

Mikroklimatische Untersuchung für den Bebauungsplan Nr. 6122-1 „Grootestraße/ Lenaustraße“ in Bonn Dransdorf

Bericht VA 7878-2 vom 19.07.2024 / Druckdatum: 22.07.2024

Auftraggeber: LANGEN MassivHaus GmbH & Co. KG
Hocksteiner Weg 35
41189 Mönchengladbach

Bericht-Nr.: VA 7878-2

Datum: 19.07.2024 / Druckdatum: 22.07.2024

Ansprechpartner/in: Frau Zühlke

Dieser Bericht besteht aus insgesamt 49 Seiten,
davon 33 Seiten Text und 16 Seiten Anlagen.

VMPA anerkannte
Schallschutzprüfstelle
nach DIN 4109

Leitung:

Dipl.-Phys. Axel Hübel

Dipl.-Ing. Heiko Kremer-Bertram
Staatlich anerkannter
Sachverständiger für
Schall- und Wärmeschutz

Dipl.-Ing. Mark Bless

Anschriften:

Peutz Consult GmbH

Kolberger Straße 19
40599 Düsseldorf
Tel. +49 211 999 582 60
Fax +49 211 999 582 70
dus@peutz.de

Borussiastraße 112
44149 Dortmund
Tel. +49 231 725 499 10
Fax +49 231 725 499 19
dortmund@peutz.de

Pestalozzistraße 3
10625 Berlin
Tel. +49 30 92 100 87 00
Fax +49 30 92 100 87 29
berlin@peutz.de

Gostenhofer Hauptstraße 21
90443 Nürnberg
Tel. +49 911 477 576 60
Fax +49 911 477 576 70
nuernberg@peutz.de

Geschäftsführer:

Dr. ir. Martijn Vercammen
ir. Ferry Koopmans
AG Düsseldorf
HRB Nr. 22586
Ust-IdNr.: DE 119424700
Steuer-Nr.: 106/5721/1489

Bankverbindungen:

Stadt-Sparkasse Düsseldorf
Konto-Nr.: 220 241 94
BLZ 300 501 10
DE79300501100022024194
BIC: DUSSEDDXXX

Niederlassungen:

Mook / Nimwegen, NL
Zoetermeer / Den Haag, NL
Groningen, NL
Eindhoven, NL
Paris, F
Lyon, F
Leuven, B

peutz.de

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung.....	4
2	Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien.....	5
3	Örtliche Gegebenheiten.....	7
4	Grundlagen.....	8
4.1	Stadtklima.....	8
4.1.1	Lufttemperatur.....	8
4.1.2	Windfeld.....	9
4.1.3	Bioklimatischer Komfort.....	9
5	Klimatische Situation in Bonn-Dransdorf.....	11
5.1	Lokalklima im Umfeld des Planvorhabens.....	11
5.2	Auswirkungen des Klimawandels.....	11
5.3	Windrichtungsverteilung.....	13
6	Berechnungsmodell.....	15
6.1	Modellbeschreibung.....	15
6.2	Aufbau der Rechengitter.....	15
6.3	Eingangsdaten.....	16
6.3.1	Gebäude.....	16
6.3.2	Vegetation.....	17
6.3.3	Oberflächen.....	18
6.3.4	Initialisierungsparameter.....	18
7	Ergebnisse.....	21
7.1	Durchlüftung.....	21
7.2	Lufttemperaturen.....	23
7.2.1	14 Uhr.....	23
7.2.2	4 Uhr.....	25
7.3	Bioklima (PET).....	26
8	Planungsempfehlungen.....	28
9	Zusammenfassung.....	31

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1: Bewertung des bioklimatischen Komforts mit PET 10
Tabelle 6.1: Initialisierungsparameter für die Modellberechnungen.....20

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 5.1: Prognose der Entwicklung der sommerlichen Wärmebelastung in..... 13
Abbildung 6.1: Tagesgang der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit beim Simple-
Forcing..... 19

1 Situation und Aufgabenstellung

In Bonn Dransdorf soll der Bebauungsplan Nr. 6122-1, „Grootestraße/ Lenaustraße“ aufgestellt werden. Auf dem ca. 4,5 ha großen, zur Zeit überwiegend landwirtschaftliche genutztem Plangrundstück soll ein Wohnquartier entstehen. Eine Übersicht über das Vorhaben gibt der Vorhaben- und Erschließungsplan [1] in Anlage 1.

Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens sind die Auswirkungen des Planvorhabens auf das lokale Mikroklima zu untersuchen. Hierzu werden die Veränderungen der thermischen Belastungssituation und der Durchlüftungsverhältnisse anhand von Simulationsrechnungen mit dem mikroskaligen Stadtklimamodell ENVI-met in der Version 5.0.3 (Summer Release 2022) für die Bestands- und Plansituation für zwei Hauptwindrichtungen an einem heißen Sommertag bestimmt. In die Berechnungen fließen Gebäudestellungen und -höhen, der Vegetationsbestand sowie die Oberflächenbeschaffenheit ein. Die Beurteilung der klimatischen Veränderungen erfolgt anhand der simulierten Temperaturverhältnisse zu zwei verschiedenen Uhrzeiten sowie anhand der bioklimatischen Kenngröße des PET-Wertes am Nachmittag. Zusätzlich werden die Windverhältnisse in einer Höhe von 1,5 m und 10,5 m über Grund ausgewertet und dargestellt.

Die den Berechnungen der Istsituation zugrunde liegenden örtlichen Gegebenheiten sowie die Abgrenzungen des Plangebietes werden in Anlage 2 dargestellt. Anlage 3 beinhaltet einen Überblick über die lokalen Gegebenheiten für den Planfall.

2 Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien

Titel / Beschreibung / Bemerkung		Kat.	Datum
[1]	Vorhaben- und Erschließungsplan BP 6122-1 Grootestraße/ Lenaustraße	Urlich Hartung GmbH P	24.06.2024
[2]	Baumkataster der Stadt Bonn	Stadt Bonn: opendata.bonn.de/dataset/baumstandorte	P 2021
[3]	Stadtklimaanalyse Bonn	Stadt Bonn, GEO-NET	P Oktober 2023
[4]	Klimaatlas NRW	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: https://www.klimaatlas.nrw.de/karte-klimaatlas	Abruf am: 13.10.2022
[5]	Zeitreihe der Windrichtung und -geschwindigkeit der LANUV-Station Bonn-Auerberg aus dem Zeitraum 2011-2020	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen	P 2022
[6]	LOD2-Modell des Untersuchungsgebietes im CityGML-Format	Geoportal NRW: https://www.geoportal.nrw/	P 2022
[7]	Normalisiertes digitales Oberflächenmodell (NDOM) des Untersuchungsgebietes	Geoportal NRW: https://www.geoportal.nrw/	P 2022
[8]	Digitales Geländemodell (DGM) – Gitterweite 2 m	Geoportal NRW: https://www.geoportal.nrw/	P 2022
[9]	Luftbilder aus Drohnenbefliegung	Zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber	P 2022
[10]	Digitale Orthophotos (DOP)	Geoportal NRW: https://www.geoportal.nrw/	P 2022
[11]	Amtliche Basiskarte (ABK) des Untersuchungsgebietes	Geoportal NRW: https://www.geoportal.nrw/	P 2022
[12]	INSPIRE-WFS NW Bodenbedeckungsvektor ALKIS	Geoportal NRW: https://www.geoportal.nrw/	P 2022
[13]	BK 50; Bodenkarte von NRW 1:50.000	Geoportal NRW: https://www.geoportal.nrw/	P 2022
[14]	Rechenmodell ENVI-met, Version 5.0.3 - Summer Release 2022	ENVI_MET GmbH https://www.envi-met.com/	Lit. 2022
[15]	GALK-Straßenbaumliste	GALK e.V., Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz: http://strassenbaumliste.galk.de/	P 2022

Titel / Beschreibung / Bemerkung		Kat.	Datum
[16]	VDI 3787, Blatt 2. Umweltmeteorologie. Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung.	Verein Deutscher Ingenieure RIL	2021
[17]	VDI 3787, Blatt 8. Umweltmeteorologie. Stadtentwicklung im Klimawandel	Verein Deutscher Ingenieure RIL	2020
[18]	Stadtklima vor dem Hintergrund des Klimawandels	A. Matzarakis, in Umweltmeteorologie, Nr. 3, 2013 Lit.	2013
[19]	Stadtklima	S. Henninger & S. Weber, 2019 Lit	2019
[20]	Handbuch Stadtklima - Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur-Verbraucherschutz NRW Lit	2011
[21]	Meteorologie	H. Häckel, 4. Auflage Lit	1999
[22]	Klimatologie	W. Kuttler, 2. Auflage Lit	2013
[23]	Stadtklima in Hamburg	Heinke Schlünzen, K., Riecke W., Bechtel B. et al. Enthalten in: Hamburger Klimabericht – Wissen über Klima, Klimawandel und Auswirkungen in Hamburg und Norddeutschland. Springer Spektrum, S. 37-53 Lit.	2018
[24]	DIN EN ISO 7730: Ergonomie der thermischen Umgebung - Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit	Deutsches Institut für Normung e.V. www.din.de N	2006
[25]	Beaufort-Skala	Wetter- und Klimalexikon des Deutschen Wetterdienstes: https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?nn=103346&lv2=100310&lv3=100390 Lit.	Abruf am: 23.02.2022

Kategorien:

G	Gesetz	N	Norm
V	Verordnung	RIL	Richtlinie
VV	Verwaltungsvorschrift	Lit	Buch, Aufsatz, Berichtigung
RdErl.	Runderlass	P	Planunterlagen / Betriebsangaben

3 Örtliche Gegebenheiten

Das Plangebiet befindet sich im Bonner Stadtteil Dransdorf an der Grootestraße. Aktuell wird der Großteil des Plangebietes landwirtschaftlich genutzt. Nur im Osten befindet sich eine Grünfläche und eine Kindertagesstätte.

Das Plangebiet wird im Norden durch die Grootestraße begrenzt. Östlich verläuft die Lenaustraße und im Osten sowie im Süden schließt Wohnbebauung an das Grundstück an. Direkt westlich befindet sich eine Kleingartensiedlung.

Nördlich des Plangebietes befindet sich zwischen der Grootestraße und der Straße Im Haeringsthal ein Gewerbegebiet. Nördlich davon verläuft in ca. 400 m Entfernung eine Bahnlinie. Im Nordosten schließt an das Gewerbegebiet eine Kleingartensiedlung an und im Osten und Südosten befinden sich Wohn- und Einzelhandelsgebäude. Östlich des Plangrundstücks schließt die Grootestraße in ca. 250 m Entfernung an die Straße Maximilian-Kolbe-Brücke, welche nach Norden verläuft, und die Justus-von-Liebig-Straße, welche nach Osten verläuft, an. Im Süden befindet sich neben Wohnbebauung die Andreas-Schönmüller-Sportanlage und im Westen liegen westlich eine Kleingartensiedlung und landwirtschaftlich genutzte Flächen in einer Entfernung von ca. 150 m zum Plangebiet.

Anlage 2 gibt einen Überblick über die derzeitige Situation.

Mit Realisierung des Bauvorhabens sollen auf dem Grundstück ca. 340 Wohneinheiten sowie eine Kindertagesstätte entstehen. Die vorhandene Kindertagesstätte im Osten des Plangebietes soll perspektivisch ebenfalls einem Ersatzneubau weichen, für den im Zuge des Planvorhabens ebenfalls die planungsrechtliche Voraussetzung geschaffen werden soll. Erschlossen wird das Quartier über einen Anschluss an die Grootestraße im Norden sowie eine Verbindung zur Lenaustraße im Osten. An beiden Erschließungspunkten sind ein Quartiersparkhaus sowie eine Mobilitätsstation geplant.

Anlage 3 zeigt die Situation nach Entwicklung des Planvorhabens.

4 Grundlagen

Die beschriebenen örtlichen Gegebenheiten werden für die klimatischen Untersuchungen in Simulationsmodelle überführt. Die Ergebnisse dieser Rechenmodelle werden im Anschluss quantitativ und qualitativ bewertet. Zur Einordnung der Ergebnisse ist die Kenntnis über die Größen, welche das städtische Mikroklima beeinflussen entscheidend. Daher werden die Grundlagen beider Themenkomplexe im Folgenden erläutert.

4.1 Stadtklima

Durch die Umgestaltung der natürlichen Oberflächen und ihrer Eigenschaften wird lokal das Klima verändert. In urbanen Gebieten mit ihren zahlreichen künstlichen Materialien und Formen resultiert daraus das Stadtklima [23].

4.1.1 Lufttemperatur

Durch die Überwärmung von Stadtgebieten, die im Allgemeinen als städtische Wärmeinsel bezeichnet wird, sind im Vergleich zur ländlichen Umgebung bodennah höhere Lufttemperaturen zu verzeichnen. Im Jahresmittel beträgt der Temperaturunterschied zwischen 1 und 2 K, in den Sommermonaten kann die Differenz mehr als 10 K betragen [21]. Das Maximum der städtischen Wärmeinsel bildet sich vor allem in den späten Abendstunden sowie in der Nacht aus. Tagsüber werden deutlich geringere Temperaturunterschiede zwischen Stadt und Umland beobachtet [23].

Dem Überwärmungseffekt, der üblicherweise vom Stadtrand hin zum Stadtzentrum zunimmt, liegen verschiedene Ursachen zugrunde. Zum einen trägt eine veränderte Energiebilanz dazu bei, dass im Stadtgebiet verschiedene raum-zeitliche Ausprägungen von Wärmeinseln auftreten. Künstliche Baumaterialien können aufgrund ihres geringen Reflexionsvermögens und Wärmeleitfähigkeit tagsüber die einfallende kurzweilige Sonneneinstrahlung besonders gut absorbieren, was zur Bildung hoher Oberflächentemperaturen führen kann. Die tagsüber absorbierte Strahlung wird nachts in Form von langwelliger Rückstrahlung an die unteren Luftschichten abgegeben, sodass daraus hohe nächtliche Temperaturen resultieren. Zum anderen trägt die anthropogene Wärmeerzeugung im privaten und gewerblichen Bereich zu einer Erhöhung der Lufttemperatur bei.

Die raum-zeitliche Ausprägung der städtischen Überwärmung hängt dabei von verschiedenen Faktoren ab. Dazu zählen neben geographischen Gegebenheiten wie Lage, Topographie und Relief auch meteorologischen Rahmenbedingungen wie Witterung und Wetterlagen. Darüber hinaus ist die Lufttemperatur in Städten stark an die Bebauungsdichte, die Flächennutzungsanteile (Versiegelung, Grün- und Wasserflächen), die thermischen Eigenschaften der Oberflächen und den Grad der anthropogenen Wärmefreisetzung gebunden [19].

Für die menschliche Gesundheit stellen die erhöhten Lufttemperaturen im Stadtgebiet ein erhöhtes Risiko dar. So erhöht sich die Gefahr für Hitzestress und vor allem ältere Menschen, vorerkrankte Personen oder Kleinkinder können sich häufig nur unzureichend an die erhöhte Wärmebelastung anpassen.

4.1.2 Windfeld

Städte, insbesondere Großstädte, stellen durch einen Komplex aus Grünflächen, Straßenzügen, Parkplätzen und verschiedensten Bauweisen eine äußerst strukturierte Oberfläche dar. Dementsprechend zeichnet sich ein Stadtkörper vor allem durch eine erhöhte aerodynamische Rauigkeit gegenüber dem nicht bebauten, unbewaldeten Umland aus [21].

Wesentliche Effekte einer erhöhten Oberflächenrauigkeit sind die Beeinflussung der Strömungsrichtung, die Verminderung der bodennahen Windgeschwindigkeit durch Reibung an der Oberfläche, häufigere Windstillen sowie Auswirkungen auf das vertikale Windgeschwindigkeitsprofil. Dabei hängt der Reibungseinfluss maßgeblich von der Oberflächenbeschaffenheit ab. Durch Wechselwirkungen zwischen der Bebauung und der Windströmung prägen sich in Abhängigkeit der Anordnung der Gebäude charakteristische Windfelder aus. Mit einer zunehmend dichteren Bebauung wird die Strömung oberhalb sowie im Bereich innerhalb der Bebauung zunehmend gestört. Jedoch sinkt in der Regel mit zunehmender Höhe der Widerstand, sodass in Abhängigkeit von der atmosphärischen Schichtung und dem Grad der Bodenrauigkeit mit zunehmender Höhe höhere Windgeschwindigkeiten auftreten [19]. Auch Kanalisierungseffekte in Straßenschluchten können innerhalb eines Stadtgebietes zu höheren Windgeschwindigkeiten führen. Weiterhin können sich beim Durchströmen der Stadtstrukturen mechanisch und thermisch bedingte Turbulenzen ausbilden [22].

4.1.3 Bioklimatischer Komfort

Das physiologische Wärmeempfinden des Menschen wird nicht nur von der Lufttemperatur, sondern auch von den Einstrahlungsbedingungen (jahres- und tageszeitliche Varianz, Schattenwurf, langwellige Abstrahlung von Objekten in der Umgebung), der Windgeschwindigkeit sowie der Luftfeuchtigkeit beeinflusst [18]. Dabei ist die Lufttemperatur nicht immer der maßgebliche Faktor, sondern je nach Situation und Tageszeit können auch die Strahlungs- und Windverhältnisse dominant sein. Charakteristisch für das Stadtklima sind Wärmebelastungen bis zum Hitzestress, die insbesondere aus der zusätzlichen Abstrahlung der erwärmten Gebäude und der versiegelten Flächen sowie der infolge der erhöhten Rauigkeit gegenüber dem Umland reduzierten Windgeschwindigkeit resultieren.

In der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 2 [16] werden verschiedene Methoden zur Quantifizierung des bioklimatischen Komforts aufgeführt. Im Folgenden wird zur Beurteilung des Bioklimas die physiologisch äquivalente Temperatur (PET) herangezogen. Die PET beschreibt das bioklimatische Empfinden bei wechselnden Umgebungsbedingungen. Eine bioklimatische Be-

lastung kann sowohl durch Kälte (niedriger PET-Wert) als auch durch Hitze (hoher PET-Wert) verursacht werden. Neben der Temperatur berücksichtigt der PET-Wert die für die Beschreibung des physiologischen Wärmeempfindens notwendigen Parameter Windgeschwindigkeit, Luftfeuchtigkeit und die mittlere Strahlungstemperatur der Umgebung. Ein PET-Wert zwischen 18 °C und 23 °C beschreibt ein Temperaturempfinden, das als behaglich bezeichnet wird.

Die durch den PET-Wert definierten Klassen des bioklimatischen Komforts sind in der nachfolgenden Tabelle 4.1 dargestellt:

Tabelle 4.1: Bewertung des bioklimatischen Komforts mit PET

PET	Bioklimatisches Empfinden	Thermophysiologische Belastungsstufe
< 4 °C	sehr kalt	extreme Kältebelastung
4 °C – 8 °C	kalt	starke Kältebelastung
8 °C – 13 °C	kühl	mäßige Kältebelastung
13 °C – 18 °C	leicht kühl	schwache Kältebelastung
18 °C – 23 °C	behaglich	keine thermische Belastung
23 °C – 29 °C	leicht warm	schwache Wärmebelastung
29 °C – 35 °C	warm	mäßige Wärmebelastung
35 °C – 41 °C	heiß	starke Wärmebelastung
> 41 °C	sehr heiß	extreme Wärmebelastung

5 Klimatische Situation in Bonn-Dransdorf

5.1 Lokalklima im Umfeld des Planvorhabens

Zur stadtklimatologischen Einordnung des Plangebietes wird ein Auszug aus der Klimaanalyse der Stadt Bonn aus dem Jahr 2023 herangezogen [3]. Grundlage dieser Klimaanalyse sind mesoskalige Klimasimulationen für das gesamte Stadtgebiet. Aus den Modellberechnungen wurden unter anderem Planungshinweise abgeleitet, die in der Planungshinweiskarte zusammengefasst dargestellt sind. Auszüge der Planungshinweiskarten für das Umfeld des Plangebietes sind in Anlage 4 dargestellt. Für die Nachtsituation wurde der Status quo mit der nächtlichen Überwärmung sowie dem Kaltluftgeschehen analysiert (vgl. Anlage 5).

Die Planungshinweiskarte (vgl. Anlage 4) weist das Plangebiet als Freifläche mit einem hohen Schutzbedarf aus. Dabei handelt es sich laut der Karte um innerstädtische oder stadtnahe Grün- und Freiflächen die eine hohe Bedeutung für den nächtlichen Luftaustausch haben oder auch als Erholungsfläche am Tag dienen können. Letzteres ist aufgrund der derzeitigen Nutzung als landwirtschaftliche Nutzfläche eher nicht gegeben. Bei Eingriffen in diese Flächen sollte die stadtklimatische Funktion beibehalten werden.

Im Umfeld des Plangebietes befinden sich im Norden sowie im Osten und Südosten bebaute Gebiete. Das Gewerbegebiet im Norden als Siedlungsfläche mit einer Handlungspriorität 1 bzw. 2 ausgewiesen. In solchen Gebieten sind Maßnahmen zur Verbesserung der klimatischen Situation bei allen baulichen Entwicklungen proaktiv umzusetzen und im Bestand sind entsprechende Maßnahmen zu prüfen. Den Wohngebieten im Osten werden zum Teil Handlungsprioritäten 3 oder 4 zugeordnet. In diesen Bereichen sind bei baulichen Maßnahmen klimaoptimierende Maßnahmen umzusetzen. Zudem werden hier Bereiche ausgewiesen, die in der Nacht thermisch belastet sind. Die Flächen westlich des Plangebietes sind ebenfalls als Freiflächen mit einem hohen Schutzbedarf ausgewiesen.

In der Nacht (vgl. Anlage 5) fungiert das Plangebiet laut der Klimaanalyse als Kaltluftentstehungsgebiet. Die Kaltluftvolumenstromdichte liegt zwischen 15 und 25 m³/ms und das bodennahe Strömungsfeld weist Windgeschwindigkeiten von mehr als 0,1 m/s auf. Die Strömung ist in Richtung der nördlich und östlich gelegenen Wohngebiete gerichtet. In diesen zeigen sich Flächen mit einer nächtliche Überwärmung. Die Temperaturen liegen zum Teil bei mehr als 19,0 °C. An dem Gebäude direkt nördlich des Plangebietes sind sogar Temperaturen bis 21,0 °C ausgewiesen.

5.2 Auswirkungen des Klimawandels

Städte werden bereits heute mit den Auswirkungen des Klimawandels konfrontiert. Dazu gehören steigende Temperaturen, Hitzestress sowie eine Zunahme von Extremereignissen wie

beispielsweise Starkregen. Mit Blick auf die Zukunft und unter dem Aspekt der zunehmenden Urbanisierung ist besonders in städtischen Gebieten mit einer Zunahme dieser Betroffenheit zu rechnen. Daher stehen diese vor der Herausforderung, Synergien zwischen Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen zu identifizieren und umzusetzen. Das Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Klima und Städtebau erlangt daher eine wachsende Bedeutung.

Um Aussagen zu möglichen zukünftigen Klimaentwicklungen zu treffen, können komplexe Klimarechenmodelle herangezogen werden, die die physikalischen Prozesse im Klimasystem abbilden. Unter der Annahme verschiedener Klimaszenarien, die die zukünftige Entwicklung wie beispielsweise das Bevölkerungswachstum, den technischen Fortschritt oder den Energiemix berücksichtigen, können aus den Ergebnissen Klimaprojektionen aufgestellt werden.

Der Klimaatlas NRW [4] liefert für drei verschiedenen RCP-Klimaszenarien Informationen zur Entwicklung zukünftiger Klimavariablen und -kenntnis aus regionalen Klimamodellen. Die RCP-Szenarien kamen im fünften Sachstandsbericht des Weltklimarates zum Einsatz und stehen für repräsentative Konzentrationspfade (englisch: Representative Concentration Pathways). Diese berücksichtigen bestimmte Szenarien von anthropogenen Treibhausgasemissionen, die den Energie- und Strahlungshaushalt der Erde und damit auch das Klima beeinflussen .

- RCP8.5: „weiter-wie-bisher“-Szenario
- RCP4.5: mittleres Szenario
- RCP2.6: „Klimaschutz-Szenario“ zur Einhaltung des 2-Grad-Ziels

Für die Sommermonate Juni, Juli und August veranschaulichen die folgenden Grafiken die zukünftigen Entwicklungen der mittleren Lufttemperaturen sowie die Anzahl der Heißen Tage (Tagesmaximum > 30 °C) und Tropennächte (Tagesminimum > 20 °C) im Untersuchungsgebiet auf Basis des Klimaatlas NRW für den Referenzzeitraum 1971-2000 sowie die Projektionen für die „nahe Zukunft“ 2031-2060 und für die „ferne Zukunft“ 2071-2100. Diese Prognosewerte beruhen auf Ergebnissen verschiedener Modellrechnungen, denen unterschiedliche Eingangsdaten, Randannahmen und Modellierungstechniken zu Grunde liegen. Die Ergebnisse der verschiedenen Modellrechnungen sind aber grundsätzlich als gleich wahrscheinlich anzusehen. Für die Auswertung wird daher das 50. Perzentil der Klimaprojektionen herangezogen. Das 50. Perzentil teilt hierbei die Berechnungsergebnisse, so dass 50 % der Modelle geringere Ergebnisse und 50 % der Modelle größere Ergebnisse zeigen.

Bei Zugrundelegung des Szenarios RCP2.6 ist demnach davon auszugehen, dass:

- die mittlere Lufttemperatur im Sommer bis Ende des Jahrhunderts um 1,2 °C steigt,

- die Anzahl der Heißen Tage bis zum Jahr 2100 von 8 auf 14 ansteigt und im Schnitt 2,6 Tropennächte pro Jahr auftreten.

Für das mittlere Szenario RCP4.5 wird prognostiziert, dass gegenüber dem Referenzzeitraum 1970-2000:

- die mittlere Lufttemperatur im Sommer von 17,9 °C auf 19,9 °C in der „fernen“ Zukunft ansteigt,
- sich bis Ende des Jahrhunderts die Anzahl der Heißen Tage mehr als verdoppelt und der Tropennächte vervierfacht.

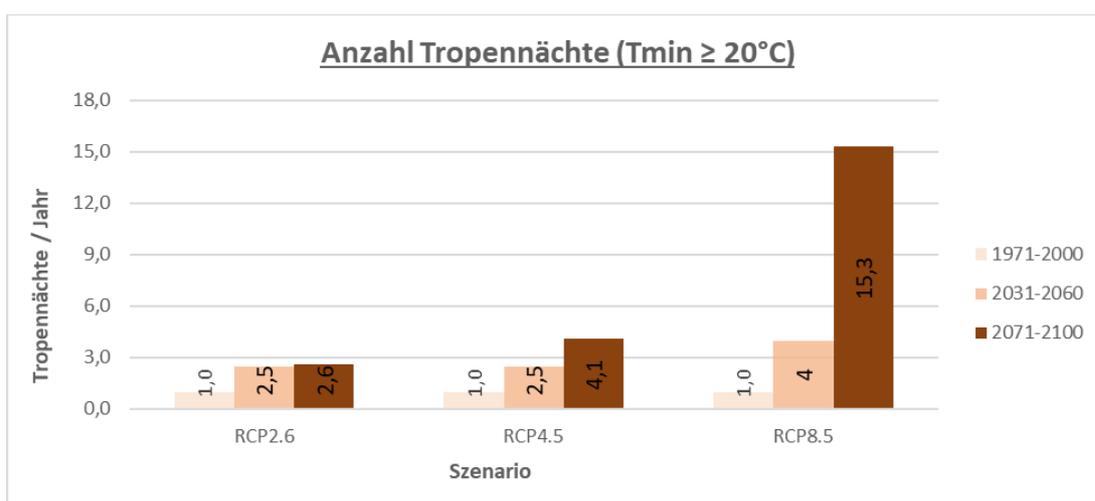
Die Klimamodelle geben für das worst-case-Szenario RCP8.5 an, dass sich gegenüber dem Referenzzeitraum 1970-2000:

- die sommerlichen Temperaturen im Mittel um 1,8 °C (2031-2060) bzw. um 3,9 °C (2071-2100) erhöhen
- die Anzahl der Heißen Tage bis zum Ende des Jahrhunderts fast vervierfacht und im Mittel 15,3 Tropennächte pro Jahr auftreten werden.

5.3 Windrichtungsverteilung

Die Windrichtungsverteilung im Untersuchungsgebiet wurde auf Grundlage von Wetterdaten der LANUV-Station in Bonn-Auerberg aus dem Zeitraum 2011 – 2020 abgeleitet [5]. Die Station liegt etwa 3 km nordwestlich des Untersuchungsgebietes.

Anlage 11 zeigt die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung an dieser Station in allen Situationen des Auswertzeitraumes (links) sowie für heiße Tage mit einer Maximaltemperatur > 30 °C (rechts).



Die Windrichtungsverteilung für den gesamten Auswertzeitraum (2011-2020) zeigt, dass der Wind in Bonn bevorzugt aus einer südöstlichen Richtung weht. Sekundäre Windmaxima ergeben sich aus südwestlicher und nordwestlicher Richtung.

Die Windrichtungsverteilung an Hitzetagen unterscheidet sich nur unwesentlich von der Windrichtungsverteilung des gesamten Auswertzeitraumes. Auch hier entfällt das Maximum auf die südöstliche Anströmungsrichtung, weitere Häufungen ergeben sich aus südwestlicher und nordwestlicher Richtung.

6 Berechnungsmodell

Die infolge des Planvorhabens zu erwartenden Klimaänderungen im lokalen Umfeld des Bauvorhabens werden mit dem mikroskaligen Stadtklimamodell ENVI-met in der Version 5.0.3 (Summer Release 2022) [14] für die nachfolgend aufgeführten Varianten mit der bei sommerlichen Wetterlagen auftretenden Hauptwindrichtung Südost durchgeführt:

- Istfall: Bestandsbebauung, aktueller Vegetationsbestand und aktuelle Oberflächenbeschaffenheit
- Planfall: Zukünftige Bebauungssituation nach Realisierung der Planung entsprechend des Vorhaben- und Erschließungsplans [1] unter Berücksichtigung des Rückbaus des aktuellen KiTa-Gebäudes

Anhand der Ergebnisse dieser beiden Varianten werden anschließend Planungsempfehlungen zur Minimierung negativer lokalklimatischer Folgen erarbeitet.

6.1 Modellbeschreibung

ENVI-met in der Version 5.0.3 ist ein dreidimensionales nicht-hydrostatisches Modell zur Simulation der Wechselwirkungen zwischen Oberflächen, Pflanzen und der Luft. Es wurde für die Mikroskala mit typischen horizontalen Gitterauflösungen zwischen 0,5 und 5 m und typischen Simulationszeiten zwischen 24 und 48 Stunden mit Zeitschritten zwischen 1 und 5 Sekunden entwickelt. Diese sowohl räumlich als auch zeitlich sehr detaillierte Auflösung erlaubt die Analyse kleinräumiger Wechselwirkungen zwischen Gebäuden, Oberflächen, Pflanzen und der Atmosphäre.

Zur Berechnung nutzt ENVI-met verschiedene Untermodelle, die miteinander gekoppelt sind. Einen Überblick über die miteinander gekoppelten Modelle gibt die Anlage 6.

Als Ergebnis liefert das Rechenmodell die räumlich und zeitlich variierenden Ausgabegrößen für Boden, Luft, Gebäude und Vegetation. Berechnet werden unter anderem Temperaturen, Feuchte, Strahlungsparameter, bioklimatische Kenngrößen (z. B. PET- und PMV-Werte) sowie Windrichtung und Windgeschwindigkeit.

6.2 Aufbau der Rechengitter

Die Ausdehnung des Untersuchungsraumes wurde so groß definiert, dass zum einen das gesamte Plangebiet abgedeckt ist und zum anderen Aussagen zu den klimatischen Auswirkungen in den umliegenden Flächen getroffen werden können.

Die Modellrechnungen erfordern die Definition eines Rechengebietes und eine Aufteilung dieses Gebietes in viele quaderförmige Rechenzellen. Für die vorliegende Untersuchung wurde eine horizontale Gitterauflösung von 3 m realisiert. Mikroskalige Effekte durch Kleinstrukturen wie Bäume und Einzelgebäude werden bei dieser Gitterauflösung noch hinreichend genau abgebildet. Die Ausdehnung des Rechengebietes beträgt 810 m in x- und 921 m in y-Richtung.

Für die Auflösung der Rechenzellen in der Vertikalen wurde ein variabler Ansatz mit in der Höhe zunehmenden vertikalen Ausdehnungen der Gitterboxen gewählt. So wurde für die unteren zehn Schichten eine feine Vertikalauflösung von 1,0 m festgelegt. Ab der Modellhöhe von 10 m erhöht sich die vertikale Zellausdehnung um jeweils 12 %. Bei einer Anzahl von 25 Gitterzellen in z-Richtung ergibt sich hieraus eine maximale Modellhöhe von 51,75 m.

6.3 Eingangsdaten

6.3.1 Gebäude

Gebäude fließen in die ENVI-met Simulationsrechnungen mit ihrer Lage und Höhe sowie den verbauten Materialien und ihren thermischen und strahlungstechnischen Eigenschaften ein.

Lage und Höhe der Bestandsbebauung außerhalb des Plangebietes im Untersuchungsgebiet wurden aus dem vom Land NRW zu Verfügung gestellten LOD2-Gebäudemodell [6] abgeleitet. Anlage 7 zeigt hierzu den berücksichtigten Gebäudebestand im Istfall, Anlage 8 enthält den Gebäudebestand sowie die Plangebäude im Planfall, welche auf Grundlage des Vorhaben- und Erschließungsplans [1] abgeleitet wurden. Für alle Plangebäude mit einem Flachdach fließt entsprechend dem Plan eine vollständige extensive Dachbegrünung mit einer Substratdicke von 12 cm und einem aufliegenden Bewuchs von 10 cm in die Berechnungen ein.

Neben der Lage und Höhe müssen den Gebäuden in ENVI-met auch thermische und strahlungstechnische Eigenschaften zugewiesen werden. In den Berechnungen wurde allen Dächern und Fassaden der Bestandsbebauung der ENVI-met Standardaufbau (moderate Isolierung) zugeordnet. Nur das Reflexionsvermögen (Albedo) der äußeren Schicht wurde angepasst. Hier wurde bei den Gebäudewänden und -dächern der Bestandsbebauung im Umfeld wie folgt nach dunklen und hellen Oberflächen unterschieden:

- Helle Fassade: Albedo 0,5 ($\hat{=}$ mitteleuropäischer Standard)
- Helle Dachfläche: Albedo 0,5 ($\hat{=}$ mitteleuropäischer Standard)
- Dunkle Fassade: Albedo 0,2
- Dunkle Dachfläche: Albedo 0,2

Bei den Plangebäuden wurde entsprechend der Absprache mit der Ulrich Hartung GmbH die Dicke der Dämmschicht auf einen Kfw 40 Standard erhöht. Zudem wurde den Gebäuden eine helle Fassade zugewiesen. Die Rauminnentemperatur beträgt bei allen Gebäuden zum Startzeitpunkt der Simulationsrechnung 20 °C.

6.3.2 Vegetation

Neben den Gebäuden ist die Vegetation eine weitere wichtige Einflussgröße zur Ausprägung des individuellen Stadtklimas. Der Einfluss von Bäumen und niedrigem Bewuchs auf das Mikroklima kann mit ENVI-met detailliert untersucht werden. In den Simulationsrechnungen werden u.a. die Verschattung durch die Baumkronen, die Verdunstung und Transpiration der Blätter und der Einfluss der Vegetation auf die Windverhältnisse berücksichtigt.

Neben der Wuchsform (Breite und Höhe des Baumes) muss für jeden im Modell platzierten Baum die Belaubungsdichte vorgegeben werden.

Die Erfassung der Wuchshöhe und Kronenbreite der Bäume im Untersuchungsgebiet erfolgte mithilfe des hochaufgelösten digitalen Oberflächenmodells (NDOM) [7].

Mit Hilfe des Baumkatasters der Stadt Bonn [2] konnte zudem die Baumart verschiedener Bäume im Umfeld des Plangebietes ermittelt werden. Auf Grundlage der im Internet veröffentlichten Straßenbaumliste der Deutschen Gartenamtsleiterkonferenz [15] und dem hier hinterlegten artspezifischen Parameter der Lichtdurchlässigkeit konnte anschließend der Belaubungsgrad abgeleitet werden. Hierbei entspricht eine geringe Lichtdurchlässigkeit einem sehr dichten Belaubungsgrad, eine mittlere Lichtdurchlässigkeit einem dichten Belaubungsgrad und eine starke Lichtdurchlässigkeit einem lichten Belaubungsgrad. Allen nicht im Baumkataster der Stadt Bonn erfassten Bäume wurde pauschal ein „dichter“ Belaubungsgrad zugewiesen.

Für die Berechnungen zum Planfall wurden die Standorte der Baumneupflanzungen dem Vorhaben- und Erschließungsplan [1] entnommen. Den geplanten Bäumen wurde, aufgrund der Tatsache, dass es sich um Neupflanzungen handelt und die Art noch nicht feststeht, pauschal eine Höhe von 5 m und ein „dichter Belaubungsgrad“ zugewiesen.

Für die landwirtschaftlich genutzten Flächen im Untersuchungsgebiet wurde ein 50 cm hoher Bewuchs angenommen. Den weiteren unversiegelten Bereichen im Untersuchungsgebiet ohne Baumbewuchs und außerhalb dieser Flächen wurde im Istfall pauschal ein niedriger Bewuchs (Gras, Rasen) mit einer Wuchshöhe von 10 cm zugewiesen. Für den Planfall wurde für die Rasenflächen ebenfalls ein 10 cm hoher Bewuchs und für die Retentionsmulden und Staudenflächen ein 50 cm hoher Bewuchs angenommen.

In Anlage 7 und Anlage 8 sind die in die Berechnungen eingehenden Vegetationsbestände für beide Planungssituationen dargestellt.

6.3.3 Oberflächen

Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor zur Ausprägung des innerstädtischen Klimas ist die Oberflächenbeschaffenheit. So wird durch die erhöhte Oberflächenversiegelung die Verdunstung gegenüber einer Freifläche reduziert, was zu einer Erhöhung der Temperaturen führt. Auf versiegelten Flächen erfolgt zudem eine stärkere Wärmespeicherung der einfallenden kurzwelligen Strahlung. Diese Wärme wird nachts wieder an die Umgebungsluft abgegeben und sorgt für eine gegenüber dem Umland deutlich reduzierte Abkühlung.

Die benötigten Informationen zu den vorhandenen Bodenprofilen wurden auf Grundlage des Informationssystems „Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen im Maßstab 1:50.000 (BK50)“ [13] abgeleitet.

Die versiegelten Flächen im Bestand in- und außerhalb des Plangebietes wurden anhand aktueller Orthofotos [10] sowie anhand von ALKIS - Bodenbedeckungsdaten des Landes NRW [12] erfasst. Für Straßen wurde hierbei Asphalt, für weitere versiegelte Flächen wie z.B. Parkplätze Beton bzw. Pflaster als Versiegelungsmaterial vorgegeben. Die Ableitung der Oberflächenarten im Planfall erfolgte auf Grundlage des Vorhaben- und Erschließungsplans [1].

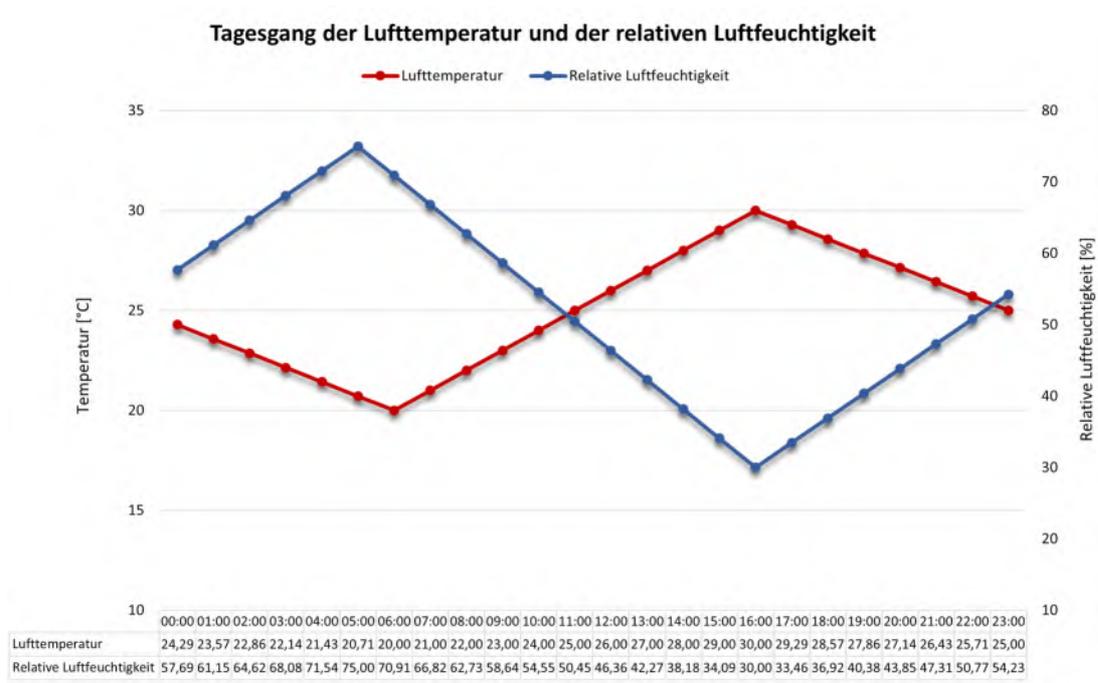
Grundsätzlich wird in beiden Planungssituationen den unversiegelten Vegetationsflächen unterhalb der angesetzten Rasenfläche die zugrunde liegende Bodeneigenschaft zugewiesen.

Anlage 9 und Anlage 10 zeigen die ins Modell einfließenden Oberflächenbeschaffenheiten für den Ist- und Planfall.

6.3.4 Initialisierungsparameter

Innerhalb von ENVI-met können die tageszeitlichen Schwankungen der meteorologischen Parameter Lufttemperatur und relative Feuchte entweder über feste Startparameter oder durch ein sogenanntes „Simple-Forcing“ vorgegeben werden. Beim Simple-Forcing werden die Bedingungen am Einströmrand für jede Stunde des Tages explizit vorgegeben. Als meteorologischer Antrieb für die Klimamodelle wurde ein heißer Sommertag mit einer nachmittäglichen Maximaltemperatur von 30 °C und einer nächtlichen Minimaltemperatur von 20 °C gewählt. Die Tagesgänge der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit können aus der folgenden Abbildung 6.1 entnommen werden:

Abbildung 6.1: Tagesgang der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit beim Simple-Forcing



Ein weiterer wichtiger Initialisierungsparameter ist die Bodenfeuchte zum Startzeitpunkt der Simulation. Im vorliegenden Fall wurde eine Bodenfeuchte von 75 % in der oberflächennahen Bodenschicht angesetzt, d.h. dass noch ausreichend Wasser für Verdunstungsprozesse im Boden vorhanden ist. Dies repräsentiert die typischen Verhältnisse an einem Sommertag, dem wenige Tage zuvor Regenfälle vorausgegangen waren. Durch Verdunstung wirkt diese Feuchte kühlend auf die darüber liegenden Luftschichten. Ein komplett ausgetrockneter Boden nach einer Hitzeperiode hat demnach eine deutlich niedrigere Kühlleistung, was einerseits durch insgesamt höhere Temperaturen im Rechenmodell sichtbar werden würde und andererseits zu einem geringeren Unterschied zwischen versiegelten und unversiegelten Flächen führen würde. Im Gegensatz dazu ist ein gesättigter Boden nach anhaltendem sommerlichen Landregen mit einer höheren Kühlleistung und damit mit insgesamt niedrigeren Temperaturen und stärkeren Unterschieden zwischen den Oberflächenarten verbunden.

Für die Anströmung wurde eine konstante Windgeschwindigkeit von 1,5 m/s in 10 m Höhe vorgegeben. Dies entspricht einer typischen sommerlichen Schwachwindssituation. Aufgrund der Windrichtungsverteilung an Hitzetagen werden die beiden Hauptanströmungsrichtungen Südost (120°) und Nordwest (290°) in den Simulationsrechnungen berücksichtigt.

Die Berechnungen umfassen insgesamt 35 h und starten um 5 Uhr zum Zeitpunkt des Sonnenaufgangs. Für die Ergebnisanalyse werden die Modellausgaben des zweiten Tages genutzt. Der erste Tag dient lediglich als Modell-Einschwingphase.

Als Eingangsparameter zur Berechnung des thermischen Komforts mittels des PET-Wertes werden die Standardeinstellung gemäß der Norm DIN EN ISO 7730 verwendet [24]. Dabei wird von einer 35-jährigen männlichen Person mit einem Körpergewicht von 75 kg und einer Größe von 1,75 m ausgegangen, die eine leichte körperliche Aktivität (langsames Gehen mit 4 km/h) ausübt. Hieraus ergibt sich eine metabolische Rate von 164,5 W. Weiterhin wird ein Bekleidungsindex von 0,9 einbezogen, was einem leichten Anzug entspricht.

Die nachfolgende Tabelle 6.1 dokumentiert die wichtigsten Initialisierungsparameter der Simulationsrechnungen:

Tabelle 6.1: Initialisierungsparameter für die Modellberechnungen

Initialisierungsparameter	Startwert
Geographische Position	50,74°N, 7,04°E
Startzeit der Simulation	20.06., 05:00 Uhr
Dauer der Simulation	35 Stunden
Lufttemperatur in 2 m über Grund	Simple Forcing (Spanne zwischen 20,0 °C und 30,0 °C)
Relative Feuchte in 2 m über Grund	Simple Forcing (Spanne zwischen 30 % und 75 %)
Rauigkeitslänge z0	0,1 m
Windgeschwindigkeit in 10 m über Grund	1,5 m/s
Windrichtung	120° (Südost) & 290° (Nordwest)
Bodentemperatur	
Oberste Schicht (0-20 cm)	20,5 °C
mittlere Schicht (20 – 50 cm)	21,5 °C
tiefe Schicht (50 – 200 cm)	20,3 °C
Gesteinsschicht (> 200 cm)	20,3 °C
Bodenfeuchte	
Oberste Schicht (0-20 cm)	75,0 %
mittlere Schicht (20 – 50 cm)	80,0 %
tiefe Schicht (50 – 200 cm)	70,0 %
Gesteinsschicht (> 200 cm)	70,0 %

7 Ergebnisse

Die Berechnungen wurden mit den dokumentierten Eingangsdaten für den Ist- und den Planfall für die zwei Hauptanströmungsrichtungen an Hitzetagen durchgeführt. Zur Bestimmung der thermischen Belastung wurden die beiden Kenngrößen Lufttemperatur und PET-Wert analysiert. Dabei wird die Lufttemperatur analog zur Klimaanalyse der Stadt Bonn [3] zu zwei verschiedenen Tageszeiten (14 Uhr und 4 Uhr) ausgewertet und dargestellt. In der Ergebnisauswertung zum PET-Wert wurde der Mittelwert im Zeitraum zwischen 12 und 16 Uhr visualisiert.

Für die Untersuchung zur Durchlüftung wurden die Windfelder um 14 Uhr analysiert und in zwei verschiedenen Höhengniveaus (bodennah, 1,5 m ü. Grund und in 10,5 m ü. Grund) ausgewertet und dargestellt. Die Windfelder zu anderen Tageszeiten unterscheiden sich nur unwesentlich von der 14 Uhr Situation und werden daher nicht analysiert.

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist grundsätzlich zu beachten, dass die Berechnungsergebnisse die stadtklimatologischen Verhältnisse unter den zugrunde gelegten Einström- und Rahmenbedingungen (vgl. Kapitel 6.3.4) repräsentieren. Änderungen der aufgeführten Initialisierungsparameter würden zu abweichenden Ergebnissen führen.

7.1 Durchlüftung

Anlage 12 und Anlage 13 zeigen die simulierten Windgeschwindigkeiten für den Ist- und Planfall sowie die aus der Planung resultierenden Windgeschwindigkeitsdifferenzen für die untersuchten Windrichtungen (120° und 290°) in zwei Bezugsniveaus (1,5 m und 10,5 m) um 14 Uhr. Die berechneten Windfelder beziehen sich hierbei auf eine typische Schwachwindsituation mit einer ungestörten Anströmgeschwindigkeit von 1,5 m/s in 10 m Höhe. Gemäß der Beaufort-Skala [25] mit der die Auswirkungen des Windes beschrieben werden können, entspricht eine derartige Windgeschwindigkeit einem „leichten Zug“. Die Wirkung an Land wird als „kaum merklich, Rauch treibt leicht ab, Windflügel und Windfahnen unbewegt“ beschrieben.

In den Ergebnisdarstellungen zeigen grüne Farbtöne deutlich reduzierte Windgeschwindigkeiten an. Orangene Farbtöne weisen Flächen aus, in denen die mittlere Windgeschwindigkeit in etwa der ungestörten Freilandgeschwindigkeit entspricht.

Die Simulationsergebnisse für das bodennahe Niveau (1,5 m) bei südöstlicher Anströmung (120°) im Istfall zeigen Folgendes:

- Die unbebauten landwirtschaftlichen Freiflächen im Westen des Rechengebietes sowie Straße, die, wie die Grootestraße, parallel zur Anströmrichtung verlaufen, fungieren mit Windgeschwindigkeiten von bis zu 1,25 m/s als Belüftungsleitbahnen.
- Im östlichen und nördlichen Teil des Rechengebietes ist die Durchlüftung aufgrund der dichten Bebauung und der damit verbundenen erhöhten Rauigkeit deutlich geringer als über den Freiflächen.
- Auch in der westlich des Plangebietes gelegenen Kleingartensiedlung ergeben sich aufgrund der Hinderniswirkung der Lauben und der Vegetation Geschwindigkeitsreduktionen gegenüber den Freiflächen des Untersuchungsgebietes. Allerdings sind diese deutlich weniger stark ausgeprägt, als innerhalb von dichter Bebauung.
- Das Plangebiet ist im Bestand weitestgehend unbebaut. Dementsprechend liegen hier durchweg gute Durchlüftungsverhältnisse vor. Nur im östlichen Teil des Plangebietes werden aufgrund der Hinderniswirkung der KiTa und der östlich angrenzenden Bebauung etwas geringere Windgeschwindigkeiten prognostiziert.

Aus den Ergebnissen zum Planfall und den zugehörigen planungsbedingten Differenzen können bei Anströmung aus Südost (120°) folgende Aussagen zur künftigen Durchlüftungssituation in Bodennähe getroffen werden:

- Durch die Planung sinkt die Windgeschwindigkeit auf den verbleibenden Freiflächen deutlich. Gegenüber der Bestandssituation weist der Großteil des Plangebietes Verringerungen der Windgeschwindigkeit auf. Hierbei sinkt die Windgeschwindigkeit im direkten Umfeld der Gebäude am stärksten.
- Positiv auf die Durchlüftungssituation wirken sich die Lücken in der Bebauung auf, welche ein Durchströmen der aus Richtung Osten einströmenden Luft ermöglichen.
- Im Bereich des ehemaligen KiTa-Gebäudes, welches im Zuge der Planung entfällt, erhöht sich die Windgeschwindigkeit, da das Gebäude als Hindernis für den Wind entfällt.
- Außerhalb des Plangebietes ergeben sich Verringerung vor allem entlang der Westgrenze des Plangebietes im Bereich der angrenzenden Gebäude der Kleingartensiedlung. Darüber hinaus können keine signifikanten Minderungen der Windgeschwindigkeit mehr festgestellt werden.
- Auf der Ostseite zeigen sich an zwei Stellen Verringerungen außerhalb des Plangebietes, zum einen im Norden an der Grootestraße und zum anderen an der südöstlichen Ecke des Plangebietes. Diese Verringerungen resultieren aus dem Rückstau der einströmenden Luft im Luv der geplanten Gebäude.

Bei nordwestlicher Anströmungsrichtung (290°) zeigt sich in beiden Situationen (Ist und Plan) sowie den Differenzen ein sehr ähnliches Bild wie bei der Anströmung aus Südost. Auf eine detaillierte Ergebnisbesprechung wird daher verzichtet.

Zum Windfeld im Überdachniveau (s. Anlage 13) lassen sich für beide Strömungsrichtungen folgende Aussagen treffen:

- Das Windfeld im Überdachniveau ist, wie bereits das bodennahe Windfeld in beiden Anströmsituationen sehr ähnlich. Es weist jedoch insgesamt höhere Windgeschwindigkeiten auf, da sich in diesem Auswertenniveau insgesamt weniger Strömungshindernisse in Form von Gebäuden und Vegetation befinden.
- Es ergeben sich zum Teil Windgeschwindigkeiten von mehr als 1,5 m/s. In Bereichen mit hohen Gebäuden (> 10,5 m) sind die Windgeschwindigkeiten geringer und ähneln denen im bodennahen Niveau.
- Über dem unbebauten Plangebiet liegen die Windgeschwindigkeiten zwischen 1,0 m/s und 1,5 m/s.
- Durch die Planung sinkt auch in dieser Höhe die Windgeschwindigkeit in beiden Anströmsituationen. Es ergeben sich fast auf dem ganzen Plangebiet Verringerungen, wobei sich die größten Differenzen an den höchsten Gebäuden ergeben.
- Die Veränderungen außerhalb des Plangebietes sind mit denen im bodennahen Niveau vergleichbar.

7.2 Lufttemperaturen

Die Anlagen 13 und 14 zeigen die simulierten Lufttemperaturen zu den zwei Auswertezeiten für den Ist- und Planfall. Zusätzlich wird jeweils die plan bedingte Temperaturdifferenz ausgegeben. In der oberen Abbildungsreihe sind jeweils die Ergebnisse für die südöstliche Anströmungsrichtung und in der unteren Abbildungsreihe die Ergebnisse für die nordwestliche Anströmungsrichtung dargestellt.

An den Einstromrändern des Untersuchungsgebietes werden zum Teil deutliche Abweichungen zum Temperaturniveau des restlichen Untersuchungsgebietes ausgewiesen. Diese Abweichungen resultieren aus modelltheoretischen Randeffekten im Einstrombereich und sollten daher nicht weiter interpretiert werden. Verlässliche Ergebnisse sind etwa ab Entfernungen von 100 m zum Einstromrand zu erwarten.

7.2.1 14 Uhr

Anlage 14 zeigt die simulierten Lufttemperaturen in 1,5 m Höhe für die untersuchten Hauptwindrichtungen (120 ° und 290 °) an Hitzetagen für den Ist- und Planfall sowie die hieraus resultierenden planungsbedingten Temperaturdifferenzen zum Auswertezeitpunkt 14 Uhr.

Die Berechnungsergebnisse für den Istfall bei einer Anströmung aus Südosten (120°) zeigen Folgendes:

- Aufgrund der unterschiedlichen Oberflächenbeschaffenheit, Vegetations- und Bauungsstruktur im Untersuchungsgebiet ergeben sich bei Betrachtung des gesamten Rechengebietes Temperaturunterschiede von mehr als 1,5 °C.
- Die höchsten Lufttemperaturen werden in stark versiegelten und unverschatteten Bereichen mit einer eingeschränkten Durchlüftung prognostiziert. Dies ist z.B. im Bereich des Gewerbegebietes im Nordosten des Rechengebietes der Fall.
- Hohe Temperaturen zeigen sich auch über Straßen, die entlang der untersuchten Windrichtung ausgerichtet sind, da in diesen Fällen die Luft über einen längeren Zeitraum über die erwärmten Oberflächen strömt und dabei deren Energie aufnehmen kann. Beispielhaft kann hier die Grootestraße genannt werden.
- Bereiche mit offenen Böden und einem hohen Vegetationsanteil weisen die geringsten Temperaturen im Rechengebiet auf. Dies ist beispielsweise auf der westlich des Plangebietes gelegenen Kleingartensiedlung oder den stark durch grünen Bereichen zwischen Bahnstrecke und Mörikestraße im Süden des Plangebietes der Fall. Hier wirken sich die Verdunstung und die Verschattung der Vegetation positiv aus.
- Innerhalb des Plangebietes stellt sich ein überwiegend moderates Temperaturniveau ein, da das Plangebiet, abgesehen von dem KiTa-Gelände, unversiegelt und von niedriger Vegetation bedeckt ist, gleichzeitig aber durchgehend besonnt wird.
- An der nördlichen Grenze werden die höchsten Temperaturen des Plangebietes prognostiziert, da hier die erwärmte Luft von der Grootestraße auf das Grundstück strömt.

Aus den Ergebnissen zum Planfall und den daraus resultierenden Differenzen können für die südöstliche Anströmung (120°) folgende Aussagen zum nachmittäglichen Temperaturniveau getroffen werden:

- Infolge der Planung ergeben sich zu dieser Zeit fast ausschließlich Abkühlungen sowohl innerhalb als auch außerhalb des Plangebietes. Diese sind bis zur Kleingartenstraße westlich des Planvorhabens nachweisbar. Die Verringerung der Lufttemperatur wird unter anderem durch die Verschattung der geplanten Gebäude und Bäume auf dem Grundstück hervorgerufen. Die verschatteten Oberflächen können sich nicht so stark aufheizen, wodurch auch die Luft darüber kühler bleibt. Zudem weist das Gebiet trotz der Erschließung einen relativ geringen Versiegelungsanteil und einen hohen Baumanteil auf. Durch die verbleibenden Rasenflächen sowie die Retentionsmulden, Staudenflächen und Bäume kann auch nach Realisierung der Planung noch Wasser verdunsten und die Luft kühlen.
- Im Süden und an dem L-förmigen Gebäude westlich der vormaligen KiTa ergeben sich leichte Temperaturerhöhungen von bis zu 0,3°C, welche sich auf das Plangebiet beschränken. Diese Erhöhungen resultieren im Fall der südlichen Plangebäude aus der Erwärmung der sonnenbeschienenen Südfassaden. Im Bereich des L-förmigen Gebäudes resultiert die Erwärmung ebenfalls aus der Erwärmung durch die Fassa-

de. Hier kommt noch hinzu, dass die erwärmte Luft bei einer Anströmung von Südosten nicht abtransportiert werden kann.

Bei nordwestlicher Anströmungsrichtung (290°) zeigt sich in beiden Situationen (Ist und Plan) sowie den Differenzen ein sehr ähnliches Bild wie bei der Anströmung aus Südost:

- Auf einem Großteil des Plangebietes sowie in dessen Lee ergeben sich Abkühlungen der Lufttemperatur von bis zu 0,3°C. Diese Abkühlungstendenzen reichen außerhalb des Grundstücks über die Grootestraße fast bis zur Pfarrer-Schneider-Straße.
- Auch die Temperaturerhöhung im Süden des Plangebietes wird bei dieser Windrichtung deutlich. Anders als bei der Anströmung aus Südost erreicht die Erwärmung hier jedoch auch Teile der Wohngebäude an der Mörikestraße.

Durch die Realisierung des Planvorhabens werden in Bezug auf das nachmittägliche Temperaturniveau zum überwiegenden Teil Abkühlungstendenzen prognostiziert. Vereinzelt ergeben sich auch Erwärmungen, die bei nordwestlicher Anströmung an die benachbarte Wohnbebauung heranreichen. Dieser zusätzlichen thermischen Belastung sollte mit geeigneten Maßnahmen in den betroffenen Bereichen entgegengewirkt werden.

7.2.2 4 Uhr

Anlage 15 zeigt die simulierten Lufttemperaturen in 1,5 m Höhe für den Ist- und den Planfall sowie die aus der Realisierung des Planvorhabens resultierenden Temperaturdifferenzen für die untersuchten Anströmungsrichtungen um 4 Uhr.

Aus den Ergebnissen zum Bestandsfall können für die südöstliche Anströmvariante folgende Aussagen zum nächtlichen Temperaturniveau im Untersuchungsgebiet getroffen werden:

- Die Luft hat sich in den Nachtstunden gegenüber der Nachmittagssituation aufgrund der langwelligen Ausstrahlung und der damit einhergehenden negativen Energiebilanz abgekühlt. Die Temperaturen liegen zwischen 23,0 °C und 24,0 °C.
- Die höchsten Temperaturen ergeben sich im Nordwesten des Rechengebietes nördlich und südlich der Grootestraße.
- Die hohen Temperaturen nördlich der Grootestraße werden durch das östlich gelegene Gewerbegebiet hervorgerufen. Hier erwärmt sich die Luft beim Durchströmen des Gebietes, da die Gebäude und die versiegelten Oberflächen die am Tag gespeicherte Energie an die kühlere Nachtluft abgeben.
- Die hohen Temperaturen südlich der Grootestraße über einem Teil der Kleingartensiedlung resultieren aus dem Einfluss der Vegetation auf das Temperaturniveau. Am Tag sorgt die Verschattung und Verdunstung für eine geringere Lufttemperatur. In der Nacht reduziert die Vegetation jedoch die Abstrahlung der Energie durch Reflexi-

on, wodurch die Lufttemperatur in Bereichen mit viel Vegetation langsamer sinkt als über Freiflächen.

Zum Temperaturniveau nach Realisierung des Planvorhabens können folgende Aussagen getroffen werden:

- Es zeigen sich in räumlich eng abgegrenzten Bereichen leichte Temperaturerhöhungen von maximal 0,2°C innerhalb des Plangebietes sowie auf der westlich gelegenen Kleingartensiedlung. Diese werden durch die Abgabe der tagsüber in den Gebäuden gespeicherten Wärme hervorgerufen.

Aus der Analyse der nordwestlichen Anströmungsrichtung (vgl. Anlage 15) resultieren ganz ähnliche, nicht signifikante Erwärmungstendenzen wie bei der südöstlichen Anströmung. Auf eine detaillierte Ergebnisbesprechung wird daher verzichtet.

7.3 Bioklima (PET)

Anlage 16 zeigt die simulierten PET-Werte für den Ist- und Planfall sowie die sich hieraus ergebenden planungsbedingten Differenzen für die untersuchten Windrichtungen am Nachmittag. Die dargestellten PET-Werte sind das Ergebnis einer Mittelwertwertbildung aus den Simulationsergebnissen zwischen 12 und 16 Uhr.

Die Grafiken zeigen, dass infolge der gewählten Initialisierungsparameter (Sommertag mit einer maximalen Temperatur von 30°C) sowohl im Ist- als auch im Planfall im gesamten Untersuchungsgebiet mit Wärmebelastungen (vgl. Tabelle 4.1) gerechnet werden muss. Dabei ist die Wärmebelastung in von Bäumen und Gebäuden verschatteten Bereichen als schwach bis mäßig zu bezeichnen, in unverschatteten und versiegelten Bereichen mit eingeschränkter Durchlüftung wird die Wärmebelastung hingegen als extrem empfunden. Im Vergleich der Ergebnisse beider Anströmvarianten wird deutlich, dass die Windrichtung nur einen sehr geringen Einfluss auf das bioklimatische Niveau hat.

Für die Bestandssituation können daher für beide Varianten folgende Aussagen getroffen werden:

- Die derzeitige bioklimatische Belastung im Untersuchungsgebiet reicht von mäßig bis extrem.
- Extreme Belastungen treten in wenigen stark lokal begrenzten Bereichen wie den Gebäuden an der nordwestlichen Ecke des Plangebietes nördlich der Grootestraße auf. Diese Bereiche sind unverschattet, versiegelt und weisen eine eingeschränkte Durchlüftung auf. Dadurch kann der PET-Wert hier auf mehr als 49 °C ansteigen.

- Geringere thermische Belastungen herrschen dagegen in den von Bäumen und Gebäuden verschatteten Bereichen. Aufgrund der Verschattungswirkung und Verdunstungskühlleistung der Vegetation werden beispielsweise in der angrenzenden Schrebergartensiedlung sowie auf den Flächen zwischen Bahnstrecke und Mörikestraße mit ca. 30°C vergleichsweise günstige bioklimatische Belastungen prognostiziert.
- Auf dem Plangebiet sowie auf den übrigen landwirtschaftlich genutzten Flächen innerhalb des Untersuchungsgebietes liegt eine konstant starke Wärmebelastung mit PET-Werten zwischen 35° und 37°C vor. Positiv wirkt sich der niedrige Bewuchs sowie die derzeit gute Durchlüftung des Gebietes aus. Da die Flächen jedoch vollständig unverschattet sind ergibt sich trotz dessen eine starke Wärmebelastung.

Die bioklimatische Belastung am Nachmittag verändert sich durch die Planung wie folgt:

- Auf dem Grundstück zeigt sich nun ein ähnliches Bild wie in den umliegenden bebauten Flächen.
- An den Nordfassaden der Gebäude und im Bereich von Baumpflanzungen sinkt die bioklimatische Belastung auf Grund von Verschattungseffekten leicht.
- Vereinzelt ergeben sich auch Bereiche in denen aufgrund der Planung mit einer extremen Wärmebelastung gerechnet werden muss. Diese resultiert aus der eingeschränkten Durchlüftung, der Flächenversiegelung sowie den Reflexionen der Neubauten.
- Die höchste Belastung ergibt sich zwischen den Gebäuden entlang der Grootestraße am nördlichen Rand des Plangebietes. Sie verdeutlicht das Zusammenspiel der einzelnen Faktoren. Die Bereiche zwischen den Gebäuden sind zum einen schlecht durchlüftet, der Boden ist versiegelt und wird zudem kaum durch Vegetation oder Gebäude verschattet.
- Außerhalb des Plangebietes ergeben sich sowohl östlich als auch westlich Erhöhungen in der bioklimatischen Belastung. Diese reichen bei südöstlichen Anströmungen etwa 25 m in die angrenzende Kleingartenanlage und bei nordwestlichen Anströmungen ebenfalls etwa 25 m in die angrenzenden Wohngebiete hinein. Die Erhöhung der bioklimatischen Belastung ist insbesondere auf die Reduktion der Windgeschwindigkeiten in diesen Bereichen (vgl. Kapitel 7.1) zurückzuführen.

Da infolge der Planung sowohl inner- als auch außerhalb des Plangebietes mit Erhöhungen der bioklimatischen Belastung zu rechnen ist, sollten geeignete Maßnahmen getroffen werden um die Belastung für die Anwohner so gering wie möglich zu halten.

8 Planungsempfehlungen

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass sich negative Veränderungen des lokalen Klimas weitestgehend auf das Plangebiet und dessen nahes Umfeld beschränken. Dies trifft insbesondere auf die Durchlüftung und die Lufttemperatur zu. In Bezug auf die bioklimatische Belastung ist hingegen auch mit deutlichen Zunahmen an den angrenzenden Wohngebäuden sowie der Bebauung der Kleingartensiedlung zu rechnen.

Aufgrund der verminderten Durchlüftung und der Wärmeabstrahlung der Gebäude bilden sich innerhalb der Plangebietsgrenzen Bereiche mit zum Teil sehr hohen bioklimatischen Belastungen aus. Da es sich bei vielen der geplanten Gebäude um Wohnbebauung mit angeschlossenen Terrassen und Gärten handelt, sollte nach Möglichkeit planerisch auf die Reduktion dieser Belastung abgezielt werden, um die Aufenthaltsqualität in den Außenbereichen aus bioklimatischer Sicht zu verbessern. Folgende Maßnahmen können einzeln oder in Kombination umgesetzt zur Reduktion des Belastungsniveaus beitragen:

Erhöhung des Baumanteils

Der bereits hohe Baumanteil auf dem Plangebiet zeigt, dass Bäume sowohl durch Verschattung als auch über Abkühlungsprozesse durch Evapotranspiration zur Verminderung der bodennahen Lufttemperatur beitragen. In Bereichen mit sehr hohen bioklimatischen Belastungen wie an dem L-förmigen Gebäude bieten sich daher zusätzliche Baumpflanzungen an. Auch in Bereiche wie der KiTa, die von vulnerabel Personengruppen genutzt werden, sollten Baumstandorte vorgesehen werden. Die anzupflanzenden Bäume sollten eine ausgeprägte Krone aufweisen und im Stammbereich möglichst wenig Strömungswiderstand durch Äste und Blätter liefern. Als zusätzliche Maßnahme, insbesondere so lange die neu gepflanzten Bäume nur eine geringe Höhe und somit auch geringe Verschattungswirkung aufweisen, können Sonnensegel oder bewachsene Pergolen eingesetzt werden. In Anbetracht des fortschreitenden Klimawandels empfiehlt die VDI 3787 Blatt 8 [17] Bäume anhand von vier Kriterien auszuwählen. Die gewählten Bäume sollten trocken- und hitzeresistent sein. Darüber hinaus sollte darauf geachtet werden, dass die Bäume geringe biogene Emissionen und ein niedriges Allergiepotezial haben.

Zusätzliche Gebäudebegrünung

Das derzeitige Planungskonzept sieht bereits eine extensive Dachbegrünung auf allen Flachdächern vor. Zusätzliche Gebäudebegrünungen mit positiven klimatischen Effekten können in Form von Fassadenbegrünung vorgenommen werden. Dies ist besonders in den Bereichen mit sehr hoher bioklimatischer Belastung, wie den sonnenzugewandten Seiten der Plangebäude sinnvoll. Diese Begrünungsart liefert zwar keine zusätzliche Verschattung, kann aber die Reflexion von den Gebäuden in Richtung Boden reduzieren und die Verduns-

tung erhöhen, wodurch sich ebenfalls das Bioklima verbessert. Ein weiterer Vorteil dieser Begrünungsart liegt darin, dass die Gebäude tagsüber weniger Wärme aufnehmen, wodurch sich die nächtliche Wärmerückstrahlung reduziert. Zudem greift diese Begrünungsart nur geringfügig in das Windfeld ein. Durch die aktive Bewässerung der Fassadenbegrünung kann auch während anhaltenden Trockenphasen durch Verdunstung Kühle entstehen. Über die Kühlwirkung hinaus können Pflanzen (Gebäudebegrünung Bäume) auch die Luftqualität im Nahfeld verbessern da sie als Senken für Luftschadstoffe dienen [17].

Neben der bereits extensiv begrünten Dachflächen würde sich eine zumindest in Teilbereichen umgesetzte intensive Dachbegrünung zusätzlich positiv auf das Mikroklima auswirken, da mehrschichtige und mächtigere Substrate die Regenwasserrückhaltung verbessern und gleichzeitig in Trockenphasen für eine längere Wasserversorgung der Pflanzen sorgen können. Für die bodennahen Temperaturverhältnisse wirken sich insbesondere Dachbegrünungen auf niedrigen Dächern positiv aus, da hier die im Dachniveau abgekühlte Luft effektiver in den Fußgängerbereich heruntergemischt werden kann, während die auf hohen Dächern abgekühlte Luft nur unwesentlich zu einer Abkühlung im Bodenniveau beitragen kann.

Oberflächen im Außenraum klimaoptimiert gestalten

Um die nachmittägliche Wärmeaufnahme zu reduzieren, eignen sich im Außenbereich Oberflächen bzw. Baumaterialien mit hellen Oberflächen, da diese tagsüber weniger Wärme speichern und dementsprechend auch nachts weniger Wärme an die umliegenden Luftschichten abgeben. Darüber hinaus empfiehlt es sich, die Zufahrten zu den Nebenanlagen, die Terrassenflächen der Grundstücke sowie die vorgesehenen Parkplätze teilversiegelt, z.B. mit Rasengittersteinen oder Sickerpflaster auszuführen. „Schottergärten“ sollten bereits in den Festsetzungen zum Bebauungsplan ausgeschlossen werden.

Zudem sollte die Flächenversiegelung so weit wie möglich reduziert werden, um Versickerung und Verdunstung zu gewährleisten.

Geeignete Baumaterialien für Oberflächen und Gebäude verwenden

Typische städtische Baumaterialien wie Beton nehmen aufgrund ihrer thermischen Eigenschaften tagsüber deutlich mehr Energie auf als natürliche Oberflächen wie beispielsweise Holz und geben diese nachts wieder an die Umgebungsluft ab. Um die nächtliche Wärmebelastung zu verringern, ist daher der gezielte Einsatz von Baumaterialien entsprechend ihrer thermischen Eigenschaften sinnvoll. Neben den stofflichen Eigenschaften ist auch die Oberflächenbeschaffenheit der Baumaterialien relevant. Abhängig von der Oberfläche des Materials wird ein Teil der auftreffenden Sonnenenergie sofort wieder reflektiert und steht damit nicht zur Erwärmung zur Verfügung. Helle Baumaterialien erhöhen diesen Effekt, reflektieren also mehr kurzweilige Strahlung. Dadurch heizen sich hell gestrichene Häuser weniger stark auf und geben im Lauf der Nacht entsprechend weniger Wärme an die Umgebungsluft ab.

Allerdings muss hier auch darauf geachtet werden, dass die Reflexionen nicht zu einer Verschlechterung des Bioklimas in bodennahen Bereichen führen.

In den Simulationsrechnungen wurde für die Gebäudefassaden eine Albedo von 0,5 angesetzt, was einer hellen Fassade (bspw. heller/ weißer Putz oder helles Holz z.B. Lärche) entspricht. Dieser Wert sollte nach Möglichkeit bei der Umsetzung des Vorhabens nicht unterschritten werden.

Grünflächenbewässerung

Während langer Hitzeperioden trocknen die Böden aus. Die trockenen Böden verhalten sich dann ähnlich wie Stein und Beton und können keinen Beitrag mehr zur Kühlung leisten. Auf ausreichend mit Wasser versorgten Grünflächen und Böden wird dagegen ein Teil der Energie durch Verdunstung (Transpiration von Pflanzen und Evaporation von Böden) in latente Wärme umgewandelt. Flächen mit hoher Evaporation heizen sich deshalb deutlich weniger auf und können angrenzende städtische Flächen kühlen. Um eine ausreichende Bewässerung der Grünflächen auch in Trockenperioden zu gewährleisten, eignen sich beispielsweise oberirdische oder unterirdische Regenwasserspeicher, um in Zeiten des Wasserüberschusses (z. B. nach Starkregen) das anfallende Wasser zwischenzuspeichern, damit es dann in Hitzeperioden wieder abgegeben werden kann.

Wasserelemente

Eine weitere Möglichkeit hohen Wärmebelastungen entgegenzuwirken besteht darin, offene Wasserflächen zu schaffen. Die Verdunstung von Wasser verbraucht Wärmeenergie aus der Luft und kühlt so die aufgeheizte Luft. Indem der Anteil von Wasserflächen in Städten erhöht wird, kann ein Abkühlungseffekt erzielt und gleichzeitig in der meist relativ trockenen Stadtatmosphäre die Luftfeuchtigkeit erhöht werden. Bewegte Wasser wie Springbrunnen oder Wasserzerstäuber tragen hierbei insgesamt in größerem Maß zur Verdunstungskühlung bei als stehende Wasserflächen. Hierfür eignen sich besonders Flächen, die als Aufenthaltsflächen vorgesehen und gut durchlüftet sind, wie der Hof zwischen den Gebäuden F1 und F2. Hier ist zu erwarten, dass sich die Luft im direkten Umfeld der geplanten Wasserfontänen (vgl. [1]) durch die Verdunstung zusätzlich abkühlt.

9 Zusammenfassung

In Bonn Dransdorf soll der Bebauungsplan Nr. 6122-1, „Grootestraße/ Lenaustraße“ aufgestellt werden. Auf dem ca. 4,5 ha großen, zur Zeit überwiegend landwirtschaftliche genutztem Plangrundstück soll ein Wohnquartier entstehen.

Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens wurden die Auswirkungen des Planvorhabens auf das lokale Mikroklima untersucht. Hierzu wurden die Veränderungen der thermischen Belastungssituation und der Durchlüftungsverhältnisse anhand von Simulationsrechnungen mit dem mikroskaligen Stadtklimamodell ENVI-met in der Version 5.0.3 (Summer Release 2022) für die Bestands- und Plansituation für zwei Hauptwindrichtungen an einem heißen Sommertag bestimmt. In die Berechnungen flossen Gebäudestellungen und -höhen, der Vegetationsbestand sowie die Oberflächenbeschaffenheit ein. Die Beurteilung der klimatischen Veränderungen erfolgte anhand der simulierten Temperaturverhältnisse zu zwei verschiedenen Uhrzeiten sowie anhand der bioklimatischen Kenngröße des PET-Wertes am Nachmittag. Zusätzlich wurden die Windverhältnisse in einer Höhe von 1,5 m und 10,5 m über Grund ausgewertet und dargestellt.

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass in Bezug auf das Lufttemperaturniveau am Nachmittag fast ausschließlich mit Abkühlungen gerechnet werden kann. Es zeigen sich jedoch vereinzelt Erwärmungen, die auch an benachbarte Wohnbebauung heranreichen. In der Nacht werden an wenigen Stellen leichte Temperaturerhöhungen prognostiziert, welche sich hauptsächlich auf das Plangebiet beschränken. Südöstlich des Plangebietes ergibt sich eine leichte Erwärmung an den benachbarten Gebäuden.

Das Windfeld wird sowohl bodennah als auch im Überdachniveau durch das Bauvorhaben überprägt. Die Windgeschwindigkeit sinkt gegenüber der unbebauten Freifläche zwischen den geplanten Gebäuden, wodurch das Windfeld stark eingeschränkt wird. Diese Veränderung beschränkt sich jedoch in beiden Höhengniveaus hauptsächlich auf das Plangebiet und dessen näheres Umfeld, erreicht jedoch zum Teil auch angrenzende Wohnbebauung.

Die deutlichsten Veränderungen innerhalb des Plangebietes ergeben sich in Bezug auf die bioklimatische Belastungssituation. Vor allem aufgrund der verminderten Durchlüftung bilden sich innerhalb der Plangebietsgrenzen Bereiche mit zum Teil sehr hohen bioklimatischen Belastungen aus. Da hiervon auch Aufenthaltsbereiche wie Terrassen und Gärten zwischen den Plangebäuden betroffen sind, sollte nach Möglichkeit planerisch auf die Reduktion der thermischen Belastung abgezielt werden, um die Aufenthaltsqualität in den Außenbereichen aus bioklimatischer Sicht zu verbessern. Eine Verschlechterung des Bioklimas ist zudem an den direkt angrenzenden Wohnnutzungen östlich des Planvorhabens zu erwarten.

Folgende Maßnahmen können einzeln oder in Kombination umgesetzt zur Reduktion des nächtlichen Temperaturniveaus sowie der bioklimatischen Belastungssituation beitragen:

- Erhöhung der Verschattungswirkung und Verdunstungsabkühlung durch zusätzliche Baumstandorte, Sonnensegel oder bewachsene Pergolen in Aufenthaltsbereichen mit einer hohen bioklimatischen Belastung
- weitere Gebäudebegrünung in Form von intensiver Dachbegrünung und Fassadenbegrünung zur Reduktion der nachmittäglichen Wärmeaufnahme und Erhöhung der Verdunstungsabkühlung
- Erhaltung möglichst vieler unversiegelter und bewachsenen Flächen und Bepflanzung dieser Flächen beispielsweise mit Stauden
- notwendige befestigte Flächen anstelle einer Vollversiegelung möglichst teilversiegelt ausführen
- für versiegelte Flächen sowie Gebäudefassaden ein möglichst helles Material verwenden um die Aufnahme von Wärme zu reduzieren
- Bewässerung der Grün- und Rasenflächen um die Verdunstungskühlung auch während langer Hitze- bzw. Trockenperioden aufrecht zu erhalten
- Schaffung von Wasserelementen in gut durchlüfteten Bereichen

Peutz Consult GmbH

i.V. Dipl.-Geogr. Björn Siebers
(fachliche Verantwortung)

i.A. M.Sc. Karina Zühlke
(Projektleitung/ Projektbearbeitung)

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 Gestaltungsplan BP 6122-1 Grootestr./Lenaustr.
- Anlage 2 Übersichtslageplan und Gebäude im Istfall
- Anlage 3 Übersichtslageplan und Gebäude im Planfall
- Anlage 4 Auszug aus der Klimahinweiskarte der Stadt Bonn (Tag)
- Anlage 5 Auszug aus der Klimahinweiskarte der Stadt Bonn (Nacht)
- Anlage 6 ENVI-met Modell-Architektur
- Anlage 7 Vegetation im Istfall
- Anlage 8 Vegetation im Planfall
- Anlage 9 Oberflächenbeschaffenheit im Istfall
- Anlage 10 Oberflächenbeschaffenheit im Planfall
- Anlage 11 Windrichtungs- und geschwindigkeitsverteilung an der LANUV-Station
Bonn-Auerberg im Zeitraum 2011-2020 (links: Allgemein; rechts: Tmax > 30 °C)
- Anlage 12 Windfeld in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr
- Anlage 13 Windfeld in 10,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr
- Anlage 14 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr
- Anlage 15 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 4 Uhr
- Anlage 16 PET-Wert in 1,5 m Höhe über Grund am Nachmittag



Quelle: ulrich hartung GmbH

Anlage 2: Übersichtslageplan im Istfall



Legende

 Plangebiet



0 100 200 300 400



Kartengrundlage: Digitales Orthofoto, Datenlizenz Deutschland - Zero - Version 2.0 - <http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>
OSM-Data: <http://opendatacommons.org/licenses/odbl/1.0/>

Anlage 3: Übersichtslageplan im Planfall



Legende

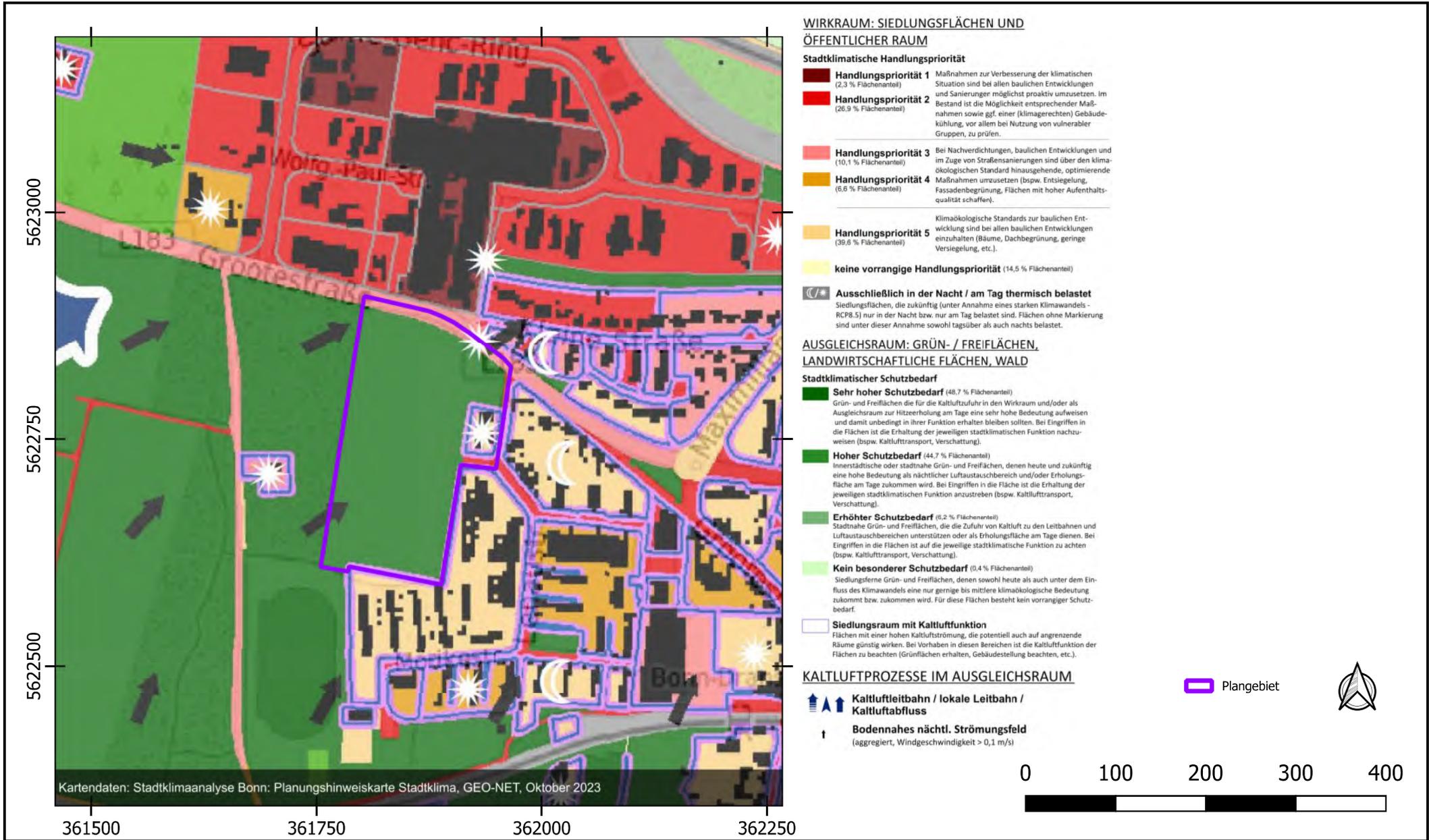
 Plangebiet

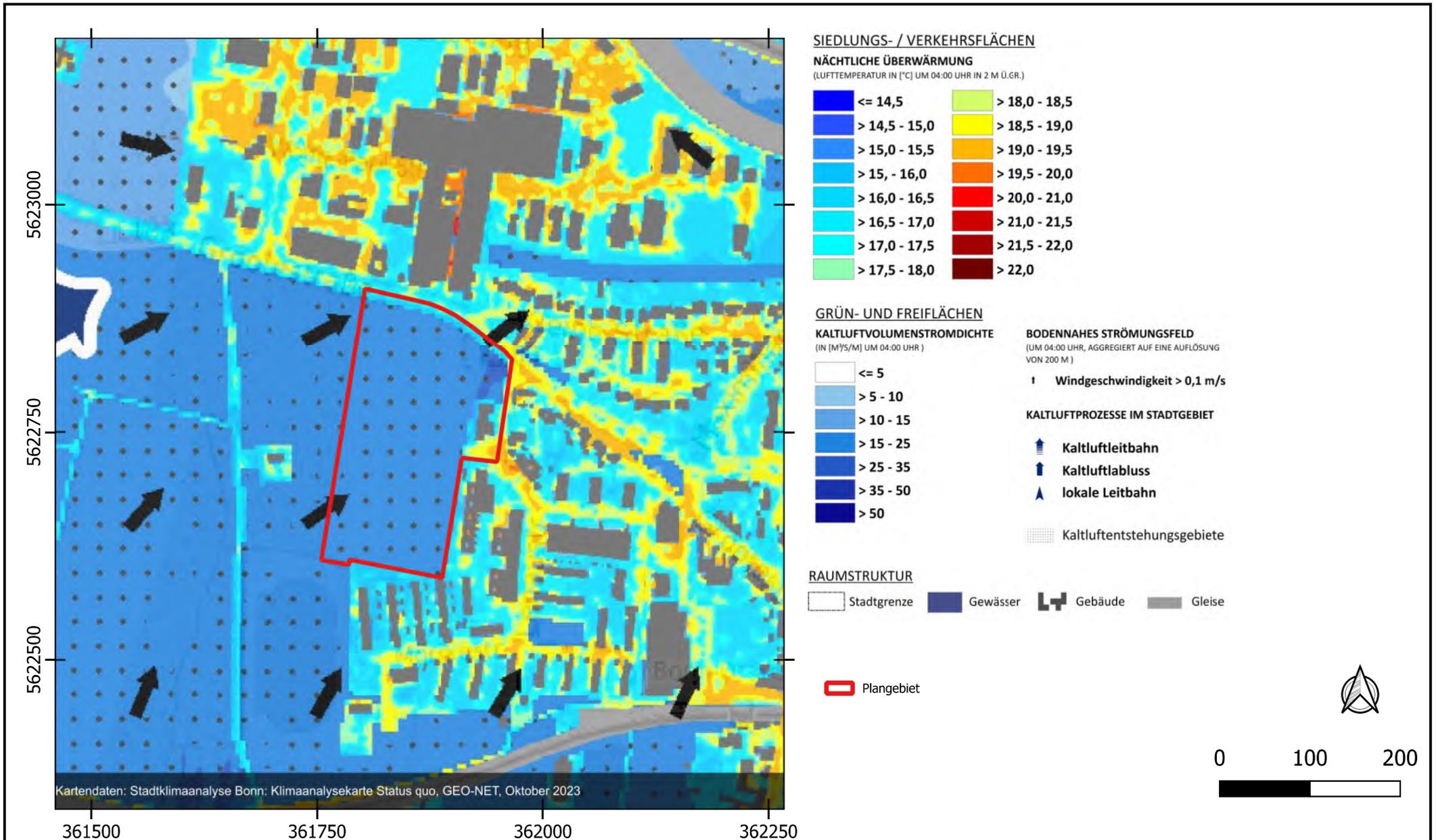


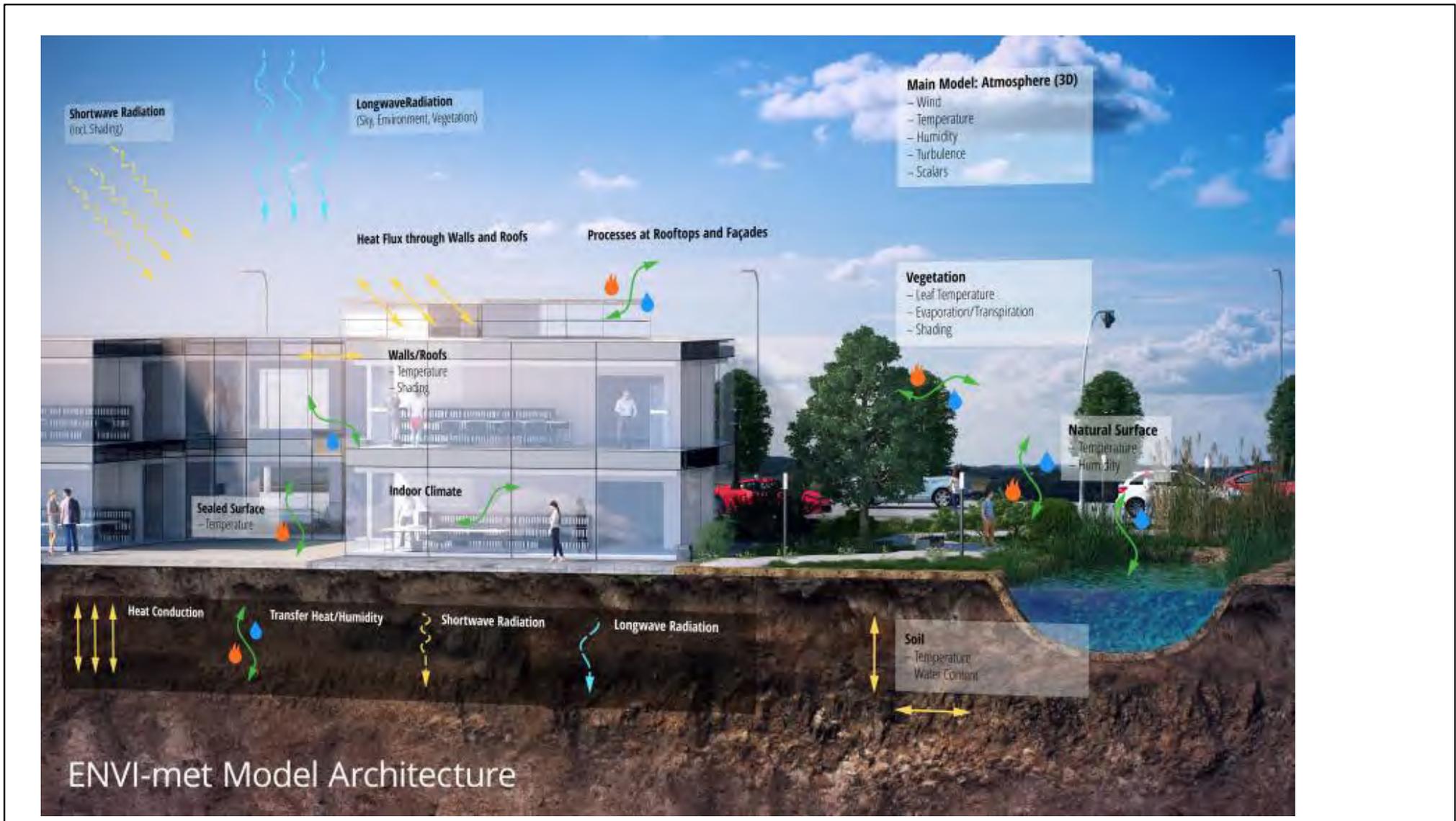
0 100 200 300 400



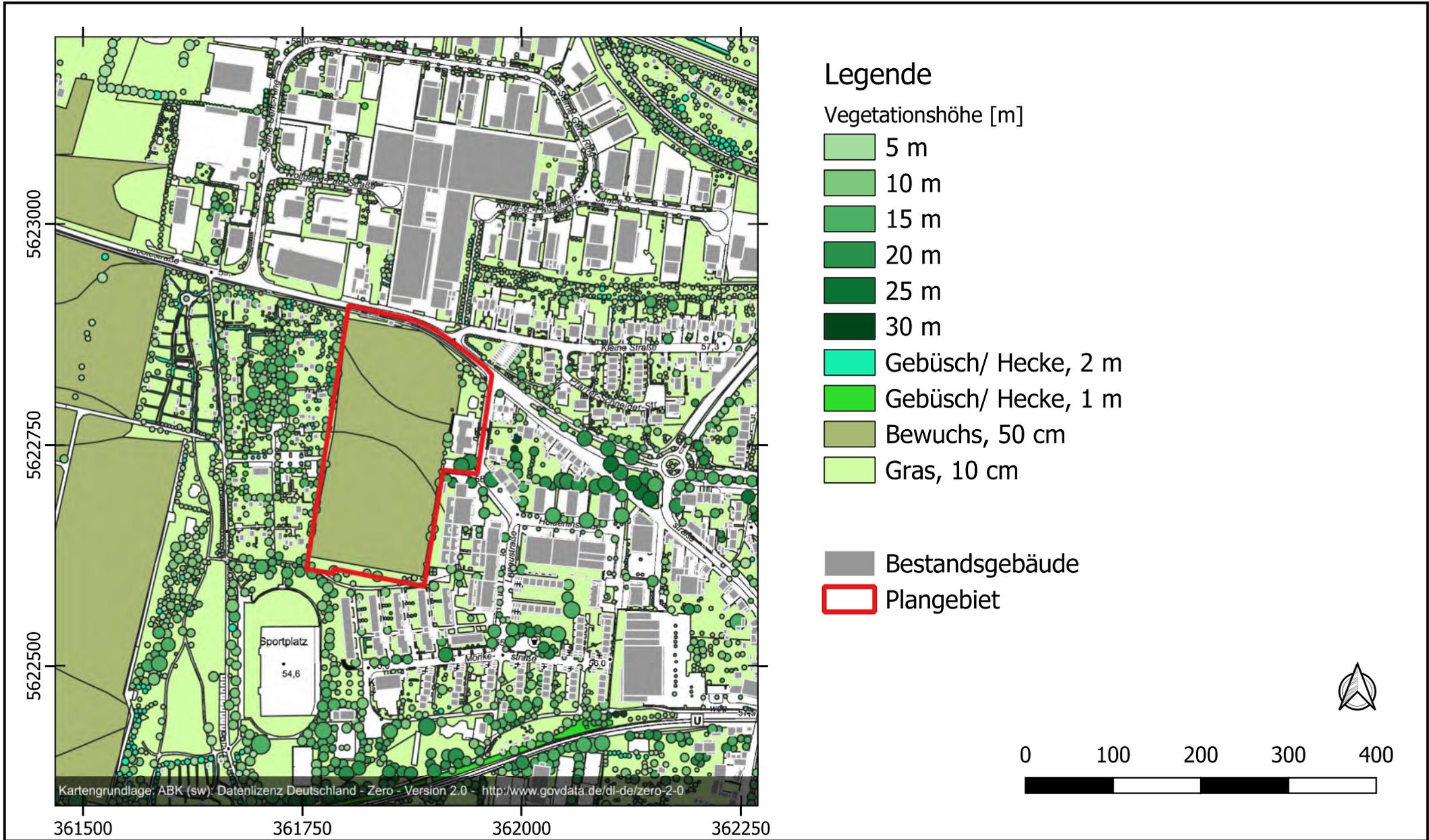
Kartengrundlage: Digitales Orthofoto, Datenlizenz Deutschland - Zero - Version
<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0/>; OSM-Data: <http://opendatacommons.org/licenses/odbl/1.0/>
B-Plan Nr. 6122-1 Grootestraße/ Lenaustraße, Stadtbezirk Bonn, Ortsteil Drannsdorf, Ulrich Hartung GmbH

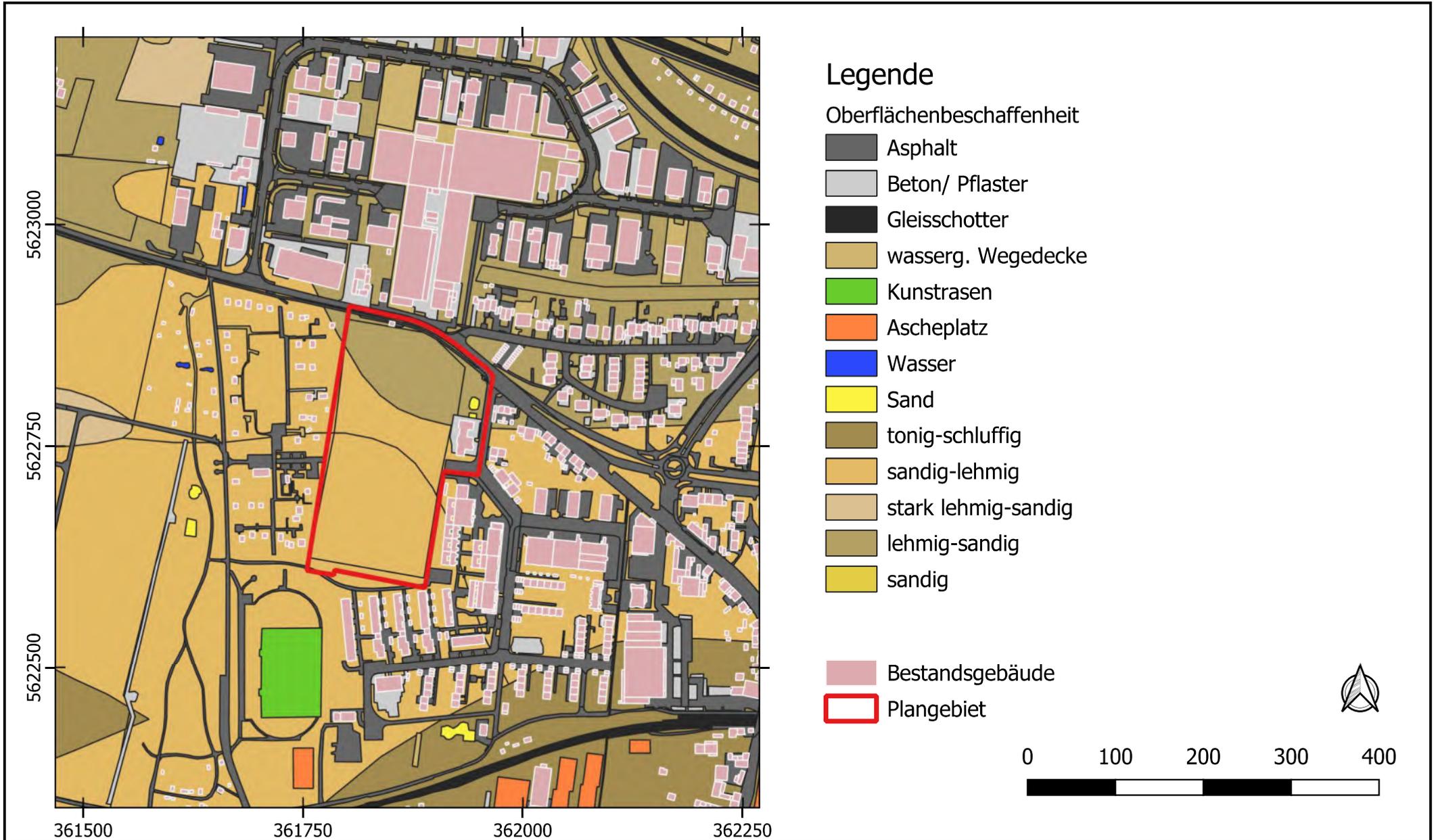


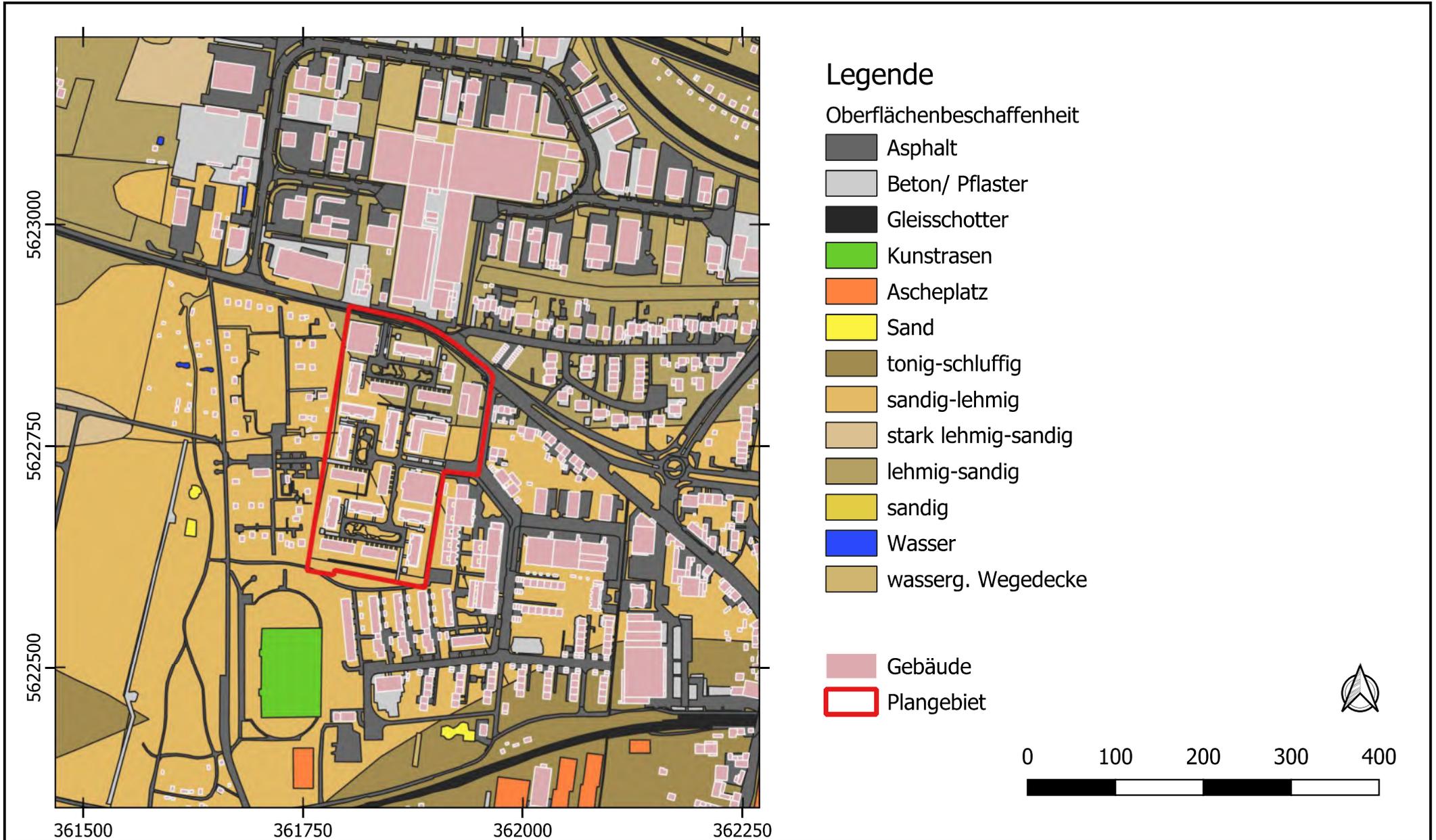




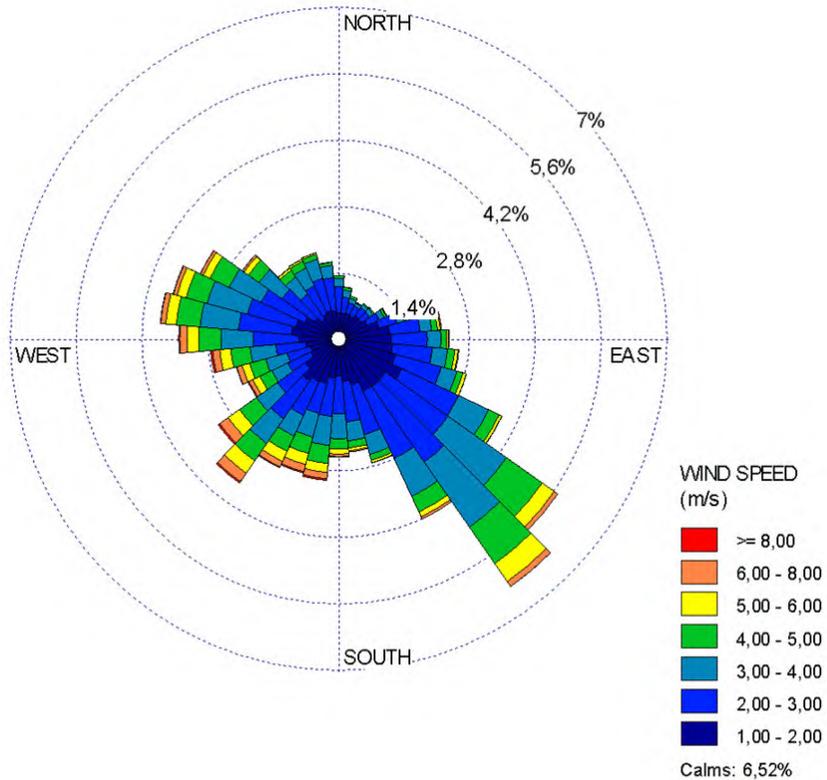
Anlage 7: Gebäude und Vegetation im Istfall



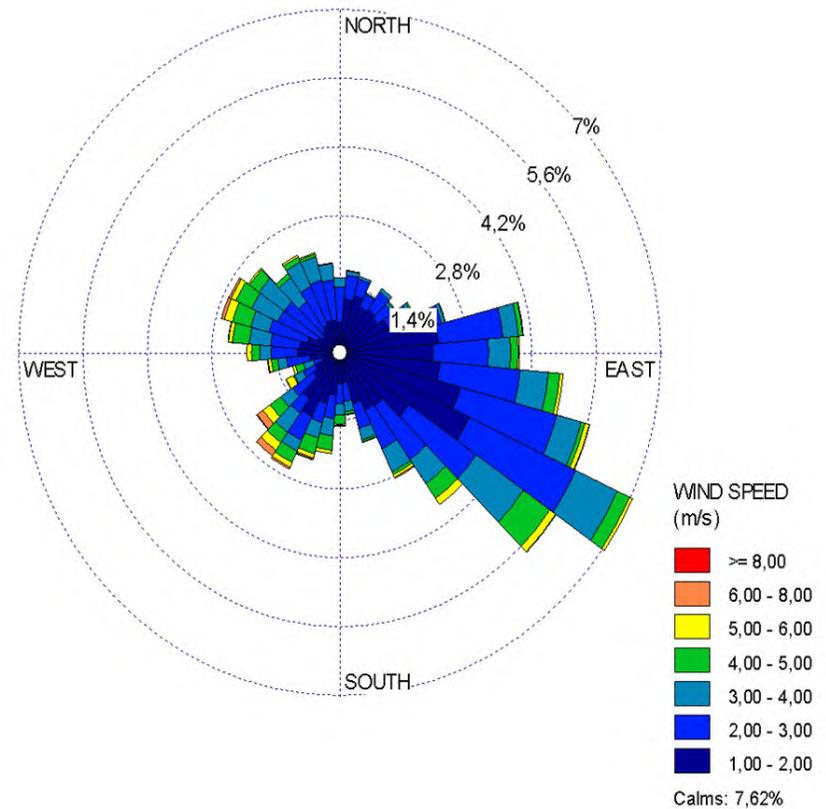


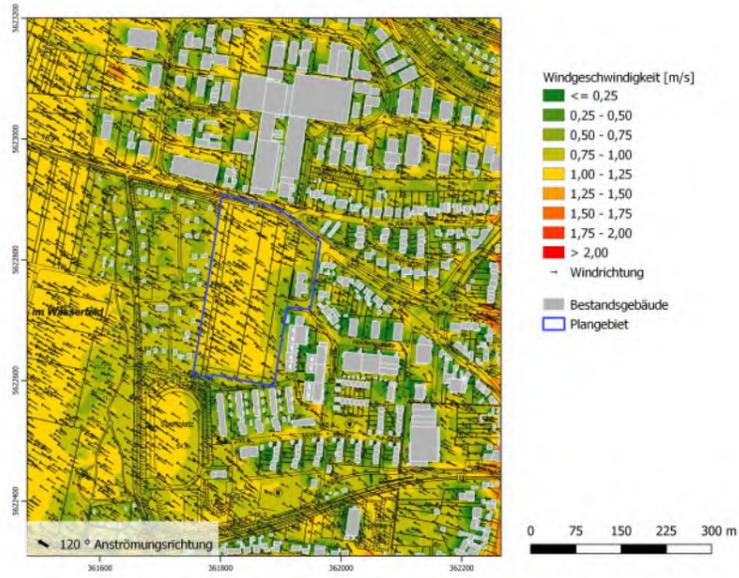


- alle Situationen -

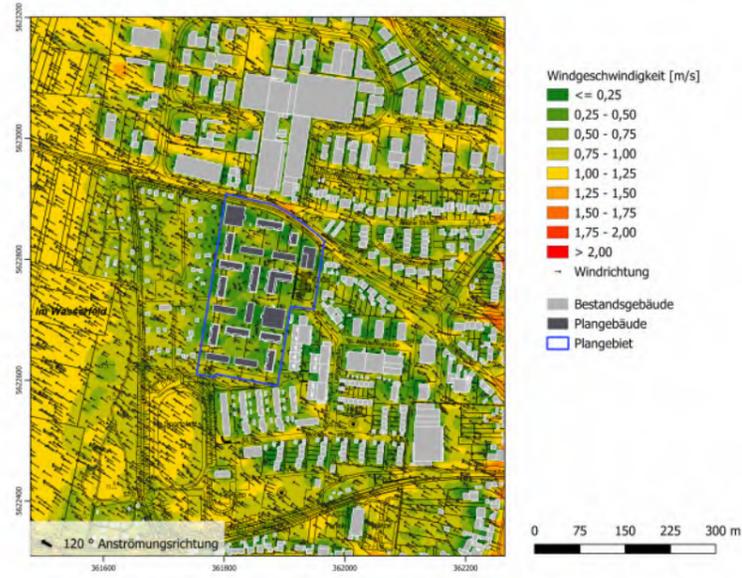


- Tage mit Tmx > 30°C -

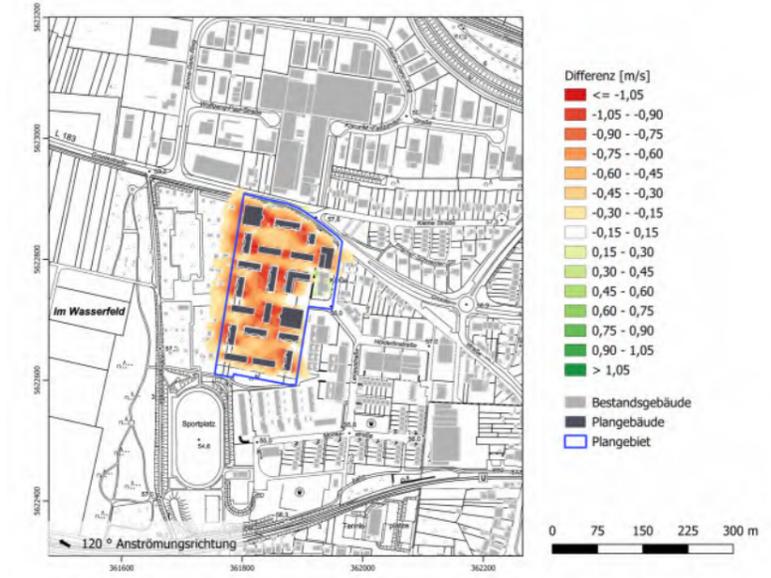




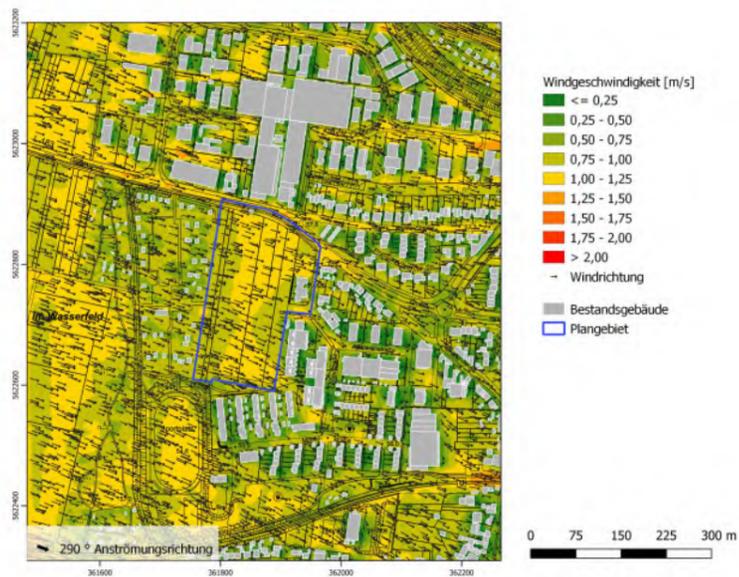
Istfall mit 120° Anströmungsrichtung



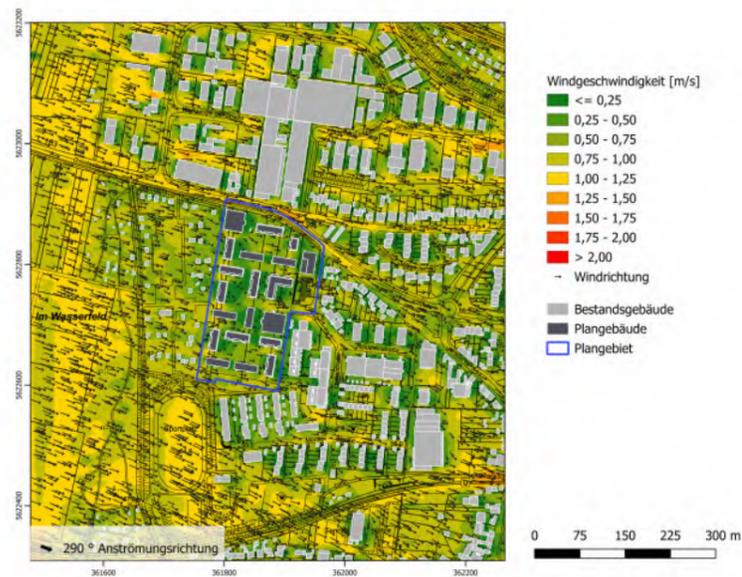
Planfall mit 120° Anströmungsrichtung



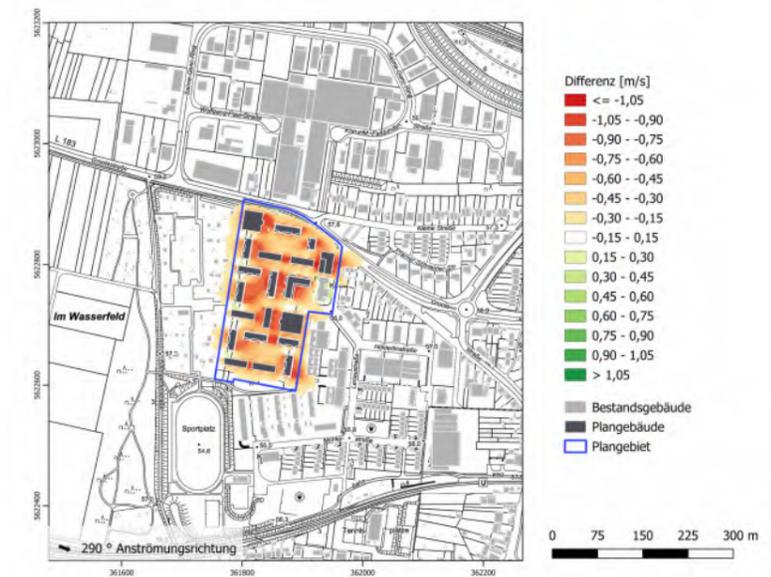
Differenz mit 120° Anströmungsrichtung



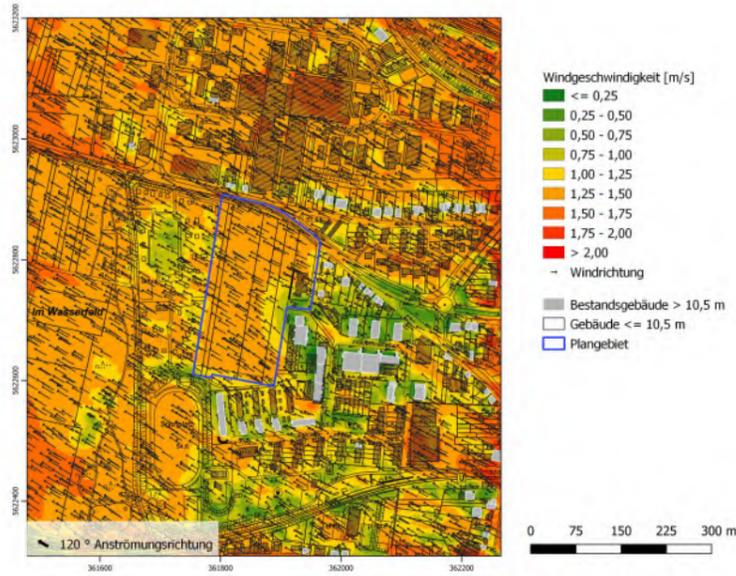
Istfall mit 290° Anströmungsrichtung



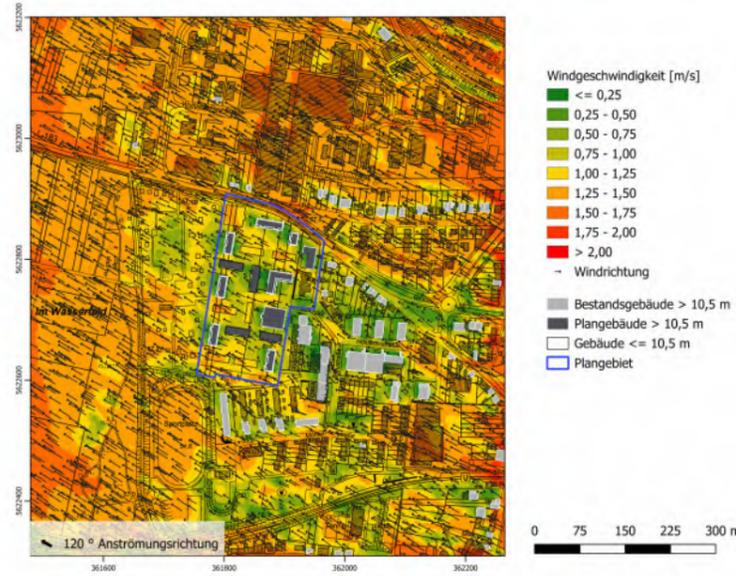
Planfall mit 290° Anströmungsrichtung



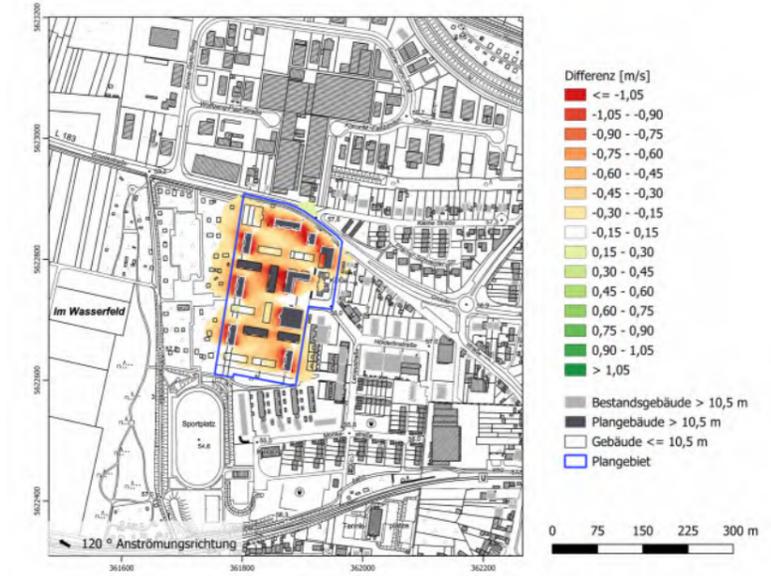
Differenz mit 290° Anströmungsrichtung



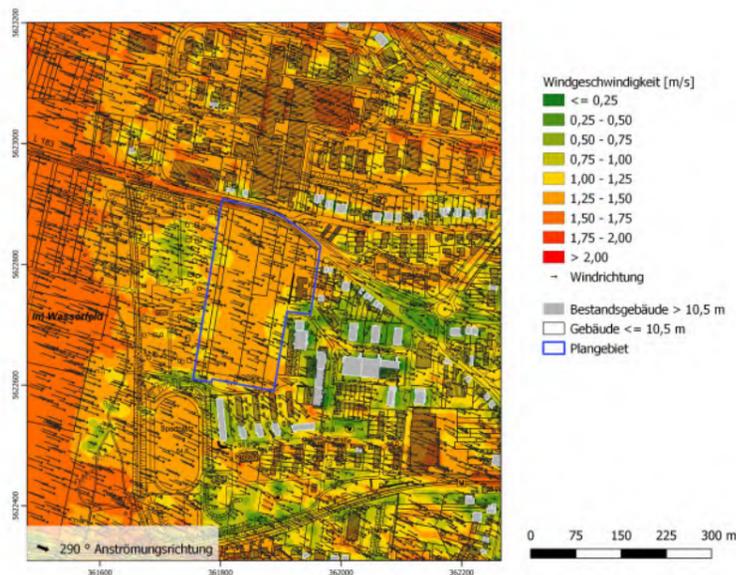
Istfall mit 120° Anströmungsrichtung



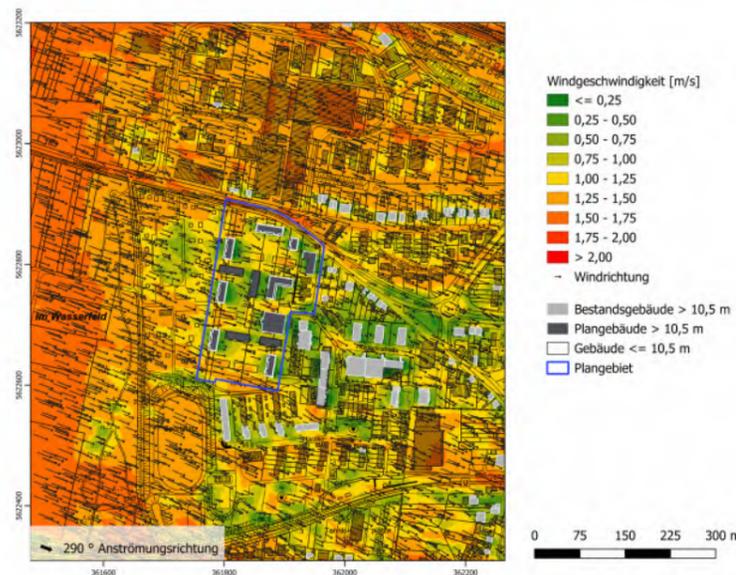
Planfall mit 120° Anströmungsrichtung



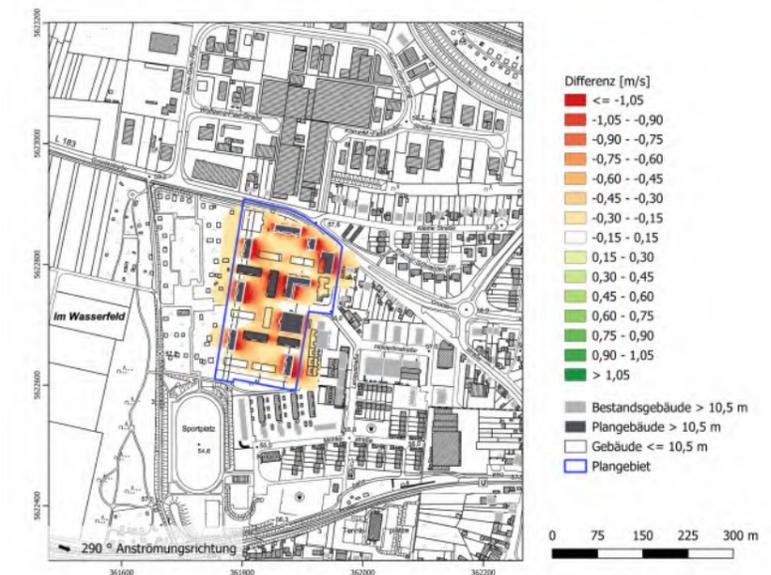
Differenz mit 120° Anströmungsrichtung



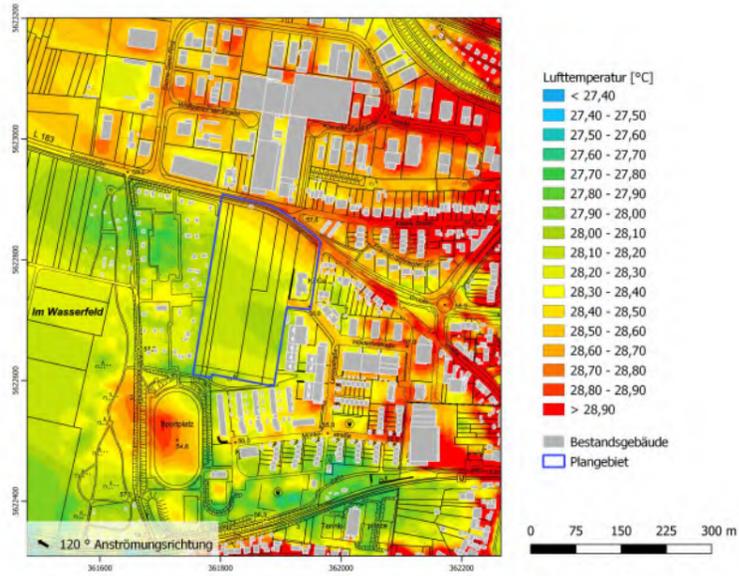
Istfall mit 290° Anströmungsrichtung



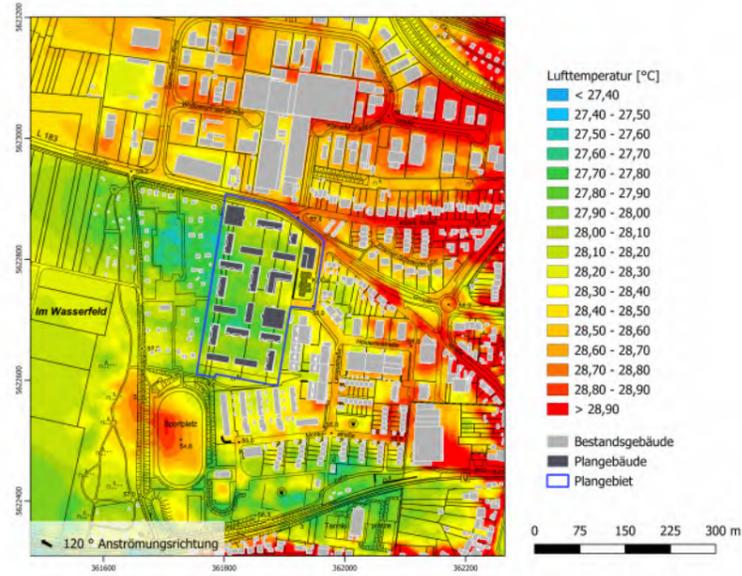
Planfall mit 290° Anströmungsrichtung



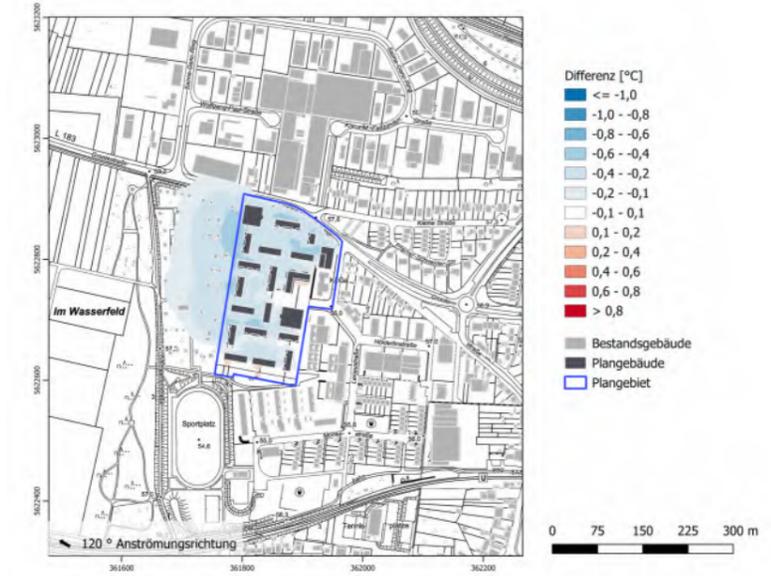
Differenz mit 290° Anströmungsrichtung



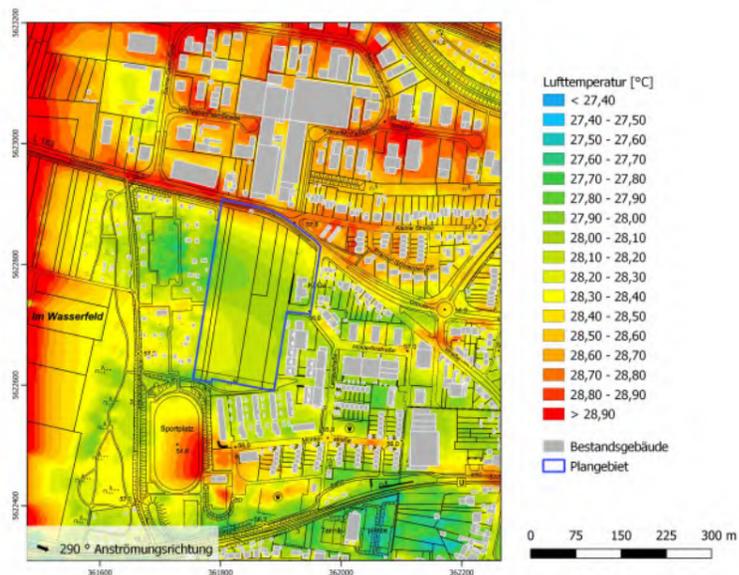
Istfall mit 120° Anströmungsrichtung



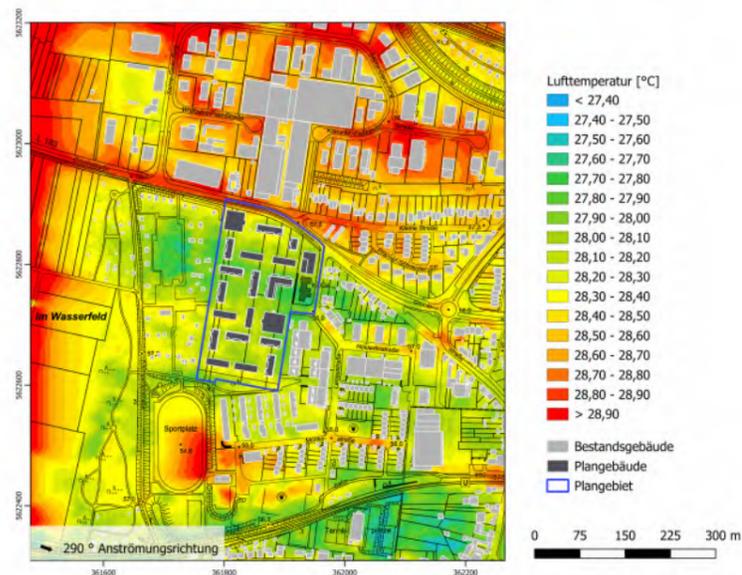
Planfall mit 120° Anströmungsrichtung



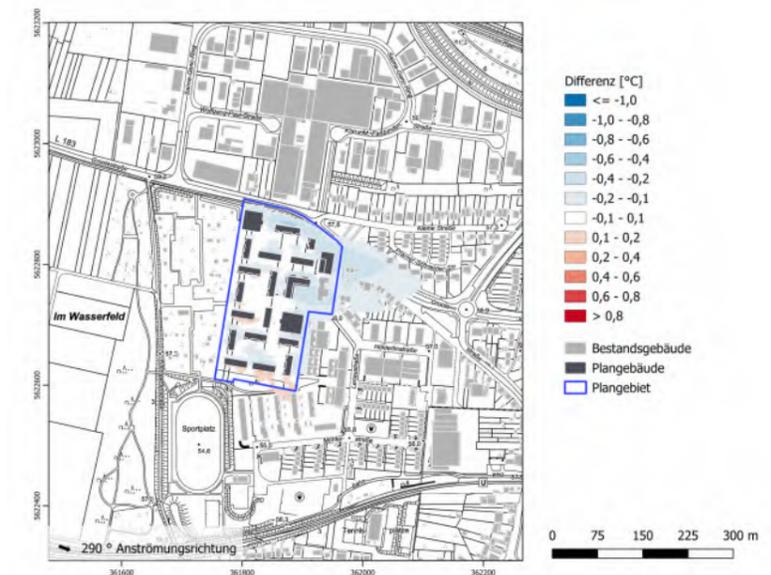
Differenz mit 120° Anströmungsrichtung



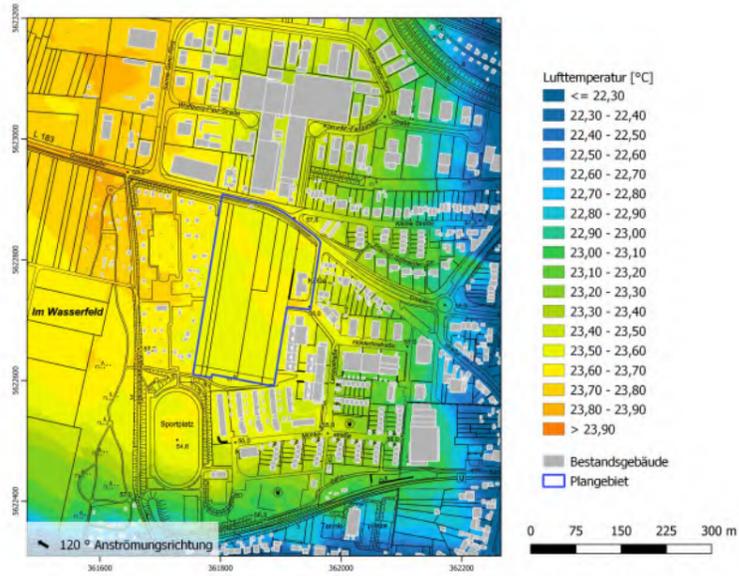
Istfall mit 290° Anströmungsrichtung



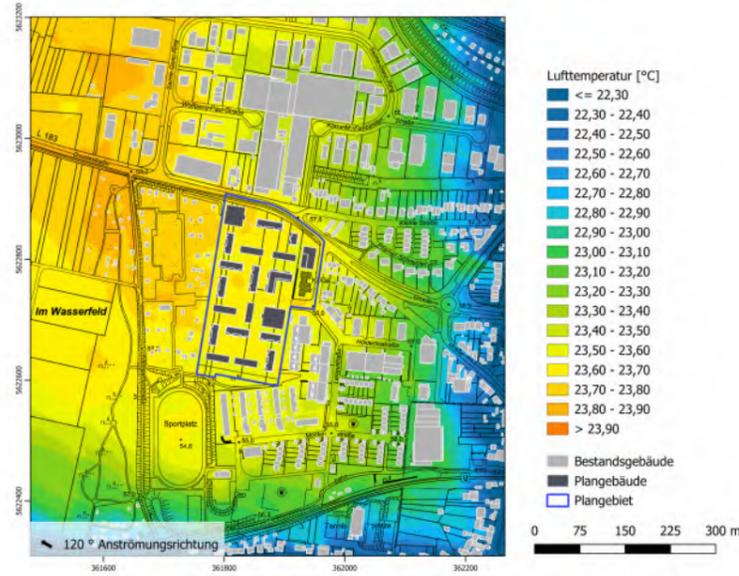
Planfall mit 290° Anströmungsrichtung



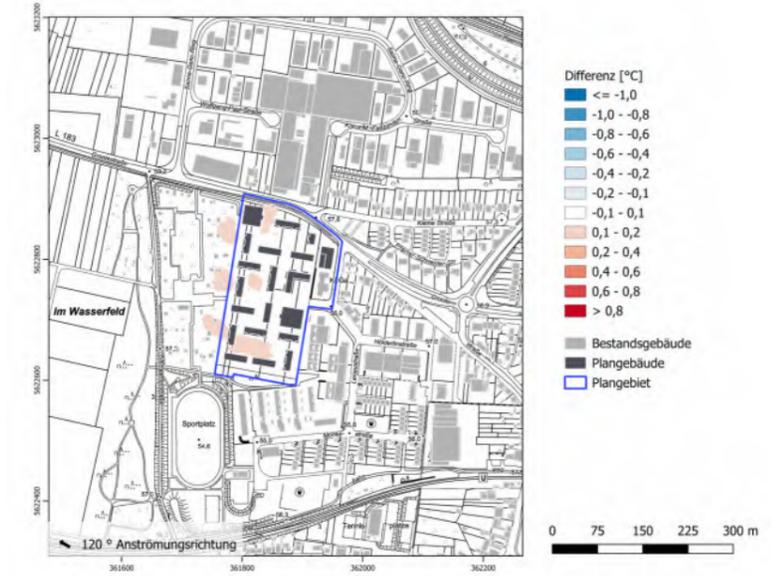
Differenz mit 290° Anströmungsrichtung



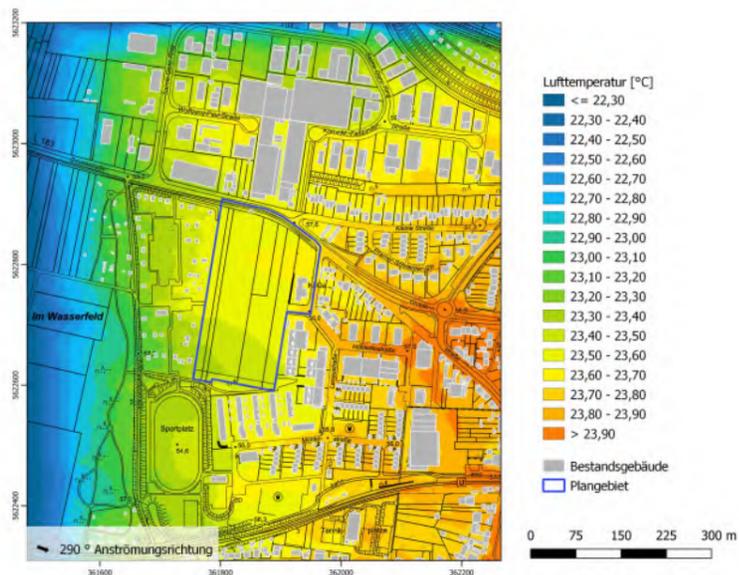
Istfall mit 120° Anströmungsrichtung



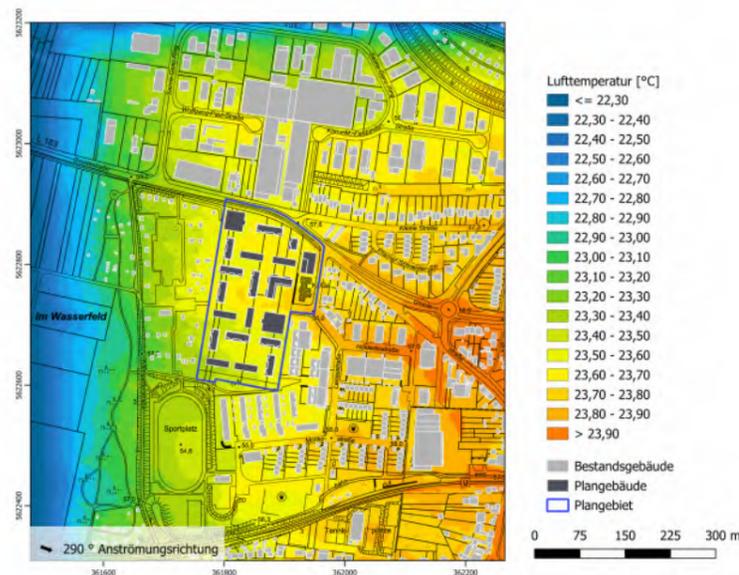
Planfall mit 120° Anströmungsrichtung



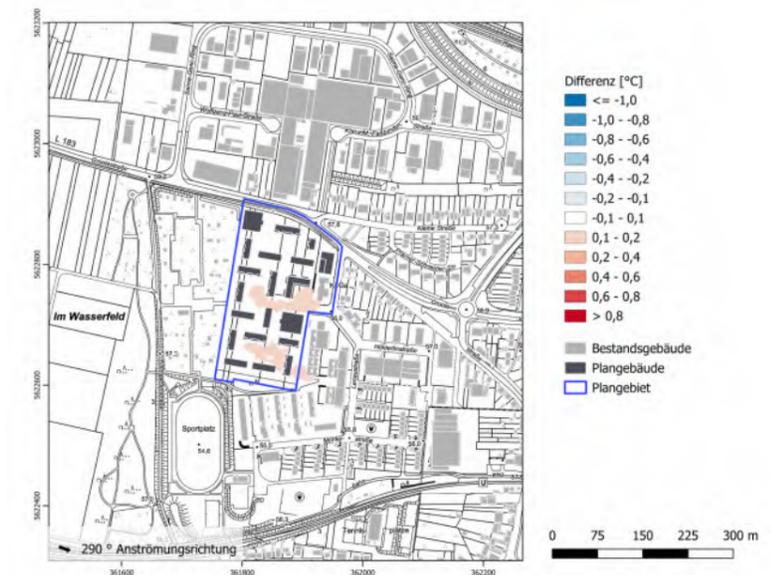
Differenz mit 120° Anströmungsrichtung



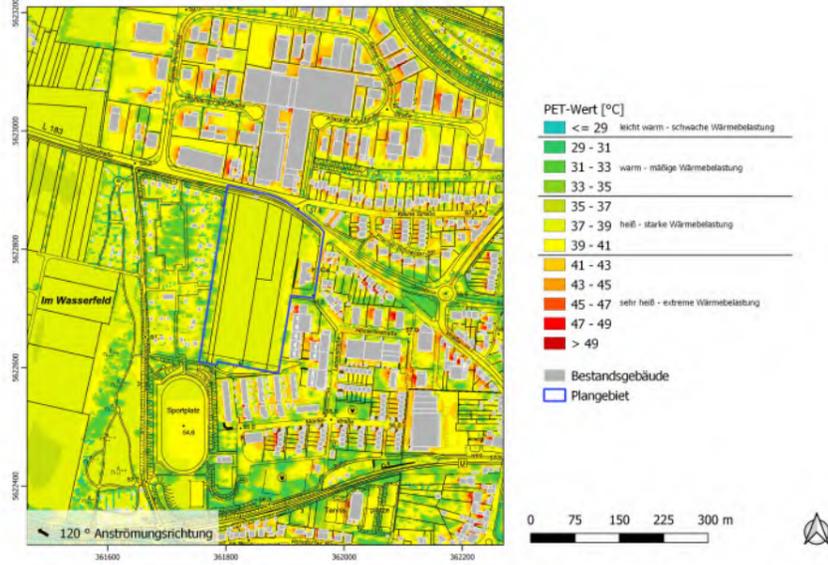
Istfall mit 290° Anströmungsrichtung



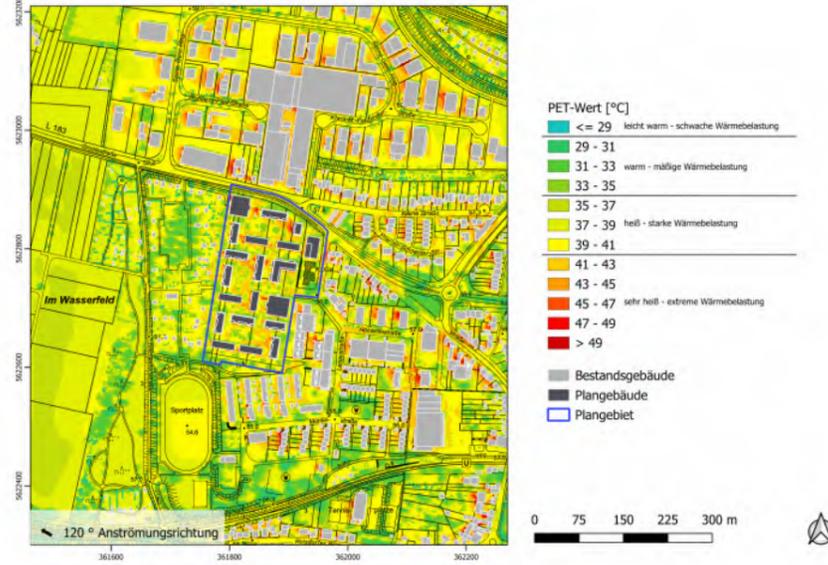
Planfall mit 290° Anströmungsrichtung



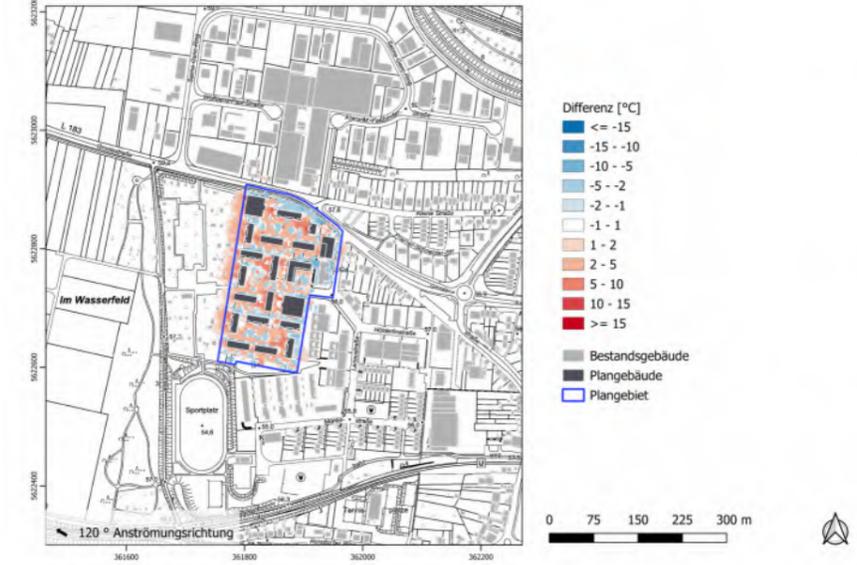
Differenz mit 290° Anströmungsrichtung



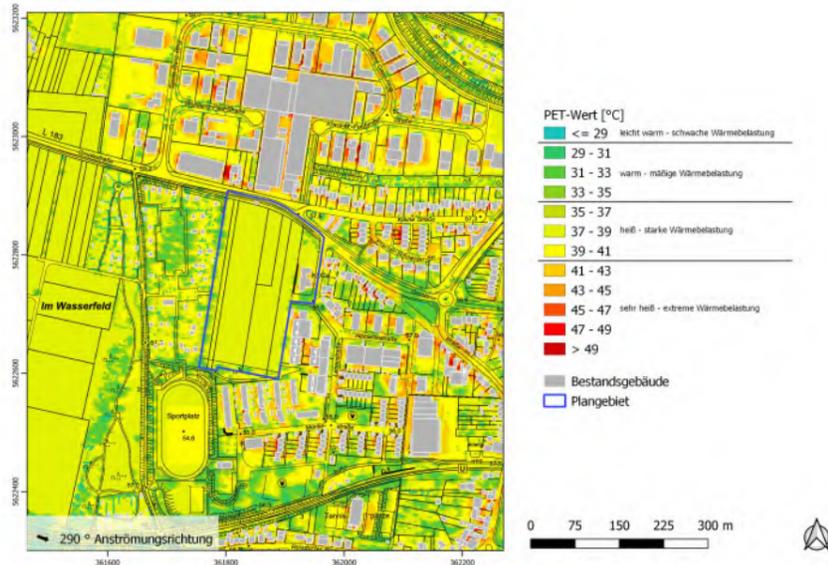
Istfall mit 120° Anströmungsrichtung



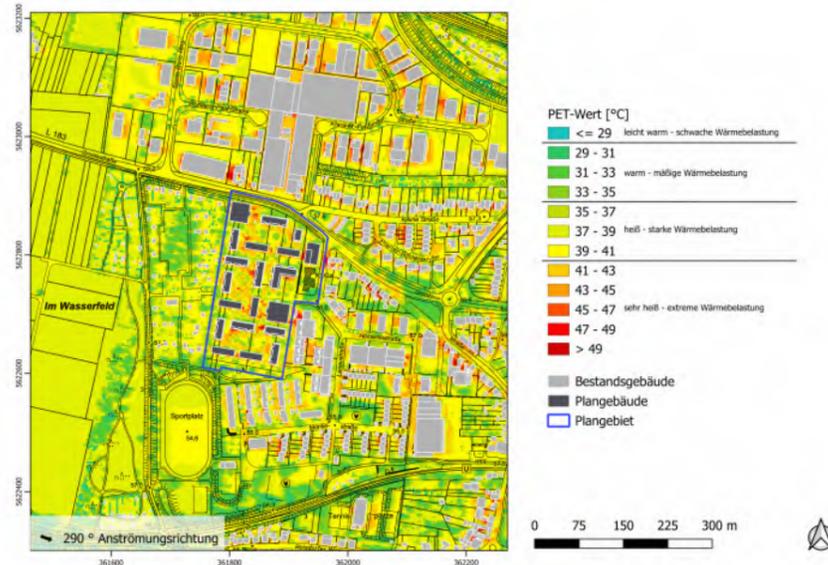
Planfall mit 120° Anströmungsrichtung



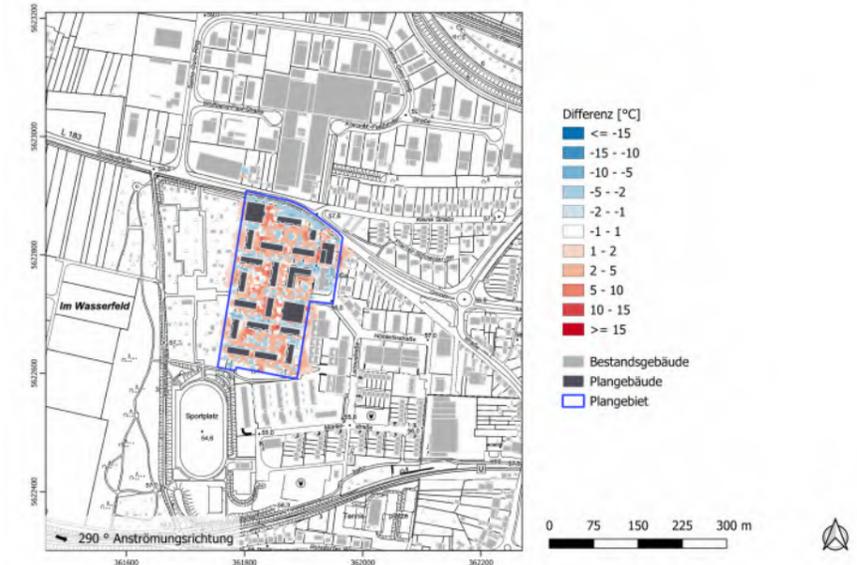
Differenz mit 120° Anströmungsrichtung



Istfall mit 290° Anströmungsrichtung



Planfall mit 290° Anströmungsrichtung



Differenz mit 290° Anströmungsrichtung