



Lohmeyer

**VORHABENBEZOGENER BEBAUUNGSPLAN
NR. 26 -KARLSTRASSE- IN HERNE

- KLIMAGUTACHTEN -**

Auftraggeber:

SKIBA Wohnbau GmbH
Jürgen-von-Manger-Str. 1
44627 Herne

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH
Niederlassung Dorsten

M.Sc. Geogr. Jessica Lehmkuhler

Dipl.-Met. Georg Ludes

Juli 2020
Projekt 30069-20-02
Berichtsumfang 26 Seiten

Niederlassung Karlsruhe: An der Rossweid 3, 76229 Karlsruhe, Tel.: +49 (0) 721 / 62510-0, E-Mail: info.ka@lohmeyer.de

Niederlassung Dresden: Friedrichstr. 24, 01067 Dresden, Tel.: +49 (0) 351 / 8394-0, E-Mail: info.dd@lohmeyer.de

Niederlassung Dorsten: Alleestraße 10, 46282 Dorsten, Tel.: +49 (0) 2362 / 99337-10, E-Mail: info.dorsten@lohmeyer.de



Lohmeyer

Niederlassung Karlsruhe: An der Rossweid 3, 76229 Karlsruhe, Tel.: +49 (0) 721 / 62510-0, E-Mail: info.ka@lohmeyer.de

Niederlassung Dresden: Friedrichstr. 24, 01067 Dresden, Tel.: +49 (0) 351 / 8394-0, E-Mail: info.dd@lohmeyer.de

Niederlassung Dorsten: Alleestraße 10, 46282 Dorsten, Tel.: +49 (0) 2362 / 99337-10, E-Mail: info.dorsten@lohmeyer.de

INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG	1
2	AUFGABENSTELLUNG	2
3	LOKALES KLIMA IM UNTERSUCHUNGSRAUM.....	4
4	THEMENKOMPLEX BIOKLIMA	9
4.1	Bewertung des thermischen Komforts	9
4.2	Mikroklima-Modell ENVI-met	11
4.2.1	Modellbeschreibung	11
4.2.2	Aufbau der Rechengitter.....	12
4.2.3	Eingangsdaten	13
4.2.4	Initialisierungsparameter	17
4.3	Ergebnisse.....	19
4.3.1	Wärmster Tageszeitraum (12 bis 17 Uhr).....	19
4.3.2	Nachtzeitraum (22 bis 6 Uhr).....	22
4.4	Fazit	25
5	LITERATUR	26

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung des Ingenieurbüros Lohmeyer GmbH & Co. KG nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

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

1 ZUSAMMENFASSUNG

In Herne-Wanne ist am Standort des ehemaligen Nebenstandorts der Josefschule und einer aufgegebenen Jugendverkehrsschule die Errichtung eines Pflegeheims, einer Kindertagesstätte, einer Tagespflege und von Seniorenwohnungen geplant. Das ca. 7 600 m² große Plangebiet umfasst einen innen liegenden Bereich nördlich der Karlstraße, der weitestgehend von einer geschlossenen Blockrandbebauung eingegrenzt wird. Das Plangebiet ist durch den vorhandenen, teilweise alten Baumbestand geprägt.

Aufgrund der besonderen Lage und der geplanten baulichen Verdichtung ist zu prüfen, ob es bei einer Realisierung der geplanten Bebauung im Bereich der angrenzenden Bestandsbebauung zu negativen Auswirkungen auf die thermische Belastungssituation kommt.

Im Rahmen des Gutachtens werden auf der Grundlage von Simulationsrechnungen Aussagen zu den Themenkomplexen Temperatur / Überhitzung auf dem Bebauungsplangelände sowie im Bereich der angrenzenden Wohnbebauung erarbeitet. Die Simulationsrechnungen wurden mit der aktuellen Version des mikroskaligen numerischen Klimamodells ENVI-met durchgeführt

Die Simulationen wurden jeweils für den Ist-Fall (jetzige Bebauungssituation) und den Plan-Fall durchgeführt.

Die Simulationsrechnungen haben gezeigt, dass eine Umsetzung des Bauvorhabens im Plangebiet in kleineren, räumlich engbegrenzten Bereichen einen Temperaturanstieg verursachen wird. Nach baulicher Realisierung ähnelt die thermische Belastungssituation im Plangebiet weitestgehend der in den umliegenden Innenhofbereichen. Negative bioklimatische Auswirkungen durch vermehrten Hitzestress werden sich im Bereich der unmittelbar an das Plangebiet angrenzende Wohnbebauung nicht nachweisen lassen.

Eine großräumige Verschlechterung der thermischen Belastungssituation durch die Planung kann somit ausgeschlossen werden.

2 AUFGABENSTELLUNG

In Herne-Wanne ist am Standort des ehemaligen Nebenstandorts der Josefschule und einer aufgegebenen Jugendverkehrsschule die Errichtung eines Pflegeheims, einer Kindertagesstätte, einer Tagespflege und von Seniorenwohnungen geplant.

Das ca. 7 600 m² große Plangebiet umfasst einen innen liegenden Bereich nördlich der Karlstraße, der weitestgehend von einer geschlossenen Blockrandbebauung eingegrenzt wird. Das Plangebiet ist durch den vorhandenen, zum Teil sehr alten, Baumbestand geprägt.

Die Planung sieht zwei viergeschossige Gebäuderiegel in Nord-Südrichtung im östlichen und nordwestlichen Bereich des Plangebiets vor. Ein eingeschossiger Baukörper ist dem nordwestlichen Gebäuderiegel angegliedert. Die Erschließung des Plangebiets soll im über die Karlstraße im Süden erfolgen. Stellplätze sind westlich der Zufahrt vorgesehen (siehe **Abb. 2.1**).

Aufgrund der besonderen Lage und der geplanten baulichen Verdichtung ist zu prüfen, ob es bei einer Realisierung der geplanten Bebauung im Bereich der angrenzenden Bestandsbebauung zu negativen Auswirkungen auf die thermische Belastungssituation kommt.

Im Rahmen des Gutachtens werden auf der Grundlage von Simulationsrechnungen Aussagen zu den Themenkomplexen Temperatur / Überhitzung auf dem Bebauungsplangelände sowie im Bereich der angrenzenden Wohnbebauung erarbeitet. Auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse sind die klimaökologischen Auswirkungen zu bewerten und ggf. Möglichkeiten zur Optimierung der lokalen Situation aufzuzeigen.

Die Simulationsrechnungen wurden mit der aktuellen Version des mikroskaligen numerischen Klimamodells ENVI-met durchgeführt.

Die Simulationen wurden jeweils für den Ist-Fall (jetzige Bebauungssituation) und den Plan-Fall durchgeführt.

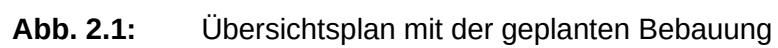


Abb. 2.1: Übersichtsplan mit der geplanten Bebauung

3 LOKALES KLIMA IM UNTERSUCHUNGSRAUM

Da in der näheren Umgebung des Plangebietes keine repräsentative Wetterstation vorhanden ist, wurden zur ersten Einschätzung der thermischen Belastungssituation Daten aus dem digitalen Klimaatlas Nordrhein-Westfalen [LANUV WEB_1] herangezogen, die in der **Tab. 3.1** zusammen gestellt sind. Die Tab. 3.1 dokumentiert, dass die Wärmebelastung zukünftig aufgrund des Klimawandels deutlich zunehmen wird. Maßnahmen zur Klimaanpassung werden daher im Rahmen der Bauleitplanung immer wichtiger.

Tab. 3.1: Thermische Kenngrößen für das Plangebiet

Thermische Kenngröße	Zeiträume		
	1981 - 2010	2021 - 2050	2071 - 2100
Mittelwert der Lufttemperatur in °C	>10 bis 11	+ >1.0 bis 1.5	+ >2.5 bis 3.0
Mittlere Anzahl von heißen Tagen im Jahr (Bedingung: $T_{\max} \geq 30,0^{\circ}\text{C}$)	>5 bis 10	+ >1 bis 5	+ >10 bis 15
Mittlere Anzahl von Sommertagen im Jahr (Bedingung: $T_{\max} \geq 25,0^{\circ}\text{C}$)	>35 bis 40	+ >5 bis 10	+ >20 bis 25

Lokalklimatische Eigenheiten lassen sich ebenfalls auf der Grundlage der „Synthetischen Klimafunktionskarte“ des LANUV charakterisieren (vgl. **Abb. 3.1**). Die Karte stellt die kleinklimatische räumliche Gliederung in so genannte Klimatope dar. Die Ausbildung von Klimatopen ergibt sich aus den unterschiedlichen klimatisch-energetischen Eigenschaften von Freiflächen, Waldgebieten, Wasserflächen und Bebauungsstrukturen.

Die **Abb. 3.1**, die aus dem Fachinformationssystem (FIS) Klimaanpassung [LANUV WEB_2] exportiert wurde, zeugt einen Ausschnitt der Klimatopkarte im Bereich der Planung.

Im Umfeld des Plangebietes überwiegen städtische Klimatope (Stadttrand, Stadt und Innenstadt).

Das eigentliche Plangebiet ist aufgrund des geringen Versiegelungsgrades und des hohen Grünflächenanteils dem Vorstadtklima zuzuordnen. Dieses Klimatop ist zwischen dem Freilandklima und dem Stadtklima einzuordnen. Das Klima in den Vorstadtsiedlungen zeichnet sich durch eine leichte Dämpfung der Temperaturamplitude aus. Der dichte Baumbestand im Plangebiet wirkt sich tagsüber durch die Verschattungswirkungen positiv auf die Wärmebelastung im Bereich der angrenzenden Bestandsbebauung aus.

Die an das Plangebiet angrenzenden Wohnsiedlungen sind überwiegend dem Stadtrandklima zuzuordnen. Das Stadtrandklima wird durch eine Bebauungsstruktur charakterisiert, die von Einzelhäusern mit Wohnblocks bis hin zur Blockrandbebauung reicht. Die Bebauungsstruktur kann als aufgelockert und durchgrünt bezeichnet werden. Hierdurch kann in der Regel ein ausreichender Luftaustausch gewährleistet werden, so dass die nächtliche Überwärmung gemindert wird.

Im näheren Umfeld der Planung sind zudem Stadt- und Innenstadtklimatope zu finden. Aufgrund des hohen Versiegelungsgrades und der dichten Bebauungsstrukturen herrschen hier ungünstigere bioklimatische Bedingungen und erhöhte Wärmebelastungen. Der geringe Grünflächenanteil, die eingeschränkte Frischluftzufuhr und die starke Wärmespeicherung der Baumassen führen hier während sommerlicher Hitzeperioden während der Nachtstunden zu einer verzögerten Abkühlung der Luft, so dass hier die nächtlichen Lufttemperaturen gegenüber dem Freiland deutlich erhöht sind. Dieser Effekt wird als städtische Wärmeinsel bezeichnet. Bei Hitzewetterlagen können daher starke Einschränkungen des thermischen Komforts auftreten. Durch die hohen Nachttemperaturen und die geringe Durchlüftung wird insbesondere die Erholungsfunktion des nächtlichen Schlafs für die hier ansässige Wohnbevölkerung deutlich gemindert. Diese körperlichen Belastungen durch Hitzestress werden zukünftig aufgrund des Klimawandels zusätzlich verstärkt.

Westlich und nordöstlich des Untersuchungsgebiets befinden sich großflächige Grünflächen, die eine positive thermische Ausgleichsfunktion für die angrenzenden Wohnsiedlungen ausüben (VDI, 2014). Nachts findet hier eine effektive Kaltluftproduktion statt, so dass diese Flächen deutlich kühler sind als innerstädtische Bereiche. Positive Auswirkungen beschränken sich allerdings bei Fehlen von Belüftungskorridoren (Grünzügen) meist auf die direkt angrenzenden Wohnsiedlungen.

Die **Abb. 3.2**, ebenfalls aus dem FIS, stellt eine Gesamtbetrachtung der thermischen Belastungssituation in bebauten Gebieten dar. Die Abbildung belegt, dass in den Wohnsiedlungen im Umfeld der Planung ungünstige bzw. sehr ungünstige thermische Bedingungen herrschen. Südwestlich und nördlich des Plangebietes werden Teilflächen als Klimavorsorgebereich Klasse 4 ausgewiesen. Hier ist aufgrund des Klimawandels bis zum Jahr 2050 eine Verschlechterung der thermischen Situation von ungünstig auf sehr ungünstig zu erwarten. Für diese Bereiche wird empfohlen, zukünftig die Durchlüftung zu verbessern und/oder den Grünflächenanteil zu erhöhen [LANUV 2018].

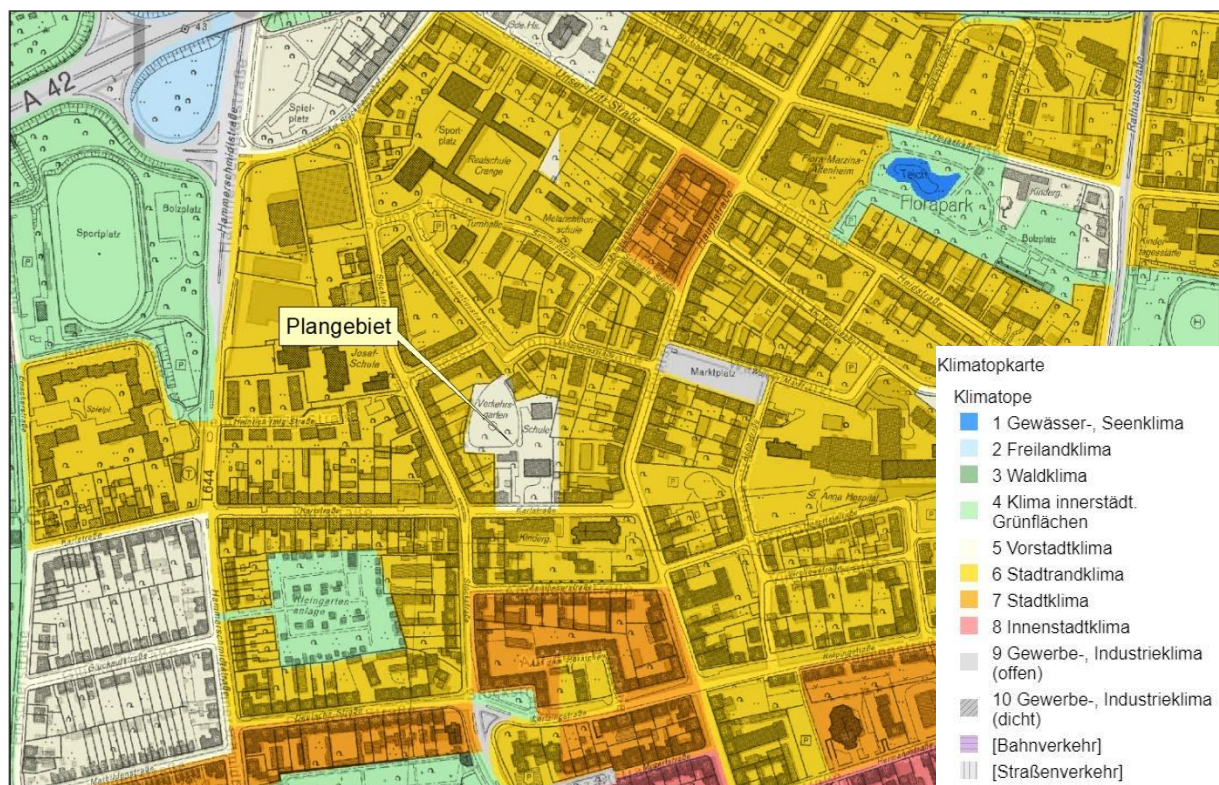


Abb. 3.1: Klimatopkarte [LANUV WEB_2]

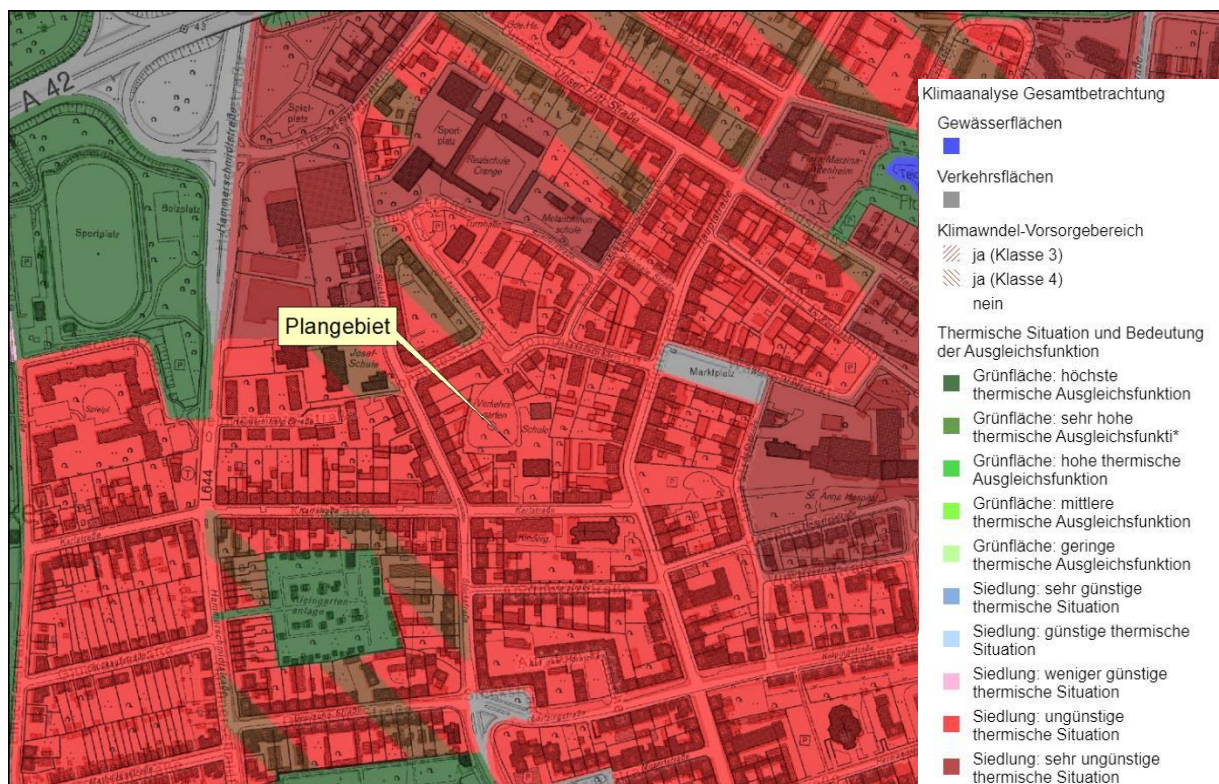


Abb. 3.2: Klimatopkarte [LANUV WEB_2]

Die Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. stellt die langjährige Windrichtungsverteilung an der Station Dortmund Eving dar. Dortmund Eving ist die nächstgelegene Station mit langjährigen Windmessungen und weist vergleichbare Bebauungsstrukturen auf wie im Untersuchungsgebiet. Es wird deutlich, dass der Wind bevorzugt aus südwestlichen und östlichen Richtungen weht.

Die **Abb. 3.4** stellt die Windrichtungsverteilung an der gleichen Station für warme Tage (Tagesmittel $> 20\text{ }^{\circ}\text{C}$) dar. Die Abbildung belegt, dass während warmer sommerlicher Wetterlagen vorwiegend schwache Winde aus östlicher Richtung auftreten. Bei den ENVI-met-Simulationsrechnungen zur Bestimmung der bioklimatischen Belastungssituation wurde daher eine östliche Anströmung aus 80° angenommen.

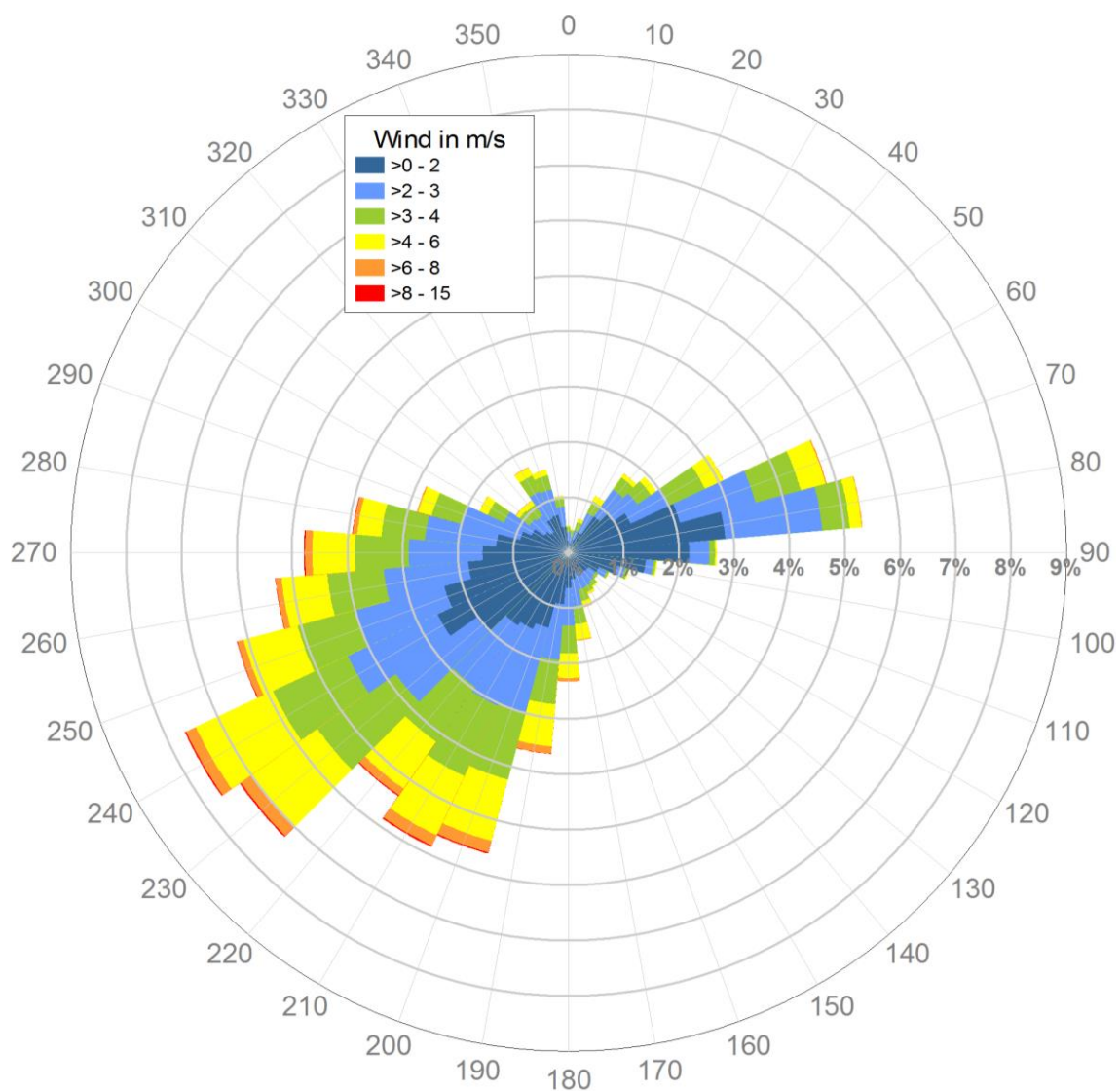


Abb. 3.3: Windrichtungsverteilung an der Station Dortmund Eving

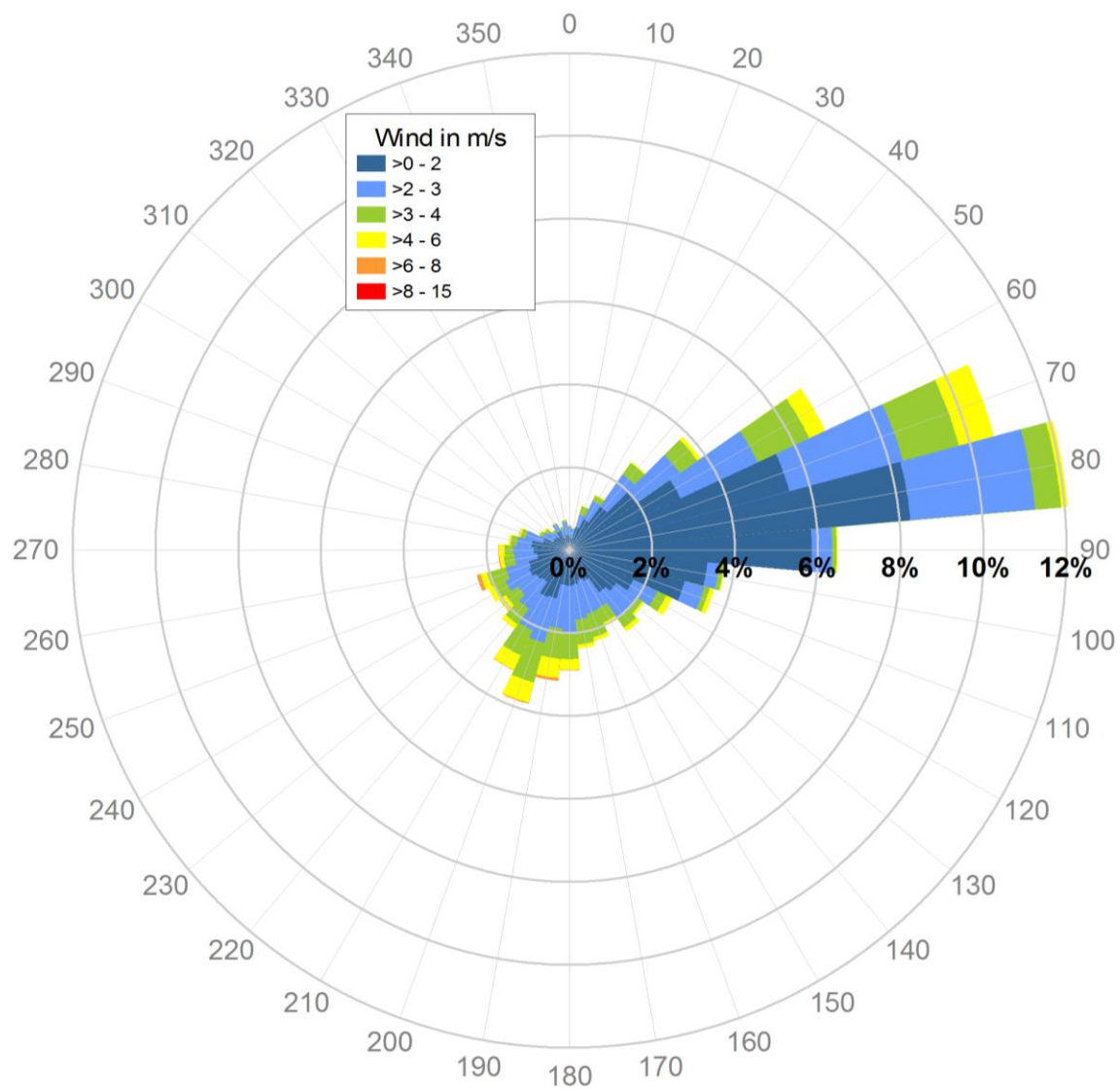


Abb. 3.4: Windrichtungsverteilung an der Station Dortmund Eving an warmen Tagen

4 THEMENKOMPLEX BIOKLIMA

4.1 Bewertung des thermischen Komforts

Früher wurde zur Beurteilung des thermischen Komforts häufig die Schwüle als Kenngröße herangezogen. Dies hat jedoch den Nachteil, dass thermophysiologisch wichtige Parameter nicht berücksichtigt werden. Aus diesem Grunde wird nach heutigem Stand der Technik auf thermische 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 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 oftmals von der tatsächlichen Lufttemperatur abweichen. Zum Beispiel wird die Umgebungstemperatur bei starkem Wind oftmals kälter empfunden als gemessen. 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 erhöhen. Daneben spielen der Aktivitätsgrad und der Isolationswert der getragenen Bekleidung eine entscheidende Rolle.

Zur Bewertung des thermischen Komforts wird die sogenannte *gefühlte Temperatur GT* herangezogen, welche aus den genannten meteorologischen Elementen des Thermischen Wirkungskomplex abgeleitet wird¹. 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 ein „Norm-Mensch“ (Größe 1,75 m, Gewicht 75 kg, Körperoberfläche 1,78 m²) zugrunde gelegt, der seine Kleidung an die thermischen Randbedingungen anpasst. Zusätzlich wird eine leichte körperliche Aktivität (langsames Gehen mit 4 km/h) angenommen.

¹https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/begriffe/G/Gefuehlte_Temperatur_pdf.pdf;jsessionid=30B1B8A6A94E79FF5398FDD86C5EC0AC.live11042?__blob=publicationFile&v=4

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

Tab. 4.1: Gefühlte Temperatur *GT* und thermische Beanspruchung²

<i>GT</i>	Thermisches Empfinden	Thermophysiologische Belastungsstufe
-39°C	sehr kalt	extreme Kältebelastung
-26°C	kalt	starke Kältebelastung
-13°C	kühl	mäßige Kältebelastung
0°C	leicht kühl	schwache Kältebelastung
20°C	behaglich	keine thermische Belastung
26°C	leicht warm	schwache Wärmebelastung
32°C	warm	mäßige Wärmebelastung
38°C	heiß	starke Wärmebelastung
	sehr heiß	extreme Wärmebelastung

Die für die gefühlte Temperatur benötigten meteorologischen Eingangsgrößen Lufttemperatur, Luftfeuchte, mittlere Strahlungstemperatur und Windgeschwindigkeit werden mit Hilfe des Mikroklimamodells ENVI-met bestimmt.

² VDI 3787 Blatt 2.

4.2 Mikroklima-Modell ENVI-met

Die räumlich detaillierte Klimauntersuchung erfolgt mit dem mikroskaligen numerischen Klimamodell ENVI-met 4.4.5³. Es werden zwei Szenarien untersucht.

- Ist-Fall: Bestandsbebauung, aktueller Baumbestand und aktuelle Oberflächenbeschaffenheiten
- Plan-Fall: Bebauung, Baumbestand und Oberflächenbeschaffenheiten nach Realisierung des Planvorhabens

4.2.1 Modellbeschreibung

Das für die Simulationsberechnungen eingesetzte Rechenmodell ENVI-met ist ein prognostisches dreidimensionales Modell, welches eine sehr hohe räumliche und zeitliche Auflösung aufweist. Mit typischen räumlichen Auflösungen zwischen 0,5 m und 10 m sowie Zeitschrittlängen von weniger als 10 Sekunden simuliert ENVI-met die Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre, Böden, Vegetation und Gebäuden.

Die wichtigsten Rechenergebnisse von ENVI-met sind:

- Windgeschwindigkeit und -richtung
- Luft- und Bodentemperatur
- Luft- und Bodenfeuchte
- Turbulenz
- Strahlungsflüsse

Zur Berechnung dieser Variablen nutzt ENVI-met verschiedene Untermodelle, die miteinander gekoppelt sind (vgl. **Abb. 4.1**).

Von besonderer Bedeutung sind hierbei das integrierte Strahlungsmodell (radiation model) zur Bestimmung der langwelligen (longwave) und der kurzwelligen (shortwave) Strahlungsbilanz, das Bodenmodell (soil model) zur Berücksichtigung der Bodenfeuchte und der Bodentemperatur und weitere Untermodelle, die die energetischen Wechselwirkungen (Verdunstung, Konvektion) zwischen der Atmosphäre und den natürlichen (Vegetation) und künstlichen Oberflächen (versiegelte Flächen (sealed surfaces), Hausdächer (roofs) und Hauswände (walls)) berücksichtigen.

³ <http://www.envi-met.com>

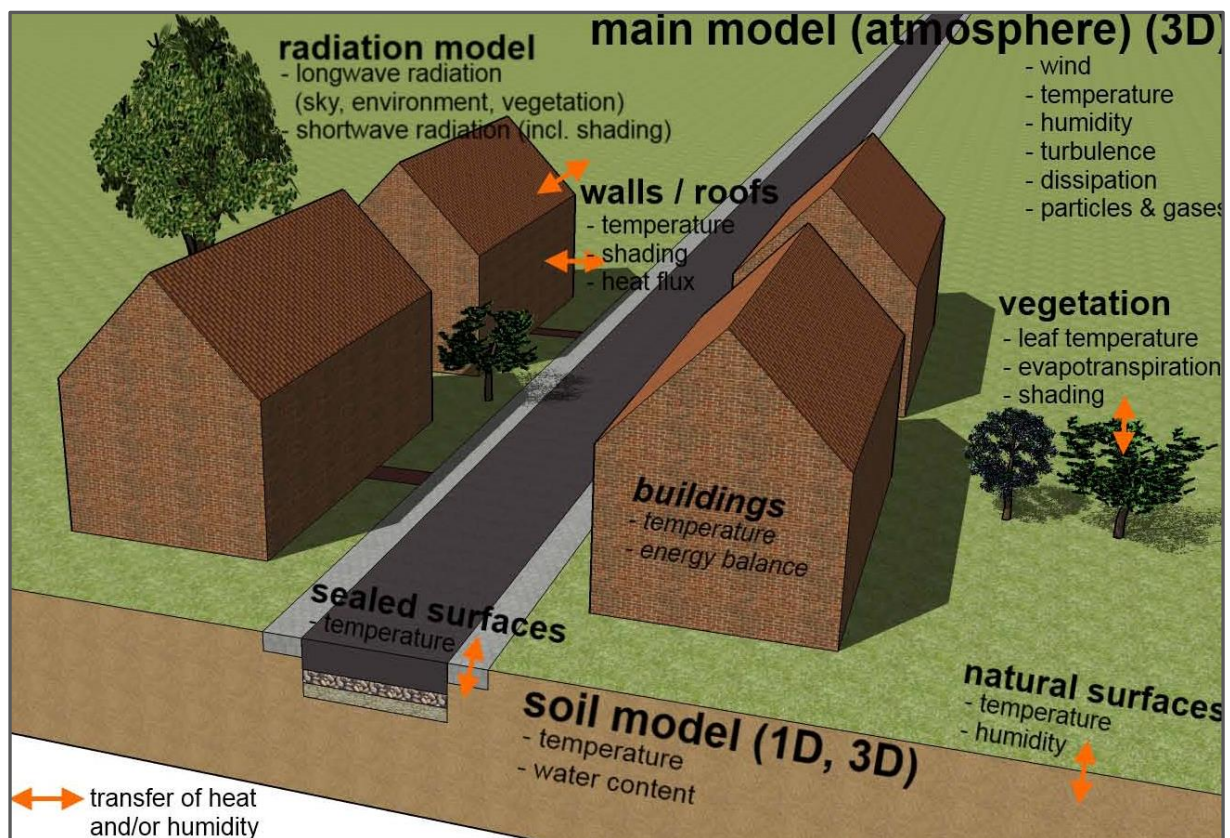


Abb. 4.1: Schema der in ENVI-met nachgebildeten Prozesse

4.2.2 Aufbau der Rechengitter

Die Modellrechnungen erfordern die Definition eines Rechengebietes und eine Aufteilung dieses Gebietes in viele quaderförmige Rechenzellen.

Aus der Vielzahl der Gleichungssysteme, die ENVI-met während einer Klimasimulation löst, resultieren lange Rechenzeiten. Die Ausdehnung eines ENVI-met-Rechengebietes ist daher begrenzt.

Für die vorliegende Untersuchung wurden zwei überlappende Rechengebiete mit einer horizontale Gitterauflösung von 2.5 m festgelegt. Die Abgrenzung der Rechengebiete ist in **Abb. 4.2** dargestellt.

Für die Auflösung der Rechenzellen in z-Richtung wurde ein variabler, mit der Höhe zunehmender Ansatz gewählt.

Oberfläche kommt es zu einer Abnahme der Windgeschwindigkeit und somit zu einer verringerten Frischluftzufuhr.

Die Ableitung der Gebäudegrundrisse und –höhen im Untersuchungsraum erfolgte auf der Grundlage eines digitalen Stadtmodells sowie eines aktuellen Luftbilds. Die Form der geplanten Bebauung wurde aus Zeichnungen abgeleitet, die uns der Auftraggeber zur Verfügung stellte.

Bei den Simulationsrechnungen werden den Gebäuden neben der Gebäudehöhe thermische und strahlungstechnische Eigenschaften zugewiesen. Hierbei wurden die in ENVI-met hinterlegten Standard-Gebäudeeigenschaften verwendet, die gemäß den Modellentwicklern die durchschnittlichen Verhältnisse in einer mitteleuropäischen Stadt abbilden.

4.2.3.2 Vegetation

Im Programmsystem ENVI-met kann der Einfluss von Bäumen auf das innerstädtische Mikroklima detailliert abgebildet werden. Bei den Berechnungen werden die folgenden Prozesse berücksichtigt:

- Verschattung des Bodens durch Baumkronen
- Absorption von Strahlung zur Verdunstung von Wasser
- Einfluss der Vegetation auf das lokale Windfeld

Die Bäume werden modellseitig u.a. durch ihre Position, ihre Höhe, die Wuchsform und die Belaubungsdichte definiert. Baumformen und Belaubungsdichten werden durch die Blattflächendichte (leaf area density = LAD) in zehn äquidistanten Höhenschichten des Baumes im Rechenmodell beschrieben. Der LAD-Index gibt hierbei die Blattdichte in m^2 pro m^3 an.

Die Erfassung der bestehenden Baumstandorte und Baumhöhen erfolgte auf der Grundlage von Luftbildern und Laserscandaten. Die geplanten Neupflanzungen wurden dem städtebaulichen Konzept entnommen.

Die **Abb. 4.3** zeigt den aktuellen Vegetationsbestand im Ist-Fall und den Vegetationsbestand im Plan-Fall.

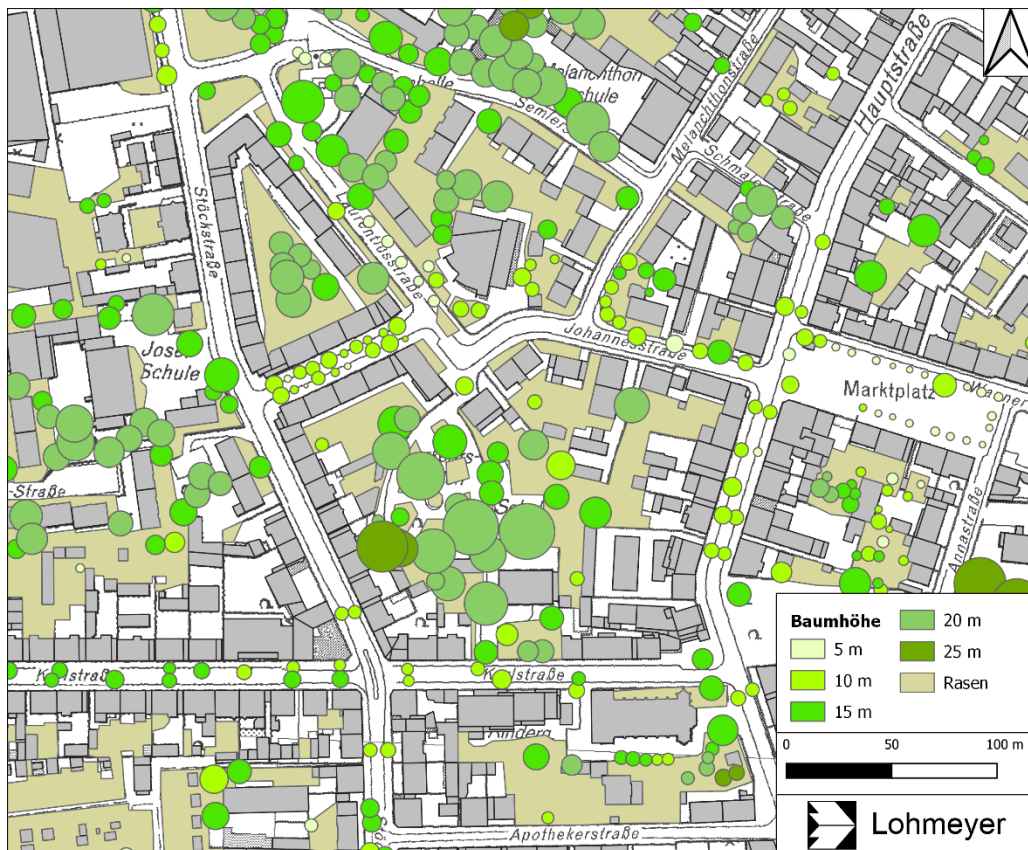


Abb. 4.3: Eingangsdaten Vegetation für den Ist-Fall (oben) und den Plan-Fall (unten)

4.2.3.3 Oberflächenbeschaffenheit

Ein weiterer wichtiger Baustein, der zur Ausprägung von kleinräumigen Klimatopen führt, ist die vorherrschende Oberflächenart. 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.

Die in den Simulationsrechnungen verwendeten Oberflächenarten wurden auf der Grundlage von Luftbildern und Plänen abgeleitet. Die **Abb. 4.4** zeigen die Oberflächentypen im Untersuchungsgebiet für den Ist-Fall und den Plan-Fall.



Abb. 4.4: Eingangsdaten Oberflächen für den Ist-Fall (links) und den Plan-Fall (rechts)

4.2.4 Initialisierungsparameter

In der für die Simulationen verwendeten Modellversion 4.4.5 werden die tageszeitlichen Schwankungen der meteorologischen Parameter über feste Startparameter und den tageszeitlich wechselnden Strahlungseinfall gesteuert. Die Startparameter werden in einer Konfigurationsdatei vorgegeben. Die wichtigsten Startparameter sind:

- Geographische Position
- Datum und Uhrzeit
- Windgeschwindigkeit in 10 m über Grund an einer Referenzstation
- Windrichtung
- Rauigkeitslänge an der Referenzstation
- Initialisierungstemperatur der Atmosphäre
- Spezifische Feuchte in 2.500 m
- Relative Feuchte in 2 m über Grund
- Bodentemperatur und -feuchte in drei Schichten
- Wolkenbedeckung

Durch die gezielte Wahl der Startparameter wurde ein heißer, trockener Tag ohne Bewölkung mit geringer Windgeschwindigkeit und hieraus resultierendem hohen Wärmestress-Potenzial abgebildet. Mit den gewählten Initialisierungs-Parametern werden am Tag Temperatur-Höchstwerte von über 30°C („Hitzetag“) erreicht. In den warmen Nächten sinkt die Temperatur nicht unter 20°C, so dass die Voraussetzungen für eine „Tropennacht“ erfüllt werden.

Die Temperaturverteilung im Modell ist auch von Advektionsprozessen und somit durch die jeweilige Anströmrichtung geprägt. Es wurde eine Anströmung aus Osten (80°) gewählt, die an warmen Tagen sehr häufig auftritt.

Die nachfolgende Tabelle dokumentiert die wichtigsten Initialisierungsparameter für die Simulationsrechnungen.

Geographische Position	51.54°N, 7.15°E
Startzeit der Simulation	17.07., 22:00 Uhr
Dauer der Simulation	32 Stunden
Potenzielle Temperatur der Atmosphäre	290K (ca. 23°C)
Spezifische Feuchte in einer Höhe von 2.500m	5g Wasser / kg Luft
Relative Feuchte in 2m über Grund	50 %
Rauhigkeitslänge z0	0,1m
Windgeschwindigkeit in 10m ü. Grund	2,0m
Windrichtung	Ostnordost
Bodentemperatur Oberste Schicht (0 bis 20cm) Mittlere Schicht (20 bis 50cm) Untere Schicht (unter 50cm)	293K 293K 293K
Bodenfeuchte Oberste Schicht (0 bis 20cm) Mittlere Schicht (20 bis 50cm) Untere Schicht (unter 50cm)	50 % 60 % 60 %

Tab. 4.2: Initialisierungsparameter für die Modellberechnungen

4.3 Ergebnisse

Für die Untersuchungen zum Hitzestress wurde die gemittelte gefühlte Temperatur für den wärmsten Tageszeitraum (12 bis 17 Uhr) sowie für den Nachtzeitraum (22 bis 6 Uhr) analysiert.

4.3.1 Wärmster Tageszeitraum (12 bis 17 Uhr)

Die **Abb. 4.5** zeigt die berechneten Werte der gefühlten Temperatur (GT) für den wärmsten Tageszeitraum im Ist-Fall.

Es wird deutlich, dass die GT in Abhängigkeit der Verschattungssituation, der Durchlüftung und der Oberflächenbeschaffenheit innerhalb des Untersuchungsgebietes stark variiert.

Die Modellparameter wurden so gewählt, dass ein sehr heißer Tag simuliert werden konnte. Dies spiegelt sich auch in der GT wider, die im Großteil des Untersuchungsgebietes einer starken (gelb bis orange gefärbt) und in manchen Bereichen (rot eingefärbt) sogar einer extremen Wärmebelastung entspricht (vgl. Tab. 4.1).

Besonders von Hitzestress betroffen sind Bereiche, die über mehrere Stunden hinweg unverschattet sind. Zusätzliche thermische Belastungen resultieren aus geringen Windgeschwindigkeiten, wie sie zum Beispiel in den Innenhöfen der Blockrandbebauungen zu finden sind. Hier werden teilweise Werte der GT von mehr als 38°C erreicht.

Positive Auswirkungen auf die GT haben zum Beispiel Baumgruppen. Durch die verschattende Wirkung der Baumkronen kommt es hier zu einer geringeren Wärmebelastung. Erkennen lässt sich dies zum Beispiel am Plangebiet. Hier liegt die gefühlte Temperatur bei 31 °C bis 32°C. Auch auf den Nordseiten von Gebäuden liegt die GT durch den Schattenwurf der Baukörper deutlich niedriger. Frei anströmbare Bereiche, wie der Marktplatz und der Parkplatz östlich der Karlstraße profitieren von guten Durchlüftungsverhältnissen, die den Überwärmungseffekt trotz Versiegelung und fehlender Verschattungsobjekte mindern können.

Die **Abb. 4.6** stellt die Verteilung der GT nach Realisierung des B-Plans dar. Im Plangebiet zeigt sich eine ähnliche Verteilung der GT wie in benachbarten dicht bebauten Bereichen. Der Bereich südlich der KiTa weist durch die Verschattung der Bäume geringere GT auf. Auf der Leeseite, also westlich der Plangebäude, werden wegen der hier relativ schlechten Durchlüftung teilweise GT-Werte von über 38 °C prognostiziert.

Um den Einfluss der Planung auf die Umgebung besser analysieren zu können, wurde eine Differenzdarstellung der GT zwischen dem Ist-Fall und dem Plan-Fall erstellt (**Abb. 4.7**).

Die Abbildung verdeutlicht, dass sich Veränderungen der GT vollständig auf das Plangebiet beschränken. Hier kommt es in lokal engbegrenzten Bereichen zu einer Zunahme der GT bis zu 4 °C prognostiziert, die insbesondere auf das Wegfallen von Bäumen zurückzuführen ist. Des Weiteren wird die Durchlüftungssituation durch die Plangebäude verschlechtert, so dass hierdurch ebenfalls die GT ansteigt. Relevante Abnahmen der GT werden tagsüber unmittelbar nordseitig der geplanten Bebauung prognostiziert. Dies ist auf die positive Wirkung der Gebäudeverschattung zurückzuführen.

Die **Abb. 4.7** belegt, dass sich eine signifikante Zunahme der Hitzebelastung im wärmsten Tageszeitraum auf das Plangebiet beschränkt. Die unmittelbar an das Plangebiet angrenzende Bebauung wird hiervon nicht berührt.



Abb. 4.5: Gefühlte Temperatur im Tageszeitraum beim Ist-Fall

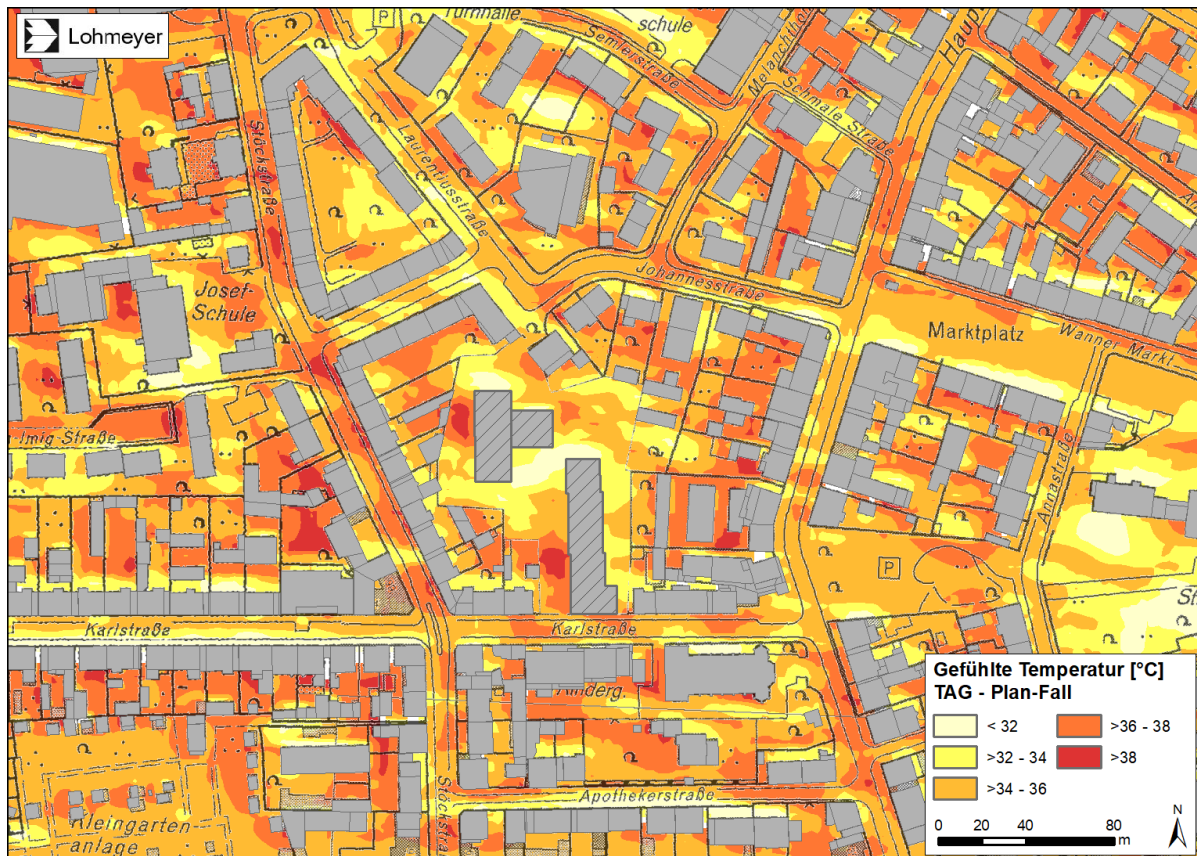


Abb. 4.6: Gefühlte Temperatur im Tageszeitraum beim Plan-Fall

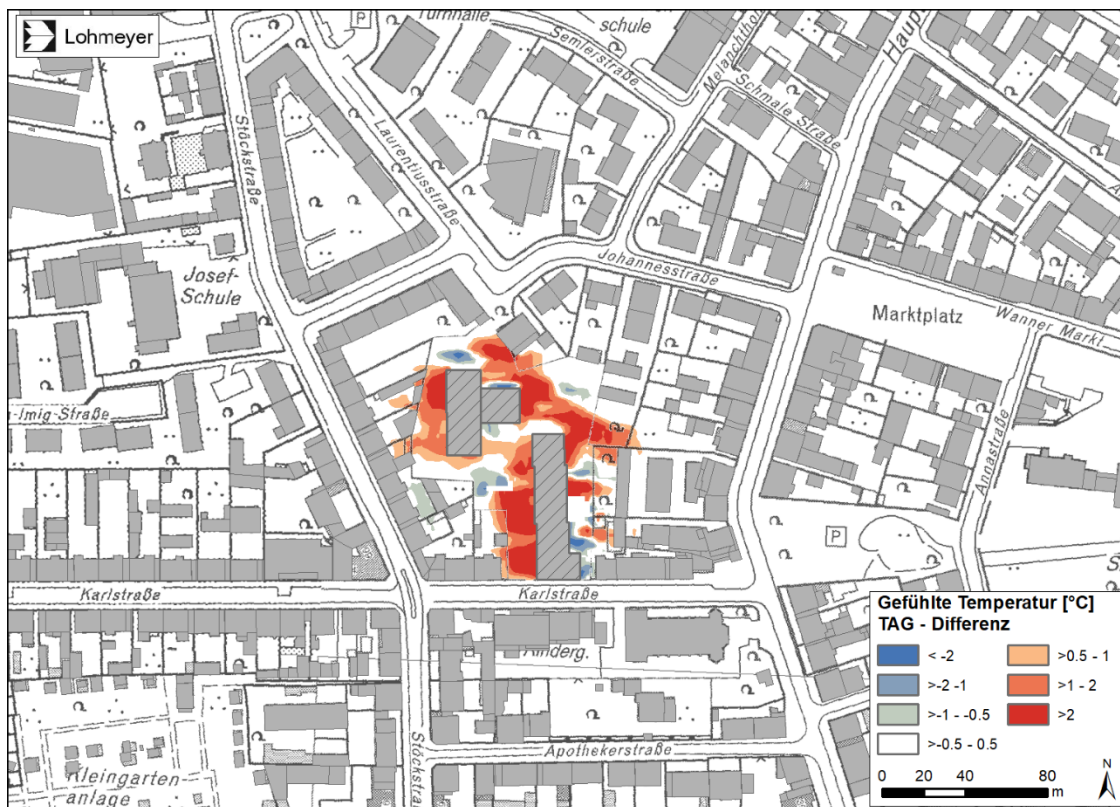


Abb. 4.7: Veränderung der gefühlten Temperatur im Tageszeitraum

4.3.2 Nachtzeitraum (22 bis 6 Uhr)

Zur Beurteilung der Wärmebelastung in der Nacht wurde der Zeitraum zwischen 22 Uhr und 5 Uhr herangezogen. In dieser Zeit liegt keine kurzwellige Sonneneinstrahlung vor. Die thermische Belastung wird also ausschließlich durch die Lufttemperatur, die Luftfeuchtigkeit, die Windgeschwindigkeit und die langwellige Ausstrahlung von Boden und Bauwerken beeinflusst.

Tagsüber führt die Sonnenstrahlung zu einer sehr heterogenen Temperaturverteilung. Hierbei treten häufig sehr hohe Differenzen der GT auf kleinstem Raum auf (beispielsweise beim Übergang aus einem schattigen Park auf eine benachbarte voll besonnte Straße). Nachts hingegen kommt es im Untersuchungsraum zu einer deutlich homogenen Verteilung der Wärmebelastung.

Für das Untersuchungsgebiet ist diese Verteilung in **Abb. 4.8** für den Ist-Fall dargestellt.

Es wird deutlich, dass die Bandbreite der GT in der Nacht deutlich geringer ist als am Tag. Mit ca. 22°C treten die geringsten Werte der GT auf gut durchlüfteten Freiflächen auf, wie beispielsweise im Bereich des Marktplatzes, des Parkplatzes und entlang der Karlstraße parallel zur Strömungsrichtung erreicht. Hier führt das Fehlen von Strömungshindernissen zu einer guten Belüftung, was wiederum die GT senkt.

Im Umfeld von Gebäuden hat die Durchlüftungssituation nachts ebenfalls einen großen Einfluss auf die GT. In den Innenbereichen geschlossener Blockrandbebauungen steigt die GT meist auf über 23 °C an, da sich hier die geringen Windgeschwindigkeiten in Kombination mit der Wärmestrahlung der Gebäudefassaden ungünstig auswirken. Diese Aussagen gelten auch für das Plangebiet, das von einer weitestgehend geschlossenen Blockrandbebauung eingefasst wird. Die GT liegt hier nachts bei ca. 23 °C. Der dichte Baumbestand verringert hier zusätzlich die langwellige Ausstrahlung und somit die nächtliche Auskühlung der Bodenoberfläche.

Der **Abb. 4.9** ist zu entnehmen, dass nach Realisierung der geplanten Bebauung die nächtlichen thermischen Verhältnisse im Plangebiet mit der Situation in Bereichen anderer Innenhofbereiche vergleichbar ist. Für das direkte Umfeld der geplanten Gebäude werden Werte zwischen 22.7°C und 23.7°C prognostiziert.

Die **Abb. 4.10** dokumentiert die Veränderungen der nächtlichen GT, die durch die Planung verursacht werden. Die Abbildung verdeutlicht, dass relevante Temperaturzunahmen auf das Plangebiet begrenzt und sich kleinräumig auf Bereiche an der geplanten Bebauung beschränken, in der sich die Wärmestrahlung der Fassaden und die verminderte Belüftung ungünstig auswirken. Hier wird daher eine Zunahme der GT bis zu 1 °C ausgewiesen.

An der Bestandsbebauung kann somit eine signifikante Zunahme der nächtlichen Hitzebelastung durch die geplante Bebauung ausgeschlossen werden.

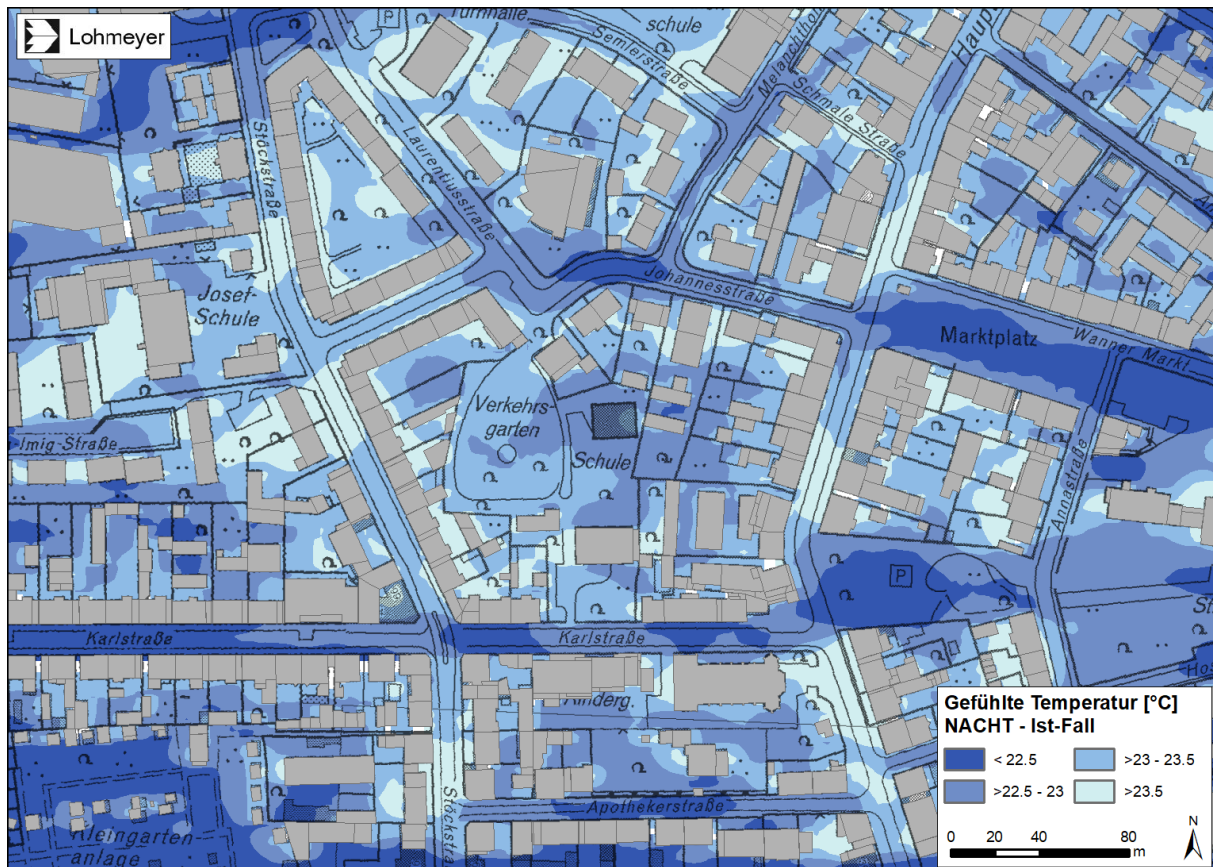


Abb. 4.8: Gefühlte Temperatur im Nachtzeitraum beim Ist-Fall

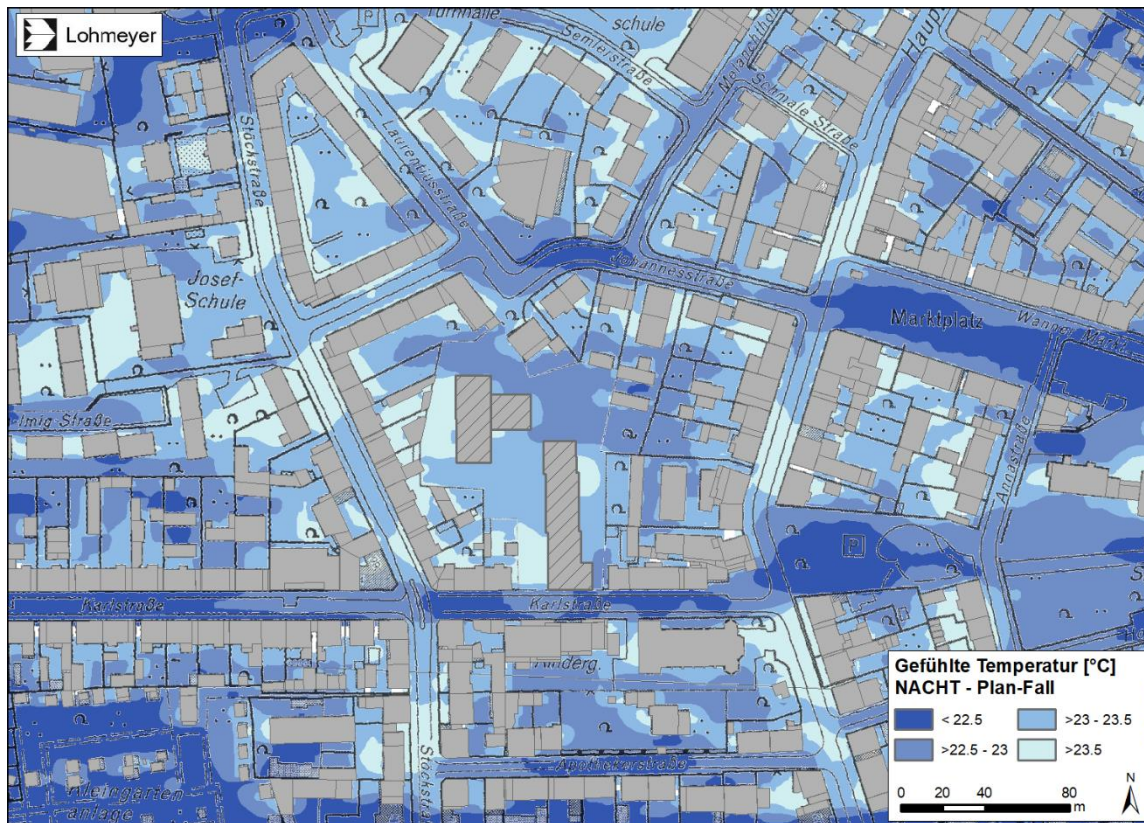


Abb. 4.9: Gefühlte Temperatur im Nachtzeitraum beim Plan-Fall

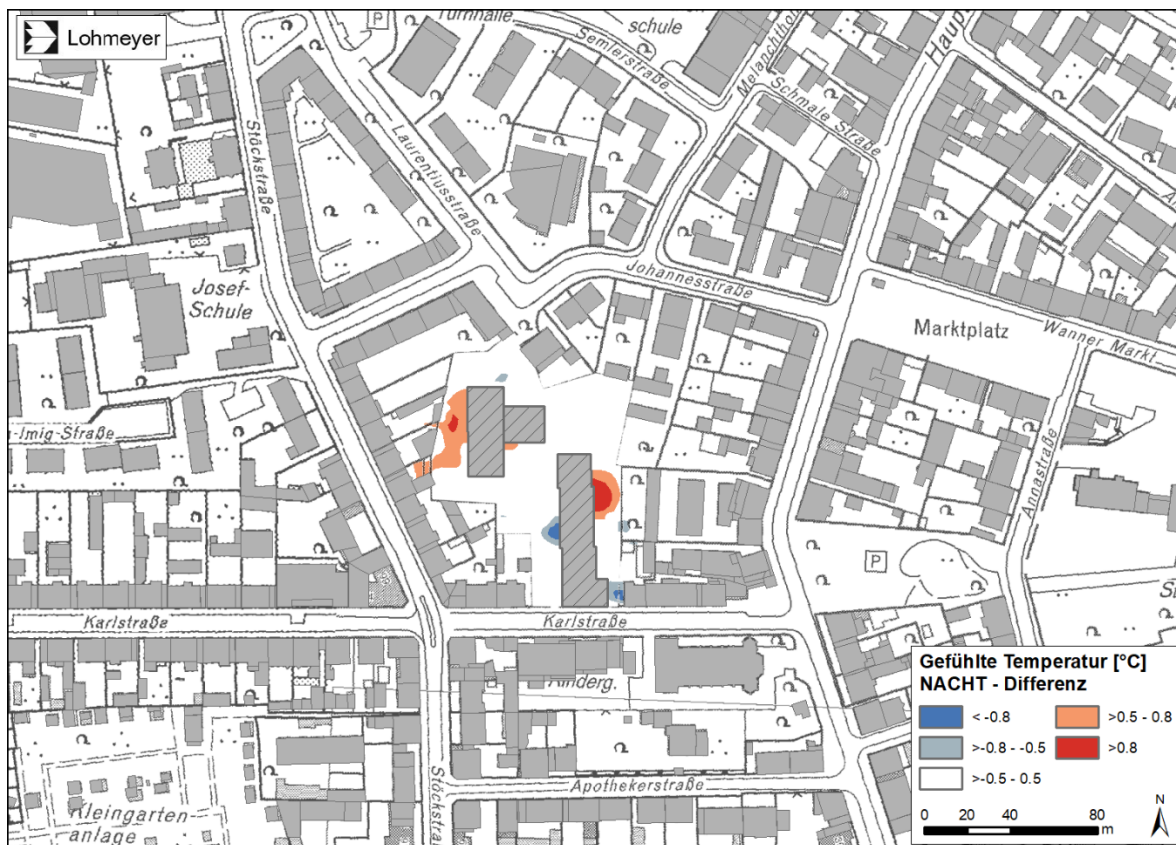


Abb. 4.10: Veränderung der gefühlten Temperatur im Nachtzeitraum

4.4 Fazit

Die Ergebnisse der Simulation weisen für das Plangebiet im Hinblick auf die innerstädtische Lage gute thermische Verhältnisse nach. Die Wärmebelastung kann tagsüber nach Tab. 4.1 als mäßig eingestuft werden. Die Ergebnisse belegen, dass innerhalb des Untersuchungsgebietes die bioklimatische Belastungssituation stark von der Verschattungssituation, der Durchlüftung und der Oberflächenbeschaffenheit abhängt.

Die im Verhältnis zum Umfeld gute Situation im Plangebiet resultiert aus dem dichten Baumbestand, welcher tagsüber durch Verschattungseffekte eine starke Aufheizung der Fassaden an der benachbarten Wohnbebauung verhindert. Fassaden im Windschatten, insbesondere auch innenseitige Fassaden von Wohnblocks, weisen aufgrund der schlechten Belüftung tendenziell erhöhte GT auf. Auch in den Nachtstunden ist die Wärmebelastung in schlecht belüfteten Bereichen (z.B. Innenhöfen) schlechter als im Bereich von gut ventilierten Freiflächen (z. B. dem Marktplatz). Dichte Baumgruppen können nachts ebenfalls die langwellige Abstrahlung und die Abkühlung des Bodens mindern und somit zu einer erhöhten GT beitragen.

Die Simulationsrechnungen haben gezeigt, dass die Umsetzung des Bauvorhabens in lokal engbegrenzten Bereichen eine Zunahme der Wärmebelastung verursachen wird. Hierfür verantwortlich sind insbesondere die Verringerung des Baumbestandes und die bauliche Verdichtung des Innenbereichs, der hier die Durchlüftung verschlechtert und tagsüber Wärme speichert, die nachts die Abkühlung der Luft behindert. Im Plangebiet wird die thermische Belastungssituation nach baulicher Realisierung weitestgehend denen der umliegenden Innenhofbereiche entsprechen.

Eine großräumige Verschlechterung der thermischen Belastungssituation durch die Planung kann somit ausgeschlossen werden.

Bei der Umsetzung der Planung sollten folgende Aspekte berücksichtigt werden, durch die im Plangebiet bioklimatische Belastungen durch Hitzestress gemindert werden können:

- Der Anteil versiegelter Flächen sollte minimiert werden. Für die Oberflächen von Stellplatzflächen sollten vorzugsweise Rasenpflastersteine zum Einsatz kommen.
- Die Aufheizung versiegelter Flächen sollte durch gezielte Baumpflanzungen gemindert werden. Hierbei ist eine lockere Pflanzanordnung hochstämmiger Bäume zu bevorzugen. Durch den Schattenwurf der Bäume wird die Besonnung und die hieraus resultierende Erwärmung der Oberflächen wirksam gemindert und gleichzeitig die bodennahe Windgeschwindigkeit nur geringfügig verringert.

5 LITERATUR

DWD (2020): Internetseite zur Bioklima-Thematik: http://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/ku_beratung/gesundheit/bioklima/bioklima_node.html. Offenbach, 2020.

LANUV (2018): Klimaanalyse Nordrhein-Westfalen, LANUV-Fachbericht 86, Recklinghausen, 2018.

LANUV WEB1: Klimaatlas NRW. <https://www.klimaatlas.nrw.de/karte-klimaatlas>

LANUV WEB2: Fachinformationssystem Klimaanpassung. <http://www.klimaanpassung-karte.nrw.de/>

Steinrücke, M., Snowdon, A. (2010): Handbuch Stadtklima. Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel. Langfassung. Ein Projekt des Ministeriums für Umwelt- und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. Essen, 2010.

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

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

VDI 3787 Blatt 4 (2019): Umweltmeteorologie - Methoden zur Beschreibung von Stark- und Schwachwinden in bebauten Gebieten und deren Bewertung (Entwurf), Düsseldorf, September 2019