



## **Mikroklimatische Untersuchung zum Bebauungsplan "InW 240 - Kreuz-Grundschule" in Dortmund**



## **Mikroklimatische Untersuchung zum Bebauungsplan "InW 240 - Kreuz-Grundschule" in Dortmund**

Dieser Bericht besteht aus insgesamt 61 Seiten, davon 41 Seiten Text und 20 Seiten Anlagen.

Auftraggeber: Stadt Dortmund  
Stadtplanungs- und Bauordnungsamt 61/1-2  
Burgwall 14  
44135 Dortmund

Berichtsnummer: C 5442-1  
Datum: 17.02.2025  
Druckdatum: 24.03.2025  
Referenz: BS/MFr  
Ansprechperson: Marisa Fritsch  
+49 231 725 499 111  
marisa.fritsch@peutz.de

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Situation und Aufgabenstellung</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Örtliche Gegebenheiten</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Stadtklimatische Grundlagen</b>	<b>11</b>
4.1	Lufttemperatur	11
4.2	Windfeld	11
4.3	Bioklimatischer Komfort	12
<b>5</b>	<b>Klimatische Situation in Dortmund Innenstadt-West</b>	<b>14</b>
5.1	Lokalklima im Umfeld des Planvorhabens	14
5.2	Auswirkungen des Klimawandels	16
5.3	Windrichtungsverteilung	18
<b>6</b>	<b>Berechnungsmodell</b>	<b>20</b>
6.1	Modellbeschreibung	20
6.2	Aufbau der Rechengitter	20
6.3	Eingangsdaten	21
6.3.1	Gebäude	21
6.3.2	Vegetation	22
6.3.3	Oberflächen	23
6.3.4	Digitales Geländemodell	23
6.3.5	Initialisierungsparameter	24
<b>7</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>27</b>
7.1	Lufttemperatur um 14 Uhr	27
7.2	Lufttemperatur um 4 Uhr	29
7.3	Bioklima (PET)	30
<b>8</b>	<b>Planungsempfehlungen</b>	<b>33</b>
8.1	Erhöhung des Baumanteils	33
8.2	Temporäre Verschattungsmaßnahmen	34

8.3	Realisierung von Fassaden- und intensive Dachbegrünungen	34
8.4	Klimaoptimierte Gestaltung der Oberflächen im Außenraum	35
8.5	Schaffung von offenen Wasserflächen	35
8.6	Grünflächenbewässerung	35
8.7	Schaffung von Regenrückhalteflächen	36
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>37</b>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1:	Bewertung des thermischen Komforts mit PET gemäß VDI-Richtlinie 3787 Blatt 2 [16]	12
Tabelle 6.1:	Initialisierungsparameter der ENVI-met-Modellberechnungen	26

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 5.1:	Prognose der Entwicklung der sommerlichen Wärmebelastung in Dortmund Innenstadt-West – mittlere Lufttemperatur im Sommer	17
Abbildung 5.2:	Prognose der Entwicklung der sommerlichen Wärmebelastung in Dortmund Innenstadt-West – Anzahl Heißer Tage	18
Abbildung 5.3:	Prognose der Entwicklung der sommerlichen Wärmebelastung in Dortmund Innenstadt-West – Anzahl Tropennächte	18
Abbildung 6.1:	In den Simulationen angesetzte Tagesgänge der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit (Simple-Forcing)	25

## 1 Situation und Aufgabenstellung

Anlass der Aufstellung des Bebauungsplanes "InW 240 – Kreuz-Grundschule" in Dortmund ist die Kapazitätserweiterung und Bereitstellung moderner Räumlichkeiten für die Kreuz-Grundschule. Ziel des Bebauungsplanes ist die Planrechtschaffung für einen Neubau auf dem nördlichen Teil des Grundstücks der Kreuz-Grundschule. Der Bebauungsplan wird im beschleunigten Verfahren nach § 13a BauGB aufgestellt.

Anlage 1 zeigt den aktuellen Bebauungsplanentwurf [2] zum Planvorhaben.

Die Klimaanalysekarte der Stadt Dortmund [6] klassifiziert das Plangebiet im Bereich des Neubaus überwiegend als Parkklima, da insbesondere der nördliche Teilbereich des Plangebietes durch einen hohen Altbaumbestand gekennzeichnet ist. Die für ein Parkklima typischen Vegetationsstrukturen fördern die lokale Abkühlungsrate durch ihre Verschattung und Verdunstungsprozesse. Außerdem weist die Planungshinweiskarte der Stadt Dortmund [7] dem Teilbereich, in dem der Neubau voraussichtlich realisiert werden soll, eine lokale Ausgleichsfunktion zu, die durch die Bereitstellung von Frischluft und die Minderung von Temperaturspitzen eine wichtige Rolle für die Regulierung des Mikroklimas spielt. Vor dem Hintergrund der klimawandelbedingten Zunahme von Hitzeereignissen soll zudem die Planung möglichst klimaresilient gestaltet werden, da eine erhöhte thermische und bioklimatische Belastung insbesondere bei Kindern eine Gefahr für die Gesundheit darstellen kann.

Aufgrund der sensiblen stadtklimatischen Ausgangssituation und der zusätzlichen städtebaulichen Verdichtung ist eine Klimauntersuchung durchzuführen, welche die Auswirkungen des Vorhabens auf die sommerliche Hitzebelastung ermittelt und bewertet. Auf Grundlage des vorliegenden Klimagutachtens sollen thermisch hoch belastete Bereiche identifiziert und mit geeigneten Planungsempfehlungen minimiert werden.

Es werden die folgenden Szenarien untersucht:

Istfall: derzeitige Bebauungssituation, aktueller Vegetationsbestand und aktuelle Oberflächenbeschaffenheit

Planfall: Zukünftige Bebauungssituation nach Realisierung des Planvorhabens, abgeleitet aus dem aktuellen Lageplan [1] in Ergänzung mit den textlichen Festsetzungen zum Bebauungsplanentwurf [2]

Die mikroklimatischen Untersuchungen zur Ermittlung der Auswirkungen auf die sommerliche Hitzebelastung werden mithilfe des mikroskaligen Stadtklimamodells ENVI-met [9] in der Version 5.6.1 (Winter Release 23/24) [10] für den Ist- und den Planfall mit einer für einen heißen Sommertag typischen Hauptwindrichtung durchgeführt. In die Klimasimulation 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.

## 2 Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien

<b>Titel</b>	<b>Beschreibung / Bemerkung</b>	<b>Kat.</b>	<b>Datum</b>
[1] Lageplan zur Machbarkeitsstudie: Neubau Kreuz-Grundschule	Städtische Immobilienwirtschaft der Stadt Dortmund	P.	11.09.2024
[2] Bebauungsplanentwurf InW 240 – Kreuz-Grundschule (nördlicher Teilbereich)	Stadtplanungs- und Bauordnungsamt der Stadt Dortmund	P.	März 2025
[3] Lageplan zur Erweiterung der Johannes-Wulff-Förderschule	Städtische Immobilienwirtschaft der Stadt Dortmund	P.	09.05.2022
[4] Bericht zur fachlichen Inaugenscheinnahme des Baumbestandes auf dem Gelände der Kreuz-Grundschule in der Stadt Dortmund	Sachverständigenbüro für Urbane Vegetation Bochum	Lit. / P.	06.08.2024
[5] Klimaanalyse der Stadt Dortmund	Stadt Dortmund / Regionalverband Ruhr	Lit.	Oktober 2019
[6] Klimaanalysekarte der Stadt Dortmund	Stadt Dortmund / Regionalverband Ruhr	Lit.	Oktober 2019
[7] Planungshinweiskarte der Stadt Dortmund	Stadt Dortmund / Regionalverband Ruhr	Lit.	Oktober 2019
[8] Fachbeitrag zum Regionalplan der Metropole Ruhr "Klimaanpassung"	Regionalverband Ruhr	Lit.	2013
[9] Rechenmodell ENVI-met	ENVI-met GmbH: <a href="https://www.envi-met.com/">https://www.envi-met.com/</a>	Lit.	Abrufdatum: 06.03.2024
[10] ENVI-met Update History	ENVI-met GmbH: <a href="https://envi-met.info/doku.php?id=apps:updates">https://envi-met.info/doku.php?id=apps:updates</a>	Lit.	Abrufdatum: 06.03.2024
[11] Stadtklima in Hamburg	Schlünzen, K. H. et al., enthalten in: Hamburger Klimabericht – Wissen über Klima, Klimawandel und Auswirkungen in Hamburg und Norddeutschland. Springer Spektrum, S. 37-53	Lit.	2018
[12] Meteorologie	Häckel, H., 4. Auflage	Lit.	1999
[13] Stadtklima	Henninger, S. und Weber, S.	Lit.	2019
[14] Klimatologie	Kuttler, W., 2.Auflage	Lit.	2013

<b>Titel</b>	<b>Beschreibung / Bemerkung</b>	<b>Kat.</b>	<b>Datum</b>
[15] Stadtklima vor dem Hintergrund des Klimawandels	Matzarakis, A., in Umweltmeteorologie, Nr. 3, 2013	Lit.	2013
[16] <b>VDI 3787, Blatt 2</b> Methoden zur human-bio-meteorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung	Verein Deutscher Ingenieure, Fachbereich Umweltmeteorologie	RIL	Juni 2022
[17] Klimaprojektionsdaten zur Hitzeentwicklung auf Basis der RCP-Szenarien	Deutscher Wetterdienst: <a href="https://www.dwd.de/ref-ensemble">https://www.dwd.de/ref-ensemble</a>	Lit.	Zur Verfügung gestellt im Mai 2024
[18] Zeitreihe der Windrichtung und -geschwindigkeit der Jahre 2014 – 2023 der LANUV-Station Dortmund-Eving	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: <a href="https://luftqualitaet.nrw.de/archiv-stundenwerte.php">https://luftqualitaet.nrw.de/archiv-stundenwerte.php</a>	Lit.	Abrufdatum: 16.01.2025
[19] Zeitreihe der Lufttemperatur der Jahre 2014 – 2023 der LANUV-Station Lünen-Niederaden	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: <a href="https://luftqualitaet.nrw.de/archiv-stundenwerte.php">https://luftqualitaet.nrw.de/archiv-stundenwerte.php</a>	Lit.	Abrufdatum: 16.01.2025
[20] 3D-Gebäudemodell LoD2 (CityGML) des Untersuchungsgebietes	Geobasis NRW, veröffentlicht über GEOportal.NRW: <a href="https://www.geoportal.nrw/">https://www.geoportal.nrw/</a>	P	Abrufdatum: 06.01.2025
[21] Digitale Orthofotos des Untersuchungsgebietes	Geobasis NRW, veröffentlicht über GEOportal.NRW: <a href="https://www.geoportal.nrw/">https://www.geoportal.nrw/</a>	P	Abrufdatum: 06.01.2025
[22] Normalisiertes Digitales Oberflächenmodell des Untersuchungsgebietes	Geobasis NRW, veröffentlicht über GEOportal.NRW: <a href="https://www.geoportal.nrw/">https://www.geoportal.nrw/</a>	P	Abrufdatum: 06.01.2025
[23] Baumkataster	Open Data der Stadt Dortmund: <a href="https://open-data.dortmund.de/">https://open-data.dortmund.de/</a>	P	Stand: 17.12.2024
[24] GALK-Straßenbaumliste	GALK e.V., Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz: <a href="https://strassenbaumliste.galk.de/">https://strassenbaumliste.galk.de/</a>	P	Abrufdatum:
[25] INSPIRE-WFS NW Bodenbedeckungsvektor ALKIS	Geobasis NRW, veröffentlicht über GEOportal.NRW: <a href="https://www.geoportal.nrw/">https://www.geoportal.nrw/</a>	P	Abrufdatum: 06.01.2025

<b>Titel</b>	<b>Beschreibung / Bemerkung</b>	<b>Kat.</b>	<b>Datum</b>
[26] BK 50; Bodenkarte von NRW 1:50.000	Geobasis NRW, veröffentlicht über GEOportal.NRW: <a href="https://www.geoportal.nrw/">https://www.geoportal.nrw/</a>	P	Abrufdatum: 06.01.2025
[27] Digitales Geländemodell NRW Gitterweite 1 m des Untersuchungsgebietes	Geobasis NRW, veröffentlicht über GEOportal.NRW: <a href="https://www.geoportal.nrw/">https://www.geoportal.nrw/</a>	P	Abrufdatum: 06.01.2025
[28] Beaufort Skala	Wetter- und Klimalexikon des Deutschen Wetterdienstes: <a href="https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Func-tions/glosar/html?nn=103346&amp;lv2=100310&amp;lv3=100390">https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Func-tions/glosar/html?nn=103346&amp;lv2=100310&amp;lv3=100390</a>	Lit.	Abrufdatum: 23.02.2022
[29] DIN EN ISO 7730: Ergonomie der thermischen Umgebung – Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMW- und des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit	Deutsches Institut für Normung e.V. <a href="http://www.din.de">www.din.de</a>	N	2006
[30] Handbuch Stadtklima – Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur Verbraucherschutz NRW	Lit.	2011
[31] <b>VDI 3787, Blatt 8</b> Stadtentwicklung und Klimawandel	Verein Deutscher Ingenieure, Fachbereich Umweltmeteorologie	RIL	September 2020

Kategorien:

G: Gesetz

V: Verordnung

VV: Verwaltungsvorschrift

RdErl.: Runderlass

N: Norm

RIL: Richtlinie

Lit: Buch, Aufsatz, Berichtigung

P: Planunterlagen / Betriebsangaben

### 3 Örtliche Gegebenheiten

Der räumliche Geltungsbereich des Bebauungsplanes "InW 240 – Kreuz-Grundschule" liegt im Stadtbezirk Innenstadt West und umfasst eine Fläche von ca. 1,3 ha. Er wird im Norden durch die südliche Grundstücksgrenze des Flurstücks 486 begrenzt. Im Osten verläuft der Geltungsbereich entlang der westlichen Grundstücksgrenzen der Häuser Volmarsteiner Straße 4-14 bzw. Kreuzstraße 143. Südlich wird das Plangrundstück durch die Kreuzstraße begrenzt. Auf der westlichen Seite folgt die Begrenzung zunächst der von der Kreuzstraße abzweigenden Blankensteiner Straße. Unmittelbar daran schließt die Johannes-Wulff-Förderschule an, an der derzeit ein Erweiterungsbau realisiert wird [3]. Von dort schließt der Geltungsbereich nach Norden, den angrenzenden Wohnbaugrundstücken folgend, ab.

Das derzeit auf dem Grundstück bestehende historische Gebäude Kreuz-Grundschule im südlichen Plangebiet soll erhalten bleiben und in Teilen durch die westlich angrenzende Wulff-Förderschule genutzt werden. Im östlichen Teilbereich des Plangebietes befindet sich ein weiteres Schulgebäude, welches ebenfalls erhalten bleiben soll.

Die nördliche Hälfte des Plangebietes ist derzeit von einem dichten Baumbestand geprägt. Der Bestand umfasst Bäume in unterschiedlichen Entwicklungsphasen und Erhaltungszuständen, wobei insbesondere entlang der Grundstücksgrenzen zahlreiche Altbaumbestände vorzufinden sind. Aus einem Bericht zur fachlichen Inaugenscheinnahme des Baumbestandes auf dem Gelände [4] geht hervor, dass insgesamt 14 der 107 aufgenommenen Bäume aufgrund von bestehenden Schäden nicht langfristig (max. noch 5-10 Jahre) erhaltenswert sind. Diese abgängigen Bäume werden daher bereits in den Berechnungen zum Istfall nicht mehr berücksichtigt. Das Plangebiet ist im nördlichen Teilbereich weitestgehend unversiegelt, während der südliche Teil des Schulhofes überwiegend durch asphaltierte Flächen gekennzeichnet ist. Im westlichen Teilbereich des Grundstückes befindet sich eine mit Gehölzen bewachsene Regenwasserrückstaufläche, die nicht zugänglich ist.

Der Grundschulneubau soll als maximal viergeschossiger Gebäudekörper im nördlichen Schulhofbereich realisiert werden. Gemäß des aktuellen Vorentwurfes zum BPlan InW 240 – Kreuz-Grundschule Dortmund sollen mindestens 75 % der Dachflächen extensiv und 25 % der Fassadenseiten begrünt werden. Da zum jetzigen Zeitpunkt noch keine Planung zur Gestaltung der Außenanlagen vorliegt, wurden in Abstimmung mit der Auftraggeberin die bestehenden Oberflächen auch im Planfall übernommen. Der Baumbestand wurde um die Bäume, die im Zuge der Realisierung des Neubaus gefällt werden müssen, reduziert.

Die den Berechnungen des Istfalls zugrunde liegenden örtlichen Gegebenheiten sowie die Abgrenzung des Plangebietes sind in Anlage 2 dargestellt. Anlage 3 zeigt einen Überblick über die lokalen Gegebenheiten für den Planfall.

## 4 Stadtklimatische Grundlagen

Durch die Umgestaltung der natürlichen Oberflächen und ihrer Eigenschaften wird das Klima lokal verändert. In urbanen Gebieten mit ihren zahlreichen künstlichen Materialien und Formen resultiert daraus das Stadtklima [11].

### 4.1 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 °C, in den Sommermonaten kann die Differenz mehr als 10 °C betragen [12]. 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 [11].

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 raumzeitliche Ausprägungen von Wärmeinseln auftreten. Künstliche Baumaterialien können aufgrund ihres geringen Reflexionsvermögens und der hohen Wärmeleitfähigkeit tagsüber die einfallende kurzwellige 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 raumzeitliche Ausprägung der städtischen Überwärmung hängt dabei von verschiedenen Faktoren ab. Dazu zählen neben geographischen Gegebenheiten wie Lage, Topografie 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 [13].

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

### 4.2 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 [12].

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 [13]. 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 [14].

### 4.3 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 [15]. 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 thermischen Komforts aufgeführt. Im Folgenden wird zur Beurteilung des thermischen Komforts die physiologisch äquivalente Temperatur (PET) herangezogen. Die PET beschreibt das thermische Empfinden bei wechselnden Umgebungsbedingungen. Eine thermische Belastung 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 thermischen Komforts sind in Tabelle 4.1 dargestellt.

Tabelle 4.1: *Bewertung des thermischen Komforts mit PET gemäß VDI-Richtlinie 3787 Blatt 2 [16]*

PET [°C]	Thermisches Empfinden	Thermophysiological Belastungsstufe
> 41	sehr heiß	extreme starke Wärmebelastung / Hitzestress
35 – 41	heiß	starke Wärmebelastung / Hitzestress

<b>PET [°C]</b>	<b>Thermisches Empfinden</b>	<b>Thermophysiologische Belastungsstufe</b>
29 – 35	warm	moderate Wärmebelastung
23 – 29	leicht warm	leichte Wärmebelastung
18 – 23	komfortabel (neutral)	keine thermischer Stress
13 – 18	leicht kühl	leichter Kältestress
8 – 13	kühl	moderater Kältestress
4 – 8	kalt	starker Kältestress
≤ 4	sehr kalt	extremer Kältestress

## 5 Klimatische Situation in Dortmund Innenstadt-West

Zur Einordnung der derzeitigen sowie zukünftigen klimatischen Situation im Umfeld des Planvorhabens werden die Klimaaanalyse der Stadt Dortmund [5] und die Prognosen entsprechend Klimaszenarien für repräsentative Konzentrationspfade (englisch: Representative Concentration Pathways, Abkürzung: RCPs) des Deutschen Wetterdienstes [17] herangezogen. Darüber hinaus wird die für das Plangebiet repräsentative Windstatistik analysiert.

### 5.1 Lokalklima im Umfeld des Planvorhabens

Zur stadtklimatologischen Einordnung des Plangebietes wird die Klimaaanalyse der Stadt Dortmund aus dem Jahr 2019 [5] herangezogen. Auszüge aus der Klimaaanalysekarte [6] und der Planungshinweiskarte [7] für das Umfeld des Plangebietes sind in Anlage 4 und Anlage 5 dargestellt.

Die stadtweite Klimaaanalyse bezieht sich auf die Ergebnisse des Fachbeitrags "Klimaanpassung" zum Regionalplan Ruhr [8], in dessen Rahmen für die gesamte Metropolregion Modellrechnungen mit dem Simulationsmodells FITNAH-3D durchgeführt wurden. Dieses Verfahren liefert, im Gegensatz zu lokal begrenzten Messungen, räumlich hochauflösende und flächendeckende Ergebnisse zu einer Vielzahl klimatischer Parameter.

Die Klimaaanalysekarte stellt eine flächenhafte Bewertung der klimatischen und lufthygienischen Verhältnisse im Stadtgebiet von Dortmund dar und gliedert dabei das Stadtgebiet in Klimatope. Klimatope bezeichnen räumliche Einheiten, die aufgrund vergleichbarer Eigenschaften bezüglich der Flächennutzung, der Bebauungsdichte, dem Versiegelungsgrad, der Rauigkeit und dem Vegetationsbestand ähnliche mikroklimatische Bedingungen aufweisen.

Der südliche, überwiegend versiegelte Teil des Plangebietes wird dem Stadtklimatop zugeordnet. Kennzeichnend für das Stadtklimatop ist eine geschlossene Bebauung mit meist hohen Baukörpern. In Kombination mit einem hohen Versiegelungsgrad, den hohen Oberflächenrauigkeiten und geringen Grünflächenanteilen entstehen ausgeprägte Wärmeinseln mit eingeschränkten Austauschbedingungen, die zum Teil mit ungünstigen bioklimatischen Verhältnissen und hoher Luftbelastung verbunden sind. Zudem fördern fehlende Verschattungsstrukturen, z.B. in Form von verdunstungsaktiven Baumkronen die Hitze- und Wärmebelastung. Lang anhaltende nächtliche Überwärmungsphasen können sich im Sommer negativ auf das Innenraumklima auswirken.

Der nördliche, dichter bewachsene und teils unversiegelte Teilbereich des Plangebietes wird als Parkklima eingeordnet. Parks und parkähnliche Strukturen sind als innenstadtnahe und wohnumfeldnahe Ausgleichs- und Naherholungsflächen aus bioklimatischer Sicht günstig einzustufen. Kennzeichnend sind aufgelockerte Vegetationsstrukturen, die tagsüber lokale Abkühlungseffekte durch Schattenzonen und erhöhte Verdunstungsraten fördern und nachts je nach Größe als Kälteinseln (Oaseneffekt) hervortreten.

Das nördliche, östliche und westliche Umfeld des Plangebietes ist überwiegend durch Stadtklimatope geprägt. Kleinere Bereiche mit geringerem Versiegelungsgrad und erhöhtem Vegetationsanteil treten als Parkklimatope hervor. Der südlich an das Plangebiet

angrenzende Südfriedhof ist ebenfalls als Parkklimatop ausgewiesen. Aufgrund seiner Größe wird dem Friedhof zudem eine Oasenfunktion für die umliegenden Nutzungen zugesprochen.

Die Ergebnisse der Klimaanalysekarte werden zur Ableitung des klimatologischen Planungs- und Handlungsbedarfs genutzt. Das Ziel hierbei ist, bestehende Belastungspotentiale zu senken bzw. abzubauen sowie die Lebens- und Wohnqualität zu sichern und zu schützen.

Insbesondere mit Blick auf die prognostizierten klimatischen Veränderungen (siehe Kapitel 5.2), die sich bedingt durch den globalen Klimawandel im Laufe des 21. Jahrhunderts in der Region einstellen werden und zu einer Verschärfung der thermischen Stadt-Umland-Gegensätze führen werden, soll durch die Beachtung und Umsetzung von Maßnahmenempfehlungen eine klimawandelgerechte Stadtentwicklung in Dortmund gesichert werden. Als Grundlage für den Planungs- und Handlungsbedarf, der in einer gesamtstädtischen Planungshinweiskarte aufgeführt ist, dienen die Ergebnisse der Klimaanalysekarte. Die ausgewiesenen Planungsempfehlungen sind dabei als Rahmenvorgaben anzusehen, die der Bauleitplanung als Orientierung für eine nachhaltige Anpassung der Stadt an den Klimawandel dienen sollen. Das Ziel ist der Erhalt klimatisch positiver Raumstrukturen sowie die Aufwertung der aus klimaökologischer Sicht belasteten Siedlungsbereich zum Wohle der städtischen Bevölkerung.

Anlage 5 zeigt einen Ausschnitt der gesamtstädtischen Planungshinweiskarte der Stadt Dortmund für das Umfeld des Plangebietes.

Hieraus geht hervor, dass der derzeit bebaute und versiegelte südliche Bereich des Plangebietes als Lastraum mit dichter Bebauung eingestuft wird. Die Verdichtung führt zu einer deutlichen Veränderung der mikroklimatischen Verhältnisse. Dazu zählen insbesondere eine erhöhte thermische und zugleich bioklimatische Belastung sowie verschlechterte Luftaustauschbedingungen. Als Maßnahme zur Verbesserung der klimatischen und lufthygienischen Situation sollten generell Park- und Grünflächen erhalten, neu geschaffen und miteinander vernetzt werden. Weitere Maßnahmen sind die Vermeidung von Verdichtungsmaßnahmen sowie die Auflockerung der vorhandenen Bebauungsstrukturen. Dies kann in Form von Entsiegelungs- und Rückbaumaßnahmen sowie durch Begrünungsmaßnahmen erfolgen.

Der nördliche Teilbereich des Plangebietes wird dem Ausgleichraum Park / Grünanlage zugeordnet. Die mikroklimatische Ausgleichswirkung und die Reichweite derartiger Flächen hängt von der Flächengröße, ihrer Ausgestaltung, ihrer Anbindung an die Bebauung sowie der Reliefsituation ab. Kleinere Grünflächen können bereits zur Abmilderung des Wärmeinseleffektes beitragen und stellen Klimaoasen in dicht bebauten Gebieten dar. Innerstädtische Park- und Grünanlagen sollten daher von Bebauung und Versiegelung freigehalten werden. Vorhandene Vegetationsstrukturen sollten erhalten, ausgebaut und miteinander vernetzt werden.

Das nahe Umfeld des Plangebietes ist überwiegend durch den Lastraumtyp "dichte Bebauung" mit vereinzelt Lasträumen der lockeren Bebauung geprägt. Vereinzelt sind in den bebauten Bereichen auch parkähnliche Ausgleichsräume vorzufinden. Mit dem Südfriedhof Dortmund grenzt südlich eine großräumige Parkfläche an. Hier wird empfohlen, den Luftaustausch zu erhalten bzw. zu fördern. Durch kleinräumige Verflechtungen von größeren Frei- und Grünflächen mit angrenzenden lockeren bzw. durchgrüntem

Bebauungsstrukturen können Kaltluftabflüsse und schwächere Ausgleichsströmungen in die Siedlungsgebiete eindringen, wodurch ein guter Luftaustausch und eine nächtliche Abkühlung der überwärmten Stadtbereiche gewährleistet werden kann.

## 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, werden komplexe Klimarechenmodelle herangezogen, die die physikalischen Prozesse im Klimasystem abbilden und Projektionen für die zukünftige Entwicklung des Klima berechnen. In solchen Klimaprojektionen werden die verschiedenen Klimaszenarien (RCP-Szenarien) zugrunde gelegt, die im fünften Sachstandsbericht des Weltklimarates zum Einsatz kamen. Die RCP-Szenarien umfassen bestimmte Szenarien von anthropogenen Treibhausgasemissionen, beruhend auf verschiedenen Entwicklungsfaktoren wie beispielsweise der Bevölkerungsentwicklung, dem technischen Fortschritt oder dem zukünftigen Energiemix, wodurch der Energie- und Strahlungshaushalt der Erde und damit auch das Klima beeinflusst wird. Im Wesentlichen kann zwischen den folgenden RCP-Szenarien unterschieden werden:

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

Zur Auswertung der zukünftigen Veränderungen des Regionalklimas wurden uns vom Deutschen Wetterdienst Klimaprojektionsdaten [17] zur Verfügung gestellt, aus denen die Entwicklung verschiedener Klimavariablen und -kennwerte unter Zugrundelegung der oben genannten RCP-Szenarien abgeleitet werden kann.

Die folgenden Abbildungen 5.1 bis 5.3 veranschaulichen die zukünftige Entwicklung der mittleren Lufttemperaturen in den Sommermonaten Juni, Juli und August sowie die Entwicklung der Anzahl heißer Tage (Tagesmaximum > 30 °C) und Tropennächte (Tagesminimum > 20 °C) im Umfeld des Planvorhabens.

Dargestellt werden der Referenzzeitraum 1971 – 2000 und die Projektionen für die "nahe Zukunft" 2031 – 2060 sowie für die "ferne Zukunft" 2071 – 2100. Diese Prognosewerte beruhen auf Ergebnissen verschiedener Modellrechnungen, denen unterschiedliche Eingangsdaten, Randannahmen und Modellierungstechniken zugrunde 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 1,1 °C steigt,
- sich die Anzahl der heißen Tage von 6 auf durchschnittlich 10 Tage erhöht und bis Ende des Jahrhunderts jährlich 2 Tropennächte auftreten.

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

- die mittlere Lufttemperatur im Sommer von 17,4 °C auf 19,3 °C in der „fernen“ Zukunft ansteigt,
- die Anzahl der heißen Tage bis zum Jahr 2100 von 6 auf 13 ansteigt und im Schnitt 3 Tropennächte pro Jahr auftreten.

Die Klimamodelle geben für das Worst-Case-Szenario RCP8.5 an, dass sich gegenüber dem Referenzzeitraum 1970 – 2000

- die sommerlichen Temperaturen im Mittel um 1,7 °C (2031 – 2060) beziehungsweise um 3,6 °C (2071 – 2100) erhöhen und
- dass sich bis zum Ende des Jahrhunderts die Anzahl der heißen Tage fast vervierfachen und im Mittel 12 Tropennächte pro Jahr auftreten werden.

Jedes der Szenarien verdeutlicht, dass die sommerliche Hitzebelastung in der Zukunft zum Teil drastisch zunehmen wird. Bei der Planung von Bauvorhaben sollten daher klimatische Belange und gegebenenfalls notwendige Optimierungen berücksichtigt werden, um auch in Zukunft gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse gewährleisten zu können.

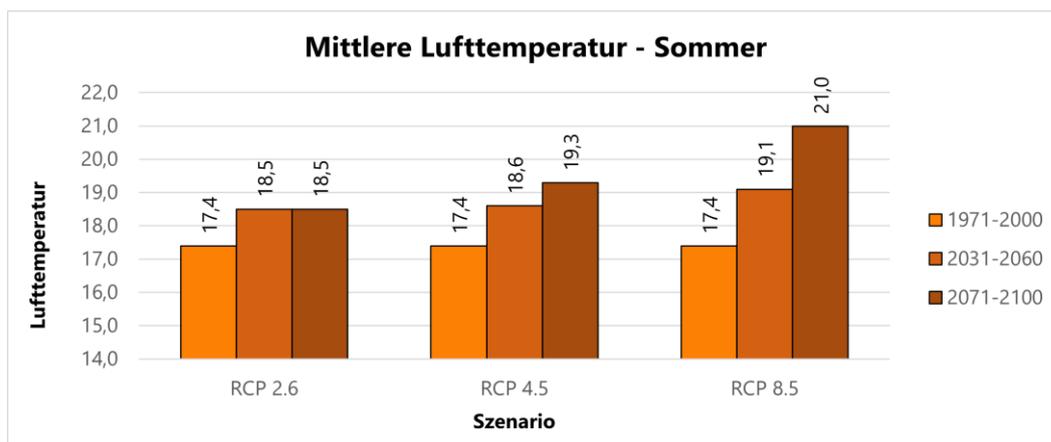


Abbildung 5.1: Prognose der Entwicklung der sommerlichen Wärmebelastung in Dortmund Innenstadt-West – mittlere Lufttemperatur im Sommer

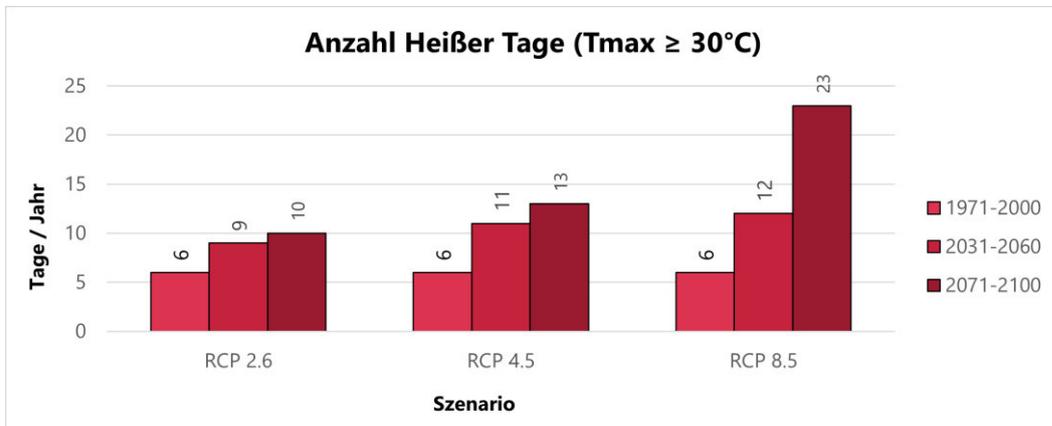


Abbildung 5.2: Prognose der Entwicklung der sommerlichen Wärmebelastung in Dortmund Innenstadt-West – Anzahl Heißer Tage

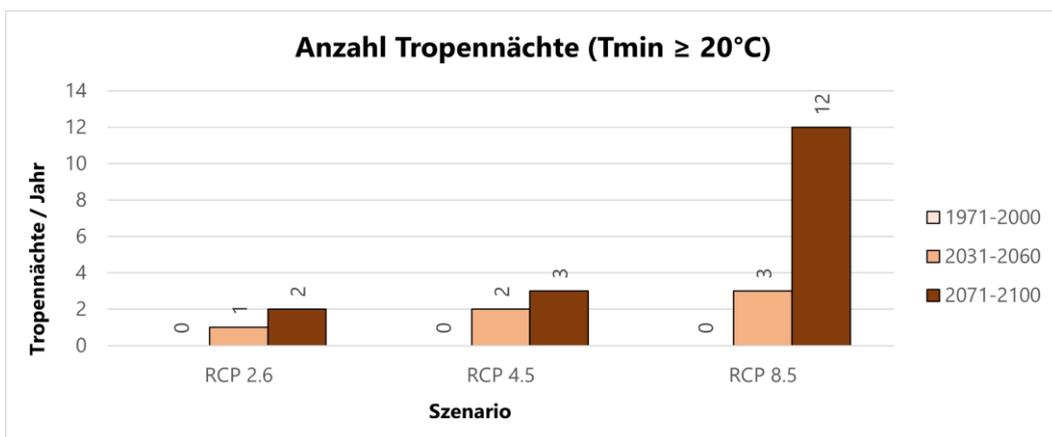


Abbildung 5.3: Prognose der Entwicklung der sommerlichen Wärmebelastung in Dortmund Innenstadt-West – Anzahl Tropennächte

### 5.3 Windrichtungsverteilung

Die Windrichtungsverteilung im Untersuchungsgebiet wurde auf Grundlage von Wetterdaten der LANUV-Station Dortmund-Eving aus dem Zeitraum 2014 – 2023 abgeleitet [18]. Zudem wurde unter Hinzunahme der im gleichen Zeitraum an der LANUV-Station Lünen-Niederaden gemessenen Lufttemperaturen [19] die Windrichtungsverteilung an heißen Tagen mit einer Maximaltemperatur > 30 °C ermittelt. Die Station Dortmund-Eving liegt etwa 3,8 km nördlich des Untersuchungsgebietes.

Anlage 6 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 zeigt, dass der Wind an der Station bevorzugt aus Richtung Südwest weht. Ein weiteres Maximum entfällt auf

Richtung Ost bis Nordost. Anströmungen aus verbleibenden Windrichtungen treten vergleichsweise selten auf.

Die Windrichtungsverteilung an Hitzetagen unterscheidet sich deutlich von der Windrichtungsverteilung des gesamten Auswertzeitraumes. So weht der Wind an Hitzetagen überwiegend aus östlicher Richtung mit einem deutlichen Maximum bei 80°. Die in allen Situationen des Auswertzeitraums häufig auftretenden südwestlichen Windrichtungen sind in der Hitze-Windrose fast nicht mehr vertreten.

## 6 Berechnungsmodell

Zur Beurteilung der infolge des Planvorhabens zu erwartenden Klimaänderungen in dessen lokalen Umfeld werden Simulationen mit dem mikroskaligen Stadtklimamodell ENVI-met [9] in der Version 5.6.1 (Winter Release 23/24) [10] durchgeführt.

### 6.1 Modellbeschreibung

ENVI-met ist ein dreidimensionales, nicht-hydrostatisches Modell zur Simulation der Wechselwirkungen zwischen Oberflächen, Pflanzen und der Atmosphäre. 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 Modellstruktur gibt Anlage 7.

Als Ergebnis liefert das Rechenmodell räumlich und zeitlich variierende Ausgabegrößen für Boden, Luft, Gebäude und Vegetation. Berechnet werden unter anderem Temperaturen, Feuchte, Strahlungsparameter, bioklimatische Kenngrößen (zum Beispiel 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 2,5 m realisiert. Mikroskalige Effekte durch Kleinstrukturen wie Bäume und Einzelgebäude werden bei dieser Gitterauflösung noch hinreichend genau abgebildet. Die Ausdehnung des Rechengebietes beträgt 710 m in Ost-West- und 700 m in Nord-Süd-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 14 Schichten eine feine Vertikalauflösung von 1 m festgelegt. Ab einer Modellhöhe von 14 m erhöht sich die vertikale Zellausdehnung um jeweils 13 %. Bei einer Anzahl von 30 Gitterzellen in vertikaler Richtung ergibt sich hieraus eine maximale Modellhöhe von 66,7 m.

Die Fläche des Rechengebiets entspricht dem in Anlage 8 bis Anlage 11 dargestellten Bereich.

## 6.3 Eingangsdaten

Im Folgenden werden die den Modellrechnungen zugrundeliegenden Eingangsdaten dokumentiert.

### 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 wurden dem von der Landesregierung Nordrhein-Westfalen frei zur Verfügung gestellten Gebäudemodell im Level of Detail 2 (LoD2) [20] entnommen. Durch einen Abgleich mit digitalen Orthofotos des Untersuchungsgebietes [21] wurden Gebäude, die in diesem Datensatz nicht vorhanden sind, ausfindig gemacht und ergänzt. Westlich an das Plangebiet angrenzend wird derzeit die Erweiterung der Johannes-Wulff-Förderschule realisiert. Der Neubau wurde gemäß eines zur Verfügung gestellten Lageplans [3] im Ist- und Planfall berücksichtigt.

Anlage 8 zeigt den im Istfall berücksichtigten Gebäudebestand.

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

- Mittelhelle Fassade: Albedo 0,5
- Dunklere Fassade: Albedo 0,3
- Mittelhelle Dachfläche: Albedo 0,5
- Dunkle Dachfläche: Albedo 0,2

Lage und Höhe des Plangebäudes wurden anhand eines aktuellen Lageplans zur Machbarkeitsstudie "Neubau Kreuz-Grundschule" [1] erfasst. Anlage 9 zeigt die im Planfall berücksichtigten Gebäude.

Den Dächern und Fassaden der Plangebäude wurde in Absprache mit der Auftraggeberin eine mittelhelle Albedo von 0,5 und eine moderate Isolierung zugewiesen. Zudem wurden gemäß der Entwurfsfassung der textlichen Festsetzung zum Bebauungsplan "InW 240" [2] 25 % der Fassadenflächen und 75 % der Dachflächen begrünt. Für die Dachbegrünung wurde gemäß den Mindestanforderungen eine Substratdicke von 8 cm mit einem aufliegendem Bewuchs von 10 cm in den Berechnungen berücksichtigt.

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 unter anderem 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 Bäume und ihrer Wuchsform (Kronenbreite und Höhe) im öffentlichen und privaten Raum erfolgte mithilfe digitaler Orthofotos [21] sowie dem hochauflösenden digitalen Oberflächenmodell (nDOM) [22].

Mithilfe des Baumkatasters der Stadt Dortmund [23] konnte zudem die Baumart verschiedener Bäume im Umfeld des Plangebietes ermittelt werden. Darüber hinaus liegt ein Baumgutachten [4] für das Plangebiet vor, welches Informationen über die dort vorliegenden Baumarten enthält. Auf Grundlage der im Internet veröffentlichten Straßenbaumliste der Deutschen Gartenamtsleiterkonferenz [24] 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 oder Baumgutachten erfassten Bäume wurde pauschal ein „dichter“ Belaubungsgrad zugewiesen.

Aus dem Baumgutachten geht hervor, dass insgesamt 14 Bestandsbäume auf dem Grundstück einen deutlichen oder umfassenden Schaden aufweisen und somit nicht länger als fünf bis maximal zehn Jahre erhalten werden können. Diese Bäume wurden bereits in der Istsituation nicht mehr berücksichtigt, da sie unabhängig vom Vorhaben in naher Zukunft gefällt werden müssen.

Im Istfall besteht derzeit im nordwestlichen Plangebiet eine unzugängliche Fläche mit niedrigen Gehölzen. Da sich der zukünftige Neubau bis in den Bereich der Gehölzfläche erstreckt, wurde die Annahme getroffen, dass dieser Teilbereich zukünftig zugänglich ist. Daher wurde die derzeit bestehende Gehölzfläche für den Planfall in eine Fläche mit niedrigerer Vegetation (Gras, 10 cm) angenommen.

Da derzeit noch keine Außenanlagenplanung zum Vorhaben vorliegt, wurde in Abstimmung mit der Auftraggeberin angenommen, dass in den Berechnungen zum Planfall gegenüber der Istsituation lediglich die Bäume im Bereich des Neubaus entfallen. Die restlichen Bäume sollen möglichst erhalten werden. Die Ergebnisse der vorliegenden Klimauntersuchung sollen dann genutzt werden, um Ersatz- bzw. Neuanpflanzungen gezielt in den thermisch hoch belasteten Bereich zu planen.

Nach Durchführung der Berechnungen stellte sich heraus, dass die in den Berechnungen zum Planfall berücksichtigten Bäume B90, B93 und B94 im mittleren Bereich des Schulhofes (vgl. Anlage 1) aufgrund des Flächenbedarfs für die Feuerwehr und die Baustellenlogistik nicht erhalten werden können. Dies konnte allerdings nicht mehr in den Berechnungen

berücksichtigt werden. Die positiven Effekte der drei Bäume werden in den Simulationsrechnungen insbesondere beim PET-Wert daher leicht überschätzt.

Unversiegelten Bereichen im Untersuchungsgebiet ohne Baumbewuchs wurde im Ist- und Planfall pauschal ein niedriger Bewuchs (Gras, Rasen) mit einer Wuchshöhe von 10 cm zugewiesen.

In Anlage 8 und Anlage 9 sind die in den Berechnungen berücksichtigten Vegetationsbestände im Ist- und Planfall 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.

Für den Istfall wurden die versiegelten Flächen inner- und außerhalb des Plangebietes anhand aktueller Orthofotos [21], des Bodenbedeckungsdatensatzes ALKIS des Landes NRW [25] sowie anhand einer von Peutz Consult durchgeführten Ortsbesichtigung erfasst. Für Straßen wurde hierbei Asphalt und für weitere versiegelte Flächen wie zum Beispiel Parkplätze Beton beziehungsweise Pflaster als Versiegelungsmaterial vorgegeben.

Derzeit liegt auch bezüglich der Oberflächenarten im Planfall noch kein Konzept vor. Daher wurden diese gegenüber der Istsituation nicht verändert.

Anders als bei den versiegelten Flächen werden bei unversiegelten Grünflächen zusätzlich die Bodeneigenschaften des Untergrundes berücksichtigt, da sich je nach Bodenart und der damit einhergehenden Korngrößenzusammensetzung unterschiedliche Versickerungsraten und Wasserspeichereigenschaften ergeben. Hinsichtlich der Bodenarten innerhalb und außerhalb des Plangebietes wurden die benötigten Informationen aus dem Informationssystem „Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen im Maßstab 1:50.000 (BK50)“ [26] abgeleitet.

Anlage 10 und Anlage 11 zeigen die in das Modell einfließenden Oberflächenbeschaffenheiten für den Ist- und Planfall.

### 6.3.4 Digitales Geländemodell

Signifikante, für das Lokalklima wichtige Geländeformen wurden im Rechenmodell berücksichtigt. Sie wurden aus einem vom Land NRW zu Verfügung gestellten, hochaufgelösten digitalen Geländemodell [27] abgeleitet. Daraus geht hervor, dass das Gelände innerhalb des Untersuchungsgebietes aus südöstlicher Richtung in die nördliche bis nordwestliche Richtung leicht abfällt.

## 6.3.5 Initialisierungsparameter

Innerhalb von ENVI-met können die tageszeitlichen Schwankungen der meteorologischen Parameter entweder über ein sogenanntes „Simple-Forcing“, oder durch ein sogenanntes „Full-Forcing“ vorgegeben werden. Bei Ersterem werden lediglich die Lufttemperatur und die relative Feuchte in 2 m Höhe am Einströmrand für jede Stunde des Tages explizit vorgegeben. Windrichtung und -geschwindigkeit sind über den gesamten Simulationszeitraum konstant.

Das Full-Forcing ermöglicht die Definition von tageszeitlichen Zyklen weiterer meteorologischer Parameter wie Strahlung, Bewölkung, Windgeschwindigkeit und Windrichtung.

Im vorliegenden Fall wurde das Simple-Forcing genutzt. 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 den Simulationen zugrunde gelegten Tagesgänge der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit sind in Abbildung 6.1 dargestellt.

Für die Anströmung wurde eine konstante Windgeschwindigkeit von 1,5 m/s in 10 m Höhe vorgegeben. Dies entspricht einer typischen sommerlichen Schwachwindsituation. Gemäß der Beaufort-Skala [28], welche die Auswirkungen des Windes beschreibt, entspricht eine derartige Windgeschwindigkeit einem „leichten Zug“. Die Wirkung an Land wird als „kaum merklich, Rauch treibt leicht ab, Windflügel und Windfahnen unbewegt“ beschrieben.

Zur Ableitung der typischen Anströmrichtung an Hitzetagen wurde die Hitzewindrose abgeleitet aus den LANUV-Stationen Dortmund-Eving (Windrichtung und Windgeschwindigkeit) und Lünen-Niederaden (Temperatur) herangezogen (vgl. Kapitel 5.3 und Anlage 6). Hieraus ergibt sich eine an heißen Tagen typische östliche Anströmungsrichtung (80°).

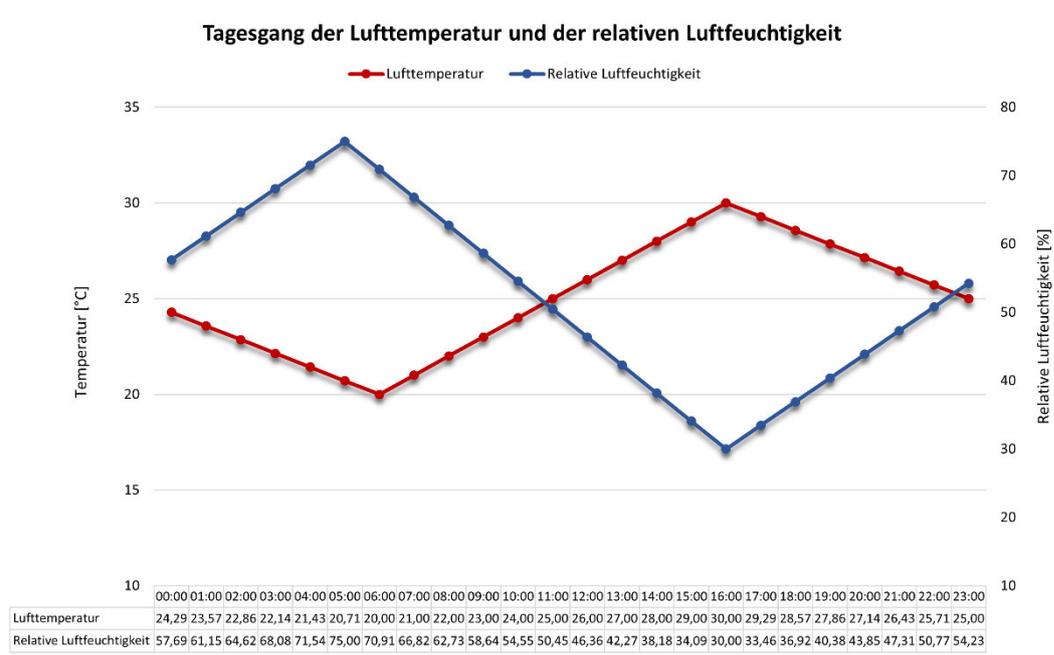


Abbildung 6.1: In den Simulationen angesetzte Tagesgänge der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit (Simple-Forcing)

Ein weiterer wichtiger Initialisierungsparameter ist die Bodenfeuchte zum Startzeitpunkt der Simulation. Sie wird in ENVI-met als nutzbare Feldkapazität (nFK) angegeben, welche ein Maß für die Wassermenge ist, die ein Boden pflanzenverfügbar speichern kann. Im vorliegenden Fall wurde eine Bodenfeuchte von 75 % nFK in der oberflächennahen Bodenschicht angesetzt. Dies bedeutet, dass noch ausreichend Wasser für Verdunstungsprozesse im Boden vorhanden ist und 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 sommerlichem Landregen mit einer höheren Kühlleistung und damit mit insgesamt niedrigeren Temperaturen und stärkeren Unterschieden zwischen den Oberflächenarten verbunden.

Die Berechnungen umfassen insgesamt 36 h und starten um 4 Uhr zum Zeitpunkt des Sonnenaufgangs. Für die Ergebnisanalyse werden die Modellausgaben des zweiten Tages genutzt. Der erste Tag dient lediglich als Einschwingphase für das Modell.

Als Eingangsparameter zur Berechnung des bioklimatischen Komforts mittels des PET-Wertes werden die Standardeinstellung gemäß der Norm DIN EN ISO 7730 [29] verwendet. 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.

Tabelle 6.1 dokumentiert die wichtigsten Initialisierungsparameter der Simulationsrechnungen.

*Tabelle 6.1: Initialisierungsparameter der ENVI-met-Modellberechnungen*

<b>Initialisierungsparameter</b>	<b>Startwert</b>
Geographische Position	51,50°N, 7,44°E
Startzeit der Simulation	20.06., 04:00 Uhr
Dauer der Simulation	36 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 $z_0$	0,1 m
Windgeschwindigkeit in 10 m über Grund	1,5 m/s
Windrichtung	80° (Ost)
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 % nFK
mittlere Schicht (20 – 50 cm)	80,0 % nFK
tiefe Schicht (50 – 200 cm)	70,0 % nFK
Gesteinsschicht (> 200 cm)	70,0 % nFK

## 7 Ergebnisse

Die Berechnungen wurden mit den dokumentierten Eingangsdaten für den Ist- und Planfall für jeweils eine Anströmungsrichtung durchgeführt.

Zur Bestimmung der thermischen und bioklimatischen Belastung wurden die beiden Kenngrößen Lufttemperatur und PET-Wert analysiert. Nachts ist für die Bewertung der Belastungssituation insbesondere die Lufttemperatur von Bedeutung, da bei hohen nächtlichen Temperaturen die Erholung durch das Schlafen deutlich eingeschränkt wird. Daher wird für den Zeitpunkt 4 Uhr die Lufttemperatur ausgewertet. Tagsüber wird die Belastungssituation hingegen stärker durch die Strahlungstemperatur, die Windgeschwindigkeit und die relative Luftfeuchte beeinflusst. Diese Einflussparameter werden durch den PET-Wert beschrieben. Daher wird zur Erfassung der mikroklimatischen Situation am Tag die Lufttemperatur um 14 Uhr sowie der PET-Wert gemittelt von 12 bis 16 Uhr ausgewertet.

Bei der Interpretation der Ergebnisse gilt grundsätzlich zu beachten, dass die Berechnungsergebnisse die stadtklimatologischen Verhältnisse unter den zugrunde gelegten Einström- und Rahmenbedingungen (siehe Kapitel 6.3.5) repräsentieren. Änderungen der aufgeführten Initialisierungsparameter führen zu abweichenden Ergebnissen.

### 7.1 Lufttemperatur um 14 Uhr

Die Anlagen 12-14 zeigen die simulierten Lufttemperaturen für den Ist- und Planfall sowie die aus der Planung resultierenden Temperaturdifferenzen am Nachmittag (14 Uhr) für die untersuchte Hauptwindrichtung an Hitzetagen (80°) in einer Höhe von 1,5 m über Grund.

Aus der Ergebnisauswertung zum Bestandsfall (Anlage 12) können folgende Aussagen zum nachmittäglichen Temperaturniveau im Untersuchungsgebiet getroffen werden:

- Grundsätzlich erwärmt sich die Luft bei der an Hitzetagen typischen Anströmungsrichtung Ost vergleichsweise stark beim Überströmen von unverschatteten und versiegelten Freiflächen, da sich die bodennahen Luftschichten trotz einer guten Durchlüftung durch die direkte solare Einstrahlung hier besonders stark aufheizen. Somit werden beispielsweise entlang der Metzger Straße und an der Ecke Kreuzstraße / Große Heimstraße relativ hohe Temperaturen ausgewiesen.
- Bereiche, die relativ gut durchlüftet und durchgrünt sind sowie durch umstehende Gebäude verschattet werden, wie beispielsweise das Wohngebiet zwischen der Metzger Straße und der Straße "Neuer Graben" im nördlichen Untersuchungsgebiet oder der Schulhof der westlich angrenzenden Johannes-Wulff-Förderschule weisen im Gegensatz zu den oben aufgeführten unverschatteten Freiflächen geringere Lufttemperaturen auf.
- Aufgrund der Verschattungs- und Verdunstungskühlleistung von Vegetation werden in Bereichen mit dichten Baumbeständen insgesamt die niedrigsten Temperaturen am Nachmittag ausgewiesen. So wird im durch einen hohen Baumbestand geprägten Südfriedhof südlich der Kreuzstraße das niedrigste nachmittägliche Temperaturniveau innerhalb des Untersuchungsgebietes ausgewiesen.

- Innerhalb des Plangebietes zeigen die Ergebnisse ein stark variierendes Temperaturniveau. Aufgrund des großkronigen Altbaumbestandes und der unversiegelten Oberflächenbeschaffenheit werden im nördlichen Teilbereich mit minimal 26,6 °C die bodennah niedrigsten Lufttemperaturen ausgewiesen.
- Relativ niedrige Temperaturen werden zudem entlang der westlichen Plangebietsgrenze erreicht. Im Vergleich zum nördlichen Teilbereich sind hier die Temperaturen trotz des ebenfalls dichten Baumbestandes etwas höher, da sich die aus Osten stammende Luft beim Überströmen des überwärmten mittleren Bereichs des Schulhofes erwärmt und die erwärmte Luft in den westlichen Teilbereich transportiert wird.
- Aufgrund von fehlenden Verschattungselementen wie Bäumen oder Gebäuden, dem hohen Versiegelungsgrad sowie den eingeschränkten Durchlüftungsverhältnissen ist die thermische Belastung innerhalb des Plangebietes mit Temperaturen von bis zu 28,9 °C auf der am Nachmittag sonnenzugewandten Westseite der OGS am höchsten.

Aus der Ergebnisauswertung zum Planfall (Anlage 13) und zu den planungsbedingten Differenzen (Anlage 14) können folgende Aussagen zum zukünftigen nachmittäglichen Temperaturniveau getroffen werden:

- Sowohl die Abbildungen zur Lufttemperatur am Nachmittag als auch die Differenzdarstellungen zeigen, dass durch das Planvorhaben eine Veränderung des nachmittäglichen Temperaturniveaus erfolgt.
- Durch die neue Bebauungssituation steigt das Temperaturniveau im nordwestlichen und mittleren Teilbereich des Plangebietes im Vergleich zum Istfall an, da durch die notwendigen Baumfällungen im Bereich des Neubaus Verschattungszonen entfallen und sich die Oberflächen aufgrund der erhöhten Sonneneinstrahlung stärker aufheizen. Des Weiteren wirken sich die Reduktion der Windgeschwindigkeit sowie die reduzierte Verdunstungskühlleistung durch die wegfallende Vegetation im nördlichen Teilbereich auf das Temperaturniveau aus.
- Dies hat zu Folge, dass die Temperaturen innerhalb des Plangebietes im Planfall gegenüber dem Istfall um 0,1 bis maximal 0,5 °C ansteigen, wobei die höchste Temperaturzunahme an der westlichen Gebäudeseite des Neubaus prognostiziert wird.
- Diese Erwärmung beschränkt sich nicht nur auf die Flächen innerhalb der Plangebietsgrenzen, sondern reicht in Richtung Norden und Westen in die angrenzende Bebauung hinein. Mit zunehmender Entfernung verringern sich die Auswirkungen des Vorhabens. In den unmittelbar angrenzenden Bereichen bis in etwa 40 m Entfernung betragen die Differenzen 0,3 °C. Temperaturerhöhungen von 0,1 °C können bis in ca. 140 m Entfernung zu den Plangebietsgrenzen im Modell nachgewiesen werden.
- Es sollte mit geeigneten Klimaanpassungsmaßnahmen darauf abgezielt werden, die Erwärmungen auf dem Schulhof und in den angrenzenden Wohnnutzungen zu reduzieren.

## 7.2 Lufttemperatur um 4 Uhr

Die Anlagen 15 – 17 zeigen die simulierten Lufttemperaturen für den Ist- und Planfall sowie die aus der Planung resultierenden Temperaturdifferenzen am Morgen (4 Uhr) für die untersuchte Hauptwindrichtung an Hitzetagen (80°) in einer Höhe von 1,5 m über Grund.

Aus der Ergebnisauswertung zum Bestandsfall (Anlage 18) können 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. Am östlichen Einströmrand des Rechengebietes werden sehr geringe Temperaturen ausgewiesen. Diese niedrigen Temperaturen resultieren aus modelltechnischen Randeffekten und sollten daher nicht interpretiert werden.
- Bereiche mit einem hohen Vegetationsanteil und einem geringen Anteil an versiegelten Flächen kühlen am stärksten aus. Hierzu zählt beispielsweise der südlich an das Plangebiet angrenzende Südfriedhof.
- In den dichter bebauten Bereichen, wie beispielsweise in der östlich an das Plangebiet angrenzenden Wohnbebauung entlang der Kolmarer Straße, sind die nächtlichen Temperaturen im Vergleich zu den dicht bewachsenen Flächen etwas höher. Dies ist auf die wärmespezifischen Eigenschaften der städtischen Materialien sowie auf die geringen Windgeschwindigkeiten zurückzuführen. Tagsüber nehmen die Gebäude und versiegelten Flächen Wärme auf und geben diese im Verlauf der Nacht an die Umgebungsluft ab. Durch die eingeschränkte Durchlüftung kann dieser Wärmeüberschuss zudem weniger effektiv abtransportiert werden.
- Großflächig versiegelte Flächen, die in den Nachtstunden zu einer ausgeprägten Überwärmung führen würden, sind im Untersuchungsgebiet nicht vorhanden.
- Innerhalb des Plangebietes ist das Temperaturniveau unterschiedlich hoch ausgeprägt. Durch den Wärmeeintrag der östlich angrenzenden Wohnbebauung werden im Kombination mit dem relativ hohen Versiegelungsgrad im mittleren Bereich des Plangebietes die höchsten Temperaturen mit rund 23,0 °C in den Nachtstunden erreicht.
- Aufgrund des aktuell dichten Vegetationsbestandes und des geringen Versiegelungsgrades im nördlichen Teilbereich kühlen diese Flächen in den Nachtstunden stark aus, sodass hier ein vergleichsweise niedriges Temperaturniveau mit Temperaturen zwischen 21,8 bis 22,3 °C vorliegt. Bei der an Hitzetagen typischen östlichen Windrichtung wird ein Teil der kühleren Luft durch das Überströmen des Plangebietes in die direkt westlich angrenzenden Wohnbebauung transportiert.

Aus der Ergebnisauswertung zum Planfall (Anlage 16) und zu den planungsbedingten Differenzen (Anlage 17) können folgende Aussagen zum zukünftigen nächtlichen Temperaturniveau getroffen werden:

- Sowohl die Abbildung zur Lufttemperatur in der Nacht als auch die Differenzdarstellung zeigen, dass durch die Realisierung des Planvorhabens eine nächtliche Erwärmung gegenüber der Bestandssituation zu erwarten ist.

- Die Erwärmung ist auf den höheren Bebauungsgrad des Plangebietes zurückzuführen. Das geplante Gebäude hat sich aufgrund der hohen Wärmespeicherkapazität der Baumaterialien im Verlauf des Tages aufgeheizt und gibt die gespeicherte Wärme nun im Lauf der Nacht an die Umgebungsluft ab. Im Vergleich mit der derzeit dicht bewachsenen und weitestgehend unversiegelte Fläche im Bestand kühlt die Luft nach Realisierung des Planvorhabens dementsprechend weniger effektiv aus.
- Die Temperaturerhöhungen betragen bei der an Hitzetagen dominierenden östlichen Windrichtung innerhalb des Plangebietes bis zu 0,5 °C. Die höchsten Temperaturabweichungen gegenüber der Istsituation sind westlich des Neubaus zu erwarten, da hier der Vegetationsbestand im Bestand sehr dicht ist und somit besonders kühlend wirkt und diese Kühlleistung durch die notwendigen Fällungen reduziert ist. Zudem sorgt die östliche Anströmung dafür, dass die nächtliche Wärmeabgabe des Plangebäudes in die westliche Richtung gelenkt wird.
- Die reduzierte Kühlleistung der Vegetation und die Wärmeabgabe des Plangebäuden haben zur Folge, dass auch außerhalb des Plangebietes Temperaturzunahmen ausgewiesen werden. Die Auswirkungen verringern sich mit zunehmender Entfernung zum Plangebiet. Leichte Temperaturzunahmen von bis zu 0,1 °C treten noch in ca. 140 m Entfernung im Bereich der Kreuzhallen auf. Darüber hinaus sind keine Temperaturerhöhungen mehr nachweisbar.
- Die bereits vorgesehenen bzw. festgesetzten Dach- und Fassadenbegrünungen wirken sich positiv auf die Wärmeabgabe der Plangebäude in den Nachtstunden aus. Da von den nächtlichen Erwärmungen in der Umgebung Wohnnutzungen betroffen sind, sollte mit weiteren geeigneten Maßnahmen darauf abgezielt werden, die Erwärmungstendenzen innerhalb und außerhalb der Plangebietsgrenzen zu reduzieren.

### 7.3 Bioklima (PET)

Die Anlagen 18 – 20 zeigen die simulierten PET-Werte für den Ist- und Planfall sowie die die aus der Planung resultierenden Differenzen am Nachmittag für die untersuchte Hauptwindrichtung an Hitzetagen (80°) in einer Höhe von 1,5 m über Grund. Die dargestellten PET-Werte sind das Ergebnis einer Mittelwertwertbildung aus den Simulationsergebnissen zwischen 12 und 16 Uhr.

Aus der Ergebnisauswertung zum Bestandsfall (Anlage 18) können folgende Aussagen zum nachmittäglichen Bioklima im Untersuchungsgebiet getroffen werden:

- Infolge der gewählten Initialisierungsparameter sind im gesamten Untersuchungsgebiet Wärmebelastungen (vgl. Tabelle 4.1) vorhanden. Dabei ist die Wärmebelastung in von Bäumen und Gebäuden verschatteten Bereichen mit ausreichender Durchlüftung als moderat bis stark zu bezeichnen, in unverschatteten Bereichen mit eingeschränkter Durchlüftung wird die Wärmebelastung aber als extrem empfunden.
- Sehr hohe bioklimatische Belastungen mit PET-Werten > 53 °C ergeben sich insbesondere in versiegelten Bereichen mit niedrigen Windgeschwindigkeiten und

gleichzeitig unverminderter Sonneneinstrahlung. In Kombination mit der Reflexion an Gebäuden und an versiegelten Oberflächen werden somit vor allem auf den sonnenzugewandten Gebäudeseiten "extreme" Wärmebelastungen erreicht. Aufgrund der geringen Verschattung und den schlechten Durchlüftungsverhältnissen werden beispielsweise in den Innenhöfen der westlich angrenzenden Johannes-Wulff-Förderschule extreme PET-Werte ausgewiesen.

- In gut durchlüfteten Bereichen, wie beispielsweise innerhalb der Wohnbebauung zwischen der Metzger Straße und der Straße "Neuer Graben" im nördlichen Untersuchungsgebiet, ist der PET-Wert etwas weniger extrem ausgeprägt, dennoch ist die bioklimatische Belastung aufgrund der direkten Sonneneinstrahlung als "stark" bis "extrem" einzustufen.
- Geringere thermische Belastungen herrschen dagegen in den von Bäumen und Gebäuden verschatteten Bereichen vor. Aufgrund der Verschattungs- und Verdunstungskühlleistung der Vegetation werden die insgesamt niedrigsten PET-Werte außerhalb des Plangebietes im südlich an das Plangebiet angrenzenden Südfriedhof oder entlang der stark begrünten Großen Heimstraße im östlichen Untersuchungsgebiet erreicht.
- Innerhalb des Plangebietes ist die bioklimatische Belastung unterschiedlich hoch ausgeprägt. Als bioklimatisch sehr hoch belastet erweist sich insbesondere der mittlere Teilbereich des Schulhofes. Durch die fehlenden Verschattungselemente und die daraus resultierende direkte solare Einstrahlung, die eingeschränkte Durchlüftung und die Reflexion der einfallenden Strahlung an den hellen, sonnenzugewandten Fassade der OGS treten hier die insgesamt höchsten PET-Werte innerhalb des Plangebietes auf.
- Der nördliche und westliche Teilbereich des Plangebietes ist hingegen durch eine sehr geringe bioklimatische Belastung an Hitzetagen gekennzeichnet. Im Bereich des großkronigen Altbaumbestandes, der sich durch seine großflächige Verschattung positiv auf das Bioklima auswirkt, werden innerhalb des Plangebietes insgesamt die niedrigsten PET-Werte erreicht.

Aus der Ergebnisauswertung zum Planfall (Anlage 19) und zu den planungsbedingten Differenzen (Anlage 20) können folgende Aussagen zur zukünftigen nachmittäglichen bioklimatischen Belastung getroffen werden:

- Durch die Realisierung des Planvorhabens ist in Teilen des Plangebietes mit einer Zunahme von extremen bioklimatischen Belastungen zu rechnen. In einigen Teilbereichen wird infolge der neuen Bebauung jedoch auch eine Verbesserung des Bioklimas prognostiziert.
- Durch die zu erwartende Einschränkung der Durchlüftung, den veränderten Vegetationsbestand und die Reflexion der Sonneneinstrahlung an den Plangebäuden entstehen Bereiche, in denen zukünftig höhere Wärmebelastungen zu erwarten sind. Diese Belastungszonen entstehen insbesondere auf den sonnenzugewandten südlichen und westlichen Gebäudeseiten und in den durchlüftungseingeschränkten Bereichen westlich des Plangebäudes.
- Sowohl die Absolutdarstellung als auch die Differenzdarstellung zeigen, dass durch das neue Plangebäude neue Verschattungszonen auf den nördlichen und östlichen

Gebäudeseiten generiert werden, in denen eine nur eine leichte bis starke Belastung prognostiziert wird.

- Beim Vergleich zwischen Ist- und Planfall wird weiterhin deutlich, dass außerhalb der Plangrenzen lediglich im direkt angrenzenden Umfeld eine kleinräumige Verschlechterung der bioklimatischen Belastung zu erwarten ist. Die Zunahme der Wärmebelastung ist in erster Linie auf eine veränderte Verschattungssituation, die aus den notwendigen Baumfällungen resultiert, zurückzuführen. In den betroffenen Bereichen in der nördlich und westlich angrenzenden Wohnbebauung ist die Wärmebelastung weiterhin nicht als extrem einzustufen, sodass die Veränderungen außerhalb des Plangebietes eher als unkritisch anzusehen sind.
- Die Änderungen des Bioklimas außerhalb des Plangebietes reichen bis in eine Entfernung von ca. 30 m zu den Plangebietsgrenzen. Eine weitreichende, planungsbedingte Verschlechterung des Bioklimas in der angrenzenden Wohnbebauung kann auf Grundlage der Simulationsergebnisse ausgeschlossen werden.
- Wie in Kapitel 6.3.2 erläutert, können im mittleren Bereich des Schulhofes drei der in den Simulationen berücksichtigten Bestandsbäume ggfs. nicht erhalten werden. Aufgrund der geringen Wuchshöhe und Kronenbreite würde ein Wegfall der Bäume lediglich im direkten Schattenbereich einen höheren PET-Wert als in den Ergebnissen dargestellt, hervorrufen. Eine tiefgreifende Verschlechterung der thermischen Situation ist im Zusammenhang mit einer ggfs. notwendigen Fällung der Bäume nicht zu erwarten.
- Um die Aufenthaltsqualität an den zukünftig immer häufiger auftretenden Hitzetagen auf dem Schulhof zu verbessern und die Kinder vor Hitzestress zu schützen, sollten insbesondere in den Bereichen mit einer ausgewiesenen extremen bioklimatischen Belastung geeignete Klimaanpassungsmaßnahmen vorgenommen werden.

## 8 Planungsempfehlungen

Die Berechnungsergebnisse der mikroklimatischen Untersuchung zeigen, dass in Bezug auf die thermische Belastung am Nachmittag nach der Realisierung des Neubaus höhere Temperaturen als im Istfall zu erwarten sind. Dies ist insbesondere auf den Wegfall von verschattenden Bäumen zurückzuführen. Von den Erwärmungen sind sowohl Teilflächen im nördlichen Bereich des Plangebietes als auch die westlich und nördlich angrenzende Wohnbebauung außerhalb des Plangebietes betroffen.

In den Nachstunden ist aufgrund der Wärmeabgabe des Plangebäudes und der Reduktion des Vegetationsbestandes ebenfalls mit einer Temperaturzunahme zu rechnen, die sowohl die Flächen innerhalb des Plangebietes als auch die westlich angrenzenden Wohnnutzungen betrifft.

Hinsichtlich des bioklimatischen Belastungsniveaus wird durch die zusätzliche Gebäudeverschattung im Planfall in einigen Teilbereichen eine Verbesserung erzielt. Durch die neue Bebauungssituation und die daraus resultierenden veränderten Durchlüftungs- und Strahlungsverhältnisse bilden sich jedoch innerhalb des Plangebietes zusätzliche Bereiche mit extremen bioklimatischen und thermischen Belastungen aus. Von leichten Zunahmen sind auch einige wenige Wohngebäude außerhalb des Plangebietes betroffen.

Mittlerweile wurden in einer Vielzahl von Veröffentlichungen sinnvolle Anpassungsmaßnahmen zur Reduktion von Hitzebelastungen im städtischen Raum aufgeführt und beschrieben. Beispiele für Anpassungsmaßnahmen finden sich im Handbuch Stadtklima [30], herausgegeben vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur Verbraucherschutz NRW und in der VDI 3787 Blatt 8 „Stadtentwicklung im Klimawandel“ [31].

Im vorliegenden Fall sollten zur Reduktion der thermischen und bioklimatischen Belastung bei fortschreitender Planung nach Möglichkeit folgende Planungsempfehlungen berücksichtigt werden. Diese können einzeln oder in Kombination umgesetzt zur Reduktion des Belastungsniveaus beitragen.

### 8.1 Erhöhung des Baumanteils

Da Bäume sowohl durch Verschattung als auch über Abkühlungsprozesse durch Evapotranspiration zur Verminderung der bodennahen Lufttemperatur beitragen, wird empfohlen, neue Baumstandorte auf dem Schulhof in Erwägung zu ziehen. Dabei sollte jedoch nicht außer Acht gelassen werden, dass das ohnehin durch die geplante Bebauung beeinträchtigte Windfeld nicht zusätzlich gestört wird. Daher sollten die Bäume eine ausgeprägte Krone aufweisen und im Stammbereich möglichst wenig Strömungswiderstand durch Äste und Blätter liefern. Innerhalb des Plangebietes sollten vornehmlich entlang der stark belasteten südlichen und westlichen Gebäudeseite des Neubaus sowie im mittleren Bereich des Schulhofes Baumneupflanzungen in Erwägung gezogen werden, um die thermische Belastung lokal zu reduzieren. Darüber hinaus wird empfohlen, die drei Bäume im mittleren Bereich des Schulhofes, die unter die Baumschutzsatzung fallen, jedoch als nicht zu erhalten festgesetzt werden, durch Optimierung der Baustellenlogistik und Feuerwehrlflächen nach Möglichkeit doch zu erhalten.

In Anbetracht des fortschreitenden Klimawandels empfiehlt es sich insbesondere stadtklimafeste, das heißt hitze- und trockenheitsresistente Arten auszuwählen. Diese sollten während andauernder Hitzeperioden jedoch ausreichend bewässert werden, um eine Verbesserung der thermischen Verhältnisse sicherzustellen. Weiterhin sollte beachtet werden, großkronige Arten mit geringer oder mittlerer Lichtdurchlässigkeit zu wählen, um eine effektive Transpiration und Verschattungswirkung zu erzielen. Hinweise zu geeigneten Arten liefert zum Beispiel die GALK-Straßenbaumliste [24].

## 8.2 Temporäre Verschattungsmaßnahmen

Um die bioklimatische Belastung in Bereichen mit direkter Sonneneinstrahlung zu reduzieren, können als zusätzliche Alternative, oder solange neu gepflanzte Bäume noch keine ausreichende Größe erreicht haben, auch Sonnensegel oder bewachsene Pergolen eingesetzt werden, um in den heißen Tagstunden Aufenthaltsflächen für die Kinder zu schaffen, in denen nur eine mäßige thermische Belastung vorliegt. Dies ist auch eine geeignete Maßnahme für Bereiche, in welchen Baumpflanzungen nicht ermöglicht werden können. Hierfür eignen sich insbesondere die Spielflächen, in denen sich die Kinder in den Pausenzeiten überwiegend aufhalten.

## 8.3 Realisierung von Fassaden- und intensive Dachbegrünungen

In den Berechnungen wurden die Mindestanforderungen aus dem Bebauungsplanentwurf hinsichtlich der Gebäudebegrünung bereits berücksichtigt. Demzufolge ist vorgesehen, den Erweiterungsbau mit einer extensiven Dachbegrünung auf 75 % der Dachfläche sowie mit einer Fassadenbegrünung an 25 % der Fassadenfläche zu begrünen.

Zur Reduktion des thermischen Belastungsniveaus bietet es sich an, in den Bereichen mit sehr hoher thermischer Belastung auf den sonnenzugewandten Seiten des Plangebäudes den begrünten Fassadenanteil zu erhöhen. Die Fassadenbegrünung liefert zwar keine zusätzlichen Verschattungsflächen, kann aber die Reflexion von den Gebäuden in Richtung Boden reduzieren und die Verdunstung 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 ebenfalls 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.

Des Weiteren ist es empfehlenswert den Anteil der Dachbegrünung zu erhöhen und diese nach Möglichkeit intensiv bzw. mit mächtigeren Substraten als die berücksichtigten 8 cm auszuführen, da mehrschichtige und mächtigere Substrate die Regenwasserrückhaltung verbessern und gleichzeitig in Trockenphasen für eine längere Wasserversorgung der Pflanzen sorgen können.

Vor allem die Dachbegrünung auf niedrigen Gebäudeteilen kann einen positiven Einfluss auf das bodennahe Niveau haben, da oberhalb des Daches abgekühlte Luft effektiver in den Fußgängerbereich heruntergemischt werden kann. Oberhalb von hohen Dächern abgekühlte Luft hingegen trägt nur unwesentlich zu einer Abkühlung im Bodenniveau bei.

Neben dem positiven Einfluss auf das Außenklima kann Gebäudebegrünung auch auf das Innenklima regulierend wirken, da durch die Verdunstung von den Gebäudeoberflächen weniger Wärme über die Außenhaut in das Gebäude gelangen kann.

## 8.4 Klimaaoptimierte Gestaltung der Oberflächen im Außenraum

Das Plangebiet besteht derzeit in den versiegelten Bereichen überwiegend aus asphaltierten Flächen, die eine Überwärmung des Schulhofes begünstigen.

Um die nachmittägliche Wärmeaufnahme und damit die nächtliche Wärmeabgabe zu reduzieren und um Versickerung und Verdunstung zu gewährleisten, sollte die Flächenversiegelung so weit wie möglich reduziert und durch Vegetationsflächen oder teilversiegelten Oberflächen, wie beispielsweise Rasengittersteine oder Sickerpflaster, ersetzt werden.

Bereiche in denen eine Versiegelung notwendig ist, sollten hell gestaltet werden, da helle Beläge auf Oberflächen im Gegensatz zu dunklerem Asphalt einen größeren Anteil der einfallenden Sonnenenergie sofort wieder reflektieren (Albedo) und damit das Aufheizen der bodennahen Oberflächen erheblich verringern können.

Auch helle Fassaden, die idealerweise mit natürlichen Materialien wie Holz kombiniert werden, heizen sich weniger stark auf und geben im Lauf der Nacht entsprechend weniger Wärme an die Umgebungsluft ab. Um jedoch das Bioklima nicht zusätzlich durch zu starke Reflexionen an sehr hellen Oberflächen und Fassaden negativ zu beeinflussen, sollten diese nach Möglichkeit mit einem Hellbezugswert (Albedo) zwischen 0,4 und 0,6 gestaltet werden.

## 8.5 Schaffung von offenen Wasserflächen

Die Verdunstung von Wasser verbraucht Wärmeenergie aus der Luft und kühlt diese dadurch ab. Indem der Anteil von Wasserflächen in Städten erhöht wird, kann ein Abkühlungseffekt erzielt und gleichzeitig die Luftfeuchtigkeit in der meist relativ trockenen Stadtatmosphäre erhöht werden. Bewegte Wasser wie Springbrunnen oder Wasserzerstäuber tragen in einem insgesamt größeren Maße zur Verdunstungskühlung als stehende Wasserflächen bei und können so zur thermischen Entlastung ihres Umfelds beitragen. Hierbei sollte darauf geachtet werden, Wasserflächen vorzugsweise in Bereichen mit einer guten Durchlüftung zu realisieren, um nicht einen bioklimatisch eher belastenden Schwüleffekt zu erzeugen.

## 8.6 Grünflächenbewässerung

Während langer Hitzeperioden trocknen die Böden aus. Diese verhalten sich 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. Daher sollte sichergestellt werden, dass

die bewachsenen Freiflächen in sommerlichen Hitzeperioden ausreichend bewässert werden.

## 8.7 Schaffung von Regenrückhalteflächen

Um Grünflächen nachhaltig mit Wasser zu versorgen, sollte ein Großteil der Niederschläge zurückgehalten werden, um das Wasser an warmen Tagen über die Vegetation zur Verdunstung zu bringen oder für die Bewässerung bereitzustellen. Hierdurch kann während warmer Trockenphasen im Sommer die Verdunstungsleistung der Vegetation und der Böden aufrechterhalten werden. Dies kann beispielsweise durch eine wassersensible Oberflächengestaltung in Form von Tiefbeeten und Mulden sowie Rigolen umgesetzt werden. Zudem eignen sich für den temporären und dauerhaften Rückhalt großer Mengen von Regenwasser besonders unterirdische Retentionsbecken oder -dächer. Hierüber kann das zwischengespeicherte Niederschlagswasser entweder direkt vor Ort oder über Kaskadensysteme an anderer Stelle zur Bewässerung und Verdunstung bereitgestellt werden. Überschüssiges Niederschlagswasser sollte über Versickerung dem Wasserhaushalt zurückgeführt werden.

## 9 Zusammenfassung

Anlass der Aufstellung des Bebauungsplanes "InW 240 – Kreuz-Grundschule" in Dortmund ist die Kapazitätserweiterung und Bereitstellung moderner Räumlichkeiten für die Kreuz-Grundschule. Ziel des Bebauungsplanes ist die Planrechtschaffung für einen Neubau auf dem nördlichen Teil des Grundstücks der Kreuz-Grundschule. Der Bebauungsplan wird im beschleunigten Verfahren nach § 13a BauGB aufgestellt.

Die Klimaanalysekarte der Stadt Dortmund [6] klassifiziert das Plangebiet im Bereich des Neubaus überwiegend als Parkklima, da insbesondere der nördliche Teilbereich des Plangebietes durch einen hohen Altbaumbestand gekennzeichnet ist. Die für ein Parkklima typischen Vegetationsstrukturen fördern die lokale Abkühlungsrate durch ihre Verschattung und Verdunstungsprozesse. Außerdem weist die Planungshinweiskarte der Stadt Dortmund [7] dem Teilbereich, in dem der Neubau voraussichtlich realisiert werden soll, eine lokale Ausgleichsfunktion zu, die durch die Bereitstellung von Frischluft und die Minderung von Temperaturspitzen eine wichtige Rolle für die Regulierung des Mikroklimas spielt. Vor dem Hintergrund der klimawandelbedingten Zunahme von Hitzeereignissen soll zudem die Planung möglichst klimaresilient gestaltet werden, da eine erhöhte thermische und bioklimatische Belastung insbesondere bei Kindern eine Gefahr für die Gesundheit darstellen kann.

Aufgrund der sensiblen stadtklimatischen Ausgangssituation und der zusätzlichen städtebaulichen Verdichtung ist eine Klimauntersuchung durchzuführen, welche die Auswirkungen des Vorhabens auf die sommerliche Hitzebelastung ermittelt und bewertet. Auf Grundlage des vorliegenden Klimagutachtens sollen thermisch hoch belastete Bereiche identifiziert und mit geeigneten Planungsempfehlungen minimiert werden.

Es wurden die folgenden Szenarien untersucht:

Istfall: derzeitige Bebauungssituation, aktueller Vegetationsbestand und aktuelle Oberflächenbeschaffenheit

Planfall: Zukünftige Bebauungssituation nach Realisierung des Planvorhabens, abgeleitet aus dem aktuellen Lageplan [1] in Ergänzung mit den textlichen Festsetzungen zum Bebauungsplanentwurf [2]

Die mikroklimatischen Untersuchungen zur Ermittlung der Auswirkungen auf die sommerliche Hitzebelastung wurden mithilfe des mikroskaligen Stadtklimamodells ENVI-met [9] in der Version 5.6.1 (Winter Release 23/24) [10] für den Ist- und den Planfall mit einer für einen heißen Sommertag typischen Hauptwindrichtung durchgeführt. In die Klimasimulation 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.

Die Berechnungsergebnisse der mikroklimatischen Untersuchung zeigen, dass in Bezug auf die thermische Belastung am Nachmittag nach der Realisierung des Neubaus höhere Temperaturen als im Istfall zu erwarten sind. Dies ist insbesondere auf den Wegfall von verschattenden Bäumen zurückzuführen. Von den Erwärmungen sind sowohl Teilflächen

im nördlichen Bereich des Plangebietes als auch die westlich und nördlich angrenzende Wohnbebauung außerhalb des Plangebietes betroffen.

In den Nachtstunden ist aufgrund der Wärmeabgabe des Plangebäudes und der Reduktion des Vegetationsbestandes ebenfalls mit einer Temperaturzunahme zu rechnen, die sowohl die Flächen innerhalb des Plangebietes als auch die westlich angrenzenden Wohnnutzungen betrifft.

Hinsichtlich des bioklimatischen Belastungsniveaus wird durch die zusätzliche Gebäudeverschattung im Planfall in einigen Teilbereichen eine Verbesserung erzielt. Durch die neue Bebauungssituation und die daraus resultierenden veränderten Durchlüftungs- und Strahlungsverhältnisse bilden sich jedoch innerhalb des Plangebietes zusätzliche Bereiche mit extremen bioklimatischen und thermischen Belastungen aus. Von leichten Zunahmen sind auch einige wenige Wohngebäude außerhalb des Plangebietes betroffen.

Im vorliegenden Fall sollten zur Reduktion der thermischen und bioklimatischen Belastung bei fortschreitender Planung nach Möglichkeit folgende Planungsempfehlungen berücksichtigt werden. Diese können einzeln oder in Kombination umgesetzt zur Reduktion des Belastungsniveaus beitragen.

- Erhöhung der Verschattungswirkung und Verdunstungsabkühlung durch zusätzliche Baumstandorte in Bereichen mit sehr hohen bioklimatischen Belastungen an den Süd- und Westfassaden des Erweiterungsbaus sowie in den stark belasteten Flächen auf dem mittleren bis östlichen Teilbereich des Schulhofes
- Temporäre Verschattungsmaßnahmen, z.B. durch Sonnensegel oder bewachsenen Pergolen, um die Verschattung in den thermisch stark belasteten Bereichen zu erhöhen, insbesondere im Umfeld von Spielflächen
- Über die bislang vorgesehene Gebäudebegrünung hinausgehende Begrünungen in Form von extensiver oder besser intensiver Dachbegrünung und Fassadenbegrünung zur Reduktion der nachmittäglichen Wärmeaufnahme und Erhöhung der Verdunstungsabkühlung
- Klimaoptimierte Gestaltung der Oberflächen im Außenraum durch Entsiegelung und den Einsatz heller oder wasserdurchlässiger Materialien, um die nachmittägliche Wärmeaufnahme zu reduzieren
- Verwendung geeigneter Baumaterialien für Gebäude, um die Wärmeaufnahme in den Tagstunden und die Wärmeabgabe in den Nachtstunden zu reduzieren
- Schaffung von offenen Wasserflächen zur Förderung der Verdunstungskühlung in den sensiblen Bereichen mit hohen PET-Werten
- Schaffung von Regenrückhalteflächen
- Künstliche Bewässerung der Grün- und Rasenflächen, um die Verdunstungskühlung auch während langer Hitze- beziehungsweise Trockenperioden aufrecht zu erhalten



Peutz Consult GmbH

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

i.A. M.Sc. Marisa Fritsch  
(Projektleitung / Projektbearbeitung)

## Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Bebauungsplan "InW 240 – Kreuz-Grundschule" – nördlicher Teilbereich (Stand März 2025)
- Anlage 2: Übersichtslageplan der örtlichen Gegebenheiten im Istfall
- Anlage 3: Übersichtslageplan der örtlichen Gegebenheiten im Planfall
- Anlage 4: Auszug aus der Klimaanalysekarte der Stadt Dortmund für die Umgebung des Plangebiets
- Anlage 5: Auszug aus der Planungshinweiskarte der Stadt Dortmund für die Umgebung des Plangebiets
- Anlage 6: Windrichtungsverteilung an der LANUV-Station Dortmund-Eving im Zeitraum 2014-2023
- Anlage 7: Übersicht der ENVI-met-Modellarchitektur
- Anlage 8: Vegetation im Istfall
- Anlage 9: Vegetation im Planfall
- Anlage 10: Oberflächenbeschaffenheiten und Böden im Istfall
- Anlage 11: Oberflächenbeschaffenheiten und Böden im Planfall
- Anlage 12: Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr im Istfall
- Anlage 13: Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr im Planfall
- Anlage 14: Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr – Planfall minus Istfall
- Anlage 15: Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 4 Uhr im Istfall
- Anlage 16: Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 4 Uhr im Planfall
- Anlage 17: Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 4 Uhr - Planfall minus Istfall

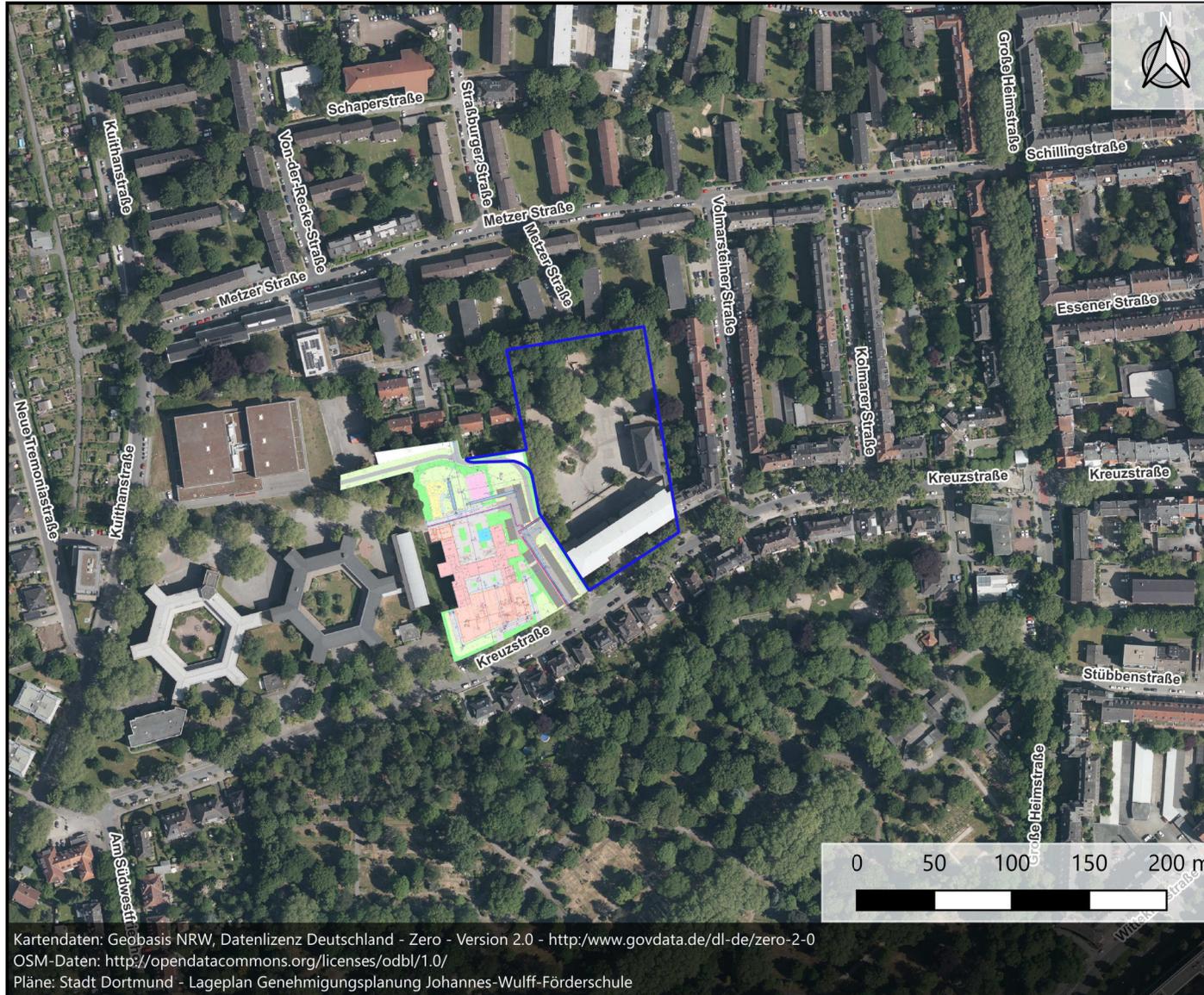
- Anlage 18: PET-Wert in 1,5 m Höhe über Grund am Nachmittag im Istfall
- Anlage 19: PET-Wert in 1,5 m Höhe über Grund am Nachmittag im Planfall
- Anlage 20: PET-Wert in 1,5 m Höhe über Grund am Nachmittag - Planfall minus Istfall

**Anlage 1: Bebauungsplan "InW 240 – Kreuz-Grundschule" – nördlicher Teilbereich (Stand März 2025)**

Quelle: Stadtplanungs- und Bauordnungsamt der Stadt Dortmund



## Anlage 2: Übersichtslageplan der örtlichen Gegebenheiten im Istfall

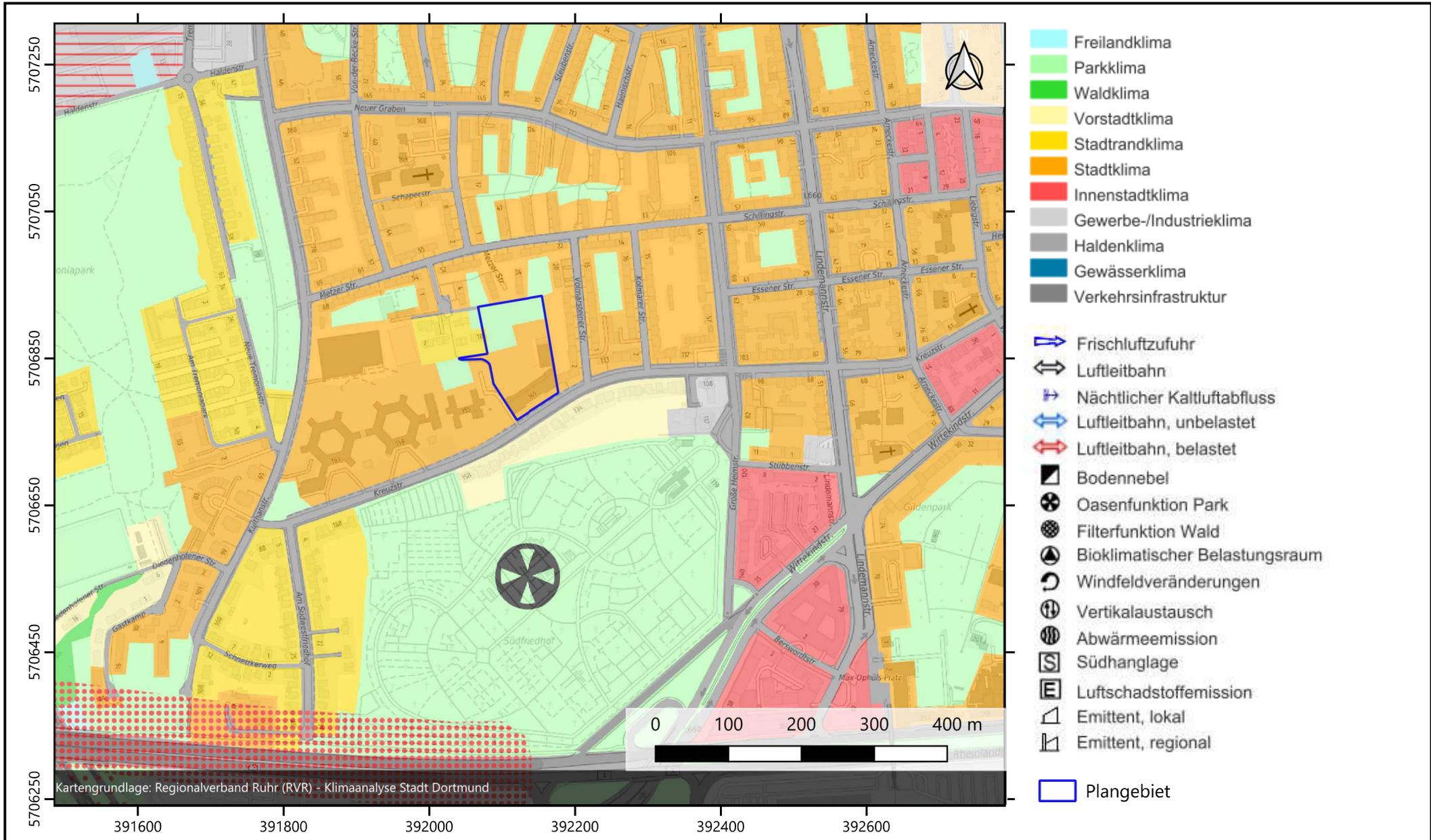


 Plangebiet

### Anlage 3: Übersichtslageplan der örtlichen Gegebenheiten im Planfall



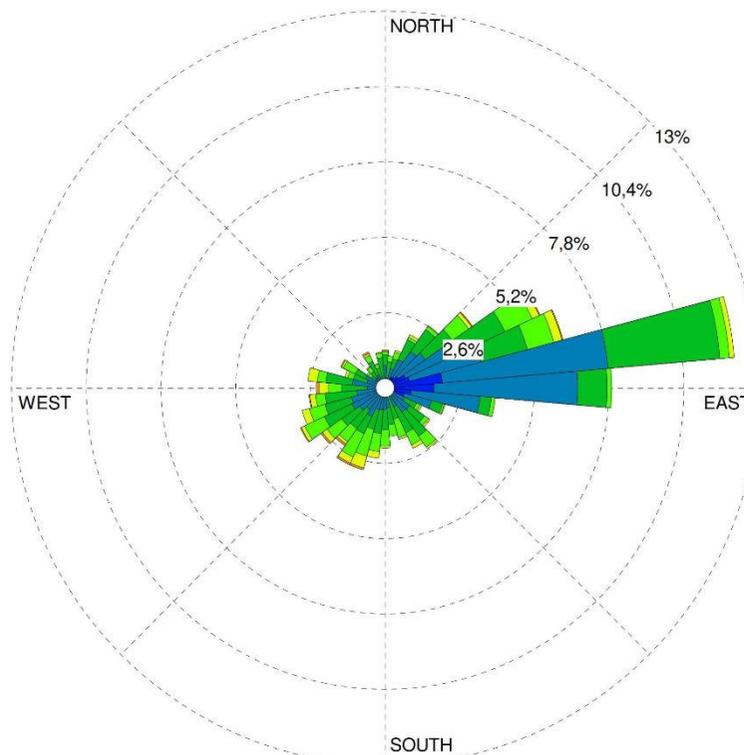
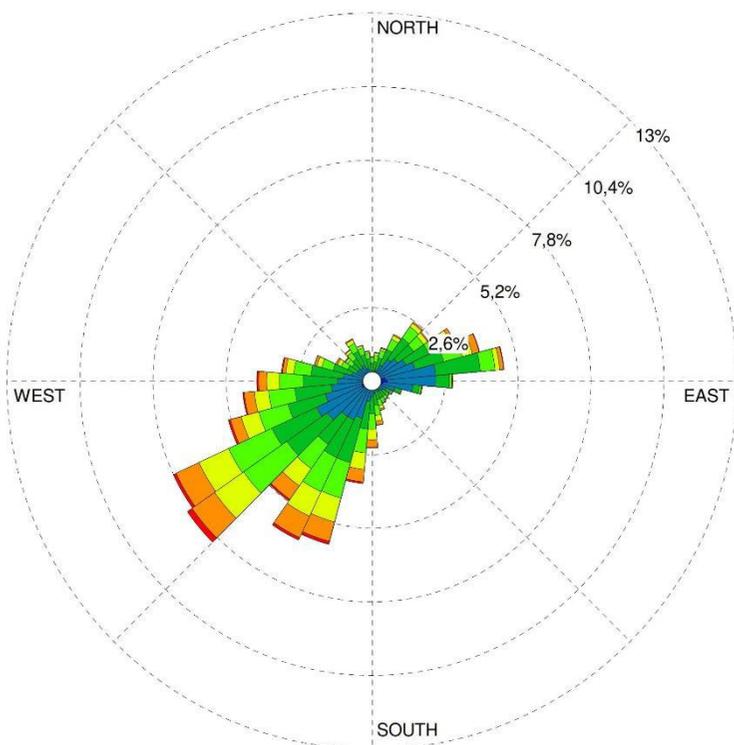
Anlage 4: Auszug aus der Klimaanalysekarte der Stadt Dortmund für die Umgebung des Plangebietes



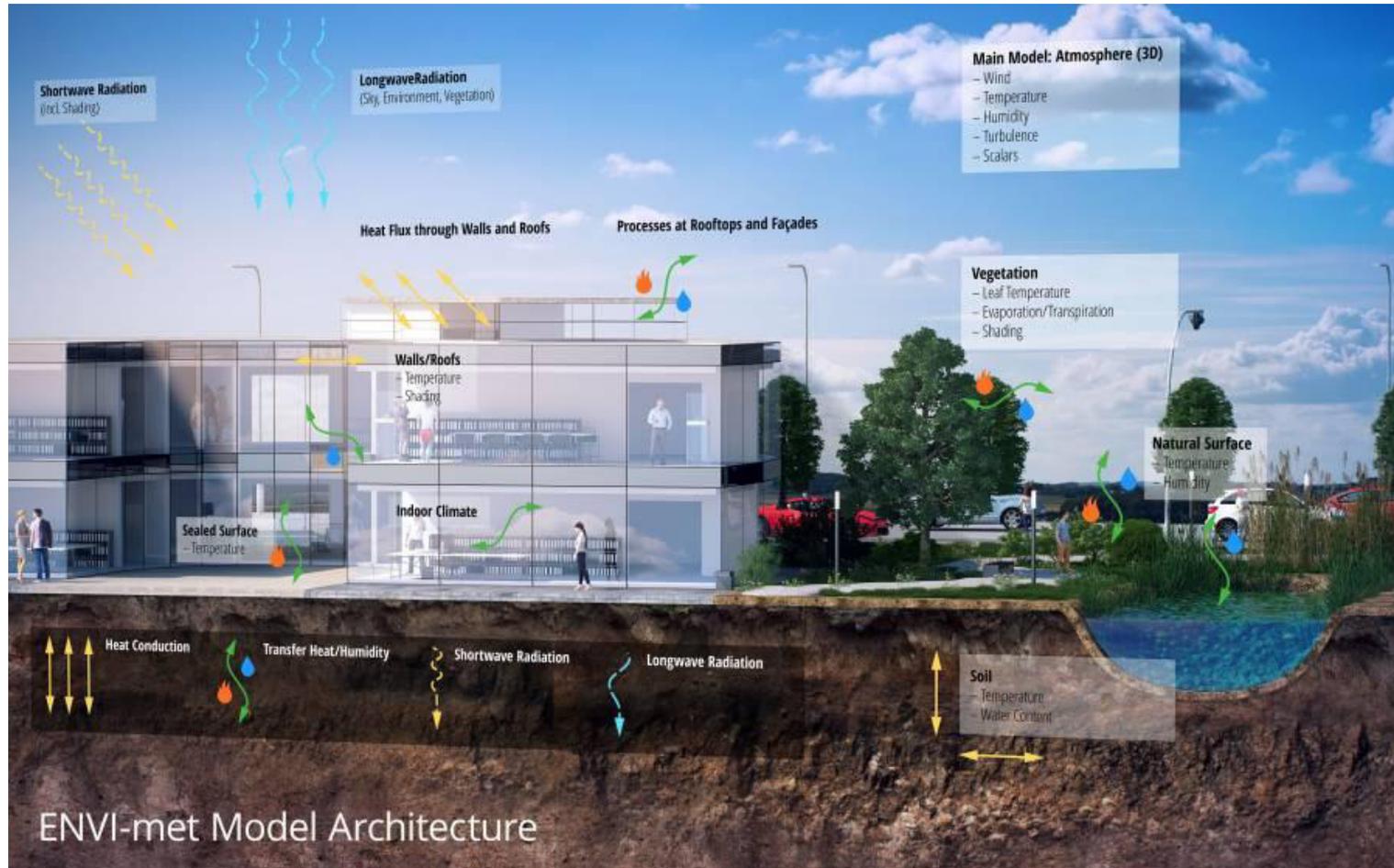


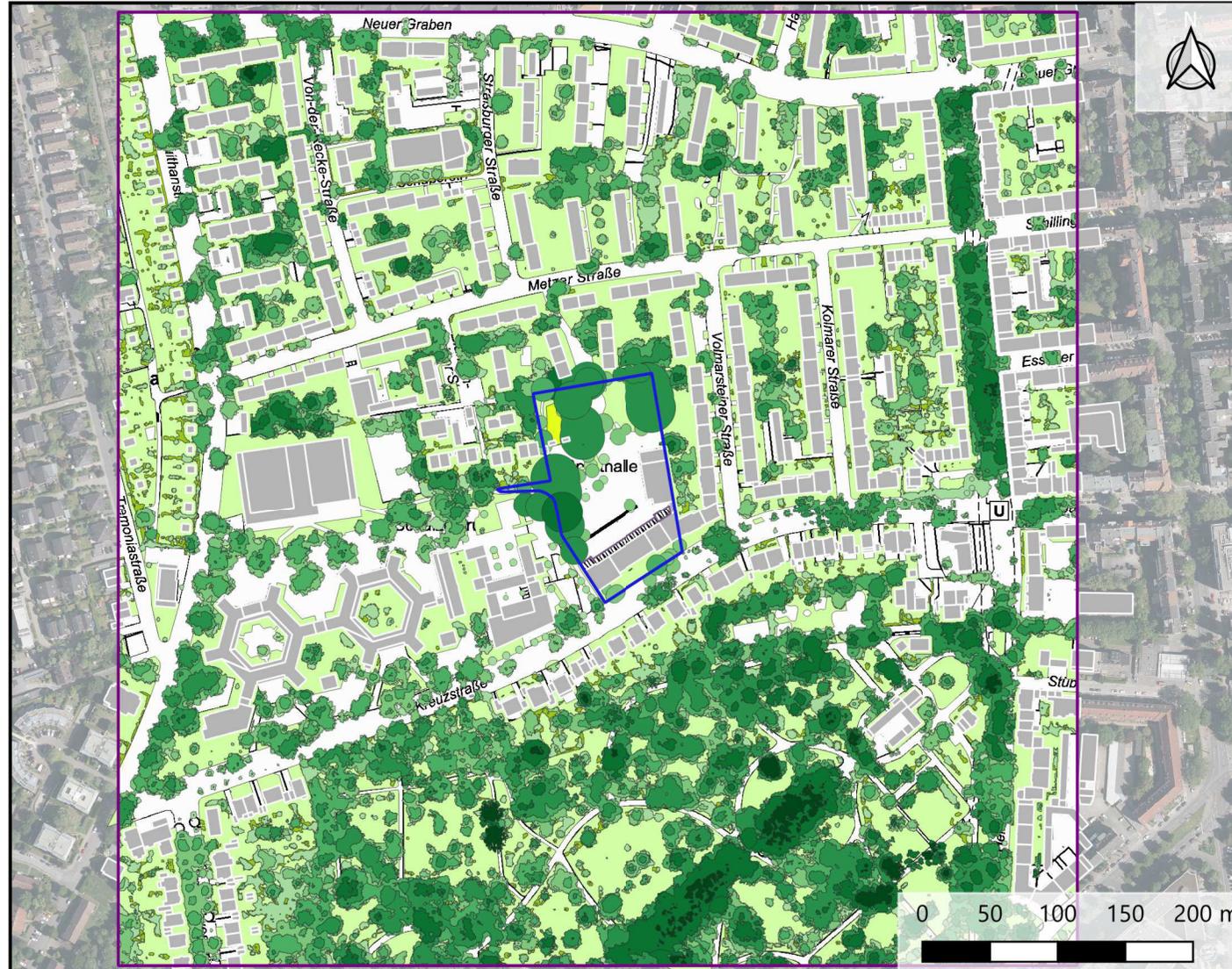
- Alle Situationen -

- Tage mit Tmax > 30 °C -



**Anlage 7: ENVI-met Modellarchitektur**  
Bildquelle: ENVI-met





Vegetation

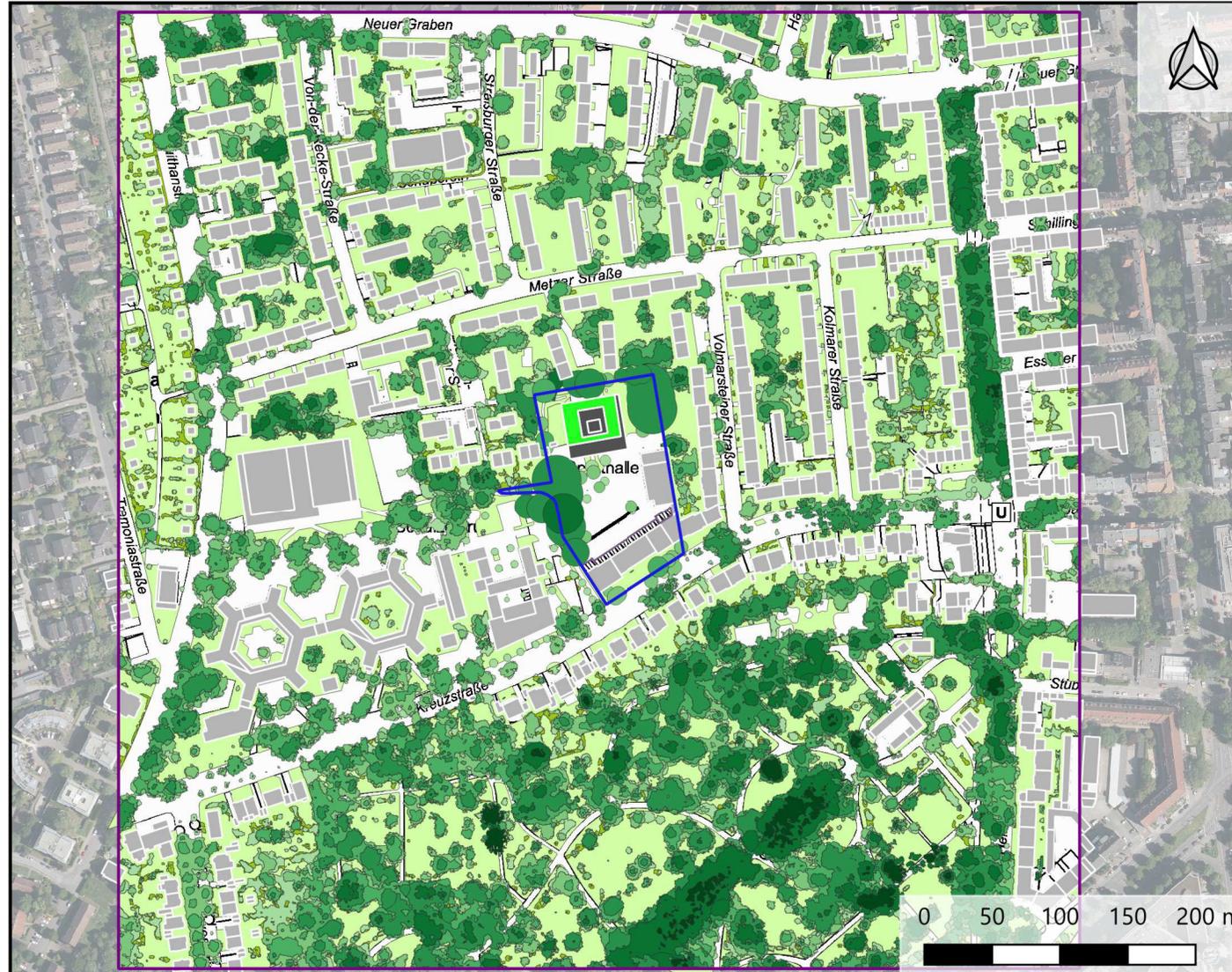
- Baum, 5 m
- Baum, 10 m
- Baum, 15 m
- Baum, 20 m
- Baum, 25 m
- Baum, 30 m
- Gehölz, 1 m
- Strauch, 2 m
- Gras, 10 cm

Überdachung

Bestandsgebäude

Plangebiet

ENVI-met Rechengebiet



Vegetation

- Baum, 5 m
- Baum, 10 m
- Baum, 15 m
- Baum, 20 m
- Baum, 25 m
- Baum, 30 m
- Strauch, 2 m
- Gras, 10 cm

- Bestandsgebäude
- Überdachung
- Plangebäude mit 25 % Fassadenbegrünung
- Plangebäude mit extensiver Dachbegrünung
- Plangebiet
- ENVI-met Rechengebiet

Kartendaten: Geobasis NRW, Datenlizenz Deutschland - Zero - Version 2.0 - <http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>

# Anlage 10: Oberflächenbeschaffenheiten und Böden im Istfall



### Oberflächen / Böden

- Beton / Pflaster
- Asphalt
- wassergebundene Wegedecke
- Kunstrasen
- Tartanplatz
- Sandfläche
- Toniger Schluffboden
  
- Bestandsgebäude
- Überdachung
- Plangebiet
- ENVI-met Rechengebiet

Kartendaten: Geobasis NRW, Datenlizenz Deutschland - Zero - Version 2.0 - <http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>

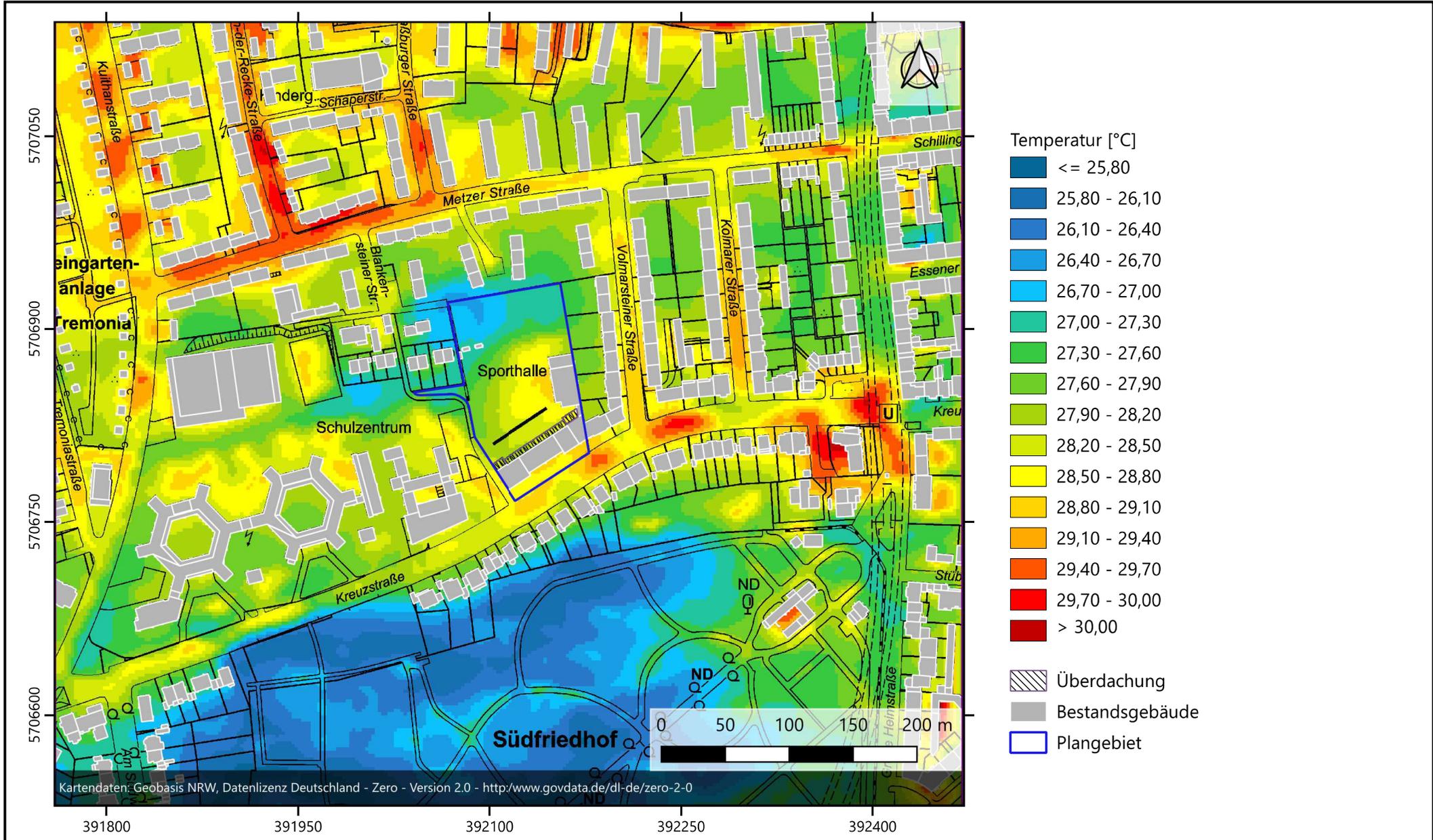


Oberflächen / Böden

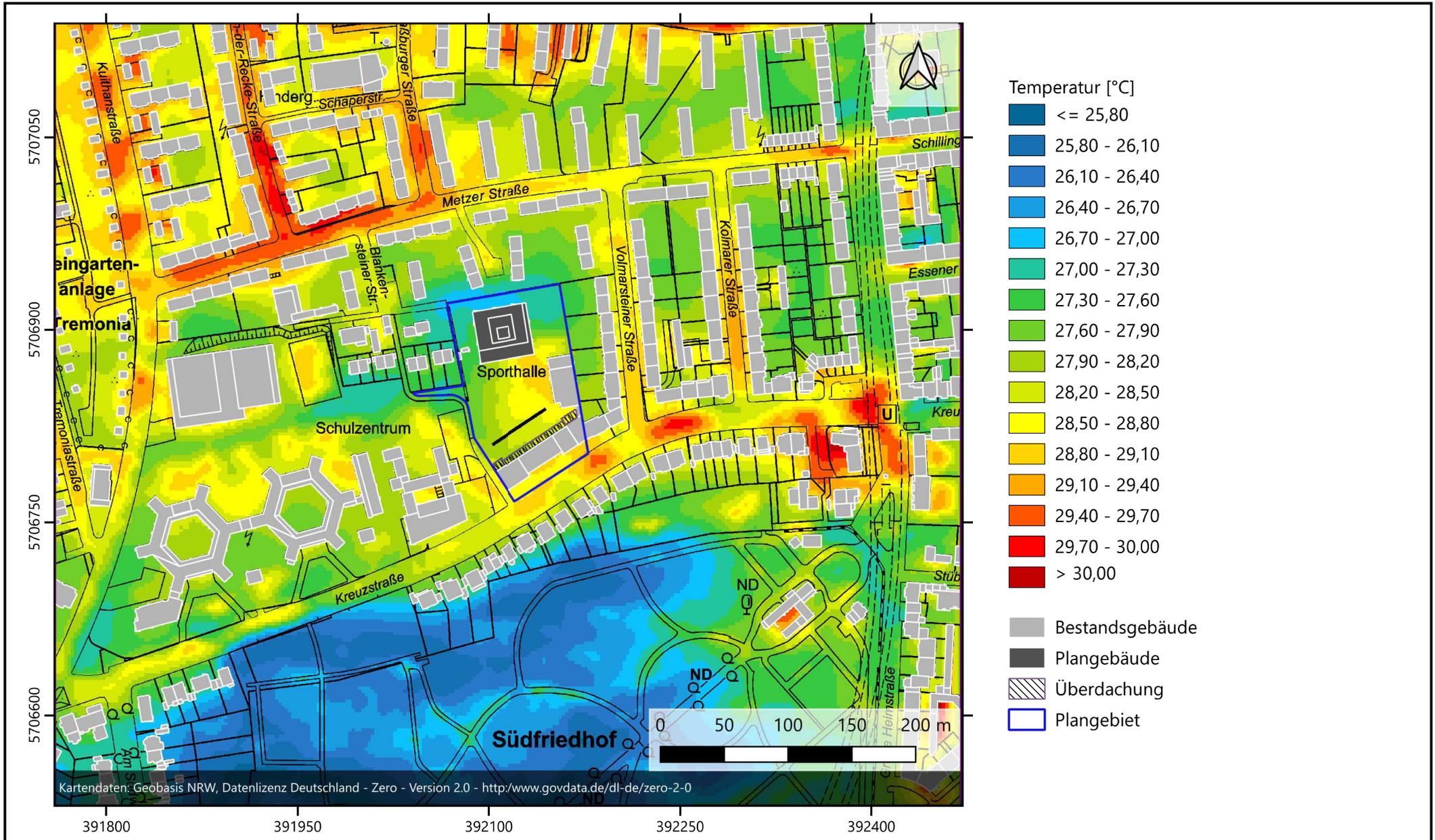
-  Beton / Pflaster
-  Asphalt
-  wassergebundene Wegedecke
-  Kunstrasen
-  Tartanplatz
-  Sandfläche
-  Toniger Schluffboden
  
-  Bestandsgebäude
-  Plangebäude
-  Überdachung
-  Plangebiet
-  ENVI-met Rechengebiet

Kartendaten: Geobasis NRW, Datenlizenz Deutschland - Zero - Version 2.0 - <http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>

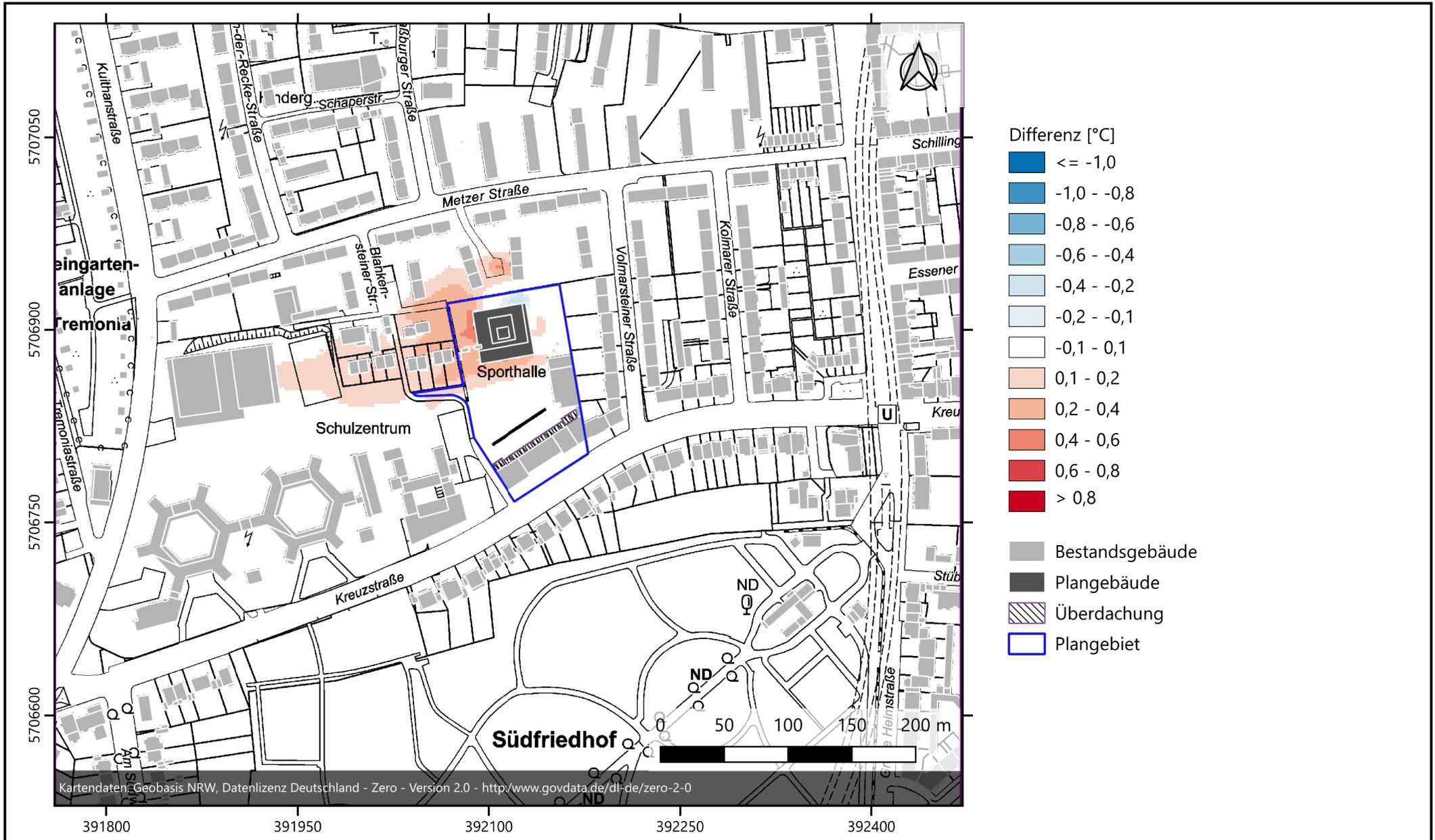
Anlage 12: Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr im Istfall



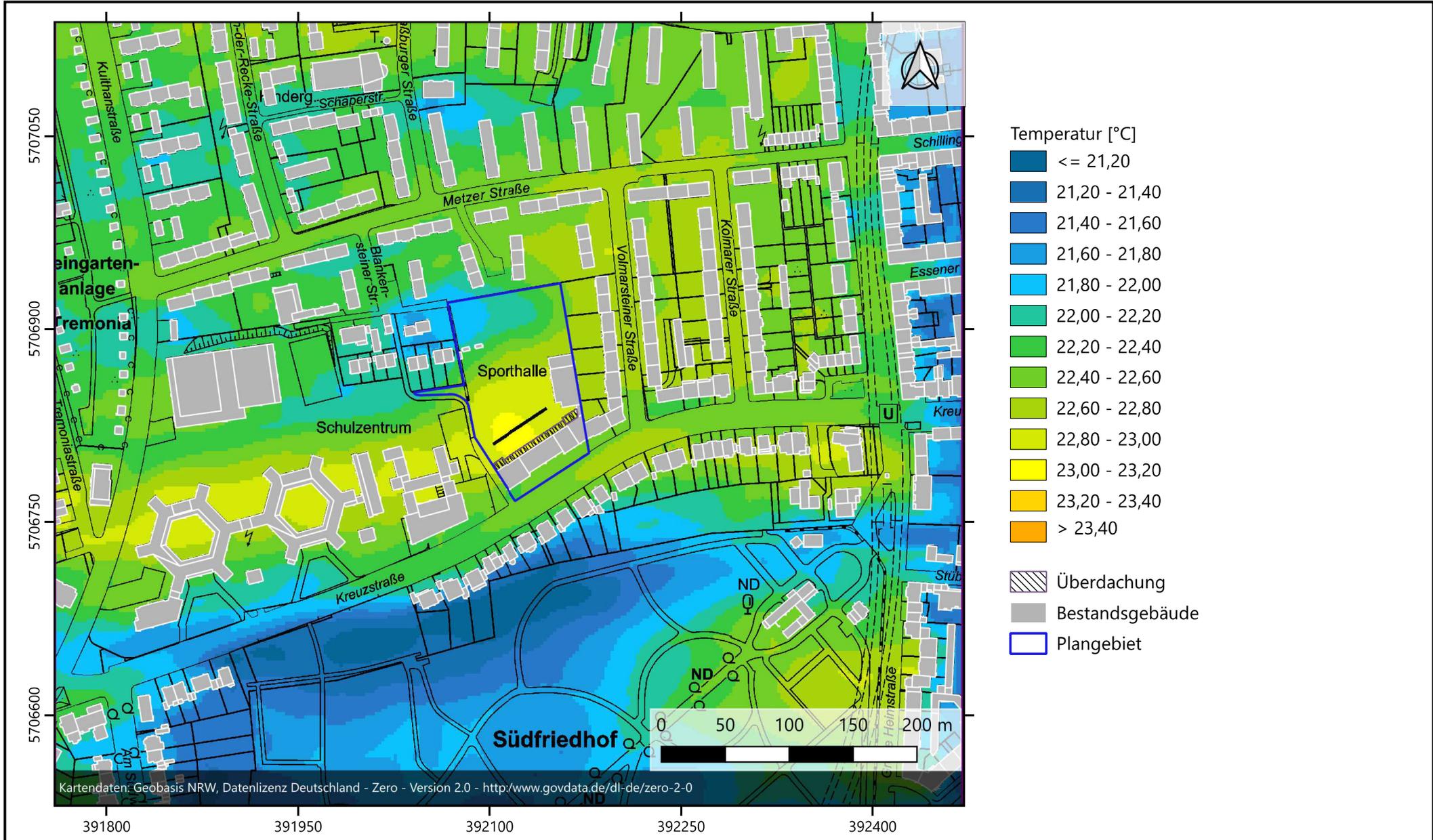
Anlage 13: Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr im Planfall



Anlage 14: Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr - Planfall minus Istfall



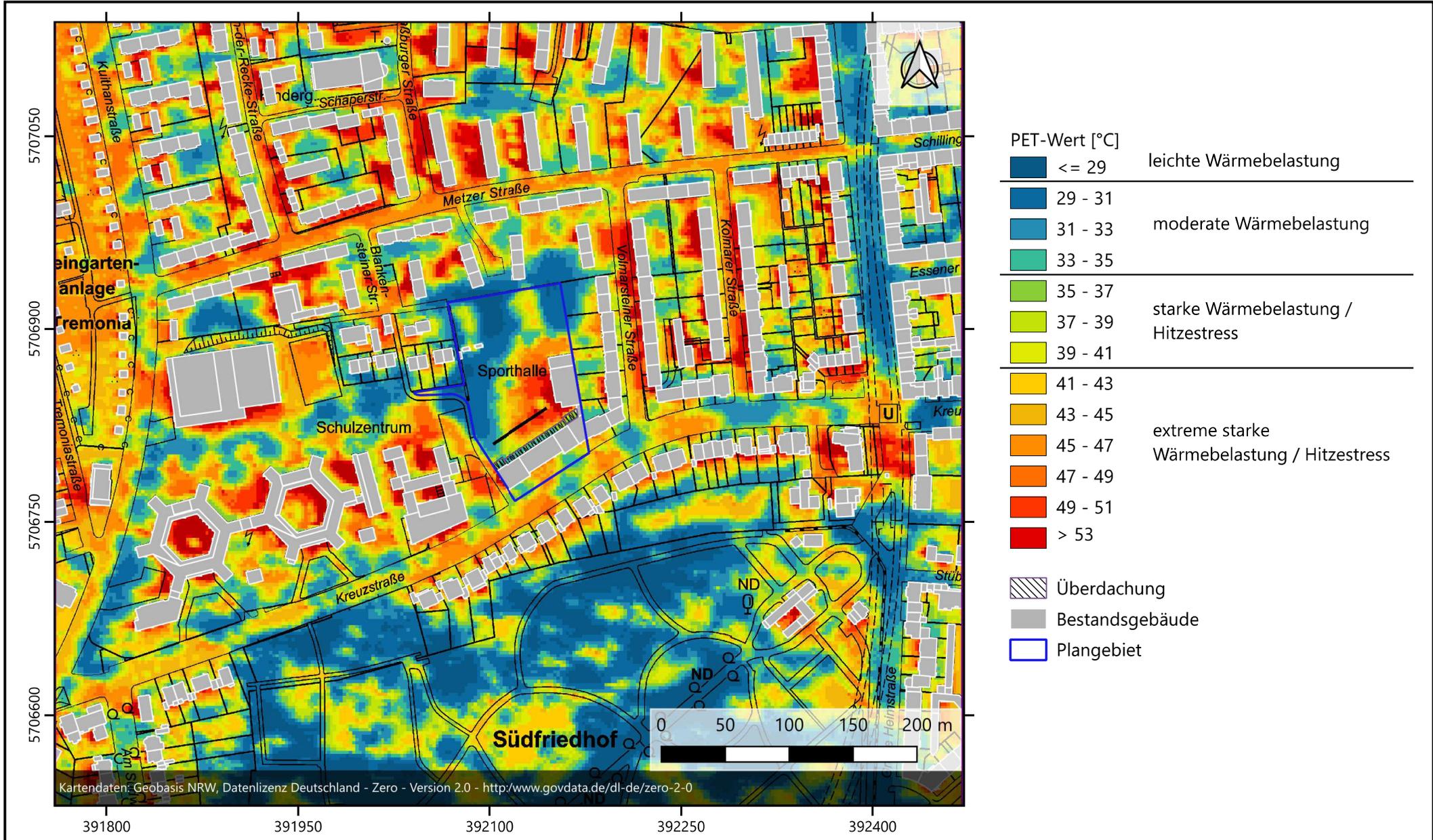
Anlage 15: Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 4 Uhr im Istfall



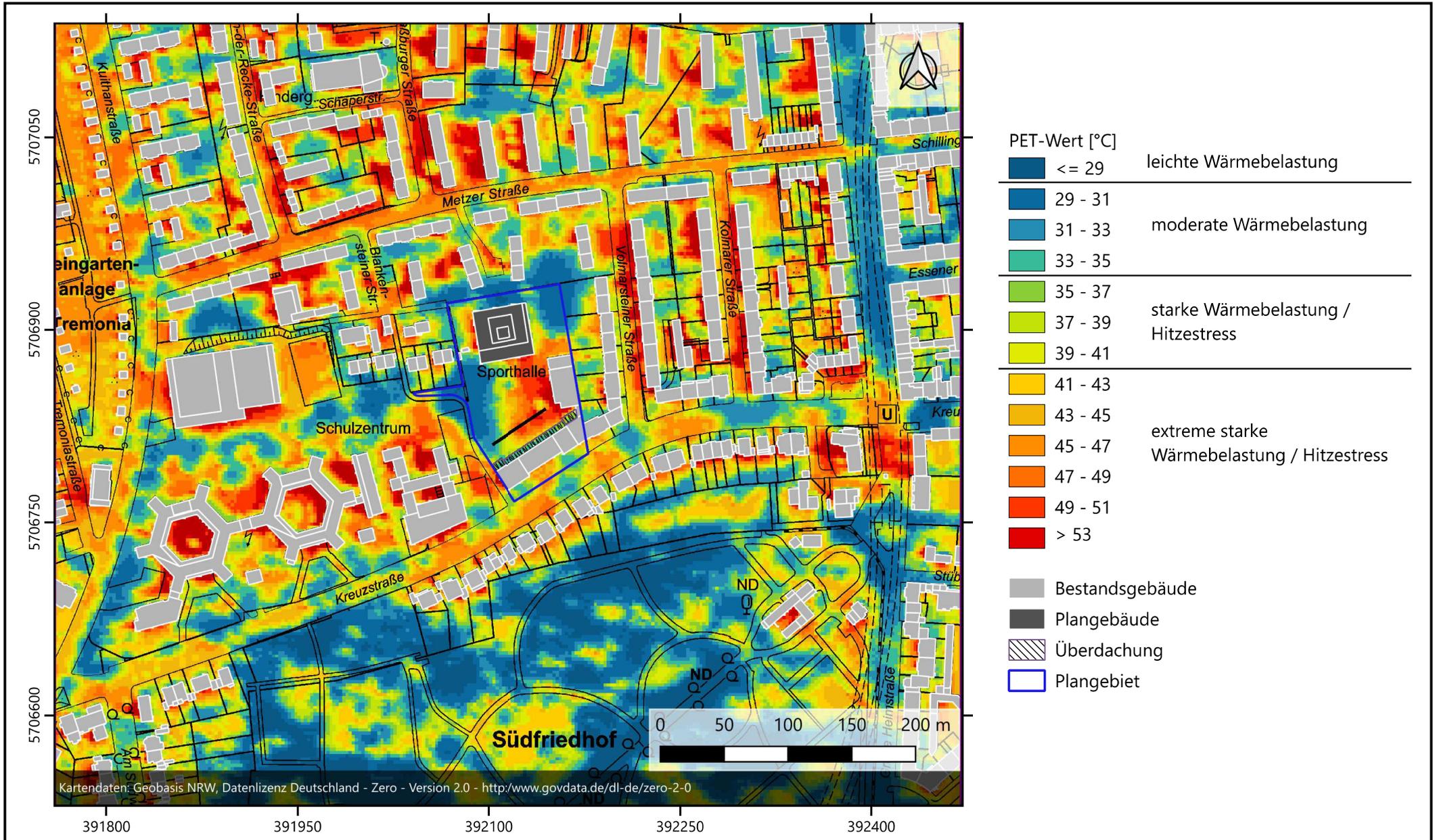




Anlage 18: PET-Wert in 1,5 m Höhe über Grund am Nachmittag im Istfall



Anlage 19: PET-Wert in 1,5 m Höhe über Grund am Nachmittag im Planfall



Anlage 20: PET-Wert in 1,5 m Höhe über Grund am Nachmittag - Planfall minus Istfall

