

Rahmenplan Friedrich-Ebert-Trasse Heilbronn

Untersuchung möglicher Auswirkungen auf das Klima

Auftraggeber: Stadt Heilbronn
Planungs- und Baurechtsamt
Cäcilienstraße 45

Durchführung: Ingenieurbüro Rau
Bottwarbahnstraße 4
D-74081 Heilbronn

Heilbronn, 4. August 2022

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Zielsetzung	1
2	Vorgehensweise	3
2.1	Einfluss auf thermische Ausgleichsströmungen.....	3
2.1.1	Definition der Problemstellung	3
2.1.2	Methodik und Untersuchungsumfang	3
2.2	Beeinflussung der Durchlüftungssituation	4
2.2.1	Definition der Problemstellung	4
2.2.2	Methodik und Untersuchungsumfang	4
3	Untersuchungsgebiet.....	5
3.1	Das Umfeld des Plangebietes	5
3.2	Geplante Bebauung.....	6
4	Einschätzung möglicher Auswirkungen der Planung auf thermische Ausgleichsströmungen.....	8
4.1	Allgemeine Austauschverhältnisse	8
4.2	Thermisches Niveau bei austauscharmen Wetterlagen	10
4.3	Kaltluftprozesse.....	12
4.4	Zusammenfassung der klimatischen Einschätzung des Plangebietes	13
5	Einschätzung möglicher Auswirkungen der Planung auf das bodennahe Windfeld	15
5.1	Eingesetztes Modell	15
5.2	Modellvorgaben.....	15
5.3	Plangrundlagen	16
5.4	Untersuchungsumfang	17
5.5	Ergebnisse der Untersuchungen zur Durchlüftung	18
5.6	Zusammenfassung der Ergebnisse	43
6	Planungshinweise	44
7	Literaturverzeichnis	46

Abbildungsverzeichnis

Abb. 3-1:	Lage des Plangebietes „Friedrich-Ebert-Trasse“	6
Abb. 3-2:	Geplanter Rahmenplan für die Friedrich-Ebert-Trasse; Planungs- und Baurechtsamt der Stadt Heilbronn, 25.10.2019.....	7
Abb. 4-1:	Langjähriges Mittel der bodennahen Windgeschwindigkeit in 10 m ü. Grund in Heilbronn (Datenquelle: Klimaanalyse Heilbronn 2016 [1]).	8
Abb. 4-2:	Windrichtungshäufigkeiten der synthetischen Ausbreitungsklassenstatistik im näheren Umfeld des Plangebietes.	9
Abb. 4-3:	Mittlere Anomalie der Lufttemperaturverteilung in 2 m ü. Grund in der 1. Nachthälfte bei austauscharmen Strahlungswetterlagen im Heilbronner Untersuchungsraum, bezogen auf eine durchschnittliche Gebietsmitteltemperatur von 25,2 °C (Datenquelle: [1]).	10
Abb. 4-4:	Mittlere Anomalie der Lufttemperaturverteilung in 2 m ü. Grund in der 2. Nachthälfte aus-tauscharmer Strahlungstage im Heilbronner Untersuchungsraum, bezogen auf eine durchschnittliche Gebietsmitteltemperatur von 20,9 °C (Datenquelle: [1]).	11
Abb. 4-5:	Mesoskalige Kaltluftströmungen in 10 m ü. Grund um 1 Uhr nachts während austauscharmer Strahlungswetterlagen in einem Ausschnitt des Heilbronner Untersuchungsgebiets (Datenquelle: [1]).	13
Abb. 5-1:	Untersuchungsgebiet (blauer Rahmen) mit Lage des Plangebiets (Gebäudedaten: Geobasisdaten © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg).	16
Abb. 5-2:	Synthetische Winddaten im Bereich des Plangebietes.	17
Abb. 5-3:	Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 0° Anströmung (N) für den Istzustand.	22
Abb. 5-4:	Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 0° Anströmung (N) für den Planzustand.	23
Abb. 5-5:	Verhältnis der bodennahen Windgeschwindigkeit (Plan zu Ist) bei 0° Anströmung (N).	24
Abb. 5-6:	Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 60° Anströmung (ONO) für den Istzustand.	25
Abb. 5-7:	Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 60° Anströmung (ONO) für den Planzustand.	26
Abb. 5-8:	Verhältnis der bodennahen Windgeschwindigkeit (Plan – Ist) bei 60° Anströmung (ONO).	27
Abb. 5-9:	Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 90° Anströmung (O) für den Istzustand.	28

Abb. 5-10:	Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 90° Anströmung (O) für den Planzustand.....	29
Abb. 5-11:	Verhältnis der bodennahen Windgeschwindigkeit (Plan zu Ist) bei 90° Anströmung.....	30
Abb. 5-12:	Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 150° Anströmung (SSO) für den Istzustand.....	31
Abb. 5-13:	Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 150° Anströmung (SSO) für den Planzustand.	32
Abb. 5-14:	Verhältnis der bodennahen Windgeschwindigkeit (Plan zu Ist) bei 150° Anströmung (SSO).....	33
Abb. 5-15:	Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 180° Anströmung (S) für den Istzustand.	34
Abb. 5-16:	Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 180° Anströmung (S) für den Planzustand.	35
Abb. 5-17:	Verhältnis der bodennahen Windgeschwindigkeit (Plan zu Ist) bei 180° Anströmung (S).....	36
Abb. 5-18:	Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 210° Anströmung (SSW) für den Istzustand.....	37
Abb. 5-19:	Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 210° Anströmung (SSW) für den Planzustand.	38
Abb. 5-20:	Verhältnis der bodennahen Windgeschwindigkeit (Plan zu Ist) bei 210° Anströmung (SSW).....	39
Abb. 5-21:	Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 240° Anströmung (WSW) für den Istzustand.....	40
Abb. 5-22:	Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 240° Anströmung (WSW) für den Planzustand.	41
Abb. 5-23:	Verhältnis der bodennahen Windgeschwindigkeit (Plan zu Ist) bei 240° Anströmung (WSW).....	42
Abb. 6-1:	Skizze zur empfohlenen Gebäudeanordnung für das Planvorhaben.	45

1 Einleitung und Zielsetzung

Die Stadt Heilbronn hat eine Machbarkeitsstudie für die Bebauung der Friedrich-Ebert-Trasse zwischen Binswanger Straße im Westen und dem Botanischen Obstgarten im Osten erstellt. Die Friedrich-Ebert-Trasse wurde bislang von Bebauung freigehalten, da sie lange Zeit als Bestandteil einer möglichen Ostumfahrung des Heilbronner Stadtgebietes diskutiert wurde. Das Plangebiet hat eine Größe von insgesamt 4,72 ha einschließlich Verkehrs- und Grünflächen. Das Nettobauland liegt mit 2,4 ha bei 51% der Gesamtfläche. Dementsprechend niedrig ist die GRZ mit 0,32. Geplant sind 3-4-geschossige Gebäude.

Durch die geplante Nachverdichtung auf diesem bisher nahezu unverbauten Grünstreifen (im westlichen Teil befinden sich derzeit Kleingärten mit Gartenhütten etc.) ist unter Umständen mit klimatischen und lufthygienischen Auswirkungen in den direkt angrenzenden Wohngebieten südlich bzw. nördlich zur Schickardtstraße hin zu rechnen. Die Bebauung in dem Plangebiet selbst sollte jedoch auch so gestaltet werden, dass möglichst gute kleinklimatische Verhältnisse, insbesondere vor dem Hintergrund der Klimaänderung, geschaffen werden.

Durch das Planvorhaben ist unter Umständen mit lokalklimatischen Veränderungen in den angrenzenden Siedlungsbereichen zu rechnen. Klimatisch gesehen besteht die Möglichkeit, dass thermisch bedingte Strömungssysteme (Hangabwinde), die sich in typischen Strahlungsnächten ggf. unterhalb des nördlich gelegenen Wartbergs im Bereich der Rebfluren ausbilden und über die Schickardtstraße und die jetzige Friedrich-Ebert-Trasse hinweg bis in die südliche Bebauung vordringen können, durch die Bebauung zum einen in ihrem Fließverhalten beeinträchtigt werden, zum anderen auf Grund der Reduktion von Kaltluftproduktionsfläche durch die geplante Bebauung und der damit einhergehenden Versiegelung in ihrer Intensität geschwächt werden. Diese Auswirkungen sind größerskalig einzuschätzen und könnten die nächstgelegenen Wohngebiete betreffen. Darüber hinaus sind allerdings auch die lokalen klimatischen Verhältnisse, wie sich bspw. zu Beginn einer Nacht einstellen, zu berücksichtigen.

Des Weiteren ist es möglich, dass die bodennahe, dynamische Windströmung im B-Plangebiet selbst durch die geplante Bebauung beeinflusst wird. Diese Auswirkung ist kleinräumig wirksam und hat eine unmittelbare Auswirkung auf das Temperatur- und Luftschadstoffaustauschpotenzial innerhalb des Plangebietes selbst bzw. in den direkt angrenzenden Wohngebieten.

Bzgl. der Lufthygiene ist gegebenenfalls mit einer verkehrsbedingten Emissionserhöhung durch die Planung zu rechnen. Insbesondere sind die durch die Tiefgaragen, die wahrscheinlich natürlich belüftet geplant werden, freigesetzten Emissionen im Auge zu behalten. Da in dem jetzigen Planungsstadium noch keine detaillierten Informationen zu einer verkehrlichen Entwicklung bzw. zum Lüftungskonzept der Tiefgaragen vorliegen, sind Emissions- und

Immissionsbetrachtungen zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich und nicht Gegenstand dieser Untersuchung.

Es ist nicht auszuschließen, dass durch die geplante Bebauung einerseits eine potenzielle Belüftung der direkt an die Friedrich-Ebert-Trasse angrenzenden Wohngebiete durch thermische Ausgleichsströmungen von den westlichen Anhöhen, andererseits aber auch eine Durchlüftung der angrenzenden Wohngebiete bei vorherrschenden dynamischen Winden aus den entsprechenden Richtungen beeinträchtigen werden könnte.

Im Rahmen dieses Gutachtens sind daher folgende zwei Fragestellungen zu beantworten:

- Werden durch die geplante Bebauung möglicherweise im Istzustand vorhandene thermisch bedingte Strömungssysteme (Kaltluftabflüsse) in ihrem Fließverhalten beeinträchtigt? Dies könnte Auswirkungen auf die nächtliche Durchlüftung der nächst gelegenen Wohngebiete vor allem bei Strahlungswetterlagen haben.
- Wird das bodennahe, dynamische Windfeld bei Realisierung der Bebauung beeinflusst? Eine Änderung des bodennahen Windfeldes hätte unmittelbare Auswirkung auf das Temperatur- und Luftschadstoffaustauschpotenzial in den angrenzenden Gebieten.

Zur Bewertung der Auswirkungen des Vorhabens auf thermisch bedingte Strömungssysteme wird auf bereits vorhandene Klimainformationen aus aktuellen und früheren Untersuchungen zurückgegriffen. Mögliche Auswirkungen auf das dynamische Windsystem werden auf Basis von Windfeldberechnungen mit dem mikroskaligen prognostischen Strömungsmodell MISKAM beurteilt.

Aus den Ergebnissen werden Planungsempfehlungen für die weitere Umsetzung des Vorhabens abgeleitet und dargestellt.

Das IBRau wurde mit Schreiben vom 28.01.2022 vom Planungs- und Baurechtsamt der Stadt Heilbronn mit dieser Untersuchung beauftragt.

2 Vorgehensweise

2.1 Einfluss auf thermische Ausgleichsströmungen

2.1.1 Definition der Problemstellung

Unter bestimmten meteorologischen Voraussetzungen (schwache Winde, wolkenarmer Himmel) findet vor allem in den Sommermonaten während der Nacht im Bereich von unversiegelten Flächen (Vegetationsflächen) eine Abkühlung der obersten Bodenschichten und als Folge davon der bodennahen Luftschichten statt. Es bildet sich Kaltluft mit einer größeren Dichte verglichen mit der Umgebungsluft, die in topographisch gegliedertem Gelände zuerst die Hänge hinunterfließt (Hangabwind), sich im Talgrund sammelt und sodann den Talgrund entlang strömt (Bergwind oder Talabwind). Bei genügend großer Kaltluftproduktion und entsprechenden topographischen Gegebenheiten entstehen durch diese Strömungsvorgänge nächtliche Windsysteme, die vom großräumigeren (regionalen) Windsystem vor allem bei niedrigen Windgeschwindigkeiten weitgehend entkoppelt sind und das lokale Klima vielschichtig beeinflussen können. Die topographischen Gegebenheiten (Hangneigung, Form, Oberflächen-gestaltung) bestimmen dabei die Größe und die Intensität dieser thermischen Windsysteme.

Im vorliegenden Fall besteht die Möglichkeit, dass thermisch bedingte Strömungssysteme (Kaltluftabflüsse), die möglicherweise im Nahbereich des Plangebietes vorhanden sind und dieses tangieren, durch die geplante Bebauung in ihrem Fließverhalten beeinträchtigt werden und somit eine Einschränkung der Durchlüftung der Bebauung in Lee nach sich ziehen.

2.1.2 Methodik und Untersuchungsumfang

Bei dieser Ersteinschätzung werden keine experimentellen Methoden oder Messmethoden verwendet. Die Einschätzung erfolgt auf Basis bereits vorhandener klimatischer Sachdaten. Diese Datenquellen liefern bereits umfangreiche Informationen, die eine plausible Einschätzung der Auswirkungen durch das Planvorhaben auf thermische Windsysteme erlauben.

In der aktuellen Gesamtstädtischen Klimaanalyse [1] liegen für das Untersuchungsgebiet Lufttemperatur- und Winddaten mit einer räumlichen Genauigkeit von 4 m bzw. 50 m vor. Sie umfassen die mittlere Jahreswindgeschwindigkeit, die strahlungs nächtliche Lufttemperaturverteilung und strahlungs nächtliche Kaltluftprozesse auf der Mesoskala. Aus nahe gelegenen Messstationen lassen sich zudem Aussagen zu den jährlichen Windverhältnissen ableiten. Anhand dieser Daten kann das Klima im Untersuchungsgebiet bereits in Grundzügen beschrieben werden. Ebenfalls im Zuge der Gesamtstädtischen Klimaanalyse wurden Kaltluftberechnungen durchgeführt, deren Ergebnisse ebenfalls für eine Einschätzung möglicher Auswirkungen des Plangebietes herangezogen werden.

2.2 Beeinflussung der Durchlüftungssituation

2.2.1 Definition der Problemstellung

Mikroklimatisch gesehen ist es möglich, dass die bodennahe, dynamische Windströmung in den angrenzenden Wohngebieten durch die geplante Bebauung beeinflusst wird. Diese Auswirkungen sind kleinräumig wirksam und können unmittelbare Auswirkungen auf das Temperatur- und Luftschadstoffaustauschpotenzial innerhalb der angrenzenden Gebiete haben.

Eine großflächige Reduzierung der bodennahen Windgeschwindigkeiten in Lee der geplanten Bebauung wäre gleichbedeutend mit einer Verschlechterung, eine großräumige bauwerksinduzierte Geschwindigkeitsverstärkung mit einer Verbesserung der Durchlüftungssituation in den angrenzenden Gebieten. Des Weiteren werden sich innerhalb des Plangebietes im Planentwurf lokal Zonen mit einer Geschwindigkeitsreduzierung bzw. – überhöhung gegenüber der heutigen Istsituation einstellen. Diese geben ebenfalls Hinweise auf die Qualität der Durchlüftung im Plangebiet bei der geplanten Gebäudeanordnung und –dichte.

2.2.2 Methodik und Untersuchungsumfang

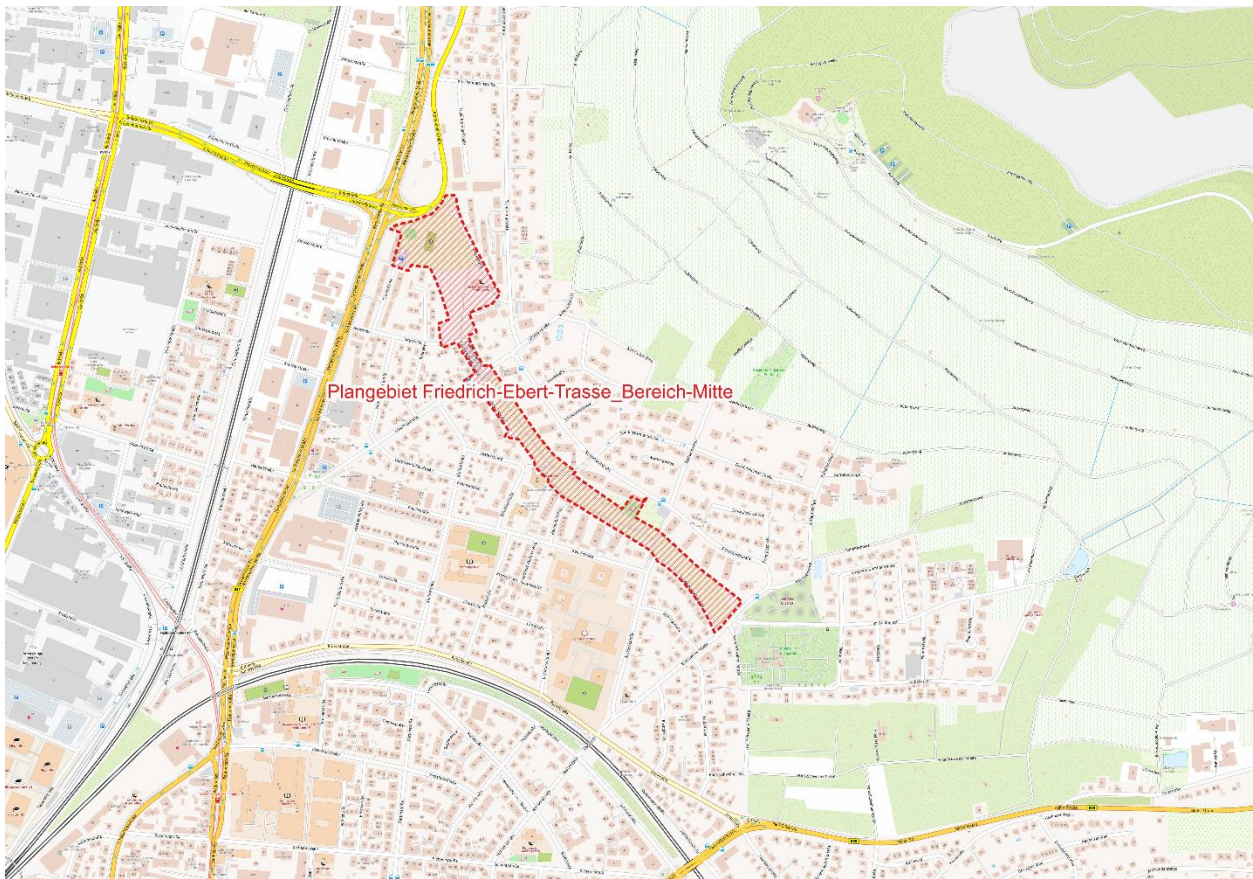
Um dies zu quantifizieren werden für ausgesuchte Anströmsituationen mit dem mikroskaligen, prognostischen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM, das in der Lage ist, die Strömung in komplexer Bebauung realitätsnah abzubilden, Berechnungen für das bodennahe Windfeld durchgeführt. Um die mögliche Änderung des bodennahen Windfeldes und damit der Durchlüftung zu quantifizieren, werden die Windfeldberechnungen für den Istzustand und den Planzustand für 30°-Windrichtungssektoren durchgeführt.

3 Untersuchungsgebiet

3.1 Das Umfeld des Plangebietes

Das Plangebiet liegt am östlichen Rand des Stadtgebietes zwischen Schickhardtstraße im Nordosten, Erlenbacher Straße im Südosten, Friedrich-Ebert-Straße im Südwesten und Binswanger Straße im Nordwesten. Das Plangebiet ist weitgehend eben und bewegt sich auf einem Höhenniveau von etwa 177 m über NHN. Das Gelände ist gegenüber dem Stadtzentrum (ca. 170 m) leicht erhöht. Nach Nordosten steigt das Gelände an und erreicht am Rande der Bebauung nordöstlich der Gundelsheimer Straße bereits 200 m über NHN. Danach beginnen die Weinberghänge, die sich bis unter das Höhenrestaurant Wartberg (ca. 310 m über NHN) erstrecken und kontinuierlich ansteigen. Damit sind in diesem Gebiet die geomorphologischen Voraussetzungen zum gravitativen Kaltlufttransport [2] gegeben. Allerdings werden zur Kaltluftproduktion geeignete Flächennutzungen benötigt. Hierzu zählen insbesondere offene Wiesen und Landwirtschaftsflächen [3]. Weinberghänge stellen dagegen nur bedingt eine wirksame Kaltluftproduktionsfläche dar. Die Friedrich-Ebert-Trasse ist Teil eines Grünzuges, der sich, beginnend nördlich der B39 im Bereich der Kleingärten über den Botanischen Obstgarten bis zur Binswangener Straße hin erstreckt und im heutigen Zustand eine wichtige Grünachse und Lüftungsschneise darstellt. Die Friedrich-Ebert-Trasse wurde in den letzten Jahren bewusst von Bebauung freigehalten, da man sich die Option für eine Ostumfahrung des Heilbronner Stadtgebietes offenhalten wollte.

Die Bebauung zwischen Schickhardtstraße und Friedrich-Ebert-Trasse bzw. die Bebauung südlich der Friedrich-Ebert-Straße besteht südlich der Käferflugstraße hauptsächlich aus Mehrfamilienhäusern. Nördlich der Schickhardtstraße ist die Bebauung überwiegend durch Einfamilienhäuser, vereinzelt Zweifamilienhäusern mit nach Nordost zunehmend größeren Grundstücksflächen geprägt. Bzgl. der Baustufen ist die Umgebungsbebauung der Friedrich-Ebert-Trasse als Landhausgebiet bzw. Kleinhausgebiet eingestuft. Die Lage des Plangebietes ist in **Abb. 3-1** dargestellt.



Quellenvermerk: Kartendarstellung und Präsentationsgraphiken: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Datenquellen: https://sg.geodatenzentrum.de/web_public/gdz/datenquellen/Datenquellen_TopPlusOpen.html

Abb. 3-1: Lage des Plangebietes „Friedrich-Ebert-Trasse“.

Hinsichtlich der bodennahen Austauschverhältnisse und der damit verbundenen Durchlüftung der angrenzenden Bebauung ist die Flächennutzungsstruktur von Bedeutung, da dichte Bebauung sowie dichte Baumreihen und Gehölze bzw. Wälder Strömungshindernisse darstellen.

3.2 Geplante Bebauung

Das langgestreckte Plangebiet hat eine Größe von 4,7 ha einschließlich aller Verkehrs- und Grünflächen. Das Nettobauland soll davon ca. 50% in Anspruch nehmen. Die vorgesehene Grundflächenzahl liegt bei etwa 0,32. Für das Gebiet ist die Ansiedlung von Wohnbebauung vorgesehen. Der Rahmenplan vom 25.10.2019 (**Abb. 3-2**) zeigt für den nördlichen Teil zwischen Käferflugstraße und Schüblerstraße im Bereich der Millerstraße sechs Kuben mit 4 Vollgeschossen, in der Südwestecke ein kleines Quartier mit 3-4-geschossiger Blockbebauung. Mittig in diesem nördlichen Gebietsteil ist eine ausgedehnte Grünfläche mit Retentionsfläche und Bolzplatz vorgesehen. Dieser nördliche Teil wird über eine kleine Spange mit Alleencharakter, beidseitig flankiert von zwei 3-geschossigen Gebäudeblöcken, mit dem mittleren Gebietsteil verbunden. In dem südlichen Teil des Plangebietes sind zuerst vier 3-geschossige Riegelbauten mit Dach-/Sattelgeschoss sowie in der Verlängerung zwischen Wartbergstraße und Erlenbacher

Straße drei L-förmige 3-geschossige Riegel mit Dach-/Sattelgeschoss geplant. Unter allen Gebäuden sind derzeit Tiefgaragen vorgesehen. Der südliche Teil des Plangebietes wird von einem Parkplatz mit dichtem Baumbestand abgeschlossen.



Abb. 3-2: Geplanter Rahmenplan für die Friedrich-Ebert-Trasse; Planungs- und Baurechtsamt der Stadt Heilbronn, 25.10.2019.

4 Einschätzung möglicher Auswirkungen der Planung auf thermische Ausgleichsströmungen

4.1 Allgemeine Austauschverhältnisse

Die langjährigen, mittleren Windgeschwindigkeitsverhältnisse in 10 m ü. Gr. sind für das Untersuchungsgebiet in **Abb. 4-1** dargestellt.

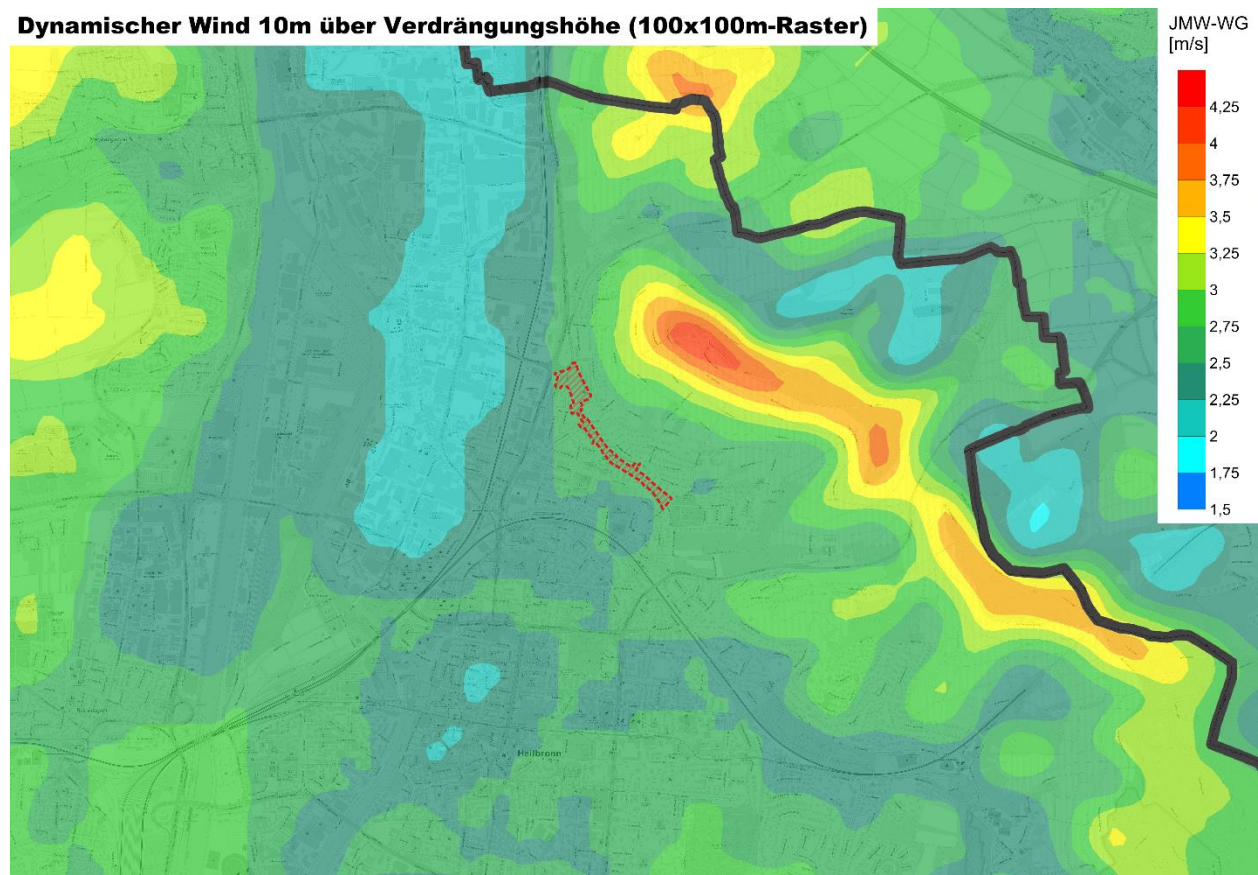


Abb. 4-1: Langjähriges Mittel der bodennahen Windgeschwindigkeit in 10 m ü. Grund in Heilbronn (Datenquelle: Klimaanalyse Heilbronn 2016 [1]).

Der Einfluss der Reliefgestalt auf die Austauschverhältnisse ist deutlich erkennbar. In den Kuppenlagen der östlichen Anhöhen ist die Durchlüftung mit Windgeschwindigkeiten zwischen 3,5 m/s und 3,75 m/s, lokal bis 4 m/s, sehr gut. Im Zentrum der Kernstadt sowie nördlich davon im Bereich der Talsohle des Neckartals herrschen die ungünstigsten Austauschverhältnisse vor. Im Bereich des Plangebietes erreichen die langjährig gemittelten Windgeschwindigkeiten wegen der geringeren Rauigkeit aufgrund der lockeren Bebauung und auf Grund der leichten Hanglage etwas höhere Werte zwischen 2,5 m/s und 2,75 m/s.

Bei den beschriebenen Windgeschwindigkeitswerten ist zu beachten, dass diese für eine Höhe von 10 m ü. Gr. gelten. Im Bodenniveau (2 m ü. Gr.) sind die Windgeschwindigkeiten aufgrund des allgemeinen bremsenden Einflusses der Erdoberfläche (Oberflächenrauigkeit) im

Allgemeinen um ca. 30% niedriger. Gerade in der Talsohle dürften damit überwiegend Schwachwindbedingungen ($\leq 1,5$ m/s) vorherrschen.

Bei den Windrichtungen dominieren laut [1] im Jahresmittel im Heilbronner Raum südwestliche Winde, die entlang des Neckars durch das lokale Relief jedoch eine Kanalisierung auf eher südliche Richtungen erfahren. In **Abb. 4-2** sind für das Umfeld des Plangebietes die Windrichtungshäufigkeiten (Raster 500 x 500 m²) dargestellt. Bei den Winddaten handelt es sich um synthetische Ausbreitungsklassenstatistiken, die in einem Raster von 500 x 500 m² für Baden-Württemberg vorliegen und von der Arbeitsgemeinschaft IB Rau / METCON im Auftrag der LUBW berechnet wurden [4] [5]. Wie die Kartendarstellung der LUBW (s. **Abb. 4-2**) zeigt, dominieren in dem Untersuchungsgebiet Winde aus Süd bis West bzw. Nord bis Ostnordost.

Im östlichen Hangbereich und so auch im Bereich des Plangebietes ist Südsüdwest (210°) die Hauptwindrichtung. Das Nebenmaximum sind Winde aus Nordost. Dabei dürfte es sich um Hangabwinde handeln, die insbesondere in Strahlungs Nächten über den Wartberg nach Südwest in Richtung Bebauung abfließen.

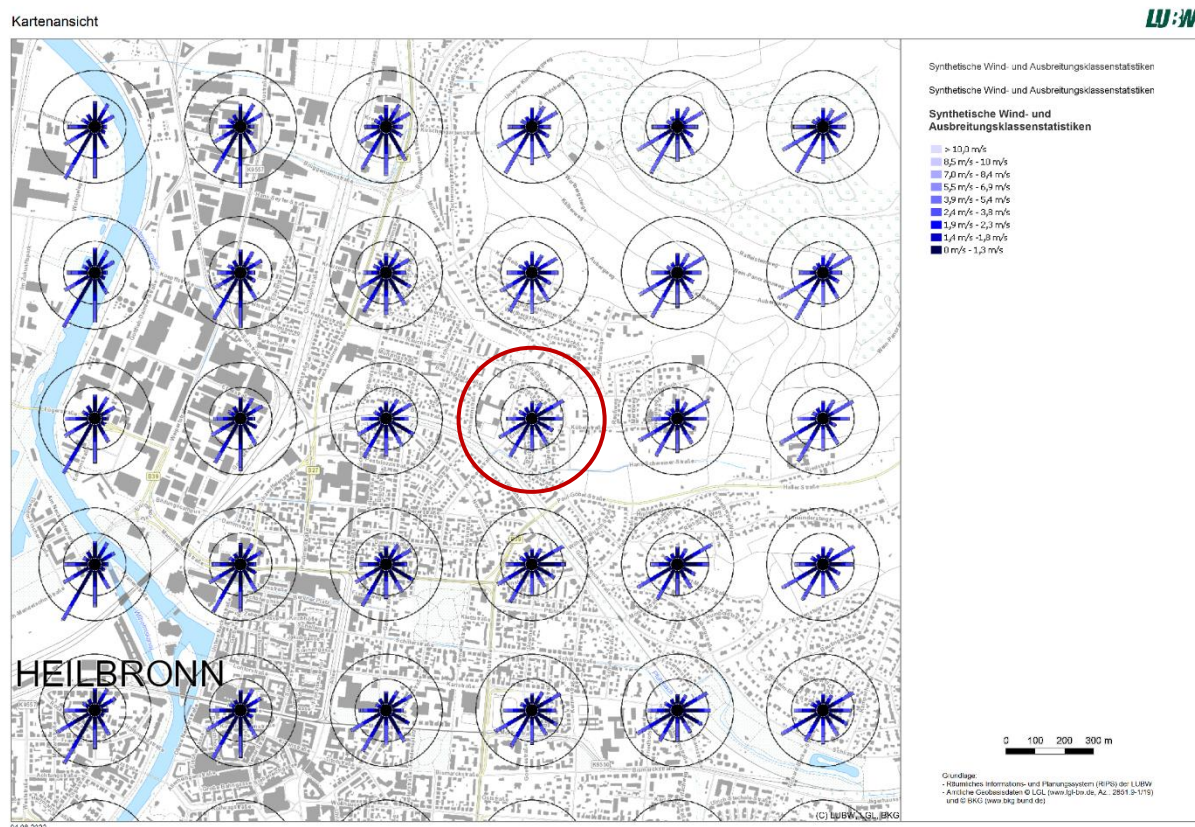


Abb. 4-2: Windrichtungshäufigkeiten der synthetischen Ausbreitungsklassenstatistik im näheren Umfeld des Plangebietes.

4.2 Thermisches Niveau bei austauscharmen Wetterlagen

In austauscharmen Strahlungsnächten werden die thermischen Effekte der unterschiedlichen Flächennutzungen besonders deutlich. Da die Aufheizung der Oberflächen durch die Sonneneinstrahlung am Tage entfällt, wird das lokale thermische Niveau ausschließlich durch das unterschiedliche Auskühlungsverhalten bzw. der Wärmespeicherfähigkeit der verschiedenen Flächennutzungen geprägt. Bezüglich der Höhenlage kommt ergänzend der Effekt der Lufttemperaturinversion zum Tragen, da aufgrund der am Boden lagernden kühleren Luft die Lufttemperatur mit der Höhe zunimmt.

Das Temperaturfeld im Untersuchungsgebiet während Strahlungsnächten ist für die erste Nachthälfte in **Abb. 4-3** und für die zweite Nachthälfte in **Abb. 4-4** dargestellt.

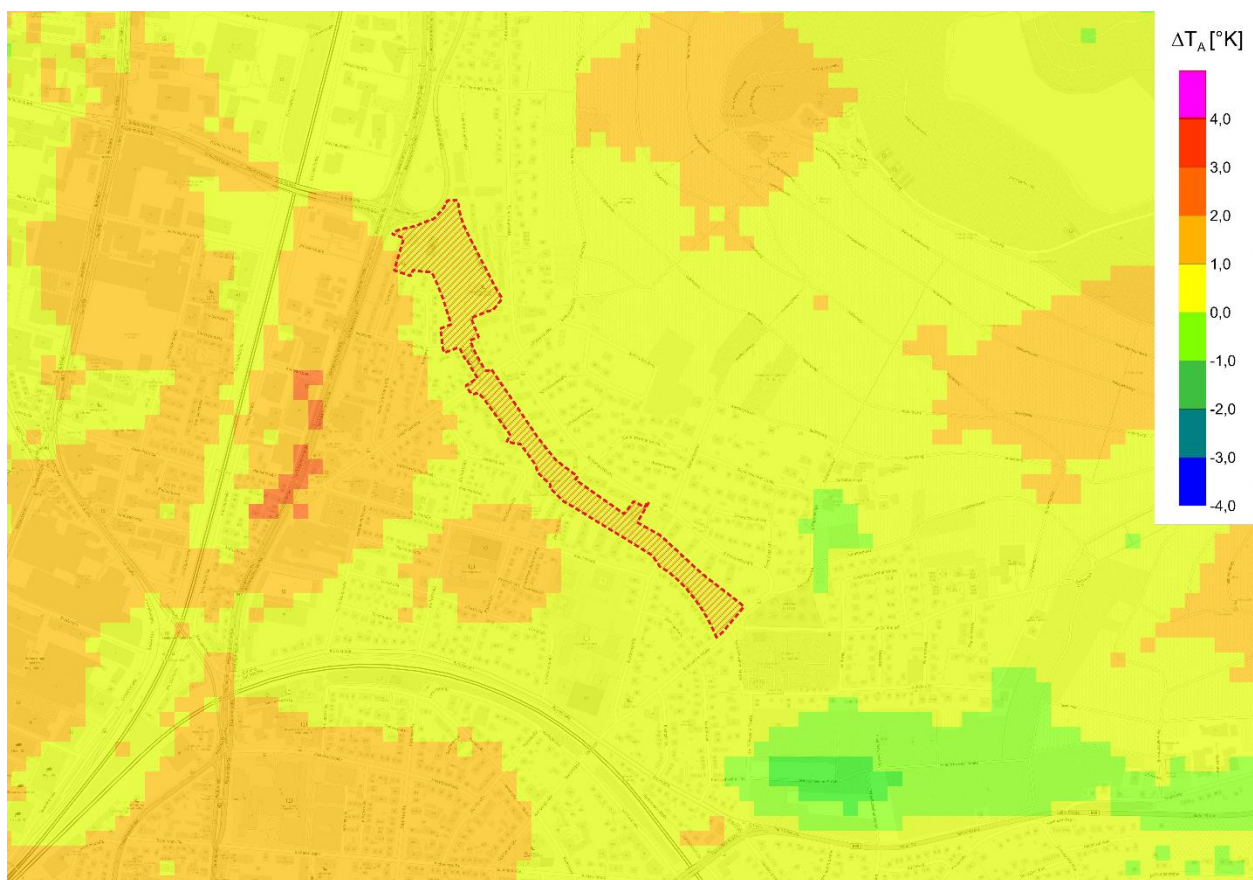


Abb. 4-3: Mittlere Anomalie der Lufttemperaturverteilung in 2 m ü. Grund in der 1. Nachthälfte bei austauscharmen Strahlungswetterlagen im Heilbronner Untersuchungsraum, bezogen auf eine durchschnittliche Gebietsmitteltemperatur von 25,2 °C (Datenquelle: [1]).

In der **ersten Nachthälfte** beträgt die Lufttemperaturspanne in dem dargestellten Gebiet 4 K, wobei die Gewerbe- und Wohngebiete in der Neckartalsole mit einer positiven Abweichung von +2 K vom Gebietsmittel, lokal etwas darüber, die wärmsten Bereiche und damit eine Wärmeinsel darstellen. Die kühleren Areale in dem dargestellten Gebietsausschnitt ist der

Grünzugbereich zwischen B39 im Süden und Kübelstraße im Norden mit einer Anomalie von lokal bis zu -2 K. Hierbei handelt es sich um potentielle Kaltluftproduktionsflächen. Eine nur mäßige bis keine Überwärmung (0 K bis +1 K) weisen die Weinberghänge unterhalb des Wartbergs, die aufgelockerte Wohnbebauung in den Hangbereichen östlich des Plangebiets sowie das Plangebiet selbst aus.

In der zweiten Nachthälfte (**Abb. 4-4**) ist vor allem am östlichen Siedlungsbereich eine allgemeine leichte Abkühlung um ca. -1 K zu beobachten. Der in der ersten Nachthälfte bereits kühlere Bereich um die Kübelstraße dehnt sich in der zweiten Nachthälfte flächenmäßig weiter aus. Jetzt erfährt auch der Botanische Garten gegenüber dem Gebietsmittel eine deutliche Abkühlung. Im Plangebiet selbst bzw. der direkt angrenzenden Bebauung beträgt die Abkühlung in der zweiten Nachthälfte weniger als 1 K.

Bei Umsetzung der Bebauung könnte unter der Voraussetzung, dass mit Begrünung und unversiegelten Flächen gearbeitet wird, das thermische Niveau des Istzustandes gehalten werden.

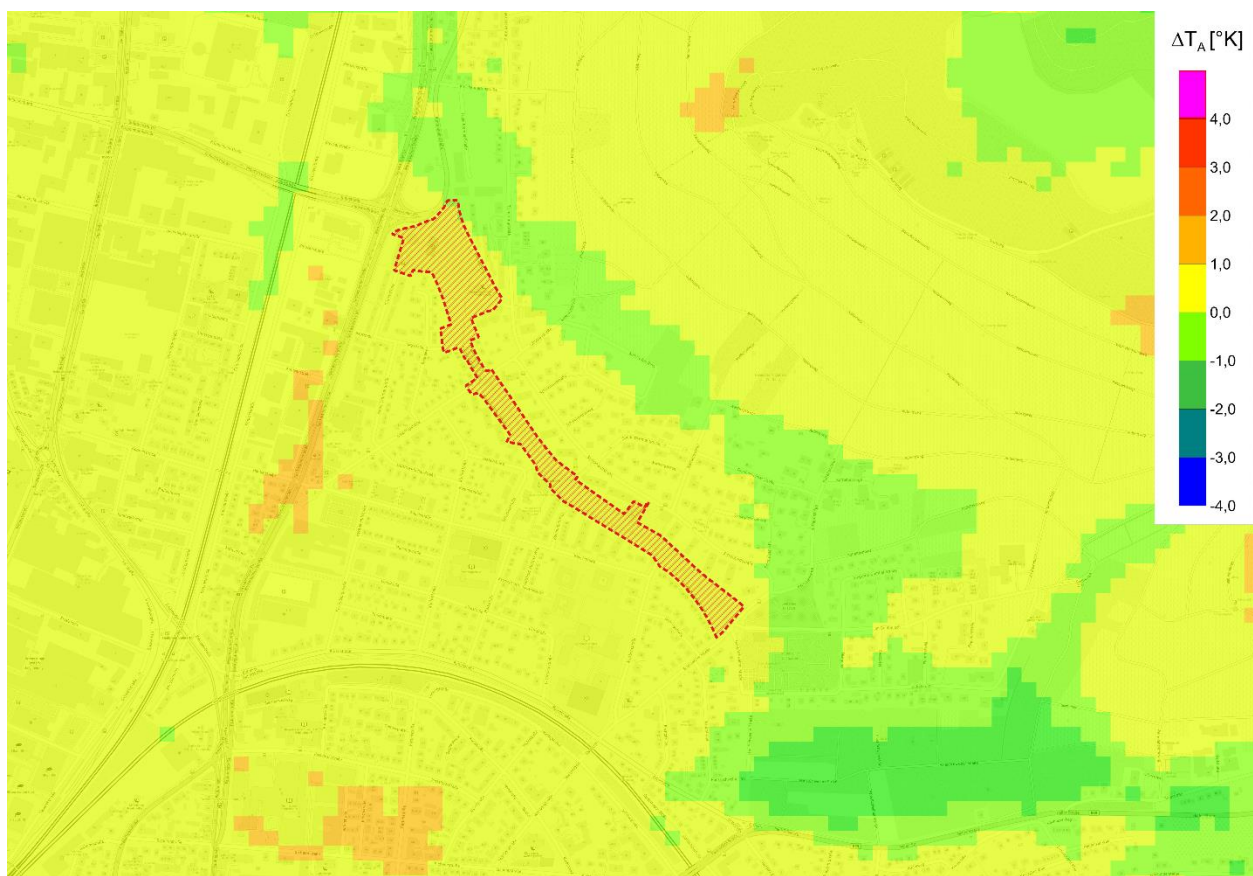


Abb. 4-4: Mittlere Anomalie der Lufttemperaturverteilung in 2 m ü. Grund in der 2. Nachthälfte aus-tauscharmer Strahlungstage im Heilbronner Untersuchungsraum, bezogen auf eine durchschnittliche Gebietsmitteltemperatur von 20,9 °C (Datenquelle: [1]).

4.3 Kaltluftprozesse

Die weitläufigen unversiegelten Flächen auf den Höhenzügen und Hochflächen östlich und westlich des Neckartals sind, wie auch die Temperaturkarten zeigen, in weiten Teilen kühler als die versiegelten Bau- und Gewerbegebiete und stellen somit potentielle Kaltluftproduktionsflächen dar. Da die kühlere Luft der Freiflächen relativ schwer ist und am Boden lagert, ist davon auszugehen, dass sie im Bereich der Hanglagen der Geländeneigung folgend in die jeweiligen Talsohlen fließt, sich dort sammelt und anschließend zum tiefsten Geländebereich (hier Neckartal) abfließt. Voraussetzung für wirksame Kaltluftabflüsse sind hindernisarme Ventilationsbahnen, die möglichst weit in die Bebauung reichen.

Diese Prozesse der Kaltluftbildung und des Kaltlufttransportes wurden in der Klimaanalyse Heilbronn [1] mit dem prognostischen mesoskaligen numerischen Modell METRAS [6] [7] untersucht. Die Ergebnisse werden im Folgenden in Zusammenhang mit dem Plangebiet diskutiert. Die Analyse der Kaltluftprozesse erfolgte unter der Annahme des Fehlens eines übergeordneten, regionalen Windes, um potenzielle Einflüsse etwaiger nicht-lokaler Strömungen bzw. Winde ausschließen zu können. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Berechnungen für den Großraum Heilbronn auf der Mesoskala mit einer relativ groben Auflösung von 50 m durchgeführt wurden, sodass im hiesigen Untersuchungsgebiet die Kaltluftprozesse bereits durch diejenigen der weiteren, hier nicht dargestellten, Umgebung beeinflusst sind und gleichzeitig aber auch eine räumliche Ungenauigkeit aufweisen.

Während austauscharmer Strahlungswetterlagen sind um 1 Uhr nachts die mesoskaligen Kaltluftprozesse vollständig entwickelt (**Abb. 4-5**). Sämtliche Kaltluftflüsse sind dabei dem Schwachwindbereich ($\leq 1,5$ m/s) zuzuordnen. Hauptmerkmal der Kaltluftprozesse im Untersuchungsgebiet ist das Aufeinandertreffen von zwei größeren, gebietsübergreifenden und flächenhaften Kaltluftströmen. Aus dem südlichen Neckartalbereich strömt mit ca. 1 m/s ein Kaltluftfluss Richtung Norden. Von der nördlichen Abdachung des Neckarbeckens bei Biberach fließt mit ca. 0,6 m/s eine schwächere Kaltluftströmung nach Süden. Diese beiden Ströme treffen im Bereich zwischen Leintal und Saarlandstraße aufeinander, sodass sie sich gegenseitig aufheben (Strömungskonvergenz). Daher beträgt die Kaltluftwindgeschwindigkeit auf den Anhöhen westlich der Plangebiete $< 0,2$ m/s, so dass faktisch Windstille herrscht. Ein weiteres Kaltluftabflußsystem kann sich in typischen Kaltluftnächten weiter östlich ausbilden. Es strömt über den Gaffenberg, das Köpfertal bis in den Bereich der Kübelstraße, verliert jedoch zunehmend an Kraft. Im Bereich des Plangebietes dürfte sich in Strahlungsnächten eine schwache Kaltluftströmung ausbilden, die noch etwas durch die Kaltluftproduktionsflächen entlang der Kübelstraße sowie durch den Botanischen Obstgarten gespeist werden. Da nach Süd bzw. Südwest orientierte Weinberghänge keine ausgeprägten Kaltluftproduzenten sind, dürften sich unterhalb des Wartbergs zumindest in der ersten Nachthälfte nur geringe Hangabwinde in

Richtung Plangebiet ausbilden. In der zweiten Nachthälfte dürfte das schwach ausgeprägte Kaltluftsystem aus Südost etwas Speisung durch den unteren Saum der Hangbereiche östlich des Plangebietes erfahren, wie aus der Temperatur-Differenzenkarte (s. Abb. 4-4) ersichtlich ist.

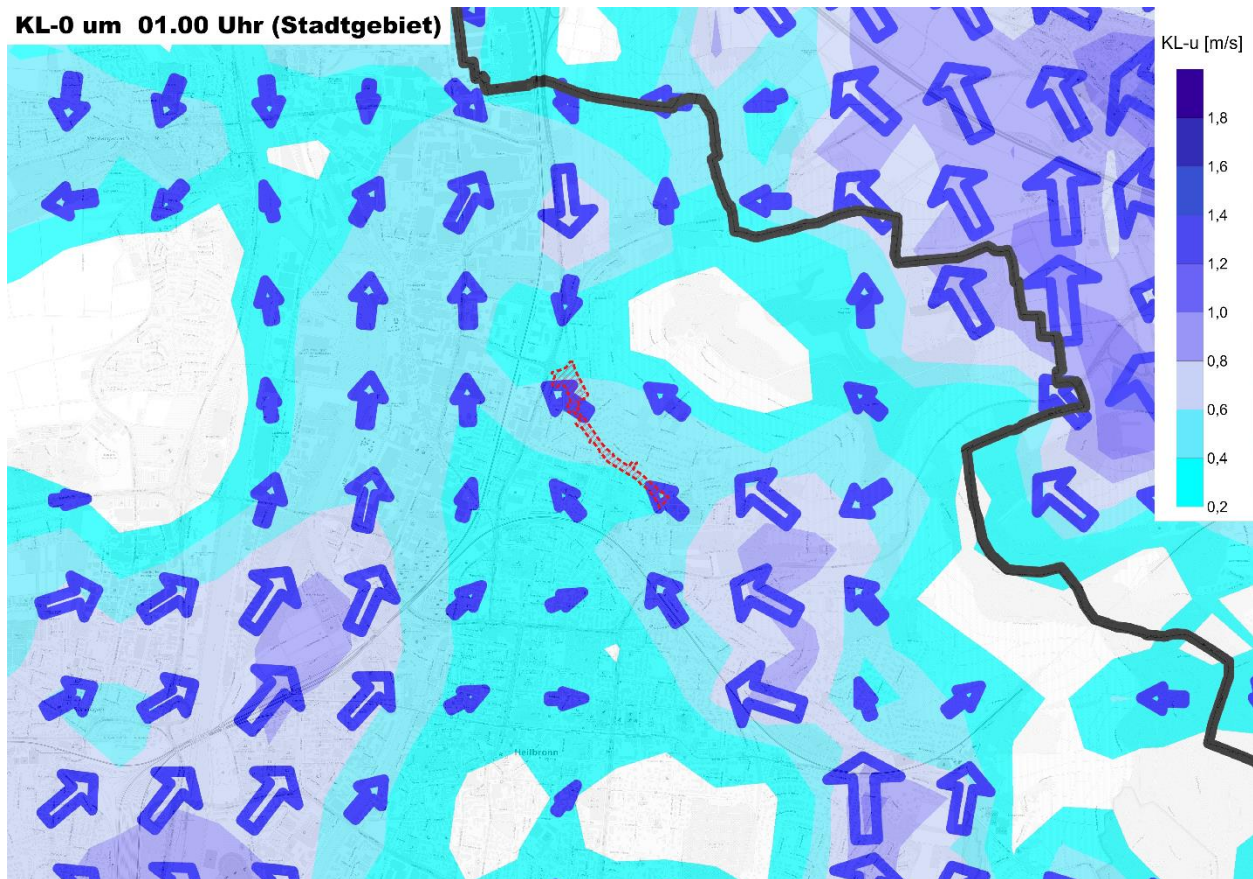


Abb. 4-5: Mesoskalige Kaltluftströmungen in 10 m ü. Grund um 1 Uhr nachts während austauscharmer Strahlungswetterlagen in einem Ausschnitt des Heilbronner Untersuchungsgebiets (Datenquelle: [1]).

4.4 Zusammenfassung der klimatischen Einschätzung des Plangebietes

Wind allgemein

In den an das Plangebiet östlich angrenzenden locker bebauten und unbewaldeten Hangbereichen sowie im Plangebiet selbst ist die Durchlüftung mit Windgeschwindigkeiten zwischen 2,5 m/s und 3,0 m/s gut. In der westlich angrenzenden Neckartalsole ist im Gewerbegebiet aufgrund der zahlreichen und großen Strömungshindernisse die Windgeschwindigkeit mit teilweise unter 2 m/s am geringsten. Bei den Windrichtungen dominieren im Plangebiet südliche bis südwestliche Richtungen sowie Winde aus nordöstlicher Richtung.

Temperatur

In Strahlungsnächten bildet die weitgehend versiegelte Neckartalsole gegenüber den Landwirtschaftsflächen im Stadtrandbereich eine Wärminsel mit einer Stärke von nahezu 4 K. Dagegen liegen die bodennahen Lufttemperaturen im Plangebiet sowie in den östlich angrenzenden Hangbereichen in etwa im Bereich des Gebietsmittels für das gesamte Stadtgebiet. Als mäßig kühle Bereiche treten die Übergangsbereiche zwischen Bebauung und Freiland auf, wie z.B. das östlich des Plangebiets liegende Areal nördlich der B39 (Bereich Kübelstraße). Im Planfall sollte das thermische Niveau in etwa gehalten werden, was durch entsprechende Begrünungs- und Entsiegelungsmaßnahmen erreicht werden kann.

Mesoskalige Kaltluft

Hauptmerkmal der schwachwindigen Kaltluftprozesse im gesamten Stadtgebiet Heilbronn ist die Konvergenz der zwei großen, gebietsübergreifenden und flächenhaften Kaltluftströme aus dem südlichen Neckartal und den Biberacher Hochflächen im Norden, die sich im Bereich zwischen Leintal und Saarlandstraße westlich des Neckars fast aufheben und zu Kaltluftwindgeschwindigkeiten $< 0,2 \text{ m/s}$ führen. Im Bereich des am östlichen Stadtrand gelegenen und hier betrachteten Plangebiets sind noch die Ausläufer einer etwas weiter östlich verlaufenden Kaltluftströmung zu beobachten, die allerdings bei Erreichen des Plangebiets bereits an Intensität eingebüßt haben, jedoch durchaus in Strahlungsnächten für eine thermische Entlastung sorgen können.

Mikroskalige Kaltluft

Theoretisch sind die Hangbereiche östlich des Plangebiets unterhalb des Wartbergs Kaltluftproduktionsgebiete. Allerdings handelt es sich dabei überwiegend um Rebkulturen, die in aller Regel nur eingeschränkt Kaltluft produzieren. Ausgeprägte Hangabwinde in Richtung Plangebiet sind somit eher nicht zu erwarten. Eine Ventilation des Plangebietes durch Kaltluftabflüsse von den östlichen Anhöhen, insbesondere zu Beginn einer Kaltluftnacht, sind eher die Seltenheit.

5 Einschätzung möglicher Auswirkungen der Planung auf das bodennahe Windfeld

5.1 Eingesetztes Modell

Die Bewertung einer möglichen Beeinflussung des lokalen bodennahen Windfeldes und daher der Durchlüftung direkt an das Plangebiet angrenzender Siedlungsbereiche erfolgt, wie in Kapitel 2.2 bereits angesprochen, mit dem Modell MISKAM. MISKAM zählt zu der Klasse der mikroskaligen prognostischen Strömungs- und Ausbreitungsmodelle. Diese Modelle sind in der Lage, hochkomplexe dreidimensionale Strömungsstruktur innerhalb bebauter Gebiete realistisch abzubilden. Das Modell MISKAM wurde an der Universität Mainz [8] [9] entwickelt und wird sowohl zu Forschungszwecken als auch im Rahmen gutachtlicher Tätigkeit in vielen Beratungsbüros in Deutschland eingesetzt. MISKAM beruht auf den grundlegenden strömungsmechanischen Grundgleichungen. Das Windfeld wird durch die numerische Lösung der Erhaltungsgleichungen für Impuls, Masse und Energie berechnet. Als Turbulenzmodell wird ein Standard- k,ϵ -Modell eingesetzt. Einzelne Gebäude und Hindernisse können somit explizit in ihrer Form aufgelöst werden. Das Modellsystem MISKAM umfasst ein Windfeldmodell sowie ein Eulersches Ausbreitungsmodell.

Vergleiche mit Messergebnissen aus Windkanälen zeigen, dass die Um- und Überströmung von Gebäuden und Gebäudekomplexen, die Ausbildung von Rückströmzonen, der Frontwirbelbereich etc. mit MISKAM realistisch abgebildet werden können [10] [11].

MISKAM ist ein Episodenmodell. Es berechnet stationäre dreidimensionale Strömungs- und Ausbreitungsfelder, wie sie sich im dynamischen Gleichgewicht unter den baulichen (Rauigkeits- und Bebauungsstruktur) und meteorologischen Randbedingungen (Anströmprofil) einstellen. Instationäre Berechnungen unter Berücksichtigung zeitabhängiger Randbedingungen wie z.B. Energieflüsse am Boden bzw. an Gebäudeberandungen und damit die Simulation thermisch bedingter Windsysteme ohne jeden dynamischen Antrieb sind somit nicht möglich.

5.2 Modellvorgaben

In **Abb. 5-1** ist die räumliche Lage des Plangebietes mit dem Umriss des für die Modellrechnungen zum bodennahen Windfeld mit MISKAM gewählten Rechengebietes gegeben. Das den Berechnungen mit dem Modell MISKAM zugrundeliegende Modellgebiet hat eine Ausdehnung von 1050 m in Nordwest-Südostrichtung und 550 m in Nordost-Südwestrichtung. Die horizontale Auflösung wurde äquidistant in beiden Raumrichtungen mit 2,5 m festgelegt. In der Vertikalen wurde bis in eine Höhe von 20 m eine Auflösung von 1,0 m gewählt. Darüber nimmt die Gitterweite bis zum oberen Modellrand, der mit der vierfachen Höhe des höchsten Gebäudes zur Vermeidung von Randeffekten gewählt wird [12]., kontinuierlich zu

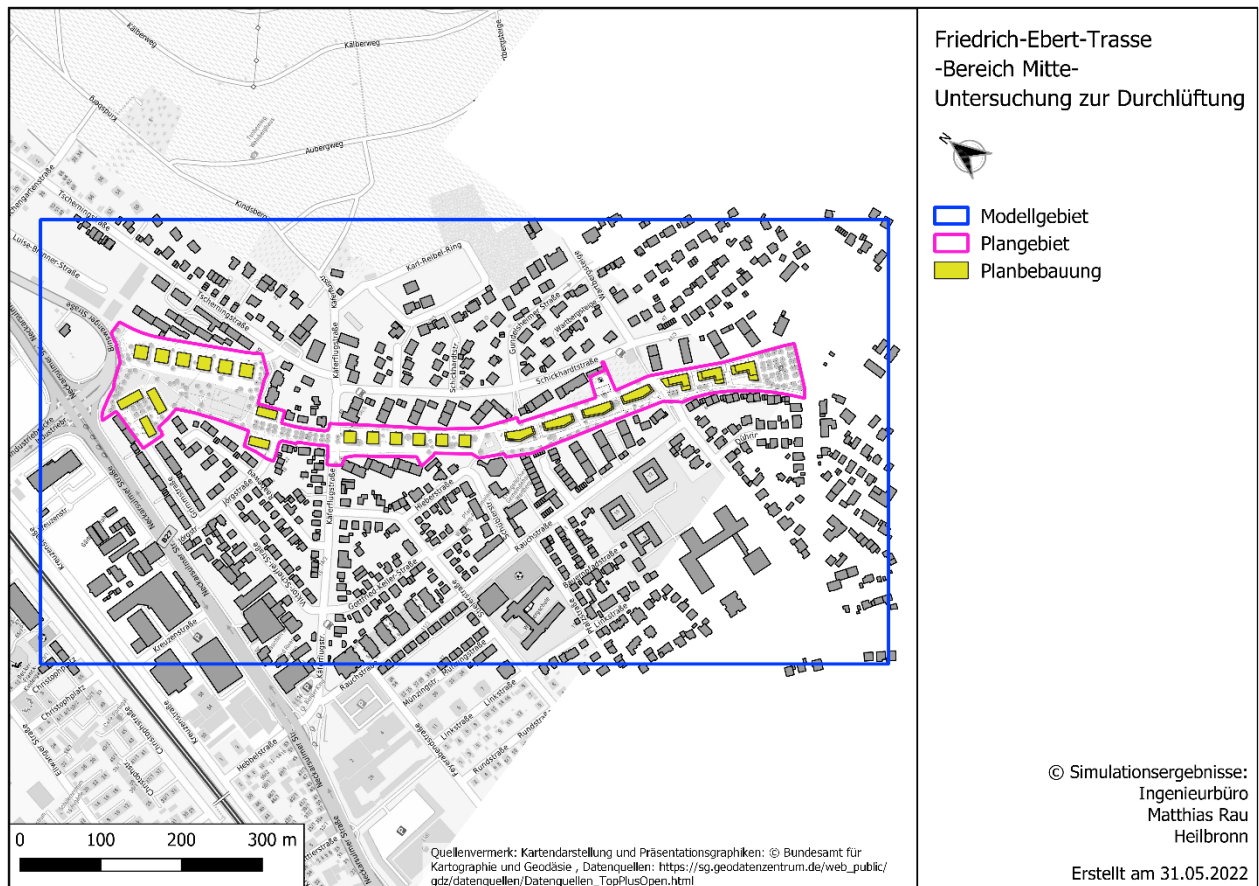


Abb. 5-1: Untersuchungsgebiet (blauer Rahmen) mit Lage des Plangebiets (Gebäudedaten: Geobasisdaten © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg).

5.3 Plangrundlagen

Für die vollständige Erzeugung des digitalen Geländemodells müssen die Gebäudemerkmale für den Ist- und den Plan-Zustand des Untersuchungsgebietes erfasst werden.

Unterlagen für die bestehende Bebauung wurden von dem Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg kostenpflichtig beschafft. Die geplante Neubebauung wurde aus den zur Verfügung gestellten Planunterlagen ausgelesen. Die maßgeblichen in dieser Untersuchung berücksichtigten Planunterlagen sind nachfolgend aufgeführt.

- Istbebauung:
 - LOD1-Daten City-GML (Geobasisdaten©Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg).
- Geplante Bebauung Friedrich-Ebert-Trasse:
 - Rahmenplan Friedrich-Ebert-Trasse Planungs- und Baurechtsamt Stadt Heilbronn (25.10.2019).

5.4 Untersuchungsumfang

Die MISKAM-Windfeldberechnungen wurden für insgesamt 12 30°-Anströmungen sowohl für den Istzustand als auch für den Planzustand bei einer Anströmgeschwindigkeit von 10 m/s in 100 m Höhe durchgeführt.

Betrachtet werden im Folgenden die häufigsten Windrichtungen, die im Bereich des Plangebietes anzutreffen sind. Diese wurden auf Basis der synthetischen Ausbreitungsklassenstatistiken, die deutschlandweit in einem Raster von 500 x 500 m² vorliegen und die Windverhältnisse in 10 m Höhe über Verdrängungshöhe realistisch widerspiegeln, festgelegt [4] [5]. Die für das Untersuchungsgebiet repräsentative langjährige Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen, der Windgeschwindigkeitsklassen und der AK-Klassen ist in **Abb. 5-2** dargestellt. Die häufigsten Windrichtungen treten zwischen SSO und WSW auf mit dem Maximum bei südsüdwestlichen Winden; das Sekundärmaximum liegt bei Winden aus NNO und O. Das mittlere langjährige Windgeschwindigkeitsniveau liegt bei 2,5 m/s in einer Höhe von 10 m über Geländeniveau.

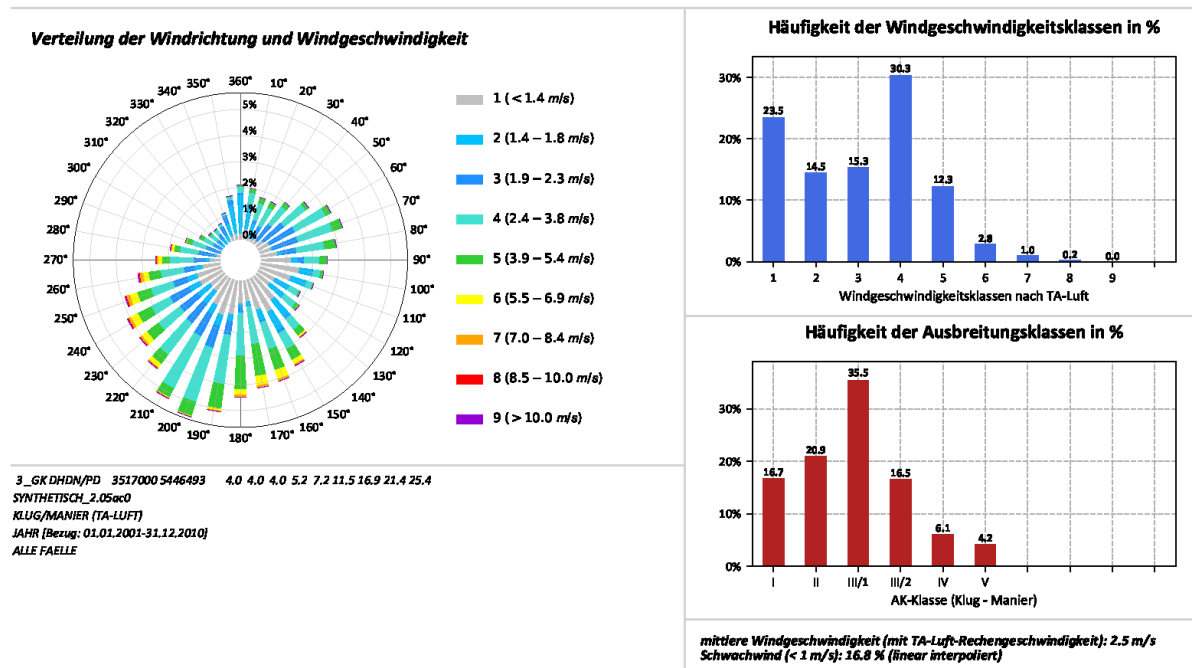


Abb. 5-2: Synthetische Winddaten im Bereich des Plangebietes.

Auf Grund dieser Verteilung werden im Folgenden die Ergebnisse für die Windrichtungen 0°, 60°, 90°, 150°, 180°, 210° und 240° dargestellt, die insgesamt über 75% der Jahreshäufigkeiten ausmachen.

Da in diesem Untersuchungsschritt das dynamische Windfeld ohne thermische Einflüsse betrachtet wird, lassen sich die bei dieser Anströmgeschwindigkeit berechneten lokalen Geschwindigkeiten auf andere Anströmgeschwindigkeiten übertragen.

Zur vergleichenden Darstellung der Auswirkung der geplanten Bebauung auf das bodennahe Strömungsfeld innerhalb des Plangebietes sowie im Nahbereich des Plangebietes wurden die mittleren absoluten Geschwindigkeiten für den Ist- und den Planzustand, bezogen jeweils auf die langjährige sektorgemittelte Windgeschwindigkeit, in 1,5 m Höhe über Grund ausgewertet. Die absoluten Geschwindigkeiten sind sowohl farblich als auch mit überlagerten Vektoren dargestellt. Zusätzlich wurden die Geschwindigkeitsverhältnisse für die insgesamt sieben untersuchten Windrichtungen zwischen Plan- und Istzustand in 1,5 m Höhe ermittelt. Bei den Geschwindigkeitsverhältnissen ist die Skala so gewählt, dass weiße Flächen Geschwindigkeitserhöhungen bzw. Reduktionen < 10% angeben. Diese Änderungen werden als sehr gering eingestuft. Die blauen Farben zeigen dementsprechend Geschwindigkeitsreduktionen im Planfall gegenüber dem Istzustand von 10-25%, 25-50%, 50-75% und größer 75% an. Die Grüntöne stehen entsprechend für Geschwindigkeitserhöhungen im Planfall gegenüber dem Istzustand von mehr als 10-25%, 25-50%, 50-75% sowie >75%.

Um Artefakte, die sich bei sehr kleinen Geschwindigkeiten bei Änderungen zwischen Planfall und Istfall ergeben können, zu vermeiden, wurden nur absolute Änderungen der bodennahen Windgeschwindigkeit (1,5 m Höhe) > 0,2 m/s, bezogen auf die jeweils Sektor gemittelte langjährige Windgeschwindigkeit, betrachtet.

5.5 Ergebnisse der Untersuchungen zur Durchlüftung

Dargestellt werden im Folgenden die Ergebnisse für die sieben in Kapitel 5.4 genannten Anströmrichtungen. Bei der Um- und Überströmung von Gebäudekomplexen bilden sich in Lee (windabgewandte Seite) jedes einzelnen Gebäudeblocks sowie in Lee des gesamten Gebietes Nachlaufzonen mit reduzierter Windgeschwindigkeit aus. Durch Kanalisierungseffekte und die gebäudeinduzierte Turbulenz bilden sich andererseits Zonen mit erhöhten Geschwindigkeiten aus, die die Durchlüftung positiv beeinflussen können. Die Ausdehnung und Ausprägung dieser Nachlaufzonen mit reduzierter Geschwindigkeit und die Zonen mit einer Geschwindigkeitserhöhung müssen integral bewertet werden und geben insgesamt Aufschluss über mögliche Durchlüftungseinschränkungen in den angrenzenden Gebieten sowie im Plangebiet selbst infolge der geplanten Nachverdichtung.

Bei nördlichen Winden (**Abb. 5-3.**; 0°) zeigt sich im nördlichen Bereich der Friedrich-Ebert-Trasse (FET) für den Istzustand ein ähnliches bodennahes Geschwindigkeitsniveau wie im Bereich der weiter nördlich gelegenen Freiflächen. Weiter in Richtung Süden nimmt das Geschwindigkeitsniveau durch die Bebauung beidseitig der Friedrich-Ebert-Trasse ab. Insgesamt zeigt sich aber immer noch deutlich die Funktion der FET als Frischluftschneise. Im Bereich der bestehenden Bebauung beidseitig der FET ist das bodennahe Geschwindigkeitsniveau in Abhängigkeit der Bebauungsdichte deutlich reduziert, nur lokal wird die Geschwindigkeit erhöht. Die Windvektoren

zeigen deutlich die heterogene Strömungsstruktur innerhalb der Gebäudestrukturen mit Kanalisierungseffekten, Rücklaufzonen sowie Wirbelstrukturen.

Durch die Planbebauung (**Abb. 5-4**) ändern sich die bodennahen Windgeschwindigkeitsverteilungen innerhalb des Plangebietes deutlich. Innerhalb des Plangebietes findet gegenüber dem Istzustand eine bauliche Nachverdichtung statt. Das Geschwindigkeitsniveau wird entsprechend reduziert, insbesondere in Lee der einzelnen Plangebäude. Eine ausreichende Durchlüftung erfährt der nördliche Teil des Plangebietes mit dem mittig angelegten Grünzug.

Die Darstellung der Geschwindigkeitsverhältnisse zwischen Plan- und Istzustand verdeutlicht die Situation (**Abb. 5-5**). Auswirkungen der Planbebauung außerhalb der Plangebietsgrenzen sind kaum zu verzeichnen. Innerhalb des Plangebietes werden die bodennahen Windgeschwindigkeiten in den Nachlaufzonen der neuen Gebäude lokal stark verringert. Zwischen geplanter Bebauung und Istbebauung am östlichen und westlichen Rand ist die Durchlüftung sichergestellt. Im südlichen Teil des Plangebietes sind lokal Geschwindigkeitserhöhungen im Planfall feststellbar (grüne Flächen).

Die drei Abbildungen **Abb. 5-6** bis **Abb. 5-8** zeigen die bodennahen Geschwindigkeitsstrukturen für eine Anströmung aus 60° (ONO). Wie schon bei der Anströmung aus N (0°) sind die räumlichen Verteilungen der bodennahen Windgeschwindigkeiten sowie die Strukturen der Windvektoren außerhalb des Plangebietes für den Ist- und den Planfall recht ähnlich. Im Istzustand bildet sich im mittleren Teil der FET eine nordwestliche Strömung aus, die diesen Teil gut durchlüftet. Im südlichen Teil bilden sich Nachlaufzonen in Lee der Gebäudeblöcke östlich der FET bis in die Trasse hinein aus. Im nördlichen Teil der FET setzt sich wegen der lockeren Bebauung östlich des Plangebietes die Anströmrichtung aus ONO durch und sorgt für eine gute Belüftung. Gegenüber dem Istzustand zeigt sich eine deutliche Geschwindigkeitsreduktion im nördlichen Teil des Plangebietes infolge der am östlichen Plangebietsrand vorgesehenen Gebäudekuben. Im mittleren Teil bilden sich in Lee der einzelnen Kuben die typischen Nachlaufzonen aus. Zwischen den einzelnen Kuben ist allerdings eine gute Durchlüftung sichergestellt. Im südlichen Teil der FET sind die Geschwindigkeitsreduktionen im Planfall in Lee der 4 südlichen L-förmigen Gebäudeblöcke etwas stärker ausgeprägt. Das Verhältnis der bodennahen Windgeschwindigkeiten von Plan- zu Istzustand bestätigt die Geschwindigkeitsbetragsbetrachtung. Im nördlichen Teil ist die Geschwindigkeitsreduktion im Wesentlichen auf die Freifläche zwischen den Gebäuderändern beschränkt. Im mittleren Teil sind lokal leichte Geschwindigkeitserhöhungen am luvseitigen Rand der Gebäudekuben zu erwarten. Die Durchlüftung zwischen den Kuben ist hier als gut zu bezeichnen. Die Nord-Süd-ausgerichteten Gebäuderiegel im südlichen Teil des Plangebiets haben geschwindigkeitsreduzierende Auswirkungen bis in die bestehende Bebauung östlich der Rauchstraße.

Bei einer Anströmung aus östlichen Richtungen (90°) bildet sich im Istzustand infolge der Gebäudeausrichtung entlang der FET wieder eine nach Nordwest ausgerichtete Strömung aus (**Abb. 5-9**). Die FET wirkt auch bei 90° -Anströmung als wirksame Lüftungsschneise. Im Planfall (**Abb. 5-10**) geht das bodennahe Geschwindigkeitsniveau und somit auch die Durchlüftungswirkung infolge der Nachverdichtung deutlich zurück. Die geplante Bebauung entlang der FET reduziert auch noch in dem westlichen, direkt an das Plangebiet angrenzenden bestehenden Bebauungssaum lokal das Geschwindigkeitsniveau. Vergleicht man die Geschwindigkeitsverhältnisse zwischen dem Ist- und dem Planfall (**Abb. 5-11**), zeigen sich im nördlichen Teil nur in Teilbereichen Zonen mit reduzierter bodennaher Windgeschwindigkeit. Im mittleren Bereich ist die Geschwindigkeitsreduktion wieder auf die unmittelbaren Nachlaufzonen beschränkt. Zwischen den Kuben ist nur eine geringe Geschwindigkeitsreduktion zu verzeichnen. An den luvseitigen Kanten der Kuben treten lokal sogar Beschleunigungseffekte auf (grüner Farbton). Die Zonen mit einer Geschwindigkeitsreduktion sind im südlichen Teil des Plangebiets wieder am stärksten ausgeprägt. Zwischen den nördlichen drei Gebäuderiegeln ist bei dieser Anströmung auch zwischen den Gebäuderiegeln die Geschwindigkeit im Planfall deutlich verringert.

Bei einer Anströmung aus südsüdöstlichen Richtungen (150°) sind im Istzustand (**Abb. 5-12**) die von SSO nach NNW verlaufende FET, aber auch die parallel verlaufene Schickhardtstraße sehr gut durchlüftet. Im Planfall (**Abb. 5-13**) bilden sich jeweils in Lee der geplanten Gebäude die geschwindigkeitsreduzierten Nachlaufzonen aus. Trotzdem ist die Durchlüftung durch die Schneise zwischen der geplanten Bebauung und der bestehenden Bebauung östlich und westlich noch ausreichend gegeben. Die Freifläche im nördlichen Teil der FET ist im Planfall sichergestellt. Die Geschwindigkeitsverhältnisse (**Abb. 5-14**) zeigen, dass die Geschwindigkeitsreduzierungen im Wesentlichen auf das Plangebiet begrenzt sind. Lediglich im südlichen Teil zeigen sich lokal Zonen mit reduzierter Windgeschwindigkeit zwischen Plangebietsrand und Schickhardtstraße.

Bei einer Anströmung aus Süd (**Abb. 5-15**; 180°) für den Istzustand wird die Wirkung der FET als wirksame Lüftungsschneise wieder ganz deutlich. Die Ergebnisse für den Planzustand sind in **Abb. 5-16** gegeben. In der Fläche zeigt sich gegenüber der Anströmung aus SSO eine etwas andere Verteilung. Im südlichen Teil (L-Gebäude) wechseln sich lokal Zonen mit Geschwindigkeitserhöhungen und Geschwindigkeitsreduktionen ab. Insbesondere zeigt sich eine Geschwindigkeitserhöhung am westlichen Rand zwischen Plan- und Istbebauung. Daran anschließend (4 Reihenhäuser) ist das Geschwindigkeitsniveau hauptsächlich am westlichen Rand etwas reduziert. Im mittleren Teil (Bereich der 6 Kuben) ist die Durchlüftung auf der Westseite gut, zwischen den Kuben und der Bebauung im Osten etwas eingeschränkt. Insgesamt ist die Durchlüftung als gut zu bezeichnen. Daran anschließend ist eine „Engstelle“ mit reduzierter Durchlüftung, bevor sich in der nördlichen großzügig dimensionierten Freifläche wieder fast das Geschwindigkeitsniveau des Istzustandes einstellen kann. Dies zeigt auch der Verhältnisplot

(Abb. 5-17) mit einer ausgeprägten Zone ohne maßgebliche Geschwindigkeitsreduktion im nördlichen Teil des Plangebiets. Im mittleren Teil ist die Zone mit etwas reduzierter Geschwindigkeit auf den östlichen Rand zur bestehenden Bebauung hin konzentriert. Im Bereich der vier Wohnblöcke weiter südlich wechseln sich Zonen mit lokaler Geschwindigkeitserhöhung und –reduzierung ab. Im Bereich der vier L-förmigen Gebäude ist bei südlichen Anströmungen ebenfalls nur lokal mit stärkeren Geschwindigkeitsreduzierungen zu rechnen.

Bei einer Anströmung aus Südsüdwest (Hauptwindrichtung 210°) bildet sich im Istzustand (Abb. 5-18) lediglich nördlich der Käferflugstraße eine eindeutige Strömung in nordnordöstliche Richtung aus. Südlich der Käferflugstraße ist die Strömung eher etwas heterogen verteilt und wird durch die das Plangebiet umgebene Bebauung geprägt. Die das Plangebiet querenden Straßen, die südwestlich-nordöstlich orientiert sind, sind im Istzustand gut durchlüftet. Im Planzustand (Abb. 5-19) wechseln sich innerhalb des Plangebietes Zonen mit höherem bzw. niedrigerem Windgeschwindigkeitsniveau ab. In Lee des Plangebietes (östlich der FET) scheint das Windgeschwindigkeitsniveau lokal etwas niedriger als im Istzustand zu sein. Das Geschwindigkeitsverhältnis (Abb. 5-20) zeigt südlich der Käferflugstraße zwischen den einzelnen Plangebäuden Geschwindigkeitserhöhungen gegenüber dem Istfall, d.h. Geschwindigkeitserhöhungen infolge von Düseneffekten. Im südlichen Teil zeigen sich in Lee der L-förmigen Plangebäude zwischen den Ost-West-ausgerichteten Gebäuderiegeln zur Schickhardtstraße hin deutliche Geschwindigkeitsreduktionen.

Bei der Anströmung aus 240° (Abb. 5-21 bis Abb. 5-23) sind die Windgeschwindigkeitsverhältnisse außerhalb des Plangebietes recht ähnlich. Insbesondere die Straßen quer zur FET sind sowohl im Ist- als auch im Planzustand gut durchlüftet. In der FET bildet sich im Istzustand nördlich der Käferflugstraße eine nach Nord, südlich der Käferflugstraße eine nach Süd orientierte Strömung aus. Die Auswertung der Geschwindigkeitsverhältnisse zeigt eine ausreichende Durchlüftung im nördlichen Teil. Im mittleren Teil im Bereich der sechs Kuben dominieren die Geschwindigkeitszunahmen innerhalb des Plangebietes; östlich des Plangebietes sind lokal leichte Reduzierungen feststellbar. Im südlichen Teil sind die Durchlüftungsverhältnisse im Plangebiet selbst ausreichend; über den östlichen Gebietsrand hinaus sind bis zur Schickhardtstraße Geschwindigkeitsreduzierungen im Planfall gegenüber dem Istzustand berechnet worden.

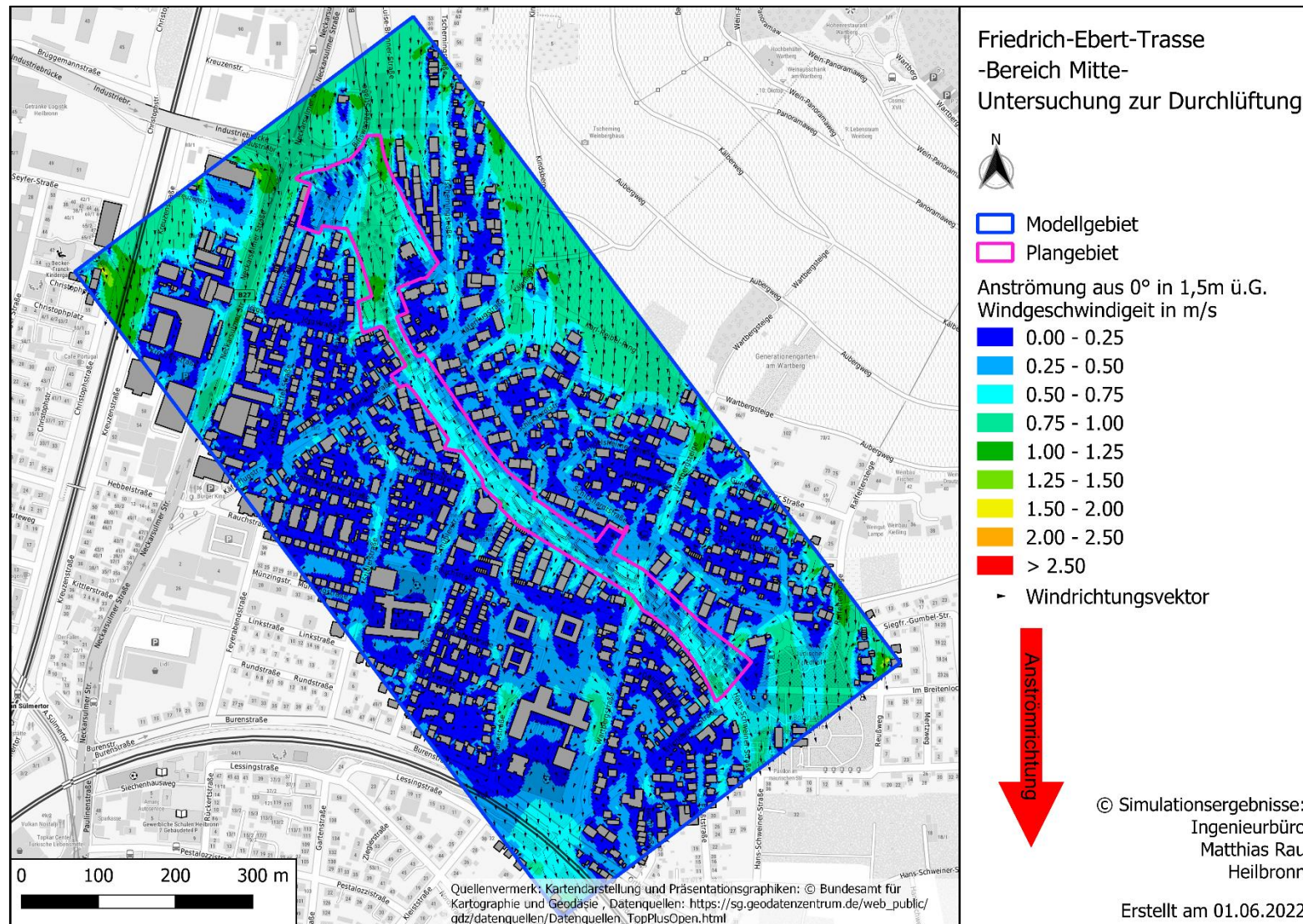


Abb. 5-3: Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 0° Anströmung (N) für den Istzustand.

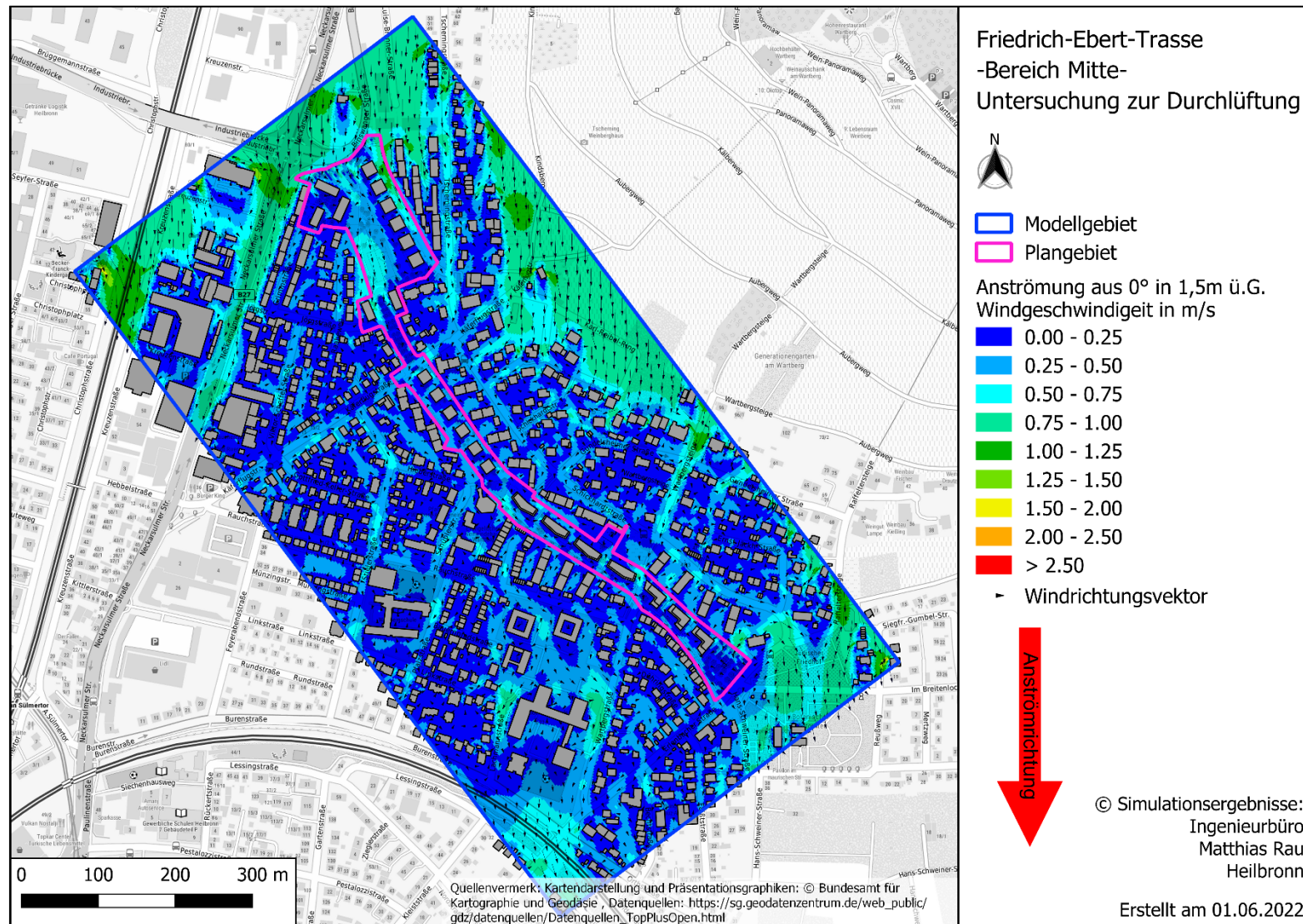


Abb. 5-4: Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 0° Anströmung (N) für den Planzustand.

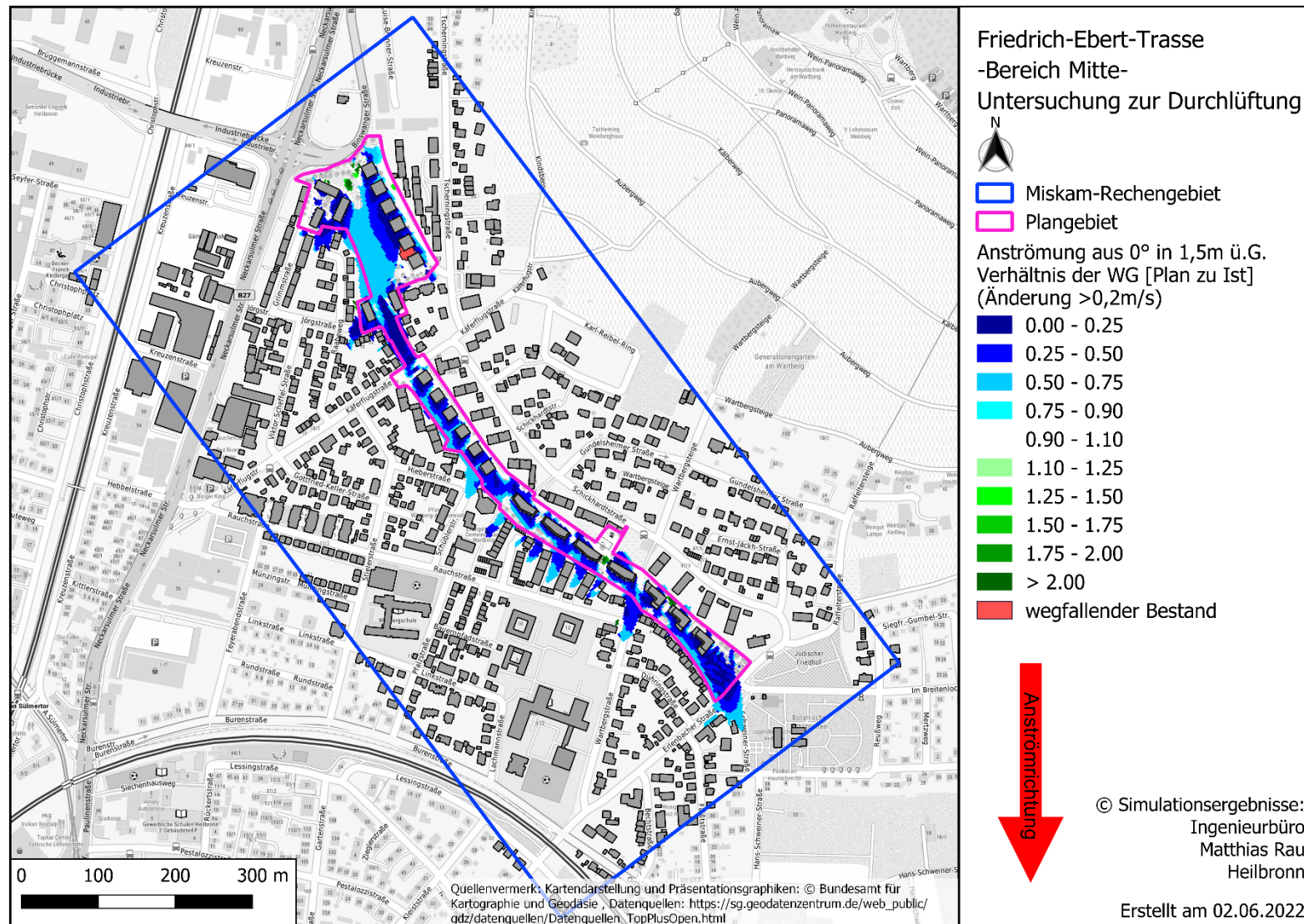


Abb. 5-5: Verhältnis der bodennahen Windgeschwindigkeit (Plan zu Ist) bei 0° Anströmung (N).

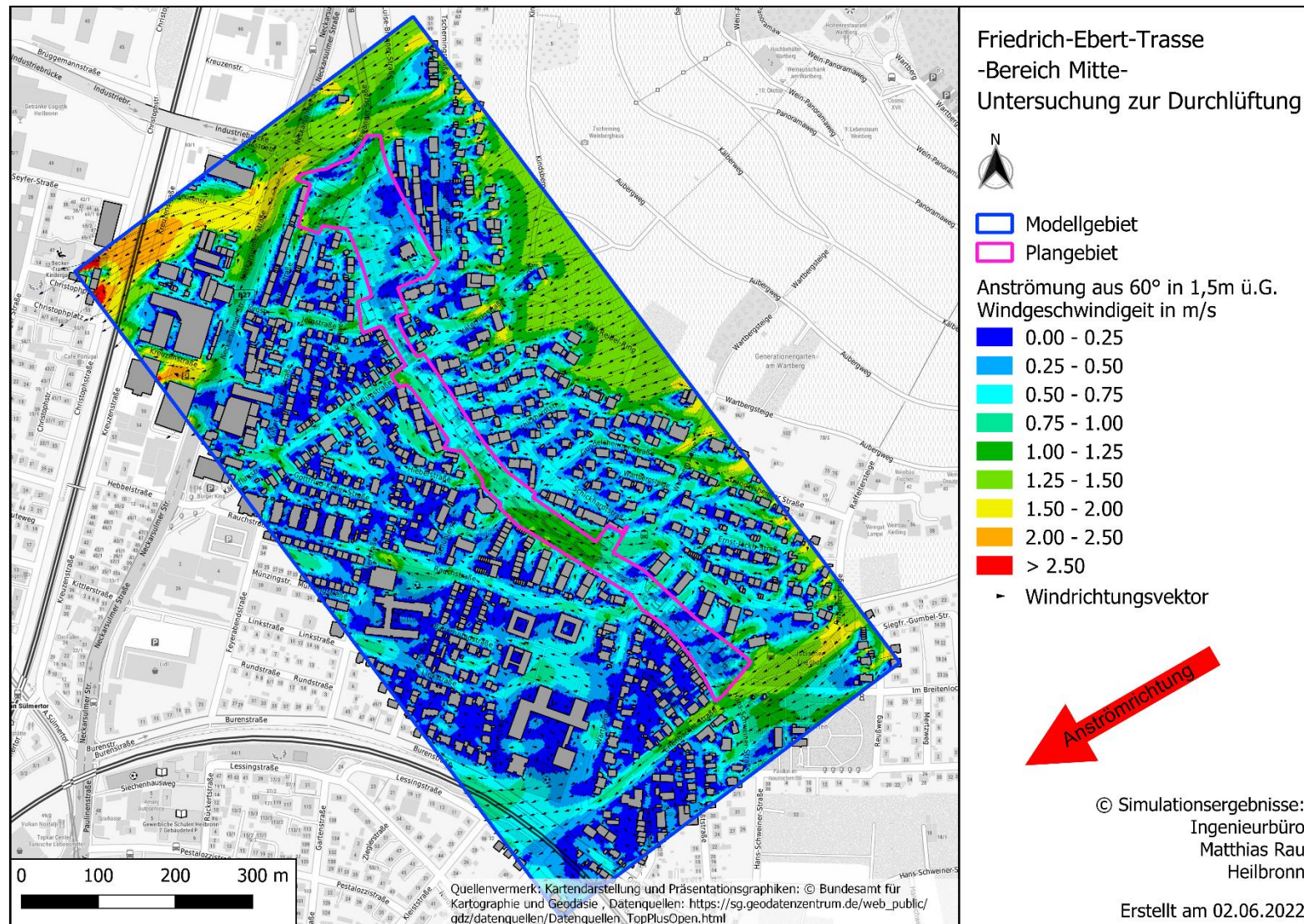


Abb. 5-6: Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 60° Anströmung (ONO) für den Istzustand.

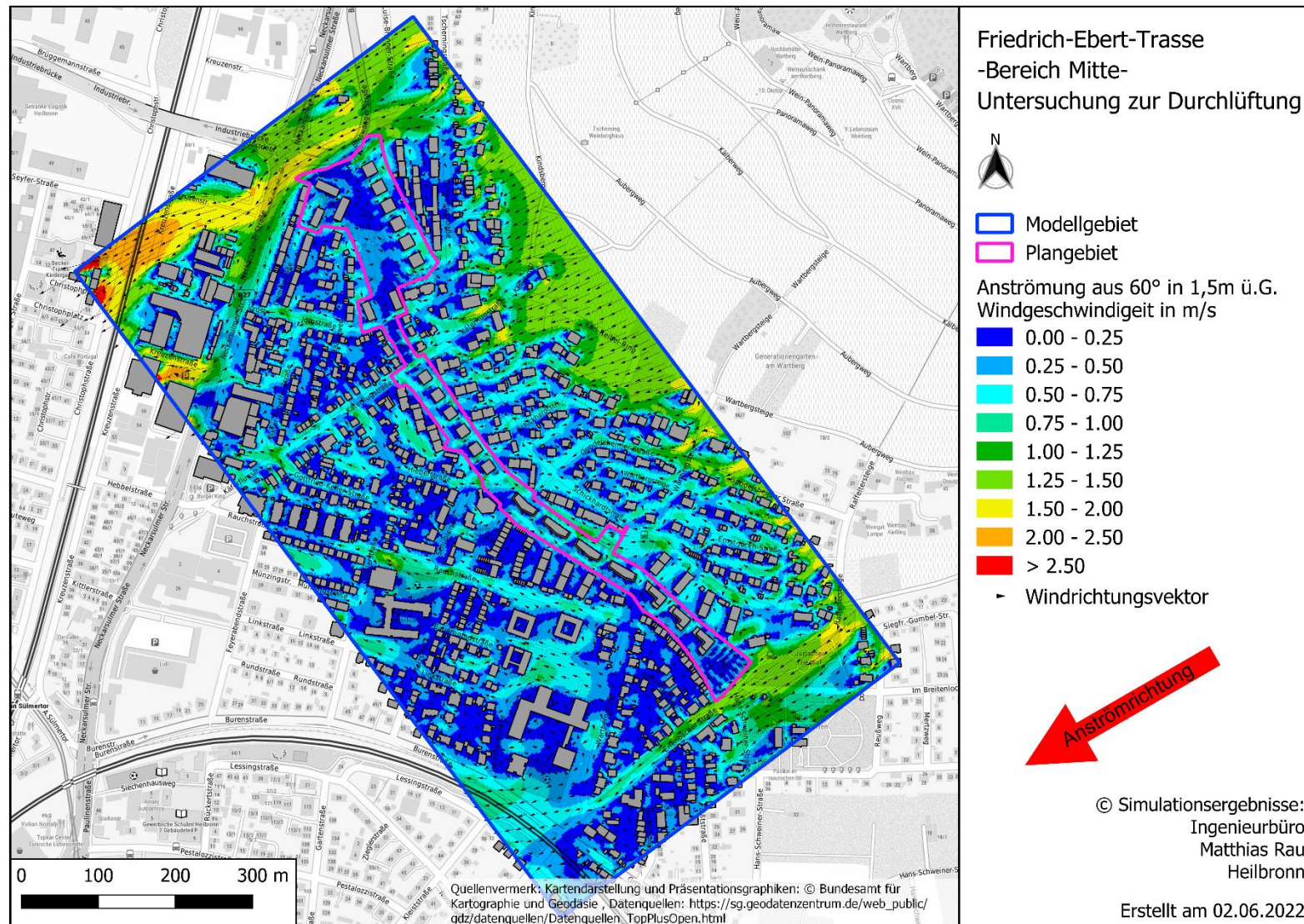


Abb. 5-7: Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 60° Anströmung (ONO) für den Planzustand.

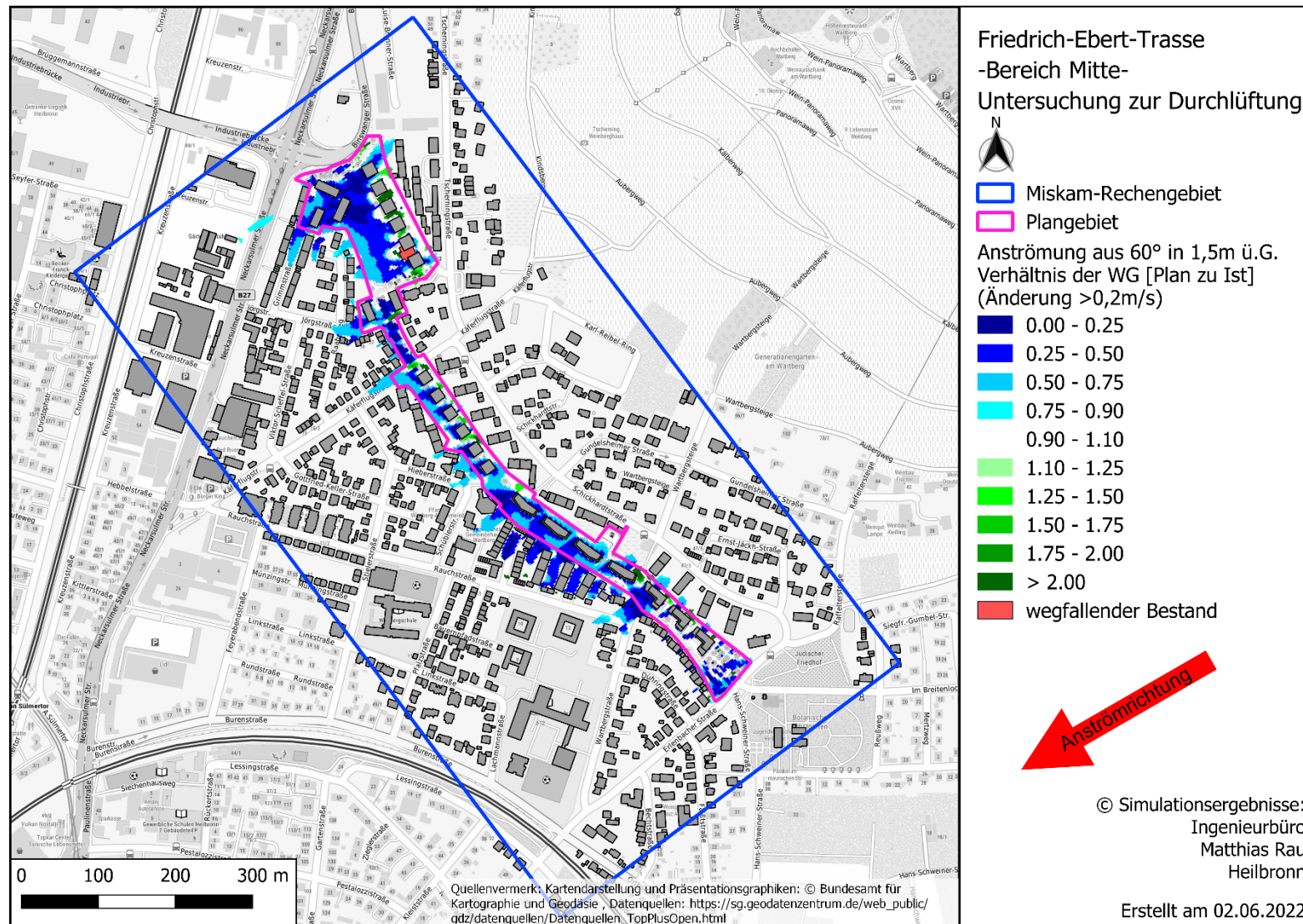


Abb. 5-8: Verhältnis der bodennahen Windgeschwindigkeit (Plan – Ist) bei 60° Anströmung (ONO).

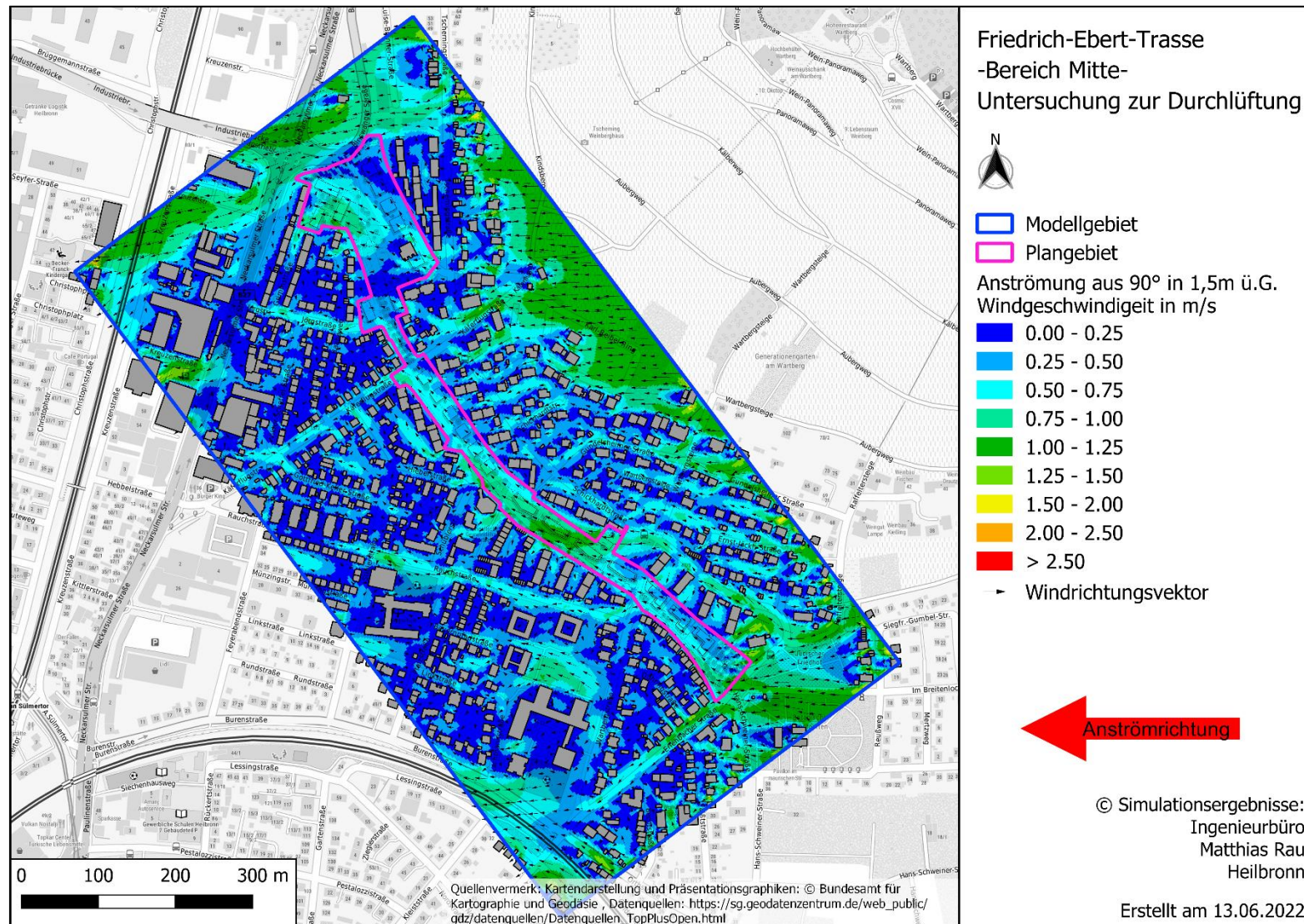


Abb. 5-9: Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 90° Anströmung (O) für den Istzustand.

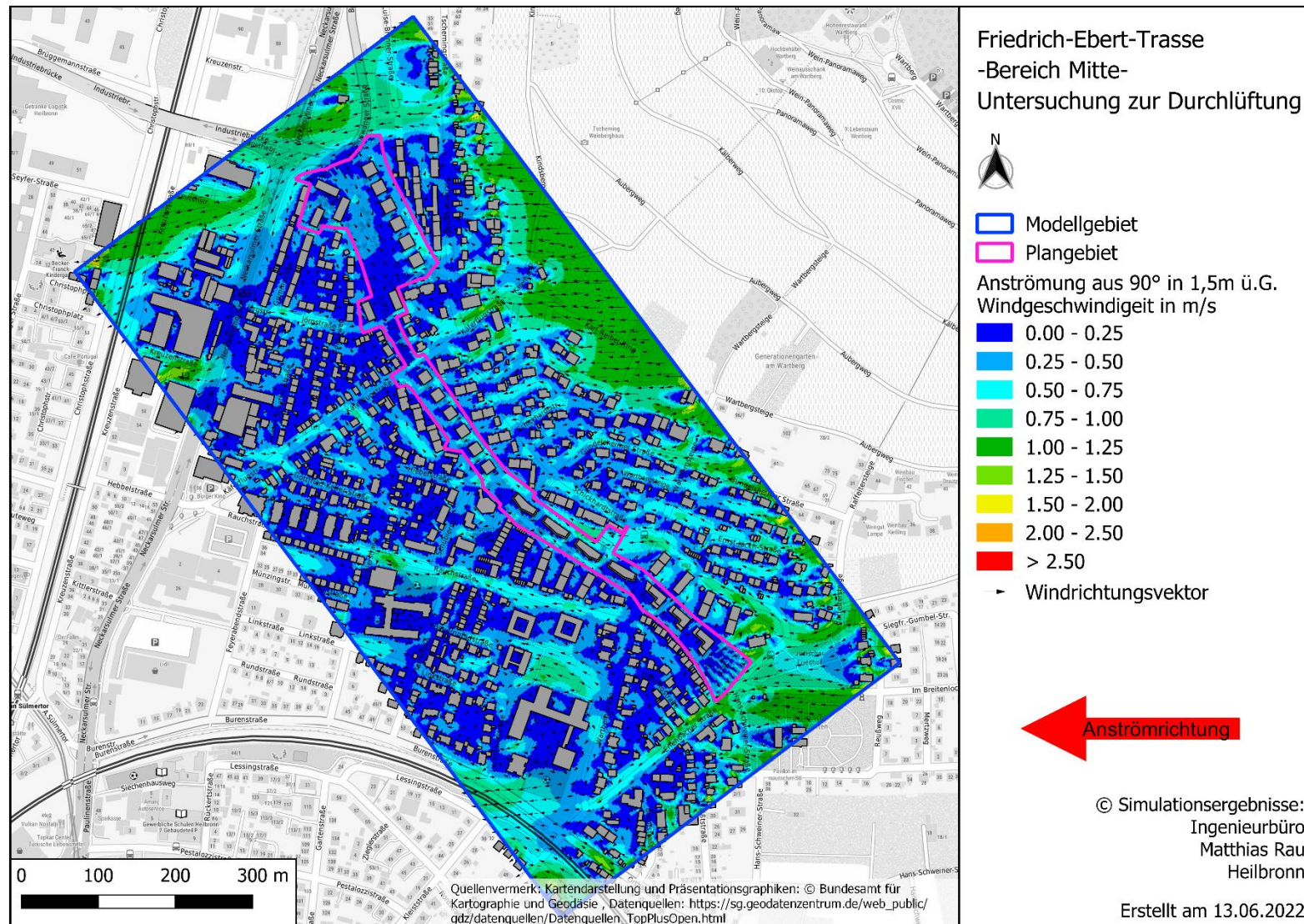


Abb. 5-10: Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 90° Anströmung (O) für den Planzustand.

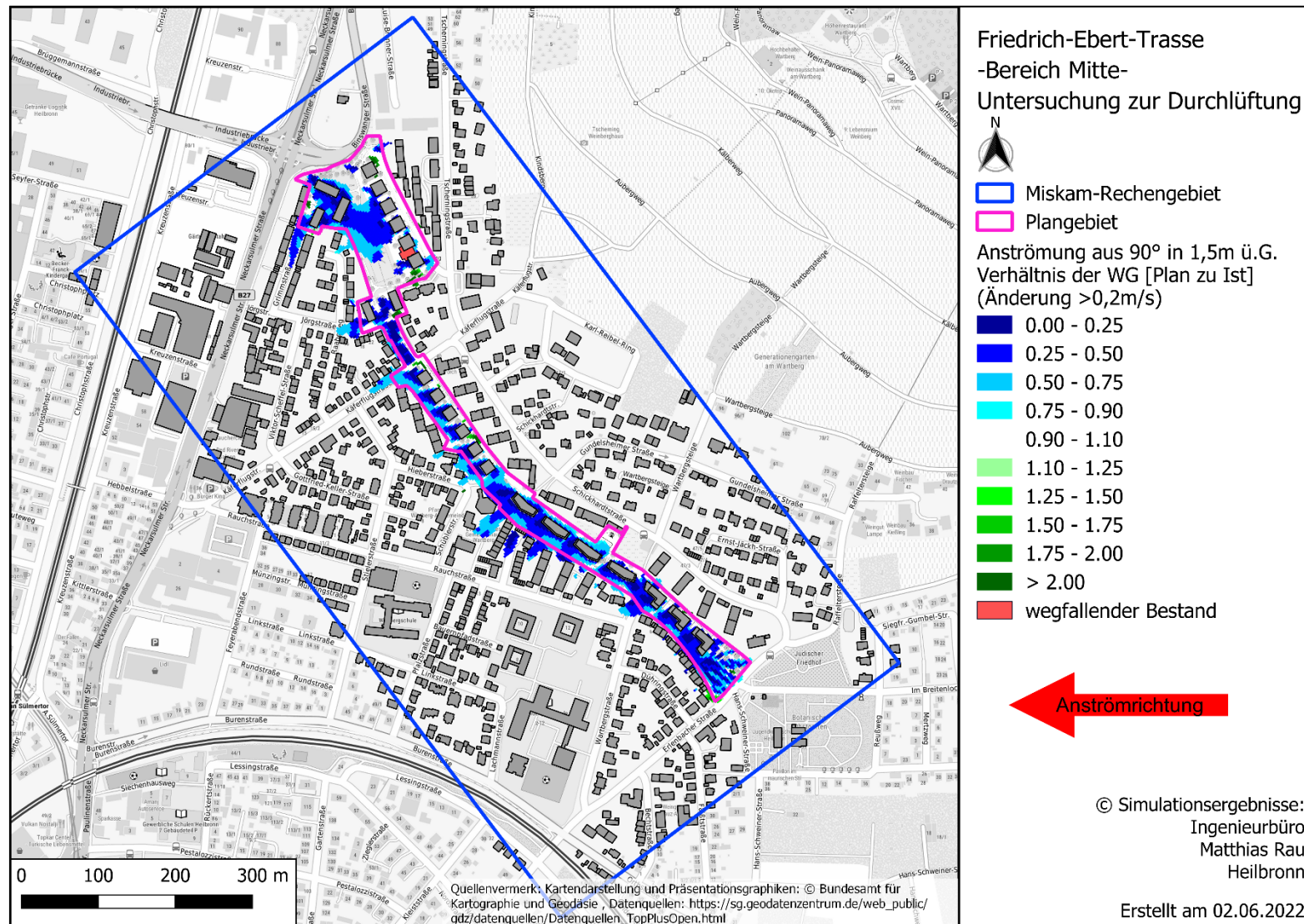


Abb. 5-11: Verhältnis der bodennahen Windgeschwindigkeit (Plan zu Ist) bei 90° Anströmung.

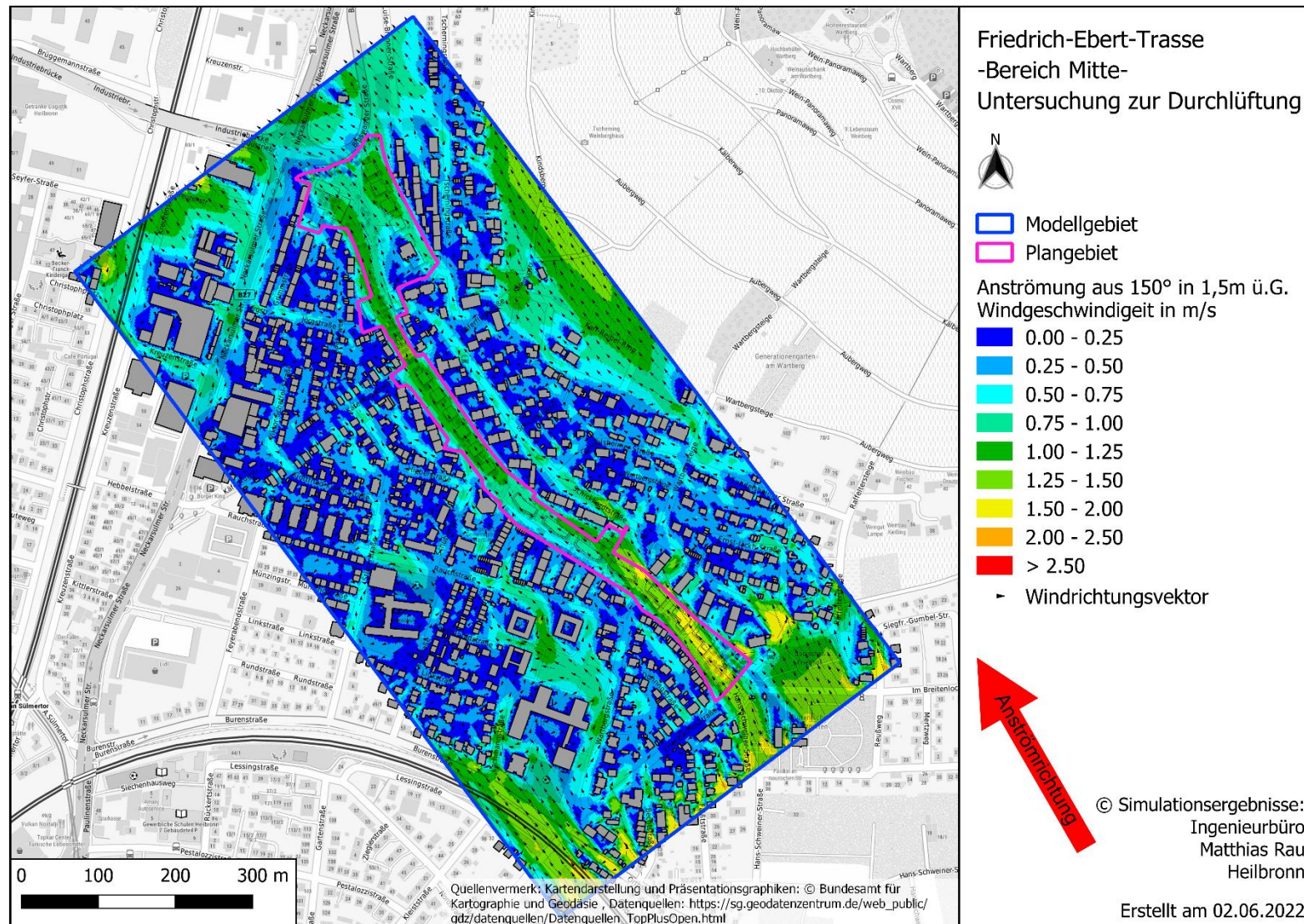


Abb. 5-12: Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 150° Anströmung (SSO) für den Istzustand.

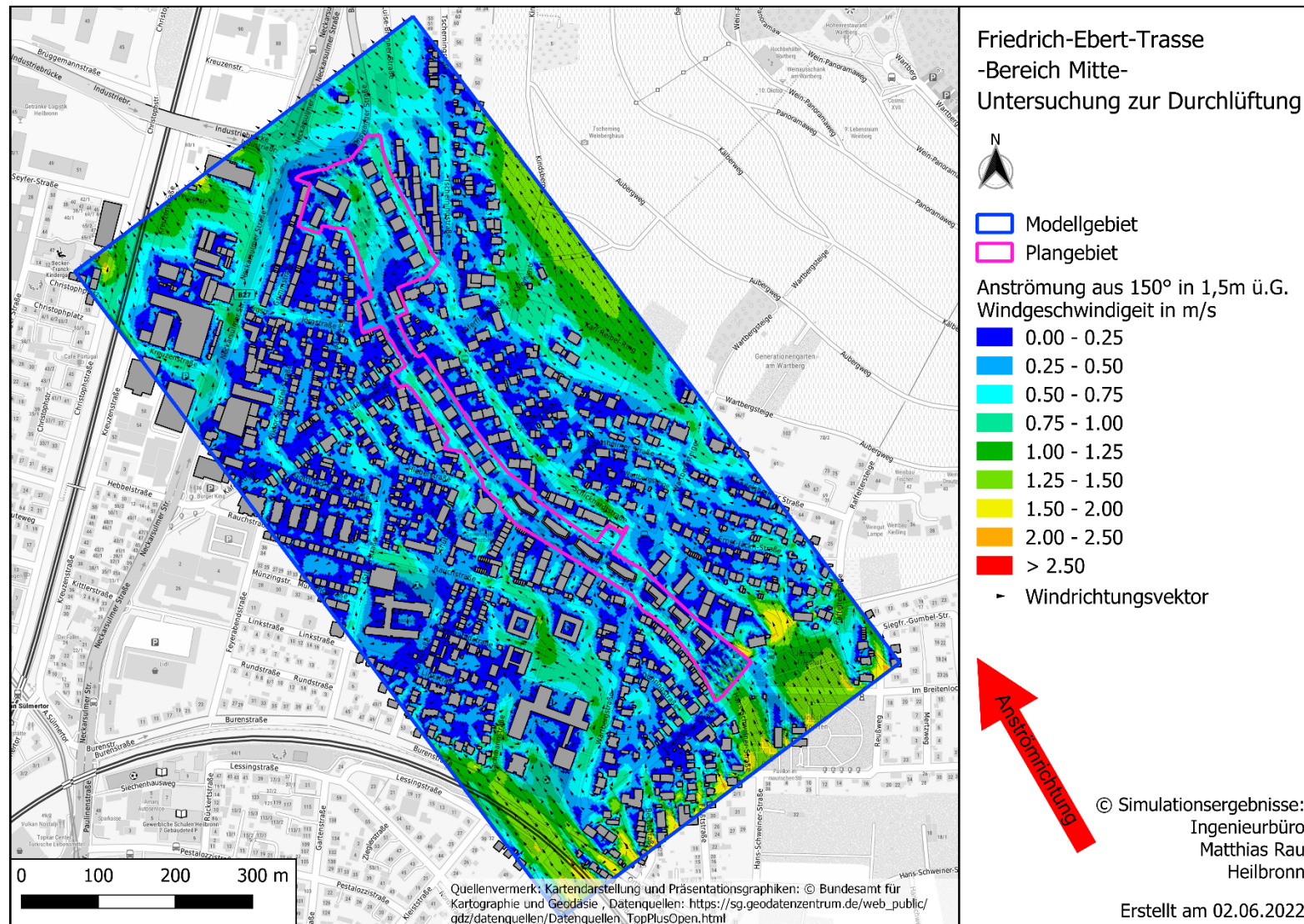


Abb. 5-13: Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 150° Anströmung (SSO) für den Planzustand.

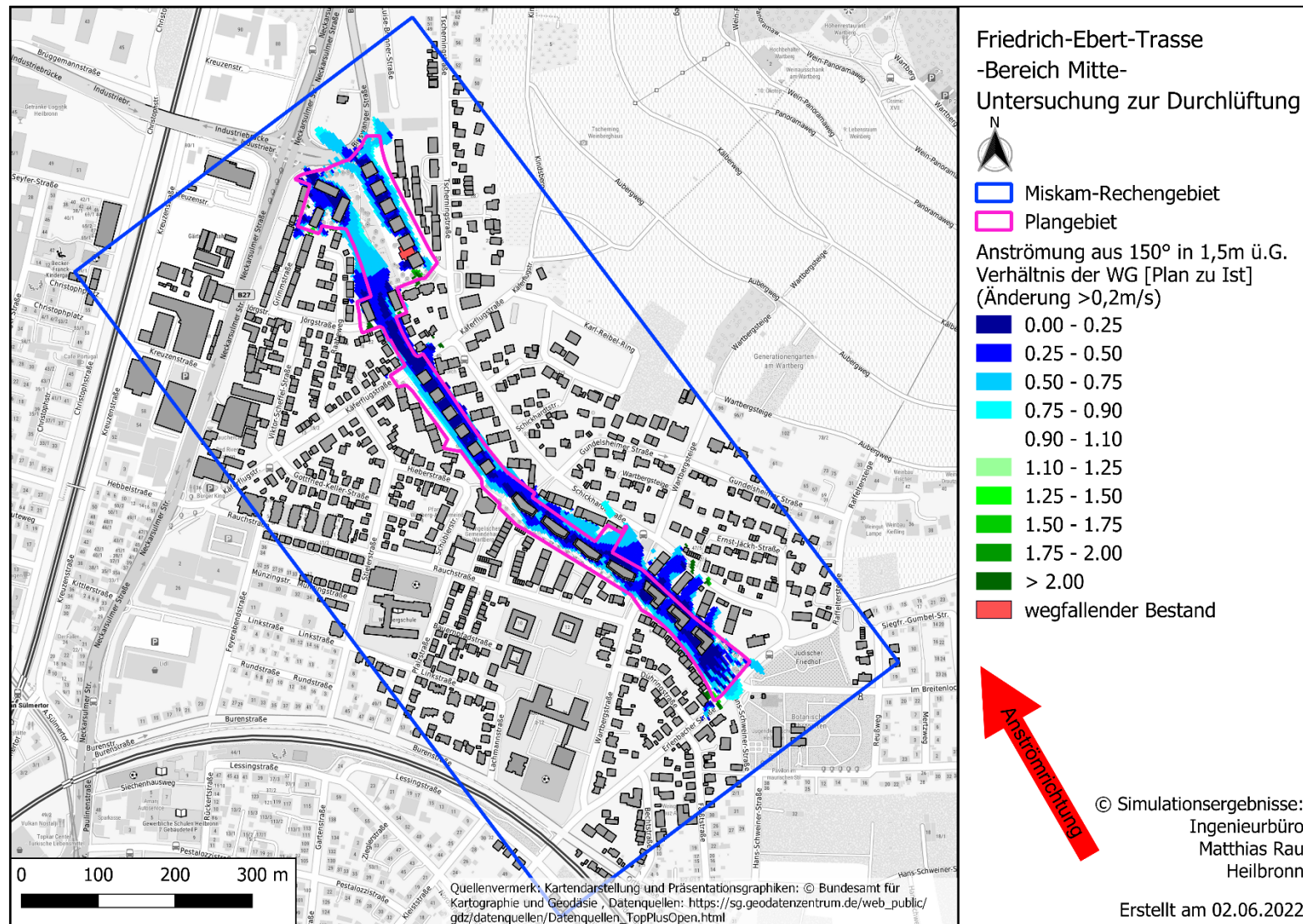


Abb. 5-14: Verhältnis der bodennahen Windgeschwindigkeit (Plan zu Ist) bei 150° Anströmung (SSO).

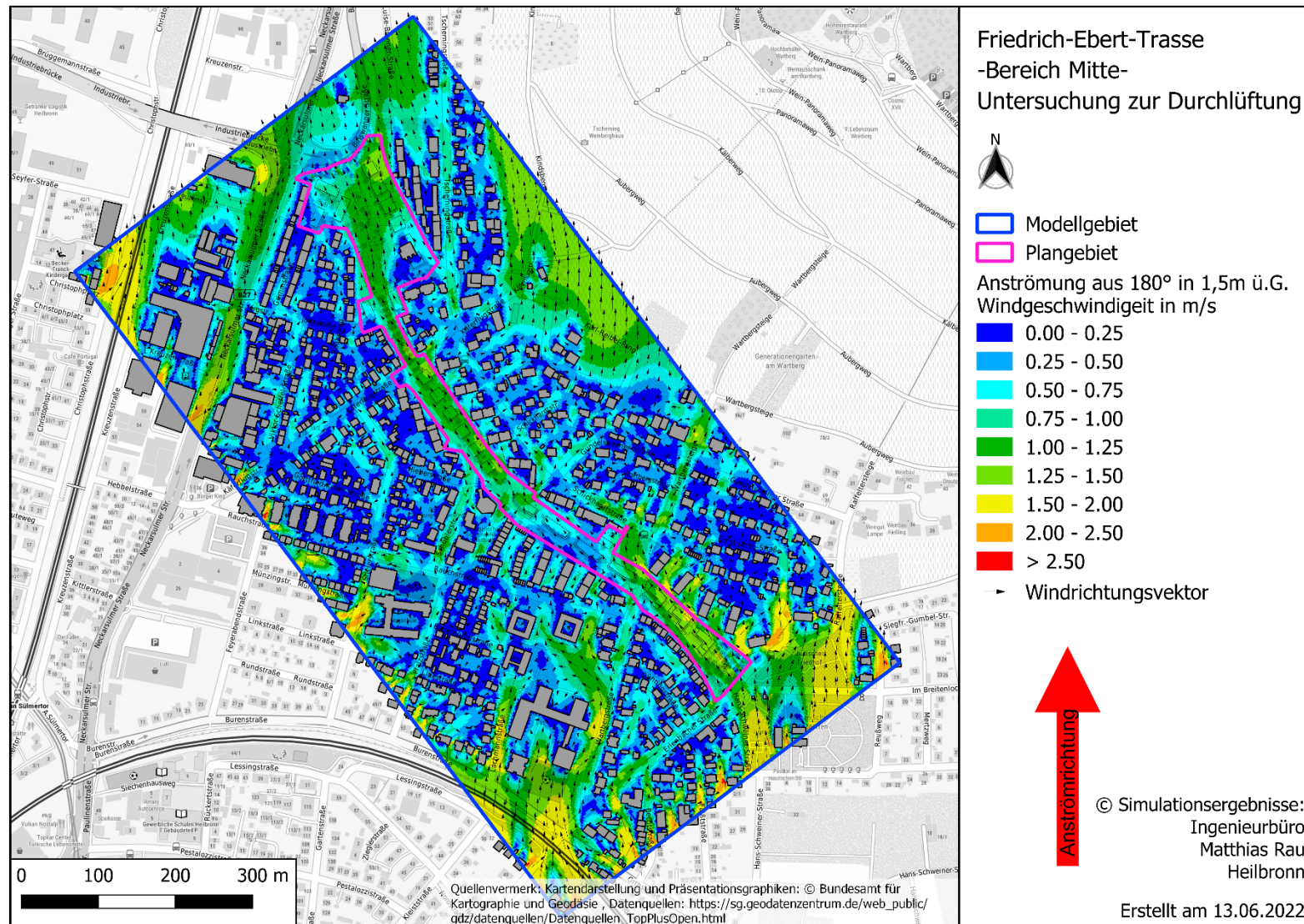


Abb. 5-15: Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 180° Anströmung (S) für den Istzustand.

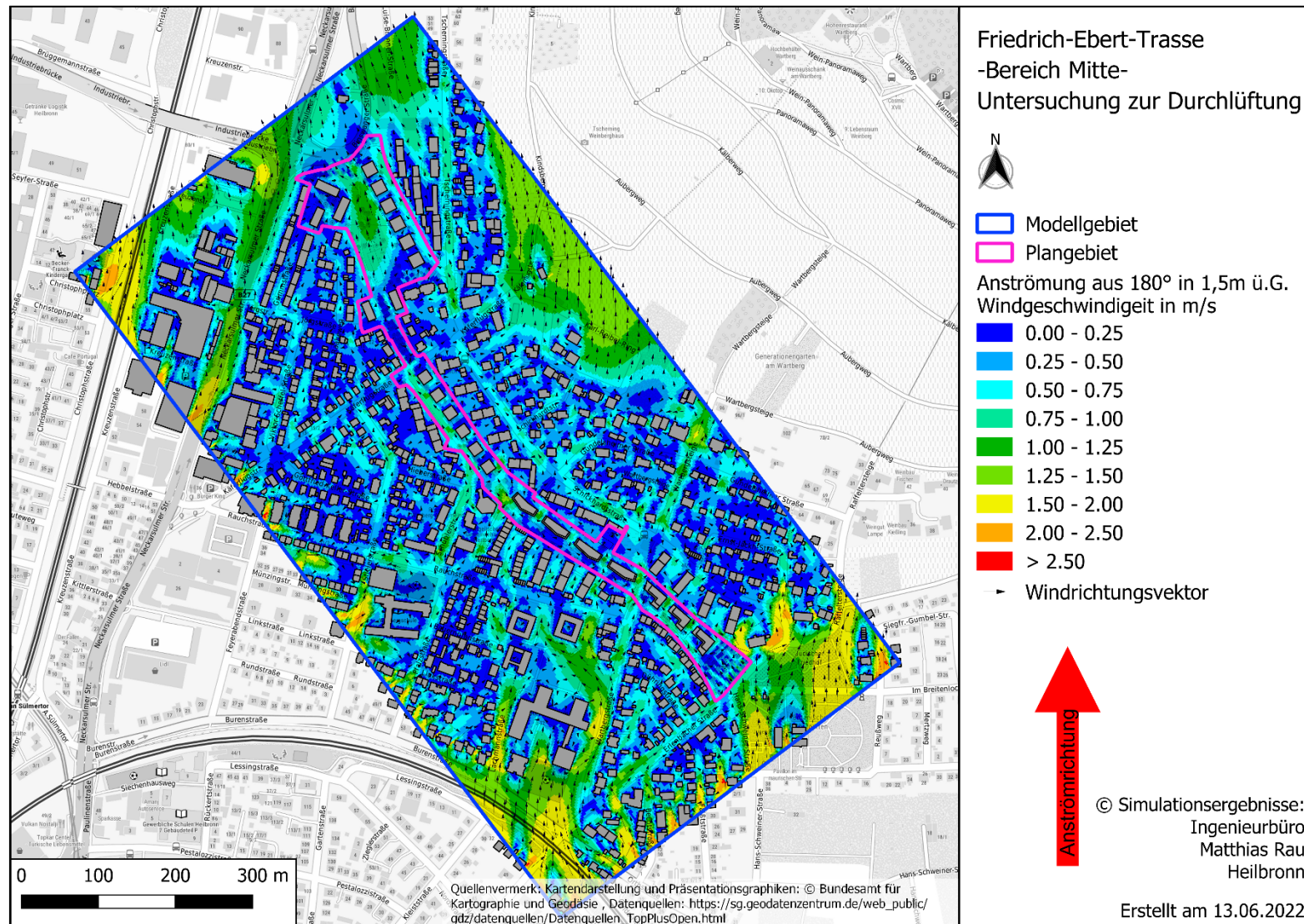


Abb. 5-16: Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 180° Anströmung (S) für den Planzustand.

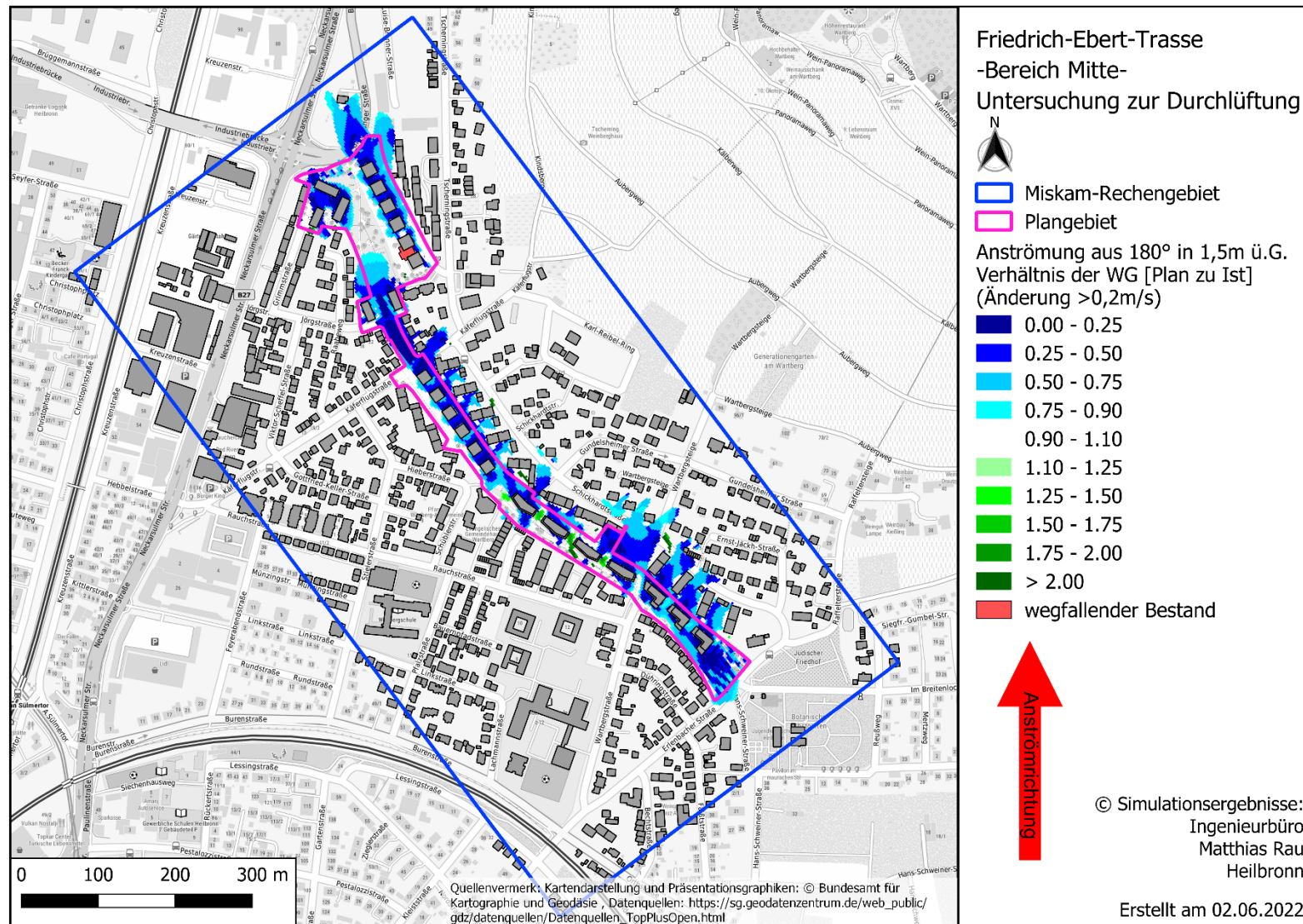


Abb. 5-17: Verhältnis der bodennahen Windgeschwindigkeit (Plan zu Ist) bei 180° Anströmung (S).

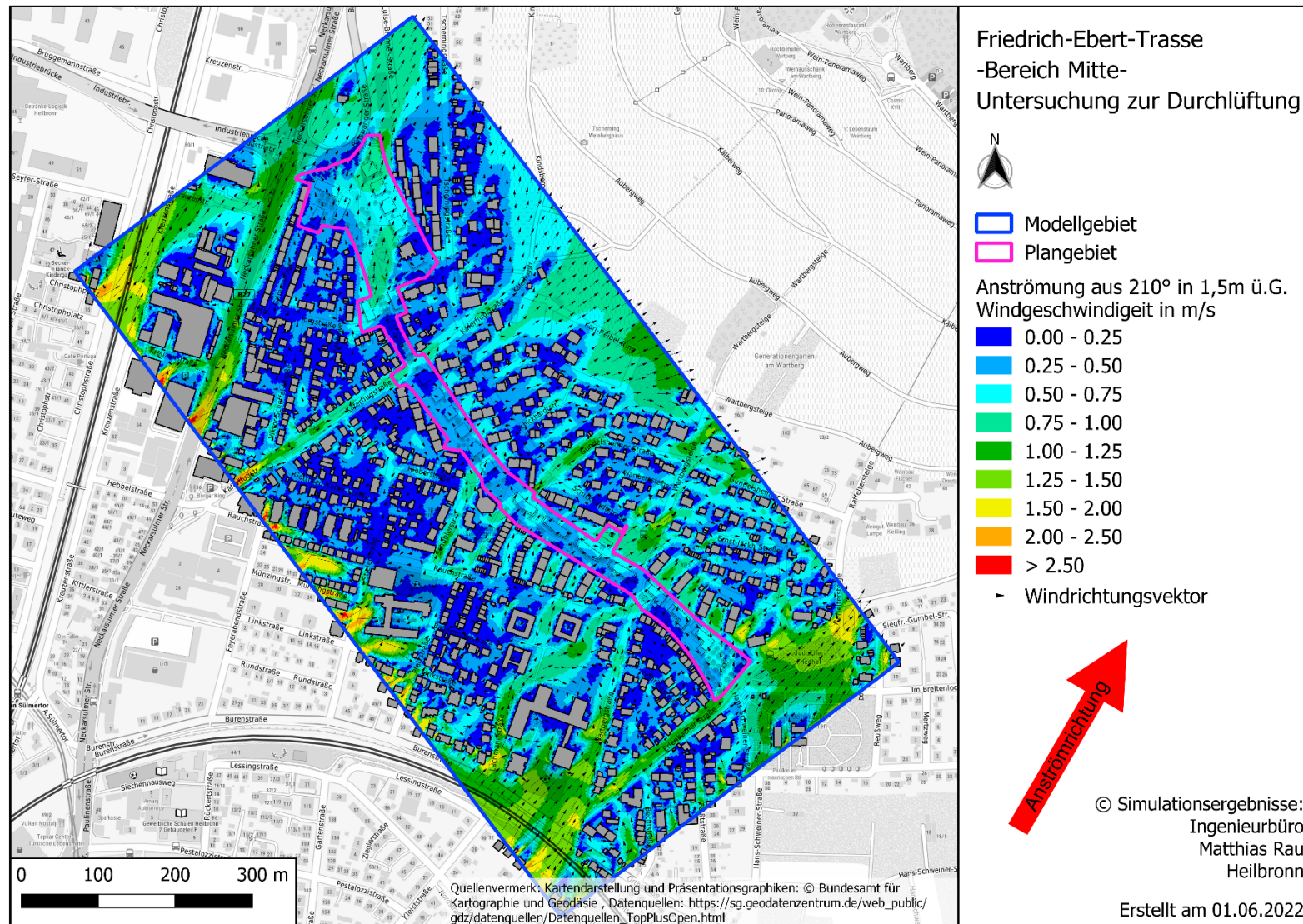


Abb. 5-18: Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 210° Anströmung (SSW) für den Istzustand.

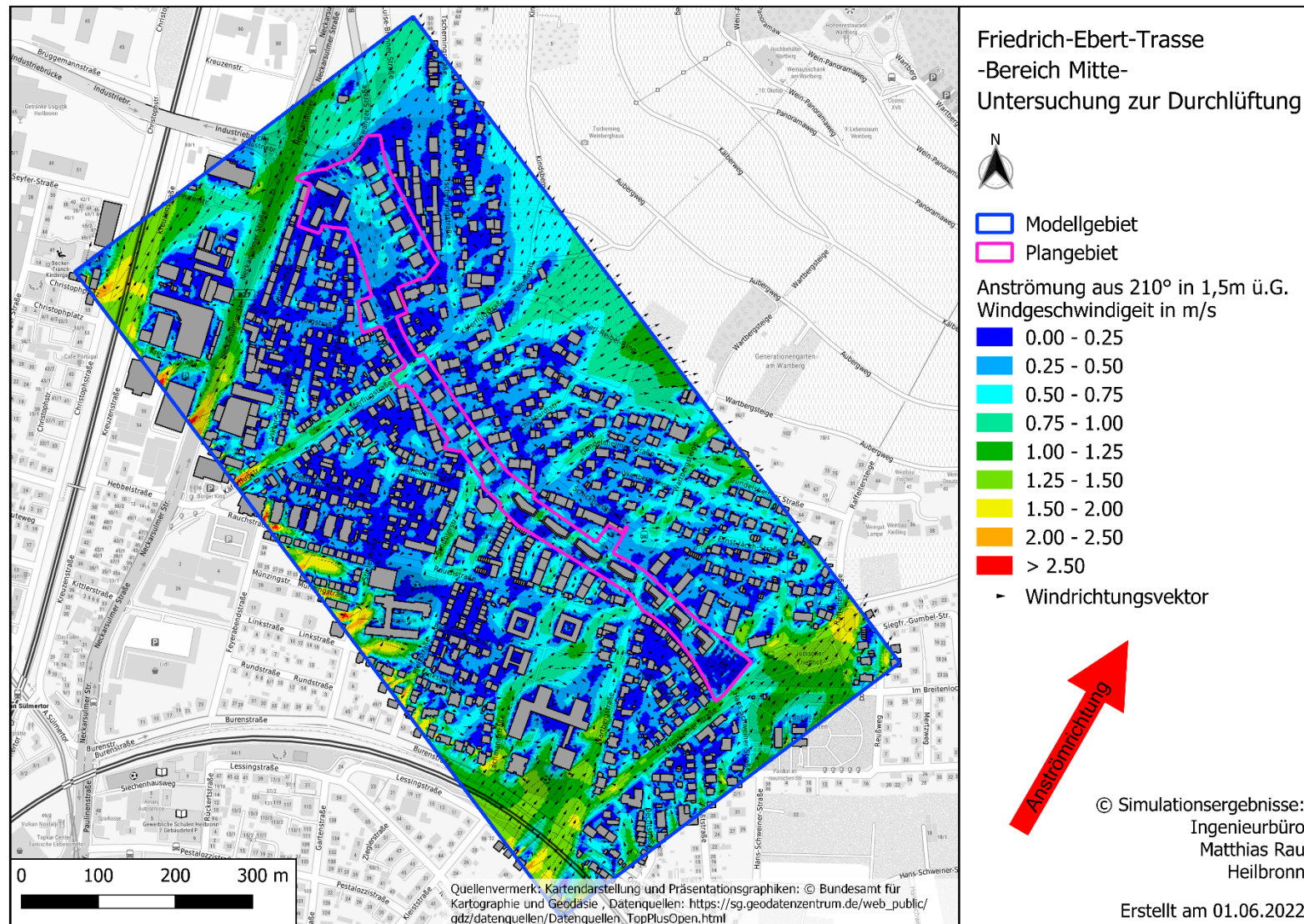


Abb. 5-19: Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 210° Anströmung (SSW) für den Planzustand.

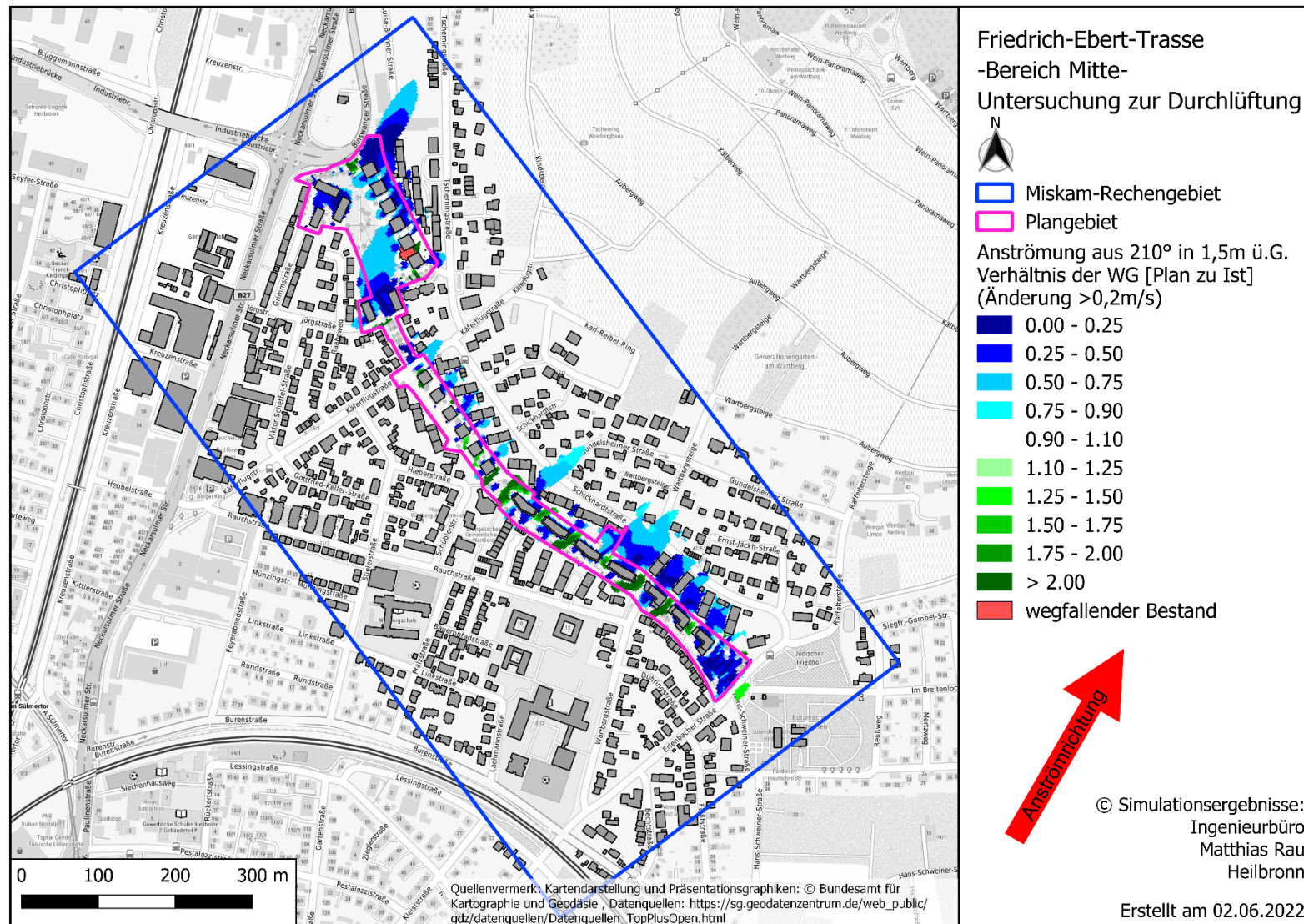


Abb. 5-20: Verhältnis der bodennahen Windgeschwindigkeit (Plan zu Ist) bei 210° Anströmung (SSW).

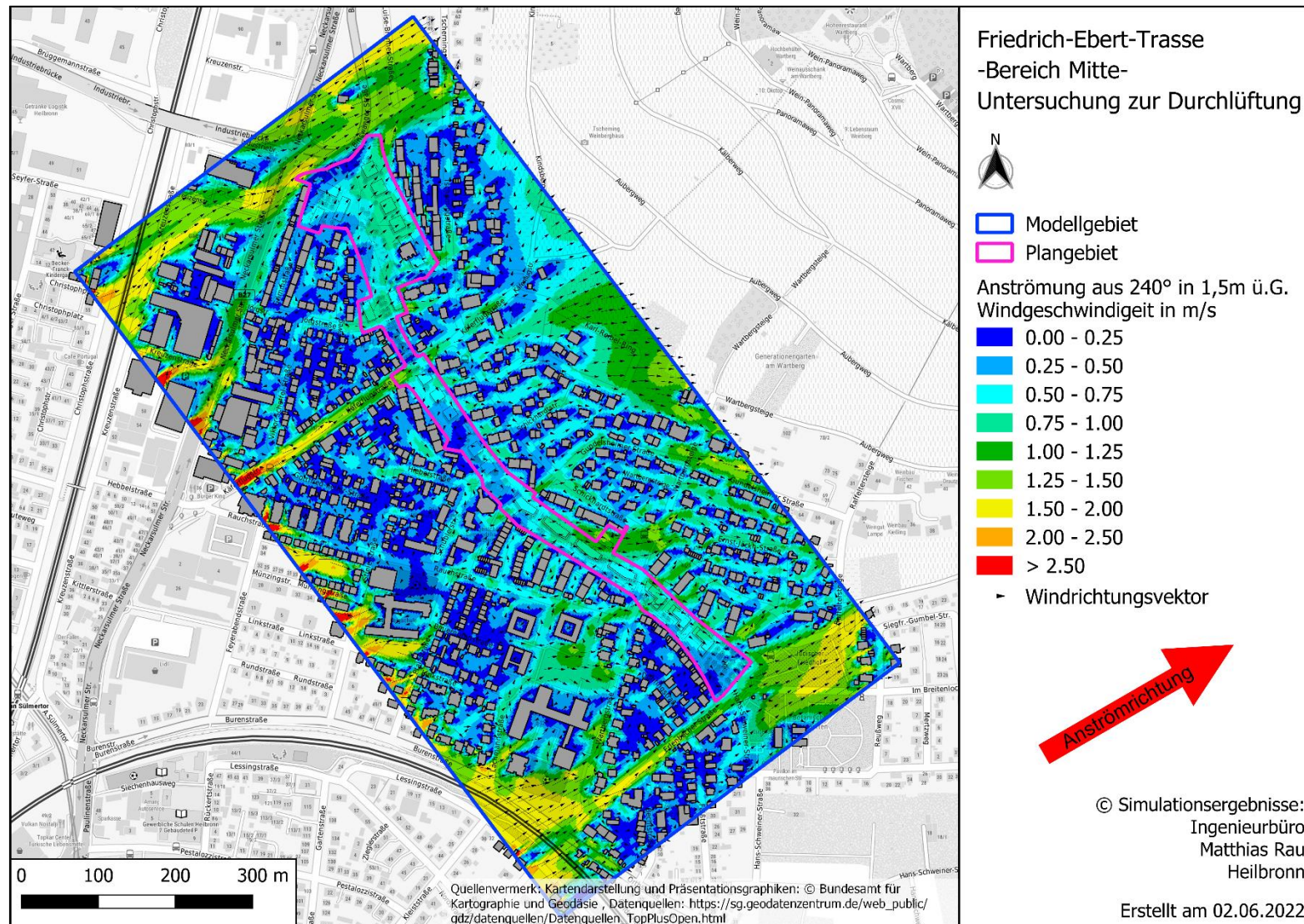


Abb. 5-21: Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 240° Anströmung (WSW) für den Istzustand.

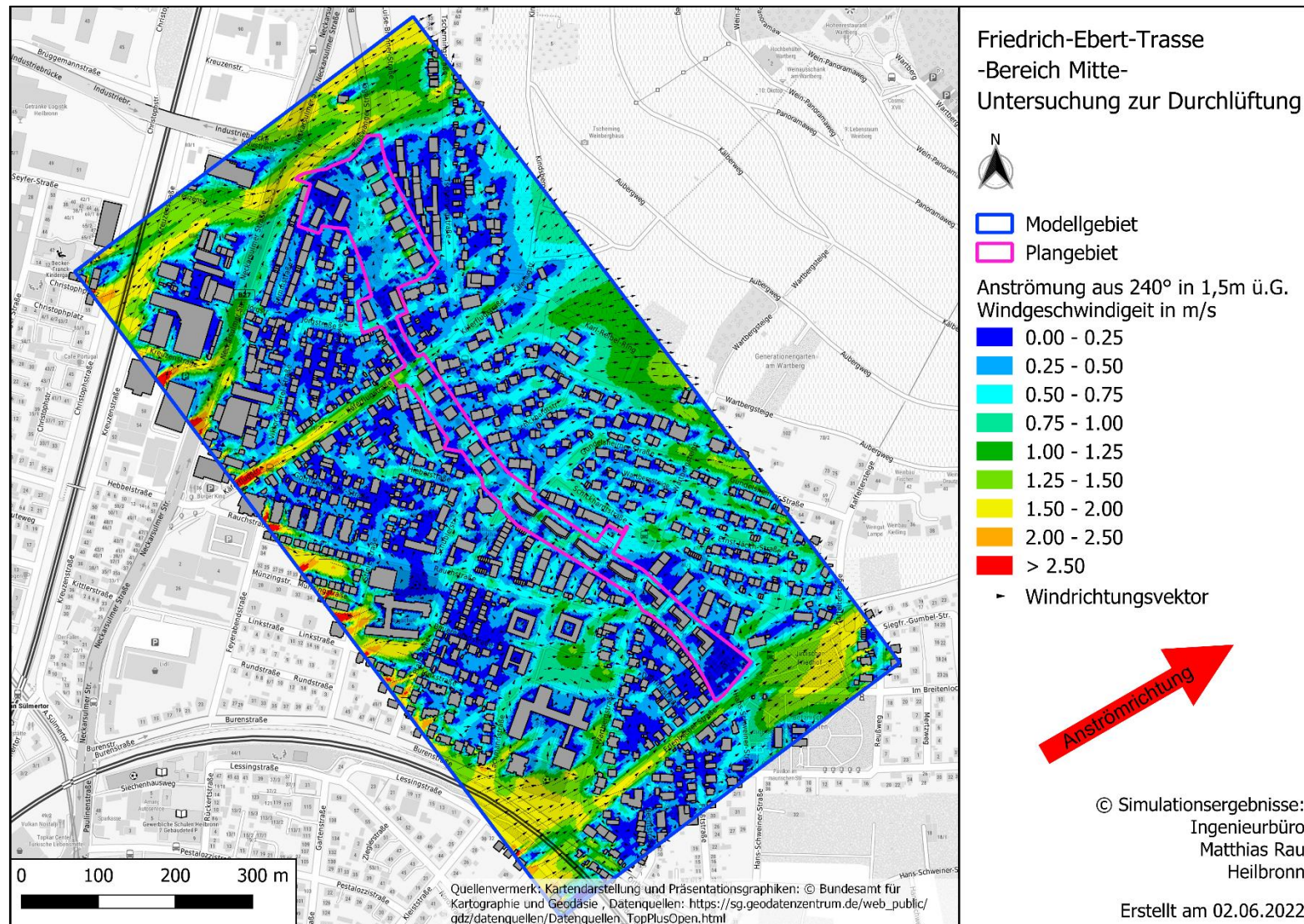


Abb. 5-22: Bodennahe Windgeschwindigkeit bei 240° Anströmung (WSW) für den Planzustand.

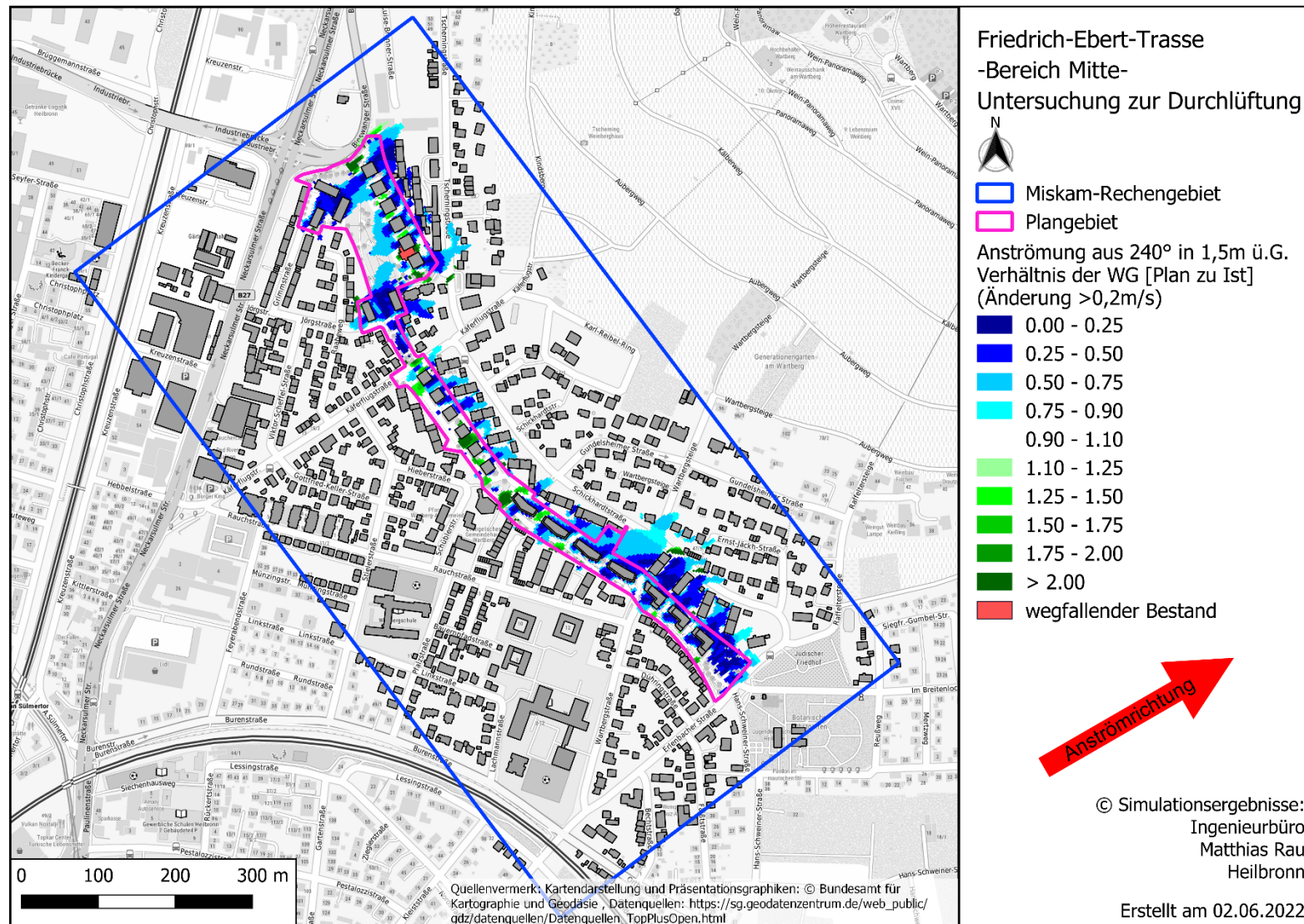


Abb. 5-23: Verhältnis der bodennahen Windgeschwindigkeit (Plan zu Ist) bei 240° Anströmung (WSW).

5.6 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die dynamischen Simulationsberechnungen zur Ermittlung des bodennahen Windfelds mit MISKAM zur Analyse einer möglichen Beeinflussung der Durchlüftung für nahe gelegene bebaute Gebiete zeigen:

- Eine Geschwindigkeitsreduzierung im Bereich der direkt an das Plangebiet angrenzenden Wohnbebauung ist für einige wenige Anströmrichtungen lokal in dem Bereich zwischen FET und Schickhardtstraße, südlich der Käferflugstraße und bei fast allen Anströmrichtungen südlich der Wartbergsteige im Bereich der vier quer zur FET stehenden Wohnblocks gegeben;
- Östlich der Schickhardtstraße sowie westlich der FET ist keine Auswirkung der geplanten Bebauung mehr zu erwarten; Zonen mit starker Geschwindigkeitsminderung treten innerhalb des Plangebietes, allerdings meist nur lokal, auf und wechseln sich mit lokal ausgebildeten Zonen mit Geschwindigkeitserhöhungen ab;
- Betrachtet man alle untersuchten Anströmrichtungen, dann ist von einer ausreichenden Durchlüftung des nördlichen Plangebietes zwischen der Binswanger Straße und der Käferflugstraße sowie dem mittleren Teil des Plangebietes zwischen Käferflugstraße und Wartbergstraße auszugehen; im südlichen Teil bis Plangebietsende (Bereich der drei L-förmigen Gebäudekomplexe) ist von einer Einschränkung der Durchlüftung auszugehen.

6 Planungshinweise

Der Rahmenplan für die Friedrich-Ebert-Trasse hat nur geringe (und zwar im südlichen Plangebiet) Auswirkungen auf die Belüftung der angrenzenden Wohngebiete. Es stellt jedoch ein eigenständiges Wohnquartier dar, in deren Innenbereich das Klima gemäß BauGB gleichfalls zu optimieren ist.

Die bisher für den Rahmenplan vorgesehenen Baukörper im nördlichen Teil (nördlich der Käferflugstraße) und im mittleren Teil passen sich insofern gut in die bestehende Umgebungsbebauung ein, als dass eine ausreichende Durchlüftung des Plangebietes in diesem Bereich selbst, aber auch in den direkt angrenzenden Wohnbereichen östlich und westlich gegeben ist. Dies trifft sogar auf den Bereich mit den vier geplanten Riegelbauten südlich der Gundelsheimer Straße zu, die jedoch auf Grund der Tatsache, dass die Gebäudeblöcke zwischen Friedrich-Ebert-Trasse und Rauchstraße in Nord-Süd-Richtung orientiert sind, gut umströmt werden können.

Südlich der Wartbergstraße allerdings wirken sich die derzeit geplanten drei L-förmigen Gebäudeblöcke im Zusammenspiel mit der Randbebauung auf der Westseite der Friedrich-Ebert-Straße sowohl hinsichtlich der Durchlüftung im Plangebiet selbst als auch innerhalb der Bebauung zwischen Friedrich-Ebert-Trasse und Schickhardtstraße aus. Eine etwas andere Gebäudeanordnung und/oder Gebäudekubatur könnte die Durchlüftung in diesem Bereich verbessert werden.

Eine Empfehlung ist in **Abb. 6-1** schematisch dargestellt. Entsprechend der qualitativen Skizze sollten die drei Gebäudeblöcke etwas nach Südost versetzt werden. Dadurch wird zuerst einmal die Wartbergstraße als Lüftungsschneise wirksam. Zwischen den drei Gebäudekomplexen sollte der Abstand etwas vergrößert werden, damit der Wind bis auf den Boden „durchgreifen“ kann. Dies erfordert ggf. eine etwas andere Grundform der drei Gebäude. Durch die Verschiebung der drei Gebäudekomplexe nach Süden wird der öffentliche Parkplatz am südlichen Rand des Plangebietes flächenmäßig reduziert. In diesem Zusammenhang wäre grundsätzlich zu überlegen, ob eine kleine öffentliche Quartiersgarage (Mobilitätshub) mit 2-3 Geschossen, vollständig begrünt, im Bereich Erlenbacher Straße als „Ersatz“ dienen könnte. Alternativ wäre zu überlegen, die öffentlichen Parkplätze aufzusplitten und zum einen am südlichen Rand (grün umrissene Fläche), zum anderen im Bereich der Wartbergstraße (ebenfalls grün markiert) unterzubringen.

Grundsätzlich ist aus unserer Sicht das Konzept, alle Baukörper mit Tiefgaragen zu versehen, zu überdenken. Durch eine Tiefgarage ist in aller Regel eine ausreichende Überdeckung mit Erdreich, die für eine funktionierende Begrünung, insbesondere mit Bäumen, notwendig ist, o.



Abb. 6-1: Skizze zur empfohlenen Gebäudeanordnung für das Planvorhaben.

Das Klimagutachten ist frei von Rechten Dritter.

Rechtsinhaber des städtebaulichen Rahmenplans „Friedrich-Ebert-Trasse“ ist die Stadt Heilbronn.

Heilbronn, 12. August 2022

M. Rau

(Dipl.-Ing. M. Rau)

7 Literaturverzeichnis

- [1] Rau, M., Dütemeyer, D., Bigalke, K., *Gesamtstädtische Klimaanalyse Stadt Heilbronn. - durchgeführt im Auftrag der Stadt Heilbronn, Planungs- und Baurechtsamt., Heilbronn: Unveröffentlichter Bericht, 171, 2017.*
- [2] VDI-Fachbereich Umweltmeteorologie, *VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5 - Umweltmeteorologie - Lokale Kaltluft*, Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL, 2003.
- [3] Dütemeyer, D., *Urban-orographische Bodenwindssysteme in der städtischen Peripherie Köln*, Hohenwarsleben: Essener Ökologische Schriften, 12. 171 S., 2000.
- [4] Bigalke, K.; Ahrens, D.; Rau, M., *Synthetische Ausbreitungsklassenstatistiken zur Verwendung in Immissionsprognosen - Eine Alternative zu "klassischen" Übertragungsverfahren*, Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft 68. Jahrgang (2008), 2008.
- [5] Bigalke, K., Rau, M. et al., *Dokumentation - Synthetische Ausbreitungsklassenstatistiken - SynAKS für Deutschland - Berechnung - Qualitätssicherung - Anwendung (Version 1.1)*, Pinnberg, Heilbronn: www.metsoft.de, 2013.
- [6] Schlünzen, K.H., *Das mesoskalige Transport- und Strömungsmodell METRAS - Grundlagen, Validierung, Anwendung*, Hamburger Geophysikalische Einzelschriften, A88, 1988.
- [7] Schlünzen, K.H.; Bigalke, K., *METRAS PC, Version 1.0 Benutzerhandbuch*, Hamburg: Hamburg, Meteorologisches Institut der Universität, 1998.
- [8] Eichhorn, J., *Entwicklung und Anwendung eines dreidimensionalen, mikroskaligen Stadtklimamodells. Diss. Meteorol. Inst. Univ. Mainz, Mainz, 1989.*
- [9] Eichhorn, J., *MISKAM Handbuch zu Version 6*, Wackernheim: giese-eichhorn umweltmeteorologische software, 2011.
- [10] Rau, M., *Vergleich berechneter (MISKAM) und gemessener (Windkanal) Wind- und Konzentrationsfelder für ein U-Gebäude*, Projekt im Auftrag des Landesumweltamtes Nordrhein-Westfalen; unveröffentlicht, 2000.
- [11] Röckle, R.; Richter, C.-J., *"Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -"*, Abschlussbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe. (<http://bwplus.fzk.de>), 1995.

- [12] VDI-Fachbereich Umweltmeteorologie, *VDI-Richtlinie 3783, Blatt 9 - Umweltmeteorologie - Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle - Evaluierung für Gebäude- und Hindernisumströmung*, V. R. d. L. (. -. Normenausschuss, Hrsg., 2017.
- [13] Bigalke, K., Rau, M. et al., *Dokumentation - Synthetisch repräsentative Ausbreitungsklassenzeitreihen - SynRepAKTerm für Deutschland - Berechnung - Qualitätssicherung - Anwendung (Version 1.1)*, Pinnberg, Heilbronn: www.metsoft.de, 2013.