamodell PALM-4U werden u. a. die potenzielle Temperatur, die spezifische Feuchte sowie die Windkomponenten prognostisch berechnet. PALM-4U kann im Bereich der Meso- und der Mikroskala eingesetzt werden und berücksichtigt die energetischen Wechselwirkungen zwischen Boden, Oberflächen und Atmosphäre. Diese werden durch das Relief, die Landnutzung und durch Strömungshindernisse wie Gebäude, sonstigen Bauwerke oder Vegetation beeinflusst.

Die Berechnungen mit PALM-4U basieren auf den Grundgesetzen der Strömungs- und Thermodynamik und beinhalten die Simulation von:

- turbulenter Umströmung, Überströmung und Unterströmung von Hindernissen bzw. Bauwerken wie Gebäuden,
- Austausch von Wärme und Feuchte an natürlichen und anthropogenen Oberflächen,
- Wechselwirkungen von Strahlung, Impuls und Wärme mit einer expliziten Vegetationsschicht,

- bioklimatischen Bewertungsindizes.

Für weiterführende Informationen sei auf die o. g. Internetadresse sowie auf Fachliteratur (z. B. Raasch und Schröter, 2001; Maronga et al., 2015; Maronga et al., 2019, Maronga et al., 2020) verwiesen.

Das Modell ist nach der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 9 „Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle“ validiert (<https://palm.muk.uni-hannover.de/trac/wiki/doc/tec/evaluation>). Eine Validierung des komplexen Testfalls E8 „Stuttgarter Talkessel Strömungskanalisation, Kaltabflüsse“ der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 7 (1997) „Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle“ wurde erfolgreich durchgeführt (Lohmeyer, 2020).

Grundlage der Simulationsrechnungen sind die Aufnahme des Reliefs und der Landnutzung sowie der Bebauung nach Lage und Höhe im Betrachtungsgebiet. Die Simulationen werden in einem vierstufigen sogenannten Nesting-Verfahren (Gitterverfeinerung) durchgeführt (vgl. **Tab. 5.3**). Um alle relevanten Kaltlufteinzugsgebiete zu erfassen, wird eine übergeordnete mesoskalige Simulation mit 100 m horizontaler Maschenweite durchgeführt. Im nächsten Schritt wird darin ein eingebettetes mesoskaliges Gebiet mit 50 m horizontaler Maschenweite berechnet. Anschließend wird mittels Nesting ein mikroskaliges Gebiet mit 10 m horizontaler Maschenweite simuliert. Für das eigentliche Untersuchungsgebiet („Ziel-Rechengebiet“) wird im letzten Schritt eine mikroskalige Simulation mit einer horizontalen Maschenweite von 2.5 m bei 463 x 463 Gitterpunkte (ca. 1.2 km x 1.2 km) realisiert. Die vertikale Auflösung beträgt hierbei in Bodennähe 2.5 m. Bei den mikroskaligen Simulationen (10 m und 2.5 m) werden Baukörper und hohe Vegetation dreidimensional berücksichtigt; in den mesoskaligen Simulationen sind diese parametrisiert enthalten. Das Setup der Simulationen erfolgt in Anlehnung an die Anforderungen der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 7 „Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle“ und der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 9 „Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle“.

Rechengebiet	Gitterzellen in x- und y-Richtung	Horizontale Gitterauflösung	Vertikale Gitterauflösung in Bodennähe (m)	Anmerkung
Mesoskala	839 x 583	100	8	
Mesoskala	383 x 311	50	6	
Mikroskala	659 x 463	10	5	Gebäude und Vegetation explizit aufgelöst
Mikroskala	480 x 480	2.5	2.5	Gebäude und Vegetation explizit aufgelöst

Tab. 5.3: Modelltechnische Angaben zu den Rechengebieten

In der Simulation werden die tageszeitlichen Schwankungen der meteorologischen Parameter über feste Startparameter, äußere Randbedingungen und den tageszeitlich wechselnden Strahlungseinfall gesteuert. Die Startparameter und Randbedingungen werden in einer Initialisierungsdatei vorgegeben. Die wichtigsten Parameter sind:

- Geographische Position
- Datum und Uhrzeit
- Vertikalprofil der Windgeschwindigkeit und -richtung
- Vertikalprofil der Lufttemperatur
- Vertikalprofil der spezifischen Luftfeuchtigkeit
- Bodentemperatur- und Bodenfeuchteprofil

In der vorliegenden Untersuchung wird für das Untersuchungsgebiet der Tagesverlauf an einem strahlungsreichen Sommertag in Form eines trocken-heißen Sommertags ohne Bewölkung mit geringer Windgeschwindigkeit und hieraus resultierendem hohen Wärmestress-Potenzial simuliert. Die Initialisierung des Anfangszustands der Atmosphäre und des Bodens erfolgt in Anlehnung an Beobachtungsdaten, die für die Umgebung des Untersuchungsgebiets vorliegen. Die angesetzten Bodeneigenschaften zeigen noch keine Anzeichen von Trockenstress. Ausreichende Feuchtigkeit im Boden gewährleistet weiterhin die Funktionalität der relevanten klimaökologischen Funktionen, die mit Hilfe der Simulationsrechnung aufgezeigt werden soll (z. B. Grünanlagen).

Auf Grundlage der so ermittelten Ergebnisse der bioklimatischen Simulationsrechnungen erfolgt für das Untersuchungsgebiet und die angrenzenden Siedlungen eine Quantifizierung und Bewertung der planungsbedingten klimaökologischen Auswirkung und ggf. die Ableitung von Empfehlungen zur Optimierung der lokalen Situation.

5.3 Meteorologische Eingangsdaten

Für die Ermittlung der Windkomfortverhältnisse sowie der mittleren Windverhältnisse werden Zeitreihen von Windgeschwindigkeit und Windrichtung benötigt, die für die Windverhältnisse über Dach repräsentativ sein müssen.

Für die hier durchgeführten Berechnungen des Windkomforts werden die langjährigen Windmessdaten der Messstation Berlin-Tegel des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zugrunde gelegt. Die Wetterstation liegt nur ca. 4 km nördlich des Plangebietes, sodass sich die genannten Messungen für die Überdach-Windverhältnisse im Untersuchungsgebiet repräsentativ sind. Die **Abb. 5.2 links** zeigt die ganzjährige mittlere Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung an der Station Berlin-Tegel für die Jahre 2012 bis 2021. Für die Station ergibt sich bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von 3.5 m/s ein Hauptmaximum bei westlichen sowie nord- und südwestlichen Richtungen.

In Bezug auf die bioklimatischen Berechnungen wird ein sog. „Heißer Tag“, d. h. ein Tag, an dem das Maximum der Lufttemperatur ≥ 30 °C beträgt, betrachtet. Für den meteorologischen Modellantrieb von PALM-4U werden die Wetterdaten der DWD-Station Berlin-Brandenburg zugrunde gelegt. Durch die außerstädtische Lage der Messstation werden übergeordnete meteorologische Gegebenheiten erfasst und in den Modellsimulationen berücksichtigt. Dies ist notwendig, da mesoskalige Einflüsse nicht übersehen werden dürfen. Deshalb ist für diese Fragestellung die Verwendung der Daten einer anderen Station zielführender. Dies ist dadurch bedingt, dass die Station Tegel städtisch beeinflusst ist und deshalb die Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht im Freiland nicht gut genug repräsentiert. Die Auswertung der Windverhältnisse an der Station Berlin-Brandenburg für „Heiße Tage“ zwischen 2011 und 2020 zeigt eine Häufung für östliche Anströmungen bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von ca. 3.0 m/s (**Abb. 5.2 rechts**).

Die **Abb. 5.3** zeigt beispielhaft Zeitreihen der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchte vom 24.07.2018 bis zum 26.07.2018 an der Station Berlin-Brandenburg. An allen drei Tagen werden Höchstwerte zwischen ca. 30 °C und 32 °C gemessen, im Laufe der Nacht gehen die Lufttemperaturen auf etwa 18 °C bis 19 °C zurück. Zur Initialisierung der Rechnungen mit PALM-4U wurden die Temperatur und die Feuchte in Anlehnung an die Werte des 25.07.2018 um 00 Uhr MESZ verwendet.

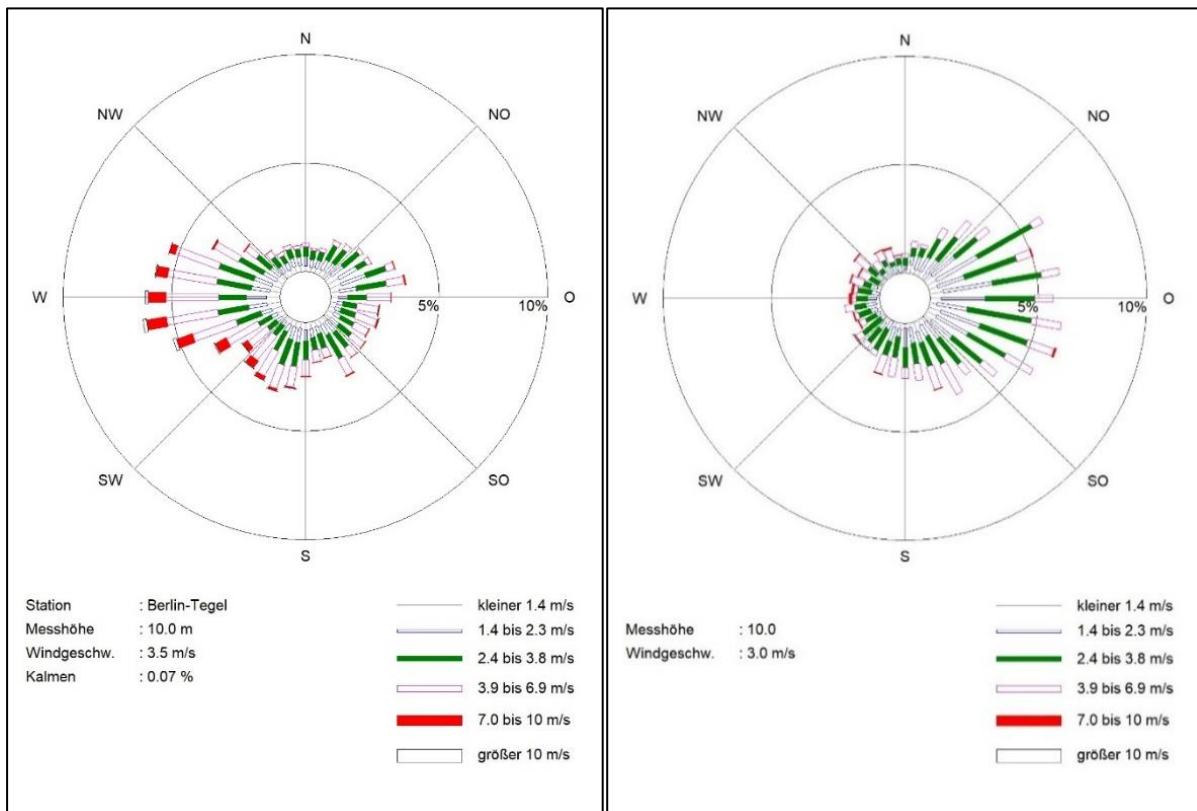


Abb. 5.2: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung an der DWD-Station Berlin-Tegel von 2012 bis 2021, links für alle Tage und rechts an der DWD-Station Berlin-Brandenburg von 2012 bis 2021 für Heiße Tage (Quelle: DWD, eigene Darstellung)

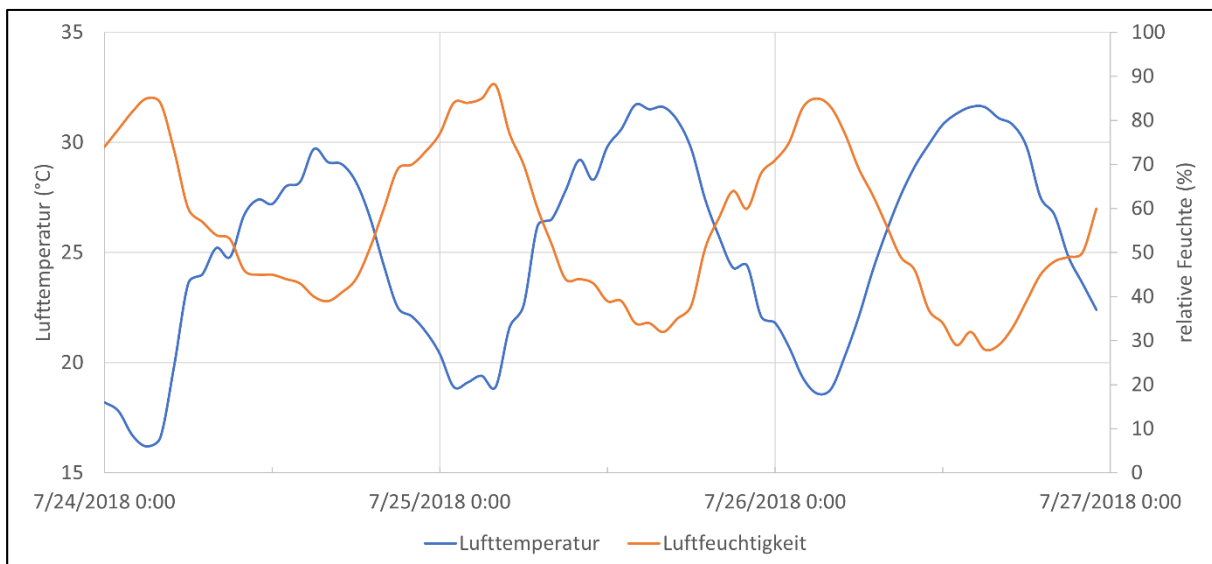


Abb. 5.3: Zeitreihen der Lufttemperatur (blau) und relative Luftfeuchtigkeit (orange) der DWD-Station Berlin Brandenburg von 24.07.2018 00 Uhr bis 26.08.2018 23 Uhr (Quelle: DWD, eigene Darstellung).

6 GEO- UND RAUMBEZOGENE EINGANGSDATEN

Für die mikroklimatische Simulation mit PALM-4U werden verschiedene Eingangsdaten benötigt, die einen relevanten Einfluss auf das Mikroklima im Untersuchungsgebiet haben. Die Landbedeckung ist ein maßgeblicher Einflussfaktor für die Ausprägung lokalklimatischer Verhältnisse. Einerseits beeinflussen Landbedeckungsmerkmale, z. B. in natürlicher Form von (hoher) Vegetation oder in künstlicher Form wie Gebäude oder Verkehrsflächen, durch die sogenannte Boden- oder Oberflächenrauigkeit die bodennahen Windverhältnisse und damit verbunden den möglichen Abtransport thermisch belasteter bzw. das Zuführen frischer Luftmassen. Andererseits wechselwirkt die Landbedeckung mit dem Wärme- und Feuchtehaushalt der Atmosphäre. Bäume und Gebäude verschatten in ihrer Umgebung den Boden. Künstliche, versiegelte Oberflächen erwärmen sich tagsüber in der Regel intensiver gegenüber unversiegelten Oberflächen, insbesondere im Fall von begrünten Oberflächen, und geben diese Wärme abends bis nachts wieder an die Umgebungsluft ab. Unversiegelte, begrünte Oberflächen nehmen Wasser auf und wirken durch Verdunstung positiv auf ihre Umgebung. Neben der Landbedeckung ist auch das Relief für die Klimamodellierung eine wesentliche Eingangsgröße, denn es übt direkten Einfluss auf das meteorologische Prozessgeschehen aus (z. B. geländefolgende Windströmungen).

Die in den PALM-4U-Simulationsrechnungen verwendeten Oberflächentypen für den Bestand werden auf der Grundlage von Satellitendaten (Urban Atlas Land Cover, Copernicus 2018) sowie von aktuellen Luftbildern abgeleitet. Bäume werden im Modell dreidimensional berücksichtigt. Die Erfassung der bestehenden Baumstandorte und Baumhöhen erfolgt auf der Grundlage von aktuellen Luftbildern und Laserscandaten (DOM). Die Erfassung der bestehenden Gebäude, die im Modell als 3D-Objekt berücksichtigt werden, erfolgt auf Grundlage des digitalen Gebäudemodells LOD1 sowie aktueller Luftbilder. Für das Relief werden Daten des digitalen Geländemodells (DGM1) zugrunde gelegt. Die Eingangsdaten für das Plangebiet werden aus Plangrundlagen entnommen, die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden (vgl. **Abb. 3.2**).

Das Plangebiet ist derzeit vollständig versiegelt. Das Umfeld ist durch eine hohe Bebauungsdichte geprägt: Es dominieren Gewerbehallen mit Höhen bis 10 m bzw. 15 m; im westlichen Teilbereich befinden sich Wohnhäuser mit Höhen bis 25 m. Unmittelbar östlich des Plangebiets schließt ein kürzlich errichtetes Parkhaus an. Die umliegenden Straßen sind gesäumt von großkronigen Platanen. Insgesamt zeigt das Untersuchungsgebiet eine stark versiegelte Oberflächenstruktur. Ca. 350 m westlich liegt der Charlottenburger Verbindungskanal. Das Relief ist überwiegend flach, nördlich leicht durch die Bahntrassen erhöht.

Obwohl das Plangebiet aktuell unbebaut ist, erlaubt das geltende Baurecht eine Bebauung gemäß dem rechtskräftigen Bebauungsplan; für die Untersuchungen wird in Abstimmung mit den Vorhabenträgern die maximal zulässige Bebauung als Nullfall angenommen, entsprechend sind etwa 70 % der Fläche mit Gebäuden in Höhe von 20 m überplant.

Für den Planfall wird die in **Abb. 3.2** dargestellte Bebauung angenommen. Die Oberflächenversiegelung bleibt auf vergleichbarem Niveau wie im Nullfall. Lediglich zwei auf der Plangebietsgrenze zur Wiebestraße befindliche Bäume würden im Zuge der Planung entfallen.

Im Anhang A3 sind die Modelleingangsdaten grafisch dargestellt.

In die Berechnung zum Windkomfort mit MISKAM gehen die vorhandenen und Geplanten Gebäudstrukturen explizit ein, die aus PALM-4U unverändert übernommen werden. Vegetation wird für die Windkomfortbetrachtung konservativ vernachlässigt. Auch das Relief wird nahezu ebenen Rechengebiet von MISKAM nicht berücksichtigt.

7 ERGEBNISSE

7.1 Windfelduntersuchungen

7.1.1 Mittlere Windverhältnisse

Die **Abb. 7.1** zeigt die mittleren jährlichen Windgeschwindigkeiten in ca. 10 m über Grund für den Nullfall. Die Windverhältnisse werden in starkem Maße von der Bebauungsstruktur geprägt. Hierdurch hervorgerufene Strömungsphänomene - Verdrängung, Wirbelablösung, Kanalisierung, Umlenkung, Stau und Abschirmung - bewirken kleinräumige Veränderungen der Windgeschwindigkeit und der Windrichtung.

Im Bereich offener Freiflächen, wie z. B. über dem Gleisbereich nördlich des Plangebietes, werden Windgeschwindigkeit im Jahresmittel bis zu 2.5 m/s berechnet, d. h. deutlich weniger als im Bereich der ungestörten Messungen an der Station Berlin-Tegel. Aufgrund des Einflusses der Bebauung auf das Windfeld werden im Nahbereich von Gebäuden grundsätzlich reduzierte Windgeschwindigkeiten ermittelt. In breiteren Straßenzügen werden Windgeschwindigkeiten bis ca. 1.8 m/s berechnet, während in Bereichen dichter Bebauung oder Innenhöfe besonders niedrige Windgeschwindigkeiten von ca. 0.2 m/s auftreten (vgl. südwestlich des Plangebietes). Über den unbebauten Flächen des Gleisbereichs nördlich des Plangebietes und aufgrund der Exposition zur vorherrschenden Hauptanströmrichtung werden dort die höchsten mittleren Windgeschwindigkeiten bis zu 2.5 m/s berechnet. In unmittelbarer Umgebung des Plangebietes sind vor allem im Straßenzug der Sickingenstraße vergleichsweise hohe Windgeschwindigkeiten ermittelt mit Werten bis 1.8 m/s. Innerhalb des Plangebietes werden aufgrund der dichten potenziell nach Planungsrecht möglichen Bebauung weitgehend niedrige mittlere Windgeschwindigkeiten bis maximal 1.2 m/s ermittelt. Zudem wurden aufgrund von Umlenkungseffekten unmittelbar südwestlich des fiktiven Bestandsgebäudes im Nullfall erhöhte mittlere Windgeschwindigkeiten von bis zu 1.8 m/s berechnet.

Die **Abb. 7.2** zeigt die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit in ca. 10 m über Grund für den Planfall. Durch die Planung werden die Windgeschwindigkeiten im Nahbereich der Plangebäude modifiziert. In der unmittelbaren Umgebung des Plangebietes treten lokale Ab- und Zunahmen der Windgeschwindigkeit auf. Vor den südwestlichen, südöstlichen und nordöstlichen Ecken der geplanten Gebäude werden die höchsten mittleren Windgeschwindigkeiten von bis zu 2 m/s berechnet. Bei Anströmung aus westlicher Richtung werden die Luftmassen aus höheren Schichten auf der Luvseite der hohen Gebäude in der unteren Fassadenhälfte teilweise nach unten abgelenkt und an den Gebäudeecken beschleunigt. Die dadurch entstehenden

Turbulenzen weisen in der Nähe der Gebäudeecken große Bodengeschwindigkeiten auf, hier sind erhöhte Böigigkeiten zu erwarten. Zusätzlich führen im Rahmen dieser Planung Umlenkungseffekte zu erhöhten Windgeschwindigkeiten bis 2 m/s unmittelbar nördlich des Plangebietes im Bereich der Sickingenstraße. Die Umsetzung der geplanten Bebauung führt gleichzeitig zu einer leichten Reduktion der mittleren Windgeschwindigkeiten in den Bereichen zwischen den einzelnen Gebäuden sowie im Lee der Planung. In den übrigen Straßenbereichen der Sickingenstraße sowie der Wiebestraße sind die mittleren Windgeschwindigkeiten moderat mit Werten um 1.4 m/s und somit vergleichbar zur Bestandssituation.

Die **Abb. 7.3** zeigt die mittleren jährlichen Windgeschwindigkeiten bodennah in ca. 1.5 m über Grund für den Nullfall. Über dem Gleisbereich sowie im westlichen Bereich der Sickingstraße werden vergleichsweise hohe Windgeschwindigkeiten bis 1.6 m/s im Jahresmittel berechnet. In 1.5 m Höhe über Grund zeigt sich deutlich der Einfluss von Gebäuden auf die Windgeschwindigkeit, welche in bebauten Umgebungen oftmals unter 0.5 m/s liegt. In den Straßenräumen der Sickingenstraße und Wiebestraße werden bodennahe Windgeschwindigkeiten zwischen 0.6 m/s und 1.4 m/s berechnet, wobei die höchsten Windgeschwindigkeiten an Gebäudeecken und Straßenkreuzungen auftreten. In der unmittelbaren Umgebung des Plangebietes werden bodennahe mittlere Windgeschwindigkeiten zwischen 0.5 m/s in Fassadennähe bis 1.4 m/s vor Gebäudeecken ermittelt.

Die **Abb. 7.4** zeigt die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit in etwa 1.5 m über Grund für den Planfall. Durch die Planung werden die Windgeschwindigkeiten im Nahbereich der Plangebäude modifiziert. In der unmittelbaren Umgebung des Plangebietes treten planungsbedingt lokale Ab- und Zunahmen der mittleren jährlichen Windgeschwindigkeit auf. In den Bereichen der südwestlich, südöstlichen sowie nordöstlichen Gebäudeecken der drei geplanten Gebäude werden die höchsten bodennahen Windgeschwindigkeiten zwischen 1.4 m/s bis 1.8 m/s berechnet. Ebenso wurden nördlich des Plangebiets im Straßenraum der Sickingenstraße sowie westlich des Plangebietes im Bereich der Wiebestraße Erhöhungen der bodennahen Windgeschwindigkeit bis 0.5 m/s ermittelt. Im Bereich der Gebäudelücken zwischen der geplanten Bebauung sowie im Lee der Planung lassen sich leichte Reduzierungen der mittleren bodennahen Windgeschwindigkeit von bis zu 0.4 m/s berechnen. Im übrigen Untersuchungsgebiet wurden mittlere Windgeschwindigkeiten vergleichbar zum Nullfall berechnet.

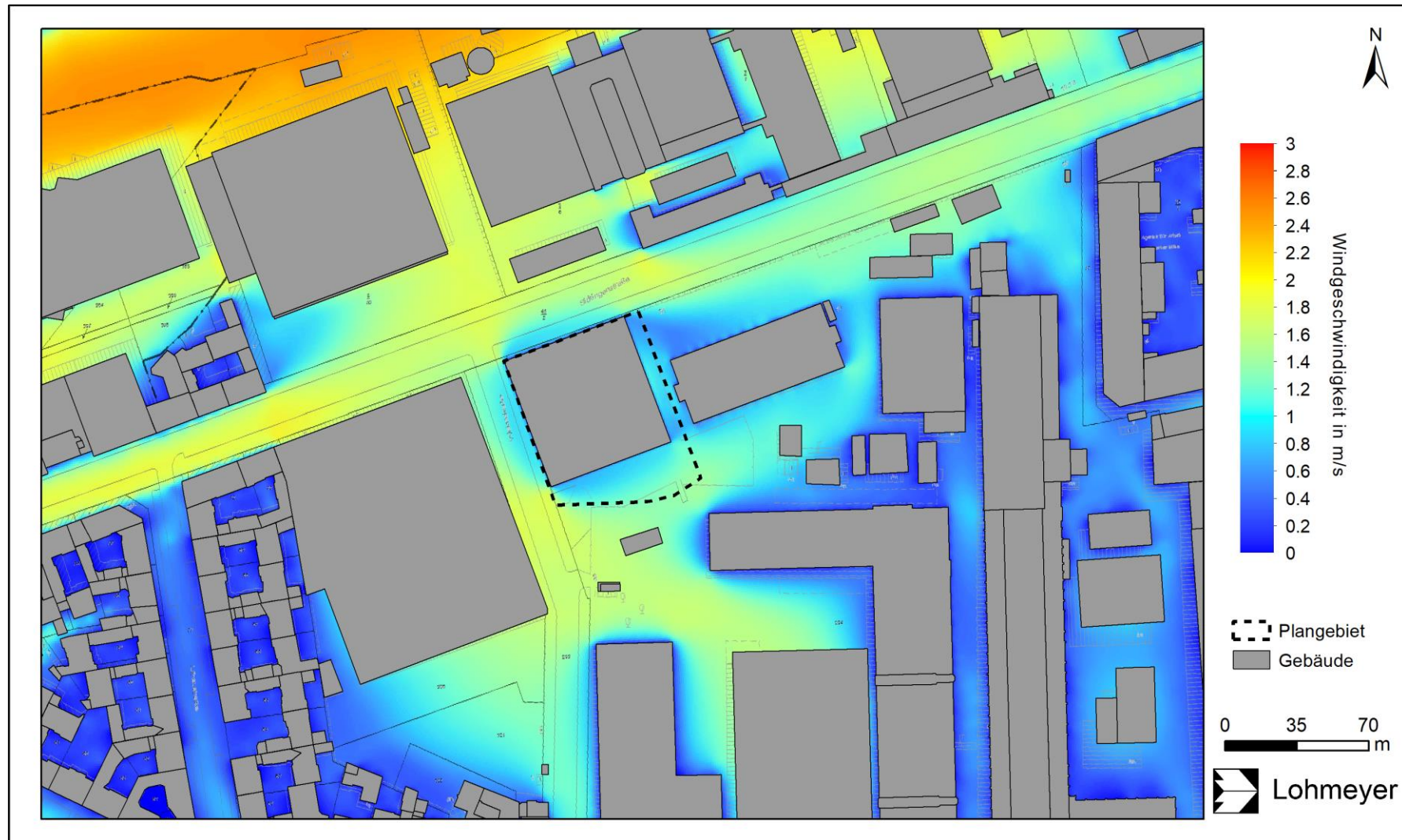


Abb. 7.1: Mittlere jährliche Windgeschwindigkeiten in m/s in 10 m über Grund für den Nullfall

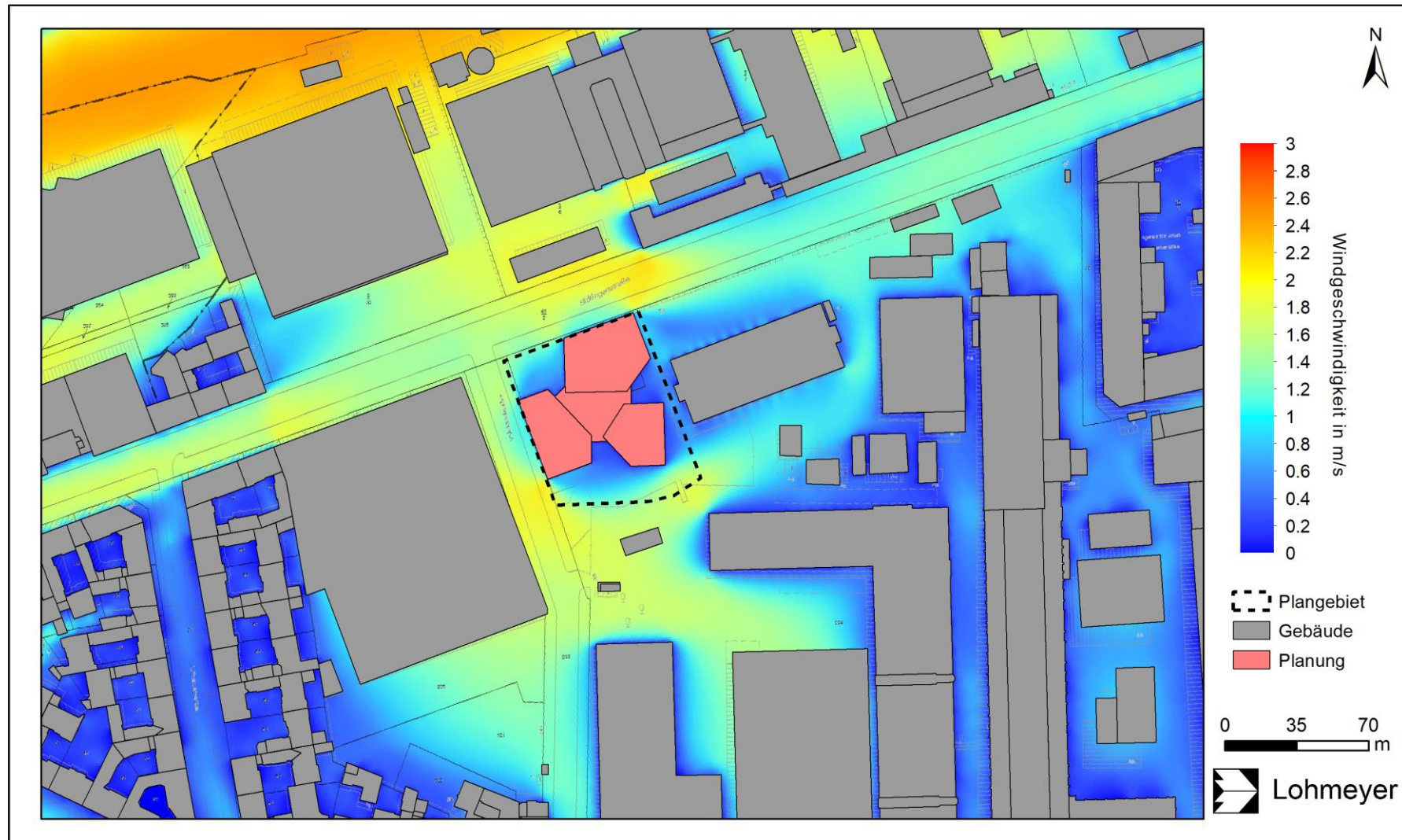


Abb. 7.2: Mittlere jährliche Windgeschwindigkeiten in m/s in 10 m über Grund für den Planfall

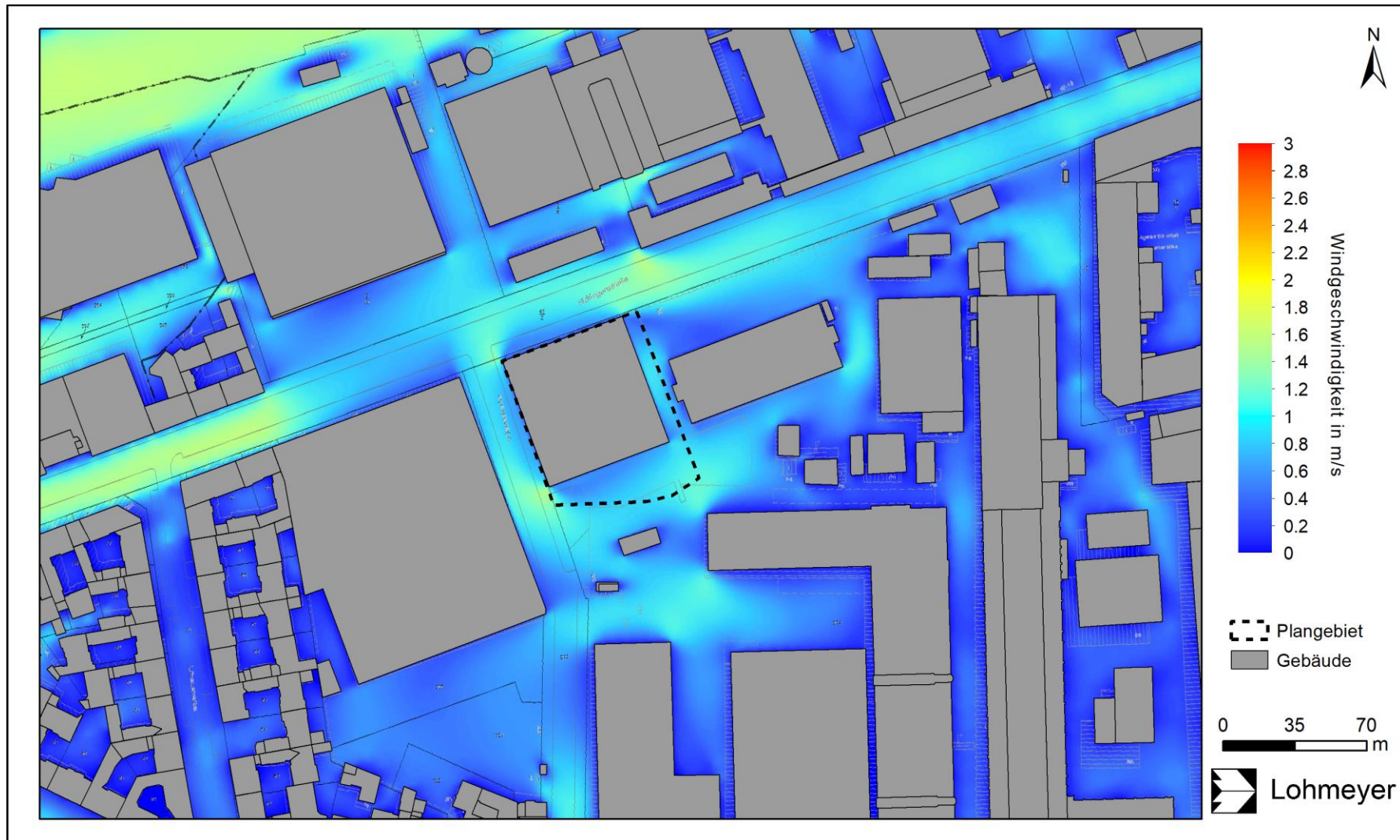


Abb. 7.3: Mittlere jährliche Windgeschwindigkeiten in m/s in 1.5 m über Grund für den Nullfall

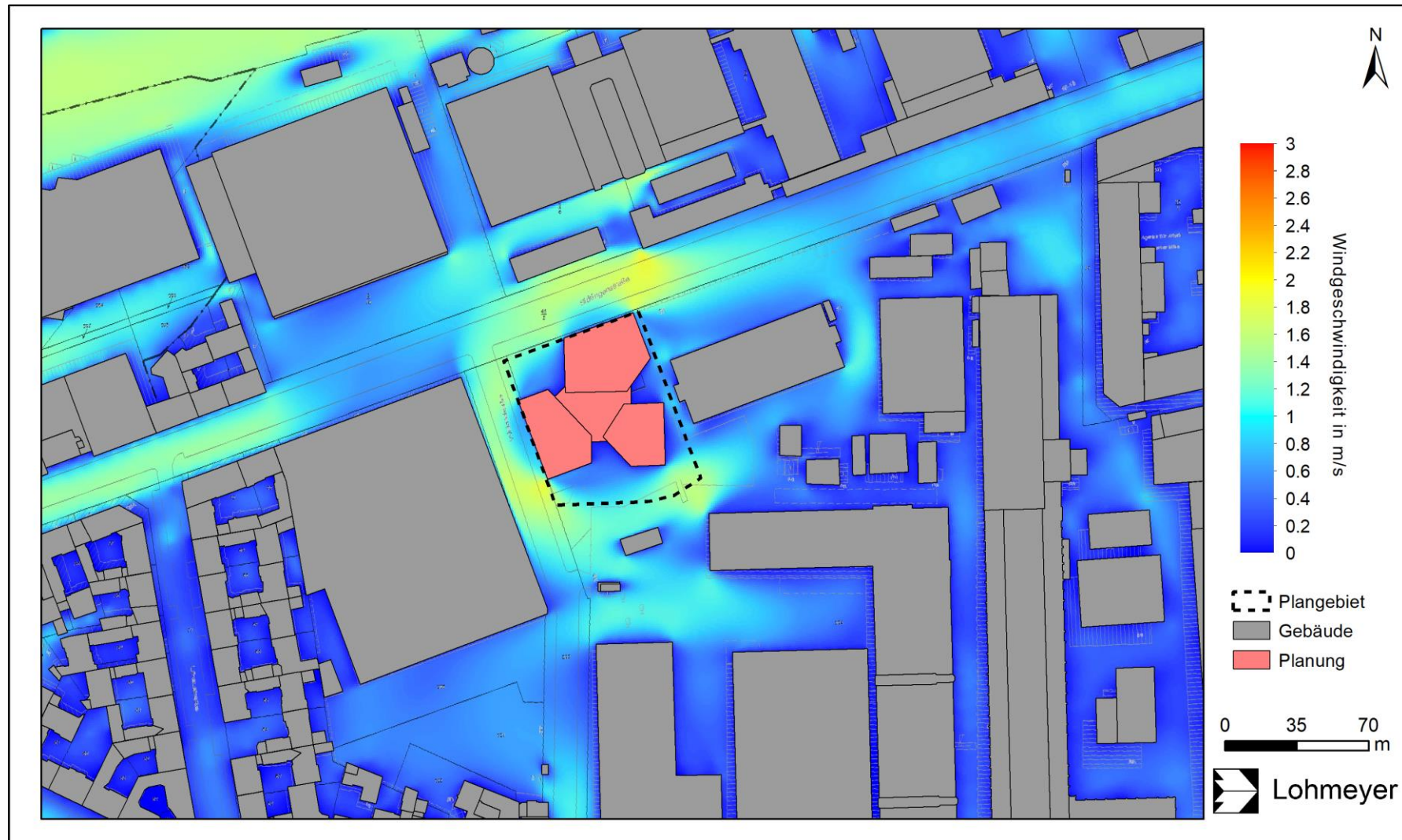


Abb. 7.4: Mittlere jährliche Windgeschwindigkeiten in m/s in 1.5 m über Grund für den Planfall

7.1.2 Windkomfort

Zur nutzungsabhängigen Bewertung des Windkomforts wurden statistische Analysen der bodennahen Windgeschwindigkeiten im Hinblick auf die nutzungsabhängigen Komfortanforderungen gemäß **Tab. 5.2** durchgeführt.

In den folgenden Abbildungen werden Bereiche, in denen ein sehr guter Windkomfort erreicht wird und denen Windkomfortbereich A (für „längeres Sitzen oder Stehen“ geeignet) zugeordnet ist, dunkelgrün eingefärbt. Bereiche mit Bereich B (für „Kurzeitiges Sitzen oder Stehen“ geeignet) sind hellgrün und Bereich C (für „Langsames Flanieren, Bummeln“ geeignet) gelb eingefärbt. Bereiche mit den geringsten Anforderungen an den Windkomfort, Bereich D (für „Zügiges Durchqueren“) sind orange eingefärbt. Bereiche, wo eine Gefährdung möglich ist, sind in Rot dargestellt.

Die **Abb. 7.5** zeigt die berechneten Windkomfortbereiche für das Untersuchungsgebiet im Nullfall. Weitgehend wird im relativ dicht bebauten Untersuchungsgebiet die Windkomfortklasse A berechnet; das sind Bereiche mit geringen Windgeschwindigkeiten sowie Bereiche im Windschatten von Gebäuden, die überwiegend stärkere Winde aus westlichen und südwestlichen Richtungen abbremsen. Die Windkomfortklasse B wird über Freiflächen sowie vor Gebäudeecken ausgewiesen, an denen höhere Windgeschwindigkeiten, aber vergleichsweise wenig Böen auftreten – etwa im Gleisbereich nördlich des Plangebietes, im westlichen Bereich der Sickingenstraße oder auch vor den Gebäudeecken des Bestandsgebäudes. Die Windkomfortklassen C und D sowie Gefahrbereiche werden innerhalb des betrachteten Untersuchungsgebietes in der Bestandssituation nicht ermittelt. Mit Ausnahme der Bereiche der Gebäudeecken des potenziellen Bestandsgebäudes wird innerhalb des Plangebietes überwiegend die günstige Windkomfortklasse A berechnet.

Die **Abb. 7.6** zeigt die berechneten Windkomfortbereiche für das Untersuchungsgebiet im Planfall. Durch die Planung werden die Windkomfortverhältnisse vor allem im Nahbereich der Plangebäude gegenüber dem Bestand modifiziert. Im Bereich der südwestlichen und nördlichen Gebäudeecken des Planungskomplexes wird die Windkomfortklasse C aufgrund der planungsbedingten Zunahme der Windgeschwindigkeiten und Böigkeiten ermittelt. Unmittelbar vor der nordöstlichen Ecke des nördlichen Plangebäudes wird kleinräumig die ungünstige Windkomfortklasse D ermittelt. Insbesondere die Exposition einzelner Gebäudeecken zur vorherrschenden Hauptwindrichtung sowie Beschleunigungs- und Umlenkungseffekte entlang und vor den hohen Plangebäuden führen in diesen Bereich zu einer Verschlechterung der

Windkomfortbedingungen. In den unmittelbar zum Plangebiet nächstgelegenen Bereichen der Sickingenstraße und Wiebestraße wird weitgehend die Windkomfortklasse B ermittelt; stellenweise reichen die Bereiche vor Gebäudeecken mit den berechneten Klassen C und D in die Straßenräume hinein. Die mit den ungünstigen Windkomfortklassen C und D ausgewiesenen lokal begrenzten Bereiche decken nur zu geringen Teilen Flächen des menschlichen Aufenthaltsbereiches ab. Es ist nicht zu erwarten, dass die Funktion der Fußverkehrswege entlang der Sickingenstraße und Wiebestraße im Hinblick auf den Windkomfort eingeschränkt werden. Innerhalb des Plangebietes wird insbesondere zwischen den Gebäudelücken der geplanten Bebauung weitgehend die Windkomfortklasse A berechnet, sodass auch mögliche Ein- und Zugangsbereiche zu den Gebäuden nicht von ungünstigen Windkomfortbedingungen betroffen sind. Die Windkomfortbedingungen im übrigen Untersuchungsgebiet sind zum Nullfall vergleichbar ermittelt.

Insgesamt wird im Untersuchungsgebiet keine planungsbedingte Erhöhung der Häufigkeit der mittleren stündlichen Windgeschwindigkeit von 15 m/s in mehr als 0.01 % der Zeit ausgewiesen. Damit kann eine Gefährdung durch Starkwinde im Sinne der Richtlinie VDI 3787 Blatt 4 innerhalb des Plangebiets auch im Planfall ausgeschlossen werden.

Die Windfeldberechnungen erfolgten ohne die Berücksichtigung von Bäumen oder anderer Vegetation, um eine konservative Einschätzung sicherzustellen. Es ist davon auszugehen, dass innerhalb des Plangebietes vor allem in den Sommermonaten durch laubtragende Vegetation Windgeschwindigkeitsminderungen und damit günstigere Windkomfortbedingungen erreicht werden. Aufgrund der insgesamt weiterhin günstigen Windkomfortbedingungen im Untersuchungsgebiet werden im Folgenden nur wenige Maßnahmen zur Verbesserung der Aufenthaltsqualität vorgeschlagen. Vegetative Elemente, wie Hecken und Bäume, dienen als Windschutz und können nach Möglichkeit eingesetzt werden, um Bereiche der Windkomfortklasse C zu reduzieren. Beispielsweise kann die Aufenthaltsqualität im Fußgängerbereich damit verbessert und Nutzungen mit längeren Verweildauern bei Bedarf ermöglicht werden. Bei Pflanzungen zum Zwecke des Windschutzes ist zu berücksichtigen, dass unter Umständen eine mehrjährige Wachstumsphase erforderlich ist, bis eine ausreichende Vegetationsdichte und Wuchshöhe zur vollständigen Wirksamkeit erreicht ist.

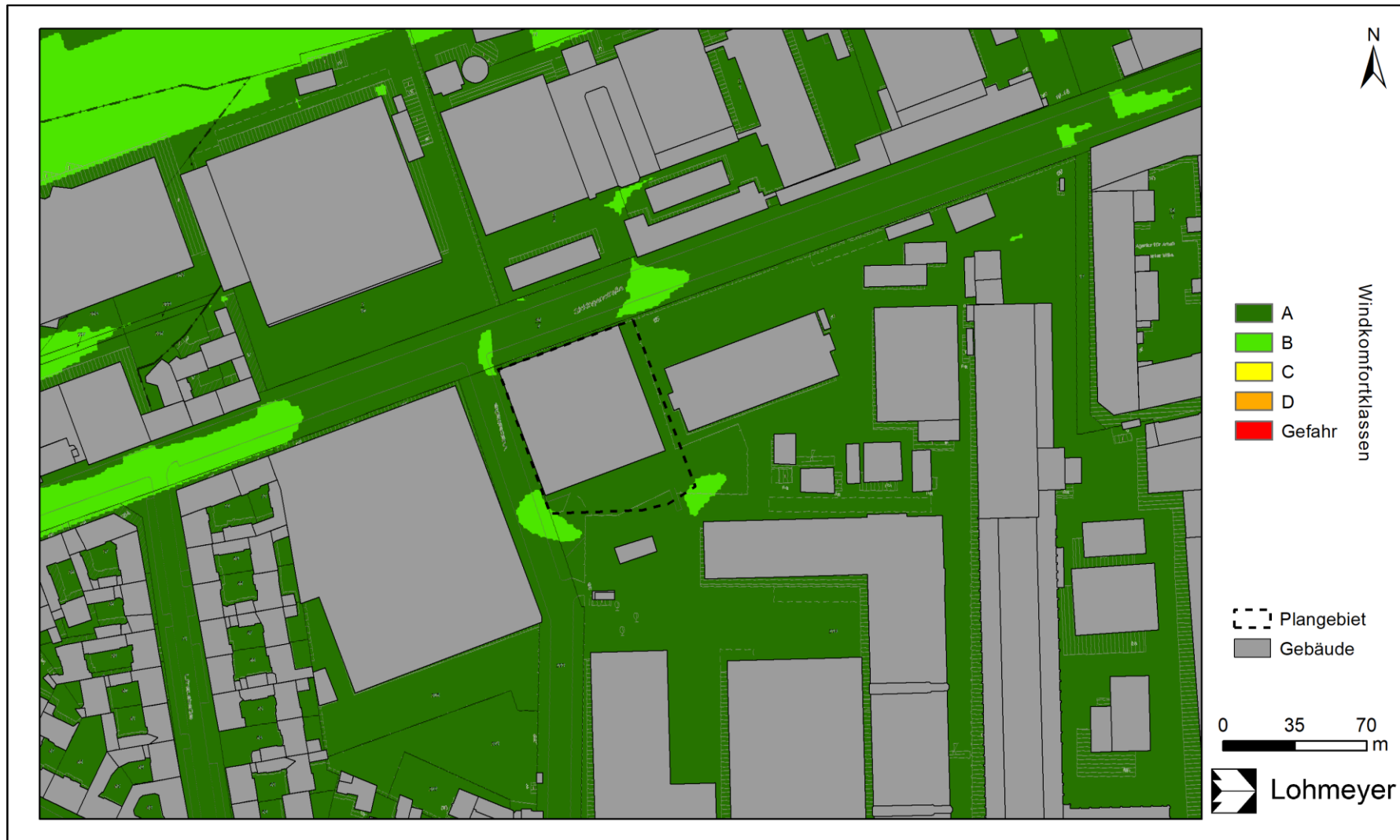


Abb. 7.5: Bereiche mit Nutzungseinschränkungen in Form der Windkomfortklassen für den Nullfall

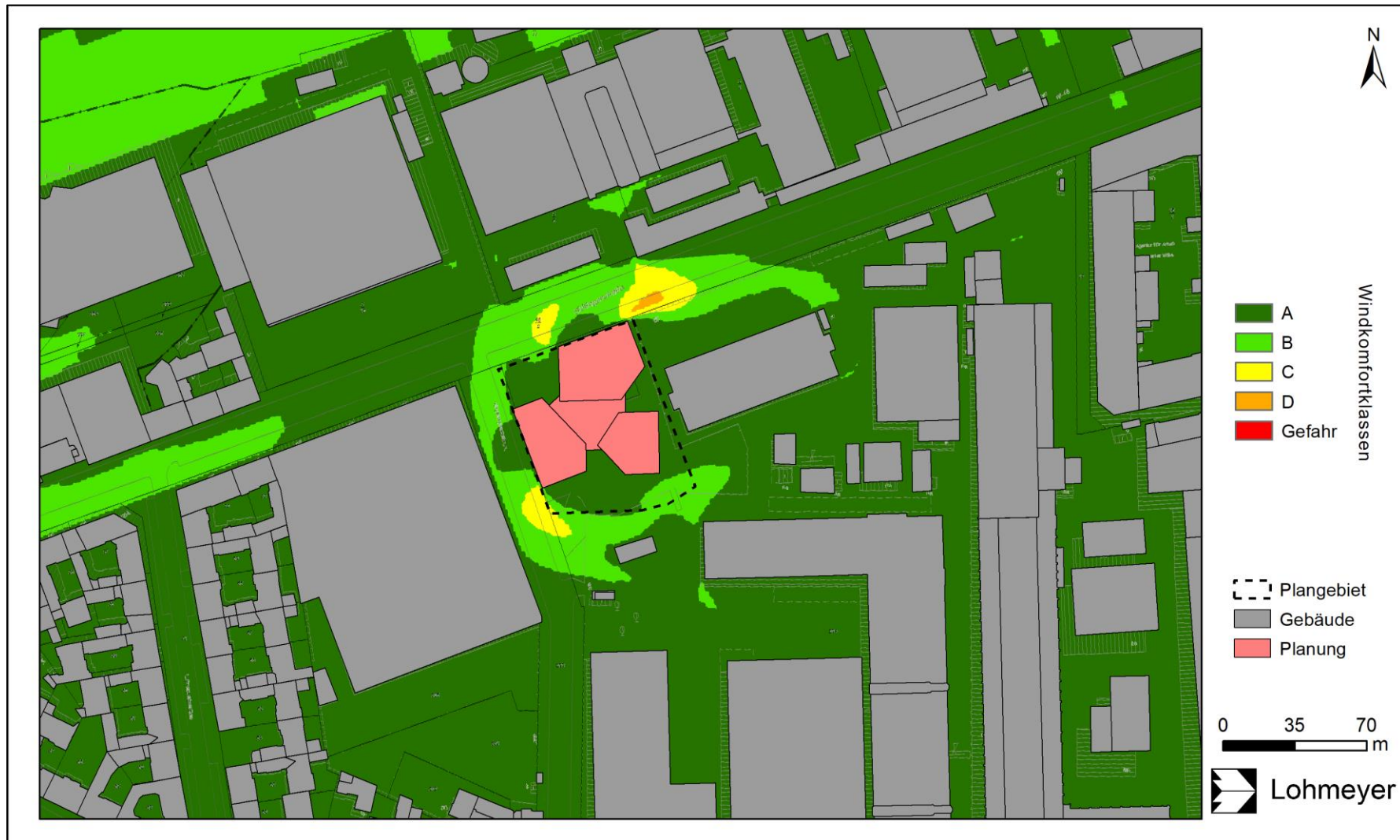


Abb. 7.6: Bereiche mit Nutzungseinschränkungen in Form der Windkomfortklassen für den Planfall

7.2 Thermische Verhältnisse

Für das Aufzeigen der Auswirkungen der geplanten baulichen Änderungen auf die bioklimatischen Verhältnisse und die nächtliche Belüftung bei einer sommerlichen autochthonen Wetterlage werden Simulationen für den baulichen Bestand und den Planfall mit dem Modell PALM-4U durchgeführt. Entsprechend den Beschreibungen in Kapitel 5.2 wird der Tagesgang eines typischen sommerlichen Tages inklusive der darauffolgenden Nacht bei einer autochthonen Wetterlage berechnet. Bei der Ergebnisinterpretation ist daher zu berücksichtigen, dass die ermittelten Temperaturwerte entsprechend der Initialisierung ausgebildet sind und einen standorttypischen Hitzetag widerspiegeln. Die tatsächlichen Temperaturwerte können daher an einem Sommertag je nach Wetterlage abweichen. Der Fokus der Analyse liegt auf den relativen räumlichen Temperaturunterschieden und den Veränderungen, die sich durch die Planung insbesondere im Bereich der Bestandsbebauung ergeben können.

Die thermischen Verhältnisse in Bodennähe werden kleinräumig auch durch die bestehenden Nutzungen, insbesondere durch die bestehenden Oberflächen geprägt. Baumbestandene Vegetationsflächen führen in den Tagstunden bei wolkenarmem Himmel zu moderatem Ansteigen der Lufttemperatur und in den Nachtstunden zu deutlichen Abkühlungen. Flächendeckende, niedere Vegetationsflächen führen in den Nachtstunden zu intensiven Abkühlungen. Über künstlichen Oberflächen (Asphalt, Pflaster, Gebäude etc.) führt die Sonneneinstrahlung zu intensiver Erwärmung der unteren Luftschichten, sodass ein deutlicher Anstieg der Lufttemperatur in den Tagstunden sowie eine verminderte und verzögerte Abkühlung in den Nachtstunden zu beobachten ist.

7.2.1 Bioklimatische Situation am Tag

Die **Abb. 7.7** und **Abb. 7.8** zeigen die berechneten Werte der Gefühlten Temperatur bei schwach ost-nordöstlicher Anströmung für den wärmsten Tageszeitraum (15 Uhr). Die Gefühlte Temperatur wird anhand von Wärmebelastungsklassen eingeteilt (vgl. Anhang A2). In der Regel ist der Wertebereich deutlich größer als der der Lufttemperatur, denn sie wird neben der Lufttemperatur von weiteren meteorologischen Parametern, u.a. der Luftfeuchtigkeit und der Windgeschwindigkeit, beeinflusst. Die Sonneneinstrahlung nimmt dabei die größte Bedeutung ein: Besonders von Hitzestress betroffen sind Bereiche, die über mehrere Stunden hinweg nicht verschattet sind und gleichzeitig schlechte Durchlüftungsverhältnisse aufweisen. Das gilt sowohl für versiegelte als auch für unversiegelte Flächen.

Nullfall (aktuelles Baurecht):

Insgesamt ist im Untersuchungsgebiet eine heterogene Verteilung der Gefühlten Temperatur dargestellt. Diese ist dadurch bedingt, dass die Gefühlte Temperatur von kleinräumigen Strukturen (z. B. Gebäude, Bäume) stark beeinflusst wird. Die hier dargestellten Werte der Wärmebelastung sind grundsätzlich typisch für verdichtete Stadtgebiete. Die höchsten Temperaturen $> 38\text{ °C}$ (extreme Belastung) werden kleinräumig an einigen wenigen Südfassaden ermittelt, die sich durch die Sonneneinstrahlung im Tagesverlauf entsprechend gut erwärmen können. Die niedrigsten Temperaturen $< 28\text{ °C}$ (mäßige Belastung) sind unter Baumgruppen dargestellt, die im Tagesverlauf größtenteils verschattet sind (z. B. Sickingenstraße, großkroniger Baum südlich des Plangebietes). Ein Großteil der Flächen im Untersuchungsgebiet weist Gefühlte Temperaturen zwischen 34 bis 38 °C auf (starke Belastung).

Unter Berücksichtigung der Bebauung nach aktuellem Baurecht ist das Plangebiet größtenteils überbaut. Der südliche Teilbereich ist großflächig versiegelt und weitestgehend unverschattet. Dem entsprechend werden hier erhöhte Belastungen bis 38 °C ermittelt. Dies entspricht in etwa den thermischen Verhältnissen umliegender versiegelter Flächen.

Planungsbedingte Änderungen:

Nach Umsetzung der Planung werden innerhalb des Plangebiets vergleichbare Wärmebelastungen zum Nullfall ermittelt. Zwischen den neuen Baukörpern werden kleinräumig niedrigere Wärmebelastungen berechnet, was auf die Verschattung der neuen Baukörper zurückzuführen ist. Im südlichen Teilbereich der Planung wurden zum Nullfall vergleichbare thermische Belastungen berechnet, die als stark einzustufen sind. Extreme Wärmebelastungen wird es im Bereich des Plangebietes auch im Planfall nicht geben.

Die **Abb. 7.9** zeigt die planungsbedingten Änderungen. Änderungen über 1 K sind hauptsächlich im direkten Umfeld der Planung dargestellt. Es werden kleinräumige, planungsbedingte Zunahmen nördlich und östlich der Planung ermittelt, die darauf zurückzuführen sind, dass in diesen Bereichen der Schattenwurf der Bestandsbebauung entfällt und der Bereich sich nun erwärmen kann. Auch südlich werden lokale Zunahmen ermittelt, die darauf zurückzuführen ist, dass sich der Bereich entlang der Südfassade der neuen Teilbebauung tagsüber durch die Sonneneinstrahlung stärker erwärmt. Gleichzeitig werden planungsbedingte Abnahmen insbesondere im nördlichen Straßenraum berechnet, die auf den Gebäudeschatten der geplanten Bebauung zurückzuführen sind. In den im Planfall neu entstehenden Verschattungsbereichen ist die Sonneneinstrahlung geringer, wodurch sich dort die gefühlte Temperatur verringert.

Eine signifikante Zunahme der Hitzebelastung im wärmsten Tageszeitraum ist somit im Vergleich zu einem fiktiven planungsrechtlich zulässigen Gebäudekomplex im Nullfall in der Nachbarschaft des Plangebietes nicht zu erwarten. Dies gilt auch für die hitzesensiblen Bereiche im direkten Umfeld (z. B. Spielplatz westlich der Wiebestraße).

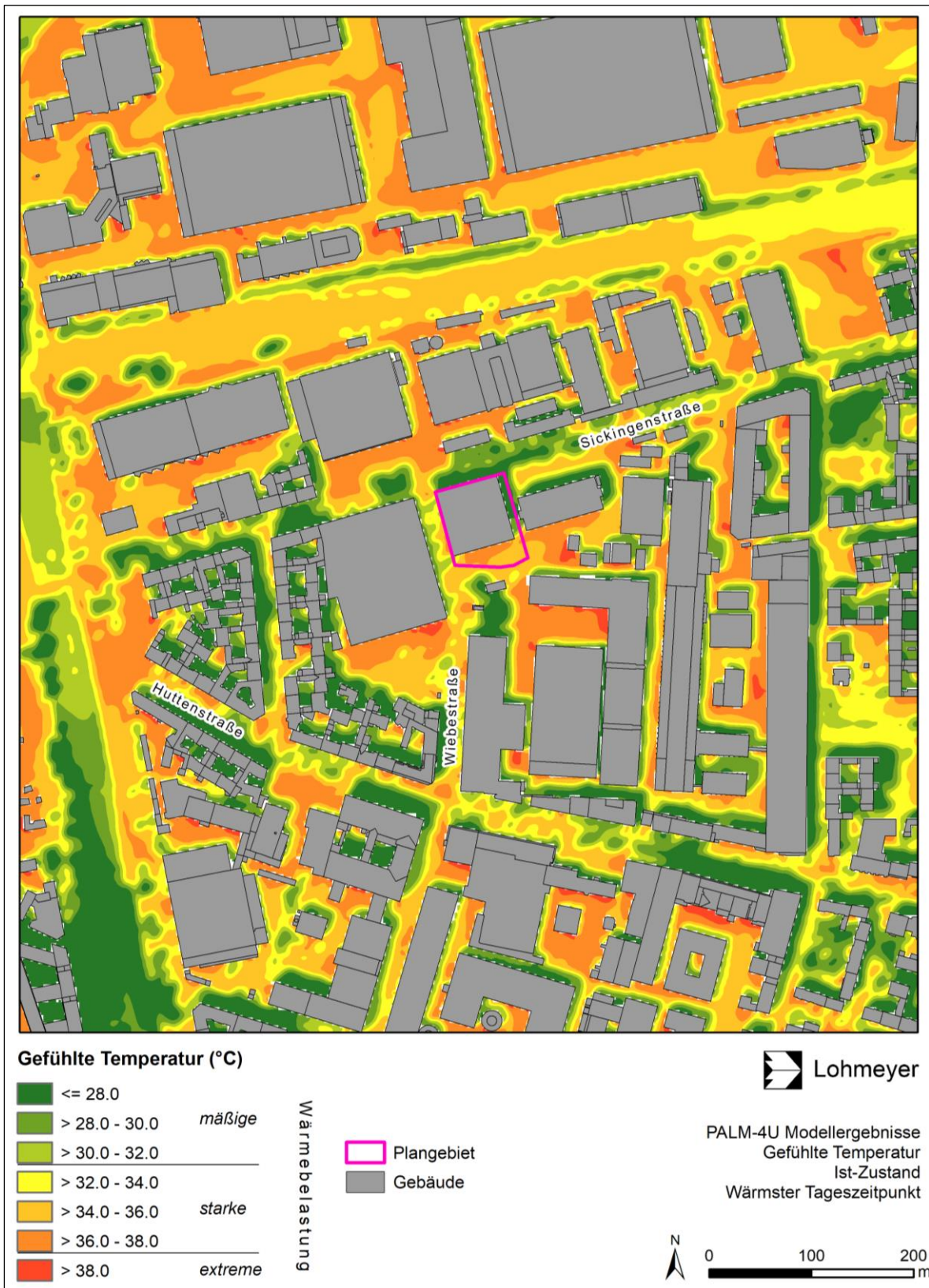


Abb. 7.7: Gefühlte Temperatur und zugehörige Wärmebelastungsklassen im Tageszeitraum für den Nullfall



Abb. 7.8: Gefühlte Temperatur und zugehörige Wärmebelastungsklassen im Tageszeitraum für den Planfall

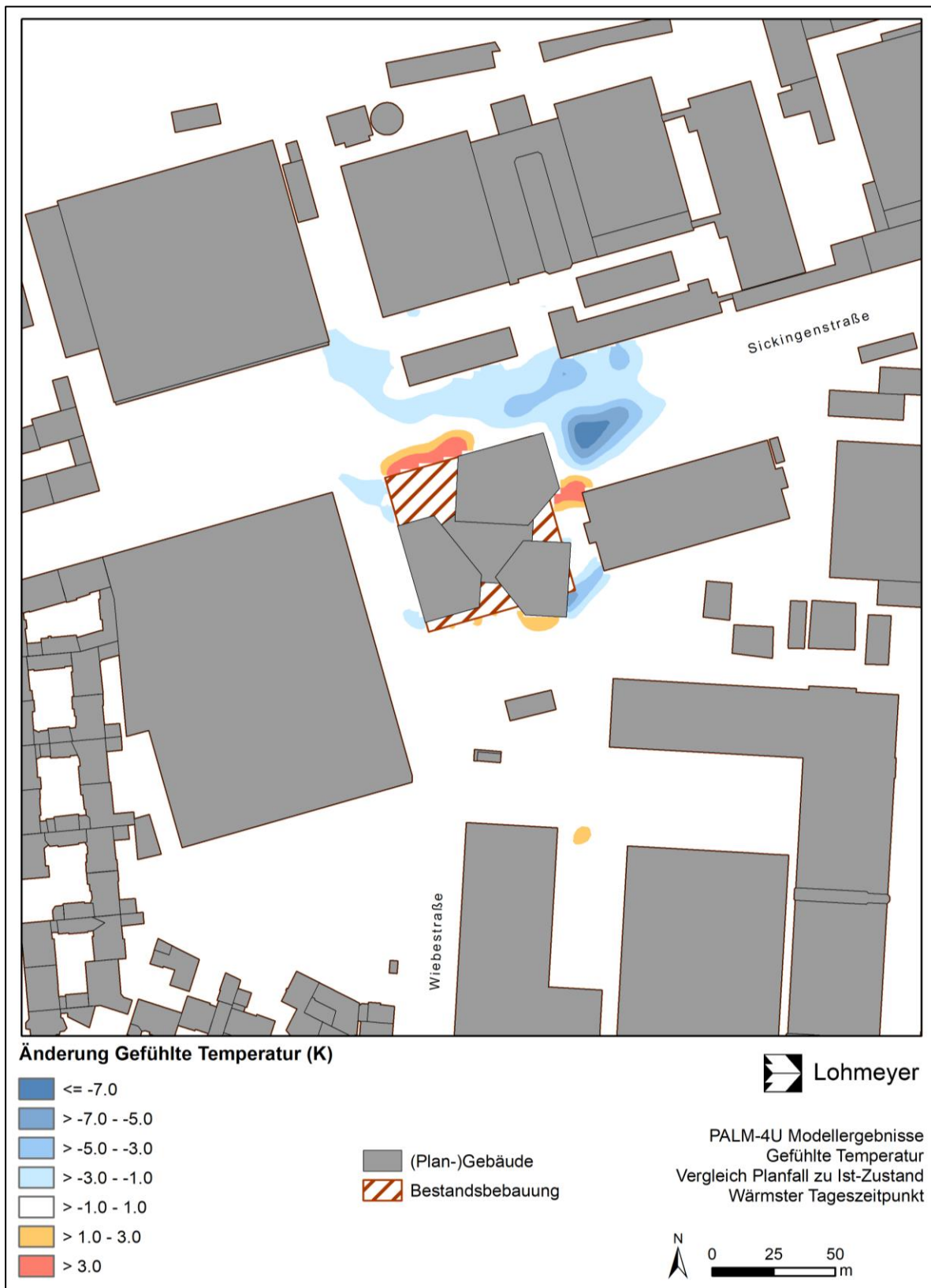


Abb. 7.9: Differenzen der Gefühlten Temperatur zwischen Planfall und Nullfall in Kelvin (K)

7.2.2 Thermische Situation in der Nacht

Bei autochthonen Strahlungswetterlagen ergibt sich mit dem Sonnenuntergang in unbebauten Bereichen eine deutlich spürbare Abkühlung der unteren Luftschichten. Während dieser meteorologischen Bedingungen können thermisch induzierte Windsysteme, sowie Flurwinde oder Kaltluftabflüsse, entstehen, die beispielsweise die nächtliche Belüftung von Siedlungsgebieten fördern können (vgl. Anhang A1). In bebauten Bereichen findet aufgrund der Wärmespeicherung der urbanen Oberflächen und Baukörper eine verzögerte und reduzierte Abkühlung statt, da diese langwellige Wärmestrahlung an die Umgebung abgeben.

Die Auswertung zeigt die Verhältnisse nachts kurz vor Sonnenaufgang um 04 Uhr morgens, nahe am nächtlichen Temperaturminimum. Für die nächtliche Bewertung thermischer Verhältnisse wird die Lufttemperatur herangezogen, da sie den entscheidenden Einfluss auf die Wärmebelastung ausübt und strahlungsabhängige Parameter bioklimatischer Indizes (vgl. Gefühlte Temperatur) wegen der fehlenden Sonneneinstrahlung in dieser Zeit eine eher untergeordnete Rolle spielen. Zusätzlich wird das autochthone, bodennahe Windfeld nachts ausgewertet und dargestellt, da die nächtliche Belüftung eine wichtige Rolle für die Abkühlung und Minderung der Wärmeinselwirkung spielt.

Nullfall (aktuelles Baurecht):

Insgesamt sind die Lufttemperaturen im Untersuchungsgebiet sehr homogen. Dies ist damit zu begründen, dass die Bebauungsstrukturen im Umfeld des Plangebiets sehr ähnlich sind. Die niedrigsten Temperaturen bis 20 °C sind oberhalb des Charlottenburger Verbindungskanals dargestellt. Wasser hat die Eigenschaft, Wärme gut zu speichern und kann nachts oft sogar wärmer sein als die Umgebung; dies trifft aber oftmals auf stehendes Gewässer zu. In diesem Fall ist das Fließgewässer jedoch vergleichsweise kühl, weil er in einem dicht bebauten, stark versiegelten Umfeld mit erhöhten Wärmeinseleffekt liegt. Im restlichen Untersuchungsgebiet sind großflächig Lufttemperaturen zwischen 20.0 und 22.0 °C dargestellt. Vereinzelt sind höhere Temperaturen über 22.0 °C dargestellt. Dies betrifft nahezu ausschließlich schlecht belüftete, geschlossene Innenhöfe. Im Plangebiet sind aufgrund vergleichbarer Bauverhältnisse zur Umgebung vergleichbare Lufttemperaturen zwischen 20.0 und 22.0 °C ausgewiesen.

Die bodennahen Windgeschwindigkeiten liegen größtenteils unter 0.5 m/s. Es findet daher ein eher eingeschränkter Luftaustausch auf Bodenniveau statt, was grundsätzlich den Wärmeinseleffekt verstärkt. Im direkten Umfeld des Plangebietes sind nachts während autochthoner

Strahlungswetterlagen keine eindeutigen Belüftungsachsen z. B. in den angrenzenden Straßen dargestellt. Das Windfeld zeigt eher sehr kleinräumige thermische Ausgleichsströmungen.

Planungsbedingte Änderungen:

Nach Umsetzung der Planung werden innerhalb des Plangebiets im Vergleich zum Nullfall ähnliche Temperaturen berechnet. Diese unterscheiden sich auch nicht relevant von den Temperaturen im Bereich der umliegenden vorhandenen Bebauung. Lediglich unmittelbar an der Gebäudefassade der Planbebauung werden erhöhte Temperaturen über 22.0 °C dargestellt.

Aus der Differenzabbildung geht hervor, dass die Temperaturen in diesem Gebiet planungsbedingt bis zu 1.5 °C ansteigen. Dies ist auf die Zunahme der Baumasse zurückzuführen, die tagsüber mehr Wärme speichern kann und diese nachts an die direkte Umgebungsluft abgibt. Dieser Effekt ist aber nur von sehr lokaler Natur. Die planungsbedingten Auswirkungen auf die thermische Belastung beschränken sich räumlich demnach ausschließlich auf den Bereich innerhalb des Plangebietes selbst.

Änderungen des bodennahen autochthonen Windfeldes sind nicht dargestellt.

Eine signifikante Zunahme der Hitzebelastung zum späten Nachtzeitpunkt ist somit in der Nachbarschaft des Plangebietes nicht zu erwarten. Planungsbedingte Einschränkungen von klimaökologischen Funktionen sind ebenfalls ausgeschlossen.

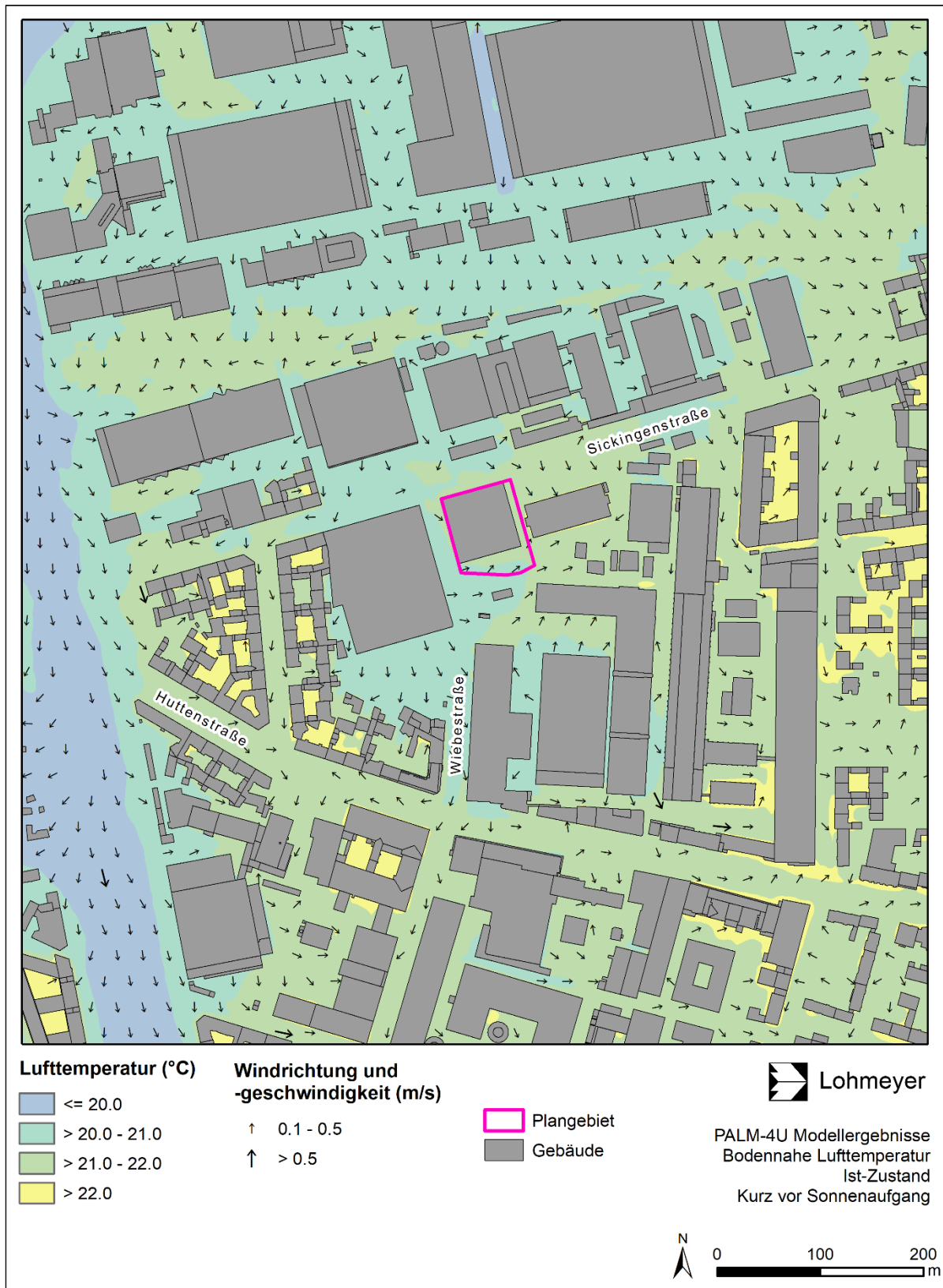


Abb. 7.10: Bodennahe Lufttemperatur und Windfeld im Nachtzeitraum für den Nullfall

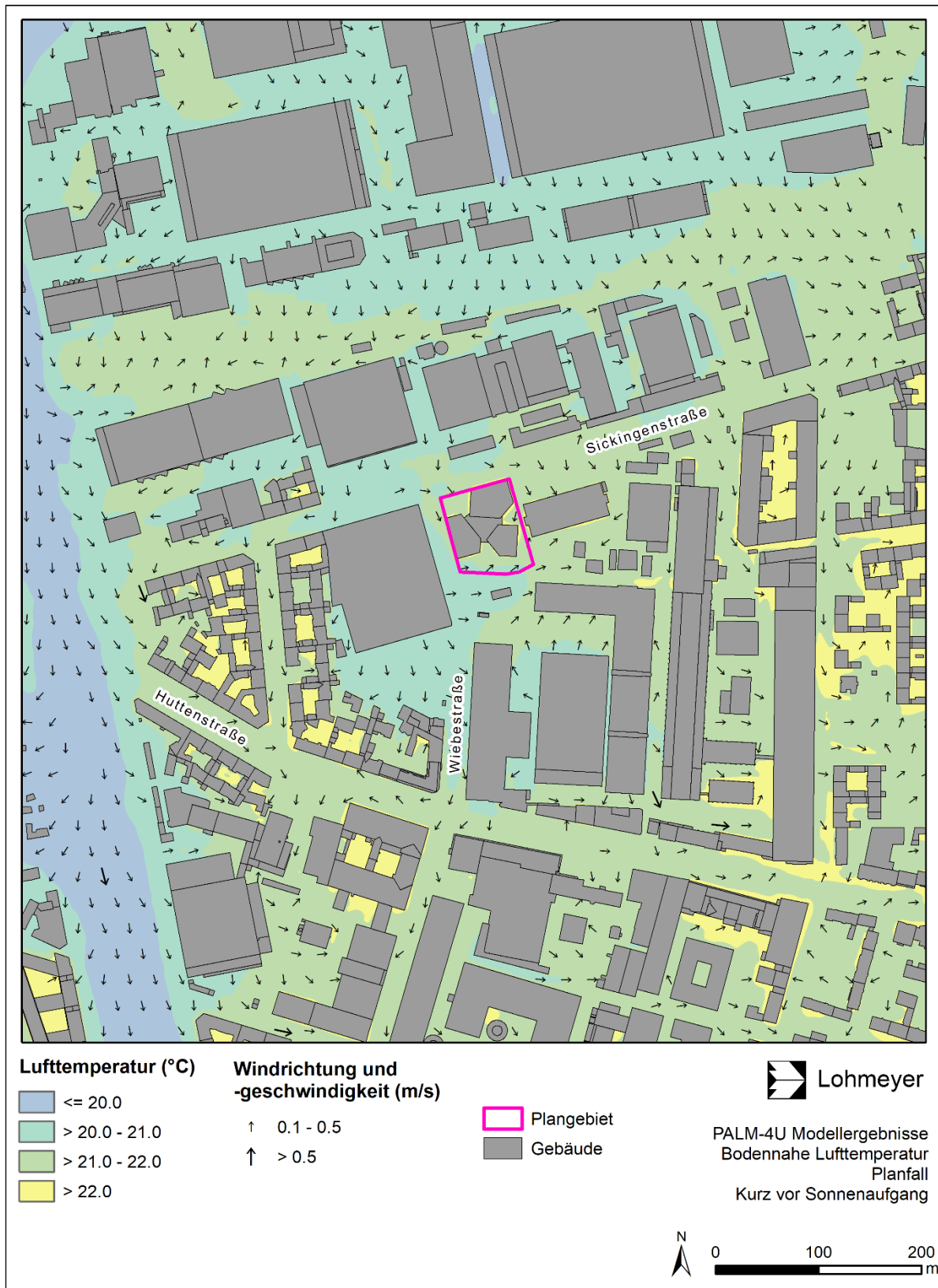


Abb. 7.11: Bodennahe Lufttemperatur und Windfeld im Nachtzeitraum für den Planfall

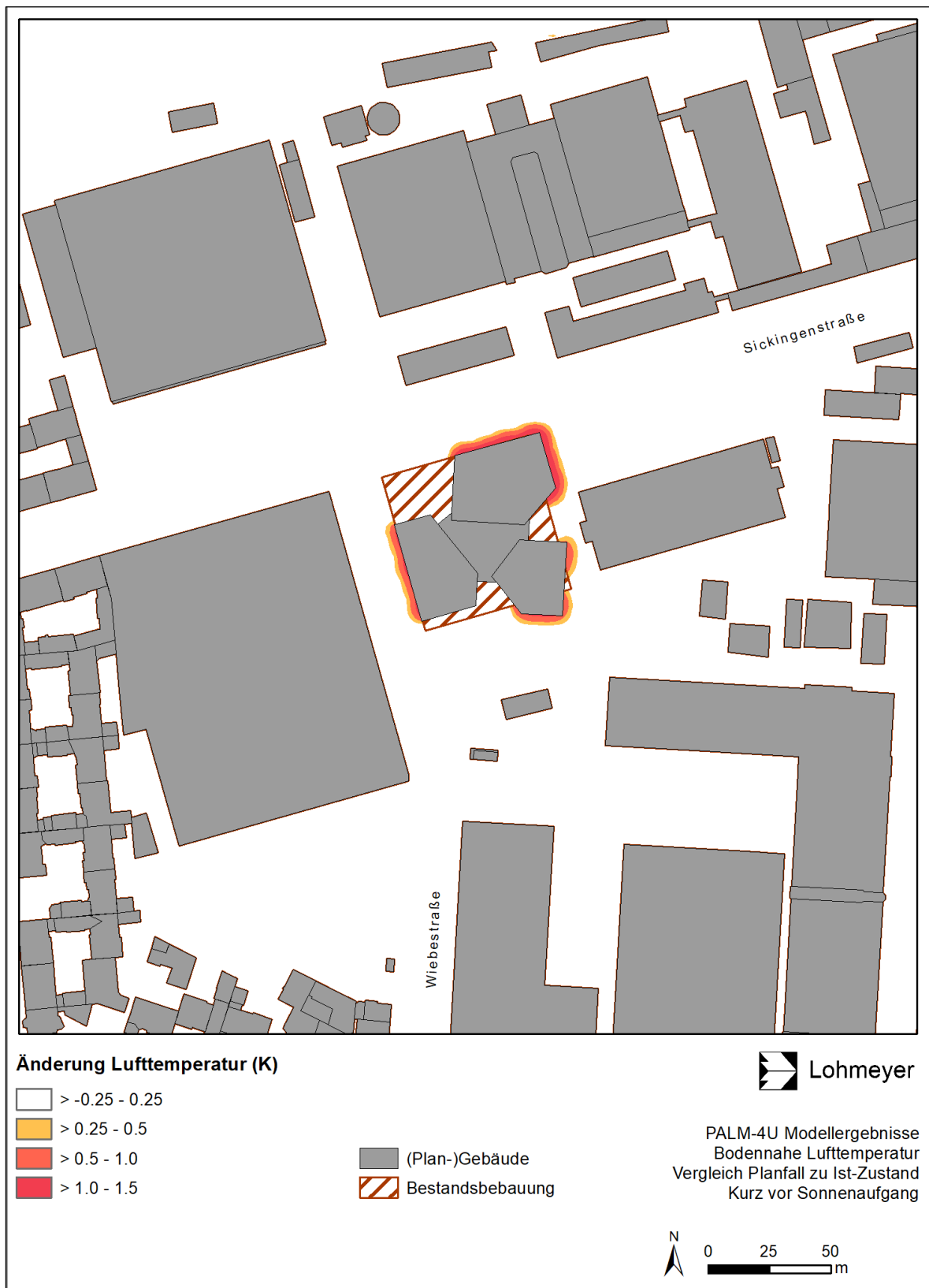


Abb. 7.12: Differenzen der Lufttemperatur zwischen Planfall und Nullfall für den Nachtzeitraum

7.3 Zusammenfassung und Fazit

Der Geltungsbereich des Bebauungsplanes 1 – 124 befindet sich in einem verdichteten Umfeld. Laut Klimaanalysekarte liegen hier überwiegend bioklimatisch ungünstige Verhältnisse vor, die mit dem hohen Versiegelungsgrad und der dichten Bebauungsstruktur zu begründen sind (vgl. Kapitel 4). Diese Bereiche zeichnen sich durch mäßige bis starke Wärmeinseleffekte aus. Solche Bereiche sind stark von angrenzenden Ausgleichsflächen, zu denen Grün- und Wasserflächen gehören, angewiesen. Das Ziel besteht darin, insbesondere in solchen Bereichen eine weitere Verschlechterung der thermischen Verhältnisse zu verhindern und den Verlust von potenziellen Ausgleichsflächen zu vermeiden.

Die in der Klimaanalysekarte dargestellte lokalklimatische Ausgangslage wird durch die Ergebnisse der mikroklimatischen Simulationsrechnung bestätigt. Unter Annahme einer Bestandsbebauung gemäß aktuellem Baurecht (=Nullfall) weist das Plangebiet durch den hohen Versiegelungsgrad und der umliegenden dichten Bebauung insgesamt starke Wärmebelastungen auf. Nachts findet zudem keine effektive Abkühlung statt, so dass die thermische Belastung auch in den Nachtstunden weiterhin hoch ist. Zudem werden nachts sehr niedrige Windgeschwindigkeiten ermittelt, was auf die dichte umgebende Bebauung und die daraus resultierende eingeschränkte Belüftung zurückzuführen ist. Diese Bedingungen verstärken den Wärmeinseleffekt zusätzlich. Die thermischen Verhältnisse innerhalb des Plangebiets sind tagsüber als auch nachts mit denen der umliegenden bebauten Bereiche zu vergleichen.

Durch die geplante Bebauung werden sowohl tagsüber als auch nachts im Vergleich zum Nullfall keine signifikanten Änderungen der thermischen Verhältnisse innerhalb des Plangebiets als auch im Bereich der umliegenden Bestandsbebauung ermittelt. Lediglich im Plangebiet selbst werden kleinräumige Zunahmen der thermischen Belastung ausgewiesen. Tagsüber sind im nördlichen Straßenraum lokal Abnahmen der Wärmebelastung durch den Schattenwurf der geplanten Bebauung dargestellt. Großräumige relevante Temperaturänderungen wurden nicht ermittelt.

Bei den Betrachtungen ist zu berücksichtigen, dass mit Hilfe der Klimasimulation ein Beispieltag in Form eines standorttypischen Hitzetags in einer Worst-Case-Betrachtung nachbildet wird und die absoluten Temperaturwerte an einem Sommertag abweichen können. Der Fokus der Analyse liegt auf den relativen räumlichen Temperaturunterschieden und den Veränderungen, die sich durch die Planung insbesondere im Bereich der Bestandsbebauung ergeben können.

Die gesonderten Untersuchungen zum Windfeld und Windkomfort haben ergeben, dass

innerhalb des Plangebietes weitgehend keine signifikanten Einschränkungen des Komforts ermittelt werden. Unmittelbar vor den Gebäudeecken der geplanten Gebäude werden in begrenzten Bereichen die Windkomfortklassen C und D berechnet. Diese Bereiche umfassen jedoch nur zu geringen Teilen Flächen des menschlichen Aufenthaltsbereiches, wobei auch die Funktion der betroffenen Gehwege nicht signifikant eingeschränkt werden. Bei der Ergebnisinterpretation ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Windfeldberechnungen ohne die Berücksichtigung von Vegetationselementen erfolgten, um eine konservative Einschätzung sicherzustellen. Es ist daher davon auszugehen, dass in der unmittelbaren Umgebung des Plangebietes vor allem in den Sommermonaten durch laubtragende Vegetation günstigere Windkomfortbedingungen erreicht werden.

7.4 Planungsempfehlungen

Insgesamt sind die klimatischen Auswirkungen des Vorhabens als sehr kleinräumig einzustufen. Aus stadtklimatischer Sicht steht der Umsetzung der Planung somit nichts entgegen. Im Folgenden werden einige ergänzende Planungshinweise aufgeführt, die dazu beitragen können, mögliche lokale Beeinträchtigungen weiter zu minimieren und einen klimaangepassten Entwurf bei Bedarf zusätzlich zu optimieren.

- **Verbesserung des Windkomforts:** Aufgrund der insgesamt weiterhin günstigen Windkomfortbedingungen im Untersuchungsgebiet werden im Folgenden nur wenige Maßnahmen zur Verbesserung der Aufenthaltsqualität vorgeschlagen. Vegetative Elemente, wie Hecken und Bäume, dienen als Windschutz und können nach Möglichkeit eingesetzt werden, um Bereiche der Windkomfortklasse C zu reduzieren. Beispielsweise kann die Aufenthaltsqualität im Fußgängerbereich damit verbessert werden. Bei Pflanzungen zum Zwecke des Windschutzes ist zu berücksichtigen, dass unter Umständen eine mehrjährige Wachstumsphase erforderlich ist, bis eine ausreichende Vegetationsdichte und Wuchshöhe zur vollständigen Wirksamkeit erreicht ist.
- **Reduzierung der Wärmespeicherung der Gebäudeoberfläche:** Zur Verringerung der Aufheizung der Gebäudefassade und die Wärmespeicherung in den Bauteilen wird empfohlen, Dach- und Fassadenbegrünungen einzuplanen. Begrünte Flächen wirken durch Verdunstungskühlung und Verschattung temperaturnausgleichend und reduzieren die Aufheizung der Gebäudehülle. Ein geringeres Wärmespeichervermögen wirkt sich dabei nicht nur positiv auf das stadtklimatische Umfeld aus – da nachts weniger Wärme an die Umgebung abgegeben wird – sondern auch auf das Innenraumklima, da sich das Gebäude tagsüber weniger stark aufheizt und der Kühlbedarf im Sommer sinkt. Ergänzend bzw.

Alternativ sollte bei der Auswahl der Fassaden- und Dachmaterialien auf Oberflächen mit hoher Reflexion und geringer Wärmespeicherfähigkeit geachtet werden (Albedo). Helle oder beschichtete Materialien können die solare Einstrahlung verringern und so die Wärmebelastung insbesondere in den Sommermonaten deutlich mindern.

- **Teildurchlässige Bodenoberflächen:** Wo technisch möglich, sollten Bodenbeläge in teildurchlässiger Ausführung vorgesehen werden, um die natürliche Versickerung und Verdunstung zu fördern. Wasserdurchlässige oder begrünbare Beläge verringern die Oberflächenversiegelung, tragen zur Kühlung des Mikroklimas bei und unterstützen die Grundwasserneubildung. Durch die Zwischenspeicherung und Verdunstung von Niederschlagswasser wird zudem die Aufheizung der Bodenoberflächen reduziert und das lokale Kleinklima verbessert.

8 QUELLEN

8.1 Literatur

Eichhorn, J. (1989): Entwicklung und Anwendung eines dreidimensionalen mikroskaligen Stadtklima-Modells. Dissertation, Johannes-Gutenberg-Universität Mainz.

Eichhorn, J. (1995): MISKAM-Handbuch zu Version 2 und 3, Universität Mainz, Institut für Physik der Atmosphäre.

Eichhorn, J. (2014): MISKAM Handbuch zu Version 6.3. Giese-Eichhorn Umweltmeteorologische Software. Wackersheim, April 2014.

Ketzel, M., Berkowicz, R. and A. Lohmeyer (1999): Dispersion of traffic emissions in street canyons - Comparison of European numerical models with each other as well as with results from wind tunnel and field measurements. Contribution to Second International Conference on Urban Air Quality - Measurement, Modelling and Management, 3.-5. March 1999, Madrid.

Lohmeyer GmbH, 2020: „Simulationen mit PALM-4U. Lohmeyer aktuell, August 2020. URL: <http://www.lohmeyer.de/de/system/files/content/download/hauszeitung/ausgabe43.pdf>

Maronga, B., Gryschka, M., Heinze, R., Hoffmann, F., Kanani-Sühring, F., Keck, M., Ketelsen, K., Letzel, M. O., Sühring, M., and Raasch, S. (2015): The Parallelized Large-Eddy Simulation Model (PALM) version 4.0 for atmospheric and oceanic flows: model formulation, recent developments, and future perspectives. *Geoscientific Model Development Discussions* 8 (2015), Nr. 2, S. 1539-1637 (2015).

Maronga, B., Gross, G., Raasch, S., Banzhaf, S., Forkel, R., Heldens, W., Kanani-Sühring, F., Matzarakis, A., Mauder, M., Pavlik, D., Pfaffenrott, J., Schubert, S. Seckmeyer, G., Sieker, H., and Winderlich, Kristina (2019): Development of a new urban climate model based on the model PALM-Project overview, planned work, and first achievements. *Meteorologische Zeitschrift* (2019): 1-15.

Raasch, S., and Schröter, M. (2001): PALM – a large-eddy simulation model performing on massively parallel computers. *Meteorologische Zeitschrift* 10.5 (2001): 363-372.

Schädler, G., Bächlin, W., Lohmeyer, A., van Wees, T. (1996): Vergleich und Bewertung derzeit verfügbarer mikroskaliger Strömungs- und Ausbreitungsmodelle. In: *Berichte Umweltforschung Baden-Württemberg (FZKA-PEF 138)*.

Stiemer, S.F. (1977): Windumströmung von Gebäuden und Gebäudeklima. In: E. Franke et al. (Editor): Stadtklima. Stuttgart: Krämer, S. 97-111.

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (2015): Stadtklima Berlin. Berlin, Oktober 2015

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen Berlin (Hrsg.) (2024): Klimamodellierung BERLIN. Auswertung von Messdaten ausgewählter Klimastationen in Berlin und Potsdam. Berlin, Dezember 2024.

VDI 3783 Blatt 7 (1997): Prognostische mesoskalige nicht-hydrostatische Windfeldmodelle. In Vorbereitung. Richtlinie VDI 3783, Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN - Normenausschuss, Düsseldorf, 1997.

VDI 3787 Blatt 2 (2008): Umweltmeteorologie – Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung der thermischen Komponente des Klimas VDI 3787 Blatt 2 Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Dezember 2003.

VDI 3783 Blatt 9 (2017): Umweltmeteorologie - Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle - Evaluierung für Gebäude- und Hindernisumströmung. VDI-Richtlinie VDI 3783 Blatt 9. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2017.

8.2 Materialien und Unterlagen

Für die vorliegende Untersuchung wurden u. a. die nachfolgenden Unterlagen verwendet, die durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden:

- Planungsdaten in Form von Lage- und Höhenplänen (E-Mail vom 01. Oktober 2025)

Nachfolgende Informationen wurden aus frei-verfügbaren Datenquellen abgeleitet (Download März 2025):

- Landnutzung: Urban Atlas 2018 (Copernicus Land Monitoring Service)
- Bestandbebauung: LOD1-Gebäudemodell Berlin (Geoportal Berlin)
- Relief: Digitales Geländemodell DGM1 (Geoportal Berlin)
- 3D Laserscandaten: DOM1 (Geoportal Berlin)

A1 STADTKLIMATISCHE GRUNDLAGEN

Die zunehmende Urbanisierung kann mit spürbaren Veränderungen im Stadtklima einhergehen. Die verstärkte Bebauung, versiegelte Flächen und industrielle Aktivitäten führen zu einer urbanen Wärmeinselwirkung, die zu höheren Temperaturen in Städten im Vergleich zu ländlichen Gebieten führt. Dieses veränderte Stadtklima hat Auswirkungen auf die Lebensqualität der Bewohner und erfordert gezielte Maßnahmen in der städtischen Planung, um nachhaltige und klimaangepasste Lebensräume zu schaffen.

Zusätzlich sind die Folgen des Klimawandels mehr und mehr zu spüren. Siedlungsbereiche reagieren besonders sensibel auf die Auswirkungen des Klimawandels, der u.a. eine Zunahme von Hitzeperioden und den damit verbundenen Hitzestress zur Folge hat. Hierbei stellt der thermische Komfort einen wichtigen Einflussfaktor für die Gesundheit der Bevölkerung dar, insbesondere für vulnerable Gruppen wie ältere Menschen, Menschen mit Vorerkrankungen und Kleinkinder.

Im kommenden Abschnitt werden die für urbane Räume relevanten Klimafunktionen kurz erläutert.

Stadtklima/Wärmeinseleffekt

Typische urbane Flächen mit dichten Bebauungsstrukturen und einem hohen Versiegelungsgrad tragen zur Bildung eines Stadtklimas bei, welches definiert ist als das durch Bebauung und Emissionen gegenüber dem Umland veränderte Lokalklima. Aufgrund der in der Regel heterogenen städtischen Strukturen kann es innerhalb der Stadt zur Ausbildung eines differenzierten Mikroklimas kommen (vgl. Abb. A1).

Insbesondere an sommerlichen und wolkenarmen Nächten ist eine Überwärmung der Innenstädte größerer Ballungszentren gegenüber dem Umland zu beobachten, auch als städtischer Wärmeinseleffekt bekannt. An heißen Sommertagen speichern künstliche Oberflächen, wie Straßen, Gehwege oder Gebäudefassaden, die Wärmeenergie der Sonneneinstrahlung besonders gut. Vor allem dunkle Oberflächen (z.B. Asphalt) haben eine geringe Albedo, was bedeutet, dass sie einen hohen Anteil der Sonneneinstrahlung als Wärmeenergie speichern, statt zu reflektieren. Nachts wird diese Wärme wieder an die Umgebungsluft abgegeben. Natürliche Oberflächen kühlen vergleichsweise schneller aus. Daher ist es nachts im Bereich dicht bebauter Gebiete in der Regel deutlich wärmer als im städtischen Umland.

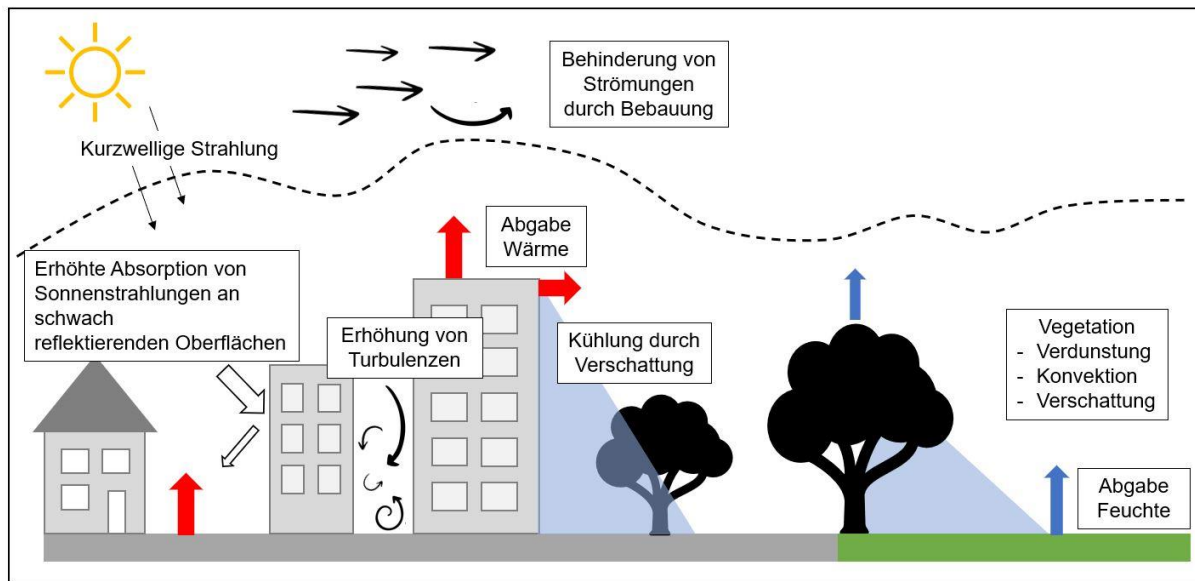


Abb. A1: Schematische Darstellung von relevanten klimatischen Funktionen im Stadtgebiet (Eigene Darstellung)

Eingeschränkte Durchlüftungsverhältnisse durch eine dichte Bebauungsstruktur können den Wärmeinseleffekt zusätzlich verstärken. Die erhöhte Rauigkeit der Oberfläche sowie die Barrierewirkung dichter Bebauung führen zu Einschränkungen im Windfeld mit reduzierten mittleren Strömungsgeschwindigkeiten und somit zu einer verringerten Frischluftzufuhr. Relevante Einflussfaktoren für das nächtliche Wärmeempfinden sind daher nächtliche Frischluft- und Kaltluftbahnen: Eine ausreichende nächtliche Belüftung trägt zur Durchmischung von erwärmten städtischen Luftmassen mit kühleren Luftmassen der Umgebung bei, was eine Reduzierung der Lufttemperatur zur Folge haben kann. Tagsüber können durch die städtische Bebauung auch lokal begrenzte positive Auswirkungen auf die Temperaturverhältnisse auftreten. So kann sich in dicht bebauten Stadtvierteln durch den Schattenwurf der Gebäude die Luft auf sonnenabgewandten Gebäudebereichen weniger stark erwärmen als auf unverschatteten Freiflächen.

Infolge der Baukörper- und verschiedenen Oberflächenstrukturen bilden sich innerhalb der "Stadt" mehrere differenzierte urbane Mikroklimata aus (Innenstadt- oder Stadtrandklima, Parkklima, Klima und Gewerbegebiet usw.). So wird durch die erhöhte Oberflächenversiegelung und den hiermit verbundenen geringen Grünanteil in städtischen Strukturen die Verdunstung reduziert, was zu einer Erhöhung der Temperatur in innerstädtischen Bereichen führt. Über versiegelten Flächen erfolgt zudem eine stärkere Wärmespeicherung der einfallenden Strahlung. Diese Wärme wird nachts wieder an die Umgebungsluft abgegeben und sorgt für eine gegenüber dem Umland deutlich reduzierte nächtliche Abkühlung.

Grünanlagen dagegen können das Mikroklima in Städten positiv beeinflussen. Durch den Schatten der Bäume und die Verdunstungskühlung von Pflanzen kann die Umgebungstemperatur in städtischen Gebieten gesenkt werden. Dies trägt dazu bei, die Auswirkungen von Hitzeinseln zu verringern und ein angenehmeres Klima zu schaffen. Neben der Verbesserung des Mikroklimas steigern Grünflächen auch die Aufenthaltsqualität der Stadträume. Durch die Schaffung solcher Grünsysteme können städtische Räume wie Klimaoasen wirken und ihre Umgebung positiv beeinflussen. Je größer die Grünanlage ist, desto höher ist die bioklimatische Bedeutung dieser Fläche als Ausgleichsraum.

Flurwinde

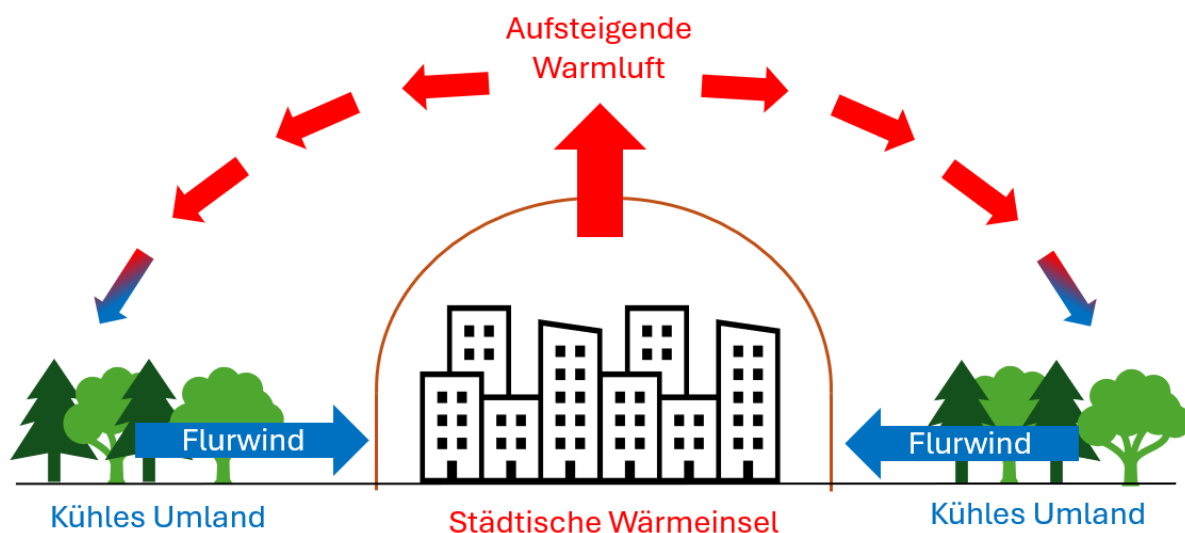


Abb. A2: Schematische Darstellung von Flurwinden als Windsystem zwischen Stadt und Umland (eigene Darstellung)

Als Flurwinde bezeichnet man bodennahe thermische Luftströmungen, die durch lokale Druckunterschiede und Temperaturvariationen entsteht. Diese Ausgleichsströmungen können sich auf verschiedenen Maßstäben entwickeln. Das bekannteste Beispiel sind Ausgleichsströmungen zwischen einer Stadt und seiner Umgebung. Während eines heißen Sommertages können sich große Temperaturunterschiede zwischen der warmen Stadt und dem kühleren Umland entwickeln, damit verbundene Druckunterschiede müssen durch Ausgleichsströmungen ausgeglichen werden (vgl. A2), das sind die sogenannten Flurwinde. Darüber hinaus können kleinräumige Ausgleichsströmungen mit sehr niedrigen Windgeschwindigkeiten innerhalb des Stadtgebietes aufgrund von Temperaturunterschieden zwischen Grünflächen und bebauten Flächen auftreten.

Flurwinde tragen zur Durchmischung der Luftschichten bei und können die Verteilung von Wärme, Feuchtigkeit und Schadstoffen in der Atmosphäre signifikant beeinflussen. Sie gehören damit zu den relevanten Klimafunktionen zur Verbesserung des Stadtklimas.

Kaltluft

Unter bestimmten meteorologischen Bedingungen kann sich nachts über natürlichen Oberflächen Kaltluft bilden. Die Kaltluftbildung und Entwicklung der Kaltluftströmung entsteht an wind- und wolkenarmen Tagen nach Sonnenuntergang, indem vegetationsbestandene Flächen gegenüber versiegelten Flächen oder Wasserflächen intensiver und rascher abkühlen. Damit kühlt auch die darüber gelegene Luftschicht intensiver und rascher ab. Die Produktionsrate von Kaltluft hängt stark vom Untergrund ab: Freilandflächen weisen beispielsweise hohe Kaltluftproduktion auf, während sich bebauten Gebiete bezüglich der Kaltluftproduktion neutral bis kontraproduktiv (städtische Wärmeinsel) verhalten.

Bei geneigtem Gelände setzen sich diese kühlen Luftmassen der Geländeneigung folgend in Bewegung und bilden sogenannte Kaltluftabflüsse; dabei fließt in Bodennähe (bzw. bei Wald über dem Kronenraum) gebildete kalte Luft hangabwärts. Die typische Fließgeschwindigkeit der Kaltluft liegt in der Größenordnung von 1 m/s bis 3 m/s. Die Dicke solcher Kaltluftschichten liegt meist zwischen 1 m und 50 m. In Kaltluftsammlgebieten, in denen sich die Kaltluft staut, kann die Schicht auf über 100 m anwachsen. In Einschnitten und Tälern werden die Hangabwinde zusammengeführt und bilden intensive Kaltluftströmungen aus, die beispielsweise die nächtliche Belüftung von Siedlungsgebieten fördern können. In Mulden und vor lang gestreckten Hindernissen quer zur Kaltluftströmung entstehen Kaltluftstagnationsbereiche, die sehr stark auskühlen können. In solchen Kaltluftstagnationsbereichen liegt die bodennahe Lufttemperatur bei Kaltluftbedingungen um einige Kelvin unter der Lufttemperatur umliegender Bereiche. Damit besteht dort eine höhere Frostgefährdung.

Auch bei weitgehend ebenem Gelände können lokale Kaltluftbewegungen mit Kaltluft, die im umliegenden Freiland oder im Bereich ausgedehnter städtischer Grünflächen entstehen, durch Flurwindssysteme auftreten. Die Luftbewegung wird hier eher durch Druckunterschiede als durch Hangabtriebskräfte hervorgerufen. Durch die fehlende Hangabtriebskraft sind die Windgeschwindigkeiten im flachen Gelände daher deutlich geringer; die im gegliederten Gelände auftretenden lokalen Windssysteme sind daher wesentlich stärker ausgeprägt als die Flurwindssysteme. In einem Gelände mit geringer Hangneigung kommt daher einer großen Anzahl von städtischen Grünflächen eine besondere klimatische Bedeutung zu.

Die folgenden beiden meteorologischen Bedingungen müssen für die Ausbildung von Kaltluftabflüssen erfüllt sein:

- wolkenarme Nächte: durch die aufgrund fehlender Wolken reduzierte Gegenstrahlung der Atmosphäre kann die Erdoberfläche kräftig auskühlen
- großräumig windschwache Situation: dadurch kann sich die Tendenz der Kaltluft, an geneigten Flächen abzufließen, gegenüber dem Umgebungswind durchsetzen.

Unter Umweltgesichtspunkten hat Kaltluft, wie in der VDI-Richtlinie „Lokale Kaltluft“ (VDI 3787 Blatt 5, 2003) zusammenfassend beschrieben, eine doppelte Bedeutung: zum einen kann Kaltluft nachts für Belüftung und damit Abkühlung thermisch belasteter Siedlungsgebiete sorgen. Zum anderen sorgt Kaltluft, die aus Reinluftgebieten kommt, für die nächtliche Belüftung schadstoffbelasteter Siedlungsräume. Kaltluft kann aber auch auf ihrem Weg Luftbeimengungen (Autoabgase, Geruchsstoffe etc.) aufnehmen und transportieren. Nimmt sie zu viele Schadstoffe auf, kann ihr Zufluss von Schaden sein. Vom Standpunkt der Regional- und Stadtplanung her ist es daher von großer Bedeutung, eventuelle Kaltluftabflüsse in einem Gebiet qualitativ und auch quantitativ bestimmen zu können.

A2 GEFÜHLTE TEMPERATUR (BIOKLIMATISCHE KENNGRÖSSE)

Früher wurde zur Beurteilung des thermischen Komforts häufig die Schwüle als Kenngröße herangezogen. Dieses Bewertungskriterium hat jedoch den Nachteil, dass thermophysiologisch wichtige Parameter nicht berücksichtigt werden. Aus diesem Grunde wird nach heutigem Stand der Technik auf bioklimatische Indizes zurückgegriffen, die auf dem Wärmehaushalt des Menschen beruhen.

In der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 2 (2008) werden standardisierte Bewertungsverfahren der Human-Biometeorologie für die auf den Menschen bezogene Berücksichtigung von Klima und Lufthygiene (Bioklima) bei der räumlichen Gesamtplanung bereitgestellt.

Der Thermische Wirkungskomplex umfasst die meteorologischen Elemente Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit sowie kurz- und langwellige Strahlung, die sich thermophysiologisch auf den Menschen im Freien und in geschlossenen Räumen auswirken. Die wahrgenommene Umgebungstemperatur kann aufgrund dieser meteorologischen Parameter von der tatsächlichen Lufttemperatur abweichen. Zum Beispiel wird die Umgebungstemperatur bei starkem Wind oftmals kälter empfunden als durch Messungen erfasst. Die gesundheitliche Bedeutung hängt mit der engen Vernetzung von Thermoregulation und Kreislaufregulation zusammen. Bei hoher Wärmebelastung versucht der Körper durch Erhöhung der Hauttemperatur und Schwitzen die Wärmeabgabe zu steigern. Daneben spielen der Aktivitätsgrad und der Isolationswert der Bekleidung eine entscheidende Rolle für das Wärme- bzw. Kälteempfinden.

Zur Bewertung des thermischen Komforts wird die sogenannte gefühlte Temperatur herangezogen, welche aus den genannten meteorologischen Elementen des Thermischen Wirkungskomplexes abgeleitet wird. Die gefühlte Temperatur vergleicht die tatsächlich gemessene Temperatur mit jener, die in einer Standardumgebung herrschen sollte, um ein identisches Temperaturempfinden zu haben. Die Standardumgebung entspricht einem beschatteten Raum in dem nur ein leichter Luftzug von 0.2 m/s herrscht. Die gefühlte Temperatur basiert auf der Lösung der Wärmebilanzgleichung des menschlichen Körpers für stationäre Bedingungen. Bei der Bestimmung der Energiebilanz wird das Klima-Michel-Modell mit einem „Norm-Mensch“ (Größe 1.75 m, Gewicht 75 kg, Körperoberfläche 1.78 m²) zugrunde gelegt (Abb. A1.1), der seine Kleidung an die thermischen Randbedingungen anpasst. Zusätzlich wird eine leichte körperliche Aktivität (langsames Gehen mit 4 km/h) angenommen.

Eine optimale Behaglichkeit des thermischen Befindens kann in Abhängigkeit der ausgeübten Aktivität sowie der Bekleidung zwischen 0 °C bis 20 °C erreicht werden. Bei höheren Temp-

Klima-Michel-Modell und Gefühlte Temperatur

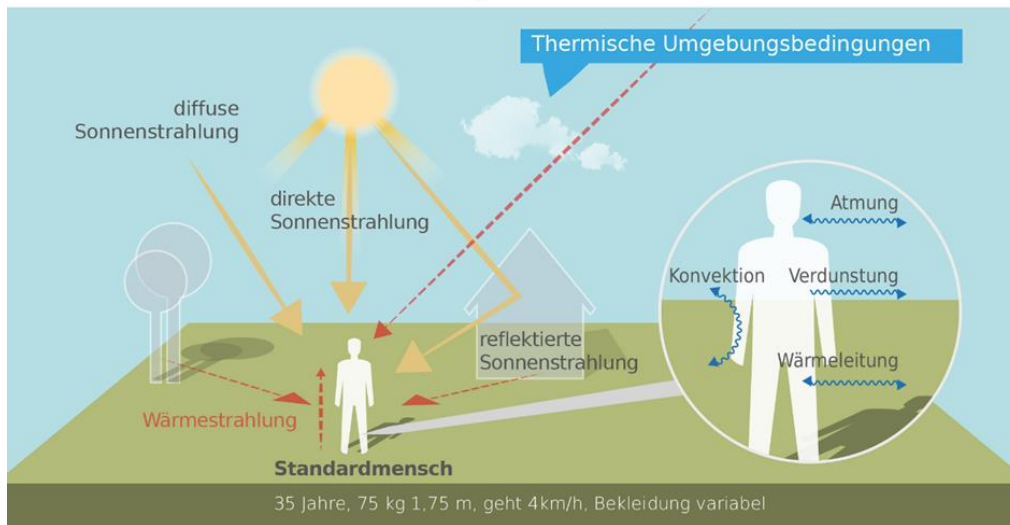


Abb. A3: Klima-Michel-Modell und Gefühlte Temperatur (Quelle: DWD)

eraturen tritt eine Wärmebelastung, bei tieferen Temperaturen Kältestress auf. Bei anderen Aktivitäten oder auch Bekleidungsverhältnissen verschieben sich die für Behaglichkeit erforderlichen Temperaturen zu höheren (geringere Aktivität oder dünnere Bekleidung) oder niedrigeren (gesteigerte Aktivität oder dickere Bekleidung) Werten.

Die durch die gefühlte Temperatur definierten Klassen des thermischen Komforts sind in der nachfolgenden Tab. A1 dargestellt.

Gefühlte Temperatur in °C	Thermisches Empfinden	Thermophysiologische Belastungsstufe
≤ -39	Sehr kalt	Extremer Kältestress
-26 bis -39	Kalt	Starker Kältestress
-13 bis -26	Kühl	Mäßiger Kältestress
0 bis -13	Leicht kühl	Schwacher Kältestress
0 bis +20	Behaglich	Komfort möglich
+20 bis +26	Leicht warm	Schwache Wärmebelastung
+26 bis +32	Warm	Mäßige Wärmebelastung
+32 bis +38	Heiß	Starke Wärmebelastung
≥ +38	Sehr heiß	Extreme Wärmebelastung

Tab. A1: Gefühlte Temperatur und thermische Beanspruchung (nach VDI-Richtlinie 3787 Blatt 2)

A3 ERGÄNZENDE ABBILDUNGEN EINGANGSDATEN

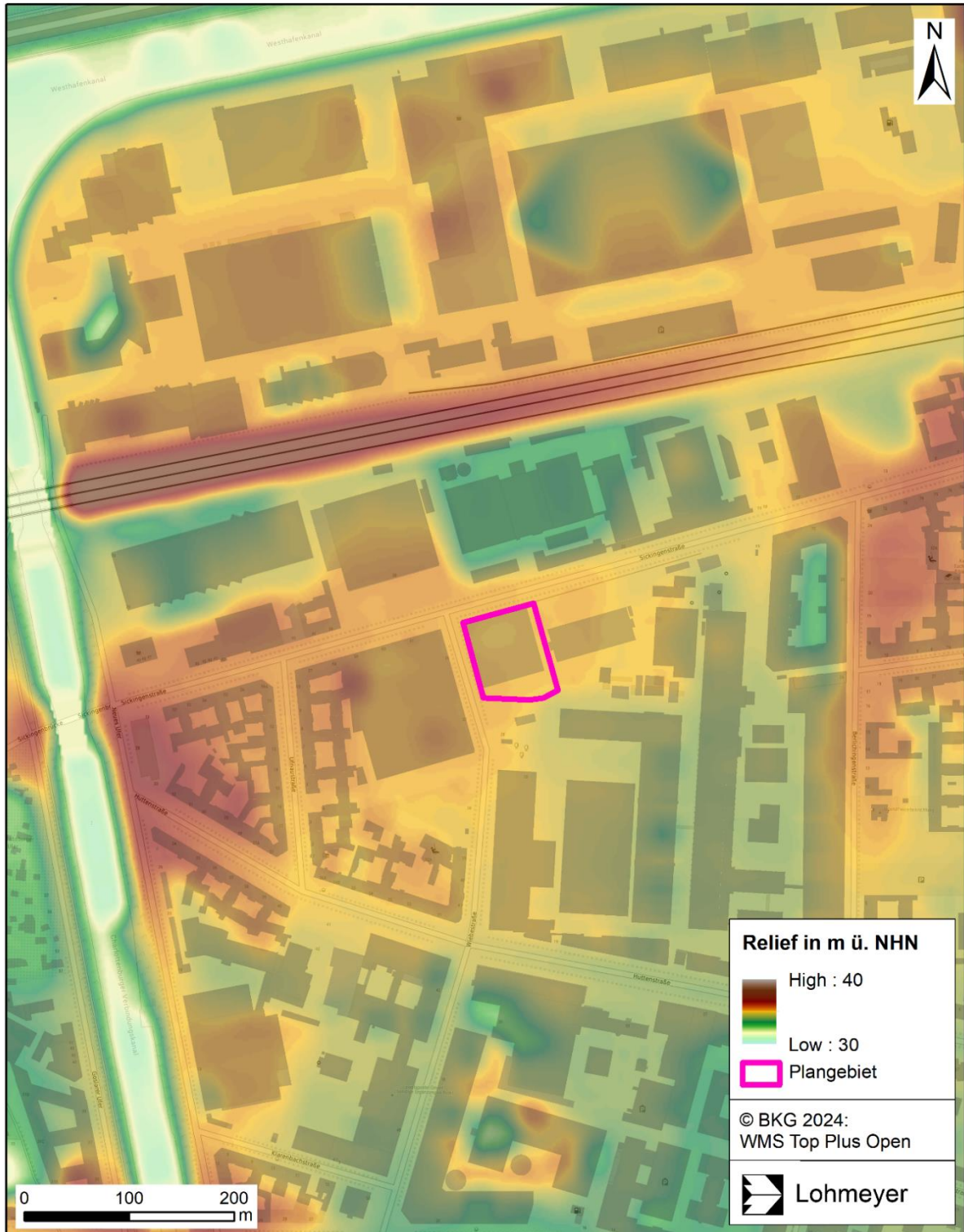


Abb. A4: Relief im Untersuchungsgebiet (Datengrundlage DGM1)



Abb. A5: Oberflächenbeschaffenheit im Untersuchungsgebiet für den Nullfall



Abb. A6: Oberflächenbeschaffenheit im Untersuchungsgebiet für den Planfall

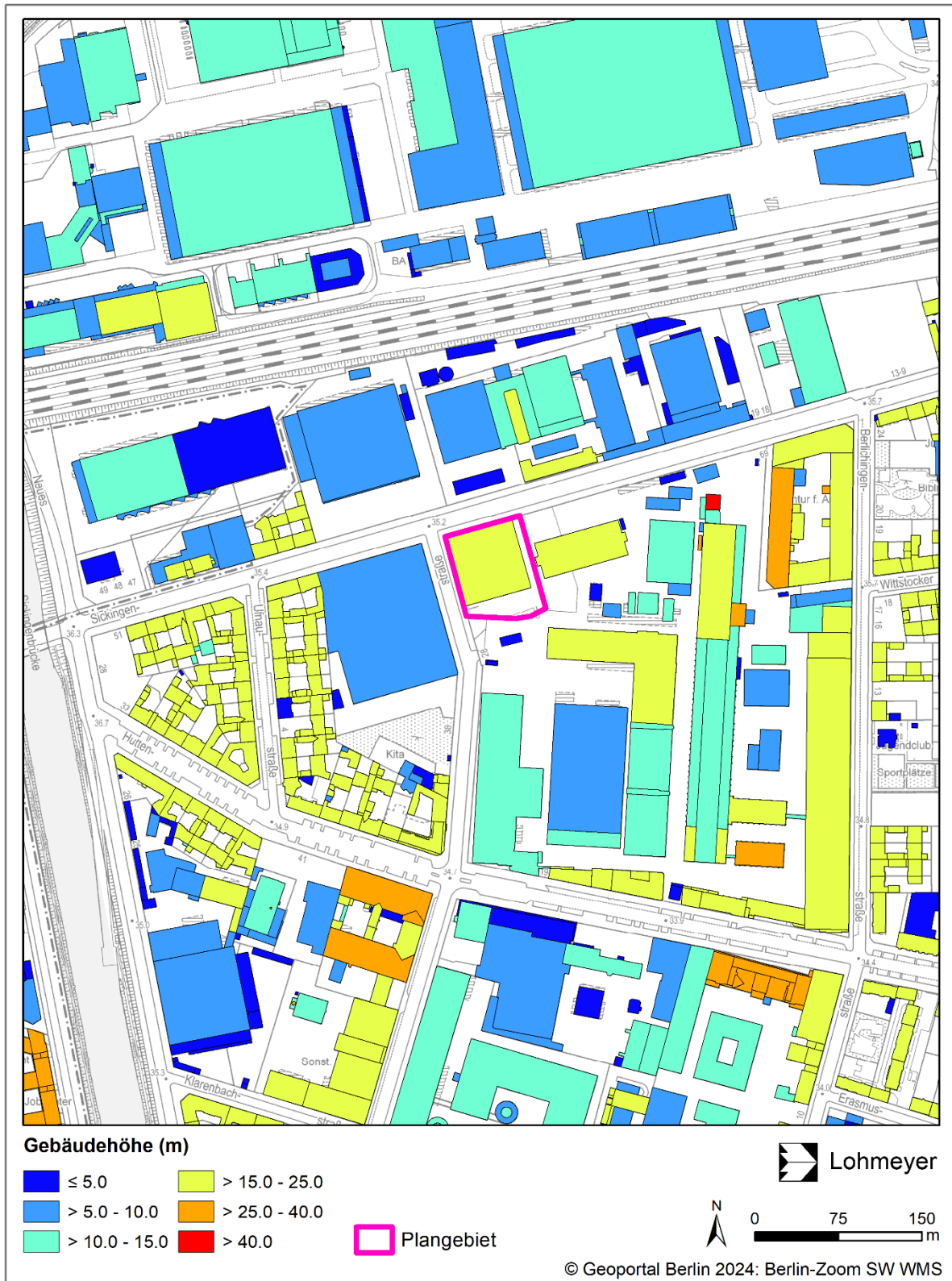


Abb. A7: Gebäudehöhe im Untersuchungsgebiet für den Nullfall

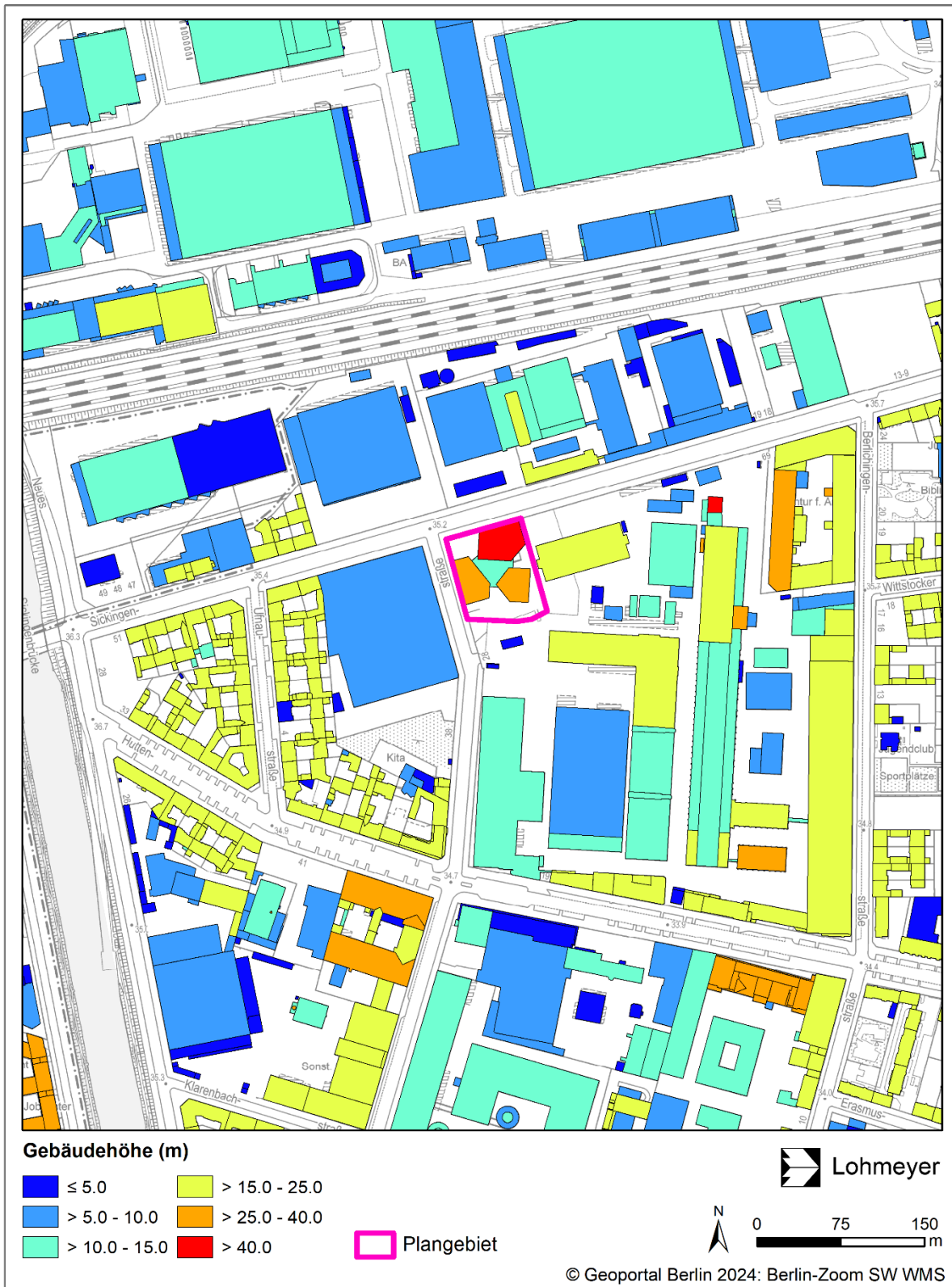


Abb. A8: Gebäudehöhe im Untersuchungsgebiet für den Planfall