

Klimauntersuchung für das Vorhaben Südstraße 41 in Herne

Bericht F 9680-1.1 vom 06.06.2023

Auftraggeber: PROLOGIS GERMANY CCXLVIII B.V.
Symphony Offices
Gustav Mahlerplein 17
1082 MS Amsterdam
Niederlande

Bericht-Nr.: F 9680-1.1

Datum: 06.06.2023

Ansprechpartner/in: Frau Zühlke

Dieser Bericht besteht aus insgesamt 70 Seiten,
davon 37 Seiten Text und 33 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
ing. David den Boer
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: DUSSDEDDXXX

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..... 5

2 Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien..... 6

3 Örtliche Gegebenheiten..... 9

4 Grundlagen..... 11

 4.1 Stadtklima..... 11

 4.1.1 Lufttemperatur..... 11

 4.1.2 Windfeld..... 12

 4.1.3 Thermischer Komfort..... 12

 4.2 Klimaanalyse der Stadt Herne..... 13

 4.3 Auswirkungen des Klimawandels..... 14

5 Berechnungsmodell..... 18

 5.1 Modellbeschreibung..... 18

 5.2 Aufbau der Rechengitter..... 18

 5.3 Eingangsdaten..... 19

 5.3.1 Gebäude..... 19

 5.3.2 Vegetation..... 20

 5.3.3 Oberflächen..... 21

 5.3.4 Initialisierungsparameter..... 22

6 Ergebnisse..... 25

 6.1 Lufttemperatur..... 25

 6.1.1 14 Uhr..... 25

 6.1.1.1 Istfall..... 25

 6.1.1.2 Auswirkung des Planvorhabens..... 26

 6.1.2 4 Uhr..... 27

 6.1.2.1 Istfall..... 27

 6.1.2.2 Auswirkung des Planvorhabens..... 27

 6.2 Durchlüftung..... 28

 6.2.1.1 Istfall..... 28

 6.2.1.2 Auswirkung des Planvorhabens..... 28

 6.3 Bioklima (PET)..... 29

 6.3.1.1 Istfall..... 30

 6.3.1.2 Auswirkung des Planvorhabens..... 30

7 Planungsempfehlungen..... 32

8 Zusammenfassung..... 33

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1: Bewertung des thermischen Komforts mit PET..... 13
Tabelle 5.1: Initialisierungsparameter für die Modellberechnungen.....24

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4.1: Prognose der Entwicklung der sommerlichen Wärmebelastung in Herne an
der Südstraße..... 16

1 Situation und Aufgabenstellung

Im Auftrag der Prologis Germany soll der Bebauungsplan Nr. 261 – Südstraße / Koniner Straße [1] in Herne aufgestellt werden. Die Planung sieht eine gewerbliche Entwicklung mit der Errichtung von Logistikhallen vor. Der Geltungsbereich umfasst eine Fläche von 4,4 ha.

In der Stadtklimaanalyse der Stadt Herne von 2018 [4] wird das Plangebiet als Siedlungsbe-
reich mit einer starken Wärmebelastung am Tag bei austauscharmen sommerlichen Wetter-
lagen dargestellt. Für das Bebauungsplanverfahren wird ein stadtklimatologisches Gutach-
ten benötigt, welches die klimatischen Auswirkungen des Planvorhabens innerhalb und au-
ßerhalb der Plangebietsgrenzen aufzeigt. Hierzu werden mithilfe des mikroskaligen Stadtkli-
mamodells ENVI-met in der Version 5.0.3 (Summer Release 2022) Simulationsrechnungen
für den Ist- und Planfall und eine Hauptwindrichtung für einen heißen Sommertag durchge-
führt. In die Berechnungen fließen Gebäudestellungen und -höhen, der Vegetationsbestand
sowie die Oberflächenbeschaffenheit ein.

Die Beurteilung der klimatischen Veränderungen erfolgt anhand der simulierten Temperatur-
verhältnisse 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 über Grund ausgewertet und dargestellt.

Diese Parameter werden jeweils für den Istfall sowie für zwei klimaoptimierte Planvarianten
ausgewertet, welche in einem mehrschrittigen Prozess aus einer Ursprungsplanung hervor-
gegangen sind.

Aus den Simulationsergebnissen des Istfalls und der Planfälle wird abgeleitet, ob weitere
Maßnahmen zur Verbesserung des lokalen Klimas ergriffen werden können.

Die den Berechnungen der Istsituation zugrunde liegenden örtlichen Gegebenheiten sowie
die Abgrenzung des Plangebietes werden in Anlage 1 dargestellt. Anlage 2 und Anlage 3 be-
inhaltet einen Überblick über die lokalen Gegebenheiten für die beiden Planfälle.

2 Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien

Titel / Beschreibung / Bemerkung		Kat.	Datum
[1]	Geltungsbereich des Bebauungsplans Nr. 261 – Südstr./ Koniner Str. - Stadtbezirk Herne Mitte (Plan zum erneuten Aufstellungsbeschluss)	Stadt Herne, zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber	P 18.05.2022
[2]	Entwurf Freiflächenplan Variante 1	Architekturbüro Kühling	P Stand: 23.05.2023
[3]	Entwurf Freiflächenplan Variante 2	Architekturbüro Kühling	P Stand: 23.05.2023
[4]	Klimaanalyse der Stadt Herne (2018)	Stadt Herne, Fachbereich Umwelt- und Stadtplanung	Lit. 2018
[5]	Baumbestand im Bereich des Grundstücks Südstraße 41	Stadt Herne FB Stadtgrün	P 07.06.2022
[6]	Klimaatlas NRW	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: https://www.klimaatlas.nrw.de/karte-klimaatlas	Abruf am: 03.02.2022
[7]	Zeitreihe der Windrichtung und -geschwindigkeit der LANUV-Station Dortmund-Eving aus dem Zeitraum 2011-2020	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen	P 2022
[8]	LOD2-Modell des Untersuchungsgebietes im CityGML-Format	Geoportal NRW: https://www.geoportal.nrw/	P 2022
[9]	Normalisiertes digitales Oberflächenmodell (NDOM) des Untersuchungsgebietes	Geoportal NRW: https://www.geoportal.nrw/	P 2022
[10]	Digitales Geländemodell (DGM) – Gitterweite 2 m	Geoportal NRW: https://www.geoportal.nrw/	P 2022
[11]	Luftbilder aus Drohnenbefliegung	Zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber	P 2022
[12]	Digitale Orthophotos (DOP)	Geoportal NRW: https://www.geoportal.nrw/	P 2022
[13]	Amtliche Basiskarte (ABK) des Untersuchungsgebietes	Geoportal NRW: https://www.geoportal.nrw/	P 2022
[14]	INSPIRE-WFS NW Bodenbedeckungsvektor ALKIS	Geoportal NRW: https://www.geoportal.nrw/	P 2022
[15]	BK 50; Bodenkarte von NRW 1:50.000	Geoportal NRW: https://www.geoportal.nrw/	P 2022

Titel / Beschreibung / Bemerkung		Kat.	Datum
[16]	Rechenmodell ENVI-met, Version 5.0.3 - Summer Release 2022	ENVI_MET GmbH https://www.envi-met.com/	Lit. 2021
[17]	GALK-Straßenbaumliste	GALK e.V., Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz: http://strassenbaumliste.galk.de/	P 2022
[18]	VDI 3787, Blatt 2. Umweltmeteorologie. Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung.	Verein Deutscher Ingenieure	RIL 2021
[19]	VDI 3787, Blatt 8. Umweltmeteorologie. Stadtentwicklung im Klimawandel	Verein Deutscher Ingenieure	RIL 2020
[20]	Stadtklima vor dem Hintergrund des Klimawandels	A. Matzarakis, in Umweltmeteorologie, Nr. 3, 2013	Lit. 2013
[21]	Stadtklima	S. Henninger & S. Weber, 2019	Lit 2019
[22]	Handbuch Stadtklima - Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur-Verbraucherschutz NRW	Lit 2011
[23]	Meteorologie	H. Häckel, 4. Auflage	Lit 1999
[24]	Klimatologie	W. Kuttler, 2. Auflage	Lit 2013
[25]	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
[26]	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

Titel / Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[27] 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 ca. 4,4 ha große Plangebiet weist heute zu einem Großteil gewerblich genutzte Flächen auf. Die zugehörigen gewerblich genutzten Hallen stehen derzeit leer und werden abgerissen. Im Südwesten des Gebietes befindet sich eine Freifläche auf der Wohnbebauung steht. Südlich des Plangebietes verläuft die Südstraße und im Osten wird das Grundstück durch die Koniner Straße begrenzt. Nördlich des Plangebietes verläuft hinter einem Grünstreifen ein Geh- und Radweg. Weiter nördliche befinden sich Logistikhallen, die Freiwillige Feuerwehr Herne sowie das Jobcenter Herne. Östlich schließen kleinere Gewerbebetriebe sowie eine weitere Logistikhalle an das Plangebiet an. Südlich und westlich befinden sich neben weiteren Gewerbebetrieben der Wertstoffhof und ein Betriebshof der Stadt Herne. An die westliche Plangebietsgrenze grenzt zudem unmittelbar das Bürogebäude der Gemeinnützigen Beschäftigungs GmbH mitsamt zugehörigem Parkplatz an. Entlang der Südstraße finden sich vereinzelte Wohnnutzungen. Das nächstgelegene zusammenhängende Wohngebiet liegt etwa 450 m in nordwestlicher Richtung. In östlicher Richtung verläuft in ca. 550 m Entfernung die A 43.

Anlage 1 zeigt einen Übersichtslageplan der Bestandssituation.

In den Berechnungen werden nachfolgend die Entwurfsplanungen Version 1 [2] und Version 2 [3] untersucht. Die Planungen sehen die Errichtung von drei 14 m hohen Gewerbehallen mit zugehörigen PKW- und LKW-Stellplätzen vor. Die beiden Versionen unterscheiden sich nur in der Stellung der nordwestlich gelegenen Halle 2. Diese ist in der Version 1 in einer Nord-Süd-Achse ausgerichtet und der Zugang erfolgt an der östlichen Seite der Halle. Anlage 2 gibt einen Überblick über die Variante.

Die Version 2 ist in Anlage 3 dargestellt und sieht eine Ost-West-Ausrichtung der Halle vor, bei welcher der Zugang an der Nordseite erfolgt. Die verkehrliche Erschließung des Geländes erfolgt in beiden Varianten über die Koniner Straße im Nordosten des Plangebietes sowie über die Südstraße im Süden des Plangebietes.

Folgende Maßnahmen zur klimatischen Optimierung der Planung wurden bereits im Vorfeld dieser Untersuchung in die zu betrachtenden Planvarianten eingearbeitet:

Erhöhung des Baumanteils

Da Bäume sowohl durch Verschattung als auch über Abkühlungsprozesse durch Evapotranspiration zur Verminderung der bodennahen Lufttemperatur beitragen, wurden Baumpflanzungen bzw. -erhaltungen zur Verbesserung des Lokalklimas vorgesehen.

Fassaden- und Dachbegrünung

Für alle Hallen wurde Gebäudebegrünung in Form von Fassadenbegrünung sowie einer extensiven Dachbegrünung berücksichtigt. Fassadenbegrünung liefert zwar keine zusätzliche Verschattung, kann aber die Reflexion von den Gebäuden in Richtung Boden reduzieren und die Verdunstung erhöhen, wodurch sich 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. Über die Kühlwirkung hinaus können Pflanzen (Gebäudebegrünung, Bäume) auch die Luftqualität im Nahfeld verbessern da sie als Senken für Luftschadstoffe dienen [19]. Dachbegrünungen hat ebenfalls eine Kühlwirkung für das Gebäudeinnere und kann zur Regenwasserrückhaltung genutzt werden.

Oberflächen im Außenraum klimaoptimiert gestalten

Um die Verdunstungsleistung auf dem Plangebiet zu erhöhen, wurden die Pkw-Stellplätze als teilversiegelte Flächen (Rasengittersteine) angesetzt.

Gebäudestellung

Auch die Gebäudestellung wurde im Verlauf der Planung klimatisch optimiert. Die Kubaturen der Hallen 2 und 3 wurden verändert, um den Einfluss auf das Windfeld und damit auf das Bioklima auf dem Plangebiet sowie auf dem westlich angrenzenden Grundstück zu minimieren.

4 Grundlagen

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 [25].

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 [23]. 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 [25].

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 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 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 [21].

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 [23].

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 [21]. Auch Kanalisierungseffekte in Straßenschluchten können innerhalb eines Stadtgebietes zu höheren Windgeschwindigkeiten führen. Weiterhin können sich beim Durchströmen der Stadtstrukturen mechanisch und thermisch bedingte Wirbel ausbilden [24].

4.1.3 Thermischer 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 [20]. 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 [18] 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 der nachfolgenden Tabelle 4.1 dargestellt:

Tabelle 4.1: Bewertung des thermischen Komforts mit PET

PET	Thermisches Empfinden	Thermophysiological 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

4.2 Klimaanalyse der Stadt Herne

Zur stadtklimatologischen Einordnung des Plangebietes wird ein Auszug aus der Klimaanalyse der Stadt Herne aus dem Jahr 2018 herangezogen [4]. Grundlage dieser Klimaanalyse sind mesoskalige Klimasimulationen für das gesamte Stadtgebiet. Aus den Modellberechnungen zur Klimaanalyse wurden Planungshinweise abgeleitet, in denen die Umweltaspekte Klima und Lufthygiene eingeflossen sind. Die Hinweise sind in der Planungshinweiskarten zusammengefasst dargestellt sind. Auszüge der Klimaanalysekarte für das Umfeld des Plangebietes sind in Anlage 4 dargestellt. Die daraus resultierenden Planungshinweise sind in Anlage 5 festgehalten.

In der Klimaanalysekarte sind die Klimatope (räumliche Einheiten mit mikroklimatisch einheitlichen Gegebenheiten) innerhalb der Stadt Herne dargestellt. Zusätzlich werden Hinweise zum Luftaustausch und zur Lufthygiene gegeben. Demnach liegt im Plangebiet ein Industrie- bzw. Gewerbeklima, sowie ein Park- und Freilandklima vor. Typisch für ein Industrie- und Gewerbeklimatop ist ein hoher Versiegelungsgrad, der im Sommer zu einer starken Aufheizung der Umgebung und zu Hitzestress führt. Darüber hinaus sind Industrie- und Gewerbeflächen durch Lärm- und Schadstoffemissionen geprägt. Die aktuelle Bebauung ist zudem als „ein Emittent mit lokaler und regionaler Wirkung“ [4] eingestuft. Das Freilandklima zeichnet sich, laut der Klimaanalyse, durch einen ungestörten Temperatur- und Feuchteverlauf aus und dient als Frisch- und Kaltluftproduktionsfläche für eine Stadt. Flächen, denen ein

Parkklima zugeordnet wird, wirken als „Klimaoasen“ in der Stadt. Diese Funktion ist jedoch lokal begrenzt. Im Umfeld des Plangebietes befinden sich weitere Gewerbeklimatope. Sie sind von Park- und Waldklimatopen unterbrochen. In diesen ist die Temperaturamplitude über den Tag, abhängig vom Grad der Vegetation, gedämpft. Die Luftfeuchtigkeit ist höher und es kann sich Kaltluft bilden. Im Südosten grenzt ein Freilandklimatop an das Plangebiet. Diese Fläche dient der Frisch- und Kaltluftproduktion und ist gekennzeichnet durch ein ungestörtes Windfeld sowie einen ungestörten Temperatur- und Feuchteverlauf.

Abgeleitet aus der Klimaanalyse weist die Planungshinweiskarte den Großteil des Plangebietes als Lastraum aus. Die Freihaltung von Belüftungsbahnen ist in diesen Gebieten notwendig, um die Schadstoffbelastung zu minimieren. Es wird darauf hingewiesen, dass die klimatische und lufthygienische Situation auf Gewerbe- und Industrieflächen durch Begrünung wie Baumpflanzungen oder Dach- und Fassadenbegrünungen verbessert werden sollte. Zudem ist die Entsiegelung von Freiflächen insbesondere zu (in diesem Fall nicht vorhandener) angrenzender Wohnbebauung wünschenswert.

Die Freifläche im Südosten des Plangebietes ist Teil eines regional bedeutsamen Ausgleichsraums, welcher sich in südwestlicher Richtung bis zur Dorstener Straße fortsetzt. Diese Fläche sollte demnach als Ausgleichsraum gesichert und aufgewertet werden und von Besiedlung freigehalten werden.

Die Grünflächen im Norden und Osten des Plangebietes werden zudem als Ausgleichsraum städtischer Park- und Grünanlagen eingeordnet. Sie stellen einen bioklimatisch wertvollen Ausgleichsraum dar, der von Bebauung oder Versiegelung freigehalten werden sollte. Vorhandene Vegetationsstrukturen sollten erhalten und ausgebaut werden.

4.3 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 [6] liefert für drei verschiedenen RCP-Klimaszenarien Informationen zur Entwicklung zukünftiger Klimavariablen und -kenntage 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 1,1 °C steigt,
- sich die Anzahl der Heißen Tage und der Tropennächte bis Ende des Jahrhunderts in etwa verdoppelt

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

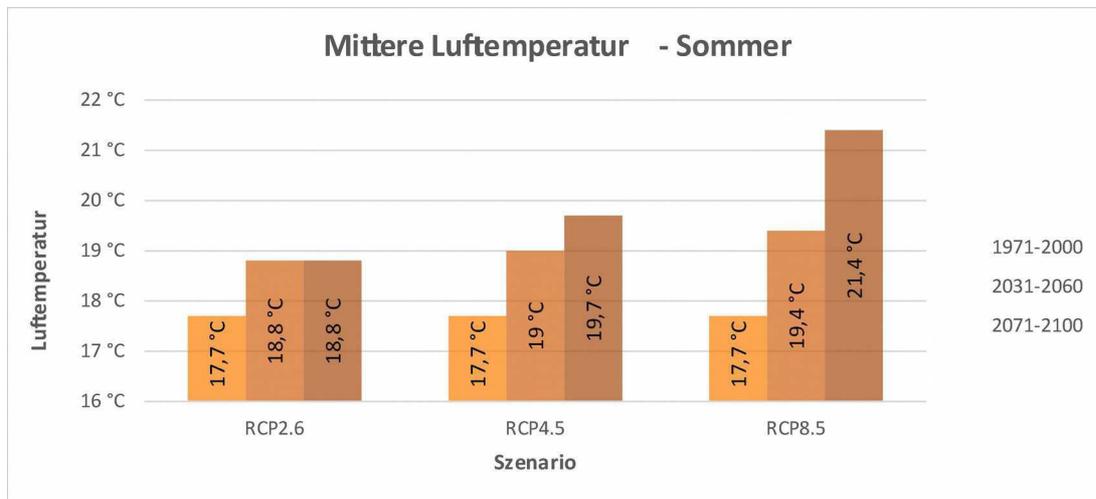
- die mittlere Lufttemperatur im Sommer von 17,7 °C auf 19,7 °C in der „fernen“ Zukunft ansteigt,

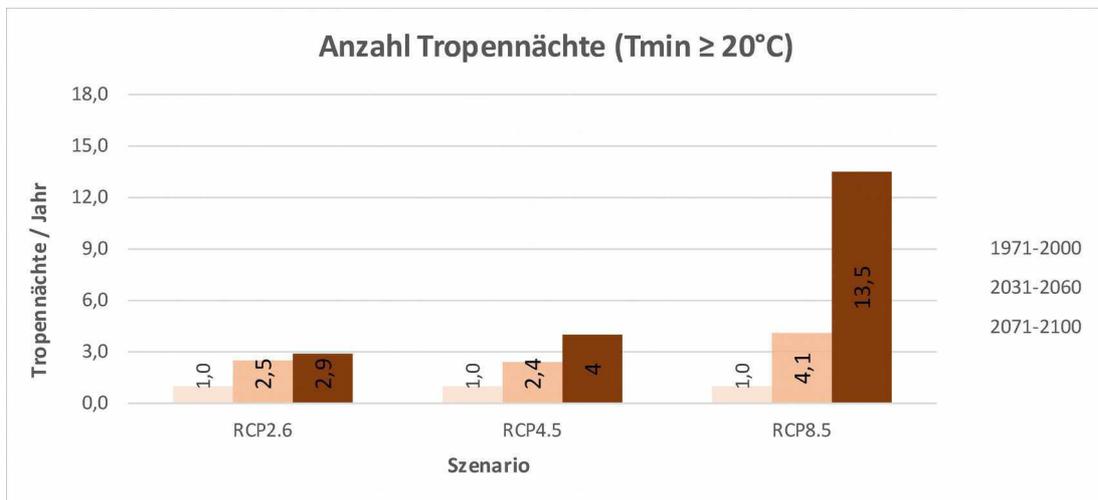
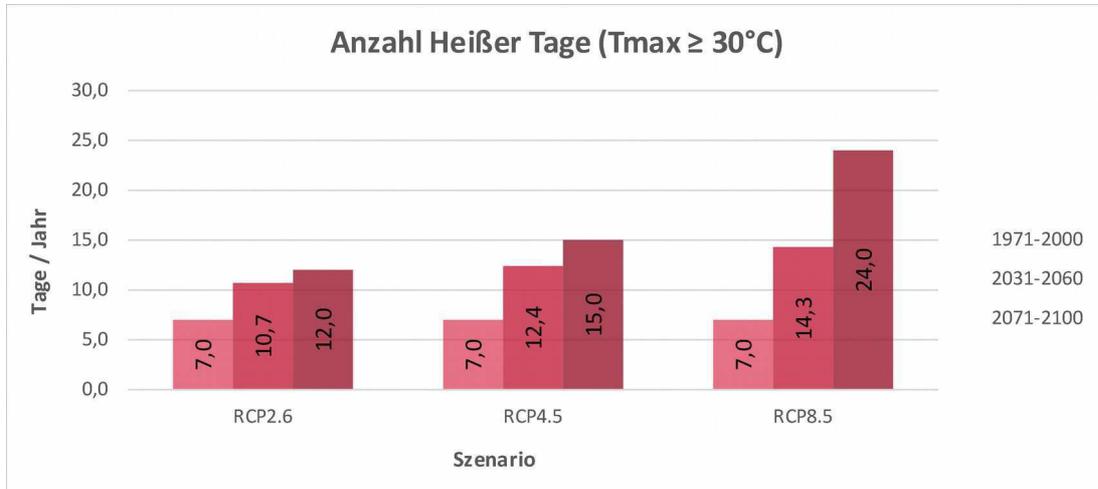
- die Anzahl der Heißen Tage bis zum Jahr 2100 von 7 auf 15 ansteigt und im Schnitt 4,3 Tropennächte pro Jahr auftreten.

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

- sich die sommerlichen Temperaturen im Mittel um 1,7 °C (2031-2060) bzw. um 3,7 °C (2071-2100) erhöhen
- sich bis zum Ende des Jahrhunderts die Anzahl der Heißen Tage mehr als verdreifacht und im Mittel 13,5 Tropennächte pro Jahr auftreten werden.

Abbildung 4.1: Prognose der Entwicklung der sommerlichen Wärmebelastung in Herne an der Südstraße





5 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) [16] für die nachfolgend aufgeführten Varianten mit der bei sommerlichen Wetterlagen auftretenden Hauptwindrichtung Südost durchgeführt:

Istfall:	Bestandsbebauung, aktueller Vegetationsbestand und aktuelle Oberflächenbeschaffenheit
Planfall „Halle 2 vertikal“:	Zukünftige Bebauungssituation nach Realisierung der Planung abgeleitet aus der Entwurfsplanung Version 1 [2]
Planfall „Halle 2 horizontal“:	Zukünftige Bebauungssituation nach Realisierung der Planung abgeleitet aus der Entwurfsplanung Version 2 [3]

Anhand der Ergebnisse dieser drei Varianten werden nach Bedarf anschließend Planungsempfehlungen zur Minimierung negativer lokalklimatischer Folgen erarbeitet.

5.1 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.

5.2 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 750 m in x- und 752 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 14 m erhöht sich die vertikale Zellausdehnung um jeweils 15 %. Bei einer Anzahl von 30 Gitterzellen in z-Richtung ergibt sich hieraus eine maximale Modellhöhe von 78,1 m.

5.3 Eingangsdaten

5.3.1 Gebäude

Gebäude sind ein maßgeblicher Einflussfaktor für die typische Ausprägung des Stadtklimas. Die in ihnen verbauten Materialien wie z. B. Stahl und Beton heizen sich im Tagesverlauf aufgrund ihrer Wärmespeichereigenschaften deutlich stärker auf als eine unversiegelte Freifläche. Die über den Tag gespeicherte Wärme wird während der Nacht wieder an die Umgebungsluft abgegeben.

Tagsüber lassen sich aber auch gegenläufige Effekte feststellen. So können sich durch Gebäude verschattete Flächen in Bodennähe deutlich weniger stark aufheizen als unverschattete Freiflächen. Zudem wird der Luft, durch die Zwischenspeicherung in den Gebäuden, Wärme entzogen. Dementsprechend ist der städtische Wärmeinseleffekt nachts oftmals deutlich ausgeprägter als am Tag.

Neben dem Einfluss auf den Wärmehaushalt beeinflusst die dichte Bebauungsstruktur einer Stadt zudem die Windverhältnisse. Aufgrund der gegenüber dem Umland deutlich erhöhten Rauigkeit ist die mittlere Windgeschwindigkeit in städtischen Gebieten oftmals deutlich reduziert mit entsprechenden negativen Auswirkungen auf die Durchlüftung. Daher kann die nachts abgegebene Wärme nicht oder nicht vollständig aus der Stadt ausgetragen werden.

Lage und Höhe der Bestandsbebauung außerhalb des Plangebietes im Untersuchungsgebiet wurden aus dem vom Land NRW zu Verfügung gestellten LOD2-Gebäudemodell [8] abgeleitet. Anlage 1 zeigt hierzu den berücksichtigten Gebäudebestand im Istfall. Anlage 2 und Anlage 3 zeigen den Gebäudebestand sowie die Plangebäude der beiden Planfälle, welche auf Grundlage der Versionen 1 und 2 der Entwurfsplanung [2][3] abgeleitet wurden.

Neben der Lage und Höhe müssen den Gebäuden in ENVI-met auch thermische und strahlungstechnische Eigenschaften zugewiesen werden. Hierfür wurden anhand von Luftbildern und einer Ortsbesichtigung die Fassaden und Dächer anhand ihrer Oberflächenfarbe in helle und dunkle Oberflächen unterteilt. Für helle Fassaden und Dächer wurde eine Albedo von 0,5 und für dunkle Fassaden und Oberflächen eine Albedo von 0,2 berücksichtigt. Darunter wurde ein ENVI-met Standardaufbau mit einer moderaten Isolierung angenommen.

Neben den Dach- und Fassadenmaterialien können in ENVI-met auch Gebäudebegrünungen berücksichtigt werden. Für die Plangebäude wurden nach Absprache mit dem Auftraggeber alle Fassaden, welche nicht der Anlieferung dienen, begrünt. Zudem wurde für die Halle 2 und 3 sowie den östlichen Teil der Halle 1 eine extensive Dachbegrünung angenommen. Der Umfang der Begrünung ist in Anlage 8 und Anlage 9 dargestellt.

Die Rauminnentemperatur beträgt bei allen Gebäuden zum Startzeitpunkt der Simulationsrechnung 20 °C.

5.3.2 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) [9]. Mithilfe von Baumbestandserfassungen im Bereich der Südstraße [5], zur Verfügung gestellt durch die Stadt Herne, konnte zudem die Baumart verschiedener Bäume im Umfeld des Plangebietes ermittelt werden. Mit Hilfe der im Internet veröffentlichten Straßenbaumliste der Deutschen Gartenamtsleiterkonferenz [17] 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 von der Stadt Herne erfassten Bäumen wurde pauschal ein „dichter“ Belaubungsgrad zugewiesen.

Die geplanten Baum-Neupflanzungen wurden den Entwurfsplanungen [2][3] entnommen. Da zum Zeitpunkt der Untersuchung noch keine Baumarten feststanden, wurde den Bäumen pauschal ein dichter Belaubungsgrad zugewiesen.

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 7 und Anlage 9 sind die in die Berechnungen eingehenden Vegetationsbestände für den Ist- und den Planfall dargestellt.

5.3.3 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. Über 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.

Anders als bei den versiegelten Flächen werden bei unversiegelten Grünflächen zusätzlich die Bodeneigenschaften des Untergrundes berücksichtigt, da sich je nach Bodenart und damit einhergehender Korngrößenzusammensetzung unterschiedliche Versickerungsraten und Wasserspeicherfähigkeiten ergeben. Die benötigten Informationen zu den Bodenprofilen wurden auf Grundlage des Informationssystems „Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen im Maßstab 1:50.000 (BK50)“ [15] erfasst und den unversiegelten Freiflächen im Ist- und Planfall zugewiesen

Die versiegelten Flächen im Bestand inner- und außerhalb des Plangebietes wurden anhand aktueller Orthofotos [12] sowie anhand von ALKIS - Bodenbedeckungsdaten des Landes NRW [14] erfasst. Für Straßen wurde hierbei Asphalt, für weitere versiegelte Flächen wie z.B. Parkplätze Beton bzw. Pflaster als Versiegelungsmaterial vorgegeben.

Die Ableitung der Oberflächenarten für die Planfälle erfolgte auf Grundlage der Entwurfsplanungen [2][3]. Hierbei wurde für die Fahrwege Asphalt und für die Stellplätze Beton angesetzt.

Anlage 10, Anlage 11 und Anlage 12 zeigen die ins Modell einfließenden Oberflächenbeschaffenheiten für den Istfall und die beiden Planfälle.

5.3.4 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.

Im vorliegenden Fall wurde ein Simple-Forcing mit einem typischen Temperatur- und Feuchtigkeitstagesgang für einen Sommertag mit einer Maximaltemperatur von 30 °C angewandt. Die Amplitude der Lufttemperatur reicht hierbei von 20,0 °C um 5 Uhr morgens bis zu 30,0 °C um 16 Uhr. Die Werte der relativen Feuchte schwanken zwischen 75 % um 5 Uhr und 30 % um 16 Uhr.

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 Schwachwindsituation. Zur Ableitung der zu untersuchenden Windrichtungen wurden Wetterdaten von der LANUV-Station in Dortmund-Eving herangezogen. Die Station liegt etwa 17 km östlich des Untersuchungsgebietes und gibt sehr gut die typische Windrichtungsverteilung im nördlichen Ruhrgebiet wieder.

Anlage 13 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 an der Station bevorzugt aus einer südwestlichen Richtung weht. Ein sekundäres Windrichtungsmaximum entfällt auf östliche und nordöstliche Windrichtungen.

An Hitzetagen wird die Windrichtungsverteilung hingegen durch die östliche Anströmungsrichtung dominiert. Anströmungen außerhalb des östlichen Sektors treten an heißen Tagen nur sehr selten auf.

Aufgrund des deutlichen Maximums aus östlicher Richtung wird im Rahmen der Klimasimulationen zur Hitzebelastung nachfolgend die Windrichtung Ost (80°) untersucht.

Die Berechnungen umfassen insgesamt 36 Stunden 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 Modell-Einschwingphase.

Als Eingangsparameter zur Berechnung des thermischen Komforts mittels des PET-Wertes werden die Standardeinstellung gemäß der Norm DIN EN ISO 7730 verwendet [26]. 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 84,5 W. Weiterhin wird ein Bekleidungsindex von 0,9 einbezogen, was einem leichten Anzug entspricht.

Die nachfolgende Tabelle 5.1 dokumentiert die wichtigsten Initialisierungsparameter der Simulationsrechnungen:

Tabelle 5.1: Initialisierungsparameter für die Modellberechnungen

Initialisierungsparameter	Startwert
Geographische Position	51,52°N, 7,20°E
Startzeit der Simulation	20.06., 05:00 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 z0	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 %
mittlere Schicht (20 – 50 cm)	80,0 %
tiefe Schicht (50 – 200 cm)	70,0 %
Gesteinsschicht (> 200 cm)	70,0 %

6 Ergebnisse

Die Berechnungen wurden mit den dokumentierten Eingangsdaten für den Ist- und die beiden Planfälle für die östliche Anströmungsrichtung durchgeführt. Zur Bestimmung der thermischen Belastung wurden die beiden Kenngrößen Lufttemperatur und PET-Wert analysiert. Dabei wird die Lufttemperatur zu zwei verschiedenen Tageszeiten (14 Uhr – wärmste Stunde des Tages und 4 Uhr – kälteste Nachtstunde) ausgewertet und dargestellt, während in der Ergebnisauswertung zum PET-Wert der Mittelwert zwischen 12 und 16 Uhr visualisiert wird.

Für die Untersuchung zur Durchlüftung wurde das bodennahe (1,5 m ü. Grund) Windfeld um 14 Uhr analysiert, ausgewertet und dargestellt. Die Windfelder zu anderen Tageszeiten unterscheiden sich nur unwesentlich von der 14 Uhr Situation und werden daher nicht analysiert.

Für die Situation am Nachmittag wurde der PET-Wert und die Lufttemperatur zur besseren Beurteilung der thermischen Belastung herangezogen. Für die Nachtsituation wurde nur die Lufttemperaturverteilung um 4 Uhr analysiert und dargestellt.

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist grundsätzlich zu beachten, dass die Berechnungsergebnisse die stadtklimatologischen Verhältnisse unter den zugrunde gelegten, für einen Hitzetag repräsentativen Einström- und Rahmenbedingungen (vgl. Kapitel 5.3.4) darstellen. Änderungen der aufgeführten Initialisierungsparameter werden zu abweichenden Ergebnissen führen.

6.1 Lufttemperatur

6.1.1 14 Uhr

Anlage 14 bis Anlage 18 zeigen die simulierten Lufttemperaturen in 1,5 m Höhe für die untersuchte Hauptwindrichtung an Hitzetagen (80°) für den Ist- und die beiden Planfälle sowie die sich hieraus ergebenden planungsbedingten Temperaturdifferenzen am Nachmittag (14 Uhr).

6.1.1.1 Istfall

Die Ergebnisse der Simulationsrechnungen für den Bestandsfall zeigen am Nachmittag innerhalb des Plangebietes Temperaturen zwischen 27,9 °C und 29,1 °C. Die höchsten Temperaturen werden auf der Freifläche im Norden des Plangebietes prognostiziert, da diese unverschattet ist und sich der Boden somit stärker erwärmt als verschattete Bereiche. Darüber hinaus ist der Boden an dieser Stelle versiegelt, wodurch keine Feuchtigkeit verdunsten

kann, welche der umgebenden Luft Energie bzw. Wärme entziehen würde. Der gegenteilige Effekt zeigt sich innerhalb des Plangebietes in mit Bäumen bewachsenen Bereichen. Durch die Verschattung und die ermöglichte Verdunstung von Wasser stellen sich an der Koninger Straße und im südwestlichen Abschnitt des Plangebietes die geringsten Temperaturen mit zum Teil weniger als 28 °C ein.

Durch die Realisierung des Planvorhabens ändert sich die Gebäudestellung, die Oberflächenbeschaffenheit und der Vegetationsbestand auf dem Plangebiet.

6.1.1.2 Auswirkung des Planvorhabens

Die Abbildungen in Anlage 15 bis Anlage 18 zeigen die Auswirkungen des Planvorhabens für beide Planvarianten.

Es wird deutlich, dass aus der Realisierung der Planvariante „Halle 2 vertikal“ (s. Anlage 15) in den Nachmittagsstunden überwiegend Erwärmungen innerhalb der Plangebietsgrenzen resultieren. Diese strahlen zudem auf die Umgebung aus. Die mit 1 °C stärksten Erwärmungen werden zwischen der Halle 1 und den Hallen 2 und 3 sowie am westlichen Rand des Plangebietes prognostiziert. Die Temperaturen steigen in diesen Bereichen auf bis zu 30,2 °C an. Hervorgerufen werden diese Erwärmungen durch den erhöhten Versiegelungsgrad, fehlende Verschattung durch Bäume sowie die zum Teil verminderte Durchlüftung (vgl. Kapitel 6.2). Die durch die Planung induzierten Erwärmungen reichen hierbei bis zu 120 m über das Plangebiet hinaus und betragen in dieser Entfernung noch mindestens 0,1 °C (siehe Anlage 17). Somit sind von Temperaturerhöhungen im Umfeld neben dem westlich des Plangebietes gelegenen Schulungsgebäude auch noch die einzelnen Wohngebäude entlang der Südstraße knapp betroffen.

In der Planvariante „Halle 2 horizontal“ (s. Anlage 16 und Anlage 18) zeigt sich ein ähnliches Bild. Aufgrund der veränderten Stellung der Halle 2 ändert sich die Verteilung der Temperaturzunahmen. Der Anteil von Flächen mit planungsbedingten Temperaturerhöhungen ist jedoch mit der ersten Variante vergleichbar.

Aufgrund der relativ starken Erwärmung von mehr als 1,0 °C in Teilbereichen des Plangebietes sollte in diesen wärmebelasteten Bereichen, die für den Aufenthalt vorgesehen sind, lokale Maßnahmen zur Verringerung der Temperaturzunahme geprüft werden.

6.1.2 4 Uhr

Anlage 19 bis Anlage 23 zeigen die simulierten Lufttemperaturen in 1,5 m Höhe für den Ist- und Planfall sowie die sich hieraus ergebenden planungsbedingten Temperaturdifferenzen für die untersuchte Anströmungsrichtung um 4 Uhr am Morgen.

6.1.2.1 Istfall

In den frühen Morgenstunden zeigen sich im gesamten Rechengebiet deutlich geringere Temperaturen als am Nachmittag. Auf dem Plangebiet betragen die Temperaturen im Bestandsfall 23 °C bis 24 °C. Das Temperaturniveau ist sehr homogen. Nur im Nordosten des Gebietes zeigen sich etwas geringere Temperaturen als auf dem restlichen Plangebiet.

6.1.2.2 Auswirkung des Planvorhabens

Auch um diese Uhrzeit sind die Unterschiede zwischen den beiden Planvarianten gering. Die durch das Planvorhaben hervorgerufenen Veränderungen fallen anders als in den Nachmittagsstunden eher gering aus. Nördlich der Halle 1 sowie westlich des Plangebietes zeigen sich leichte Abkühlungstendenzen von bis zu 0,3 °C. Die Temperaturen liegen in den beiden Planfällen größtenteils zwischen 23,50 °C und 23,75 °C. Erwärmungstendenzen werden nicht prognostiziert.

Die Abkühlungstendenzen sind vor allem auf den Wegfall des zum Teil dichten Baumbestandes innerhalb des Plangebietes zurückzuführen. Baumgruppen mit einer hohen Belaubungsdichte sind in der Lage, den Temperaturverlauf im Tagesgang zu dämpfen. Tagsüber ist die Lufttemperatur in ihrer Nähe geringer als in unverschatteten und versiegelten Bereichen, da die Bäume ihre Umgebung verschatten und der Luft durch Verdunstungskühlung Wärme entziehen. Nachts hingegen reflektiert das dichte Blattwerk die vom Boden ausgehende langwellige Strahlung, so dass die bodennahe nächtliche Abkühlung gegenüber einer Freifläche ohne Baumbewuchs in der Regel niedriger ausfällt.

Da sich nachts durch das Planvorhaben ausschließlich Abkühlungen einstellt, ist die Veränderung als unkritisch zu beurteilen.

6.2 Durchlüftung

Anlage 24 bis Anlage 28 zeigen die simulierten Windgeschwindigkeiten für den Ist- und die beiden Planfälle sowie die aus den Planungen resultierenden Windgeschwindigkeitsdifferenzen für die untersuchte östliche Windrichtung in 1,5 m Höhe 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 [27] 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.

6.2.1.1 Istfall

Aufgrund der Bebauungsstruktur im Rechengebiet zeigt sich, dass die Durchlüftungssituation in den dichter bebauten Bereichen des Untersuchungsgebietes aufgrund der erhöhten Rauigkeit gegenüber den ungestörten Freilandverhältnissen bereits deutlich reduziert ist. Die Windgeschwindigkeit sinkt hier zum Teil unter 0,15 m/s. Diese Situation ist typisch für eine städtische Bebauung und ist damit als üblich anzusehen.

Unbebaute Freiflächen, die parallel zur Anströmungsrichtung verlaufen, fungieren als Belüftungsleitbahnen, so z.B. die Südstraße östlich des Planvorhabens oder die Freifläche im nördlichen Teil des Plangebietes mit Windgeschwindigkeit von mehr als 1,0 m/s. Als gut durchlüftet erweisen sich zudem die gewerblichen Flächen westlich der Meesmannstraße sowie die Freiflächen im Umfeld des Feuerwehrhauses nördlich des Plangebietes.

6.2.1.2 Auswirkung des Planvorhabens

Auch das Windfeld verändert sich infolge des Planvorhabens. Die hier auftretenden Veränderungen ähneln sich in den beiden Varianten und werden daher im Folgenden zusammen beschrieben. Durch die Realisierung des Planvorhabens verändern sich die Durchlüftungsverhältnisse insbesondere innerhalb der Plangebietsgrenzen. Eine Zunahme der Windgeschwindigkeit wird dabei im südlichen Teils des Plangebietes prognostiziert. Die Windgeschwindigkeitserhöhung hier ist auf den Wegfall des Wohngebäudes sowie der Bäume südlich der Bestandsgebäude zurückzuführen und beträgt bis zu 1,1 m/s. In Folge der Planung ergeben sich hier nun Windgeschwindigkeit von unter 1,5 m/s.

Geschwindigkeitsreduktionen weniger als 1,0 m/s zeigen sich am westlichen Rand des Plangebietes im Umfeld der Hallen 2 und 3. An der Halle 3 werden Reduktionen auf der windab-

gewandten Seite prognostiziert, welche bis an die Westgrenze des Plangebietes heranreichen. Aufgrund der zwei verschiedenen Stellungen der Halle 2 ergeben sich in ihrem Umfeld deutlichere Unterschiede zwischen den beiden Varianten.

Da die Halle 2 im Planfall „Halle 2 vertikal“ quer zur Hauptwindrichtung an Hitzetagen ausgerichtet ist, wird der Wind abgebremst (siehe Anlage 27). Auf der Westseite am nördlichen Ende der Halle werden ähnlich starke Abnahmen der Windgeschwindigkeit prognostiziert wie im Lee der Halle 3. Die Windgeschwindigkeit sinkt auf unter 0,2 m/s. Diese Abnahme reicht über das Plangebiet hinaus bis an die westlich gelegenen Nachbarbebauung.

In der Variante „Halle 2 horizontal“ hat die Halle 2 aufgrund ihrer Ausrichtung nur einen sehr geringen Einfluss auf das Windfeld an Hitzetagen (s. Anlage 28). Es ergeben sich Geschwindigkeitsreduktionen von maximal 0,3 m/s entlang der Nordseite der Halle sowie auf dem westlich angrenzenden Grundstück, welche jedoch nicht an die Nachbarbebauung heranreichen.

Die Reduktion der Windgeschwindigkeit am westlichen Rand des Plangebietes in beiden Planvarianten ist als eher unkritisch zu beurteilen, da die Geschwindigkeitsabnahme nur vereinzelt bis an die Nachbarbebauung heranreicht und sich direkt an den Gebäuden nur leichte Verringerungen der Windgeschwindigkeit zeigen.

6.3 Bioklima (PET)

Anlage 29 bis Anlage 33 zeigen die simulierten PET-Werte für den Istfall und die beiden Planfälle sowie die sich hieraus ergebenden planungsbedingten Differenzen für die untersuchte Windrichtung am Nachmittag.

Der PET-Wert setzt sich neben der Lufttemperatur aus verschiedenen weiteren meteorologischen Parametern zusammen (vgl. Kapitel 4.1.3). Ein maßgeblicher Einflussfaktor ist die solare Strahlung. Daher kann der PET-Wert vor allem in unverschatteten Bereichen einen deutlich höheren Wert annehmen als die Lufttemperatur. Verändert sich, in Folge eines Planvorhabens, unter anderem die Verschattungssituation können durch das Zusammenspiel der unterschiedlichen Einflussgrößen auch die Abweichungen des PET-Wertes deutlich größer sein als die der Lufttemperatur.

Die hier dargestellten PET-Werte sind das Ergebnis einer Mittelwertwertbildung aus den Simulationsergebnissen zwischen 12 und 16 Uhr.

6.3.1.1 Istfall

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 mäßig bis stark zu bezeichnen, in unverschatteten Bereichen mit eingeschränkter Durchlüftung wird die Wärmebelastung als extrem empfunden.

Im Bestandsfall ergeben sich innerhalb des Plangebietes die geringsten Belastungen im Bereich der Baumgruppen an der Südstraße, der Koniner Straße sowie am westlichen Rand des Plangebietes. Positiv wirken sich hier die Verschattung durch die Baumkronen sowie die erhöhte Verdunstungskühlung aus. Der PET-Wert hier beträgt zwischen 31 °C und 34 °C Die höchsten bioklimatischen Belastungen mit bis zu 50 °C sind an den Westfassaden der auf dem südwestlichen Teil des Plangebietes gelegenen Gebäude zu erwarten. Die hohe Wärmebelastung an dieser Stelle resultiert aus der schlechten Durchlüftung bei gleichzeitig ungeminderter solarer Einstrahlung sowie der Rückstrahlung der aufgeheizten Fassaden.

6.3.1.2 Auswirkung des Planvorhabens

In beiden Planfällen steigt die bioklimatischen Belastungen innerhalb des Plangebietes im Vergleich zur Bestandssituation überwiegend an. Dies ist auf den Wegfall verschattender Bäume, auf die Verschlechterung der Belüftung in Teilbereichen des Plangebietes sowie auf den erhöhten Versiegelungs- und Bebauungsgrad, welcher zu einer erhöhten langwelligen Rückstrahlung führt, zurückzuführen.

Die geringsten bioklimatischen Belastungen innerhalb des Plangebietes werden in beiden Varianten aufgrund der vergleichsweise günstigen Durchlüftungssituation im Bereich der Verkehrsfläche im Norden des Plangebietes prognostiziert. Mit einem PET-Wert von bis zu 41 °C liegt allerdings bereits eine „starke“ Wärmebelastung vor. Die höchsten bioklimatischen Belastungen werden in beiden Planfällen auf der sonnenbeschienenen Westseite der Halle 3 prognostiziert. In der Variante „Halle 2 vertikal“ ergibt sich zudem ein hoch belasteter Bereich zwischen der Halle 1 und der Halle 2. Der PET-Index übersteigt in diesen Bereichen zum Teil Werte von 47 °C, was einer extremen Wärmebelastung entspricht.

In den Differenzdarstellungen in Anlage 32 und Anlage 33 werden die Auswirkungen des Planvorhabens auf die bioklimatische Belastung deutlich. In den Bereichen mit Baumfällungen ergeben sich Zunahmen zwischen 5 und 10 °C. Am westlichen Rand des Plangebietes werden in beiden Varianten Zunahmen von bis zu 5 °C prognostiziert, sodass an der Nachbarbebauung Werte von bis zu 45 °C zu erwarten sind.

Die Verschlechterungen der bioklimatischen Belastung beschränken sich weitestgehend auf das Plangebiet mit Ausnahme des Straßenverlaufs der Koniner Straße sowie der Fläche zwischen Plangebiet und den Gebäuden der Gemeinnützigen Beschäftigungs GmbH.

In Bezug auf die Verschlechterung auf dem Grundstück der Gemeinnützigen Beschäftigungs GmbH zeigen sich in der Variante „Halle 2 vertikal“ die Zunahmen der bioklimatischen Belastung im nördlichen Teil des benachbarten Grundstücks wohingegen bei der Variante „Halle 2 horizontal“ die Zunahmen auf einem Teil des Parkplatzes prognostiziert werden.

Verringerungen in der thermischen Belastung zeigen sich in beiden Varianten an dem ehemaligen Wohnhaus im Süden des Plangebietes sowie im Bereich neuer Baumpflanzungen und im Umfeld der neuen Hallen. Diese Reduktionen werden durch eine bessere Durchlüftung oder durch die Verschattung durch Baumneupflanzungen und durch die geplanten Hallen hervorgerufen.

Zur Gewährleistung eines gesunden und zufriedenstellenden Außenklimas in Bereichen des Plangebietes die für den Aufenthalt vorgesehen sind, sollte der Ausbildung von extremen bioklimatischen Belastungszonen in diesen Bereichen mit geeigneten Maßnahmen entgegengewirkt werden.

7 Planungsempfehlungen

Im Verlauf des Projektes wurden verschiedene Maßnahmen zur klimatischen Optimierung der Planung untersucht. Daraus sind die beiden in diesem Gutachten untersuchten bereits klimaoptimierten Planvarianten hervorgegangen. Folgende Planungsempfehlungen können in der weiteren Planung noch berücksichtigt werden:

Art der Baum-Neupflanzungen

Bei der weiteren Planung sollte darauf geachtet werden, dass die Bäume eine ausgeprägte Krone aufweisen und im Stammbereich möglichst wenig Strömungswiderstand durch Äste und Blätter liefern, um das Windfeld und damit die Durchlüftung nicht negativ zu beeinflussen. Darüber hinaus empfiehlt die VDI 3787 Blatt 8 [19] in Anbetracht des fortschreitenden Klimawandels 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 Allergiepotential haben.

Im weiteren Verlauf der Planung sollte überprüft werden, ob im Bereich der Aufenthaltsflächen auf dem Plangebiet, welche eine hohe thermische oder bioklimatische Belastung aufweisen, weitere Baumpflanzungen, bewachsene Pergolen oder Sonnensegel ermöglicht werden können.

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 und Vegetation auf dem Plangebiet 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.

8 Zusammenfassung

Im Auftrag der Prologis Germany soll der Bebauungsplan Nr. 261 – Südstraße / Koniner Straße [1] in Herne aufgestellt werden. Die Planung sieht eine gewerbliche Entwicklung mit der Errichtung von Logistikhallen vor. Der Geltungsbereich umfasst eine Fläche von 4,4 ha.

In der Stadtklimaanalyse der Stadt Herne von 2018 [4] wird das Plangebiet als Siedlungsbe- reich mit einer starken Wärmebelastung am Tag bei austauscharmer sommerlicher Wetterla- ge dargestellt. Für das Bebauungsplanverfahren wird ein stadtklimatologisches Gutachten benötigt, welches die klimatischen Auswirkungen des Planvorhabens innerhalb und außer- halb der Plangebietsgrenzen aufzeigt. Hierzu wurden mithilfe des mikroskaligen Stadtklima- modells ENVI-met in der Version 5.0.3 (Summer Release 2022) Simulationsrechnungen für den Ist- und Planfall und eine Hauptwindrichtung für einen heißen Sommertag durchgeführt. In die Berechnungen flossen Gebäudestellungen und -höhen, der Vegetationsbestand sowie die Oberflächenbeschaffenheit ein.

Die Beurteilung der klimatischen Veränderungen erfolgte anhand der simulierten Tempera- turverhältnisse zu zwei verschiedenen Uhrzeiten sowie anhand der bioklimatischen Kenn- gröÙe des PET-Wertes am Nachmittag. Zusätzlich wurden die Windverhältnisse in einer Höhe von 1,5 m über Grund ausgewertet und dargestellt.

Die Berechnungsergebnisse für beide Varianten zeigen, dass sich das Temperaturniveau am Nachmittag vor allem innerhalb des Plangebietes zum Teil deutlich erhöht. In den Morgen- stunden unterscheidet sich die Lufttemperatur zwischen der Istvariante und den Planvarian- ten hingegen kaum, bzw. sinken sogar leicht ab.

Auswirkungen des Planvorhabens auf die Durchlüftungssituation beschränken sich in beiden Planfällen weitestgehend auf das Plangebiet. Eine signifikante, deutlich über das Plangebiet hinausgehende Verschlechterung der Durchlüftungssituation kann auf Grundlage der Re- chenergebnisse ausgeschlossen werden.

Aufgrund der veränderten Durchlüftung und Verschattung sowie der Wärmeabstrahlung der Plangebäude bilden sich innerhalb der Plangebietsgrenzen in beiden Varianten Bereiche mit zum Teil sehr hohen bioklimatischen Belastungen aus. Im Bereich von Aufenthaltsflächen sollte nach Möglichkeit planerisch auf die Reduktion dieser Belastung abgezielt werden, um die Aufenthaltsqualität aus bioklimatischer Sicht zu verbessern. Hierzu eignen sich bei- spielsweise Verschattungsmaßnahmen in Form von Bäumen, Pergolen oder Sonnensegeln. Die außerhalb des Plangrundstückes auftretenden leichten Zunahmen der bioklimatischen Belastung sind als eher unkritisch zu betrachten, da sie sich auf Flächen beschränken, die nicht als Aufenthaltsflächen dienen.

Peutz Consult GmbH

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

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

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 Übersichtslageplan und Gebäude im Istfall
- Anlage 2 Übersichtslageplan und Gebäude im Planfall „Halle 2 vertikal“
- Anlage 3 Übersichtslageplan und Gebäude im Planfall „Halle 2 horizontal“
- Anlage 4 Auszug aus der Klimaanalysekarte der Stadt Herne
- Anlage 5 Auszug aus der Planungshinweiskarte der Stadt Herne
- Anlage 6 ENVI-met Modell-Architektur
- Anlage 7 Vegetation im Istfall
- Anlage 8 Vegetation im Planfall „Halle 2 vertikal“
- Anlage 9 Vegetation im Planfall „Halle 2 horizontal“
- Anlage 10 Oberflächenbeschaffenheit im Istfall
- Anlage 11 Oberflächenbeschaffenheit im Planfall „Halle 2 vertikal“
- Anlage 12 Oberflächenbeschaffenheit im Planfall „Halle 2 horizontal“
- Anlage 13 Windrichtungs- und geschwindigkeitsverteilung an der LANUV-Station Dortmund-Eving im Zeitraum 2011-2020 (links: Allgemein; rechts: Tmx > 30 °C)
- Anlage 14 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr - Istfall

- Anlage 15 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr –
Planfall „Halle 2 vertikal“
- Anlage 16 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr –
Planfall „Halle 2 horizontal“
- Anlage 17 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr –
Planfall „Halle 2 vertikal“ minus Istfall
- Anlage 18 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr –
Planfall „Halle 2 horizontal“ minus Istfall
- Anlage 19 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 4 Uhr - Istfall
- Anlage 20 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 4 Uhr –
Planfall „Halle 2 vertikal“
- Anlage 21 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 4 Uhr –
Planfall „Halle 2 horizontal“
- Anlage 22 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 4 Uhr –
Planfall „Halle 2 vertikal“ minus Istfall
- Anlage 23 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 4 Uhr –
Planfall „Halle 2 horizontal“ minus Istfall
- Anlage 24 Windfeld in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr - Istfall
- Anlage 25 Windfeld in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr –
Planfall „Halle 2 vertikal“
- Anlage 26 Windfeld in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr –
Planfall „Halle 2 horizontal“
- Anlage 27 Windfeld in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr –
Planfall „Halle 2 vertikal“ minus Istfall

- Anlage 28 Windfeld in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr –
Planfall „Halle 2 horizontal“ minus Istfall
- Anlage 29 PET-Wert in 1,5 m Höhe über Grund am Nachmittag - Istfall
- Anlage 30 PET-Wert in 1,5 m Höhe über Grund am Nachmittag –
Planfall „Halle 2 vertikal“
- Anlage 31 PET-Wert in 1,5 m Höhe über Grund am Nachmittag –
Planfall „Halle 2 horizontal“
- Anlage 32 PET-Wert in 1,5 m Höhe über Grund am Nachmittag –
Planfall „Halle 2 vertikal“ minus Istfall
- Anlage 33 PET-Wert in 1,5 m Höhe über Grund am Nachmittag –
Planfall „Halle 2 horizontal“ minus Istfall

Anlage 1: Übersichtslageplan und Gebäude im Istfall



Legende

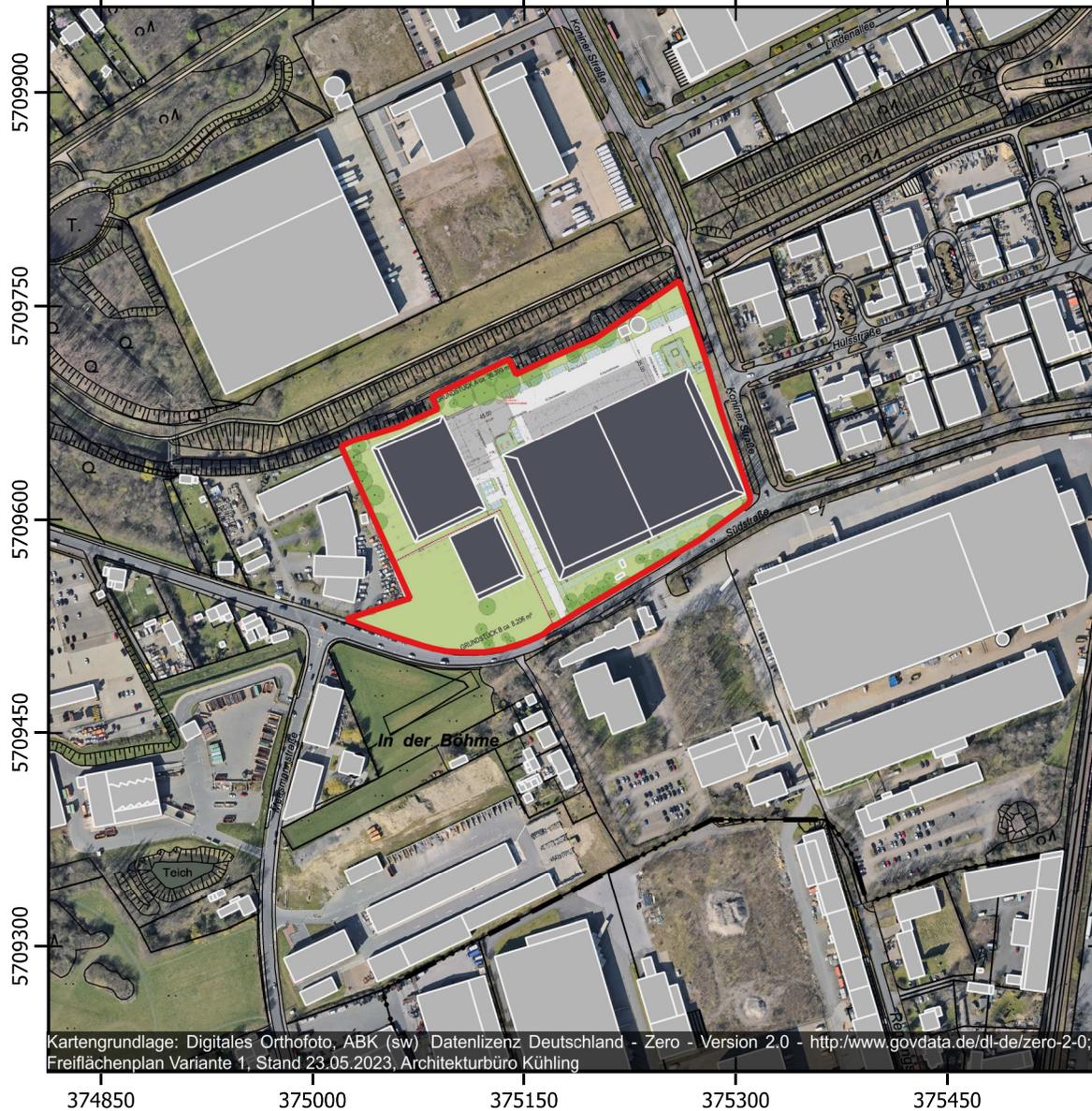
- Bestandsgebäude
- Plangebiet



0 75 150 225 300 m



Anlage 2: Übersichtslageplan und Gebäude im Planfall "Halle 2 vertikal"



Legende

- Bestandsgebäude
- Plangebäude
- Plangebiet



0 75 150 225 300 m



Anlage 3: Übersichtslageplan und Gebäude im Planfall "Halle 2 horizontal"



Legende

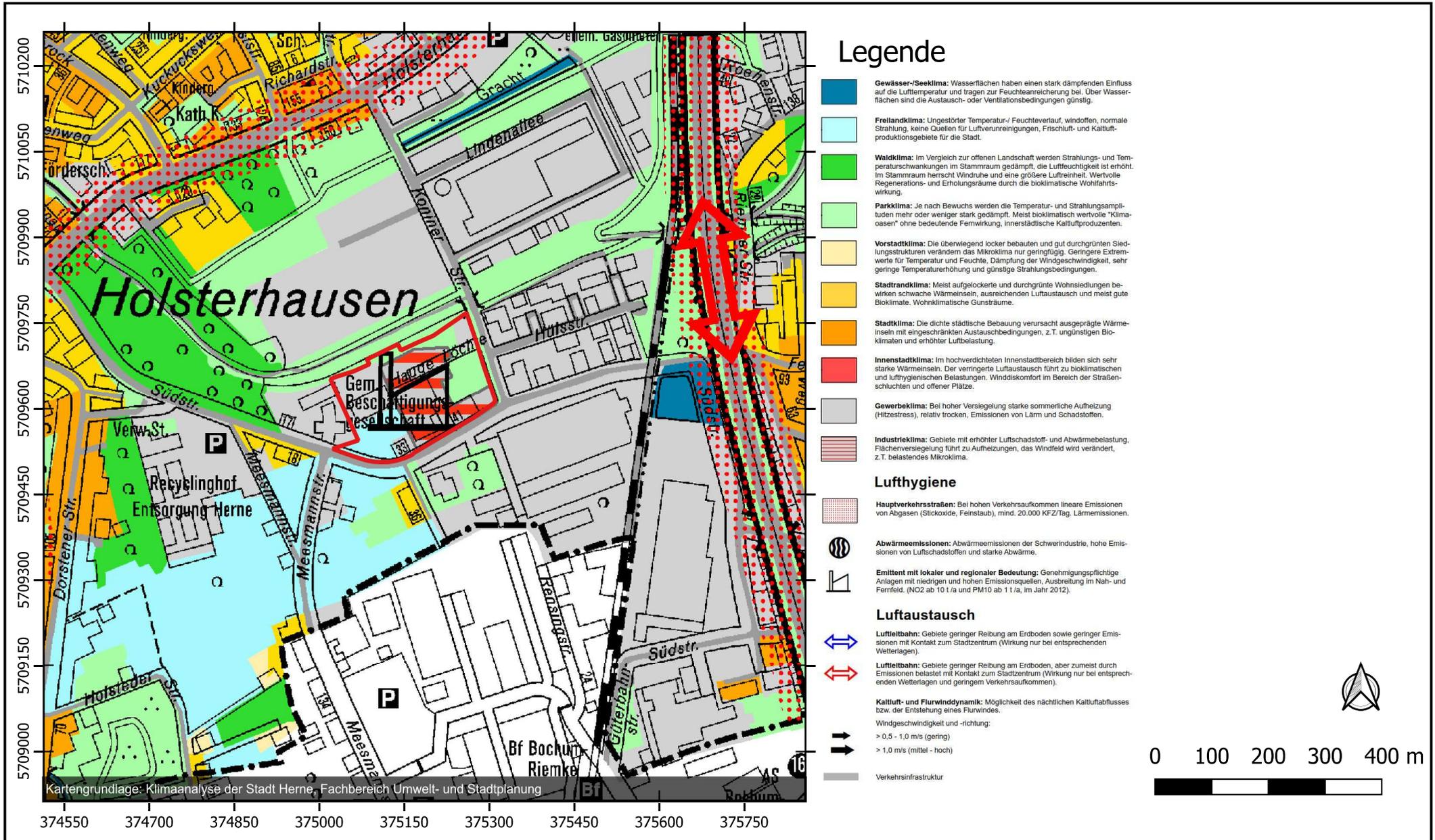
- Bestandsgebäude
- Plangebäude
- Plangebiet



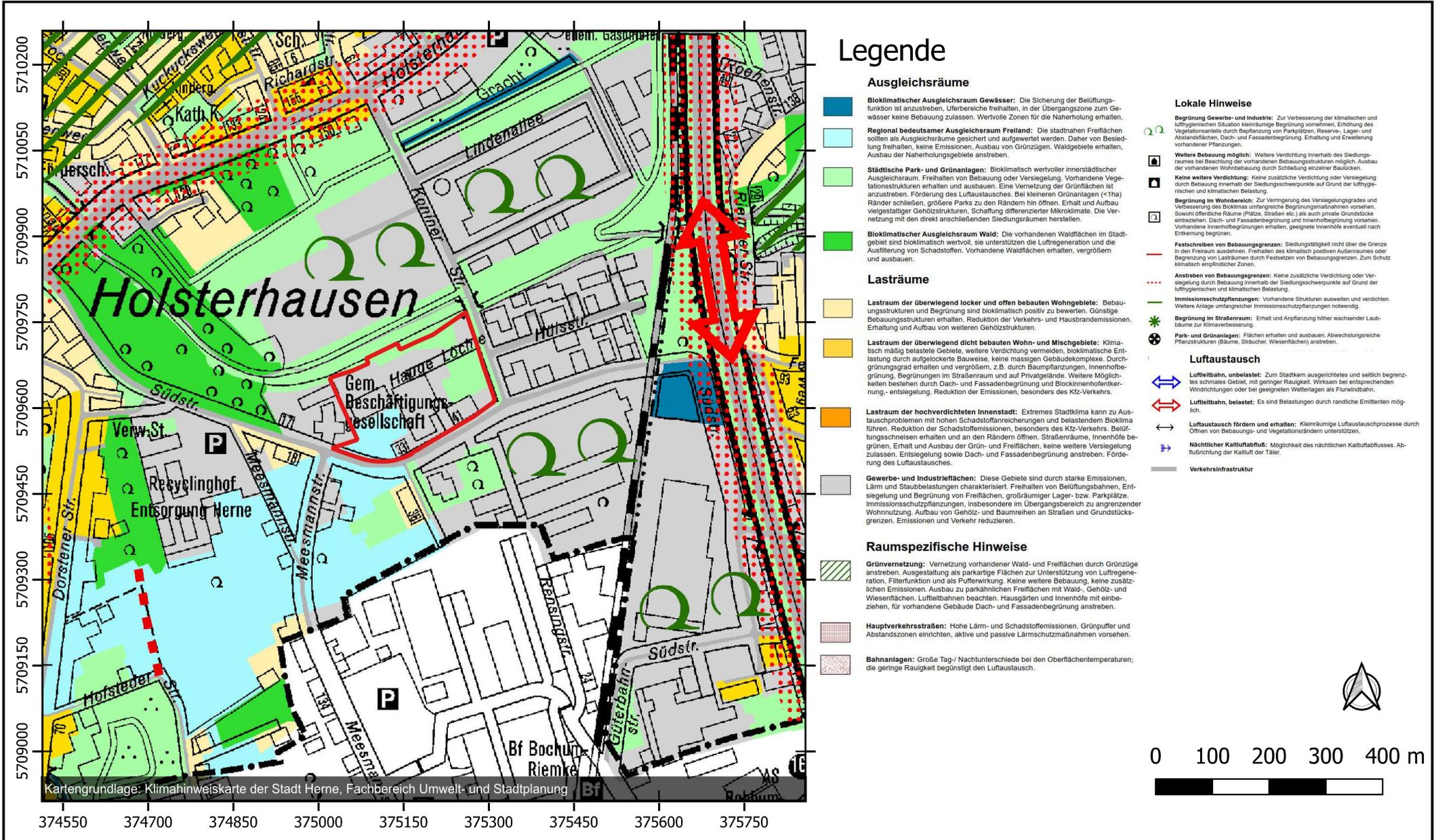
0 75 150 225 300 m

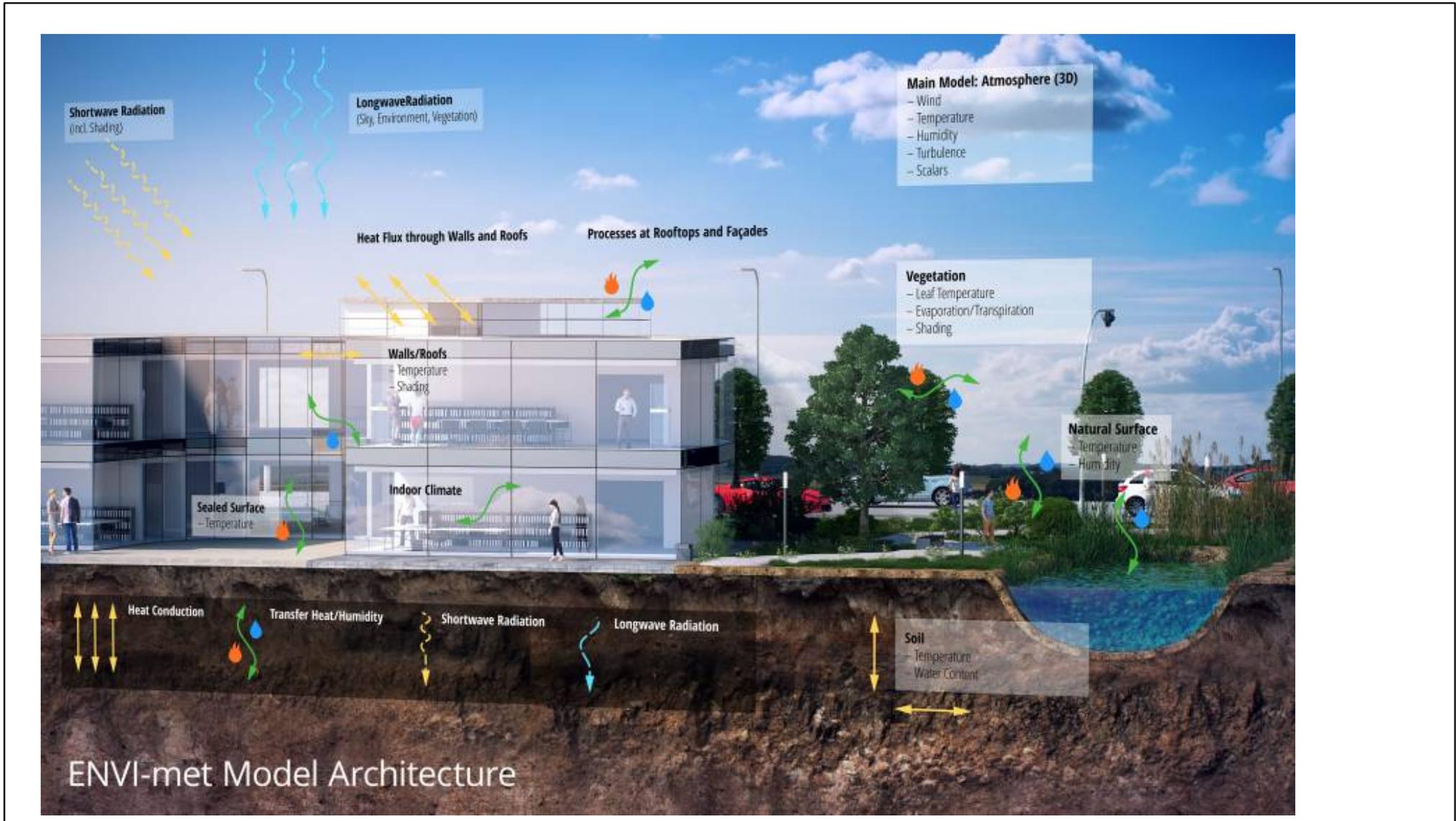


Kartengrundlage: Digitales Orthofoto, ABK (sw) Datenlizenz Deutschland - Zero - Version 2.0 - <http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>;
Freiflächenplan Variante 2, Stand 23.05.2023, Architekturbüro Kühling

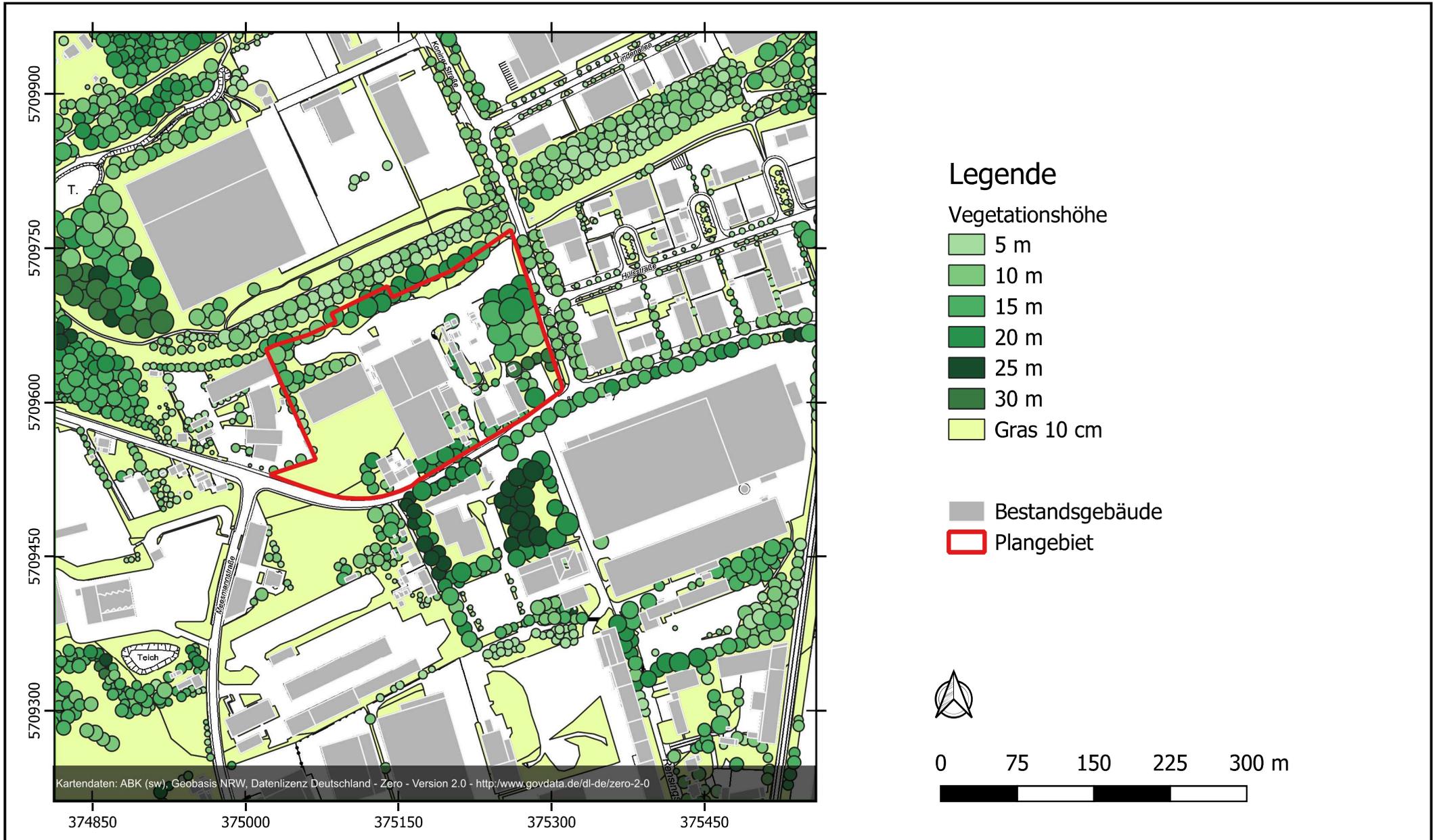


Anlage 5: Klimahinweiskarte der Stadt Herne

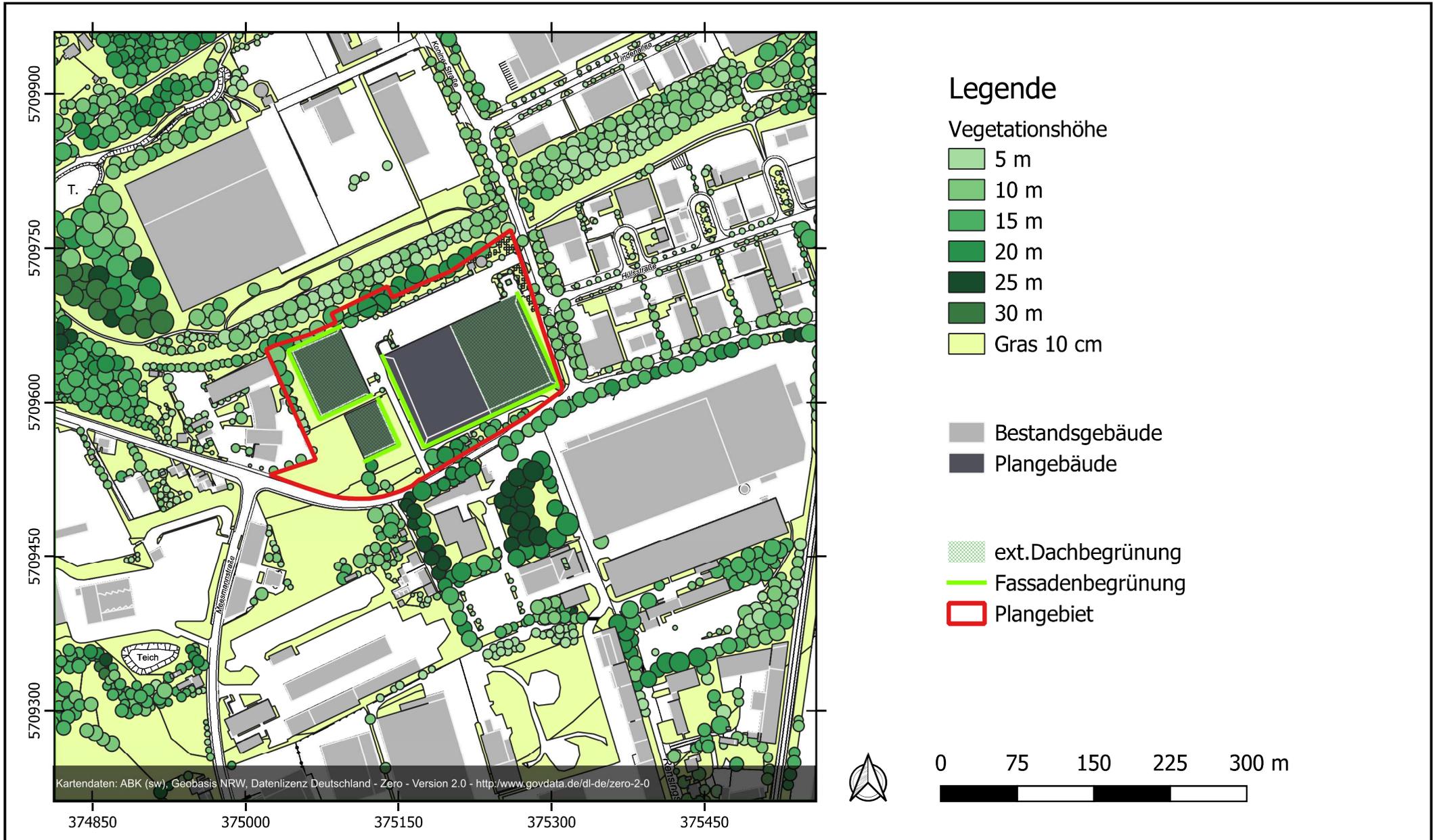




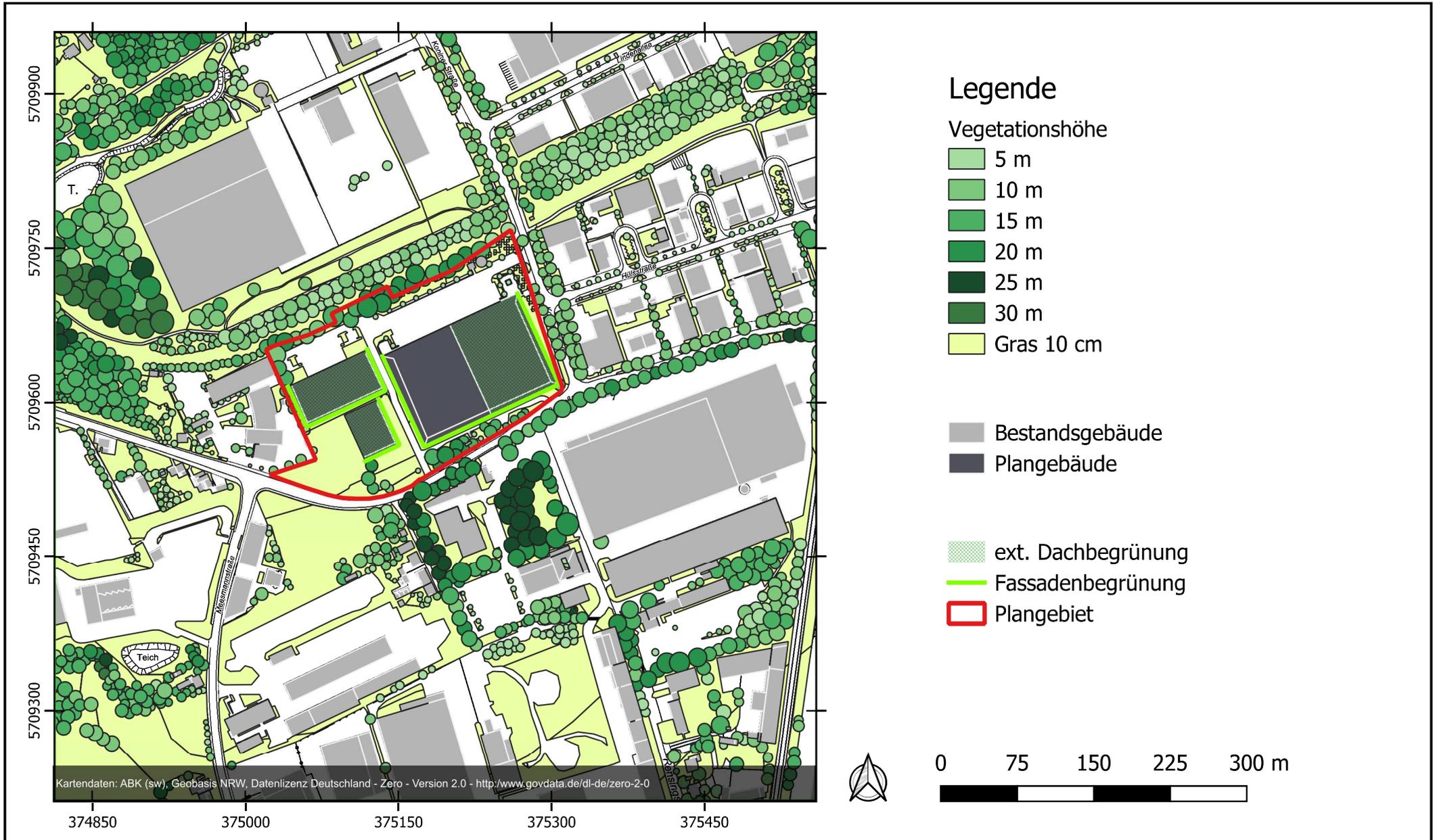
Anlage 7: Vegetation im Istfall

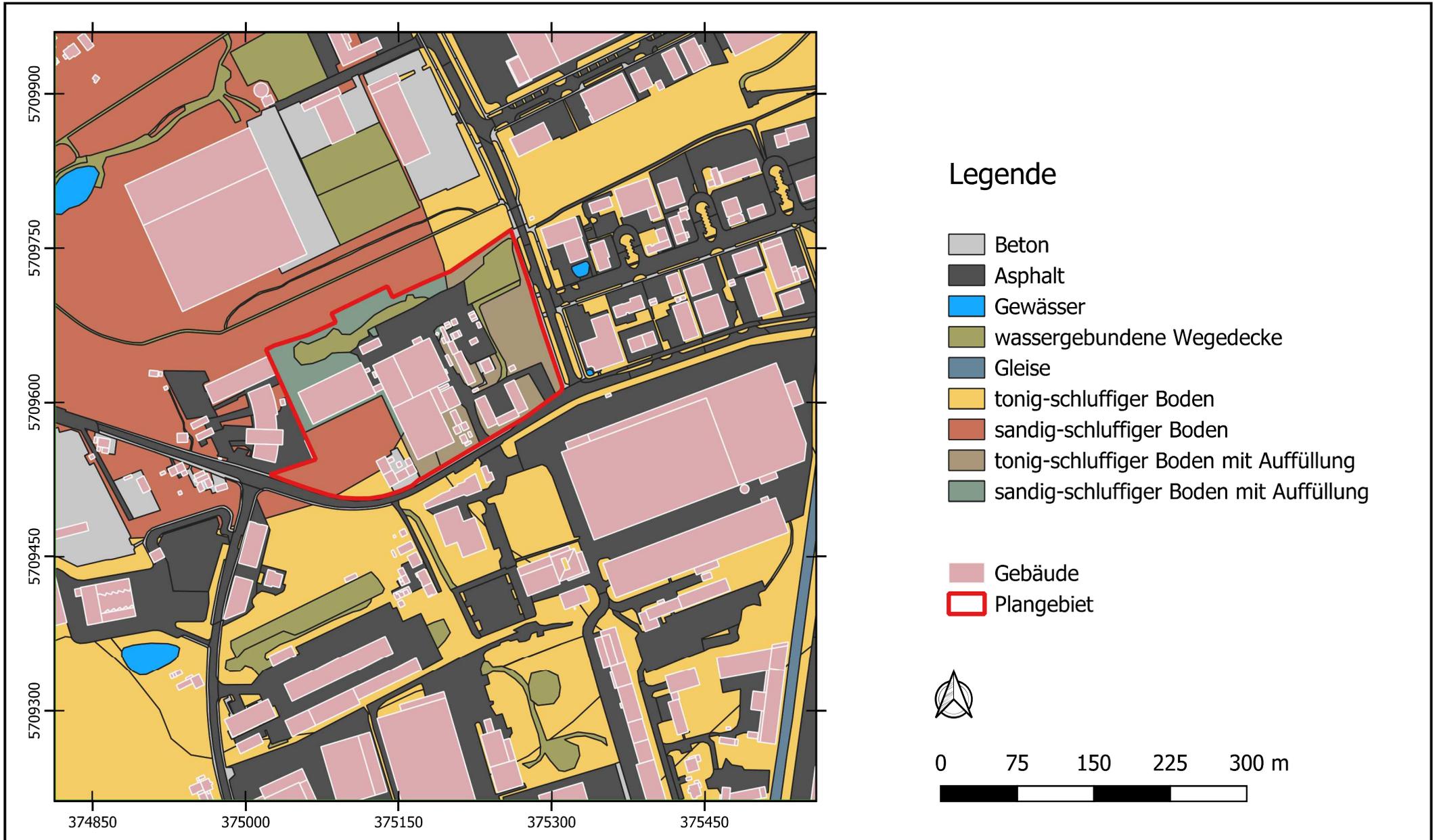


Anlage 8: Vegetation in der Optimierung "Halle 2 vertikal"

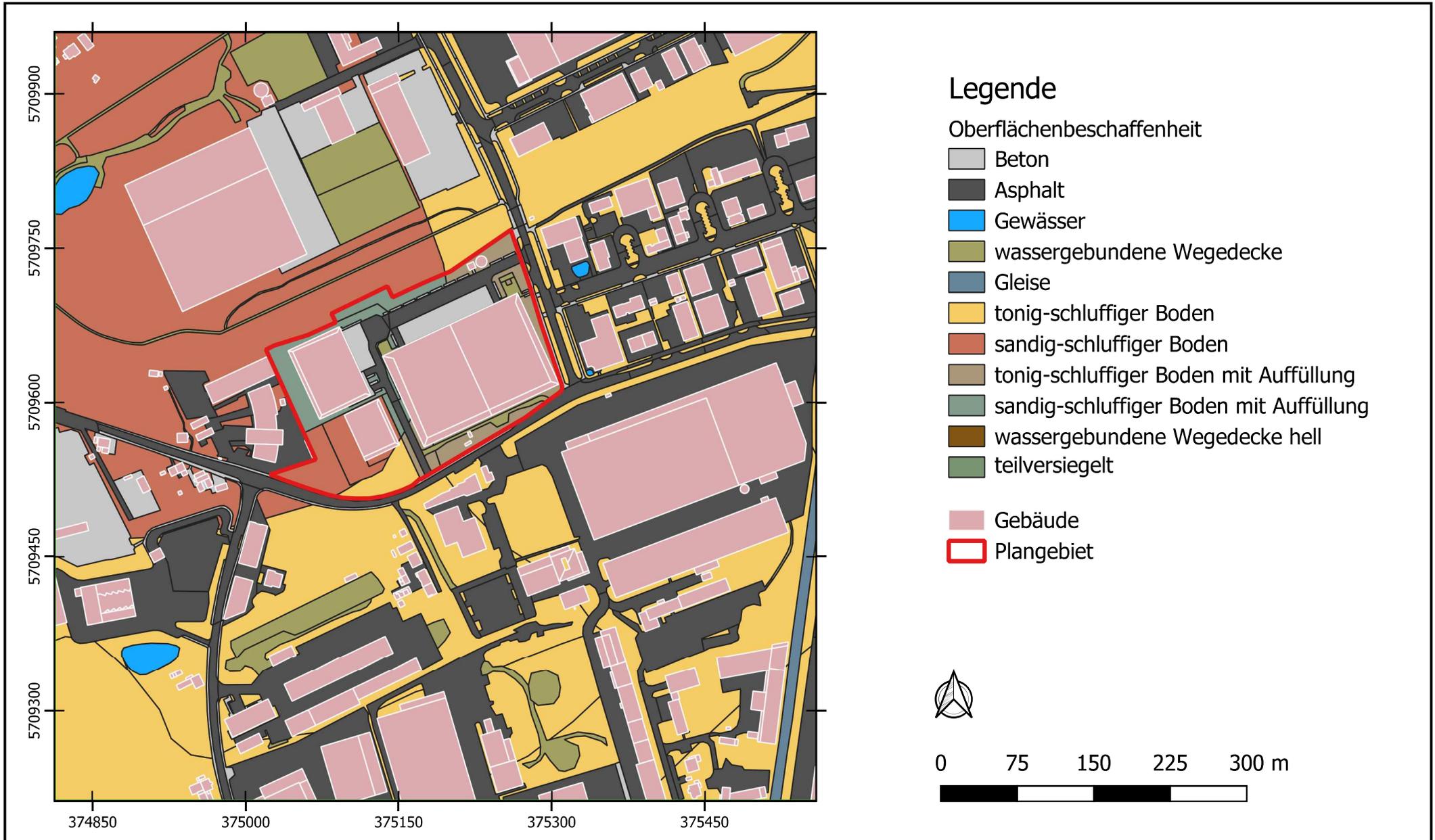


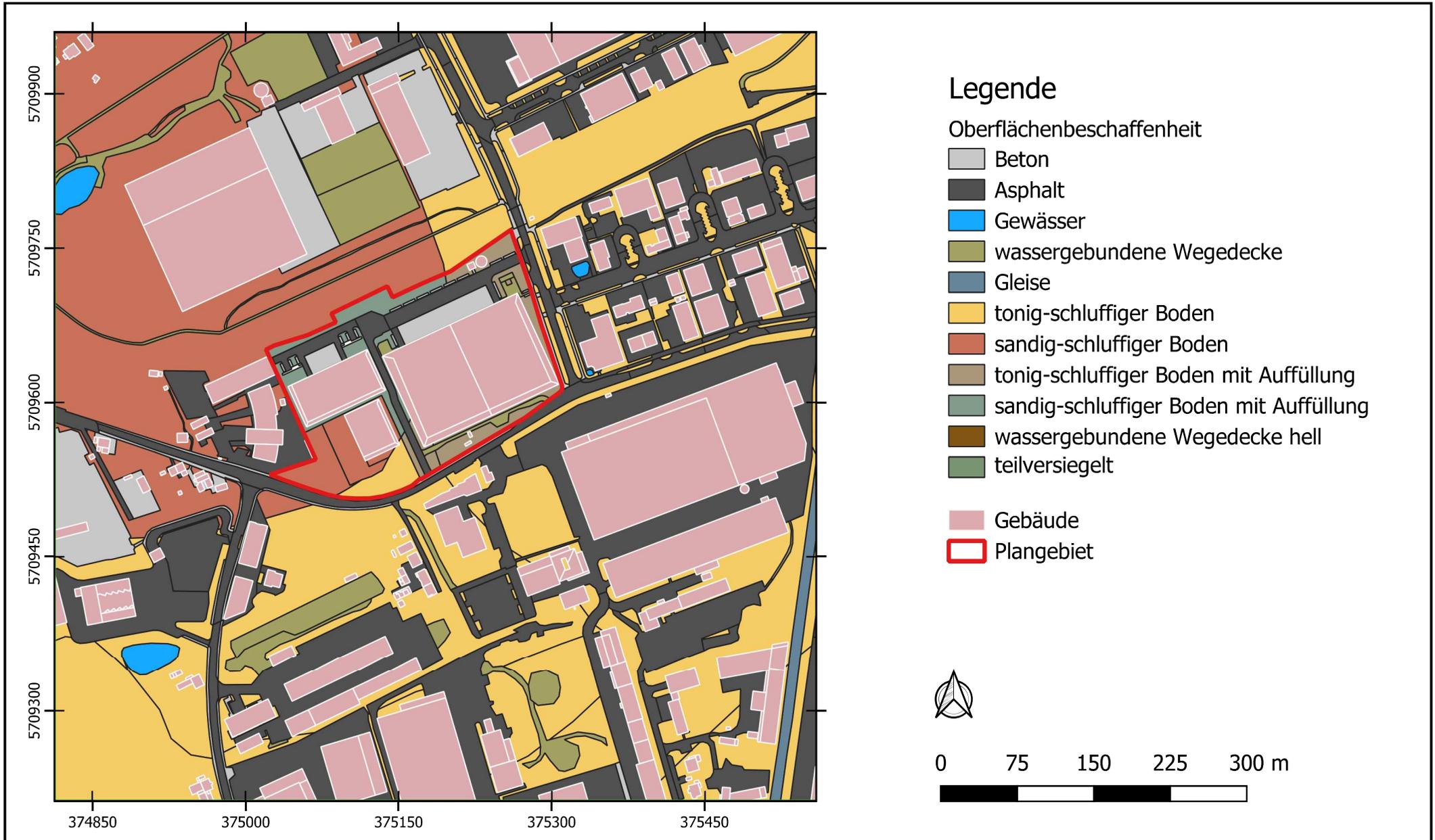
Anlage 9: Vegetation in der Optimierung "Halle 2 horizontal"



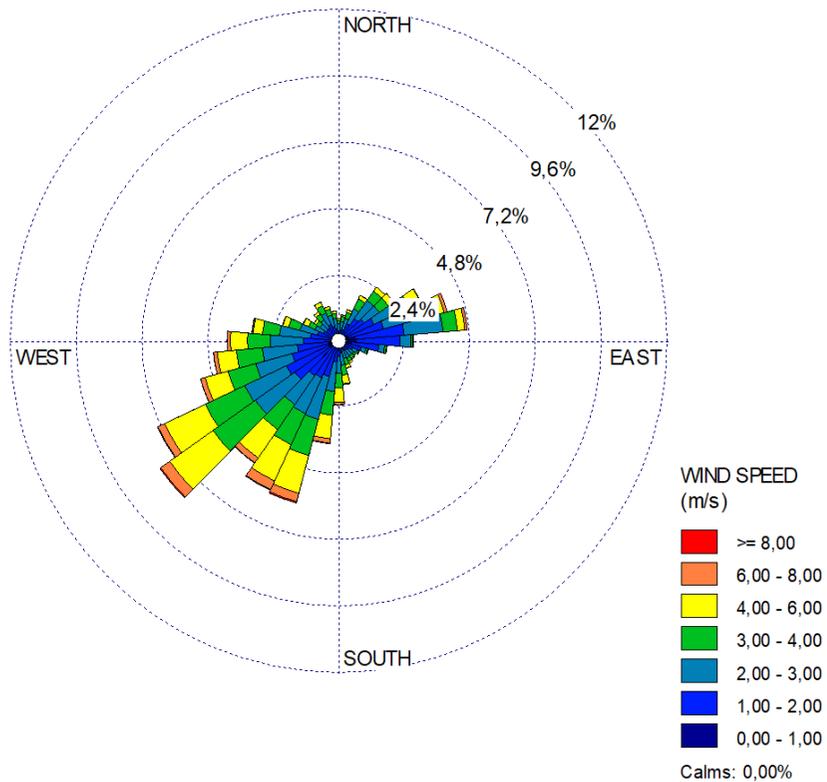


Anlage 11: Oberflächenbeschaffenheit in der Optimierung "Halle 2 vertikal"

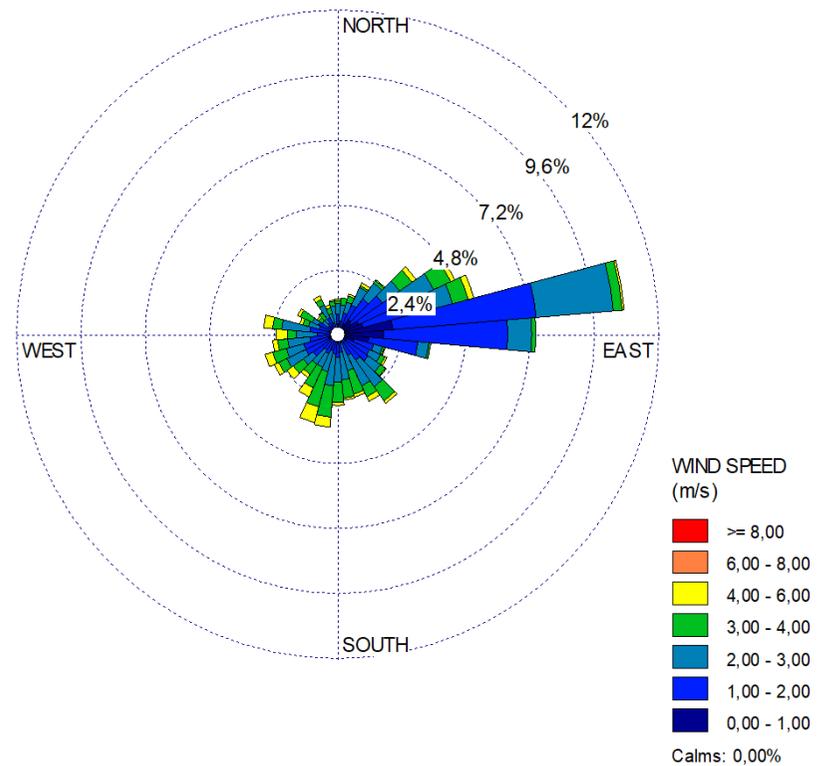




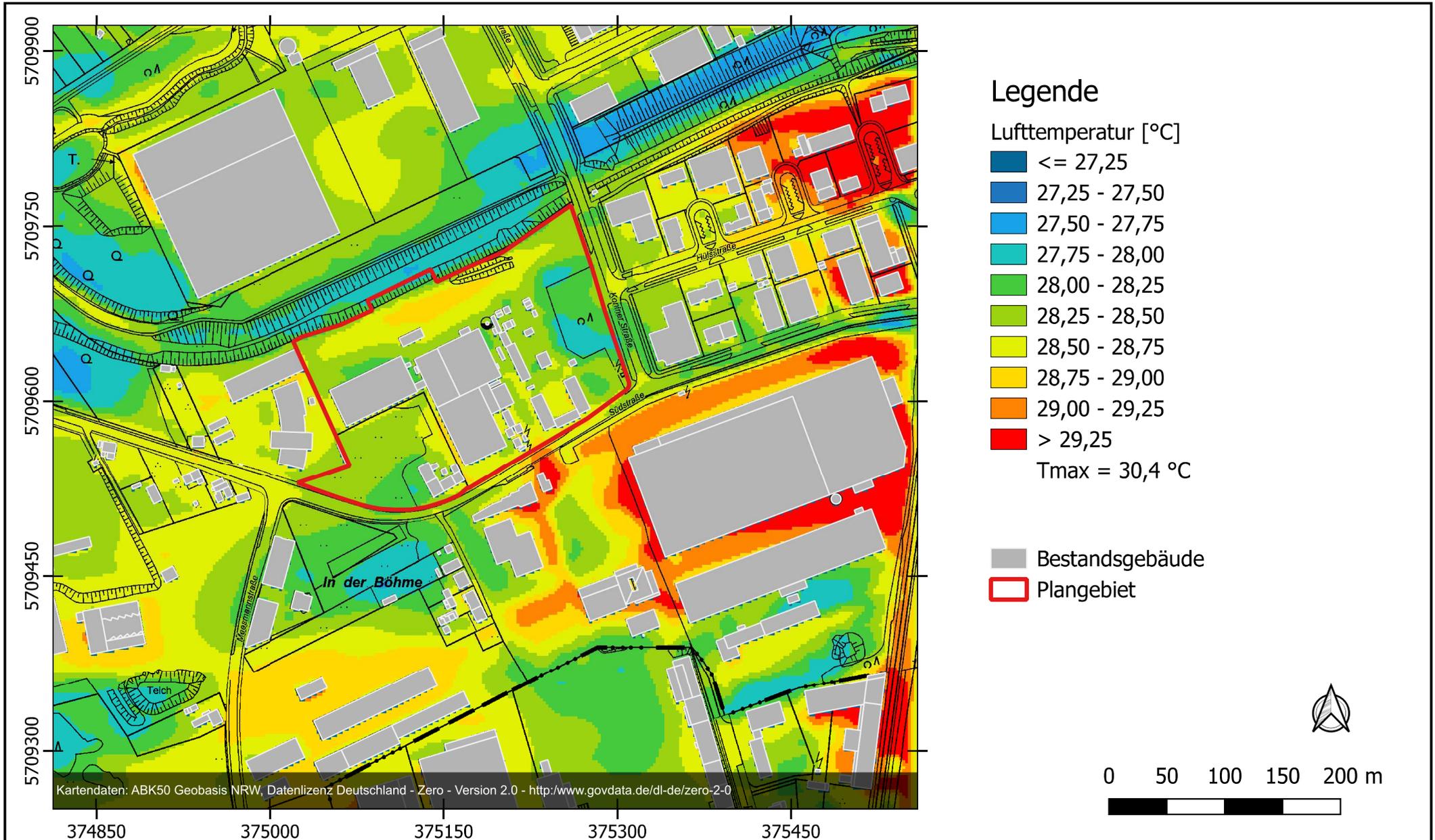
- alle Situationen -



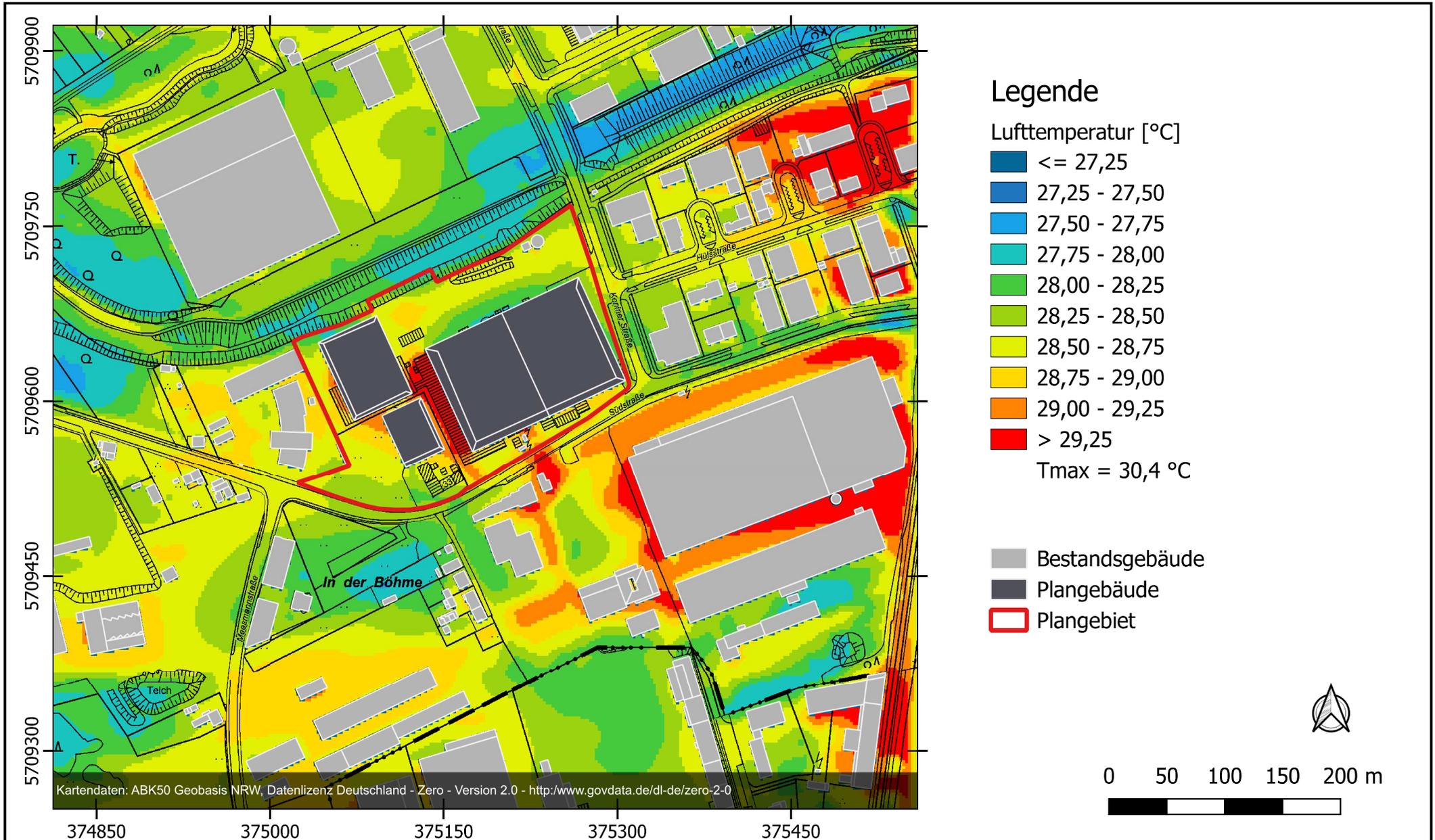
- Tage mit Tmx > 30°C -



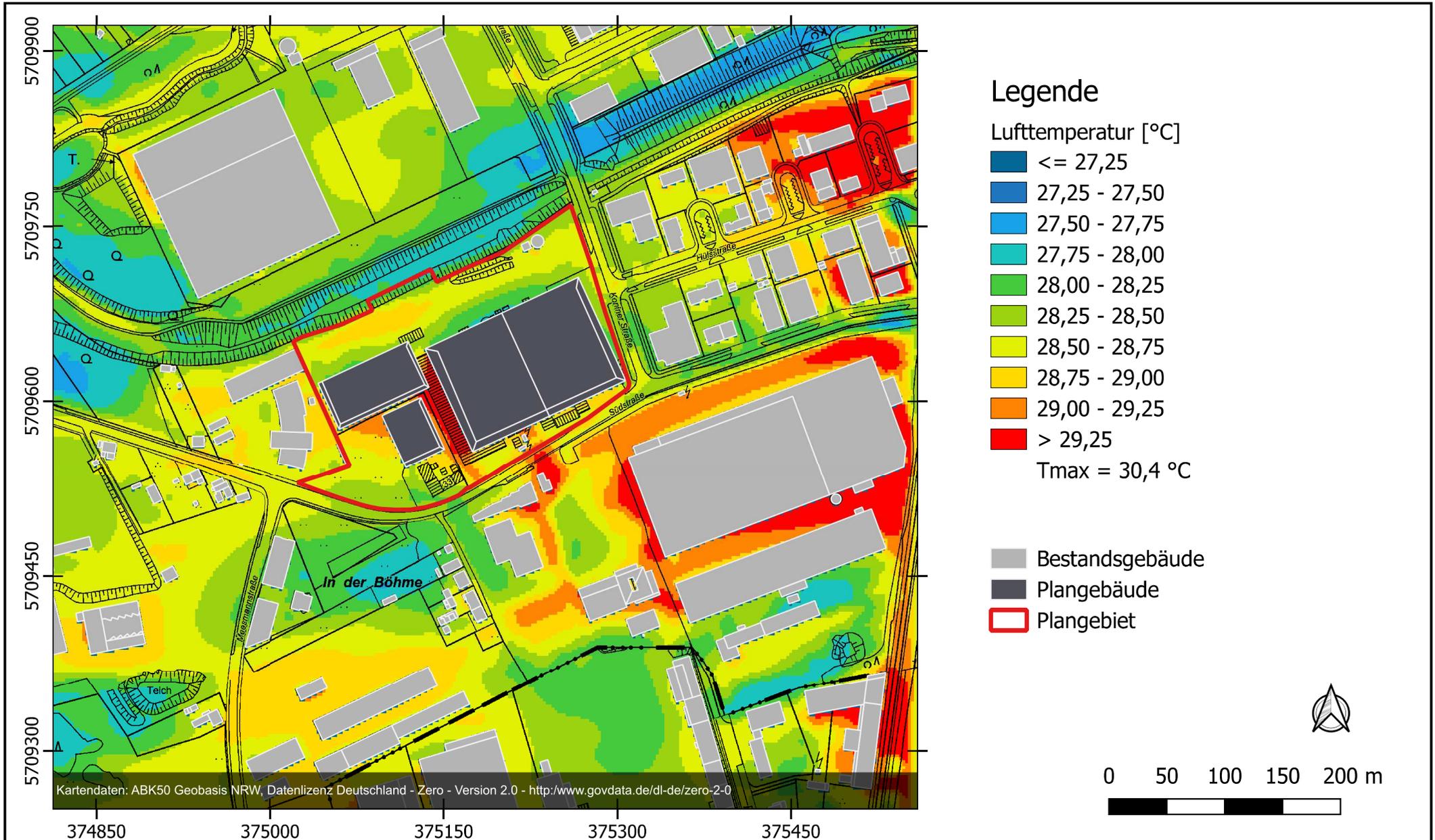
Anlage 14: Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr - Istfall



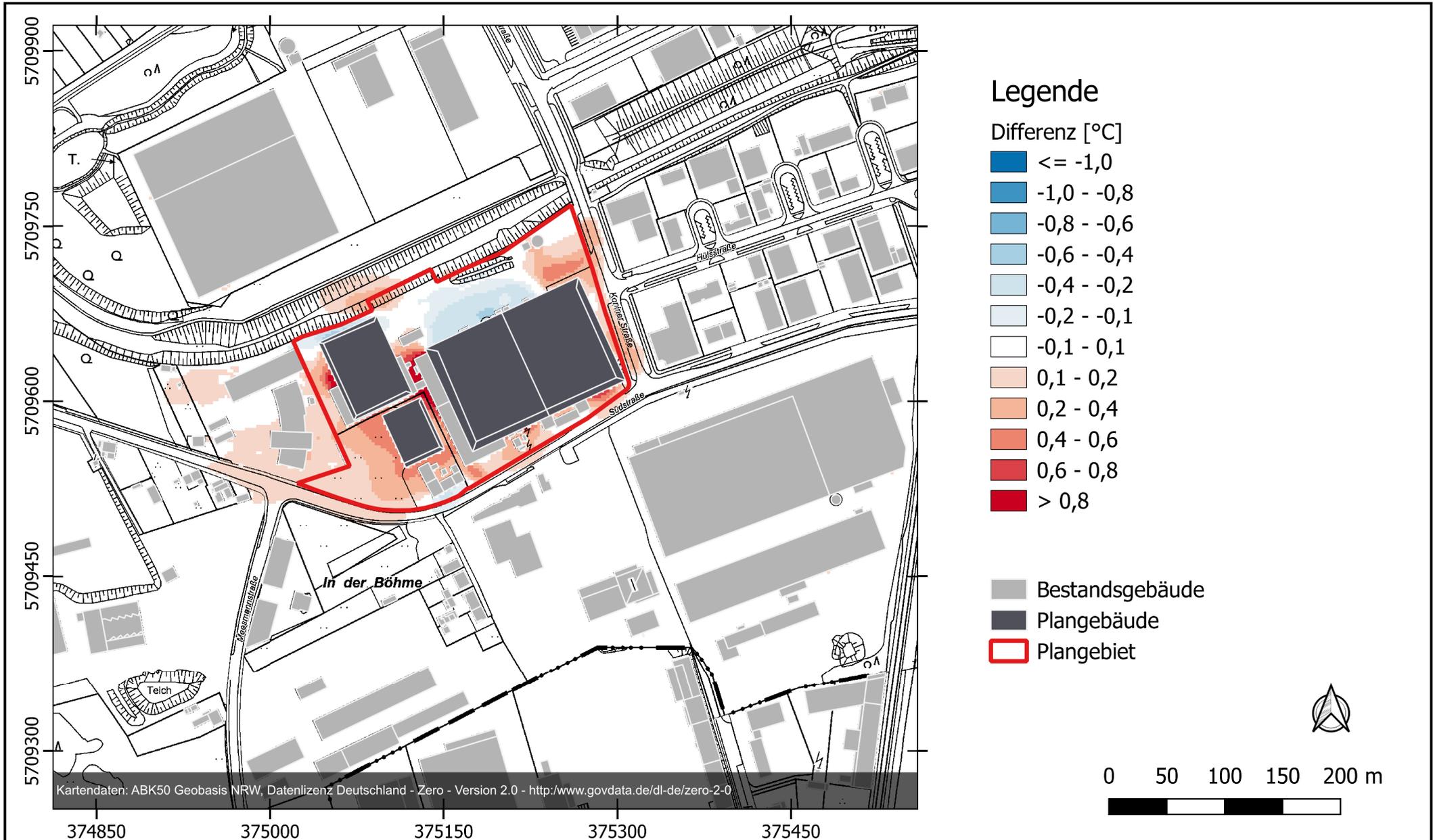
Anlage 15: Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr - Planfall "Halle 2 vertikal"



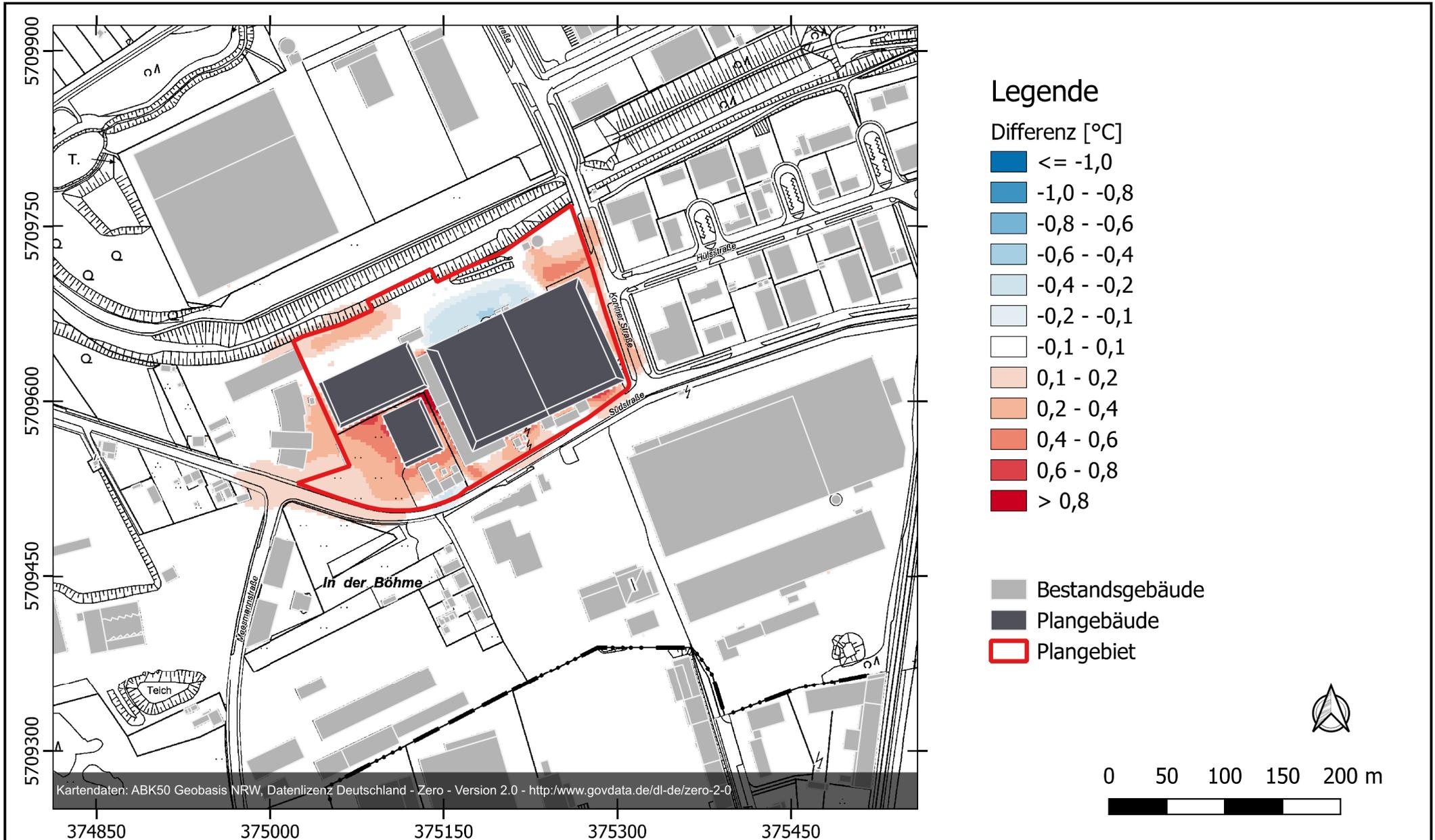
Anlage 16: Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr - Planfall "Halle 2 horizontal"



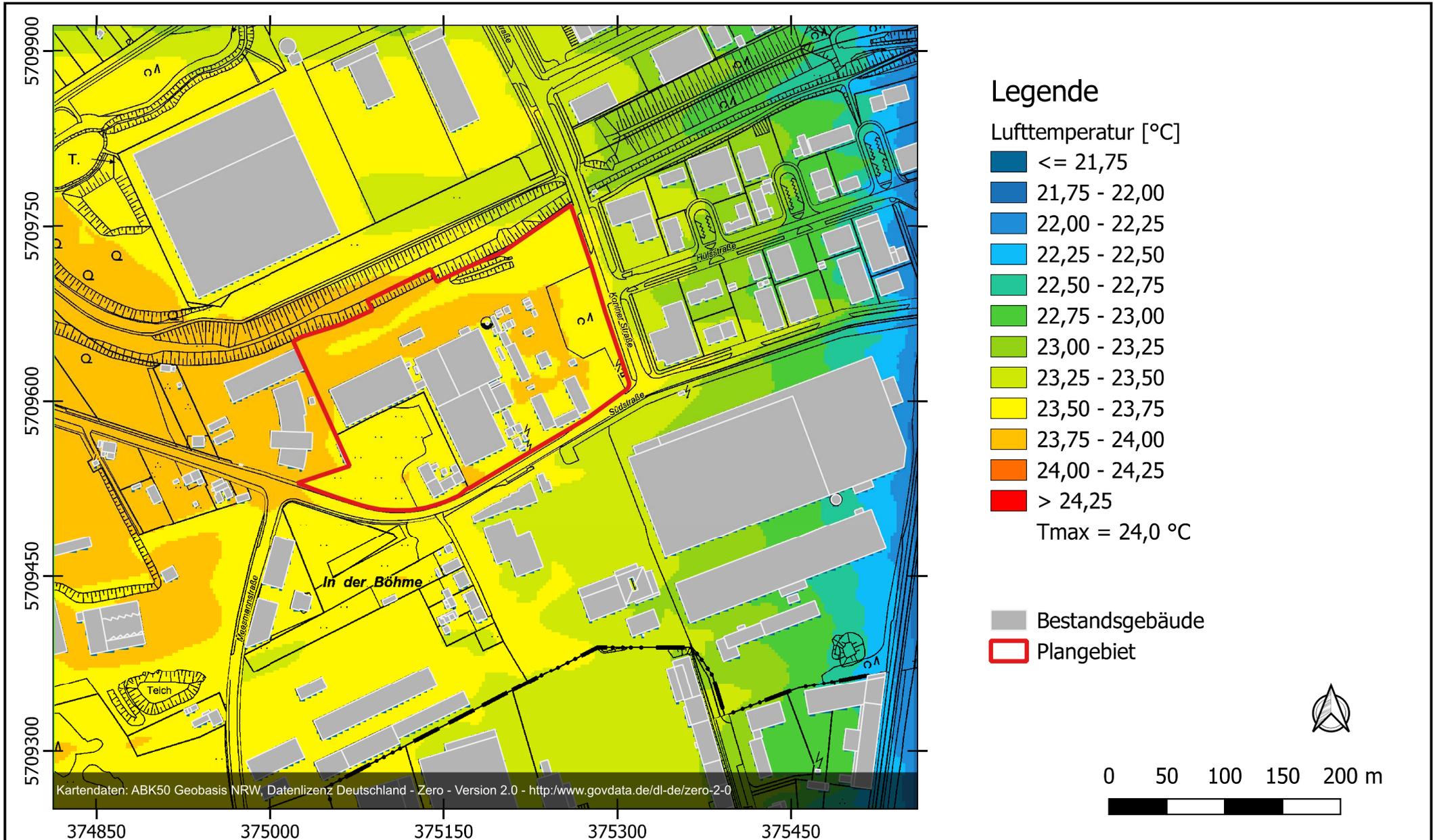
Anlage 17: Differenz der Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr
 - Planfall "Halle 2 vertikal" minus Istfall



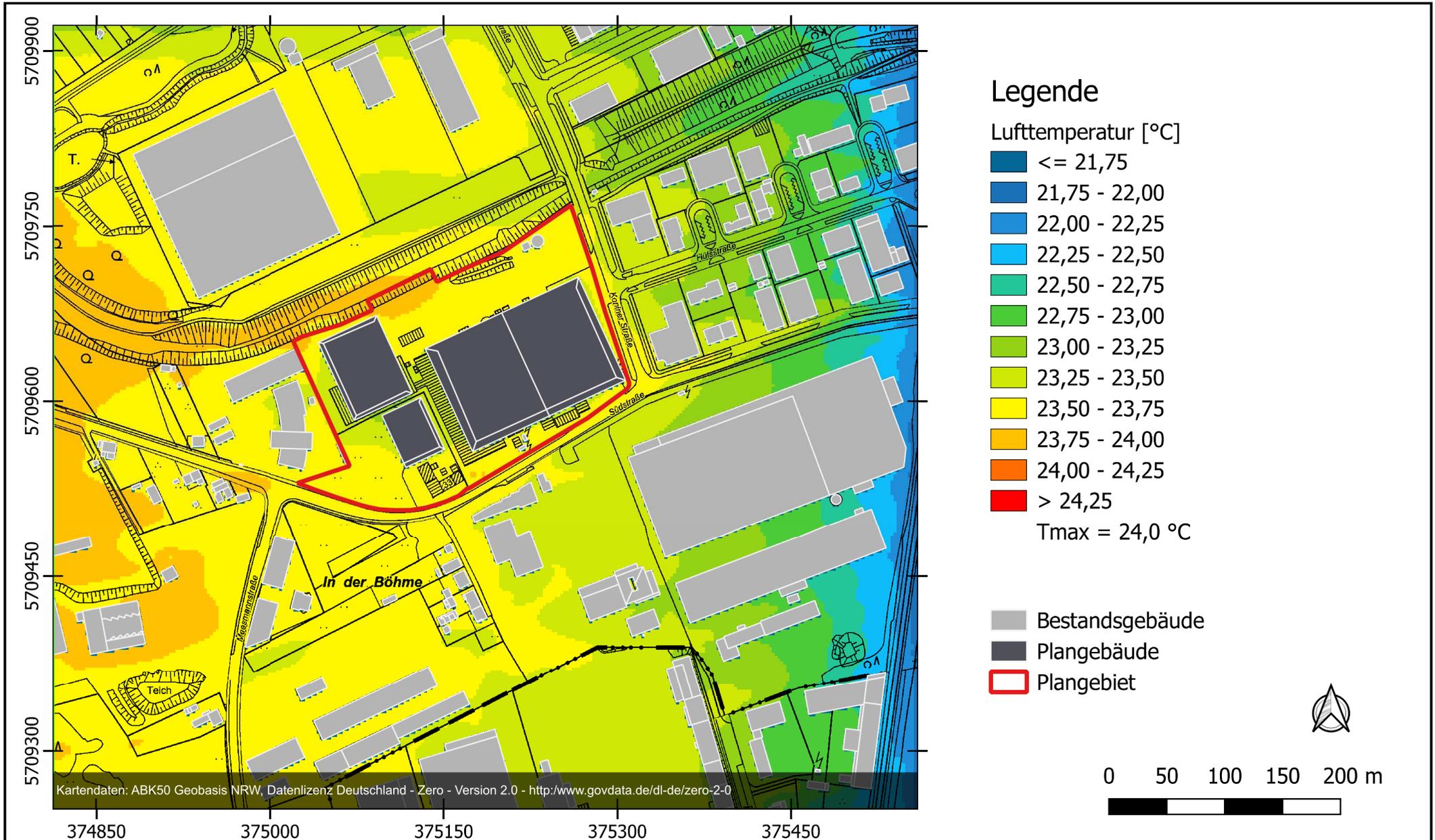
Anlage 18: Differenz der Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr
 - Planfall "Halle 2 horizontal" minus Istfall



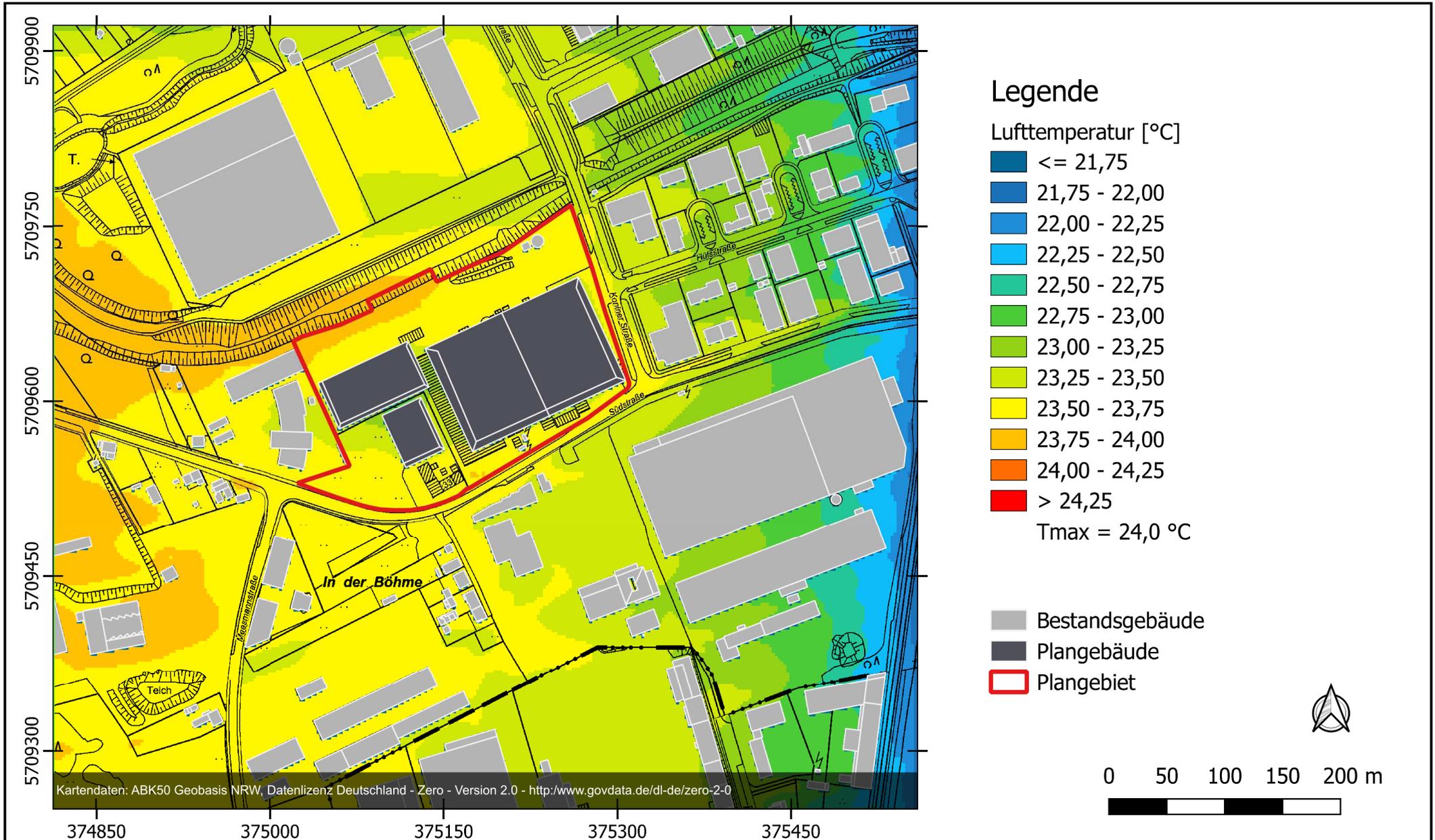
Anlage 19: Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 4 Uhr - Istfall



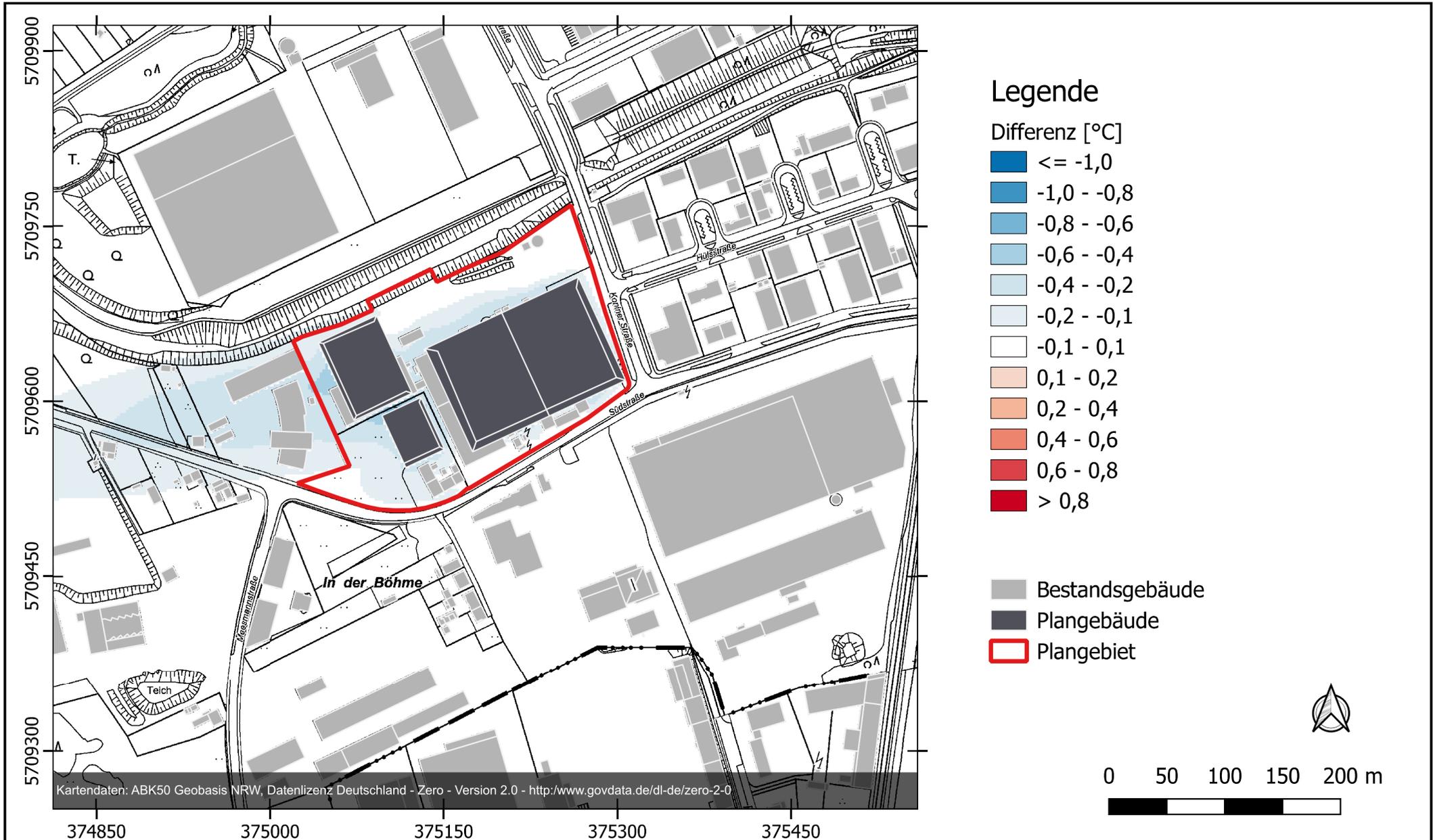
Anlage 20: Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 4 Uhr - Planfall "Halle 2 vertikal"



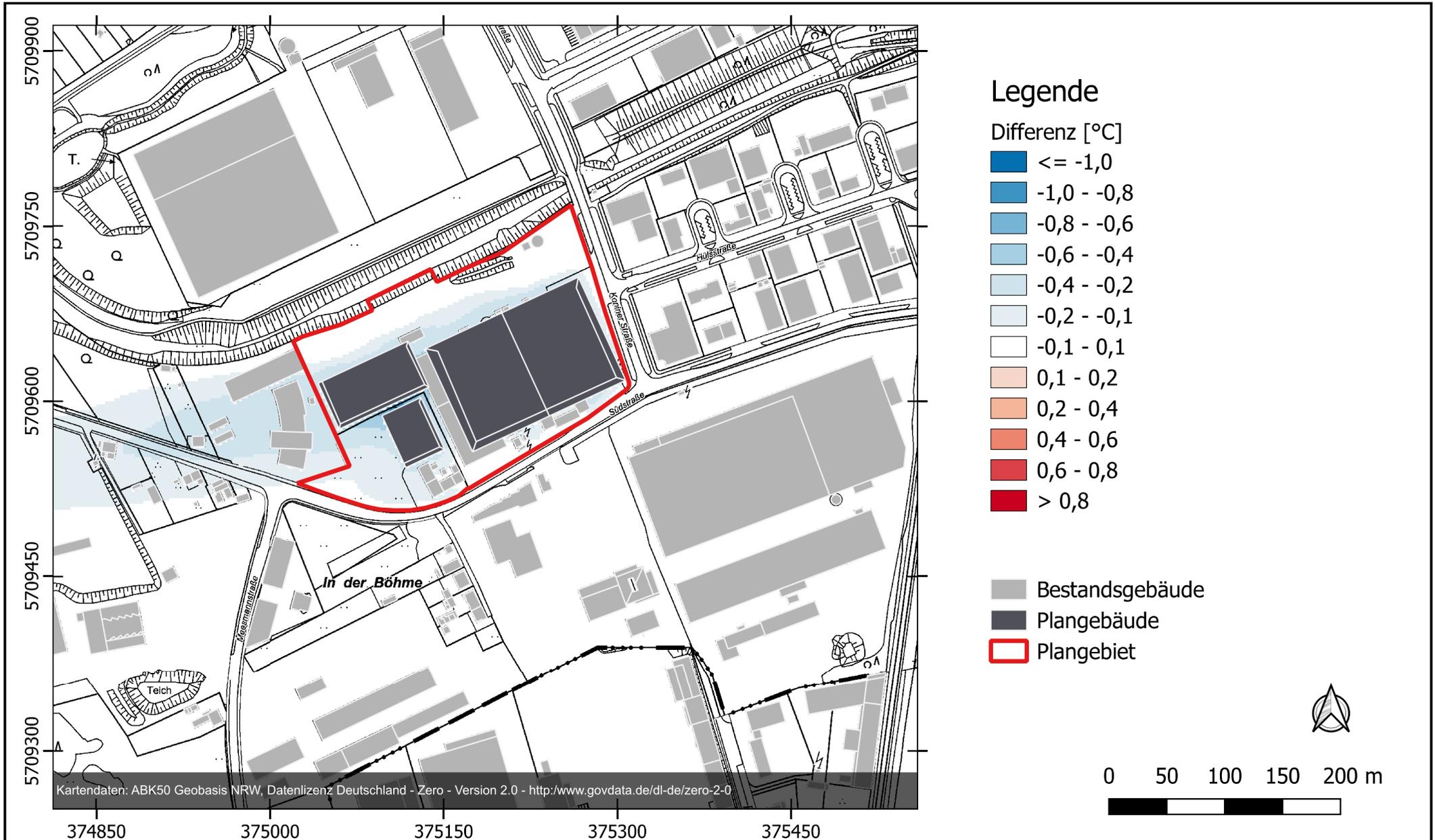
Anlage 21: Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 4 Uhr - Planfall "Halle 2 horizontal"



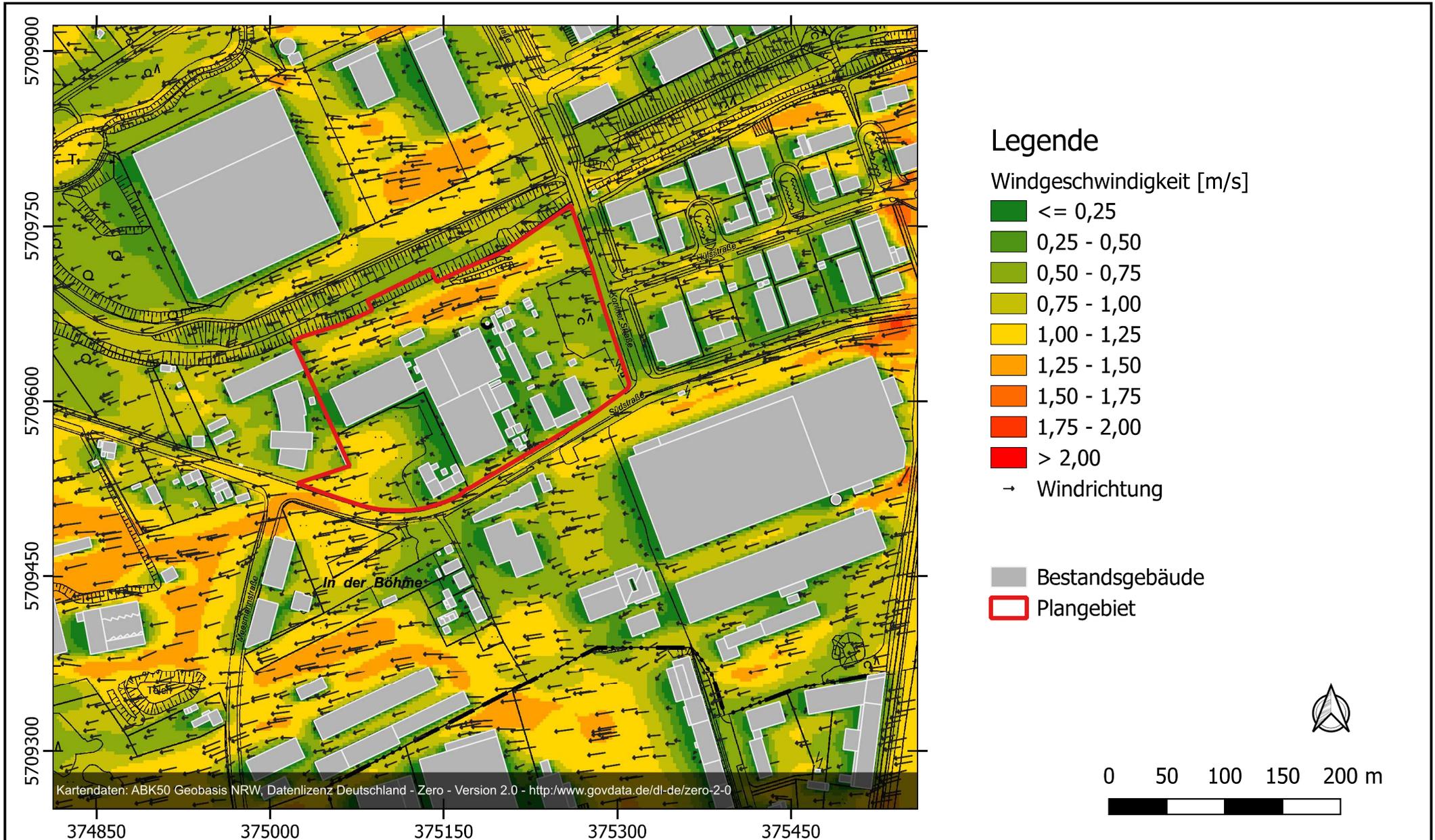
Anlage 22: Differenz der Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 4 Uhr
 - Planfall "Halle 2 vertikal" minus Istfall



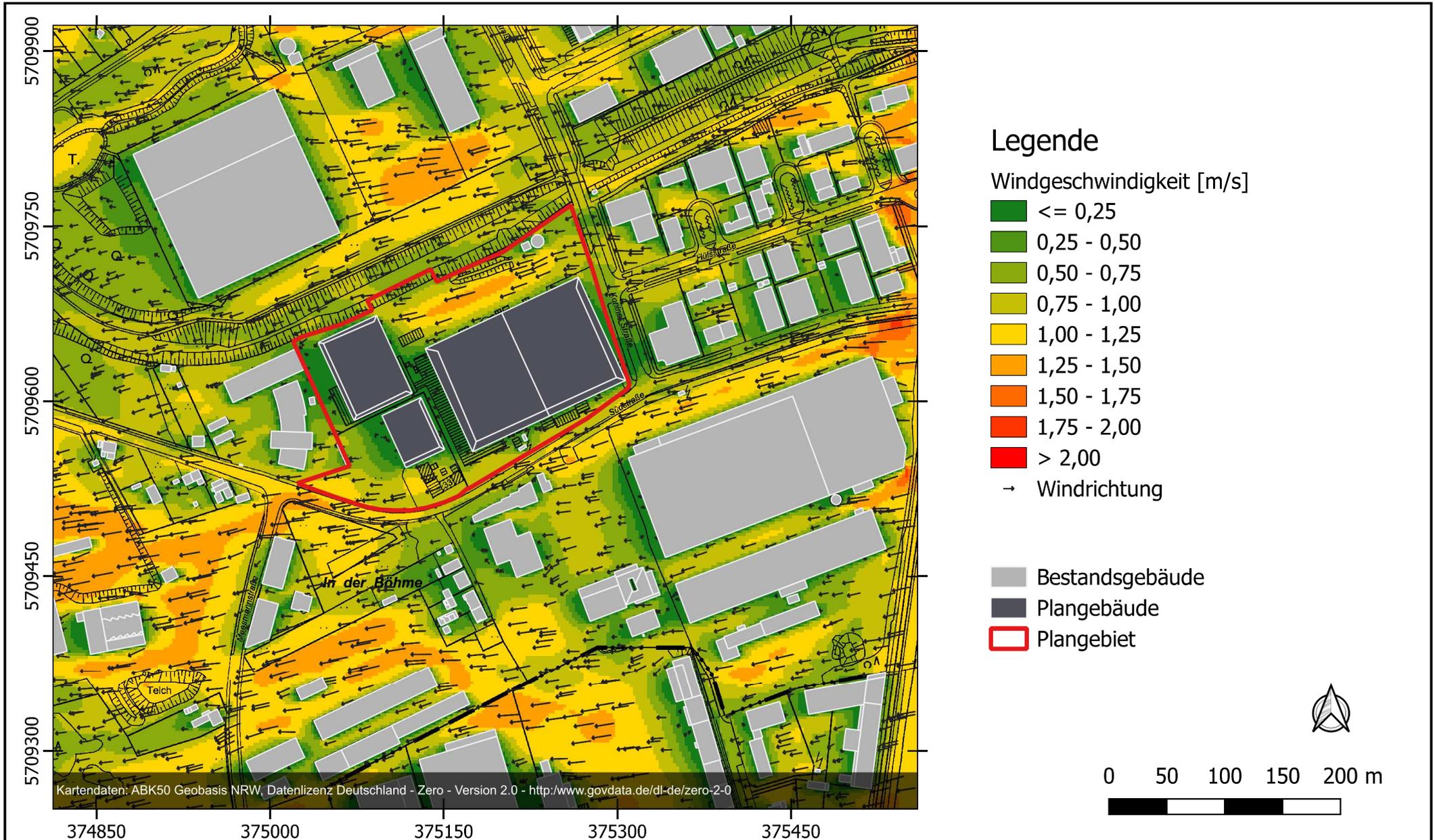
Anlage 23: Differenz der Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 4 Uhr
 - Planfall "Halle 2 horizontal" minus Istfall



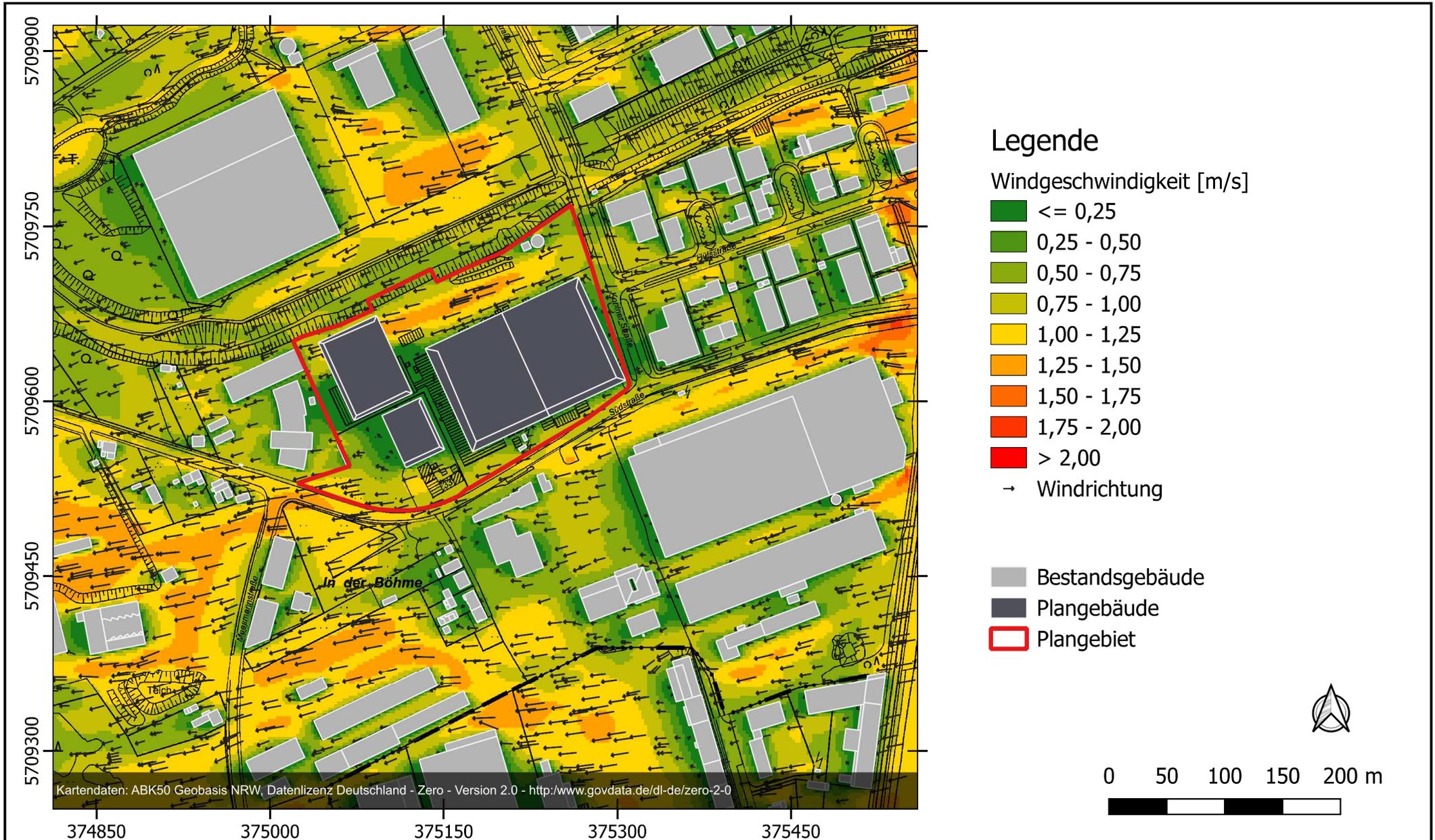
Anlage 24: Windfeld in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr - Istfall



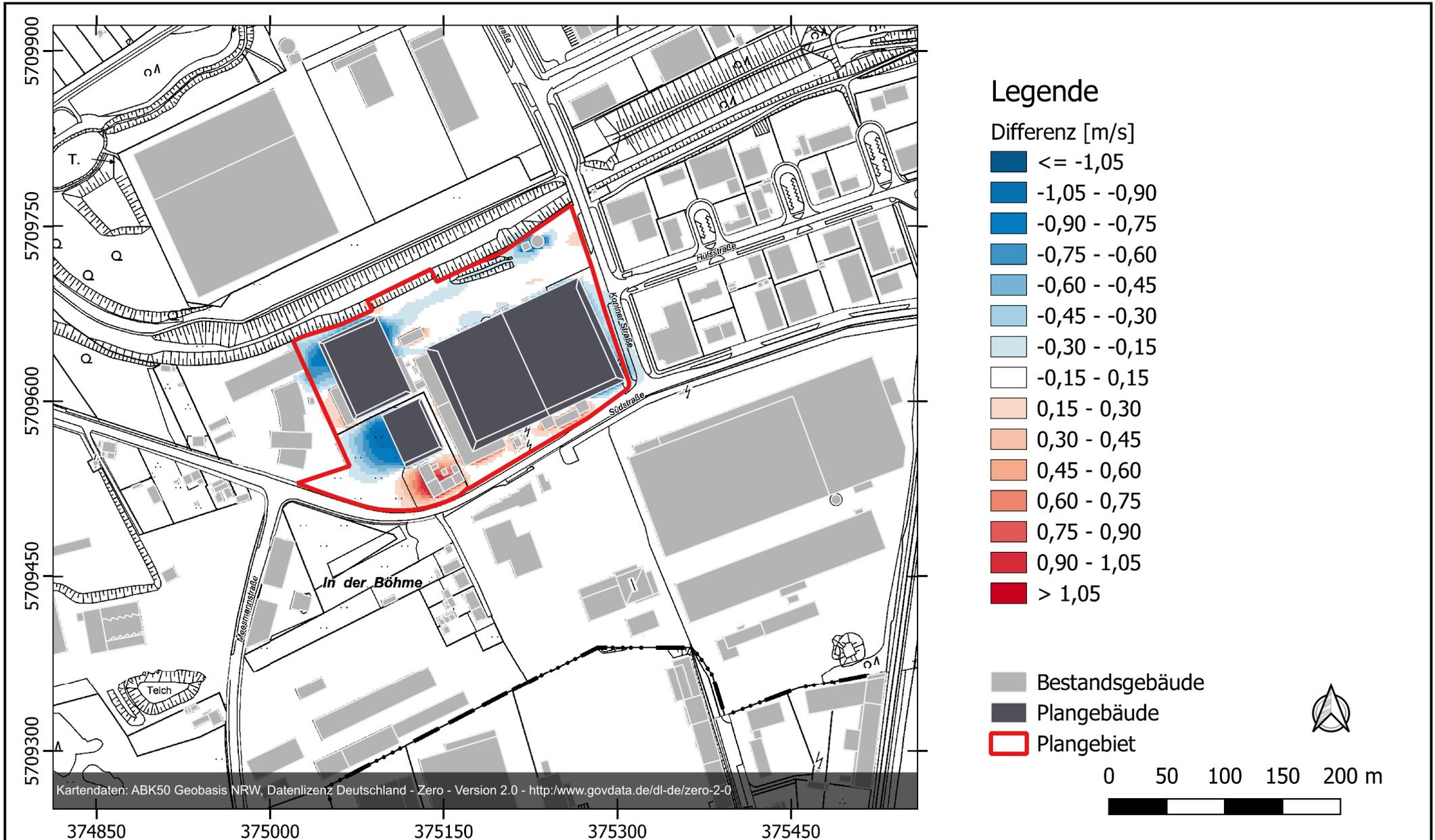
Anlage 25: Windfeld in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr - Planfall "Halle 2 vertikal"



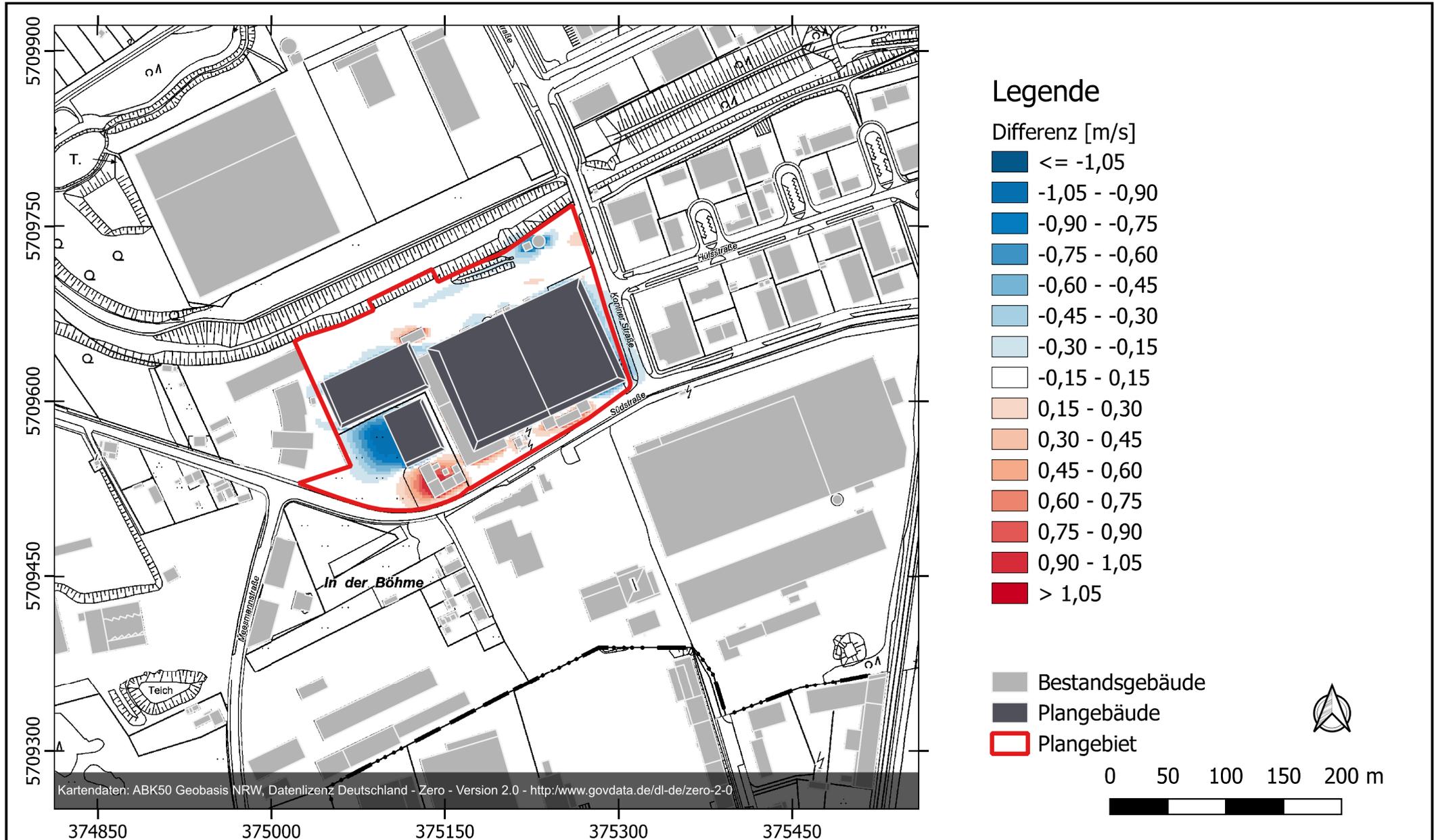
Anlage 26: Windfeld in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr - Planfall "Halle 2 horizontal"



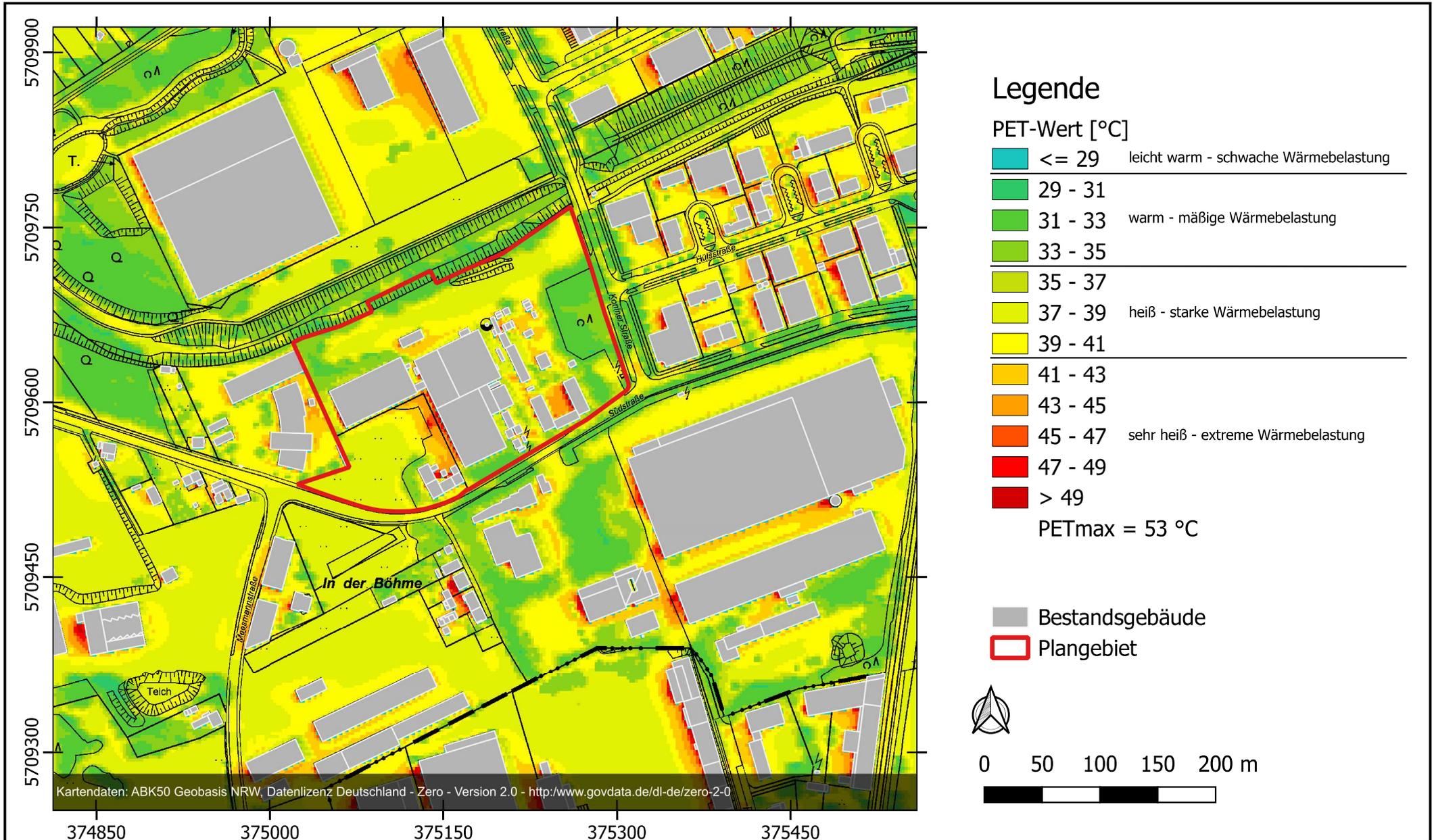
Anlage 27: Differenz des Windfeldes in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr
 - Planfall "Halle 2 vertikal" minus Istfall



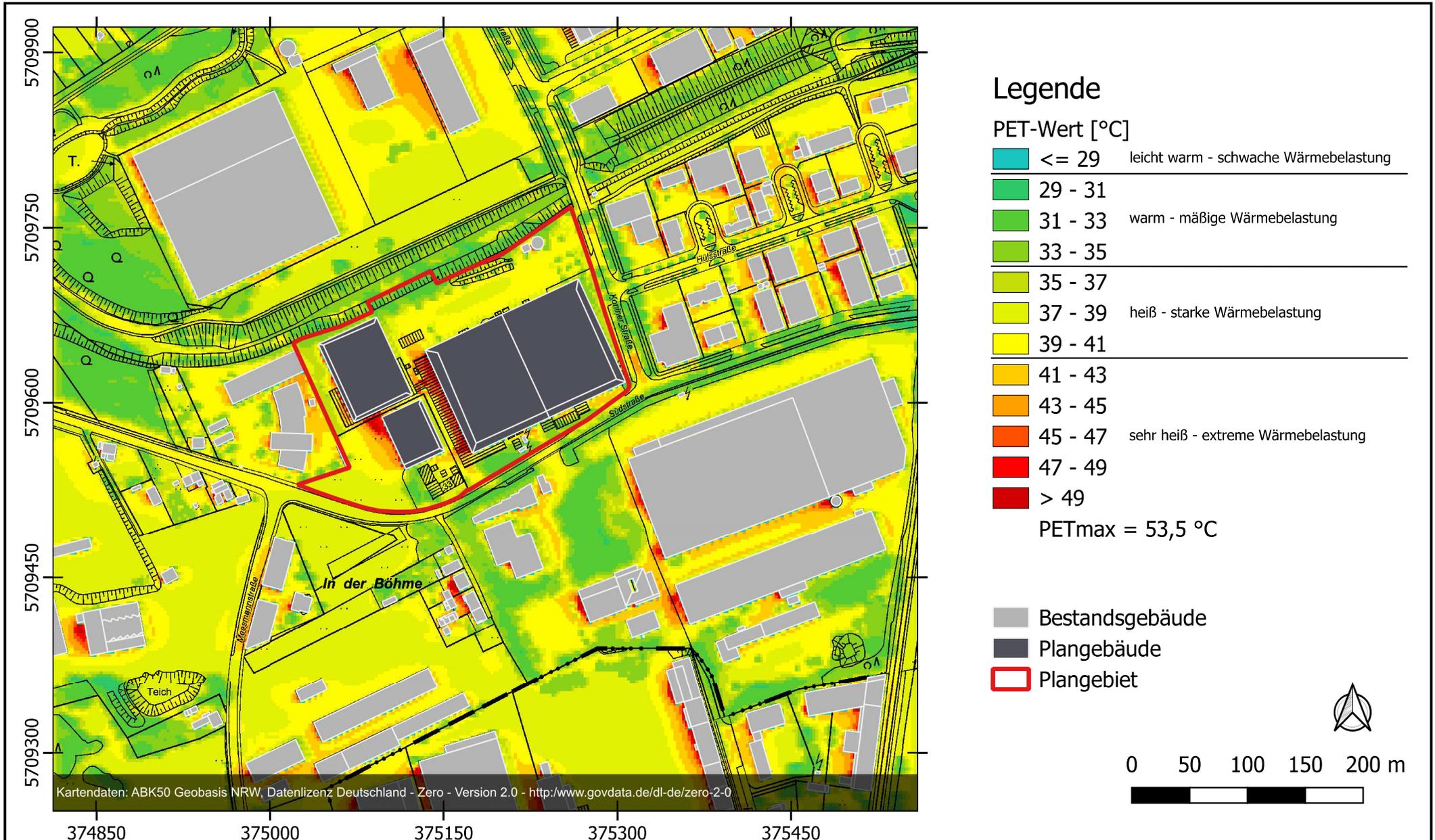
Anlage 28: Differenz des Windfeldes in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr - Planfall "Halle 2 horizontal" minus Istfall



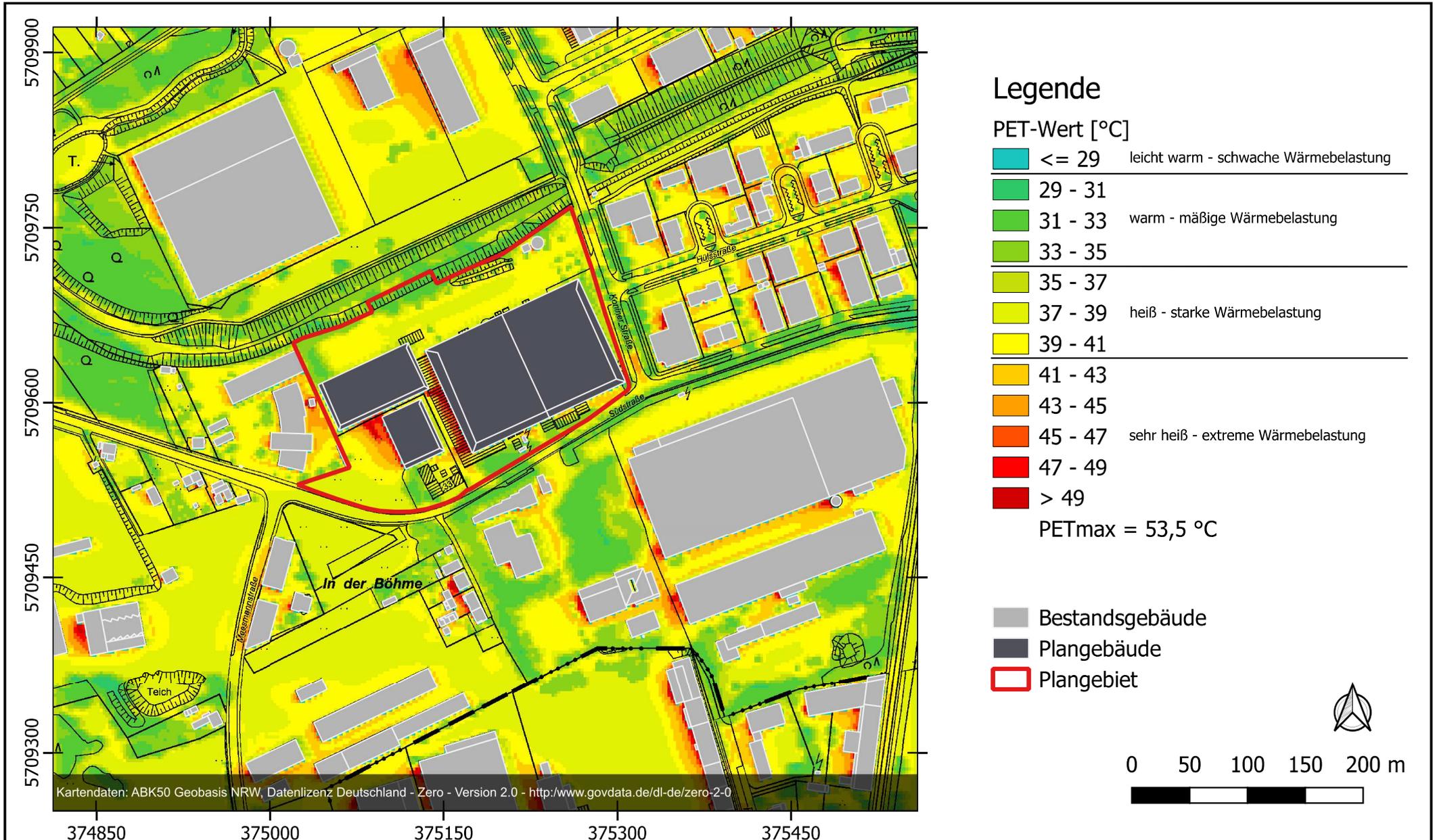
Anlage 29: PET-Wert in 1,5 m Höhe über Grund am Nachmittag - Istfall



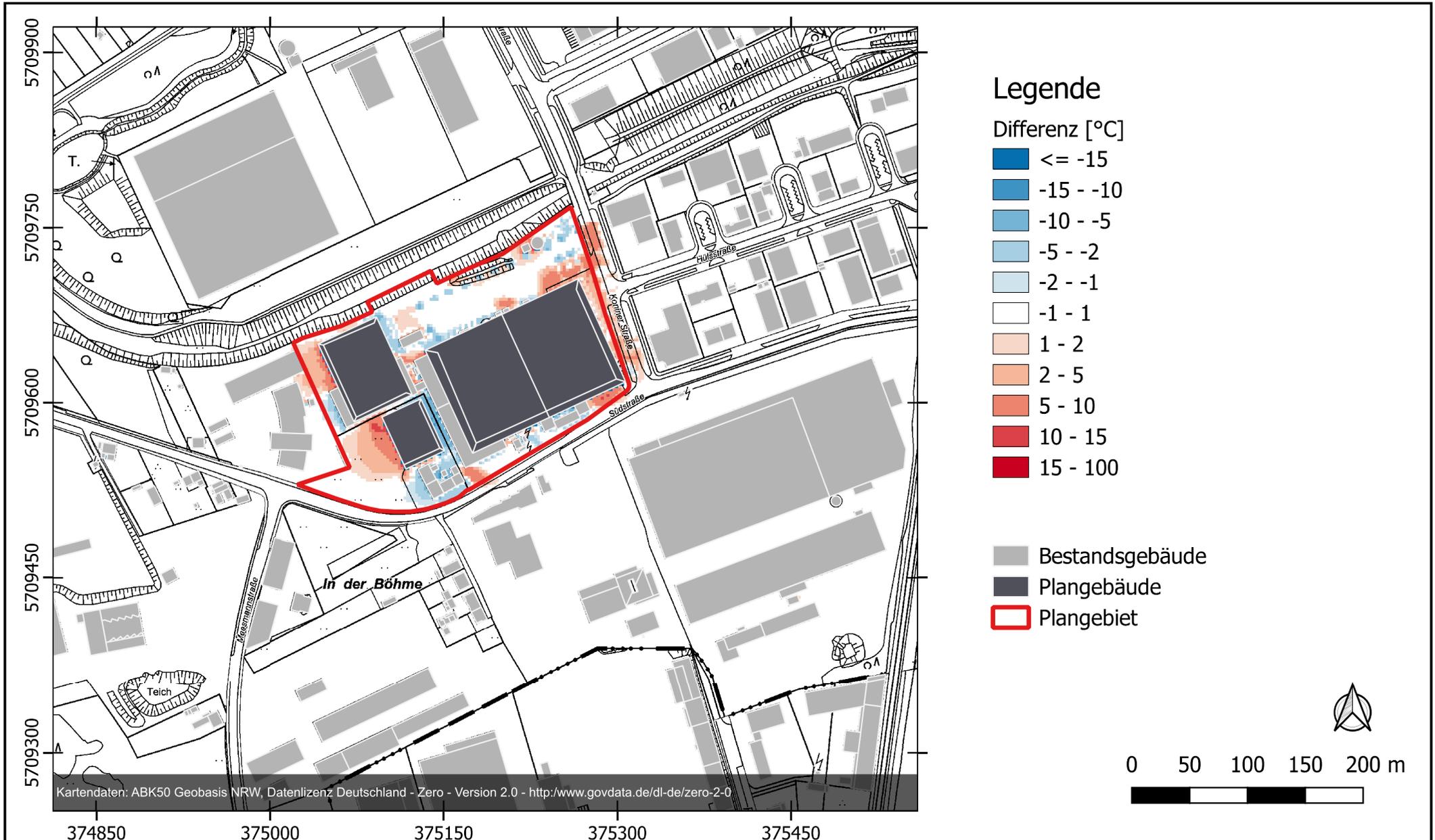
Anlage 30: PET-Wert in 1,5 m Höhe über Grund am Nachmittag - Planfall "Halle 2 vertikal"



Anlage 31: PET-Wert in 1,5 m Höhe über Grund am Nachmittag - Planfall "Halle 2 horizontal"



Anlage 32: Differenz des PET-Wertes in 1,5 m Höhe über Grund am Nachmittag -
Planfall "Halle 2 vertikal" minus Istfall



Anlage 33: Differenz des PET-Wertes in 1,5 m Höhe über Grund am Nachmittag -
Planfall "Halle 2 horizontal" minus Istfall

