



Lohmeyer

**VORHABENSBEZOGENER
BEBAUUNGSPLAN „FRANZ-GEUER-
STRASSE“ IN KÖLN-EHRENFELD**

- KLIMAGUTACHTEN -

Auftraggeber:

SL AM Development Residential GmbH
Clever Straße 36
50668 Köln

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH
Niederlassung Bochum

M.Sc. Geogr. Jessica Lehmkuhler

Dipl.-Met. Georg Ludes

Mai 2021, überarbeitet September 2023 mit einer redaktionellen Änderung vom Mai 2026
Projekt 30053-20-02
Berichtsumfang 39 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG	1
2	AUFGABENSTELLUNG	3
3	LOKALES KLIMA IM UNTERSUCHUNGSRAUM.....	6
4	THEMENKOMPLEX BIOKLIMA	11
4.1	Bewertung des thermischen Komforts	11
4.2	Mikroklima-Modell ENVI-met	13
4.2.1	Aufbau der Rechengitter.....	14
4.2.2	Eingangsdaten	15
4.2.3	Initialisierungsparameter	20
4.3	Ergebnisse	22
4.3.1	Wärmster Tageszeitraum (12 bis 17 Uhr).....	22
4.3.2	Nachtzeitraum (22 bis 6 Uhr).....	26
5	THEMENKOMPLEX DURCHLÜFTUNG	29
5.1	Windgeschwindigkeitsfaktor als Bewertungskenngröße	29
5.2	Durchführung der Windfeldberechnungen	29
5.3	Ergebnisse der Windfeldberechnungen.....	30
6	FAZIT UND PLANUNGSHINWEISE	36
7	LITERATUR	38

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 Namen und Jahreszahl zitiert. Im Kapitel Literatur findet sich dann die genaue Angabe der Literaturstelle.

1 ZUSAMMENFASSUNG

Die Immobiliengesellschaft SL AM Development Residential GmbH hat die Einleitung eines Verfahrens zur Aufstellung eines Vorhabenbezogenen Bebauungsplanes gemäß §12 BauGB beantragt. Das beantragte Plangebiet umfasst das ca. 1,89 ha große Grundstück östlich der Franz-Geuer-Straße und südlich der Stammstraße und westlich der Bezirkssportanlage in Köln-Ehrenfeld, auf dem sich heute ein durch die Siemens AG genutzter Büro-/ Gewerbestandort befindet. Die Nutzung wird aufgegeben.

Die wesentlichen Entwicklungsziele sind die Schaffung von ca. 450 Wohneinheiten, sowie ein urbanes, gemischt genutztes Quartier. Dazu soll auch ein städtebaulich relevanter Anteil gewerblicher Nutzflächen und eine Kindertagesstätte mit entsprechenden Freiflächen gehören.

Aufgrund der geplanten baulichen Verdichtung ist zu prüfen, ob es bei einer Realisierung des aktuellen städtebaulichen Entwurfs im Plangebiet selbst und dem Bereich der angrenzenden Bestandsbebauung zu negativen Auswirkungen auf die thermische Belastungssituation kommt und ob relevante klimaökologische Funktionen eingeschränkt werden.

Hierzu werden im Rahmen eines lokalklimatischen Gutachtens zu den Themenkomplexen Temperatur / Überhitzung und Wind / Durchlüftung erarbeitet. Auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse von Simulationsrechnungen 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.

Zur Bewertung des thermischen Komforts wird die sogenannte *gefühlte Temperatur (GT)* herangezogen, welche aus den genannten meteorologischen Elementen des Thermischen Wirkungskomplex abgeleitet wird.

Die Simulationsrechnungen haben gezeigt, dass das Plangebiet nach baulicher Realisierung unter Beachtung der innerstädtischen Lage relativ gute bioklimatische Verhältnisse aufweist. Die Wärmebelastung an heißen Tagen kann tagsüber als stark eingestuft werden, was charakteristisch für dicht bebaute urbane Stadtquartiere ist. Die vorgesehene Orientierung von Durchgängen in Hauptanströmrichtung schafft in vielen Bereichen des Plangebiets gute Durchlüftungsverhältnisse und mindert die Wärmebelastung.

Im Bereich von Innenhöfen können aufgrund der schlechten Belüftung ganztägig erhöhte Belastungen auftreten. Tagsüber sind hiervon Bereiche mit starker Verschattung beispielsweise durch Bäume ausgenommen. Nachts wirkt sich zusätzlich die Wärmestrahlung der Gebäudefassaden ungünstig auf die Wärmebelastung in Innenhofbereichen aus.

Die Simulationsergebnisse belegen, dass negative Auswirkungen auf die Wärmebelastung im Bereich der benachbarten Wohnsiedlungen weitestgehend ausgeschlossen werden können.

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

Unter Berücksichtigung der zukünftig zunehmenden Wärmebelastung sollten die in Kapitel 5 aufgeführten Maßnahmen geprüft und - wenn möglich - weitestgehend in der weiteren Planung berücksichtigt werden.

2 AUFGABENSTELLUNG

Die Immobiliengesellschaft SL AM Development Residential GmbH hat die Einleitung eines Verfahrens zur Aufstellung eines Vorhabenbezogenen Bebauungsplanes gemäß §12 BauGB beantragt. Das beantragte Plangebiet umfasst das ca. 1,89 ha große Grundstück östlich der Franz-Geuer-Straße und südlich der Stammstraße und westlich der Bezirkssportanlage in Köln-Ehrenfeld, auf dem sich heute ein durch die Siemens AG genutzter Büro-/ Gewerbestandort befindet. Die Nutzung wird aufgegeben.

Die wesentlichen Entwicklungsziele sind die Schaffung von ca. 450 Wohneinheiten, sowie ein urbanes, gemischt genutztes Quartier. Dazu soll auch ein städtebaulich relevanter Anteil gewerblicher Nutzflächen gehören. Eine ursprünglich ebenfalls geplante Kindertagesstätte ist seit Mai 2026 nicht mehr vorgesehen. Das neue Quartier soll weitgehend autofrei sein, Durchgangsverkehre sollen unterbunden werden.

Aufgrund der geplanten baulichen Verdichtung ist zu prüfen, ob es bei einer Realisierung des aktuellen städtebaulichen Entwurfs im Plangebiet selbst und dem Bereich der angrenzenden Bestandsbebauung zu negativen Auswirkungen auf die thermische Belastungssituation kommt und ob relevante klimaökologische Funktionen eingeschränkt werden.

Hierzu werden im Rahmen eines lokalklimatischen Gutachtens zu den Themenkomplexen Temperatur / Überhitzung und Wind / Durchlüftung erarbeitet. Auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse von Simulationsrechnungen 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.

Die Lage und die Bebauungsstrukturen des Plangebietes sind den folgenden Abbildungen zu entnehmen.

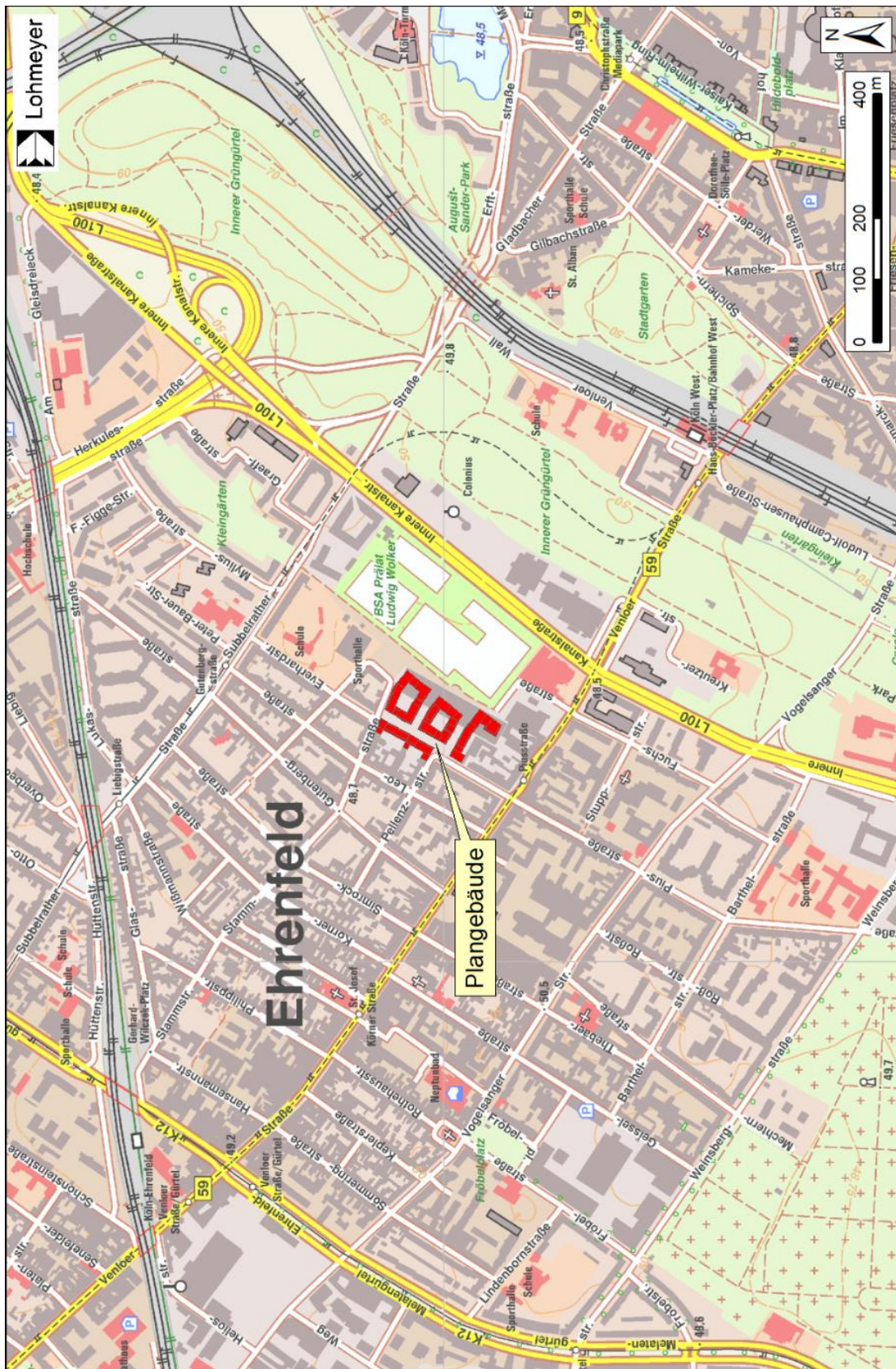


Abb. 2.1: Lageplan der Planung



Abb. 2.2: Aktueller städtebaulicher Entwurf

3 LOKALES KLIMA IM UNTERSUCHUNGSRAUM

Aktuelles Lokalklima

Lokalklimatische Eigenheiten lassen sich auf der Grundlage der Klimatopkarte des Landesamtes für Natur-, Umwelt- und Verbraucherschutz (LANUV) charakterisieren (vgl. **Abb. 3.1**). Die Karte stellt die kleinklimatische räumliche Gliederung in so genannte Klimatope dar. Klimatope bezeichnen räumliche Einheiten, die aufgrund vergleichbarer Eigenschaften bezüglich der Flächennutzung, der Bebauungsdichte, des Versiegelungsgrads, der Rauigkeit und des Vegetationsbestandes ähnliche mikroklimatische Bedingungen aufweisen.

Die Abbildung 3.1 zeigt einen Ausschnitt der Klimatopkarte im Bereich der Planung. Im Umfeld der Planung sind vor allem Stadt- und Innenstadtklimatope wiederzufinden. Diese klimatischen Lasträume sind aufgrund der zumeist hochversiegelten Bebauung von einer generellen Hitzebelastung betroffen. Die Wärmespeicherfähigkeit der urbanen Oberflächen und die eingeschränkten Durchlüftungsverhältnisse durch vorwiegend mehrgeschossige Baublöcke fördern zusätzlich den Wärmeinseleffekt. Langanhaltende nächtliche Überwärmungsphasen können sich im Sommer negativ auf das Innenraumklima auswirken. Wohnbebauung mit relativer Nähe zu klimatischen Ausgleichsflächen weisen grundsätzlich bessere bioklimatische Verhältnisse auf (vgl. Stadtrandklima).

Weiter östlich des Plangebiets liegt der „Innere Grüngürtel“ – eine rund sieben Kilometer lange, halbkreisförmig angelegte Grünzone, der sich vom Rheinufer Köln-Riehl bis zur Luxemburger Straße erstreckt. Aufgrund der effektiven nächtlichen Frischluft- und Kaltluftproduktion kommt Grünflächen eine wichtige lufthygienische und thermische Ausgleichsfunktion für angrenzende Wohngebiete zu. Die Reichweite ist dabei von der Flächengröße der Grünfläche sowie der Beschaffenheit der Randbebauung abhängig. Tagsüber haben parkartige Grünflächen einen lokalen Abkühlungseffekt durch Schattenzonen und erhöhte Verdunstung. In den Nachtstunden können Grünflächen als innerstädtische Kaltluftproduzenten der Entstehung nächtlicher Wärmeinseln entgegenwirken.

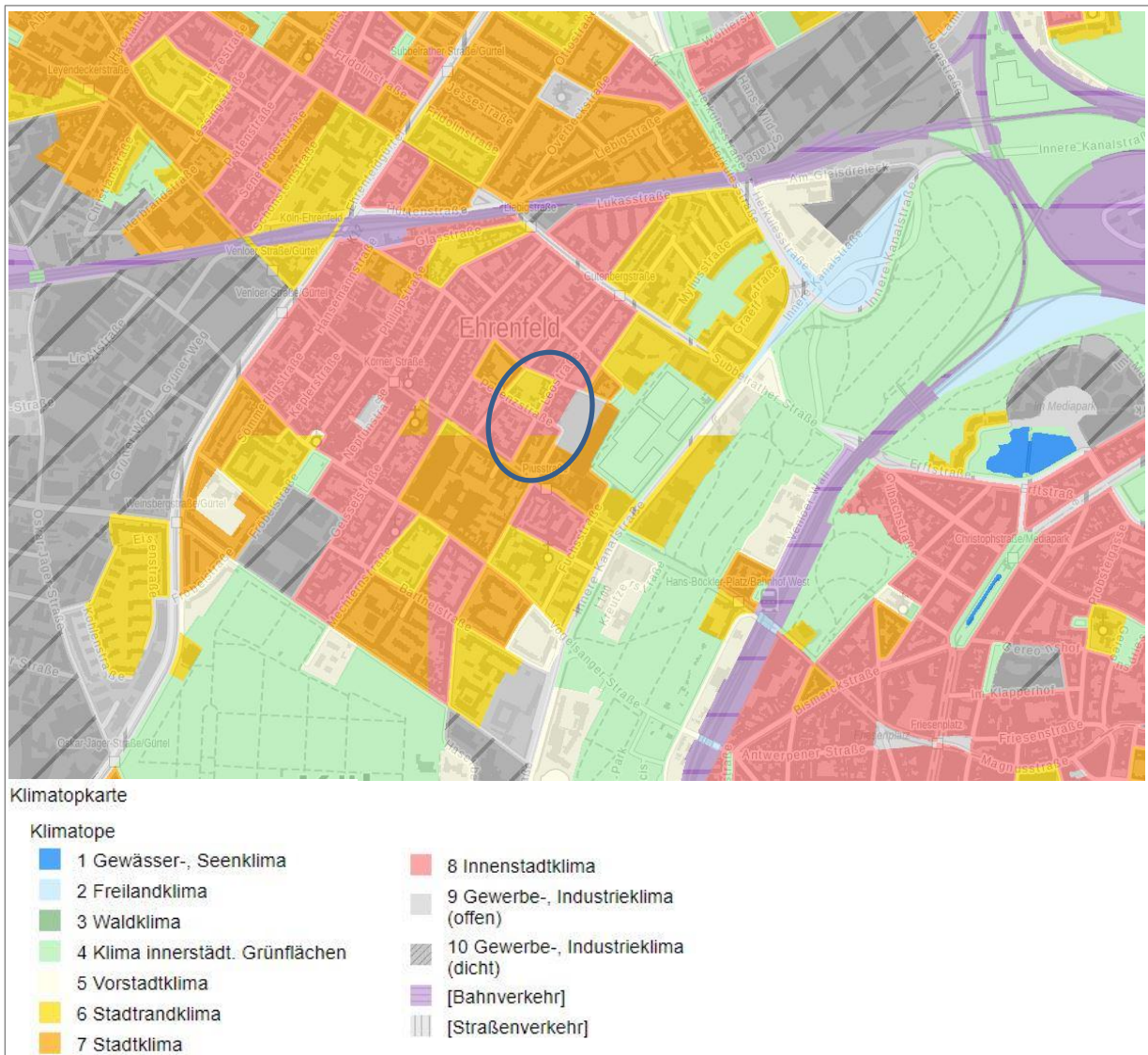


Abb. 3.1: Klimatopkarte [nach LANUV WEB]

Zukünftiges Klima

Seit der Industrialisierung steigt allmählich die globale mittlere Lufttemperatur. Der vom Menschen verursachte Klimawandel wird vor allem durch das Verbrennen von fossilen Energieträgern wie Kohle und Öl und durch großflächige Entwaldung verursacht. Hierdurch werden Treibhausgase (Kohlenstoffdioxid, Methan, Lachgas) in die Atmosphäre freigesetzt, die in großer Ansammlung in der Tendenz eine Erwärmung der unteren Luftschichten fördern.

Dem aktuellen IPCC Bericht (Intergovernmental Panel on Climate Change) zufolge wird die globale Jahresmitteltemperatur im Worst-Case-Szenario bis zum Zeitraum 2081 bis 2100 um 2.6 bis zu 4.8°C ansteigen [IPCC 2018].

Urbane Regionen reagieren besonders sensibel auf die Auswirkungen des Klimawandels, welcher eine Zunahme von Hitzeperioden, Starkniederschläge und Sturmereignisse zur Folge hat. Dichte innerstädtische Bebauungsstrukturen führen in Verbindung mit dem hohen Versiegelungsgrad und dem geringen Vegetationsanteil zu einer Temperaturerhöhung gegenüber dem Umland (städtische Wärmeinsel). Durch den Klimawandel wird die Wärmebelastung in städtischen Gebieten zunehmen. Die hiermit einhergehende Zunahme des sommerlichen Hitzestresses stellt ein gesundheitliches Risiko für die urbane Bevölkerung dar. Hiervon betroffen sind vor allem ältere Menschen, Menschen mit Vorerkrankungen und Kleinkinder. Vor diesem Hintergrund werden Strategien und Maßnahmen zur Klimaanpassung und Klimaschutz im Rahmen der Stadtentwicklung und Bauleitplanung immer wichtiger.

Die Wärmebelastung wird auch in Köln zukünftig aufgrund des Klimawandels deutlich zunehmen. Auswertungen von Wetterdaten der lokalen zeigen bereits beim Vergleich der Klimanormalperiode (KNP) 1951 bis 1980 mit der Klimanormalperiode 1981 bis 2010 deutliche Veränderungen der Lufttemperatur sowie der Temperaturkenntage. So hat die Anzahl der Sommertage (Maximum > 25°C), der Heißen Tage (Maximum > 30°C) und der Tropennächte (Minimum > 20°C), welche für die Bewertung der Wärmebelastung eine Rolle spielen, in der Vergangenheit zugenommen, wohingegen sich die Häufigkeit von Eis- und Frosttagen reduziert hat [LANUV 2018].

Temperaturkenntage pro Jahr	KNP 1951 bis 1980	KNP 1981 bis 2010	Differenz
Heiße Tage (Maximum>30°C)	3	6	3
Sommertage (Maximum>25°C)	24	34	10
Eistage (Maximum<0°C)	15	13	-2
Frosttage (Minimum<0°C)	71	63	-8

Tab. 3.1: Temperaturkenntage in den KNP 1951-1980 und KNP 1981-2010 (aus LANUV 2018)

In der **Tab. 3.2** ist die zukünftig prognostizierte Entwicklung der Lufttemperatur und der Wärmebelastung in Köln dokumentiert. Der Bezugszeitraum für die projizierten Änderungen ist jeweils die Referenz-Klimanormalperiode 1971 bis 2000. Die projizierte Klimaveränderung ist für einen Zeitraum der nahen Zukunft (2021 bis 2050) und der fernen Zukunft (2071 bis 2100) dargestellt. Zusätzlich sind die Temperaturabweichungen für das 15 %-, 50 %- und 85 %-Perzentil darstellt, um die Spannweite der möglichen klimatischen Entwicklung angeben zu können [LANUV 2018].

Die **Tab. 3.2** verdeutlicht, dass der Klimawandel zukünftig in Köln einen deutlichen Anstieg der Lufttemperaturen und eine Zunahme der jährlichen Sommertage und der Heißen Tage bewirken wird.

Zeitraum	Perzentil	Durchschnittstemperatur (RCP8.5-Projektion)	Anzahl an Heißen Tagen (SRES-A1B-Projektion)	Anzahl an Sommertagen (SRES-A1B-Projektion)
2021- 2050	15.	+0.9 K	+0.1	+0.5
	50.	+1.2 K	+1.7	+6.1
	85.	+1.7 K	+7.8	+14.7
2071- 2100	15.	+3.0 K	+1.5	+7.5
	50.	+3.4 K	+11.0	+25.3
	85.	+4.4 K	+23.6	+38.9

Tab. 3.2: Prognostizierte Entwicklung der jährlichen Durchschnittstemperatur und der Anzahl von Sommertagen und Heißen Tagen (aus LANUV 2018)

Die **Abb. 3.2** und **3.3** stellen die Windrichtungsverteilungen an der Station Köln-Chorweiler (LANUV) und Köln/Bonn Flughafen (DWD) für Heiße Tage (Maximum > 30 °C) dar. Es handelt sich dabei um die nächstgelegenen Freilandstationen mit langjährigen Windmessungen. Ausgewertet wurden Daten von 2010 bis 2019. Die Abbildungen belegen, dass während warmer sommerlicher Wetterlagen vorwiegend schwache Winde aus südöstlicher Richtung auftreten. Bei den Simulationsrechnungen zur Bestimmung der bioklimatischen Belastungssituation wurde daher eine südöstliche Anströmung aus 120° angenommen.

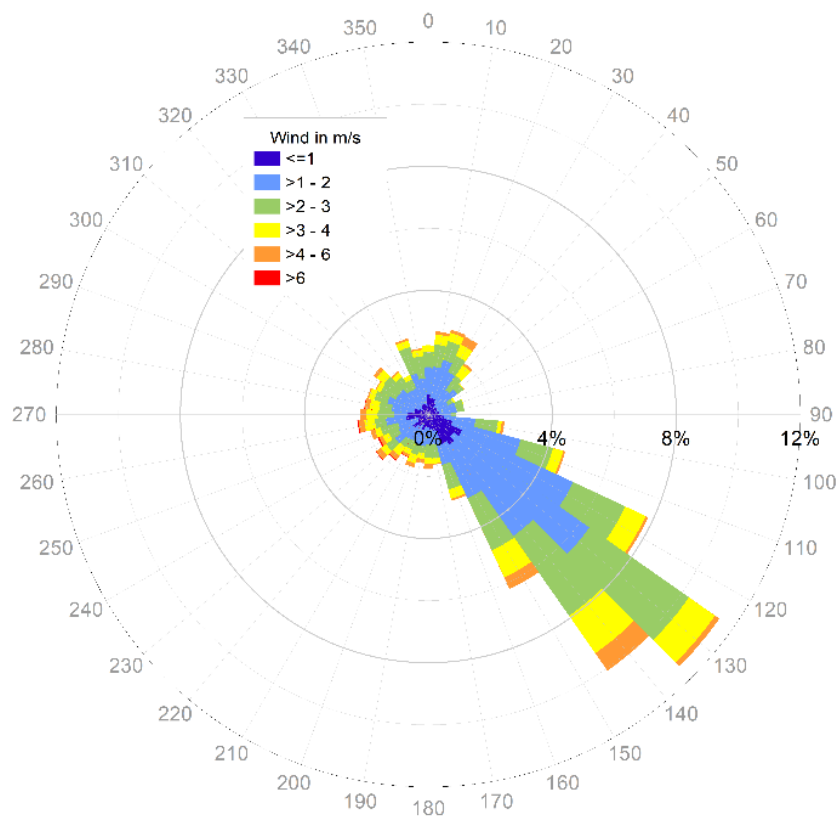


Abb. 3.2: Windrichtungsverteilung an der Station K-Chorweiler an Heißen Tagen

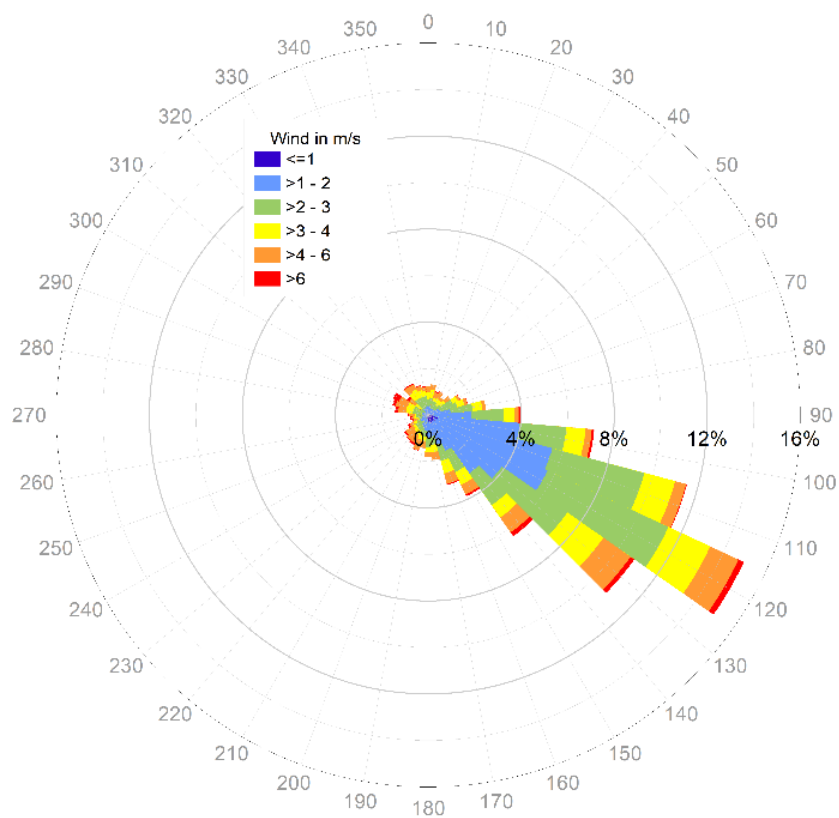


Abb. 3.3: Windrichtungsverteilung an der Station K-Flughafen an Heißen Tagen

4 THEMENKOMPLEX BIOKLIMA

4.1 Bewertung des thermischen Komforts

Früher wurde häufig die Schwüle als Kenngröße zur Beurteilung des thermischen Komforts 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 GT bezieht sich auf die Temperatur in einer „Standardumgebung“, die ein identisches Temperaturempfinden wie an einem Ort im Freien bewirkt. Die Standardumgebung entspricht einem beschatteten Raum in dem nur ein leichter Luftzug von 0.2 m/s herrscht. Die GT 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 und 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.

GT	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

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

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 Klimauntersuchungen erfolgen mit dem mikroskaligen numerischen Klimamodell ENVI-met 4.4.5³ für den Analyse- und den Planfall. Hierbei berücksichtigt werden die Bebauung³, der Baumbestand und die Oberflächenbeschaffenheiten.

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>

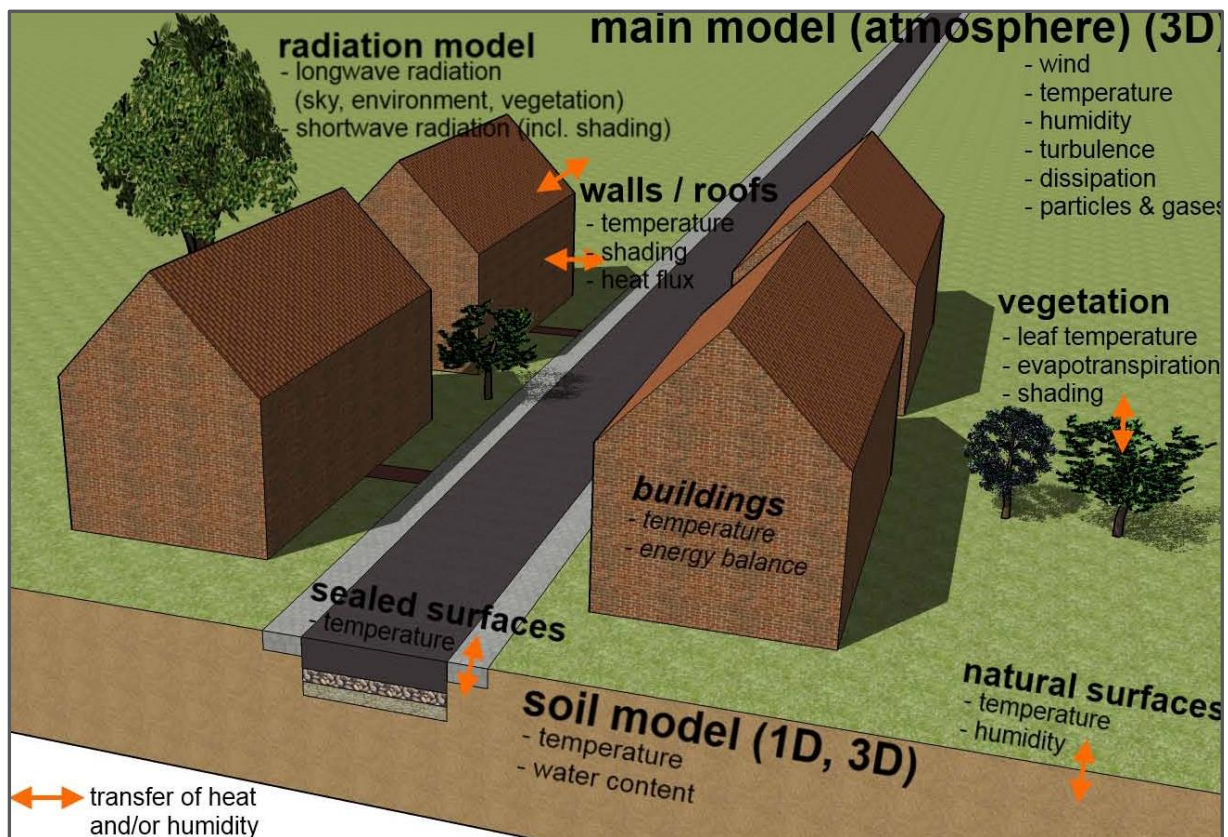


Abb. 4.1: Schema der in ENVI-met nachgebildeten Prozesse

4.2.1 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 wurde Rechengebiete mit einer horizontale Gitterauflösung von 3 m festgelegt. Die Abgrenzung der Rechengebiete ist in **Abb. 4.2** dargestellt.

Für die Auflösung der Rechenzellen in z-Richtung wurde ein Ansatz mit variablen Gitterabständen gewählt. Diese betragen in Bodennähe 1 m und nehmen ab einer Höhe von 7 m mit einem Spreizungsfaktor von 1.2 zu.



Abb. 4.2: Abgrenzung des Untersuchungsgebiets

4.2.2 Eingangsdaten

4.2.2.1 Gebäude

Städtische Baukörper und versiegelte unverschattete Flächen sind maßgebliche Einflussfaktoren für die Ausprägung des Stadtklimas. Tagsüber speichern sie die Wärme und Strahlungsenergie erheblich besser als natürliche Böden oder Vegetation. Abends und nachts wird diese Wärme wieder an die Umgebungsluft abgegeben. Daher ist es nachts innerhalb dicht bebauter Gebiete in der Regel deutlich wärmer als im städtischen Umland.

Tagsüber lassen sich aber auch gegenläufige Effekte feststellen. So kann sich in dicht bebauten Stadtvierteln durch den Schattenwurf der Gebäude die Luft tagsüber weniger stark erwärmen als auf unverschatteten Freiflächen.

Neben den Auswirkungen auf den Wärmehaushalt beeinflusst die Bebauungsstrukturen einer Stadt auch in erheblichem Maße den Luftaustausch. Durch die erhöhte Rauigkeit der 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.

4.2.2.2 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** und **4.4** zeigt den aktuellen Vegetationsbestand im Ist-Fall und den Vegetationsbestand im Plan-Fall.



Abb. 4.3: Eingangsdaten Vegetation für den Ist-Fall



Abb. 4.4: Eingangsdaten Vegetation für den Plan-Fall (Zoom)

4.2.2.3 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. 4.5** und **4.6** zeigen die Oberflächentypen im Untersuchungsgebiet für den Ist-Fall und den Plan-Fall.

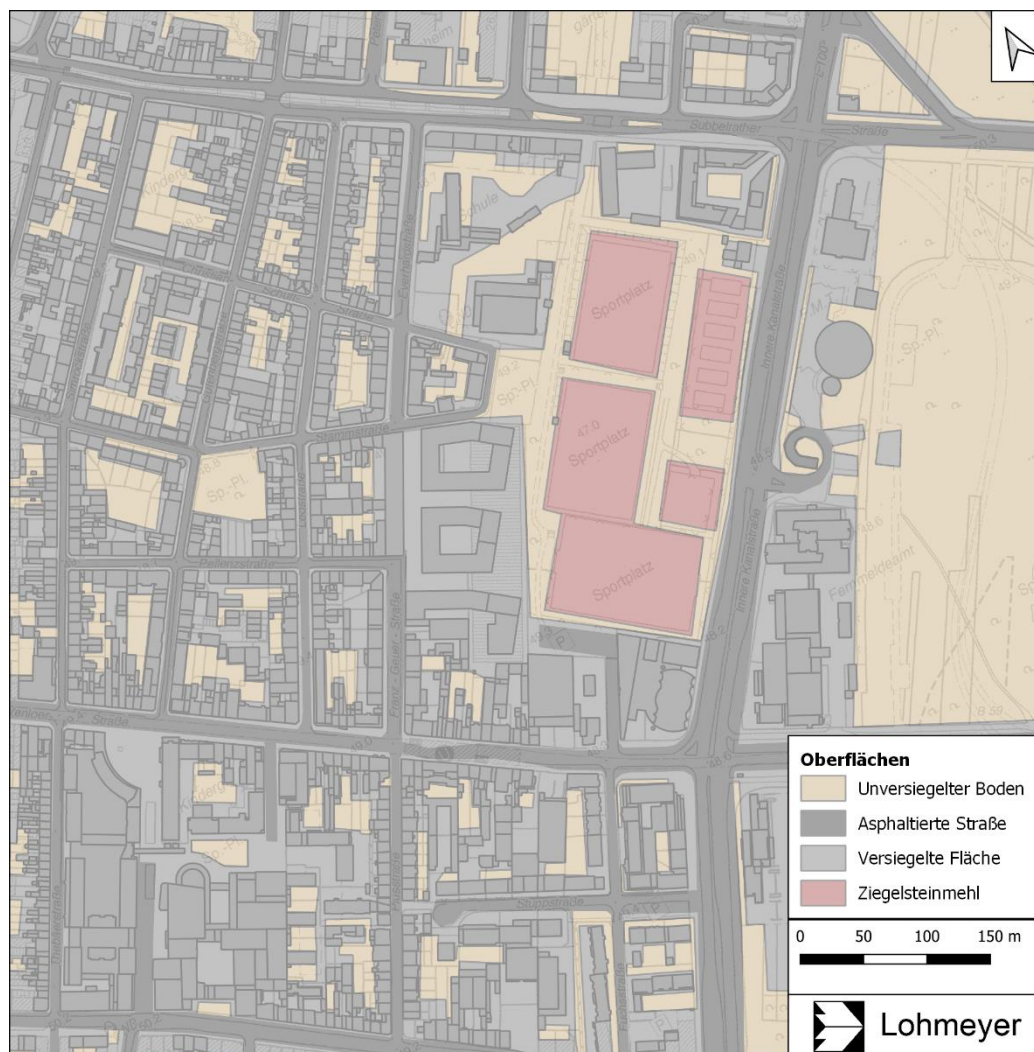


Abb. 4.5: Eingangsdaten Oberflächen für den Ist-Fall



Abb. 4.6: Eingangsdaten Oberflächen für den Plan-Fall (Zoom)

4.2.3 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:

- die Geographische Position
- Datum und Uhrzeit
- die Windgeschwindigkeit in 10 m über Grund an einer Referenzstation
- die Windrichtung
- die Rauigkeitslänge an der Referenzstation
- die Initialisierungstemperatur der Atmosphäre
- die spezifische Feuchte in 2.500 m
- die relative Feuchte in 2 m über Grund
- die Bodentemperatur und -feuchte in drei Schichten
- die 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 Südost (120°) gewählt, die an warmen Tagen sehr häufig auftritt (vgl. Kapitel 3).

Die nachfolgende Tabelle dokumentiert die wichtigsten Initialisierungsparameter für die Simulationsrechnungen.

Geographische Position	50.947°N, 6.927°E
Startzeit der Simulation	01.08., 22:00 Uhr
Dauer der Simulation	32 Stunden
Relative Feuchte in 2m über Grund	60 %
Rauhigkeitslänge z_0	0.3m
Windgeschwindigkeit in 10m ü. Grund	1.0m
Windrichtung	Südost (120°)

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. 4.7** 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 rot gefärbt) und in manchen Bereichen (violett eingefärbt) sogar einer extremen Wärmebelastung entspricht (vgl. **Tab. 4.1**).

Besonders von Hitzestress betroffen sind die Bereiche, die über mehrere Stunden hinweg besonnt werden, wie beispielsweise die Tennisplätze östlich des Plangebiets oder unverschattete Bereiche des Inneren Grüngürtels. Bei versiegelten Flächen wird der Effekt der Aufheizung durch die Wärmespeicherung der Oberfläche zusätzlich verstärkt (z.B. der Parkplatz im Plangebiet). Zusätzliche thermische Belastungen resultieren aus geringen Windgeschwindigkeiten, wie sie zum Beispiel in den Innenhöfen der Blockrandbebauungen zu finden sind. Hier treten teilweise extreme Wärmebelastungen mit Werten der GT von mehr als 38°C auf.

Im Bereich von Baumgruppen kommt es durch die verschattende Wirkung der Baumkronen zu deutlich geringeren Wärmebelastungen. Erkennen lässt sich dies am Beispiel der Baumallee westlich der Venloer Straße, am äußeren Rand des Inneren Grüngürtels und im Bereich der Spielplätze nördlich und westlich der Planung. Hier liegt die GT teilweise unter 32°C, was einer mäßigen Wärmebelastung entspricht. Auch Einzelbäume mit einem breiten Kronendurchmesser können bereits einen positiven Effekt auf die Wärmebelastung ausüben (vgl. Platanen an der Franz-Geuer-Straße). An heißen Tagen können Bäume in Wohnsiedlungen sonnenexponierte Süd- und Westfassaden vor Hitze schützen und somit die Überwärmung des Innenraumklimas mindern. Auch auf den Nordseiten von Gebäuden liegt die GT durch den Schattenwurf der Baukörper deutlich niedriger.

Die **Abb. 4.8** zeigt die mittleren Windgeschwindigkeiten für den wärmsten Tageszeitraum im Ist-Fall. Frei anströmbare Bereiche profitieren von guten Durchlüftungsverhältnissen, die den Überwärmungseffekt trotz Versiegelung und fehlender Verschattungsobjekte mindern können. Vergleichsweise höhere Windgeschwindigkeiten werden in Bereichen von parallel zur Anströmrichtung ausgerichteten Straßen- und Wegeführungen prognostiziert, welche die Durchlüftung aufgrund ihrer Leitwirkung in angrenzende Bereiche fördert (z.B. Venloer Str. oder Subbelrather Straße). Schlecht durchlüftete Straßenabschnitte dagegen fördern die Hitzebelastung (z.B. südliche Franz-Geuer-Straße).

Aus der **Abb. 4.8** ist zu entnehmen, dass der westliche Teil des Untersuchungsgebiets, in der vorrangig eine geschlossene Blockrandbebauung zu finden ist, schlechtere Durchlüftungsverhältnisse aufweist. Hierdurch wird insbesondere in Bereichen mit intensiver Besonnung die Wärmebelastung verstärkt. Hiervon betroffen sind besonders Innenhöfe oder windabgewandten Seiten quer zur Anströmrichtung angeordneter Bebauung. Insbesondere im Lee der Gebäuderiegel können hierdurch erhöhte Wärmebelastungen auftreten, die bei geringer Verschattung durch Bäume und Gebäude verstärkt werden.

Veränderungen der GT werden im Plan-Fall vor allem im Umfeld des Plangebiets prognostiziert (vgl. Abb. 4.7). Im Vergleich zu den umliegenden Wohnblöcken herrschen im Plangebiet relativ gute bioklimatische Verhältnisse. Die GT liegt in weiten Bereichen des Planumfeldes unter 37°C. Vor allem die parallel zur Anströmrichtung orientierten Durchgänge ermöglichen eine effektive Durchströmung des Plangebietes und eine Minderung der Wärmebelastung. Sonnenexponierten Südfassaden sind eher von einer starken bis extremen Wärmebelastung betroffen. Die Hitzebelastung wird in Bereichen mit geringen Windgeschwindigkeiten verstärkt. Dies betrifft insbesondere Innenhöfe.

An der Bestandsbebauung treten planungsbedingt Veränderungen der GT im Innenhof des westlich zur Planung angrenzenden Wohnblocks und lokal engbegrenzt am nördlich des gelegenen Gebäudes Stammstraße 109 auf. Grundsätzlich werden hier die Zunahmen der GT von bis zu 4°C durch die verursachten Windfeldveränderungen hervorgerufen.

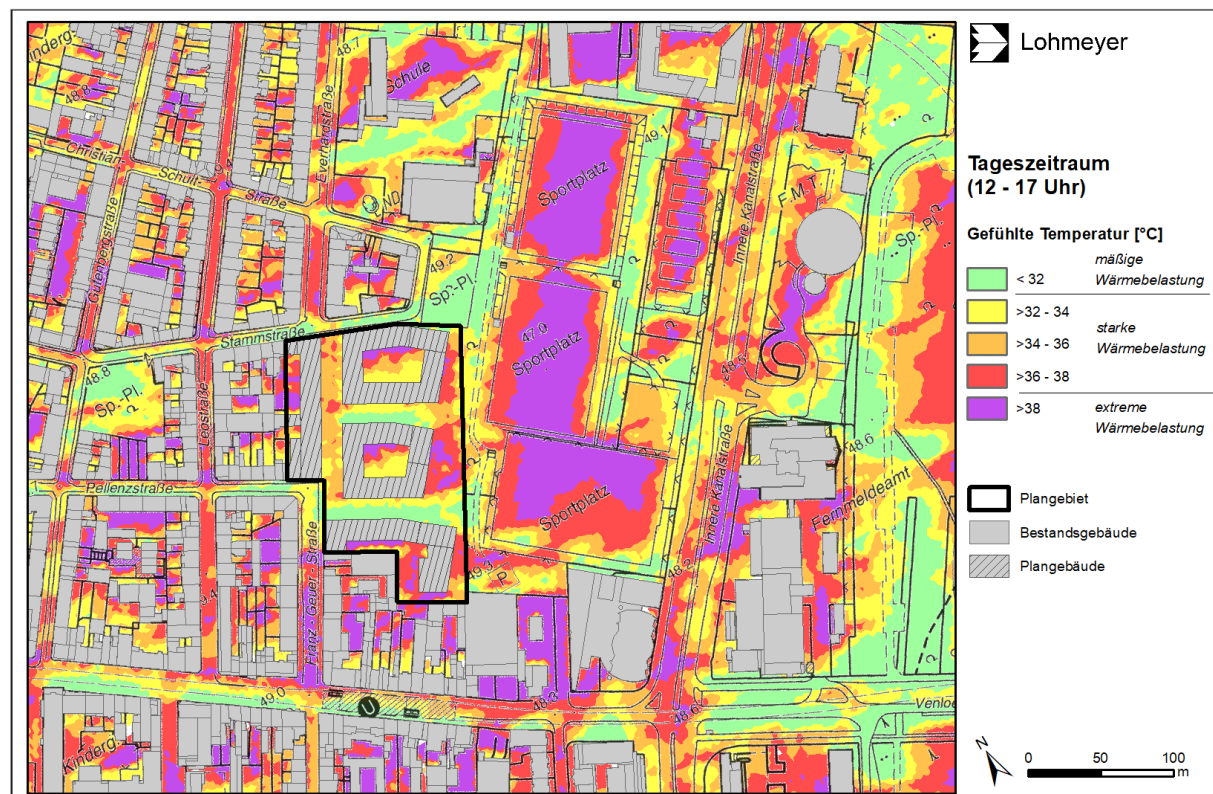
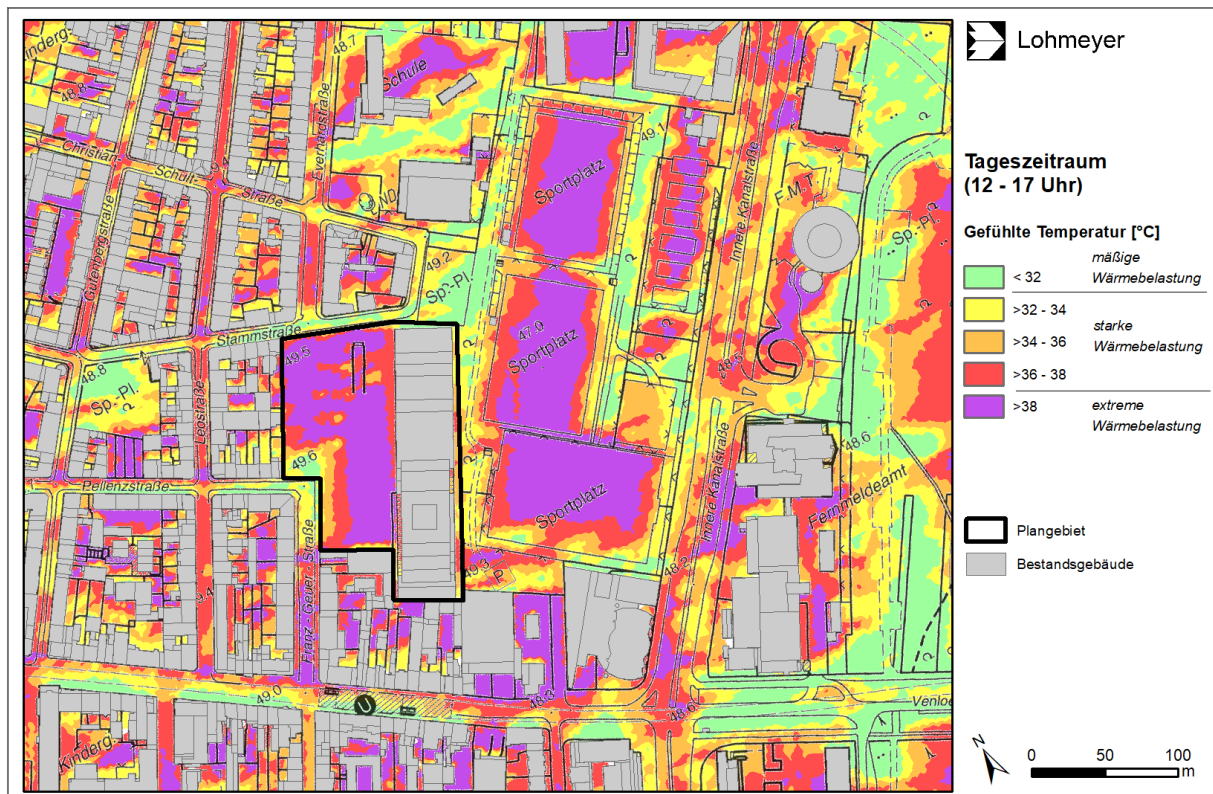


Abb. 4.7: Gefühlte Temperatur im Untersuchungsgebiet Im Tageszeitraum für den Ist-Fall (oben) und den Plan-Fall (unten)



Abb. 4.8: Mittlere Windgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet im Tageszeitraum für den Ist-Fall (oben) und den Plan-Fall (unten)

4.3.2 Nachtzeitraum (22 bis 6 Uhr)

Zur Beurteilung der Wärmebelastung in der Nacht wurde der Zeitraum zwischen 22 Uhr und 06 Uhr herangezogen. In dieser Zeit liegt keine kurzweilige 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 im oberen Teil der **Abb. 4.10** für den Ist-Fall dargestellt. Es wird deutlich, dass die Bandbreite der GT in der Nacht deutlich geringer ist als am Tag. Mit ca. 19°C treten die geringsten Werte der GT auf gut durchlüfteten Freiflächen auf. Vor allem Freiflächen mit einem hohen Grünflächenanteil kühlen aufgrund der hohen Verdunstungsleistung gut ab (vgl. Innerer Grüngürtel). Betonierte und asphaltierte Flächen geben nachts wegen ihrer Wärmespeicherkapazität langsamer die tagsüber gespeicherte Wärme ab als unversiegelte Flächen. Das zeigt unter anderem der Vergleich der GT auf dem Parkplatz und auf den davon östlich liegenden Tennisplätzen. Ein dichter Baumbestand verringert dagegen die langwellige Ausstrahlung und somit die nächtliche Auskühlung der Bodenoberfläche.

Die räumliche Verteilung der Windgeschwindigkeiten ähnelt der im Tageszeitraum. Die Windgeschwindigkeiten sind jedoch aufgrund der fehlenden Thermik etwas geringer als tagsüber. Besonders schwach durchlüftet sind auch im Nachtzeitraum die Bereiche mit dichten Bebauungsstrukturen. Hier führen die geringen Windgeschwindigkeiten in Kombination mit der Wärmeabstrahlung der Gebäudefassaden zu erhöhten Wärmebelastungen. Aus diesen Gründen treten hier schwache nächtliche Wärmebelastungen auf.

Nach Realisierung der geplanten Bebauung ist die Wärmebelastung im Plangebiet mit den Verhältnissen im Bereich der angrenzenden Wohngebiete. In den Innenhöfen treten aufgrund der eingeschränkten Durchlüftung und der Wärmeabstrahlung von den Gebäudefassaden GT über 22°C auf. Die breiten, parallel zur Anströmrichtung ausgerichteten Durchgänge weisen dagegen niedrigere GT auf (ca. 20°C).

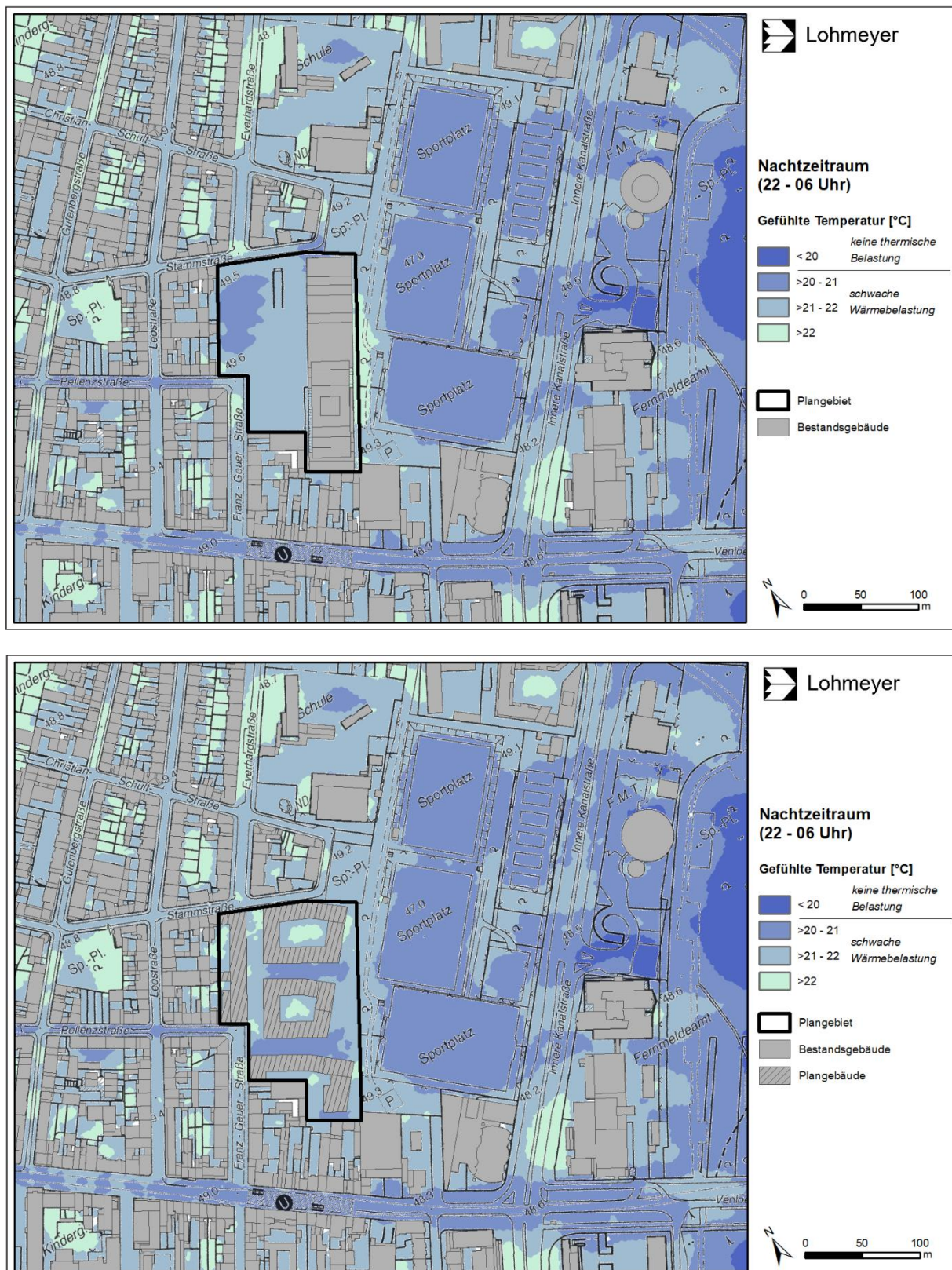


Abb. 4.9: Gefühlte Temperatur im Untersuchungsgebiet im Nachtzeitraum für den Ist-Fall (oben) und den Plan-Fall (unten)

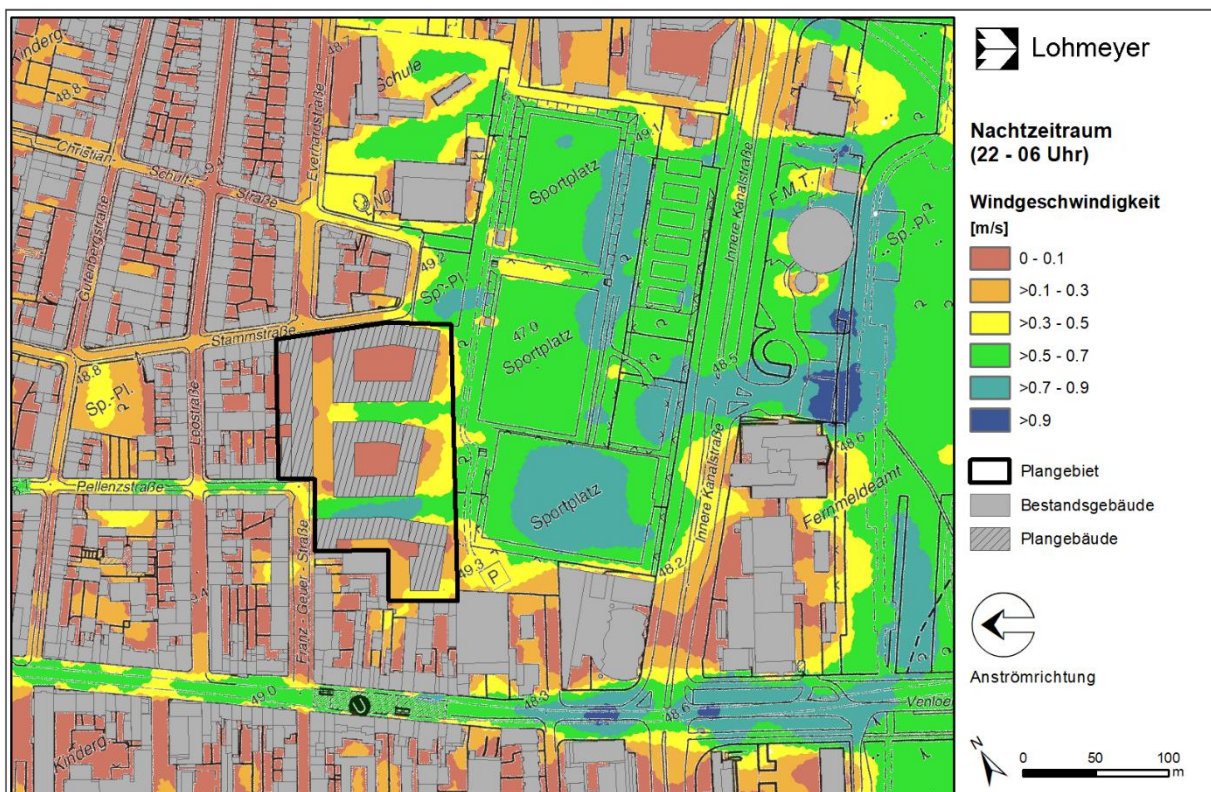
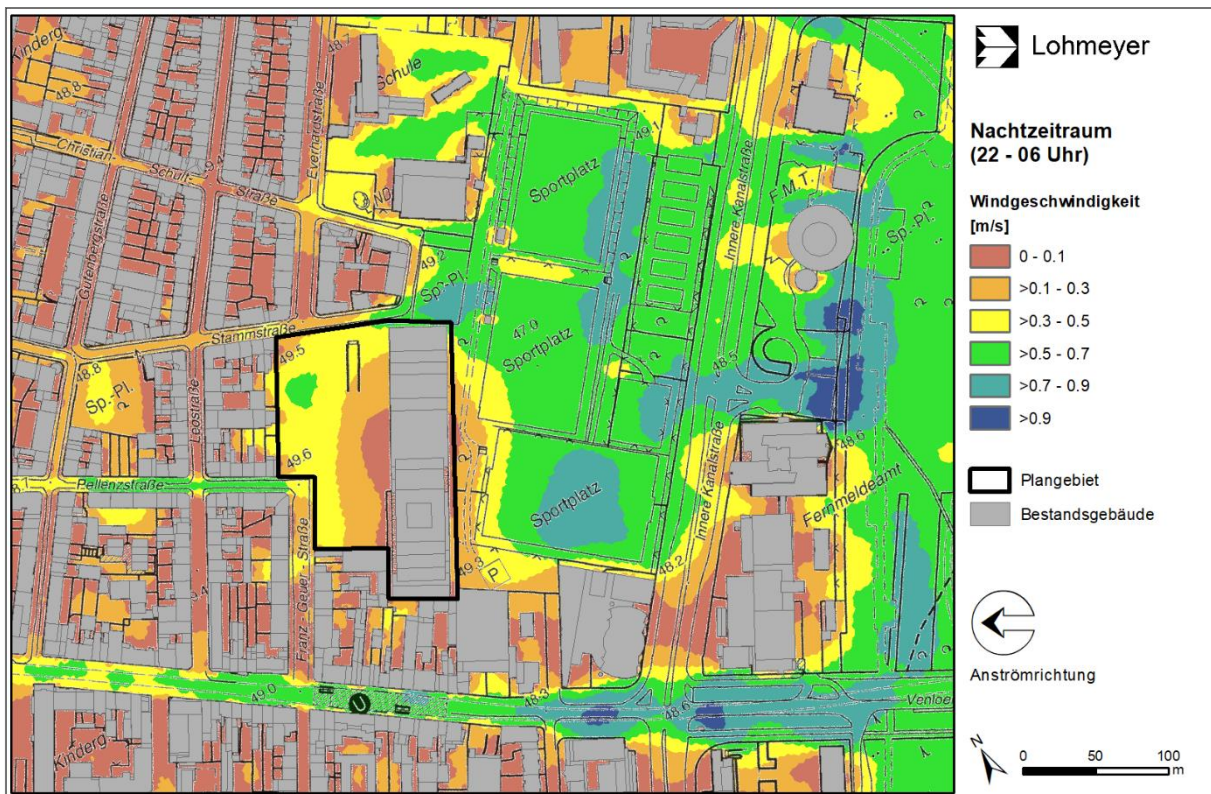


Abb. 4.10: Mittlere Windgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet im Nachtzeitraum für den Ist-Fall (oben) und den Plan-Fall (unten)

5 THEMENKOMPLEX DURCHLÜFTUNG

5.1 Windgeschwindigkeitsfaktor als Bewertungskenngröße

Der Windfaktor WF stellt ein Maß zur Darstellung der Durchlüftungssituation und zur Abschätzung des Gefährdungsrisikos durch den Wind beim Aufenthalt im Freien dar. Er ist definiert als das Verhältnis der lokalen Windgeschwindigkeit zur ungestörten Windgeschwindigkeit in derselben Bezugshöhe.

Im städtischen Umfeld bewirkt die Verdrängungswirkung größerer Gebäude starke lokale Veränderungen der Windgeschwindigkeit und der Windrichtung. Die Windgeschwindigkeiten sind hier aufgrund der gegenüber dem Freiland erhöhten Rauigkeit in der Regel niedriger ($WF < 1,0$). Besonders windschwache Bereiche befinden sich in den Luv- und den Leezonen quer angeströmter Gebäude und im Bereich von Innenhöfen.

Im Umfeld luvseitiger Gebäudeecken und in Durchgängen können lokal eng begrenzt höhere Geschwindigkeiten als im Umland auftreten ($WF > 1,0$).

5.2 Durchführung der Windfeldberechnungen

Die windklimatische Studie basiert auf dreidimensionalen numerischen Windfeldsimulationen mit dem mikroskaligen Strömungsmodell *MISKAM* (Eichhorn, 1989). *MISKAM* wurde durch umfangreiche Vergleichsrechnungen mit Windkanaluntersuchungen gemäß den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 9 „Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle - Evaluierung für Gebäude- und Hindernisumströmung“ (vgl. VDI, 2017) validiert.

Die Modellrechnungen erfordern die Definition eines Rechengebietes und eine Aufteilung dieses Gebietes in viele quaderförmige Rechenzellen. Zellen, in denen Bebauung vorliegt, werden als undurchlässig gekennzeichnet.

Die Kenndaten des Rechengitters sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Anzahl und Abstand der Gitterpunkte			Gitterpunktanzahl
x-Richtung	y-Richtung	z-Richtung	
1.5m	1.5m	0.6m*	
513	533	69	18 866 600

* Variabel, mit der Höhe zunehmend

Tab. 5.1: Kenndaten der bei der Simulation verwendeten Rechengitter

Die Lage und die Geometrie der Bestandsbebauung wurde aus einem digitalen 3-dimensionalen Stadtmodell des Geoportales NRW entnommen. Die großräumigen topographischen Verhältnisse wurden aus einem digitalen Geländemodell mit einer Auflösung von 1 m abgeleitet und berücksichtigt.

Bei den Windfeldsimulationen werden lokale Veränderungen des bodennahen Windfeldes durch Gebäude und bestehende sowie geplante Topographie detailliert im Modell abgebildet. Der windhemmende Einfluss von Bäumen und Sträuchern, Masten, Schildern, parkenden Autos u.a. wurde nicht detailliert bei den Berechnungen abgebildet, so dass im Umfeld solcher Strömungshindernisse die bodennahen Windgeschwindigkeiten in den Modellrechnungen tendenziell überschätzt werden.

5.3 Ergebnisse der Windfeldberechnungen

Die Bewertung der allgemeinen Durchlüftung erfolgte durch eine grafische Analyse des Windfaktors und des Jahresmittelwertes der bodennahen Windgeschwindigkeit. Die Auswertungen erfolgten für ein Höhenniveau von 1.5 m über Grund.

Die **Abb. 5.1, 5.2, 5.4** und **5.5** stellen den Windfaktor für die Hauptwindrichtung 130° (Südosten) und das Jahresmittel des bodennahen Windfeldes für den Ist-Fall und den Planfall dar. In den Grafiken sind Bereiche mit hohen Windgeschwindigkeiten durch blaue Farbtöne gekennzeichnet, während besonders windschwache Zonen in orange-roten Farben dargestellt werden.

Die **Abb. 5.3** und **5.6** zeigt die Veränderung des Windfaktors und der Jahresmittelwerte der bodennahen Windgeschwindigkeiten, die sich nach Umsetzung des Planfalls gegenüber dem Ist-Fall ergeben. Die Abbildungen heben die Bereiche, in denen sich beim Planfall Reduzierungen der mittleren Windgeschwindigkeiten ergeben, durch rote und gelbe Farbtöne hervor und kennzeichnet die Bereiche mit planungsbedingten Windgeschwindigkeitszunahmen durch blaue Farben.

Aus den Ergebnisgrafiken lassen sich folgende Aussagen ableiten.

Windgeschwindigkeit im Jahresmittel

Aufgrund der geringen Rauigkeit und der fehlenden Bebauung treten im Jahresmittel der Windgeschwindigkeiten für den **Ist-Fall** über dem Parkplatz und den Sportplatzflächen erwartungsgemäß hohe bodennahe Windgeschwindigkeiten aus. Sie fungieren somit als Luftleitbahn (vgl. **Abb. 5.1**).

Insgesamt gute Belüftungsverhältnisse werden auch für die nördlich an das Plangebiet angrenzende Everhardstraße sowie die Venloer Straße und die Innere Kanalstraße ausgewiesen. Die gute Belüftung dieser Straßenzüge gewährleistet eine wirksame Verdünnung der hier freigesetzten Verkehrsabgase.

In innerstädtischen Stadtvierteln mit Blockrandbebauung und in dicht bebauten Straßen, die quer zur Hauptwindrichtung Südost verlaufen, wird der Luftaustausch aufgrund der windabschirmenden Wirkung der Bebauung stark eingeschränkt. Hierdurch kann es in engen Straßen bei starkem Verkehrsaufkommen zu erhöhten lufthygienischen Belastungen kommen (vgl. **Abb. 5.1** und **5.2**).

Planungsbedingte Veränderungen der Durchlüftung beschränken sich auf das Bebauungsplangebiet und dessen Umfeld. Durch die geplante Bebauung wird im Plangebiet der gegenwärtige Lüftungskorridor gestört, sodass sich die bodennahen Windgeschwindigkeiten im Jahresmittel in der Everhardstraße und über dem Sportplatz um bis zu 0.5 m/s reduzieren (vgl. **Abb. 5.2**). Eine gute Belüftungssituation ist aus Südosten für die Everhardstraße weiterhin gegeben.

Durch die Verengung der durchströmbaren Fläche wird in der Stammstraße teilweise eine Reduzierung der Windgeschwindigkeiten von maximal 1 m/s ausgewiesen (vgl. **Abb. 5.3**). Aufgrund von Kanalisierungseffekten in den Häuserschluchten in der Franz-Geuer-Straße und der Stammstraße erhöht sich die Windgeschwindigkeit in engbegrenzten Bereichen. Für kleinräumige Bereiche der Franz-Geuer-Straße verringert sich der Luftaustausch nur geringfügig.

Die Differenzdarstellungen in **Abb. 5.3** verdeutlichen, dass sich die Belüftungssituation in den Hauptverkehrsstraßen Innere Kanalstraße und Venloer Straße nicht von dem Bauvorhaben beeinträchtigt wird.

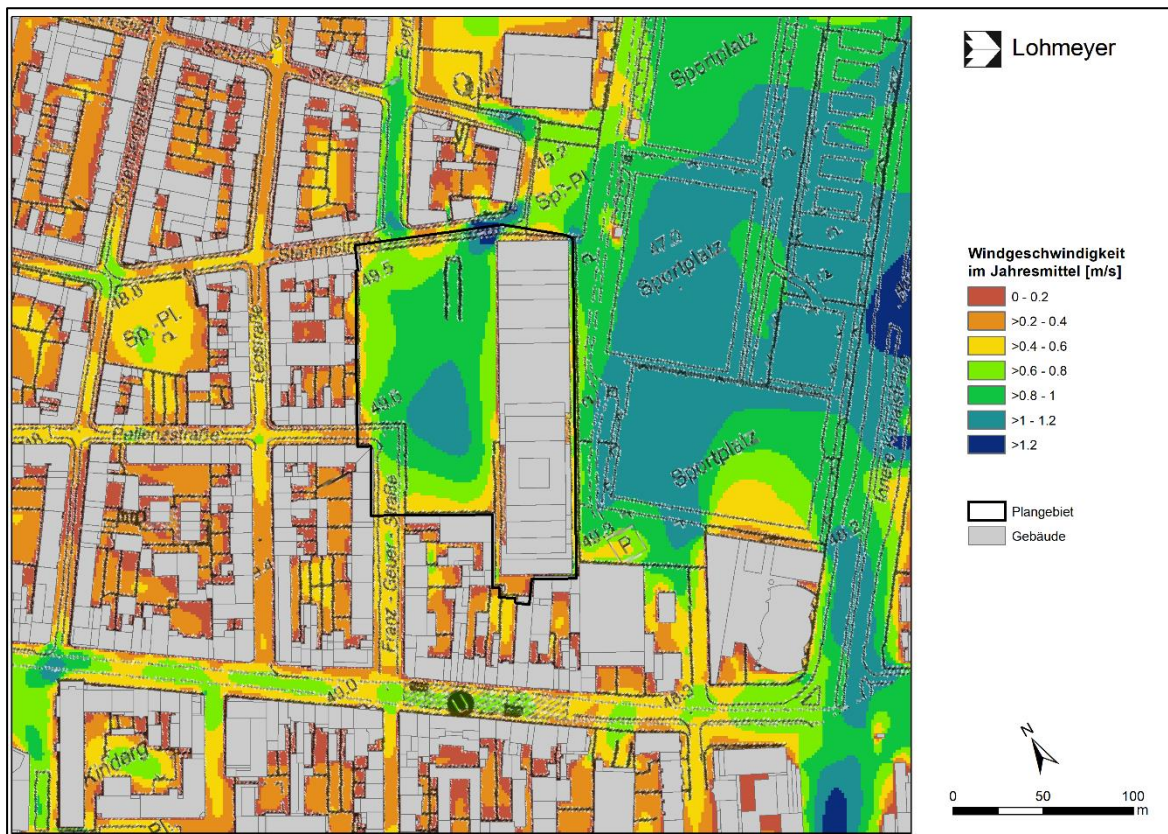


Abb. 5.1: Windfeld im Jahresmittelwert in 1.5 m über Grund für den Ist-Fall

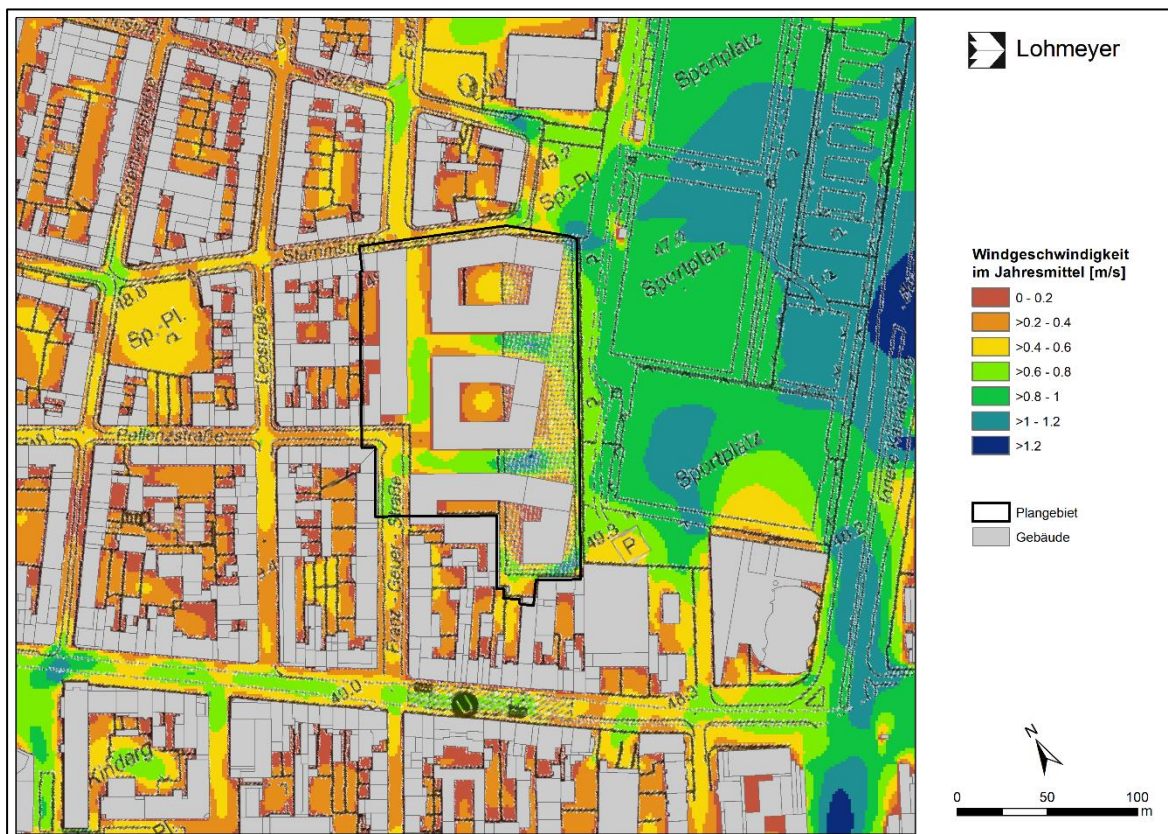


Abb. 5.2: Windfeld im Jahresmittelwert in 1.5 m über Grund für den Planfall

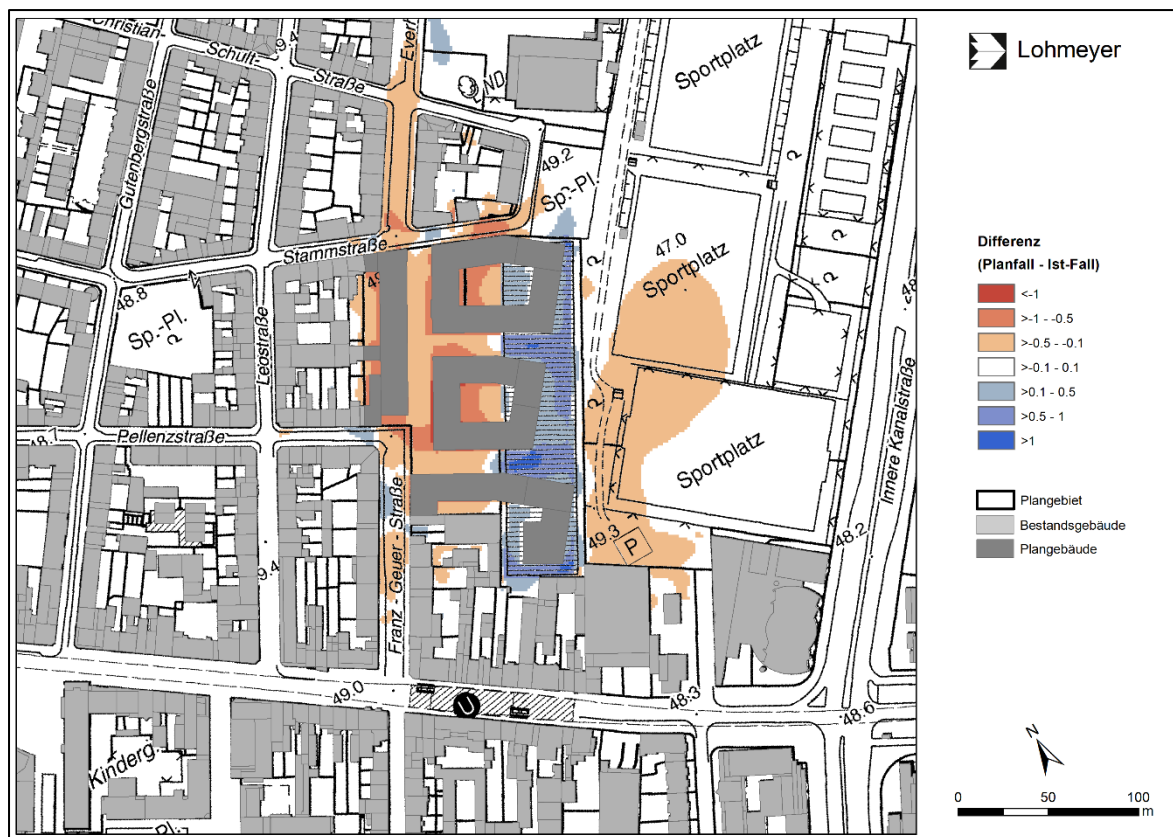


Abb. 5.3: Differenz der bodennahen Windgeschwindigkeiten im Jahresmittel

Windfaktor für die Hauptwindrichtung 130° (Südosten)

Bei der Auswertung des Windfaktors für die Hauptwindrichtung 130° wird im **Ist-Fall** deutlich, dass aufgrund der Riegelwirkung des Siemens-Gebäudes auf dessen Luvseite der Wind abgebremst und umgelenkt wird (vgl. **Abb. 5.1**). Dadurch entstehen nördlich des Siemens-Gebäudes Kanalisierungseffekte, die zu einer lokalen Erhöhung der Windgeschwindigkeiten in der Stammstraße und über dem Parkplatz führen. Das Plangebiet wird zusätzlich über die Franz-Geuer-Straße aus Südwesten belüftet, sodass sich die beiden Leitbahnen gegenseitig aufheben.

Im **Planfall** wird die Riegelbebauung aufgehoben. Dadurch kann der Südostwind zwischen den Plangebäuden hindurch wehen und wird nicht über dem südlichen Sportplatz abgebremst (vgl. **Abb. 5.2**). Die daraus resultierenden Kanalisierungseffekte verstärken die Windgeschwindigkeiten in der Stammstraße und in der Everhardstraße, können aber nicht bis zur Franz-Geuer-Straße und der Pellenzstraße vordringen (vgl. **Abb. 5.3**). Durch die fehlende Leitwirkung des Parkplatzes bzw. Freiflächen verringert sich die Windgeschwindigkeit in der Franz-Geuer-Straße und der Pellenzstraße geringfügig.

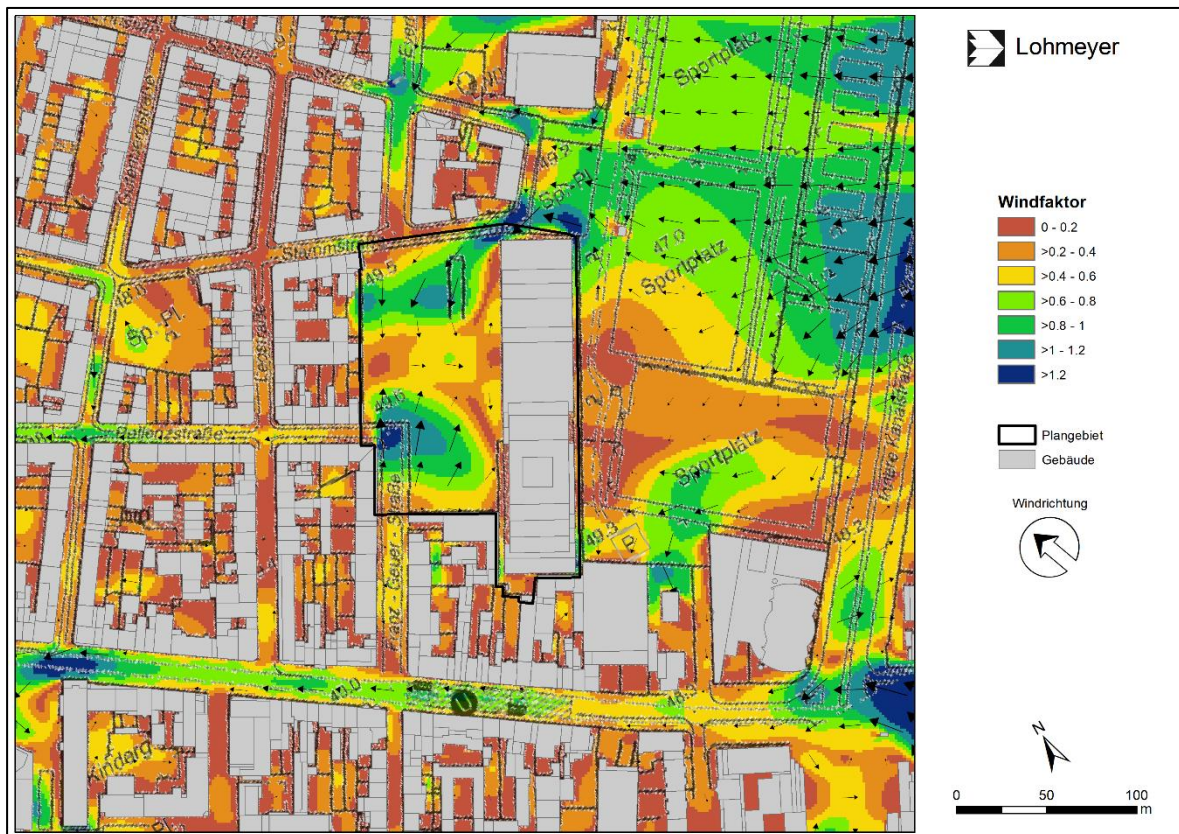


Abb. 5.4: Windfaktor in 1.5 m über Grund für den Ist-Fall

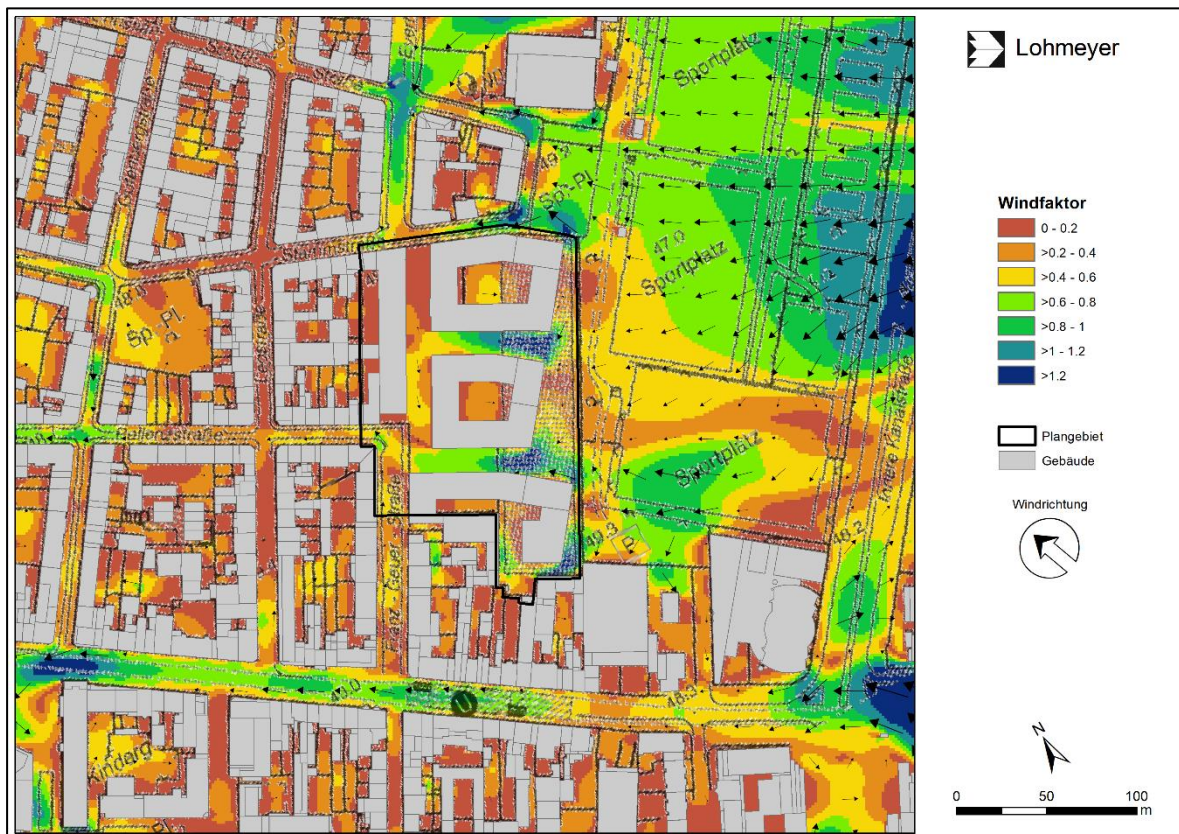


Abb. 5.5: Windfaktor in 1.5 m über Grund für den Planfall

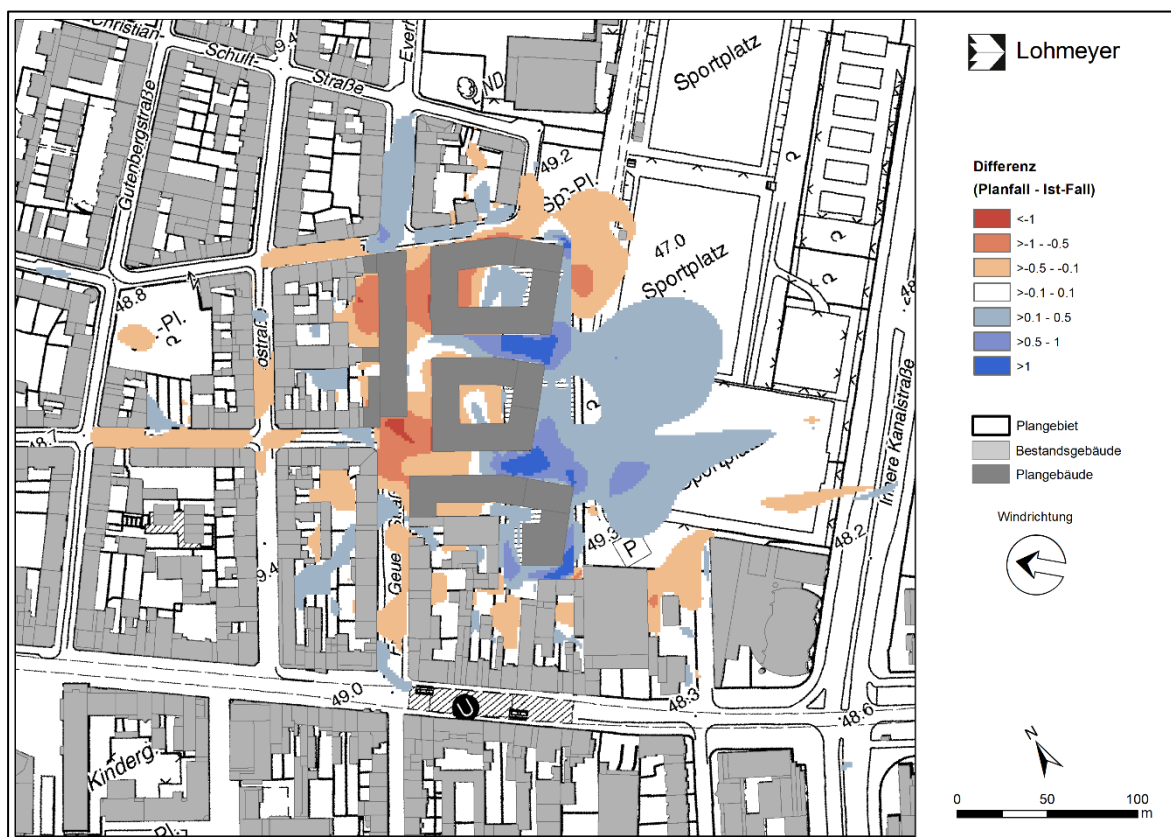


Abb. 5.6: Differenz des Windfaktors

6 FAZIT UND PLANUNGSHINWEISE

Im Plangebiet liegen nach baulicher Realisierung unter Berücksichtigung der innerstädtischen Lage relativ gute bioklimatische Verhältnisse vor. Die Wärmebelastung an heißen Tagen kann tagsüber als stark eingestuft werden, was charakteristisch für dicht bebaute, urbane Gebiete ist.

Die Ergebnisse der mikroklimatischen Simulationsberechnungen belegen, dass die thermische Belastungssituation im Untersuchungsgebiet stark von der Verschattungssituation, der Durchlüftung und der Oberflächenbeschaffenheit abhängt.

Die GT variiert im Plangebiet tagsüber zwischen ca. 30 und 40°C. Die zur Anströmrichtung geöffneten Durchgänge schaffen in vielen Bereichen des Plangebiets gute Durchlüftungsverhältnisse, was sich positiv auf die GT auswirkt. Der Rückbau des von der Siemens AG genutzten Büro-/ Gewerbestandort fördert zusätzlich die Durchlüftung in Südost-Nordwest Richtung. Fassaden im Windschatten und in den Innenhöfen weisen aufgrund der schlechten Belüftung tendenziell erhöhte GT auf. Auch in den Nachtstunden ist die Wärmebelastung in schlecht belüfteten Bereichen höher als im Bereich von gut ventilierten Freiflächen. Durch die Wärmestrahlung der Gebäudefassaden und die niedrigen Windgeschwindigkeiten werden in schmalen, schlecht durchlüfteten Innenhöfen die höchsten nächtlichen Wärmebelastungen prognostiziert.

Negative Auswirkungen auf die Wärmebelastung und die Belüftung der benachbarten Wohnsiedlungen sind nicht zu erwarten. Eine großräumige Verschlechterung der thermischen Belastungssituation durch die Planung kann somit ausgeschlossen werden.

Unter Berücksichtigung der zukünftig zunehmenden Wärmebelastung folgende allgemeine Maßnahmen weitestgehend berücksichtigt werden:

- Bäume als Verschattungsobjekte können bei Süd- und Westfassaden und bei unverschatteten und schlecht durchlüfteten Innenhöfen einer Überhitzung entgegenwirken. Die strategische Anordnung von Bäumen ist für die klimaangepasste städtebauliche Planung daher von großer Bedeutung. Neben dem Schattenwurf weisen Bäume zusätzliche positive klimaökologische Effekte auf, wie die Staubfilterung aus der Luft, die Sauerstoffbildung und die Kühlung der Umgebungsluft durch Verdunstung. Um Beeinträchtigungen der Frischluftzufuhr aufgrund des Strömungswiderstands der Baumkronen zu vermeiden, sollten im Bereich von Erschließungsstraßen und Gehwegen Baumarten mit höheren und aufgelockerten Baumkronen bevorzugt werden. Zusätzlich sind Arten zu favorisieren, die an die zunehmende Wärmebelastung angepasst sind.

- Um die direkte Sonneneinstrahlung zu mindern könnte alternative zu Baumpflanzung auch große Sonnensegel zurückgegriffen werden, die einfach an die jeweilige Situation angepasst werden können (siehe **Abb. 5.1**).

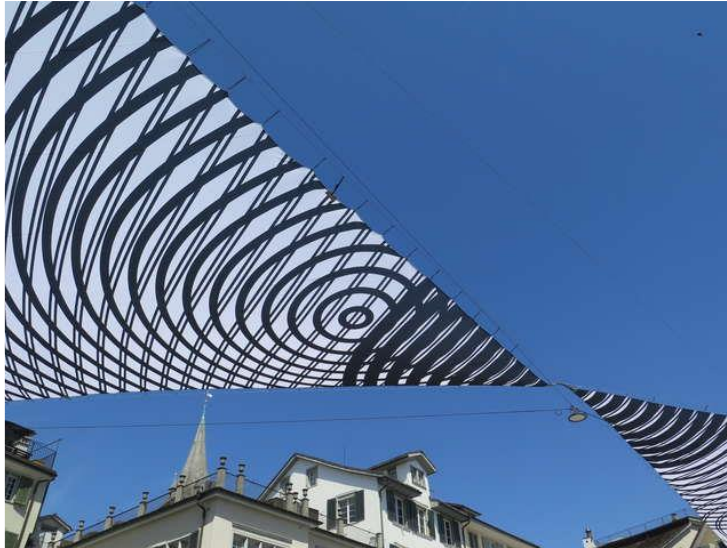


Abb. 6.1: Sonnensegel als Schattenspender

- Durch eine Begrünung der Dachflächen und der Fassaden wird die Aufheizung der Oberflächen und somit die Lufterwärmung und die Wärmespeicherung in den Bauteilen gemindert. Dies wirkt sich ganztägig positiv auf die Wärmebelastung im Außenbereich aus und verbessert den thermischen Komfort im Inneren der Gebäude. Eine Dachbegrünung leistet auch einen Beitrag zum Hochwasserschutz, da hierdurch Niederschlagswasser gespeichert wird.



Abb. 6.2: Beispiel für die Begrünung von Dachflächen und Fassaden

- Für Außenwände und Bodenbeläge im Außenbereich sind möglichst helle Farben zu favorisieren, um eine starke Überhitzung der Oberflächen und eine starke Wärmespeicherung in den Baustoffen zu vermeiden.

- Der Anteil versiegelter Flächen sollte minimiert werden. Für die Oberflächen von Stellplatzflächen sollten vorzugsweise Rasenpflastersteine zum Einsatz kommen.



Abb. 6.3: Beispiel für eine ökologische Pflasterung von Stellplatzflächen

- Um Raumerwärmungen in den geplanten Gebäuden zu vermeiden, sind wirksame Maßnahmen für den sommerlichen Wärmeschutz vorzusehen. Hierzu sollte der Fensterflächenanteil auf ein sinnvolles Maß beschränkt werden. Zusätzlich sind Glasflächen an den West-, Ost-, und Südfassaden mit beweglichen Sonnenschutzanlagen auszustatten.
- Parkähnliche Strukturen oder Plätze können im Plangebiet als lokale „Klimaoasen“ wirken. Dieser Effekt kann durch Wasserflächen oder Brunnen zur Abkühlung verstärkt werden.

Neben der klimawandelbedingten Zunahme von Hitzeperioden und Starkregenereignisse werden in Zukunft ebenfalls zunehmende Dürrephasen prognostiziert. Grünflächen erzielen ihre höchste Klimawirksamkeit, wenn diese genügend Wasser zu Verfügung haben. Daher gewinnen Maßnahmen zur (Zwischen-)Speicherung von Regenwasser immer mehr an Bedeutung im Kontext einer klimaangepassten Quartiersentwicklung. Zu den Maßnahmen gehören unterirdische Wasserspeicher wie (Baum-) Rigolen oder Zisternen, welche sich in der Nähe zu Baumwurzeln befinden und das Regenwasser von angrenzenden Dachflächen sammeln und zwischenspeichern. So kann Regenwasser den Pflanzen im Quartier an trockenen Sommertagen zur Verfügung stehen und damit deren Klimawirksamkeit zur Reduzierung der Wärmebelastung an solchen Tagen ermöglicht werden. Darüber hinaus kann durch die Verwendung von Bodenmaterial mit einer von Natur aus hohen Wasserspeicherkapazität ebenfalls ein Beitrag zum lokalen Wasserrückhalt geleistet werden. Hierfür eignen sich z. B. tonig-schluffiges Bodenmaterial. Potenzielle Flächen für Regenrückhaltungsmaßnahmen können u. a. dem Entwässerungskonzept entnommen werden.

7 LITERATUR

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

IPCC (2018): Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility. 2018

LANUV (2018): Fachbeitrag Klima für die Planungsregion Köln. Recklinghausen. 2018.

LANUV WEB: 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