

Klimauntersuchung für die Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 239 „Wohnpark am Rhein-Herne-Kanal/ Grimberger Feld“ in Herne

Bericht C 5318-1 vom 24.03.2023

Auftraggeber: Stadtentwicklungsgesellschaft
Herne mbH & Co. KG
Langekampstraße 36
44652 Herne

Bericht-Nr.: C 5318-1

Datum: 24.03.2023

Ansprechpartner/in: Frau Zühlke

Dieser Bericht besteht aus insgesamt 62 Seiten,
davon 36 Seiten Text und 26 Seiten Anlagen.

VMPA anerkannte
Schallschutzprüfstelle
nach DIN 4109

Leitung:

Dipl.-Phys. Axel Hübel

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

Dipl.-Ing. Mark Bless

Anschriften:

Peutz Consult GmbH

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

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

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

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

Geschäftsführer:

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

Bankverbindungen:

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

Niederlassungen:

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

peutz.de

Inhaltsverzeichnis

1 Situation und Aufgabenstellung..... 5

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

3 Örtliche Gegebenheiten..... 8

4 Grundlagen..... 9

 4.1 Stadtklima..... 9

 4.1.1 Lufttemperatur..... 9

 4.1.2 Windfeld..... 10

 4.1.3 Bioklimatischer Komfort..... 10

 4.2 Klimaanalyse der Herne..... 11

 4.3 Auswirkungen des Klimawandels..... 12

5 Berechnungsmodell..... 16

 5.1 Modellbeschreibung..... 16

 5.2 Aufbau der Rechengitter..... 16

 5.3 Eingangsdaten..... 17

 5.3.1 Gebäude..... 17

 5.3.2 Vegetation..... 18

 5.3.3 Oberflächen..... 19

 5.3.4 Initialisierungsparameter..... 19

6 Ergebnisse..... 23

 6.1 Durchlüftung..... 23

 6.1.1 14 Uhr..... 23

 6.1.1.1 Istfall..... 24

 6.1.1.2 Auswirkungen des Planvorhabens..... 24

 6.1.2 0 Uhr..... 25

 6.1.2.1 Istfall..... 25

 6.1.2.2 Auswirkungen des Planvorhabens..... 25

 6.2 Lufttemperatur..... 26

 6.2.1 14 Uhr..... 26

 6.2.1.1 Istfall..... 26

 6.2.1.2 Auswirkungen des Planvorhabens..... 26

 6.2.2 4 Uhr..... 28

 6.2.2.1 Istfall..... 28

 6.2.2.2 Auswirkungen des Planvorhabens..... 28

6.3	Bioklima (PET).....	29
6.3.1	Istfall.....	29
6.3.2	Auswirkungen des Planvorhabens.....	30
7	Planungsempfehlungen.....	31
8	Zusammenfassung.....	33

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1: Bewertung des bioklimatischen Komforts mit PET 11
Tabelle 5.1: Initialisierungsparameter für die Modellberechnungen 22

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4.1: Prognose der Entwicklung der sommerlichen Wärmebelastung in Herne an
der Wasserstraße 15
Abbildung 5.1: Tagesgang der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit beim Simple-
Forcing 20
Abbildung 5.2: Tagesgang der Windrichtung 21

1 Situation und Aufgabenstellung

Zwischen dem Rhein-Herne-Kanal und der Straße Grimberger Feld in Herne soll der Bebauungsplan Nr. 239 aufgestellt werden. Ziel ist die Entwicklung eines Wohnquartiers auf einem ehemals als Schulstandort genutzten Gelände. Es sollen Mehrfamilienhäuser errichtet werden. Zudem soll das unter Denkmalschutz stehende Schulgebäude zur Wiedernutzung umgebaut werden. Neben dem vorrangigen Ziel der Wohnnutzung sollen in diesem Gebäude auch eine Kindertagesstätte und Arbeitsorte entstehen. Anlage 1 zeigt die entwickelte Fläche. Der Bebauungsplan umfasst die Flurstücke 318, 1053 und 1054.

In der Stadtklimaanalyse der Stadt Herne von 2018 [2] wird das Plangebiet als Siedlungsbereich mit einer schwachen Wärmebelastung am Tag bei austauscharmer sommerlicher Wetterlage dargestellt. Daher sind im Rahmen der Aufstellung des Bebauungsplans die Auswirkungen des Planvorhabens auf das lokale Mikroklima zu untersuchen. Hierzu werden mithilfe des mikroskaligen Stadtklimamodells 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 fließen Gebäudestellungen und -höhen, der Vegetationsbestand sowie die Oberflächenbeschaffenheit ein.

Die Beurteilung der klimatischen Veränderungen erfolgt anhand der simulierten Temperaturverhältnisse zu zwei verschiedenen Uhrzeiten sowie anhand der bioklimatischen Kenngröße des PET-Wertes am Nachmittag. Zusätzlich werden die Windverhältnisse in einer Höhe von 1,5 m über Grund ausgewertet und dargestellt.

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

2 Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien

Titel / Beschreibung / Bemerkung			Kat.	Datum
[1]	Grimberger Pier – Städtebaulicher Entwurf	Architekturbüro Klemencic	P	02.02.2023
[2]	Klimaanalyse der Stadt Herne (2018)	Stadt Herne, Fachbereich Umwelt- und Stadtplanung	Lit.	2018
[3]	Klimaatlas NRW	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: https://www.klimaatlas.nrw.de/karte-klimaatlas		Abruf am: 03.02.2022
[4]	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
[5]	LOD2-Modell des Untersuchungsgebietes im CityGML-Format	Geoportal NRW: https://www.geoportal.nrw/	P	2022
[6]	Normalisiertes digitales Oberflächenmodell (NDOM) des Untersuchungsgebietes	Geoportal NRW: https://www.geoportal.nrw/	P	2022
[7]	Digitales Geländemodell (DGM) – Gitterweite 2 m	Geoportal NRW: https://www.geoportal.nrw/	P	2022
[8]	Digitale Orthophotos (DOP)	Geoportal NRW: https://www.geoportal.nrw/	P	2022
[9]	Amtliche Basiskarte (ABK) des Untersuchungsgebietes	Geoportal NRW: https://www.geoportal.nrw/	P	2022
[10]	INSPIRE-WFS NW Bodenbedeckungsvektor ALKIS	Geoportal NRW: https://www.geoportal.nrw/	P	2022
[11]	BK 50; Bodenkarte von NRW 1:50.000	Geoportal NRW: https://www.geoportal.nrw/	P	2022
[12]	Rechenmodell ENVI-met, Version 5.0.3 - Summer Release 2022	ENVI_MET GmbH https://www.envi-met.com/	Lit.	2021
[13]	VDI 3787, Blatt 2. Umweltmeteorologie. Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung.	Verein Deutscher Ingenieure	RIL	2008
[14]	VDI 3787, Blatt 8. Umweltmeteorologie. Stadtentwicklung im Klimawandel	Verein Deutscher Ingenieure	RIL	2020
[15]	Stadtklima vor dem Hintergrund des Klimawandels	A. Matzarakis, in Umweltmeteorologie, Nr. 3, 2013	Lit.	2013

Titel / Beschreibung / Bemerkung		Kat.	Datum
[16]	Stadtklima	S. Henninger & S. Weber, 2019	Lit 2019
[17]	Handbuch Stadtklima - Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- Verbraucherschutz NRW	Lit 2011
[18]	Meteorologie	H. Häckel, 4. Auflage	Lit 1999
[19]	Klimatologie	W. Kuttler, 2. Auflage	Lit 2013
[20]	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
[21]	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
[22]	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 Plangrundstück liegt in einem Wohngebiet, welches nördlich durch die Bundesstraße 226 begrenzt wird. Nördlich davon schließt das Resser Wäldchen und in ca. 440 m Entfernung zum Plangebiet die Emscher an. Nordöstlich des Plangebietes befindet sich ein weiteres Wohngebiet. Östlich liegt die Künstlerzeche „Unser Fritz“ sowie ein Outdoor-Spielplatz und in etwa 630 m Entfernung schließt ein Gewerbegebiet an. Südlich des Rhein-Herne-Kanals befindet sich südöstlich des Plangrundstückes ein Wohngebiet das östlich an eine Waldfläche angrenzt. Südwestlich zum Plangrundstücks liegt ein großer Speditionsbetrieb. Die Nordseite des Kanals, auf der das Plangrundstück liegt, ist durch zwei Brücken mit der Südseite verbunden. Eine liegt direkt an der Künstlerzeche und kann nur zu Fuß oder mit dem Fahrrad überquert werden. Die Kanalbrücke B226 liegt etwa 600 m von Plangebiet entfernt. Im Süden verlaufen zudem eine Bahnanlage in ca. 540 m und die A42 in ca. 900 m Entfernung.

Auf dem Plangebiet befindet sich heute eine nicht mehr genutzte Schule und ein Kanu-Verein. Im Bereich der Schule befindet sich eine versiegelte Fläche, die von dem Schulgebäude im Norden und Osten sowie einem Grünstreifen im Süden und Westen eingeschlossen ist. Östlich des Schulgebäudes liegt eine begrünte Fläche und südlich davon befindet sich das Gebäude des Kanu-Vereins.

Im Norden ist das Grundstück durch die Straße Grimberger Feld begrenzt und im Süden verläuft der Rhein-Herne-Kanal. Östlich und westlich schließen Wohngebäude an das Plangebiet an.

Anlage 2 gibt einen Überblick über die Bestandssituation.

Mit der Realisierung des Planvorhabens sollen sieben Gebäude entlang der Ost- und Südseite des Grundstücks entstehen. Diese sind drei- oder viergeschossig mit einem zusätzlichen Staffelgeschoss. Zudem sind die Gebäude untereinander mit ein- bzw. dreigeschossigen Bauten verbunden. Das Schulgebäude verbleibt. Nur der südliche Teil wird gekürzt. Das Gebäude des Kanu-Vereins wird zurückgebaut. Erschlossen wird das Gelände über zwei Zufahrten an der Straße Grimberger Feld.

Anlage 3 zeigt das Untersuchungsgebiet nach der Realisierung des Planvorhabens.

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 [20].

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 [18]. 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 [20].

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 Wärmezeugung 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 [16].

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 [18].

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 [16]. 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 [19].

4.1.3 Bioklimatischer Komfort

Das physiologische Wärmeempfinden des Menschen wird nicht nur von der Lufttemperatur, sondern auch von den Einstrahlungsbedingungen (jahres- und tageszeitliche Varianz, Schattenwurf, langwellige Abstrahlung von Objekten in der Umgebung), der Windgeschwindigkeit sowie der Luftfeuchtigkeit beeinflusst [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 [13] werden verschiedene Methoden zur Quantifizierung des bioklimatischen Komforts aufgeführt. Im Folgenden wird zur Beurteilung des bioklimatischen Komforts die physiologisch äquivalente Temperatur (PET) herangezogen. Die PET beschreibt das bioklimatische Empfinden bei wechselnden Umgebungsbedingungen. Eine 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 bioklimatischen Komforts sind in der nachfolgenden Tabelle 4.1 dargestellt:

Tabelle 4.1: Bewertung des bioklimatischen Komforts mit PET

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

4.2 Klimaanalyse der Herne

Zur stadtklimatologischen Einordnung des Plangebietes wird ein Auszug aus der Klimaanalyse der Stadt Herne aus dem Jahr 2018 herangezogen [2]. 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. Auszüge der Klimaanalysekarte für das Umfeld des Plangebietes sind in Anlage 4 dargestellt. Die daraus resultierenden Planungshinweise sind in Anlage 5 festgehalten.

Die Klimaanalysekarte zeigt die Klimatope innerhalb der Stadt Herne. Zusätzlich gibt es Hinweise zum Luftaustausch und zur Lufthygiene. Die Karte weist dem Plangebiet ein Stadtrand- und Parkklima zu. Das Stadtrandklima zeichnet sich durch eine aufgelockerte Bebauung aus. Durch den gewährleisteten Luftaustausch ist der Wärmeinseleffekt nur schwach ausgeprägt und ein gutes Bioklima kann meist gewährleistet werden. Das Parkklima zeichnet sich durch ein lokal begrenztes gutes Bioklima aus. Dieses entsteht durch die Vegetation, welche, je nach Art, Temperatur- und Strahlungsamplituden dämpfen kann. Im Umfeld des Plangebietes befinden sich weitere Bereiche denen ein Stadtrand- und Parkklima zugeordnet wird. Nordwestlich des Plangebietes in den Straßen Im Emscherbruch, Sternstraße

und Fleithestraße werden infolge einer dichteren Bebauungsstruktur auch Stadtklimatope ausgewiesen, in denen mit einer höheren Wärmebelastung zu rechnen ist.

Der südlich verlaufende Rhein-Herne-Kanal hat laut der Klimaanalyse einen stark dämpfenden Einfluss auf die Lufttemperatur und trägt zur Luftfeuchtigkeit bei. Zudem sind hier die Ventilationsbedingungen günstig. Südwestlich des Plangebietes befindet sich ein Gewerbeklimatop. Dieses zeichnet sich durch einen hohen Versiegelungsgrad aus. Daraus folgt eine starke Aufheizung der Fläche im Sommer, was zu Hitzestress führen kann. Zudem sind von diesem Gebiet ausgehende Luft- und Lärmimmissionen zu erwarten. Nördlich des Plangebietes liegt ein Waldklimatop, in welchem die Temperaturamplitude über den Tag, abhängig vom Grad der Vegetation, gedämpft ist. Die Luftfeuchtigkeit ist höher und es kann sich Kaltluft bilden. Dadurch herrscht in diesem Gebiet ein gutes Bioklima und es dient durch seine bioklimatische Wohlfahrtswirkung als Erholungsraum.

Abgeleitet aus der Klimaanalyse weist die Planungshinweiskarte das Plangebiet als städtische Park- und Grünanlage aus. Diese Gebiete sollte von Bebauung und Versiegelung freigehalten werden und die vorhandene Vegetationsstruktur erhalten bleiben. Die angrenzende Wohnbebauung ist als Lastraum ausgewiesen, der überwiegend locker und offen bebaut ist. Aufgrund seiner Struktur und Vegetation ist dieser Lastraum bioklimatisch als positiv zu bewerten. Der Erhalt und Aufbau weiterer Gehölzstrukturen ist anzustreben. Bei dem Waldgebiet im Norden und dem Kanal im Süden handelt es sich um Ausgleichsräume. Der Wald trägt zur Luftreinigung bei und ist daher bioklimatisch wertvoll. Der Kanal sichert die Belüftung und kann als Naherholungszone dienen. Die Uferbereiche sollten frei von Bebauung gehalten werden.

Darüber hinaus empfiehlt die Karte für das gesamte Gebiet eine Grünvernetzung anzustreben. Dazu sollen vorhandene Wald- und Freiflächen durch Grünzüge vernetzt werden um ihre lufthygienische Funktion und Pufferwirkung zu unterstützen. Hausgärten, Innenhöfe sowie vorhandene Gebäude sollten bei der Vernetzung mitbetrachtet und weitere Bebauung sowie Emissionen vermieden 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 [3] 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 berücksichtigten 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,
- die Anzahl der Heißen Tage bis zum Jahr 2100 von 8 auf 13 ansteigt und im Schnitt 3,1 Tropennächte pro Jahr auftreten.

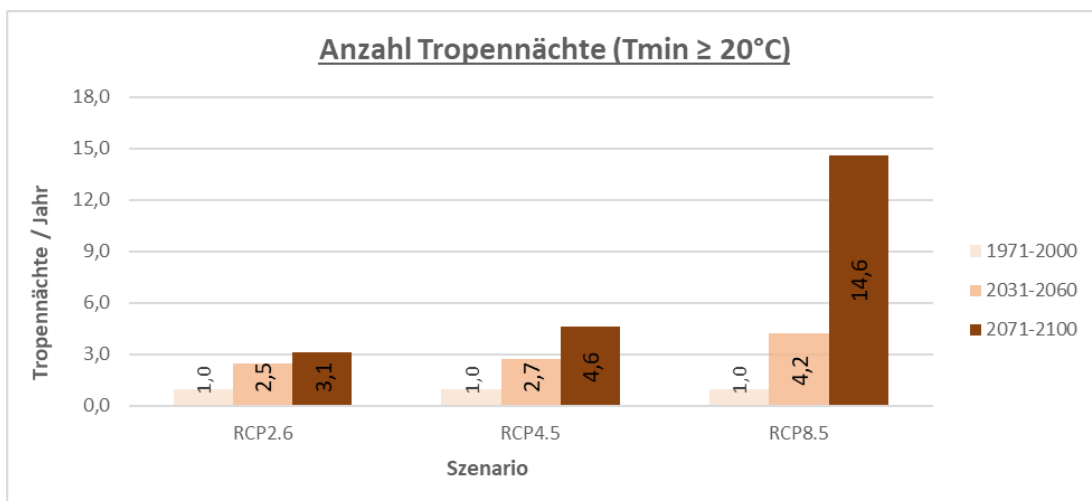
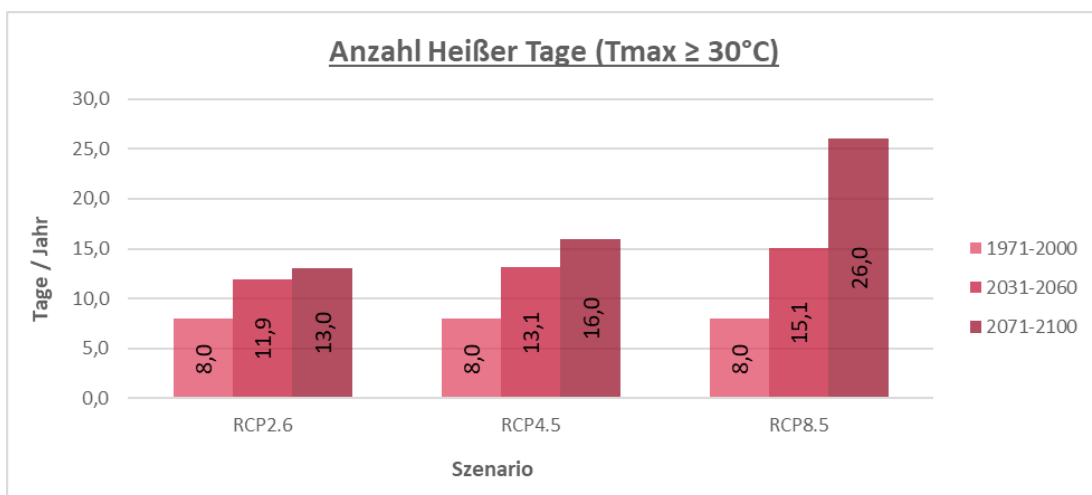
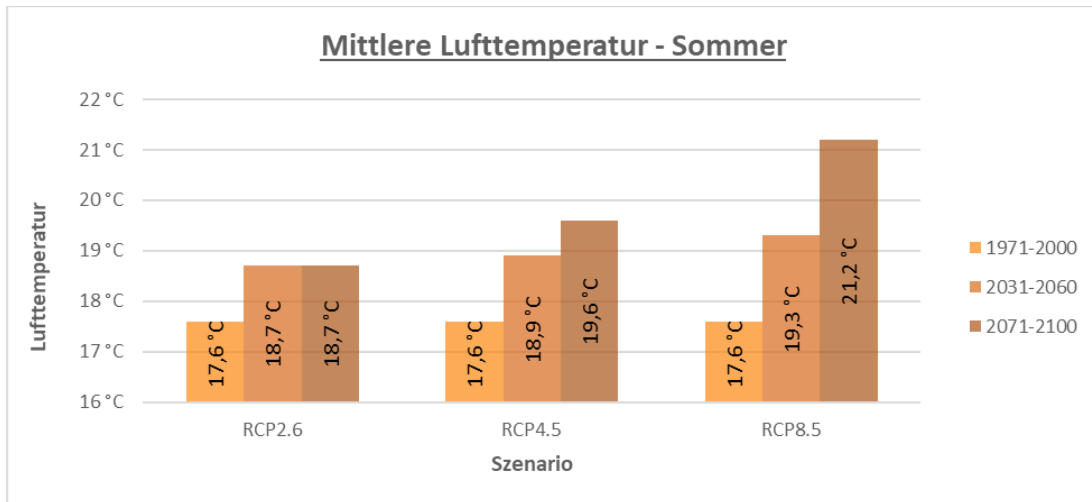
Für das mittlere Szenario RCP4.5 wird prognostiziert, dass gegenüber dem Referenzzeitraum 1970-2000:

- die mittlere Lufttemperatur im Sommer von 17,6 °C auf 19,6 °C in der „fernen“ Zukunft ansteigt,
- sich die Anzahl der Heißen Tage verdoppelt und die Anzahl der Tropennächte bis Ende des Jahrhunderts mehr als vervierfacht.

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 3,6 °C (2071-2100) erhöhen
- sich bis zum Ende des Jahrhunderts die Anzahl der Heißen Tage mehr als verdreifacht und im Mittel 14,6 Tropennächte pro Jahr auftreten werden.

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



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

Istfall: Bestandsbebauung, aktueller Vegetationsbestand und aktuelle Oberflächenbeschaffenheit
Planfall: Zukünftige Bebauungssituation nach Realisierung der Planung abgeleitet aus dem städtebaulichen Entwurf [1]

Anhand der Ergebnisse dieser beiden Varianten werden 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 752,5 m in x- und 730 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 12 m erhöht sich die vertikale Zellausdehnung um jeweils 12 %. Bei einer Anzahl von 30 Gitterzellen in z-Richtung ergibt sich hieraus eine maximale Modellhöhe von 74,44 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 [5] abgeleitet. Anlage 7 zeigt hierzu den berücksichtigten Gebäudebestand im Istfall, Anlage 8 enthält den Gebäudebestand sowie die Plangebäude im Planfall, welche auf Grundlage der Entwurfsplanung [1] 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 mittelhelle und dunkle Oberflächen unterteilt. Darunter wurde ein ENVI-met Standardaufbau mit einer moderaten Isolierung angenommen. Die Rauminnentemperatur beträgt bei allen Gebäuden zum Startzeitpunkt der Simulationsrechnung 20 °C. Für die Plangebäude wurde nach Absprache mit dem Architekturbüro Klemencic eine mittelhelle Oberfläche angesetzt. Darüber hinaus wurde ebenfalls abgestimmt, eine extensive Dachbegrünung auf den geplanten Gebäuden zu berücksichtigen.

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, da diese Informationen über die Lichtdurchlässigkeit enthält. Diese wird im Anschluss in die von ENVI-met vorgegebenen Belaubungsklassen übersetzt. Hierbei entspricht eine geringe Lichtdurchlässigkeit einem sehr dichten Belaubungsgrad, eine mittlere Lichtdurchlässigkeit einem dichten Belaubungsgrad und eine starke Lichtdurchlässigkeit einem lichten Belaubungsgrad.

Die Erfassung der Bäume im öffentlichen und privaten Raum erfolgte mithilfe des hochauflösenden digitalen Oberflächenmodells (NDOM) [6]. Da in diesem Fall die Lage und Höhe, nicht aber deren Art bestimmt werden konnte, wurde diesen Bäumen pauschal ein „dichter“ Belaubungsgrad zugewiesen.

Im Zuge der Planung soll ein Großteil der Bestandsbäume auf dem Plangebiet erhalten bleiben. Baumneupflanzungen sind in der Entwurfsplanung [1] nicht vorgesehen.

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 8 sind die in die Berechnungen eingehenden Vegetationsbestände für beide Planungssituationen 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 kurzwelligigen 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)“ [11] erfasst.

Die versiegelten Flächen im Bestand in- und außerhalb des Plangebietes wurden anhand aktueller Orthofotos [8] sowie anhand von ALKIS - Bodenbedeckungsdaten des Landes NRW [10] erfasst. Für Straßen wurde hierbei Asphalt, für weitere versiegelte Flächen wie z.B. Parkplätze Beton bzw. Pflaster als Versiegelungsmaterial vorgegeben.

Die Ableitung der Oberflächenarten im Planfall erfolgte auf Grundlage des städtebaulichen Entwurfs [1]. Für die im Plangebiet verlaufenden Wege wurde nach Absprache mit dem Architekten Betonpflaster angenommen.

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

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

5.3.4 Initialisierungsparameter

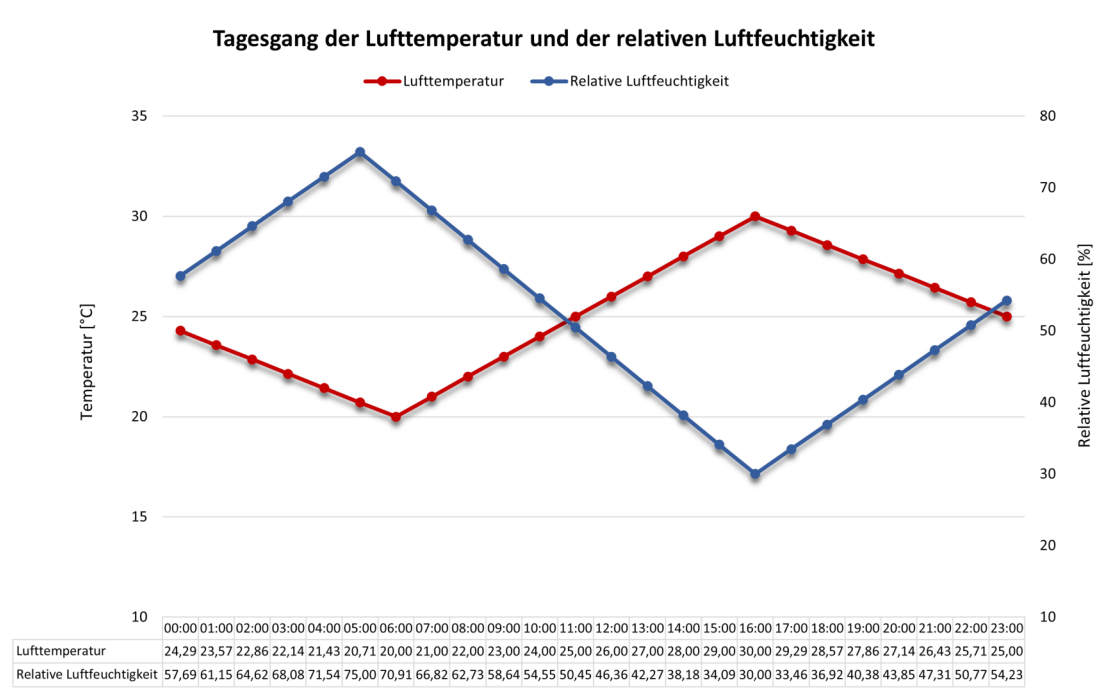
Innerhalb von ENVI-met können die tageszeitlichen Schwankungen der meteorologischen Parameter Lufttemperatur und relative Feuchte entweder über einen sogenannten „Full-Forcing“, oder durch ein sogenanntes „Simple-Forcing“ vorgegeben werden. Bei Ersterem werden die Bedingungen am Einströmrand für jede Stunde des Tages explizit vorgegeben. Hierzu ist ein Wetterdatensatz, beispielsweise aus einem Testreferenzjahr, notwendig. Beim Simple-Forcing wird für zwei Zeitpunkte innerhalb von 24 Stunden der Minimal- und Maximalwert für die Lufttemperatur und die relative Feuchte vorgegeben. Für die dazwischen liegenden Stunden werden die Werte linear interpoliert.

Zusätzlich muss für den Antrieb des Modells eine Windgeschwindigkeit und -richtung vorgegeben werden. Beim Simple-Forcing können hierfür nur Werte angegeben werden, welche über den gesamten Simulationszeitraum hinweg konstant sind. Beim Full-Forcing hingegen werden auch die Winddaten dem Wetterdatensatz entnommen und können dementsprechend variabel sein.

Für das vorliegende Projekt wurden die Daten über ein Full-Forcing vorgegeben, um eine variable Windrichtung berücksichtigen zu können. Hierfür wurde ein Datensatz mit den nachfolgenden Tagesgängen für Lufttemperatur, relative Feuchte und Windrichtung erzeugt.

Als meteorologischer Antrieb für die Klimamodelle wurde ein heißer Sommertag mit einer nachmittäglichen Maximaltemperatur von 30°C und einer nächtlichen Minimaltemperatur von 20°C gewählt. Die Tagesgänge der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit können aus der folgenden Abbildung 5.1 entnommen werden:

Abbildung 5.1: Tagesgang der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit beim Simple-Forcing



Für den Wind 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.

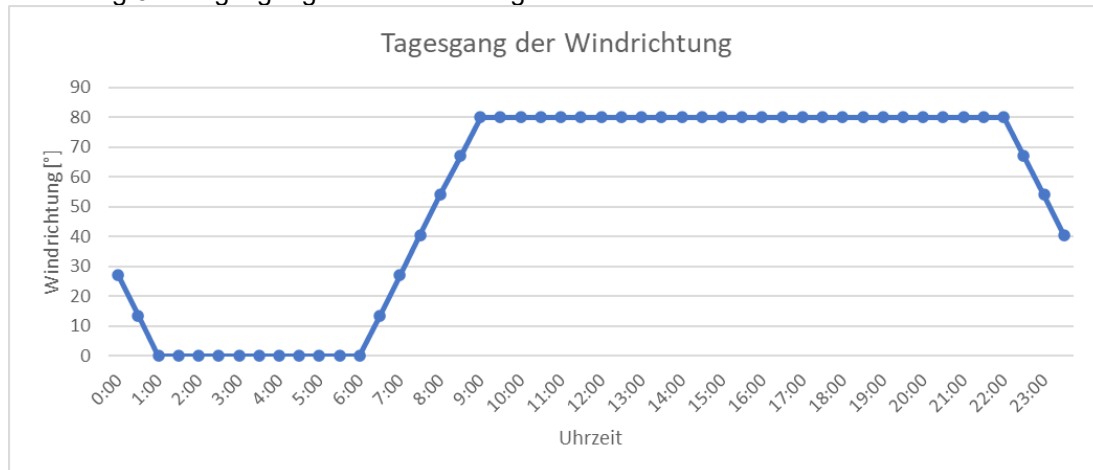
Anlage 11 zeigt die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung an dieser Station in allen Situationen des Auswertzeitraumes (links) sowie für heiße Tage mit einer Maximaltemperatur > 30 °C (rechts). Die Windrichtungsverteilung für den gesamten Auswertzeitraum (2011-2020) zeigt, dass der Wind an der Station bevorzugt aus einer südwestlichen Richtung weht. Ein sekundäres Windrichtungsmaximum entfällt auf östliche Anströmungsrichtungen.

An Hitzetagen wird die Windrichtungsverteilung hingegen durch die östliche Anströmungsrichtung dominiert mit einem deutlichen Windrichtungsmaximum bei 80°. 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 für den Tag die Windrichtung Ost (80°) angesetzt.

Aus der Klimahinweiskarte [2] geht zudem hervor, dass es am nördlichen Rand des Stadtgebietes von Herne nachts zu Kaltluftabflüssen in Richtung des Plangebietes kommen kann. Um in den Berechnungen gleichzeitig auch den Einfluss der spezifischen nächtlichen Anströmungsrichtung zu berücksichtigen, wurde die Windrichtung am Einströmrand variabel gehalten. In der Nacht dreht demnach der Wind und strömt aus Norden (0°) in das Rechengebiet ein. Abbildung 5.2 zeigt den für die Simulation erzeugten Tagesgang der Windrichtung.

Abbildung 5.2: Tagesgang der Windrichtung



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 einer-

seits 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.

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 Modell-Einschwingphase.

Als Eingangsparameter zur Berechnung des bioklimatischen Komforts mittels des PET-Wertes werden die Standardeinstellung gemäß der Norm DIN EN ISO 7730 verwendet [21]. 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	Full Forcing (Spanne zwischen 20,0 °C und 30,0 °C)
Relative Feuchte in 2 m über Grund	Full Forcing (Spanne zwischen 30 % und 75 %)
Rauigkeitslänge z0	0,1 m
Windgeschwindigkeit in 10 m über Grund	1,5 m/s
Windrichtung (variabel)	0 ° (Nord) - 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 den Planfall für die variable 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 und 4 Uhr) 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 und um 0 Uhr analysiert, ausgewertet und dargestellt.

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 Durchlüftung

Das berechnete Windfeld bezieht sich auf eine typische Schwachwindsituation mit einer ungestörten Anströmgeschwindigkeit von 1,5 m/s in 10 m Höhe. Gemäß der Beaufort-Skala [22] 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.

6.1.1 14 Uhr

Anlage 12 bis Anlage 14 zeigen die simulierten Windgeschwindigkeiten für den Ist- und Planfall sowie die aus der Planung resultierenden Windgeschwindigkeitsdifferenzen für die am Tag untersuchte Windrichtung (80°) in 1,5 m Höhe um 14 Uhr.

6.1.1.1 Istfall

Für die Bestandssituation (s. Anlage 12) lassen sich folgende Aussagen treffen:

- Als gut durchlüftet erweisen sich insbesondere ausgedehnte Bereiche mit geringer Rauigkeit. Hierzu zählen vor allem die Wasserfläche des Rhein-Herne Kanals oder die Freiflächen beiderseits der Speditionshalle südlich des Kanals.
- In den dichter bebauten Bereichen des Untersuchungsgebietes sind die Windgeschwindigkeiten aufgrund der erhöhten Rauigkeit gegenüber den ungestörten Freiflächen deutlich reduziert. Aufgrund der zum Teil hohen Bebauungsdichte im Untersuchungsgebiet werden somit bei der simulierten sommerlichen Schwachwindssituation überwiegend Windgeschwindigkeitswerte unter 1,0 m/s erreicht.
- Auch innerhalb des Waldgebietes Riemker Mark zeigen sich ähnlich geringe Windgeschwindigkeiten. Diese resultieren aus der Vegetation, die die einströmende Luft abbremst.
- Auf dem Plangebiet zeigt sich aufgrund der Bebauungs- und Vegetationsstruktur ein ähnliches Bild wie in den umgebenden Wohngebieten. Hierbei werden die geringsten Windgeschwindigkeiten aufgrund der abschirmenden Wirkung des Gebäudes westlich des in einer Nord-Süd-Achse ausgerichteten Gebäudeteils der Schule prognostiziert. Auf dem ehemaligen Schulhof westlich des Gebäudes ergeben sich die höchsten Windgeschwindigkeiten.

6.1.1.2 Auswirkungen des Planvorhabens

In Anlage 13 ist das Windfeld nach Realisierung des Planvorhabens dargestellt. Anlage 14 zeigt die planungsbedingten Differenzen der Windgeschwindigkeit. Folgende Auswirkungen sind nach der Realisierung zu erwarten:

- Auf dem Plangebiet ergeben sich hauptsächlich Verringerungen der bodennahen Windgeschwindigkeit.
- Die Reduktionen sind auf die neuen Gebäude und ihre Hinderniswirkung zurückzuführen. Sowohl die Gebäude am östlichen Grundstücksrand als auch die Gebäude an der südwestlichen Grenze liegen bei der betrachteten Windrichtung quer zur Anströmung und bilden daher ein Hindernis für das Windfeld.
- Die durch das Planvorhaben hervorgerufenen Verringerungen reichen außerhalb des Plangebietes an die östlich und westlich angrenzenden Wohngebäude heran.
- Erhöhungen der Windgeschwindigkeit ergeben sich zum einen am südlichen Ende des Schulgebäudes durch die Kürzung in Richtung Süden.
- Insgesamt beschränkt sich der Einfluss des Planvorhabens auf die Durchlüftung auf das direkte Umfeld der neuen Bebauung. Signifikante Auswirkungen, die deutlich über die Plangebietsgrenzen hinausgehen, sind auf Grundlage der Simulationsergebnisse nicht zu erwarten.

6.1.2 0 Uhr

Anlage 15 bis Anlage 17 zeigen die simulierten Windgeschwindigkeiten für den Ist- und Planfall sowie die aus der Planung resultierenden Windgeschwindigkeitsdifferenzen für die in der Nacht untersuchte Windrichtung (0°) in 1,5 m Höhe um 0 Uhr.

6.1.2.1 Istfall

Anlage 15 zeigt Folgendes:

- Aufgrund der veränderten Anströmungsrichtung bilden sich gegenüber der östlichen Anströmungsrichtung zum Teil unterschiedliche Bereiche hoher bzw. niedriger Windgeschwindigkeiten aus.
- Aufgrund der Windrichtung und der Bebauungsstruktur ergeben sich in der Nacht geringere Windgeschwindigkeiten über dem Kanal und dem Speditionsgelände als am Tag, da die am Kanal liegenden Gebäude den Wind bei nördlicher Anströmungsrichtung bremsen und die überströmten Bereiche mit niedriger Rauigkeit insgesamt eine geringere Länge aufweisen.
- Die mit 1,5 m/s maximalen Windgeschwindigkeiten werden auf der Parkplatzfläche des Speditionsgeländes im Südwestteil des Untersuchungsgebietes sowie vereinzelt entlang des Rhein-Herne-Kanals prognostiziert.
- Auf dem Plangebiet verändert sich das Windgeschwindigkeitsniveau gegenüber der Tagsituation nicht grundlegend, da die umliegende Bebauung sowie die Bebauung und Vegetation auf dem Grundstück sowohl auf eine östliche als auch auf eine nördliche Anströmungsrichtung störend wirken.

6.1.2.2 Auswirkungen des Planvorhabens

Auch die Veränderungen durch das Planvorhaben in Anlage 16 und Anlage 17 zeigen ein ähnliches Bild wie bereits zum Auswertzeitpunkt am Nachmittag. Im Bereich der Neubauten verringert sich die Windgeschwindigkeit und im Bereich, in dem ein Teil des Bestandsgebäudes entfällt erhöht sich die Geschwindigkeit. Insgesamt beschränkt sich der Einfluss des Planvorhabens auf die Durchlüftung auf das direkte Umfeld der neuen Bebauung. Die Verringerungen der Windgeschwindigkeit, welche in Richtung des Kanals über das Plangebiet hinausreichen, sind als unkritisch zu bewerten, da sich hier keine sensible Nutzung befindet.

Signifikante Auswirkungen, die deutlich über die Plangebietsgrenzen hinausgehen, sind auf Grundlage der Simulationsergebnisse nicht zu erwarten.

6.2 Lufttemperatur

Bei den Darstellungen der Lufttemperaturen zeigen sich an den Einströmrändern des Untersuchungsgebietes zum Teil deutliche Abweichungen zum Temperaturniveau des restlichen Untersuchungsgebietes. Diese Abweichungen resultieren aus modelltechnischen Randeffekten im Einströmbereich und sollten daher nicht weiter interpretiert werden. Verlässliche Ergebnisse sind etwa ab Entfernungen von 100 m zum Einströmrund zu erwarten.

6.2.1 14 Uhr

Anlage 18 bis Anlage 20 zeigen die simulierten Lufttemperaturen in 1,5 m Höhe für die untersuchte Hauptwindrichtung an Hitzetagen (80°) für den Ist- und Planfall sowie die sich hieraus ergebenden planungsbedingten Temperaturdifferenzen um 14 Uhr.

6.2.1.1 Istfall

Die Ergebnisse der Simulationsrechnungen für den Bestandsfall (s. Anlage 18) zeigen für den besonders hitzebelasteten Nachmittag Folgendes:

- Das Temperaturfeld im Untersuchungsgebiet ist aufgrund der vielfältigen Landnutzungen sehr heterogen.
- Die höchsten Temperaturen ergeben sich in bebauten und schwach durchlüfteten Bereichen wie in dem Wohngebiet im Nordosten des Rechengbietes und über versiegelten und unverschatteten Flächen wie auf dem Spielplatz im Osten des Rechengbietes.
- Die geringsten Lufttemperaturen zeigen sich über dem Rhein-Herne-Kanal und innerhalb des Waldgebietes im Nordwesten des Rechengbietes. Im Fall des Rhein-Herne-Kanals ist die Verdunstung und im Bereich des Waldgebietes die Verschattung für die Kühlung der Luft verantwortlich.
- Innerhalb des Plangebietes ergeben sich Temperaturen zwischen 28,5 °C und 29,5 °C.
- Die höchsten Temperaturen werden an der östlichen Fassade der Bestandsbebauung prognostiziert und resultieren aus der erwärmten Luft, die sich, aus Osten kommend, vor dem Bestandsgebäude staut.
- Westlich des Gebäudes auf dem ehemaligen Schulhof werden um etwa 1 °C niedrigere Lufttemperaturen ausgewiesen. Hierfür ist vor allem der dichte Baumbestand, der für Verschattung und Verdunstungskühlung sorgt, verantwortlich.

6.2.1.2 Auswirkungen des Planvorhabens

Das Temperaturfeld für den Planfall ist in Anlage 19 dargestellt und die durch die Planung hervorgerufenen Veränderungen sind in Anlage 20 abgebildet. Durch die Realisierung des

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

- Allgemein zeigt sich ein ähnliches Temperaturniveau wie in der Bestandssituation. Durch die neue Bebauung ergeben sich jedoch in einigen Bereichen höhere Temperaturen und in anderen Bereichen sinkt die Temperatur gegenüber dem Bestand.
- Am östlichen und südlichen Rand des Plangebietes sowie auf dem ehemaligen Schulhof muss mit einem Anstieg der Lufttemperatur gerechnet werden. Die Erwärmungen reichen an der Ostseite des Plangebietes über die Plangebietsgrenzen auf die angrenzenden Grundstücke hinaus. Die maximale Temperaturerhöhung beträgt hier 0,6 °C bei einer maximalen Eindringtiefe von 26 m. Wobei in dieser Entfernung zum Plangebiet nur noch Erhöhungen von maximal 0,2 °C prognostiziert werden.
- Die Erhöhung der Temperatur an der Ostgrenze des Plangebietes entsteht durch die neuen Gebäude in diesem Bereich. Deren Ostfassaden werden am Vormittag und bis in die Mittagsstunden von der Sonne beschienen, wodurch sich die Fassaden aufheizen und infolgedessen auch die Umgebungsluft erwärmt. Durch die eingeschränkte Durchlüftung wird der Abtransport der erwärmten Luft zudem erschwert.
- Die Erwärmung vor den Südfassaden resultiert ebenfalls aus der Erwärmung der beschienenen Fassaden sowie aus dem Wegfall eines Großteils der Bestandsbäume an der südlichen Plangebietsgrenze.
- Die Temperaturzunahmen auf dem ehemaligen Schulhof resultieren unter anderem aus dem Wegfall eines Baumes, dessen Verschattungs- und Verdunstungsleistung dadurch entfällt. Zudem verändert sich die Strömung der Luft durch die neuen Gebäude. Die kühlere Luft vom Kanal, welche im Istfall auf den südwestlich Teil des Plangebietes gelangt, wird durch die Neubauten in diesem Bereich abgelenkt. Dadurch erreicht im Planfall weniger kühle Luft den Bereich des ehemaligen Schulhofes.
- Abnahmen der Lufttemperatur sind hingegen östlich des Schulgebäudes auf dem Plangebiet sowie südlich über dem Rhein-Herne-Kanal und westlich über dem anschließenden Wohngebiet zu erwarten.
- Die niedrigeren Temperaturen entlang des Schulgebäudes resultiert aus der Verschattungswirkung der Neubauten entlang der östlichen Grenze des Plangebietes. Am Vormittag vermindern diese den Anteil der solaren Strahlung, welche auf das Schulgebäude und die östlich angrenzende Fläche fällt. Dadurch heizen sich beiden sowie die darüber liegende Luft weniger stark auf.
- Die Abkühlung über dem Kanal ist Folge der durch die Plangebäude abgelenkten kühleren Luft. Da diese nicht mehr so gut in das Plangebiet einströmen kann verbleibt sie über dem Kanal und sorgt im Vergleich zum Istfall für eine weitere leichte Abkühlung.
- Die geringere Lufttemperatur über dem westlich anschließenden Wohngebiet folgt ebenfalls aus dem veränderten Windfeld. Die Luft, welche im Istfall vom Kanal auf das Plangebiet gelangt, erwärmt sich über der versiegelten Oberfläche und wird

dann in das angrenzende Wohngebiet getragen. Da diese Luftbewegung im Planfall eingeschränkt ist und die vormals versiegelte Fläche nun zum Teil in eine Rasenfläche umgewandelt wurde, kann weniger erwärmte Luft in das Wohngebiet einströmen.

Durch das Planvorhaben werden sowohl innerhalb des Plangebietes als auch im Bereich der östlich angrenzenden Wohnbebauung Temperaturerhöhungen ausgelöst, welche sich jedoch auf das nahe Umfeld der geplanten Neubauten beschränken. Diesen planbedingten Erwärmungstendenzen sollte mit geeigneten Maßnahmen entgegengewirkt werden.

6.2.2 4 Uhr

Anlage 21 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.

6.2.2.1 Istfall

In den frühen Morgenstunden werden im gesamten Rechengebiet deutlich geringere Temperaturen als am Nachmittag (s. Anlage 21) ausgewiesen. Auf dem Plangebiet betragen die Temperaturen im Bestandsfall 21,7 °C bis 22,3 °C mit den höchsten Werten am südlichen Rand der Bebauung.

6.2.2.2 Auswirkungen des Planvorhabens

Anlage 22 und Anlage 23 zeigen die Lufttemperatur nach Realisierung der Planung sowie die Differenzen zur Bestandssituation.

- Infolge der Planung verringert sich das Temperaturniveau. In den frühen Morgenstunden ergeben sich ausschließlich Abkühlungen. Diese reichen vom Plangebiet über den Rhein-Herne-Kanal bis zum gegenüberliegenden Ufer.
- Die Abkühlung resultiert zum einen aus den zusätzlichen Rasenflächen in der Mitte des Plangebietes. Diese kühlen in der Nacht schneller aus als der Beton in der Bestandssituation. Zum anderen führt der Wegfall von Bäumen an der östlichen Grundstücksgrenze zu einer Abkühlung. Bäume, die am Tag durch Verschattung und Verdunstung die Luft kühlen, mindern in der Nacht durch Reflexion die Wärmeabstrahlung vom Boden. Dadurch hält sich die Wärme vom Tag unter den Kronen länger als über den im Planfall anzutreffenden offenen Rasenflächen.

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

6.3 Bioklima (PET)

Anlage 24 bis Anlage 26 zeigen die simulierten PET-Werte für den Ist- und Planfall sowie die sich hieraus ergebenden planungsbedingten Differenzen für die untersuchte östliche Anströmungsrichtung am Nachmittag. Der PET-Wert setzt sich neben der Lufttemperatur aus verschiedenen weiteren meteorologischen Parametern zusammen, wie in Abschnitt 4.1.3 erläutert. 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 Istfall

Die Ergebnisse in Anlage 24 zeigen Folgendes:

- Infolge der gewählten Initialisierungsparameter (Sommertag mit einer maximalen Temperatur von 30°C) muss im gesamten Untersuchungsgebiet mit Wärmebelastungen (vgl. Tabelle 4.1) gerechnet werden.
- Dabei ist die Wärmebelastung in von Bäumen und Gebäuden verschatteten Bereichen wie der Riemker Mark sowie über dem gut durchlüfteten Rhein-Herne-Kanal als mäßig zu bezeichnen.
- In unverschatteten Bereichen mit eingeschränkter Durchlüftung wird die Wärmebelastung hingegen als stark bis extrem empfunden. Solche Bereiche zeigen sich vereinzelt in dem Wohngebiet im nordöstlichen Bereich des Untersuchungsgebietes.
- Im Bestandsfall ergeben sich innerhalb des Plangebietes die geringsten Belastungen im Bereich der Baumgruppe am westlichen Plangebietsrand. Hier wirken sich die Verschattung durch die Baumkronen sowie die erhöhte Verdunstungskühlung positiv auf die bioklimatische Belastungssituation aus. Der PET-Wert beträgt hier zwischen 29 °C und 32 °C.
- Die höchste bioklimatische Belastung mit bis zu 47 °C ist an der Gebäudeecke, die in Richtung Westen zeigt, zu erwarten. Dieser resultiert aus der schlechten Durchlüftung bei gleichzeitig ungeminderter solarer Einstrahlung sowie der Rückstrahlung der aufgeheizten Fassaden und der Versiegelung des Bodens.

6.3.2 Auswirkungen des Planvorhabens

Infolge der Realisierung des Planvorhabens ist mit folgenden Auswirkungen zu rechnen:

- Durch die Umsetzung der Planung ist überwiegend mit Zunahmen der bioklimatischen Belastungssituation zu rechnen. Diese ergeben sich insbesondere aus der Reduktion der Windgeschwindigkeit und durch die stellenweise wegfallenden verschattenden Bäumen. Dies ist beispielsweise an der östlichen Grundstücksgrenze sowie auf dem ehemaligen Schulhof zu sehen. Darüber hinaus führen auch zusätzliche Reflexionen von Gebäuden zu einer zusätzlichen Belastung. Das zeigt sich zwischen dem Schulgebäude und der östlich davon entstehenden Gebäudereihe.
- Hohe absolute bioklimatische Belastungen sind insbesondere zwischen dem Schulgebäude und den Neubauten am östlichen Rand zu erwarten.
- Verringerungen im PET-Wert sind vereinzelt im Bereich des ehemaligen Schulhofs und an der Nordseite neuer Gebäude zu erwarten.
- Im nahen Umfeld des Planvorhabens ergeben sich zusätzliche Belastungen auf der Straße Grimberger Feld an der nordöstlichen Ecke des Plangebietes, entlang der östlichen Plangebietsgrenze auf den anschließenden Grundstücken, auf einem kurzen Stück entlang des Kanals sowie auf den angrenzenden Grundstücken an der südwestlichen Grenze des Plangebietes. Diese werden, wie die Belastungen auf dem Grundstück selbst, durch die Veränderungen im Baum- und Gebäudebestand hervorgerufen.

Den Erhöhungen der bioklimatischen Belastung auf und im Umfeld des Plangebietes sollte nach Möglichkeit entgegengewirkt werden um ein gesundes Außenklima zu gewährleisten. Vor allem die Erwärmung östlich des Schulgebäudes, aus der besonders hohe Belastungen resultieren, sollte mit geeigneten Maßnahmen reduziert werden. Darüber hinaus sollte auch der Zusatzbelastung in den benachbarten Gärten entgegengewirkt werden, um die vorhandene eher positive bioklimatische Situation zu erhalten.

7 Planungsempfehlungen

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass sich negative Veränderungen des lokalen Klimas hauptsächlich auf das Plangebiet und dessen nahes Umfeld beschränken. Am Nachmittag zeigen sich jedoch Zunahmen der Lufttemperatur, die auch an die benachbarte Wohnbebauung und die zugehörigen Gärten heranreichen.

Aufgrund der verminderten Durchlüftung und der Wärmeabstrahlung der Gebäude bilden sich innerhalb der Plangebietsgrenzen zudem Bereiche mit zum Teil sehr hohen bioklimatischen Belastungen aus. Da hiervon auch sensible Bereiche außerhalb des Plangebietes betroffen sind, sollte nach Möglichkeit planerisch auf die Reduktion dieser zusätzlichen Belastung hingearbeitet werden, um die Aufenthaltsqualität aus bioklimatischer Sicht nicht zu verschlechtern. Folgende Maßnahmen können einzeln oder in Kombination umgesetzt zur Reduktion des Belastungsniveaus beitragen:

Erhöhung des Baumanteils

Bäume tragen sowohl durch Verschattung als auch über Abkühlungsprozesse durch Evapotranspiration zur Verminderung der bodennahen Lufttemperatur bei. Da in der Planung ein großer Teil der Bestandsbäume erhalten bleiben soll, weist das Grundstück trotz der Bebauung in den meisten Bereichen ein gutes Mikroklima auf. Gezielt gepflanzte zusätzliche Bäume können in noch stark belasteten Bereichen, wie an der Ostseite des Schulgebäudes, zu einer Entlastung führen. Dabei sollte jedoch nicht außer Acht gelassen werden, dass Bäume und Hecken das auf dem Plangebiet bereits eingeschränkte Windfeld weiter negativ beeinträchtigen können. Daher sollten die Bäume eine ausgeprägte Krone aufweisen und im Stammbereich möglichst wenig Strömungswiderstand durch Äste und Blätter liefern. In Anbetracht des fortschreitenden Klimawandels empfiehlt die VDI 3787 Blatt 8 [14] 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 Allergiepotehtial haben.

Verschattungselemente

Um eine Verschattung auch in Bereichen zu ermöglichen in denen die Anpflanzung von Bäumen aus planerischer Sicht nicht möglich ist, können Pergolen oder Sonnensegel genutzt werden. Beide haben durch ihre Verschattungswirkung einen positiven Einfluss auf das Bioklima. Zudem greifen sie, je nach Ausrichtung, nur geringfügig in das Windfeld ein. Werden Pergolen mit Vegetation versehen kann zusätzlich ein positiver Effekt durch die Verdunstungskühlung erzielt werden.

Fassadenbegrünung und intensive Dachbegrünung

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, Gebäudefassaden zu begrünen. Besonders in den Bereichen mit sehr hoher thermischer Belastung auf der sonnenzugewandten Seite der Plangebäude können Reflexion von den Gebäuden in Richtung Boden reduzieren und die Verdunstung erhöhen werden, 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. Diese Maßnahme bietet sich beispielsweise für Westfassaden der Gebäudereihe an der Ostgrenze des Plangebietes an.

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 [14]. Bei der Dachbegrünung sollte geprüft werden, ob eine intensive Ausführung möglich ist, da mehrschichtige und mächtigere Substrate die Regenwasserrückhaltung verbessern und gleichzeitig in Trockenphasen für eine längere Wasserversorgung der Pflanzen sorgen können.

Oberflächen im Außenraum klimaoptimiert gestalten

Um die nachmittägliche Wärmeaufnahme zu reduzieren, eignen sich im Außenbereich Oberflächen bzw. Baumaterialien mit hellen Oberflächen, da diese tagsüber weniger Wärme speichern und dementsprechend auch nachts weniger Wärme an die umliegenden Luftschichten abgeben. Darüber hinaus empfiehlt es sich, die vorgesehenen Parkplätze teilversiegelt, z.B. mit Rasengittersteinen oder Sickerpflaster auszuführen. Das Gleiche gilt für weitere in Planung stehende versiegelte Flächen wie beispielsweise Terrassen. Zudem sollte die Flächenversiegelung so weit wie möglich reduziert werden, um Versickerung und Verdunstung zu gewährleisten.

Grünflächenbewässerung

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

8 Zusammenfassung

Zwischen dem Rhein-Herne-Kanal und der Straße Grimberger Feld in Herne soll der Bebauungsplan Nr. 239 aufgestellt werden. Ziel ist die Entwicklung eines Wohnquartiers auf einem ehemals als Schulstandort genutzten Gelände. Es sollen Mehrfamilienhäuser errichtet werden. Zudem soll das unter Denkmalschutz stehende Schulgebäude zur Wiedernutzung umgebaut werden. Neben dem vorrangigen Ziel der Wohnnutzung sollen in diesem Gebäude auch eine Kindertagesstätte und Arbeitsorte entstehen. Anlage 1 zeigt die entwickelte Fläche. Der Bebauungsplan umfasst die Flurstücke 318, 1053 und 1054.

In der Stadtklimaanalyse der Stadt Herne von 2018 [2] wird das Plangebiet als Siedlungsbereich mit einer schwachen Wärmebelastung am Tag bei austauscharmer sommerlicher Wetterlage dargestellt. Daher sind im Rahmen der Aufstellung des Bebauungsplans die Auswirkungen des Planvorhabens auf das lokale Mikroklima zu untersuchen. Hierzu wurden mithilfe des mikroskaligen Stadtklimamodells 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 Temperaturverhältnisse zu zwei verschiedenen Uhrzeiten sowie anhand der bioklimatischen Kenngröße des PET-Wertes am Nachmittag. Zusätzlich wurden die Windverhältnisse in einer Höhe von 1,5 m über Grund ausgewertet und dargestellt.

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass durch die Realisierung der Planung mit einer verminderten Durchlüftung des Plangebietes sowohl in der Nacht als auch am Tag gerechnet werden muss. Diese Reduktion beschränkt sich jedoch auf das Plangebiet sowie dessen nahes Umfeld.

Hinsichtlich der Lufttemperatur können aufgrund der Simulationsergebnisse planungsbedingten Zunahmen in der Nacht ausgeschlossen werden. Am Tag ist jedoch in Teilen des Plangebietes sowie an der östlichen Nachbarbebauung mit Erwärmungen zu rechnen.

Die deutlichsten Veränderungen innerhalb des Plangebietes und in dessen nahem Umfeld ergeben sich in Bezug auf die bioklimatische Belastungssituation. Vor allem aufgrund der verminderten Durchlüftung bilden sich innerhalb der Plangebietsgrenzen Bereiche mit zum Teil sehr hohen bioklimatischen Belastungen aus. Da hiervon die Außenbereiche direkt an den neuen Wohngebäuden sowie Wohngebäude und Gärten außerhalb des Plangebietes betroffen sind, sollte nach Möglichkeit planerisch auf die Reduktion der thermischen Belastung abgezielt werden, um die Aufenthaltsqualität in den Außenbereichen aus bioklimatischer Sicht zu verbessern.

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

- Erhöhung der Verschattungswirkung und Verdunstungsabkühlung durch zusätzliche Baumstandorte oder bewachsene Pergolen unter Berücksichtigung des Einflusses auf das Windfeld
- weitere Gebäudebegrünung in Form von intensiver Dachbegrünung und Fassadenbegrünung zur Reduktion der nachmittäglichen Wärmeaufnahme und Erhöhung der Verdunstungsabkühlung
- Erhaltung möglichst vieler unversiegelter und bewachsener Flächen
- Bewässerung der Grün- und Rasenflächen, um die Verdunstungskühlung auch während langer Hitze- bzw. Trockenperioden aufrecht zu erhalten
- Schaffung von Mulden und Rigolen oder unterirdischen Zisternen zur Speicherung von Regenwasser

Peutz Consult GmbH

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

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

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 Grundlage für den Planfall
- Anlage 2 Übersichtslageplan und Gebäude im Istfall
- Anlage 3 Übersichtslageplan und Gebäude im Planfall
- 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 Gebäude und Vegetation im Istfall
- Anlage 8 Gebäude und Vegetation im Planfall
- Anlage 9 Oberflächenbeschaffenheit im Istfall
- Anlage 10 Oberflächenbeschaffenheit im Planfall
- Anlage 11 Windrichtungs- und geschwindigkeitsverteilung an der LANUV-Station Dortmund-Eving im Zeitraum 2011-2020 (links: Allgemein; rechts: Tmax > 30 °C)
- Anlage 12 Windfeld in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr - Istfall
- Anlage 13 Windfeld in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr - Planfall
- Anlage 14 Windfeld in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr – Planfall minus Istfall
- Anlage 15 Windfeld in 1,5 m Höhe über Grund um 0 Uhr - Istfall

Anlage 16 Windfeld in 1,5 m Höhe über Grund um 0 Uhr - Planfall

Anlage 17 Windfeld in 1,5 m Höhe über Grund um 0 Uhr – Planfall minus Istfall

Anlage 18 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr - Istfall

Anlage 19 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr - Planfall

Anlage 20 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 14 Uhr – Planfall minus Istfall

Anlage 21 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 4 Uhr - Istfall

Anlage 22 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 4 Uhr - Planfall

Anlage 23 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 4 Uhr – Planfall minus Istfall

Anlage 24 PET-Wert in 1,5 m Höhe über Grund am Nachmittag - Istfall

Anlage 25 PET-Wert in 1,5 m Höhe über Grund am Nachmittag - Planfall

Anlage 26 PET-Wert in 1,5 m Höhe über Grund am Nachmittag – Planfall minus Istfall

Anlage 1: Grundlage für den Planfall





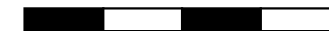
Kartendaten: DOP Geobasis NRW, Datenlizenz Deutschland - Zero - Version 2.0 - <http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>
OSM-Data: <http://opendatacommons.org/licenses/odbl/1.0/>

Legende

 Plangebiet



0 50 100 150 200 m





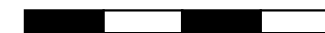
Kartendaten: DOP Geobasis NRW, Datenlizenz Deutschland - Zero - Version 2.0 - <http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>
OSM-Data: <http://opendatacommons.org/licenses/odbl/1.0/>
Grimberger Pier – Städtebaulicher Entwurf, Architekturbüro Klemencic

Legende

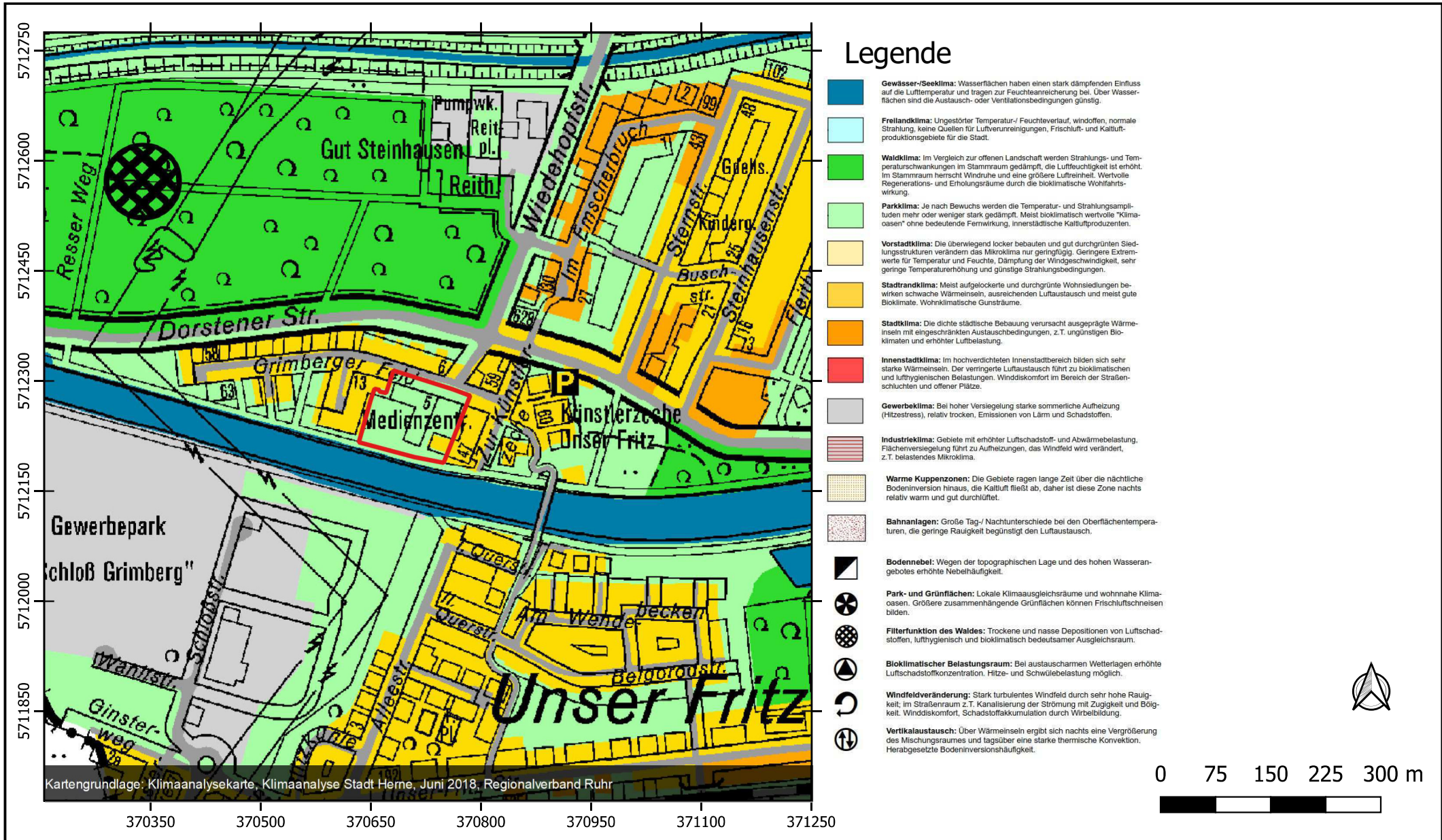
 Plangebiet

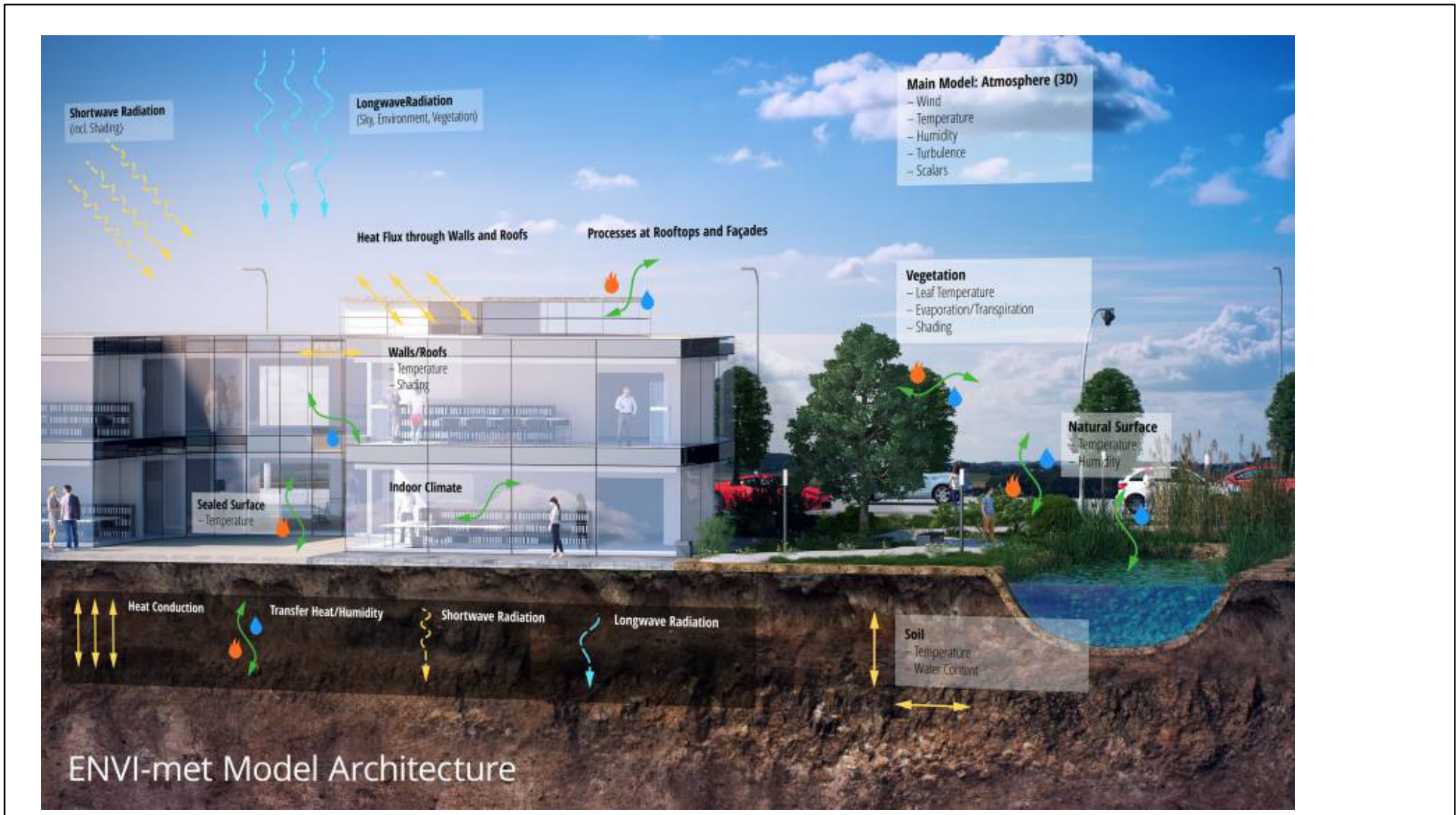


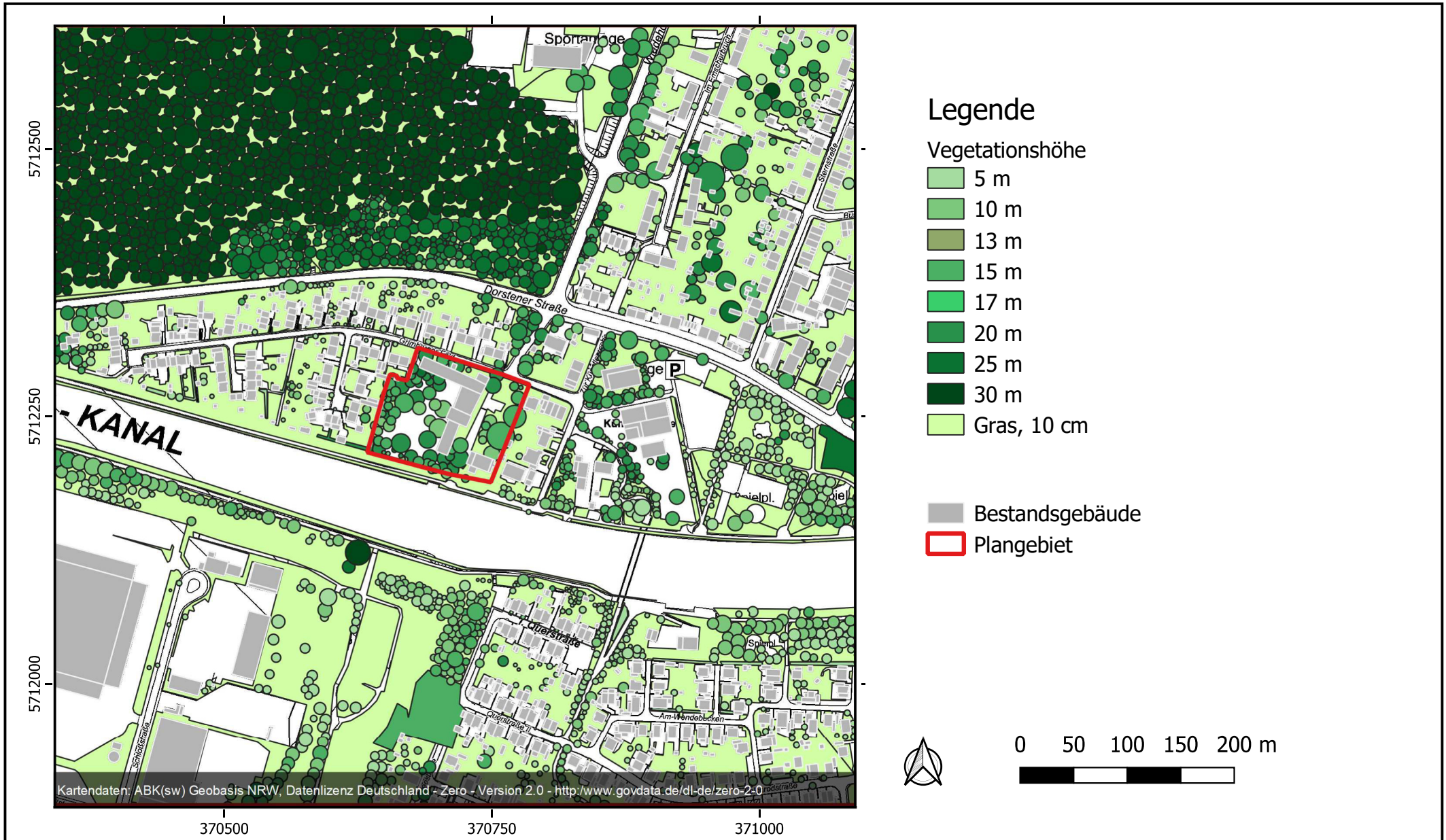
0 50 100 150 200 m



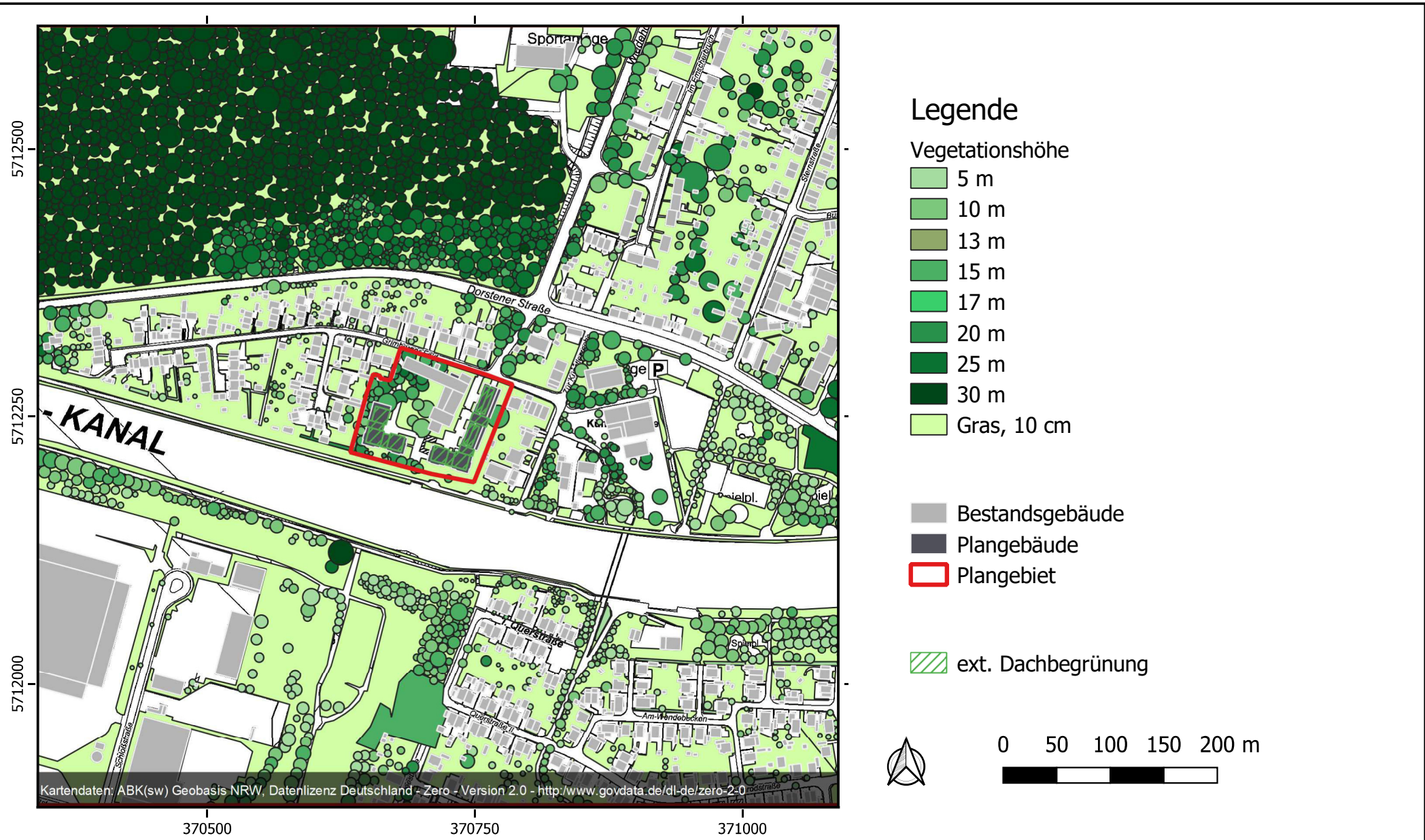
Anlage 4: Klimaanalysekarte der Stadt Herne

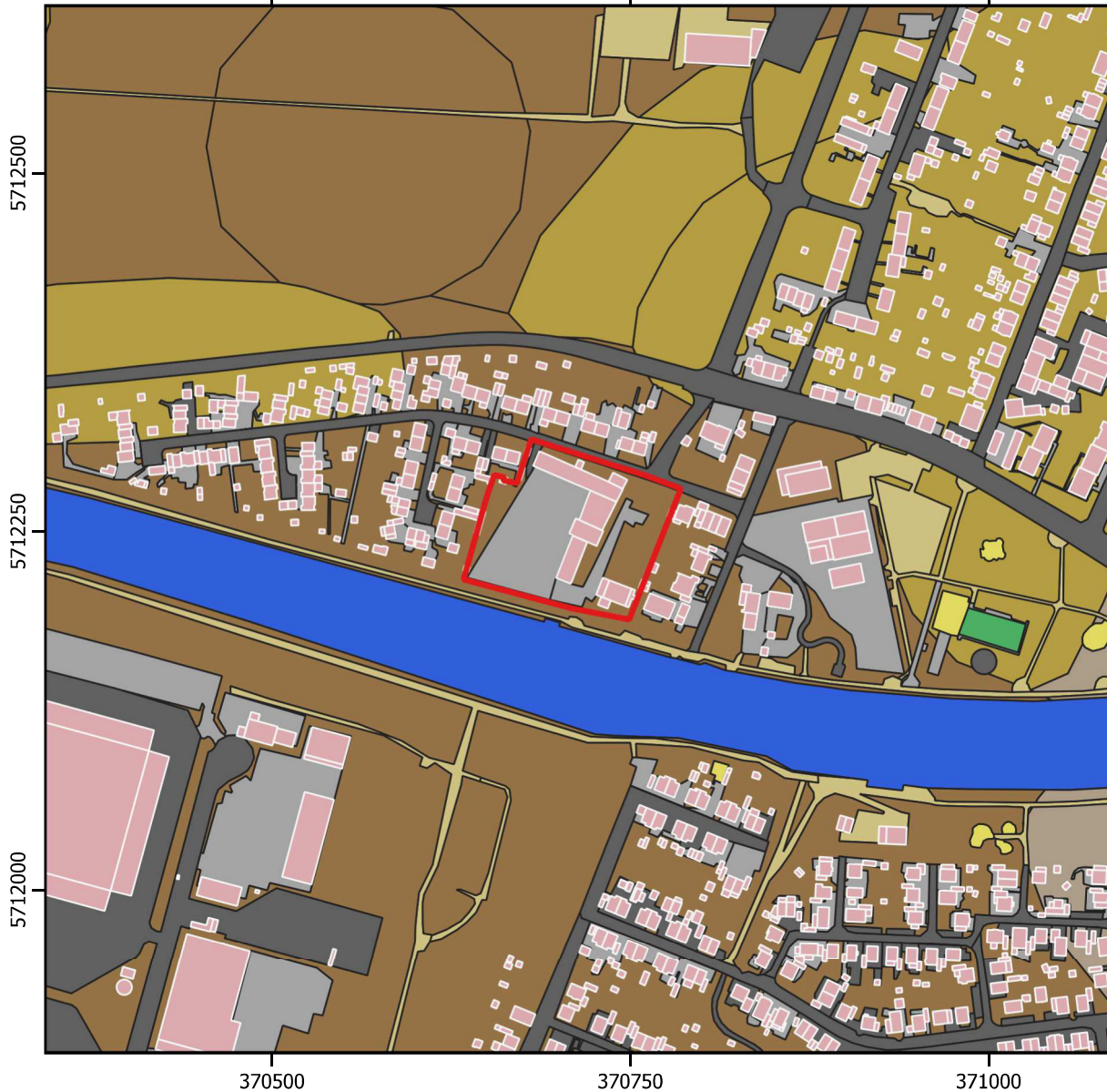






Anlage 8: Gebäude und Vegetationshöhen - Planfall





Legende

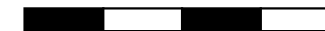
Oberflächenbeschaffenheit

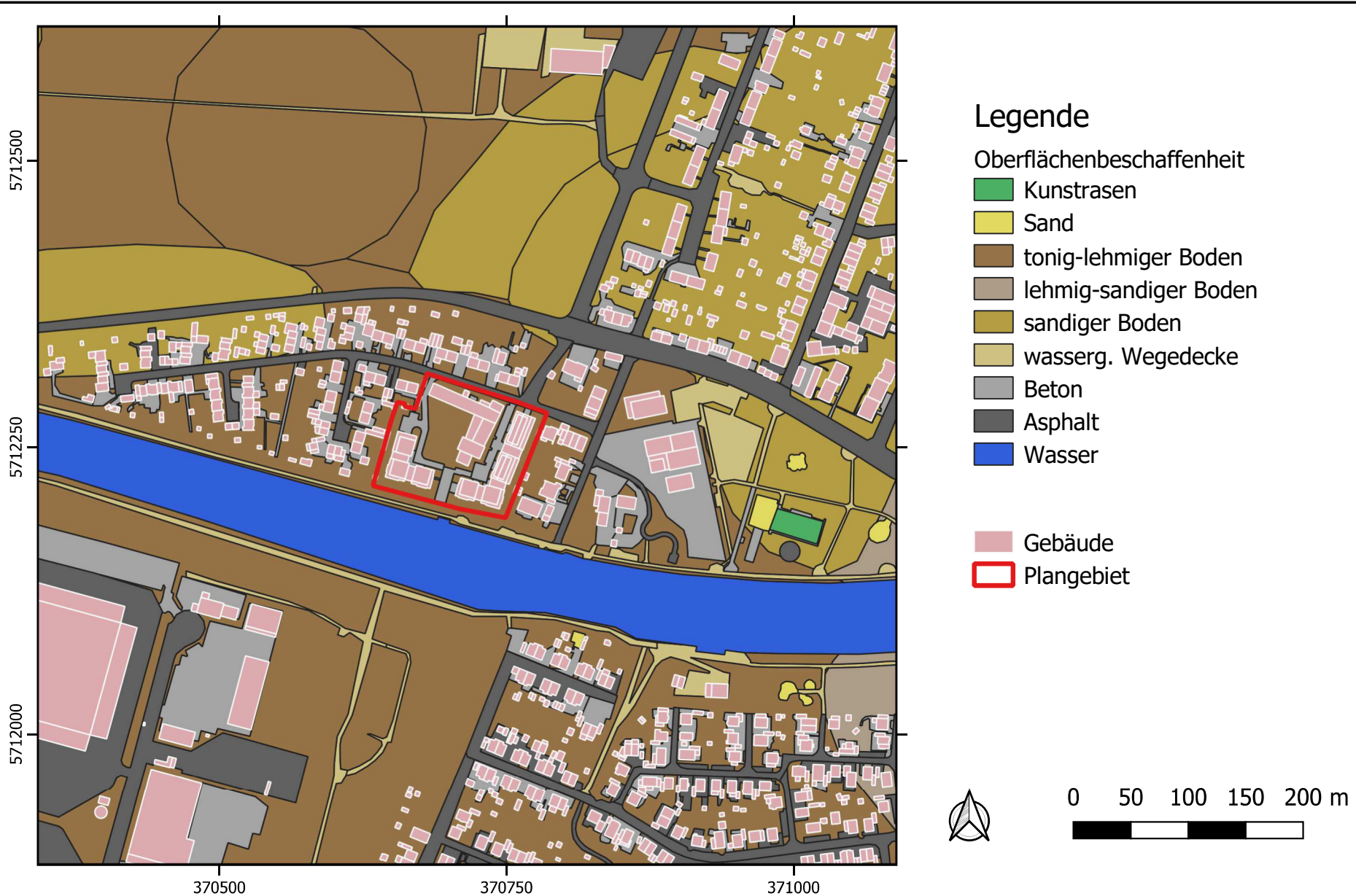
- Kunstrasen
- Sand
- tonig-lehmiger Boden
- lehmig-sandiger Boden
- sandiger Boden
- wasserg. Wegedecke
- Beton
- Asphalt
- Wasser

- Gebäude
- Plangebiet

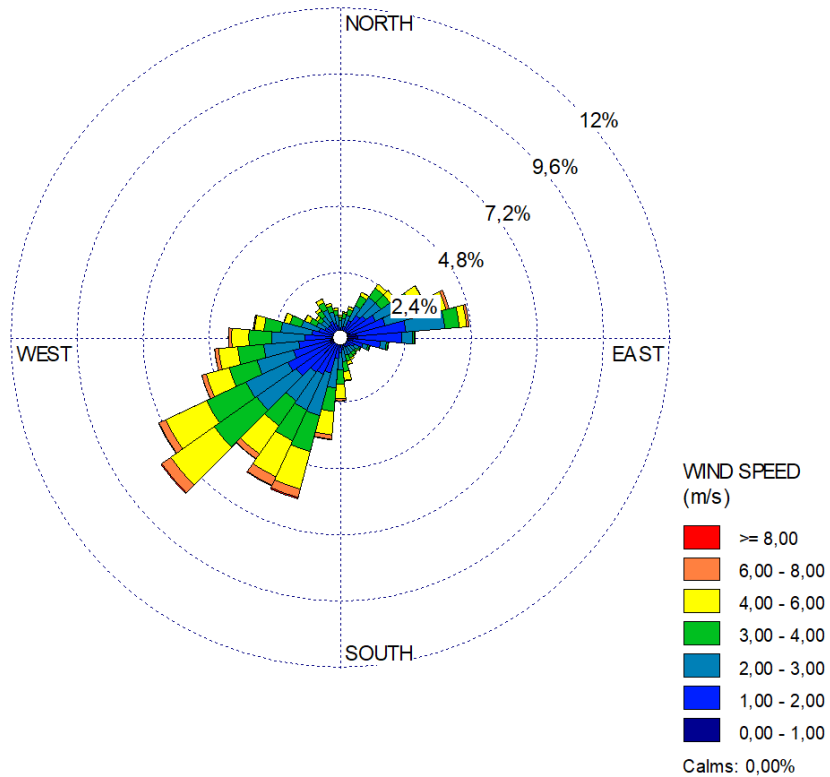


0 50 100 150 200 m

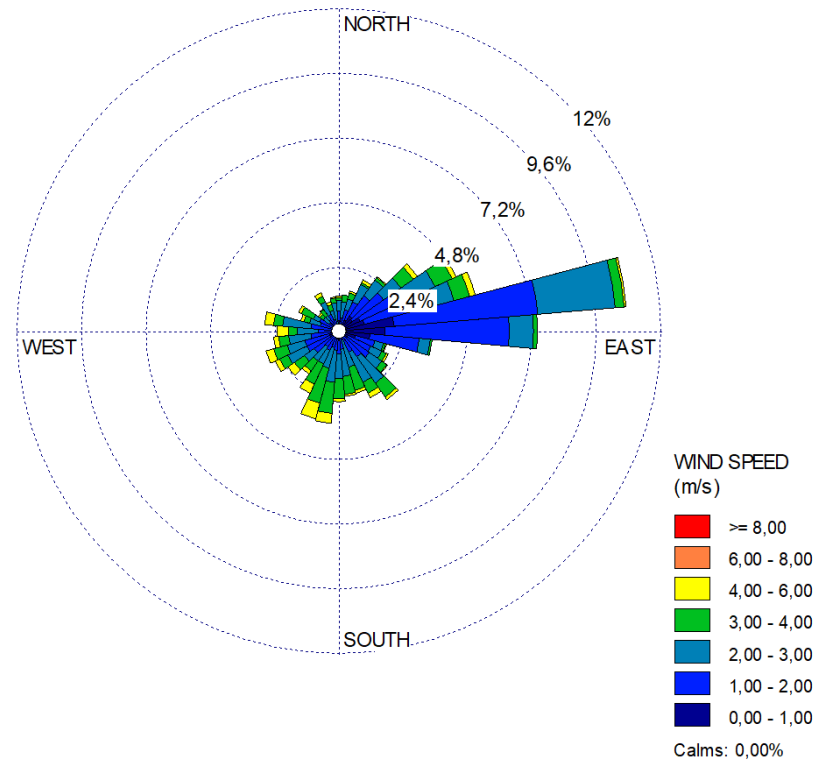




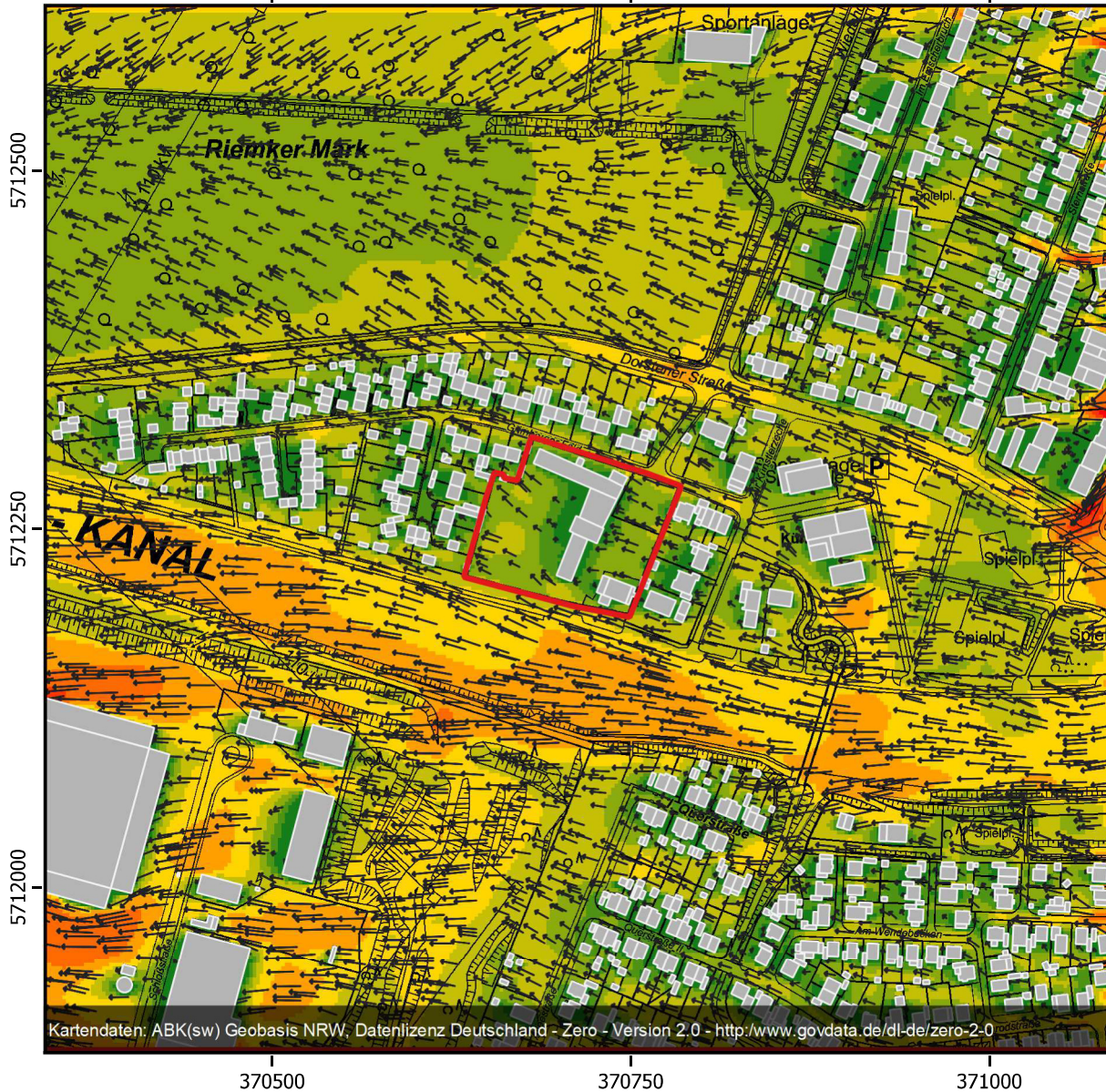
- alle Situationen -



- Tage mit Tmx > 30°C -



Anlage 12: Windfeld in 1,5 m Höhe um 14 Uhr im Istfall



Legende

Windgeschwindigkeit [m/s]

- <= 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,50 - 0,75
- 0,75 - 1,00
- 1,00 - 1,25
- 1,25 - 1,50
- 1,50 - 1,75
- 1,75 - 2,00
- > 2,00

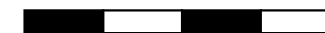
→ Windrichtung

Bestandsgebäude

Plangebiet



0 50 100 150 200 m



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

Anlage 13: Windfeld in 1,5 m Höhe um 14 Uhr im Planfall



Legende

Windgeschwindigkeit [m/s]

- <= 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,50 - 0,75
- 0,75 - 1,00
- 1,00 - 1,25
- 1,25 - 1,50
- 1,50 - 1,75
- 1,75 - 2,00
- > 2,00

→ Windrichtung

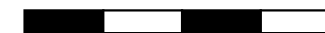
Bestandsgebäude

Plangebäude

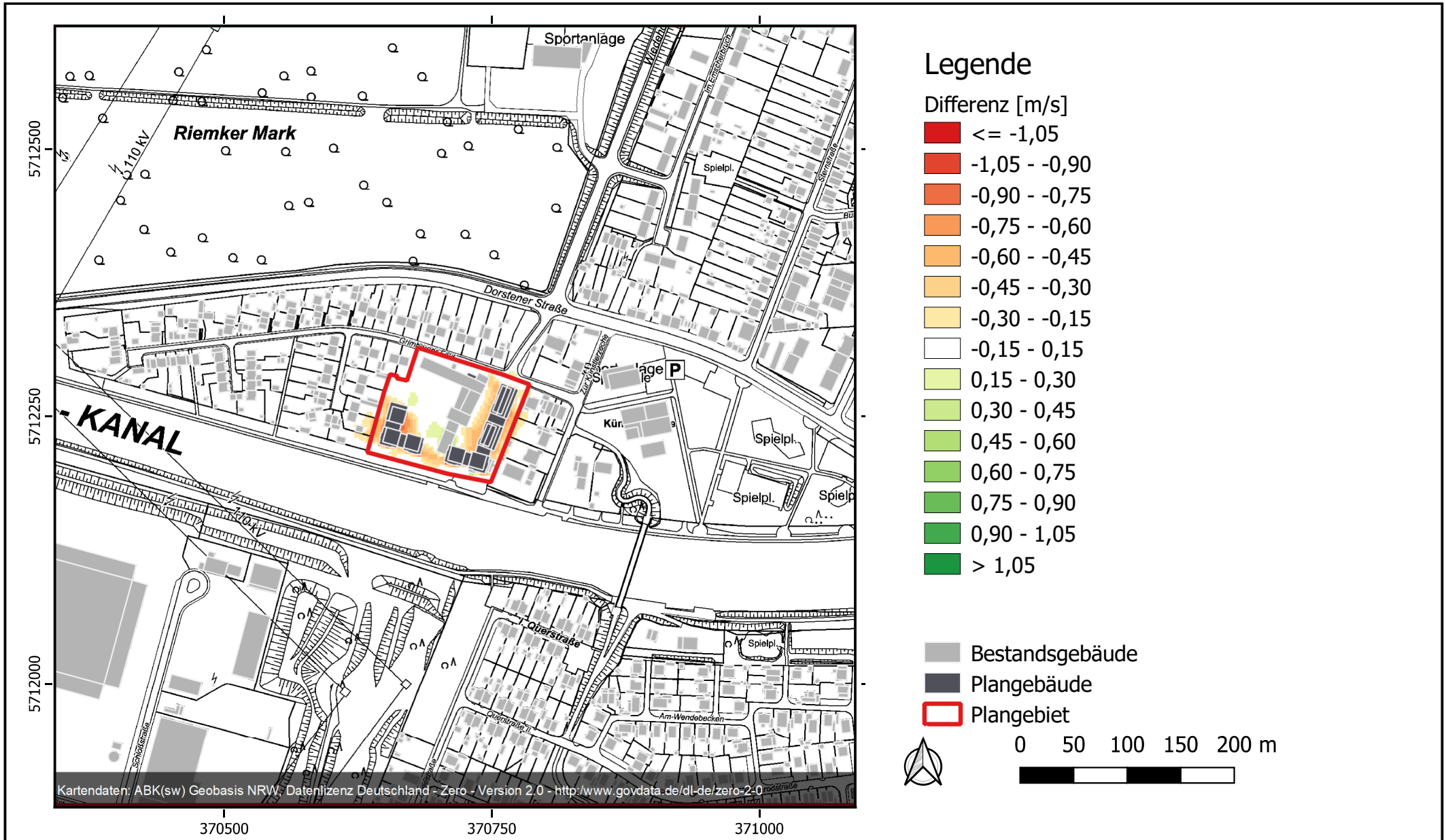
Plangebiet



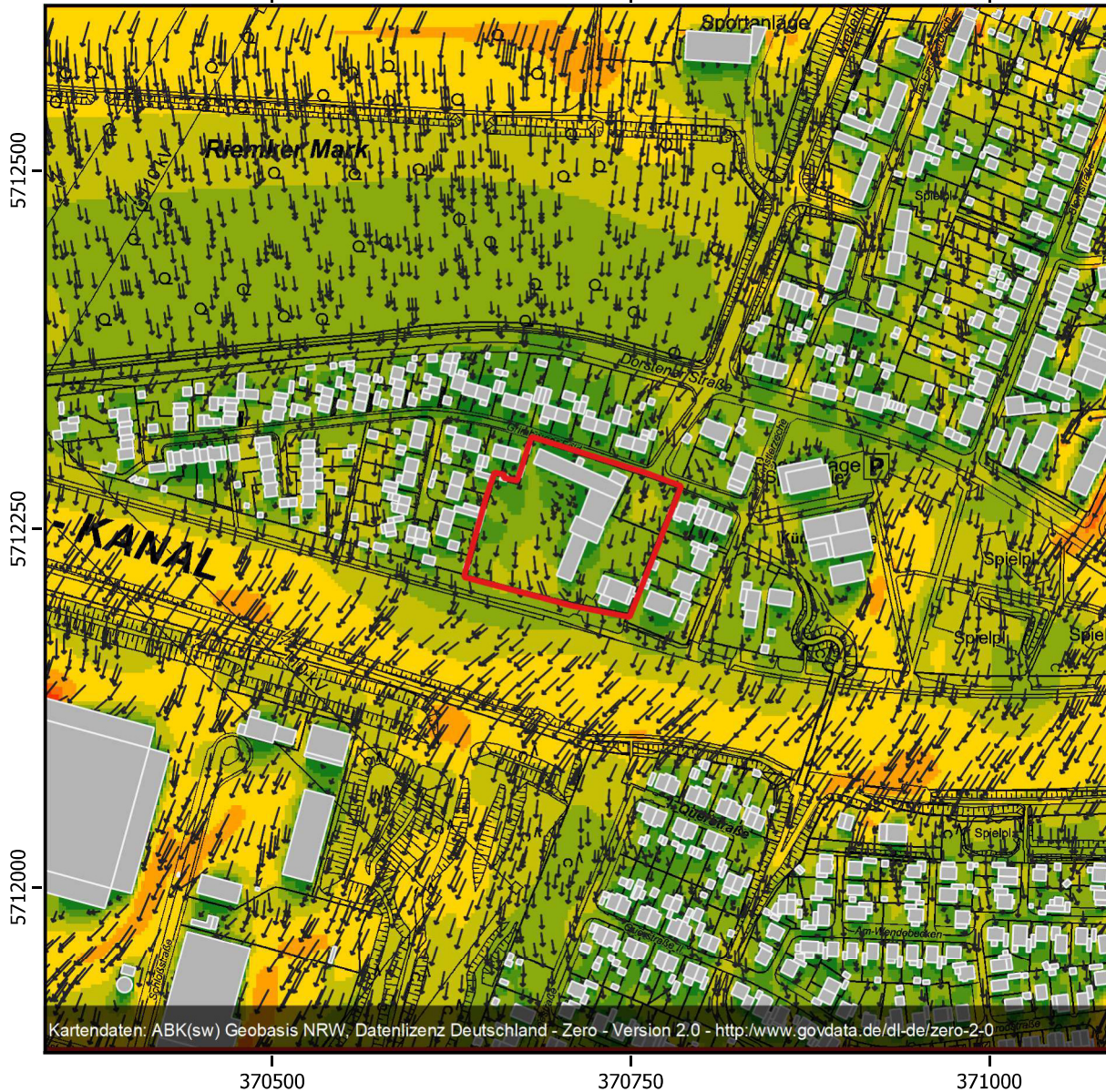
0 50 100 150 200 m



Anlage 14: Differenz des Windfeldes in 1,5 m Höhe um 14 Uhr - Planfall minus Istfall



Anlage 15: Windfeld in 1,5 m Höhe um 0 Uhr im Istfall



Legende

Windgeschwindigkeit [m/s]

- <= 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,50 - 0,75
- 0,75 - 1,00
- 1,00 - 1,25
- 1,25 - 1,50
- 1,50 - 1,75
- 1,75 - 2,00
- > 2,00

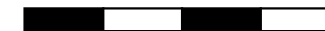
→ Windrichtung

Bestandsgebäude

Plangebiet



0 50 100 150 200 m



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

Anlage 16: Windfeld in 1,5 m Höhe um 0 Uhr im Planfall



Legende

Windgeschwindigkeit [m/s]

- ≤ 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,50 - 0,75
- 0,75 - 1,00
- 1,00 - 1,25
- 1,25 - 1,50
- 1,50 - 1,75
- 1,75 - 2,00
- > 2,00

→ Windrichtung

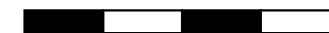
Bestandsgebäude

Plangebäude

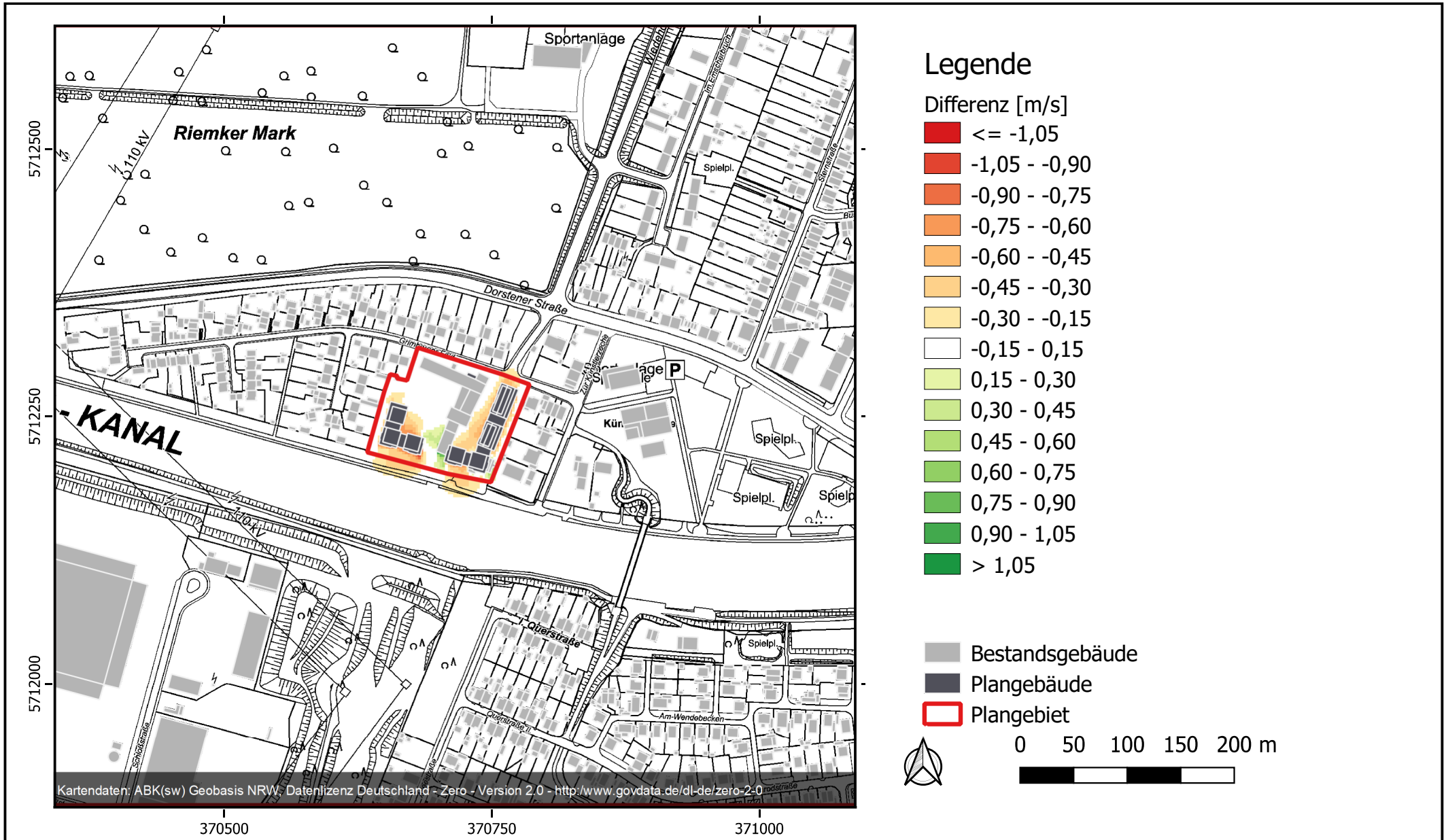
Plangebiet



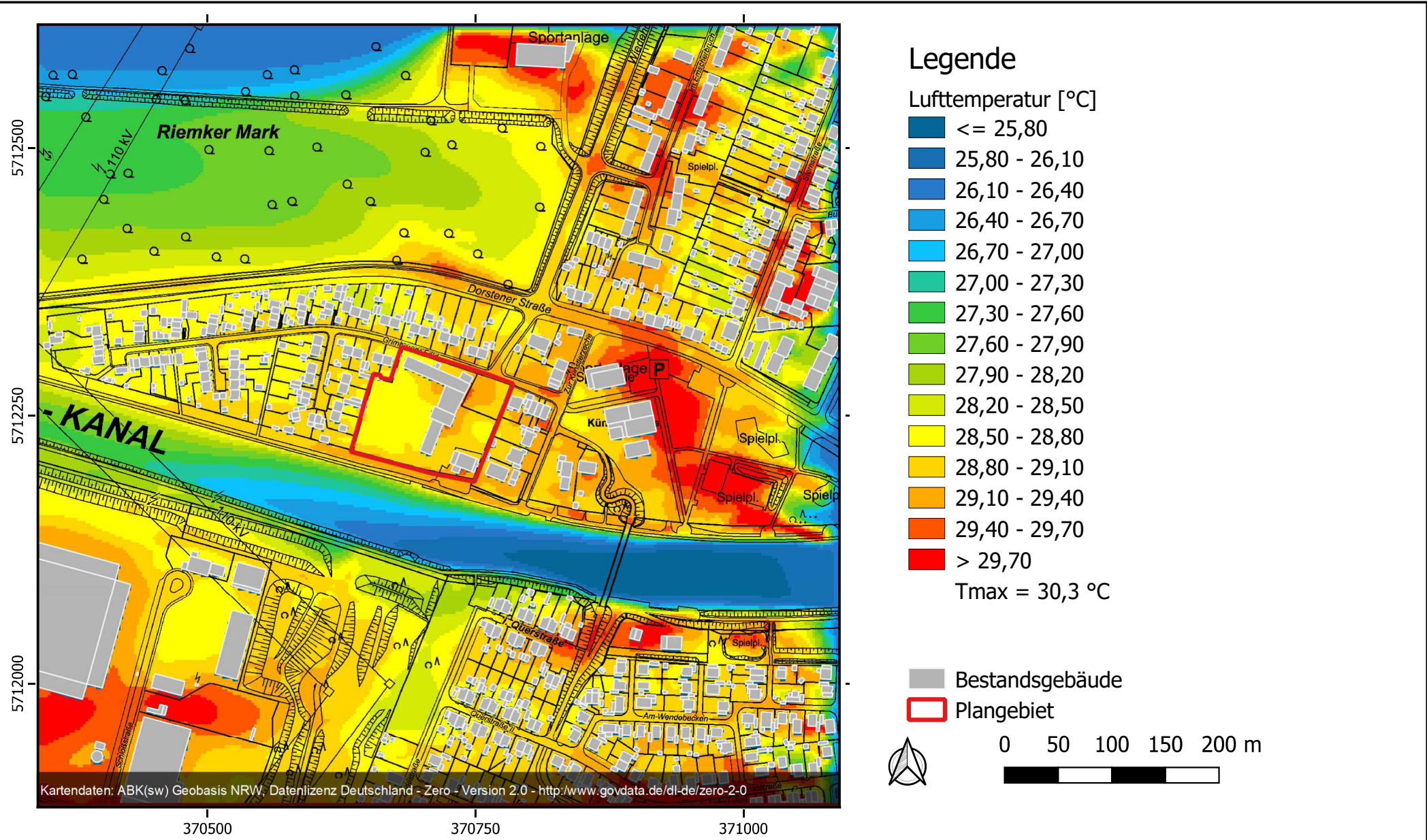
0 50 100 150 200 m



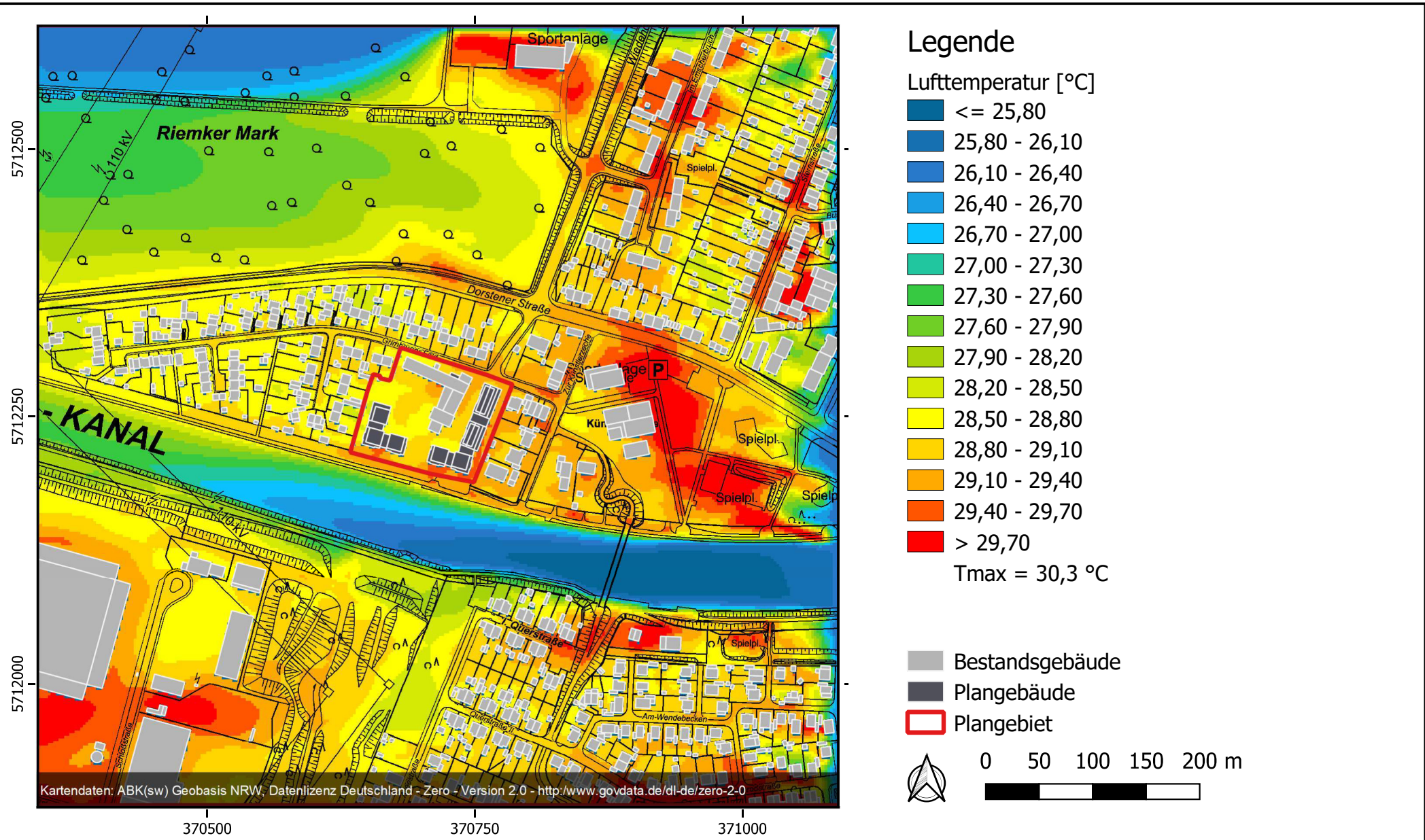
Anlage 17: Differenz des Windfeldes in 1,5 m Höhe um 0 Uhr - Planfall minus Istfall



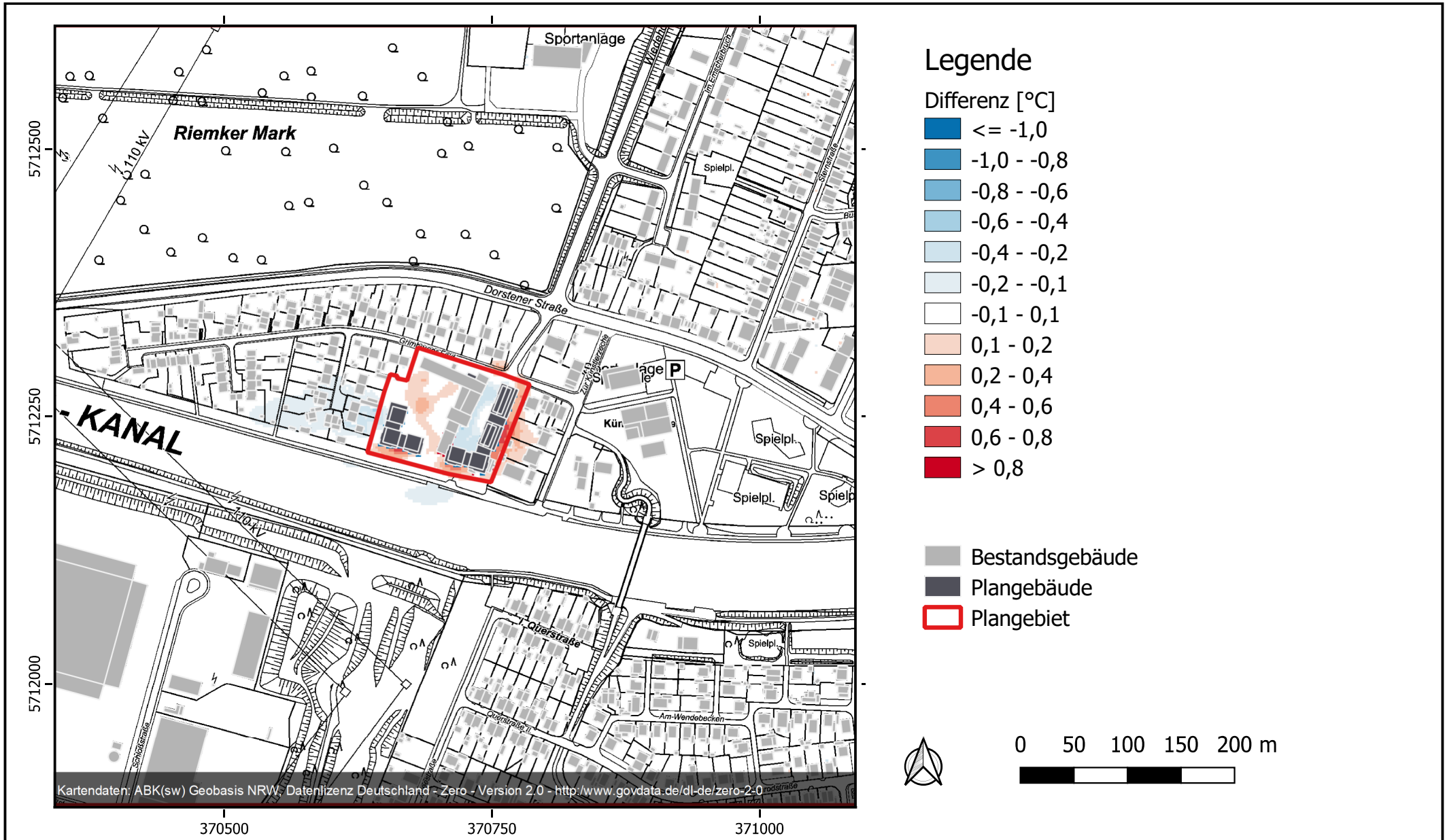
Anlage 18: Lufttemperatur in 1,5 m Höhe um 14 Uhr im Istfall



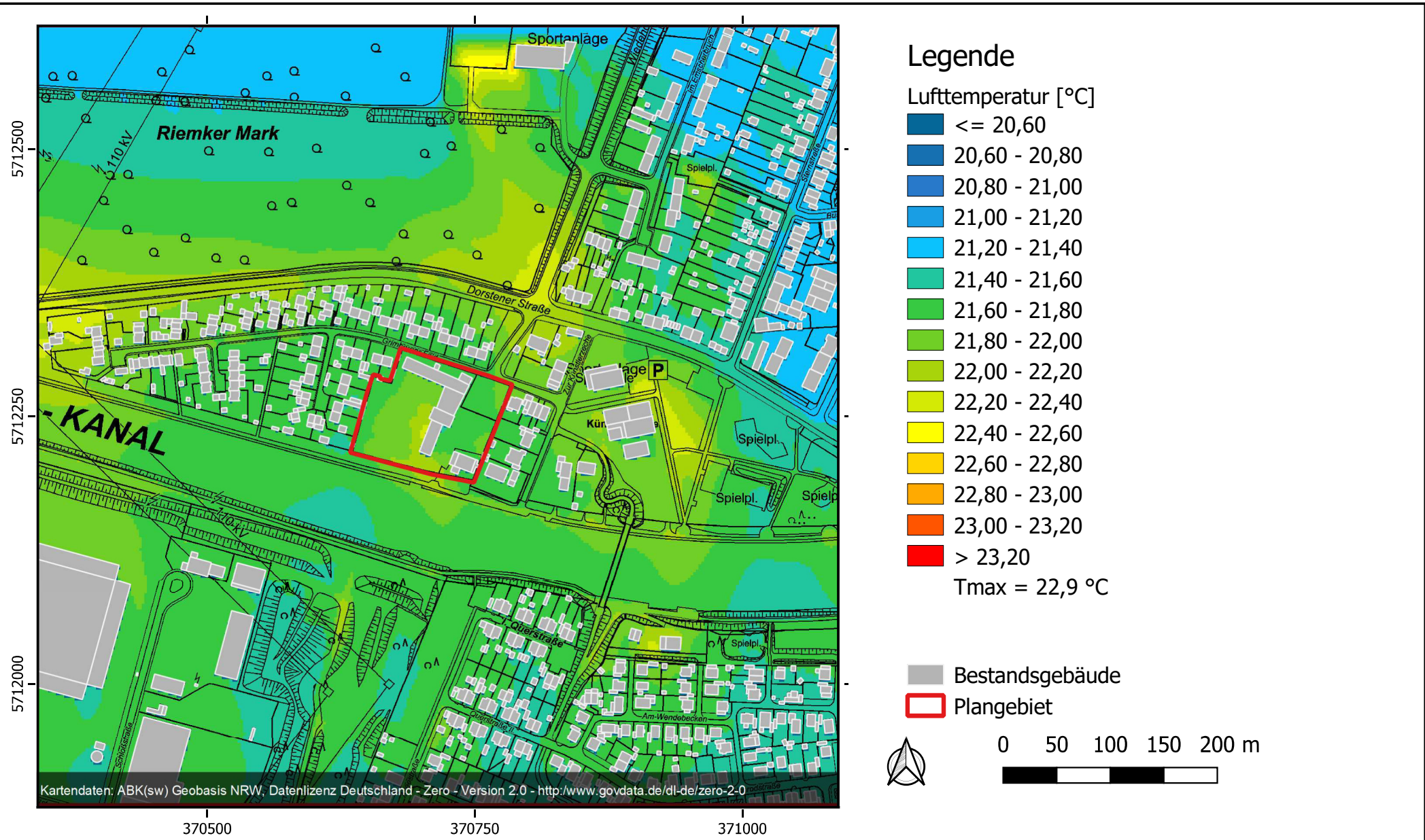
Anlage 19: Lufttemperatur in 1,5 m Höhe um 14 Uhr im Planfall



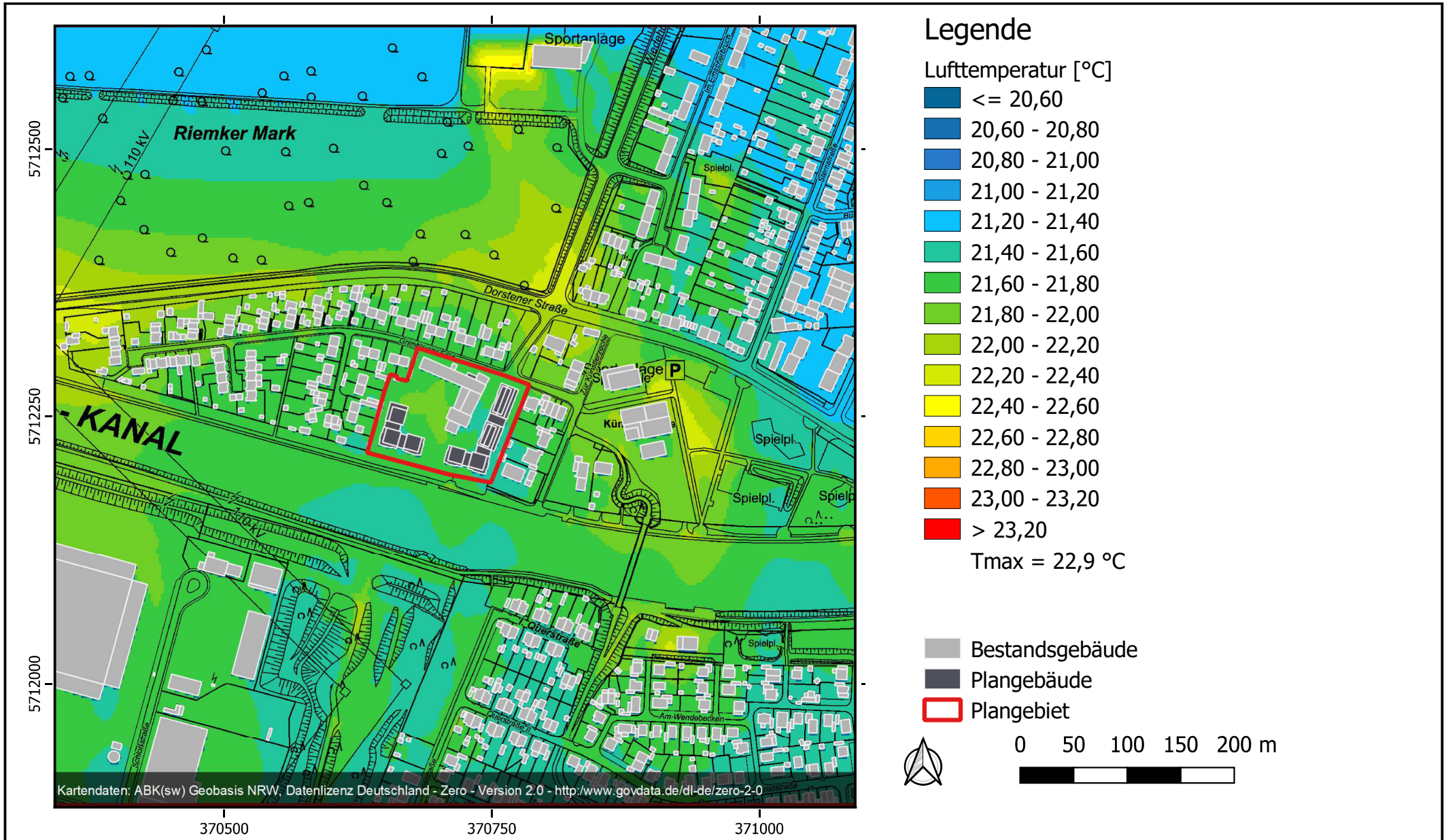
Anlage 20: Differenz der Lufttemperatur in 1,5 m Höhe um 14 Uhr - Planfall minus Istfall



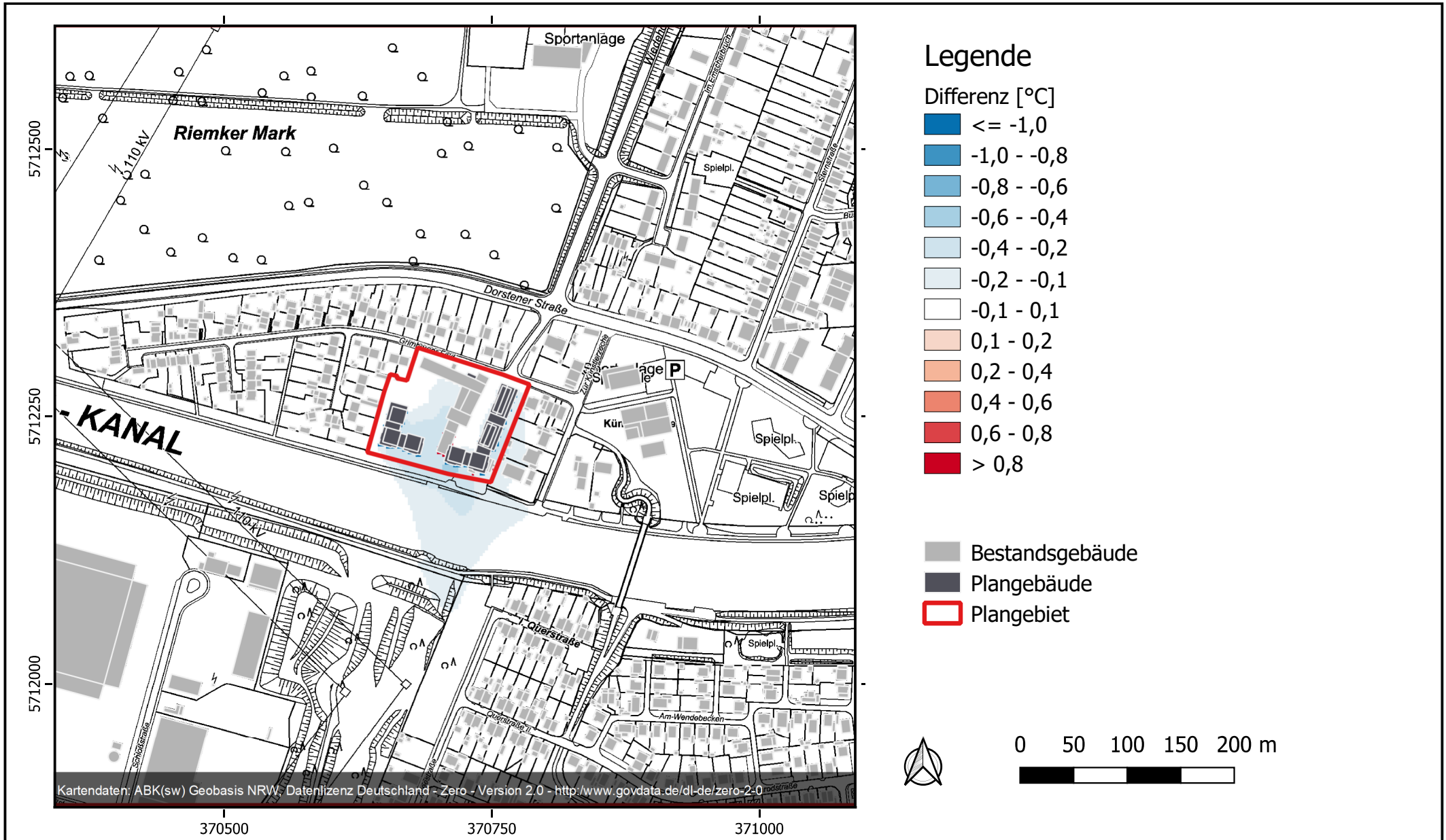
Anlage 21: Lufttemperatur in 1,5 m Höhe um 4 Uhr im Istfall



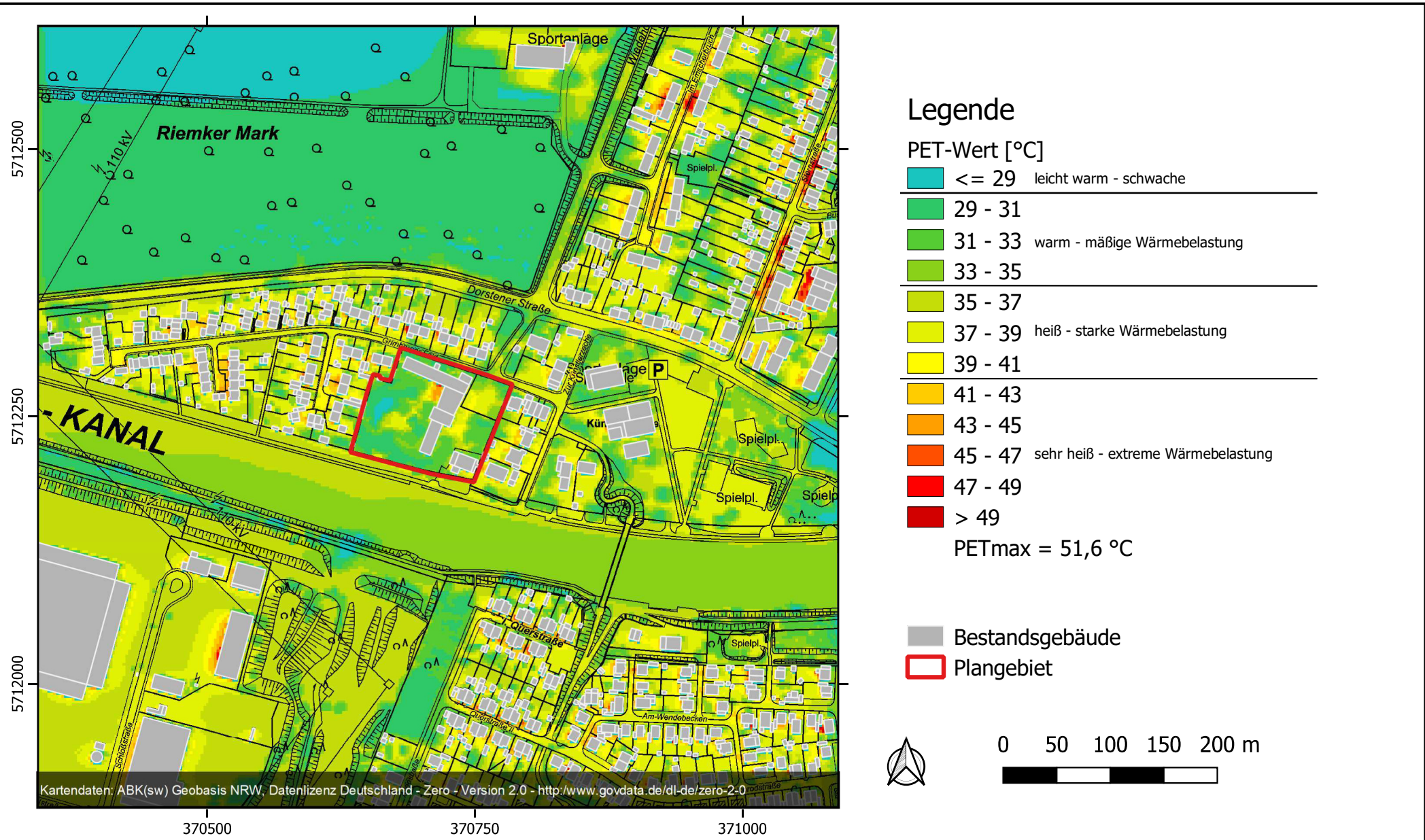
Anlage 22: Lufttemperatur in 1,5 m Höhe um 4 Uhr im Planfall



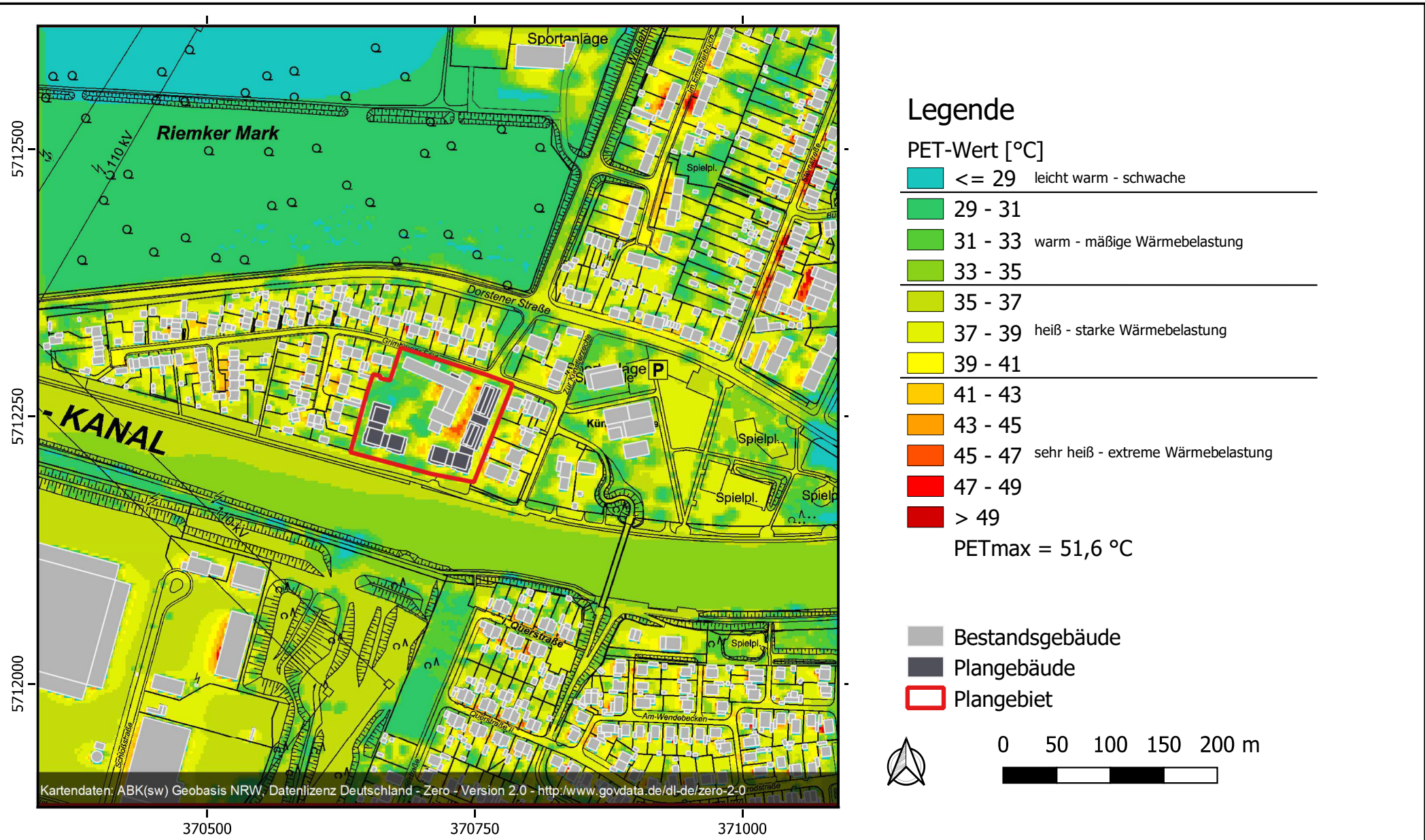
Anlage 23: Differenz der Lufttemperatur in 1,5 m Höhe um 4 Uhr - Planfall minus Istfall



Anlage 24: PET-Wert in 1,5 m Höhe am Nachmittag im Istfall



Anlage 25: PET-Wert in 1,5 m Höhe am Nachmittag im Planfall



Anlage 26: Differenz des PET-Wertes in 1,5 m Höhe am Nachmittag - Planfall minus Istfall

