



Lohmeyer

**KLIMAGUTACHTEN ZUM
BAUVORHABEN PARKHAUS
BERLINER STRASSE IN WIESBADEN**

Auftraggeber:

Stadtentwicklungsgesellschaft
Wiesbaden mbH
Konrad-Adenauer-Ring 11
65187 Wiesbaden

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH
Niederlassung Karlsruhe

Dr. rer. nat. B. Brecht
Dipl.-Geogr. T. Nagel

Dr. Ing. T. Flassak

März 2021
Projekt 20214-20-02
Berichtsumfang 98 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN	1
1 ZUSAMMENFASSUNG	6
2 AUFGABENSTELLUNG	9
3 VORGEHENSWEISE	10
3.1 Lokalklima.....	10
3.1.1 Berechnungsverfahren MISKAM	11
3.1.2 Berechnungsverfahren PALM-4U.....	12
3.2 Luftschadstoffe	15
3.2.1 Ausbreitungsrechnung mit MISKAM.....	15
3.2.2 Zusammenfassung der Beurteilungswerte	16
3.2.3 Überschreitungshäufigkeit der Stundenwerte	17
4 BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES	18
4.1 Meteorologische Daten	21
4.1.1 Windfeld- und Ausbreitungsberechnungen.....	21
4.1.2 Bioklima und der Kaltluftströmungen	24
4.1.3 Schadstoffhintergrundbelastung	26
4.1.4 Verkehrsdaten	28
5 ERGEBNISSE DER WINDFELDBERECHNUNGEN.....	30
6 ERGEBNISSE DER BIOKLIMATISCHEN BERECHNUNGEN UND KALTLUFTSTRÖMUNGEN	41
6.1 Bioklimatische Situation am Tag.....	44
6.2 Bioklimatische Situation und Kaltluftströmung nachts.....	51
6.3 Planungsempfehlungen	73
7 LUFTSCHADSTOFFE.....	78
7.1 Emissionen	78
7.1.1 Betrachtete Schadstoffe	78

7.1.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren	78
7.2 Ergebnisse	82
7.2.1 Stickstoffdioxidimmissionen.....	83
8 LITERATUR	87
A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN.....	93
A2 FEHLERDISKUSSION FÜR IMMISSIONSBERECHNUNG.....	97

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung der Lohmeyer GmbH nicht aus-
zugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

Literaturstellen sind im Text durch Name und Jahreszahl zitiert. Im Kapitel Literatur findet
sich dann die genaue Angabe der Literaturstelle.

Es werden Dezimalpunkte (= wissenschaftliche Darstellung) verwendet, keine Dezimalkom-
mas. Eine Abtrennung von Tausendern erfolgt durch Leerzeichen.

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

Klima

Als Klima definiert man das langjährige Mittel und die Schwankungen des jährlichen Ablaufs der Witterung eines Gebietes, wobei unter Witterung der Wetterzustand einer Zeitspanne von mehreren Tagen verstanden wird (Scherhag et al., 1977). Der Wetterzustand wird beschrieben durch meteorologische Größen wie Wind, Temperatur, Feuchte, Sonnenscheindauer, Strahlungsmenge und Niederschlag.

Man unterscheidet das regionale Klima (mehrere 10 km) und das lokale Klima (ca. 100 m bis mehrere km). Wichtige Einflussgrößen für das regionale und lokale Klima sind, ausgehend von der geographischen Situation und der Verteilung der großräumigen Wetterlagen, die Topographie (z. B. Geländeform, Exposition) und das Muster der Landnutzung.

Im Rahmen der hier vorliegenden Planung interessieren die Auswirkungen der Planung auf das lokale Klima der Umgebung und die zu erwartenden klimatischen Verhältnisse im unmittelbaren Nahbereich der Maßnahme.

Temperaturgradient und Inversionen

Es entspricht einer physikalischen Gesetzmäßigkeit, dass die mittlere Lufttemperatur mit zunehmender Höhenlage eines Ortes abnimmt. Im Jahresmittel beträgt diese höhenbedingte Temperaturabnahme durchschnittlich 0.5 °C pro 100 m Höhenstufe. Im Sommer und Frühjahr erhöht sich der Betrag der Temperaturabnahme auf 0.6 °C pro 100 m Höhenstufe, während er im Herbst auf 0.4 °C und im Winter auf ca. 0.3 °C pro 100 m zurückgeht. Unter besonderen meteorologischen Bedingungen kann aber auch eine Temperaturzunahme mit zunehmender Höhenlage beobachtet werden. Hierbei spricht man von Inversionswetterlagen.

Luftschichtungszustände

Wird ein Luftpaket aus seiner Ruhelage heraus vertikal verschoben, so ändert sich seine Temperatur. Ist nun der Temperaturverlauf der ruhend gedachten Umgebung so beschaffen, dass das Luftquantum durch positive oder negative Auftriebskräfte wieder in seine Ausgangsposition zurückgetrieben wird, so nennen wir die Temperaturschichtung **stabil**. Genügt umgekehrt eine kleine Verschiebung aus der Ruhelage zur endgültigen Entfernung des Luftpaketes, so liegt entsprechend eine **labile** Schichtung vor. Zwischen beiden Möglichkeiten liegt die thermisch **neutrale** Schichtung, bei der das vertikal verschobene Luftpaket in jeder Position in einem indifferenten Gleichgewicht ist, das heißt keine Auftriebskräfte auftreten.

Dieses Stabilitätsverhalten übt einen grundlegenden Einfluss auf den vertikalen Austausch aus. Eine stabile Schichtung wird im Vergleich zum neutralen Fall diesen Austausch behindern, im Extrem unterbinden. Thermische Labilität wird dagegen zu einer mehr oder minder starken Durchmischung eines Luftpörpers und damit zu einer Intensivierung des Vertikalaustausches mit daraus resultierenden niedrigeren Schadstoffkonzentrationen führen.

Kaltluftstaugebiete und Kaltluftsammelbereiche

Geländemulden, Senken und Täler wirken als nächtliche Kaltluftsammelgebiete. Die dort in windschwachen wolkenarmen Strahlungsnächten von den Kaltlufteinzugsgebieten der Hänge und Höhen zusammenfließende Kaltluft lässt niedrigere nächtliche Temperaturminima entstehen, die am Tage - insbesondere im Sommer - durch die täkertypischen Übergangstemperaturen im statistischen Mittel wieder ausgeglichen werden.

Windsysteme

a) Allgemeines

Als Wind wird in der Meteorologie die gerichtete Bewegung der Luft bezeichnet. Ursache des Windes sind Luftdruckunterschiede. Wirkt nur die Kraft eines horizontalen Druckgradienten, entsteht der Euler-Wind, der nur in kleinräumigen Phänomenen eine Rolle spielt. Wird bei großräumigen Bewegungen der Einfluss der Erdrotation spürbar, so tritt die Corioliskraft zur Druckgradientenkraft hinzu. Der Wind weht isobarenparallel und wird geostrophischer Wind genannt. Sind die Isobaren gekrümmt, so tritt die Zentrifugalkraft hinzu. Dieser Wind wird Gradientwind genannt und kommt dem realen Wind noch etwas näher als der geostrophische Wind. Werden Winde in der atmosphärischen Grenzschicht (Bodennähe) betrachtet, so ist zusätzlich die Kraft der Bodenreibung zu berücksichtigen.

Für die kleinräumigen Betrachtungen innerhalb der atmosphärischen Grenzschicht spielt die Corioliskraft keine relevante Rolle. Für die Luftbewegung und ihre räumliche Ausprägung (Windfeld) gewinnen Relief und Landnutzung an Bedeutung.

b) allochthone Windsysteme

Der Gradientwind als größte Näherung des realen Windes (siehe oben) ist als solcher nur in höheren Luftschichten ungestört zu beobachten. Die Erdoberfläche bremst die Luftbewegung. Die Reibungsschicht ist im Allgemeinen 1 000 bis 1 500 m hoch. Innerhalb dieser Reibungsschicht zeigt sich eine Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe. Allochthone Wetterlagen sind Wetterlagen mit höheren Windgeschwindigkeiten, so genannte Gradientwindlagen.

c) autochthone Windsysteme

Bei gradientschwachen Wetterlagen (Strahlungswetterlagen) oder bei einer Abkopplung der bodennahen Strömung durch stabile Schichtung der Atmosphäre können auch schwächere Druckunterschiede (durch lokal unterschiedliche Erwärmung) Luftströmungen von kaum spürbaren Luftbewegungen bis hin zu mittleren und hohen Windgeschwindigkeiten hervorrufen. Wie der Name also bereits impliziert, entstehen thermisch induzierte Windsysteme als Ausgleichsströmung zwischen verschiedenen thermischen Regimes innerhalb der atmosphärischen Grenzschicht. Vertreter thermisch induzierter Prozesse sind Land- und Seewind, Flurwinde, Berg- und Talwind und Kaltluftströmungen.

Emission / Immission

Als Emission bezeichnet man die von einem Fahrzeug ausgestoßene Luftschadstoffmenge in Gramm Schadstoff pro Kilometer oder bei anderen Emittenten in Gramm pro Stunde. Die in die Atmosphäre emittierten Schadstoffe werden vom Wind verfrachtet und führen im umgebenden Gelände zu Luftschadstoffkonzentrationen, den so genannten Immissionen. Diese Immissionen stellen Luftverunreinigungen dar, die sich auf Menschen, Tiere, Pflanzen und andere Schutzgüter überwiegend nachteilig auswirken. Die Maßeinheit der Immissionen am Untersuchungspunkt ist μg (oder mg) Schadstoff pro m^3 Luft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ oder mg/m^3).

Hintergrundbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung

Als Hintergrundbelastung werden im Folgenden die Immissionen bezeichnet, die bereits ohne die Emissionen des Straßenverkehrs auf den betrachteten Straßen an den Untersuchungspunkten vorliegen. Die Zusatzbelastung ist diejenige Immission, die ausschließlich vom Verkehr auf dem zu untersuchenden Straßennetz oder der zu untersuchenden Straße hervorgerufen wird. Die Gesamtbelastung ist die Summe aus Hintergrundbelastung und Zusatzbelastung und wird in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ oder mg/m^3 angegeben.

Grenzwerte / Vorsorgewerte

Grenzwerte sind zum Schutz der menschlichen Gesundheit vom Gesetzgeber vorgeschriebene Beurteilungswerte für Luftschadstoffkonzentrationen, die nicht überschritten werden dürfen, siehe z.B. Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Vorsorgewerte stellen zusätzliche Beurteilungsmaßstäbe dar, die zahlenmäßig niedriger als Grenzwerte sind und somit im Konzentrationsbereich unterhalb der Grenzwerte eine differenzierte Beurteilung der Luftqualität ermöglichen.

Jahresmittelwert / Kurzzeitwert (Äquivalentwert)

An den betrachteten Untersuchungspunkten unterliegen die Konzentrationen der Luftschadstoffe in Abhängigkeit von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Verkehrsaufkommen etc. ständigen Schwankungen. Die Immissionskenngrößen Jahresmittelwert und weitere Kurzzeitwerte charakterisieren diese Konzentrationen. Der Jahresmittelwert stellt den über das Jahr gemittelten Konzentrationswert dar. Eine Einschränkung hinsichtlich Beurteilung der Luftqualität mit Hilfe des Jahresmittelwertes besteht darin, dass er nichts über Zeiträume mit hohen Konzentrationen aussagt. Eine das ganze Jahr über konstante Konzentration kann zum gleichen Jahresmittelwert führen wie eine zum Beispiel tagsüber sehr hohe und nachts sehr niedrige Konzentration.

Die Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) fordert die Einhaltung von Kurzzeitwerten in Form des Stundenmittelwertes der NO₂-Konzentrationen von 200 µg/m³, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM₁₀-Konzentration von 50 µg/m³, der maximal an 35 Tagen überschritten werden darf. Da diese Werte derzeit nicht direkt berechnet werden können, erfolgt die Beurteilung hilfsweise anhand von abgeleiteten Äquivalentwerten auf Basis der Jahresmittelwerte bzw. 98-Perzentilwerte (Konzentrationswert, der in 98% der Zeit des Jahres unterschritten wird). Diese Äquivalentwerte sind aus Messungen abgeleitete Kennwerte, bei deren Unterschreitung auch eine Unterschreitung der Kurzzeitwerte erwartet wird.

Verkehrssituation

Emissionen und Kraftstoffverbrauch der Kraftfahrzeuge (Kfz) hängen in hohem Maße vom Fahrverhalten ab, das durch unterschiedliche Betriebszustände wie Leerlauf im Stand, Beschleunigung, Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit, Bremsverzögerung etc. charakterisiert ist. Das typische Fahrverhalten kann zu so genannten Verkehrssituationen zusammengefasst werden. Verkehrssituationen sind durch die Merkmale eines Straßenabschnitts wie Geschwindigkeitsbeschränkung, Ausbaugrad, Vorfahrtregelung etc. charakterisiert. In der vom Umweltbundesamt herausgegebenen Datenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ sind für verschiedene Verkehrssituationen Angaben über Schadstoffemissionen angegeben.

Feinstaub / PM₁₀ / PM_{2.5}

Mit Feinstaub bzw. PM₁₀ / PM_{2.5} werden alle Partikel bezeichnet, die einen größenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Partikeldurchmesser von

10 µm bzw. 2.5 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist. Die PM10-Fraktion wird auch als inhalierbarer Staub bezeichnet. Die PM2.5-Fraktion gelangt bei Inhalation vollständig bis in die Alveolen der Lunge; sie umfasst auch den wesentlichen Masseanteil des anthropogen erzeugten Aerosols, wie Partikel aus Verbrennungsvorgängen und Sekundärpartikel.

1 ZUSAMMENFASSUNG

Für das Gesamtprojekt „Städtebauliche Entwicklung östlich der Brunhildenstraße“ in Wiesbaden sind bauliche Entwicklungen und u. a. im nordöstlichen Bereich entlang der Berliner Straße ein Parkhaus mit insgesamt ca. 2 000 Stellplätzen geplant. Bisher sind die überplanten Flächen überwiegend versiegelt und mit ebenerdigen Parkplätzen versehen. Es ist ein lokalklimatisches Gutachten angefragt, in dem die klimatischen Auswirkungen der geplanten Bebauung im Untersuchungsgebiet und der Umgebung erarbeitet werden sollen.

Mit dem geplanten Betrieb des Parkhauses sind auch die Auswirkungen auf die Luftschadstoffbelastungen mit Bewertungen entsprechend der 39. BImSchV aufzuzeigen.

Für die Planungen werden die bodennahen Strömungsfelder im Hinblick auf die Durchlüftungsverhältnisse und die nächtlichen Belüftungsverhältnisse sowie die thermischen Belange im relativen Vergleich und im Vergleich zu Belastungsindizes betrachtet, verstärkt auch vor dem Hintergrund der erwarteten Auswirkungen des Klimawandels mit verstärkter Häufung von heißen Tagen.

Das Aufzeigen der jahresmittleren Durchlüftungsverhältnisse im Untersuchungsgebiet für den Bestand und die Planung erfolgt mit dem mikroskaligen Strömungsmodell MISKAM. Für das Aufzeigen der lokalklimatischen Situation an einem heißen Sommertag bei einer autochthonen Wetterlage wurden Simulationen für den baulichen Bestand und die Planung mit dem Modell PALM-4U durchgeführt. Dafür wurde ergänzend zum Untersuchungsgebiet das umliegende Gelände mit den Geländeanstiegen berücksichtigt, sodass alle relevanten Kaltluftinzugsgebiete erfasst werden.

In dem städtischen Betrachtungsgebiet sind die bodennahen Windgeschwindigkeiten durch die bestehenden Gebäude und Hindernisse gegenüber Freilandnutzungen eingeschränkt und werden durch zusätzliche Gebäude weiter modifiziert. Aus den jahresbezogenen Windfeldberechnungen ist zu schließen, dass sich die Änderungen der Durchlüftungsverhältnisse auf das Baugebiet und deren direkte Nachbarschaft beschränken; eine wesentliche Änderung der Durchlüftungsverhältnisse für die in der Umgebung gelegenen Siedlungsbereiche ist daraus nicht abzuleiten. Auch mit der geplanten Bebauung sind in dessen Umgebung für das Stadtgebiet von Wiesbaden ortsübliche bodennahe Windverhältnisse zu erwarten. In den Bereichen mit ausgewiesenen Verringerungen der bodennahen Windgeschwindigkeiten ist der bodennahe Luftaustausch verringert bzw. verzögert; damit werden die möglicherweise thermisch oder lufthygienisch belasteten Luftmassen etwas vermindert ausgetauscht. Für die

geplante Wohnbebauung südlich des Parkhauses bewirkt die angedachte Schallschutzverschließung dort eine sehr intensive Einschränkung des Luftaustauschs.

An Heißen Tagen ($T_{\max} \geq 30\text{ °C}$) sind entsprechend Auswertungen von Messdaten tagsüber in der Umgebung des Untersuchungsgebietes vorwiegend östliche bis südliche Anströmungen vorherrschend und werden hier vorgegeben. Nachts bilden sich bei einer autochthonen sommerlichen Wetterlage die komplexen nächtlichen Kaltluftströmungen im Modell selbst aus, sodass dieser Fall ohne äußeren Antrieb berechnet wird. Die Modellergebnisse zeigen, dass sich Änderungen der Lufttemperatur und Wärmebelastung bei einer sommerlichen autochthonen Wetterlage tagsüber auf die Nahbereiche der Plangebäude beschränken. Lufttemperaturerhöhungen aufgrund der Planung gegenüber dem Bestand treten überwiegend im Nahbereich besonnener Gebädefassaden auf, d. h. beispielsweise im Nahbereich der nach Süden ausgerichteten Fassaden des Parkhauses oder des geplanten Schulkomplexes, und in Kombination mit deutlich verringertem Luftaustausch auch im Bereich der geplanten Wohnbebauung nördlich der Balthasar-Neumann-Straße. Nachts setzen sich bei autochthonen Wetterlagen im Untersuchungsgebiet überwiegend Nordströmungen durch, die über Luftleitbahnen bodennah kühle Luft in das Plangebiet transportieren; aufgrund der bestehenden und geplanten Baukörper werden die Strömungen bodennah stark modifiziert. Im Bereich des Plangebietes ist die nächtliche Belüftungsfunktion aufgrund der Planung im Vergleich zum Bestand stark eingeschränkt, mit ungünstigen Auswirkungen auf die Lufttemperatur in den angrenzenden Bereichen bis etwa 200 m südwestlich und südöstlich der Planung. Ab etwa 100 m bis 200 m südwestlich und südöstlich der geplanten Bebauung setzen sich die oberhalb des Dachniveaus weiterhin wirksamen Kaltluftströmungen wieder bis zum Boden durch, sodass dort die Lufttemperatur das Niveau des Bestandes erreicht. Südlich der Bebauung ergeben sich aufgrund des Wegfalls des bestehenden Schulkomplexes außerhalb des Plangebietes keine bis geringe Einschränkungen der Belüftung und Lufttemperatur.

In Bezug auf die Stickstoffdioxidimmissionen ist zum Schutz der menschlichen Gesundheit entscheidend, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an für die Beurteilung relevanter Bebauung, z. B. Wohnbebauung, führen. In der Umgebung des Plangebietes werden im Prognosenullfall auch an der zu den Straßen nächstgelegenen Bebauung NO_2 -Jahresmittelwerte berechnet, die den Grenzwert von $40\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht erreichen und nicht überschreiten. Für den Planfall zeigen die berechneten NO_2 -Jahresmittelwerte aufgrund der Verkehrszunahme und den durch die geplante Bebauung veränderten Durchlüftungsverhältnissen auch Zunahmen der NO_2 -Konzentrationen. An den Längsseiten des geplanten Parkhauses sind durch die Überlagerung der Beiträge der Parkhausfortluft, der Zu- und Aus-

fahrtbereiche, der An- und Abfahrtwegstrecken sowie den Beiträgen der Berliner Straße in Bodennähe hohe NO_2 -Konzentrationen berechnet, die teilweise auch über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ betragen. An der bestehenden Bebauung und an geplanter Bebauung mit Ausnahme des Parkhauses sind keine NO_2 -Jahresmittelwerte über $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Damit sind in der Umgebung des Plangebietes im Planfall auch an der zu den Straßen nächstgelegenen Bebauung mit Ausnahme des geplanten Parkhauses NO_2 -Jahresmittelwerte dargestellt, die den Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht erreichen und nicht überschreiten. An den Fassaden des geplanten Parkhauses sind keine längeren Aufenthaltsbereiche für Anwohner und Passanten vorgesehen, in denen Konflikte mit dem Jahresmittelgrenzwert auftreten können.

Aus stadtklimatischer Sicht ist es zu empfehlen im Aufenthaltsbereich des Menschen im Freien ein vielfältiges Nutzungsangebot bereitzustellen, das die Bedürfnisse unterschiedlicher Personen zu verschiedenen Jahreszeiten beziehungsweise meteorologischen Bedingungen abdeckt. Dies wird mit den Änderungen im Hinblick auf die Auswirkungen des Klimawandels noch dringender. Um die Wärmebelastung tagsüber im Aufenthaltsbereich des Menschen im Freien bei einer sommerlichen autochthonen Wetterlage zu reduzieren, sollten alle Möglichkeiten ergriffen werden, verschattete Bereiche zu schaffen, z. B. durch die Pflanzung von großkronigen Laubbäumen. Baumpflanzungen an den südlichen Fassadenbereichen der Gebäude bewirken beispielsweise deren teilweise Verschattung ganztags und tragen somit zu einer verringerten Wärmeabstrahlung der Baukörper bei; an Westfassaden gilt dies nachmittags und an Ostfassaden vormittags. Des Weiteren helfen intensiv begrünte Flächen am Boden sowie auf dem Dach der Plangebäude die dortigen Oberflächentemperaturen zu reduzieren. Aus klimatischer Sicht ist eine Förderung des bodennahen Durchgreifens der nächtlichen Kaltluftströmungen aus nördlicher Richtung im Plangebiet anzustreben, auf zusätzliche Hindernisse (z.B. Lärmschutzverschließungen) zu verzichten und zusätzliche Wärmeabgaben durch künstliche Oberflächen durch intensive flächige Begrünungen gering zu halten. Gleichwohl ist auch mit solchen erweiterten Maßnahmen eine planungsbedingte nächtliche Lufttemperaturzunahme in dem Bebauungsplangebiet nicht auszuschließen, für benachbarte bestehende Siedlungsbereiche aber gering zu halten.

2 AUFGABENSTELLUNG

Für das Gesamtprojekt „Städtebauliche Entwicklung östlich der Brunhildenstraße“ in Wiesbaden sind bauliche Entwicklungen und u.a. im nord-östlichen Bereich entlang der Berliner Straße ein Parkhaus mit insgesamt ca. 2 000 Stellplätzen geplant. Bisher sind die überplanten Flächen überwiegend versiegelt und mit ebenerdigen Parkplätzen versehen. Es ist ein lokalklimatisches Gutachten angefragt, in dem die klimatischen Auswirkungen der geplanten Bebauung im Untersuchungsgebiet und der Umgebung erarbeitet werden sollen.

Mit dem geplanten Betrieb des Parkhauses sind auch die Auswirkungen auf die Luftschadstoffbelastungen mit Bewertungen entsprechend der 39. BImSchV aufzuzeigen.

3 VORGEHENSWEISE

3.1 Lokalklima

Für die Einbindung lokalklimatischer Belange in die Bebauungsplanung bestehen keine einheitlichen Vorgaben zu inhaltlichen Themen und zu Beurteilungsgrößen. Dementsprechend werden in den Betrachtungen die lokalen Besonderheiten bezüglich lokalklimatischer Belange herangezogen und die Belange in den Vordergrund gestellt, die durch die Planungen modifiziert werden. Das betrifft beispielsweise die bodennahen Windfelder im Hinblick auf die Be- und Durchlüftungsverhältnisse, d. h. den möglichen Abtransport lufthygienisch oder thermisch belasteter Luftmassen.

Das Stadtgebiet von Wiesbaden erstreckt sich vom Rhein nach Norden und Nordwesten über die Wiesbadener Bucht bis zum Vortaunus; damit weist das Stadtgebiet von Wiesbaden mit umliegenden Bereichen und dem Anstieg zum nördlich und nordwestlich gelegenen Taunus ein ausgeprägtes Relief auf, das sowohl bodennah Beeinflussungen der regionalen Windanströmungen als auch die Ausbildung von Kaltluftströmungen mit sich bringt. Das zu betrachtende Plangebiet, d. h. der Bereich des geplanten Parkhauses entlang der Berliner Straße, die geplante Wohnbebauung südlich des Parkhauses und der geplante Schulkomplex südlich der Balthasar-Neumann-Straße, liegt südöstlich der Innenstadt von Wiesbaden und die lokalklimatischen Verhältnisse werden dort kleinräumig durch die bestehende Bebauung und die städtischen Nutzungen geprägt. Geplante bauliche Nutzungsänderungen wirken sich auf die bestehenden regionalen Windströmungen sowie lokal thermisch induzierte Winde, wie Kaltluftströmungen aus, womit für das Bebauungsplanverfahren die zu erwartenden Änderungen aufzuzeigen sind.

Dementsprechend werden Windfeldberechnungen unter Berücksichtigung der Gebäudeumströmungen mit dem dafür geeigneten mikroskaligen Strömungsmodell MISKAM sehr hoch aufgelöst durchgeführt. Betrachtet werden der bauliche Bestandsfall und ein Planzustand. Die Auswertungen erfolgen im Hinblick auf die bodennahen Durchlüftungsverhältnisse und in einem zweiten Schritt im Hinblick auf verkehrsbedingte Luftschadstoffe.

Trockene und heiße Sommertage entstehen im Untersuchungsgebiet oftmals bei autochthonen Wetterlagen, d. h. windschwach und wolkenarm, mit schwachen Anströmungen aus östlichen bis südlichen Richtungen. Die abendliche und nächtliche Kaltluftbildung und Entwicklung der Kaltluftströmung entsteht an bei autochthonen Wetterlagen nach Sonnenuntergang, indem vegetationsbestandene Flächen und die darüber befindlichen Luftmassen gegenüber

versiegelten Flächen oder Wasserflächen intensiver und rascher abkühlen. Bei geneigtem Gelände setzen sich diese kühlen Luftmassen der Geländeneigung folgend in Bewegung und bilden Hangabwinde, die in Einschnitten und Tälern zusammengeführt werden und intensive Kaltluftströmungen ausbilden, die beispielsweise die nächtliche Belüftung von Siedlungsgebieten fördern können. In Mulden und vor lang gestreckten Hindernissen quer zur Kaltluftströmung entstehen Kaltluftstagnationsbereiche, die sehr stark auskühlen und dort zu einer erhöhten Frostgefährdung führen können.

Dementsprechend werden mit dieser Ausarbeitung die lokalklimatischen Verhältnisse bei sommerlichen autochthonen Wetterlagen für ostsüdöstliche Anströmungen tagsüber und für die nächtlichen Kaltluftströmungen mit Modellsimulationen betrachtet. Im Untersuchungsgebiet werden bioklimatische Berechnungen mit dem prognostischen Modell PALM-4U mit einer hohen räumlichen Auflösung durchgeführt, sodass die Um- und Überströmung von Hindernissen, z. B. Gebäuden, berücksichtigt werden kann und um qualitative sowie quantitative Aussagen über mögliche Modifikationen der Kaltluftströmungen und thermischen Verhältnisse zu geben. Betrachtet werden der derzeitige Zustand entsprechend der derzeitigen baulichen Nutzung und ein Planzustand mit einem vorgelegten städtebaulichen Entwurf.

3.1.1 Berechnungsverfahren MISKAM

In dem zu betrachtenden Gebiet führen die geplanten Gebäude zu Beeinflussungen der Strömungsbedingungen. Die Windfeldberechnungen für die Durchlüftungsdarstellung erfolgen mit dem für solche Fragestellungen geeigneten mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM in der aktuellen Version 6.3 (Eichhorn, Kniffka, 2010).

Das Modell MISKAM wurde anhand mehrerer Datensätze aus Windkanälen und Naturmessreihen überprüft und umfangreich validiert (Eichhorn, 1995, Eichhorn, 2003, Eichhorn, 2004, Schädler et al., 1996). Unser Büro hat sich mit dem Modell MISKAM an einem bundesweiten, von BWPLUS Forschungszentrum Karlsruhe veranstalteten „Vergleich von berechneten Immissionswerten innerhalb eines beidseitig bebauten Straßenquerschnitts“ erfolgreich beteiligt.

Grundlage der Simulationsrechnungen sind die Lage und Höhe der Bebauung im Bestand und Planfall. Das Modell MISKAM arbeitet mit einem nicht-äquidistanten Rechengitter. Bei den für die vorliegende Untersuchung durchgeführten Strömungs- und Ausbreitungsrechnungen werden die Vorgaben der VDI-Richtlinie für prognostische Windfeldmodelle VDI 3783 Blatt 9 (2017) hinsichtlich Auflösung und Größe des Rechengitters beachtet. Das hier

angesetzte Rechengebiet ist sowohl horizontal als auch vertikal deutlich größer als das Untersuchungsgebiet, um Randeffekte zu vermeiden (Ketzel et al., 1999), und um die Kriterien der o. g. VDI-Richtlinie zu erfüllen.

Das digital erfasste Gebäudekataster wird für die Strömungsberechnungen in ein rechteckiges Rechengitter überführt. Das Rechengitter besteht aus 343 x 343 Boxen in horizontaler Richtung und umfasst eine Ausdehnung von ca. 1 200 m x 1 200 m. Es wird ein nicht äquidistantes Gitter verwendet, das in der Umgebung der geplanten Gebäude an der Bebauung eine Auflösung von 2 m aufweist und nach außen gröber wird. In vertikaler Richtung reicht das Gitter mit 40 Ebenen bis in eine Höhe von 500 m über Grund, wobei die Ebenen bis zum allgemeinen Dachniveau mit 0.6 m bis 3 m fein aufgelöst sind. Mit diesen Daten erfolgen Windfeldberechnungen für alle Anströmungsrichtungen entsprechend den Windrichtungsangaben der Windstatistik.

3.1.2 Berechnungsverfahren PALM-4U

Zur Simulation der Verteilung von Klimaparametern in Einzelsituationen wurde das numerische Modell PALM-4U (<https://palm.muk.uni-hannover.de/trac/wiki/palm4u>) verwendet, das z. B. die Variablen potentielle Temperatur, spezifische Feuchte und die Windkomponenten prognostisch berechnet. PALM-4U ist ein meso- und mikroskaliges Modell, das die Wechselwirkungen zwischen dem Boden, von Oberflächen und der Atmosphäre unter Berücksichtigung des Reliefs und der Landnutzung sowie von Strömungshindernissen, z. B. von Gebäuden, sonstigen Bauwerken und/oder der Vegetation, beschreibt. Es basiert auf den Grundgesetzen der Strömungs- und Thermodynamik und beinhaltet u. a. die Simulation von:

- Umströmungen, Überströmungen und Unterströmungen von Hindernissen bzw. Bauwerken, z. B. Gebäuden,
- Austausch von Wärme und Feuchte an natürlichen und anthropogenen Oberflächen,
- turbulenten Strömungen,
- Wechselwirkungen von Strahlung, Impuls und Wärme mit einer expliziten Vegetationsschicht,
- bioklimatischen Bewertungsindizes,

Für weiterführende Informationen sei auf die o. g. Internetadresse und Fachliteratur (z. B. Raasch und Schröter, 2001; Maronga et al., 2015, 2019) verwiesen.

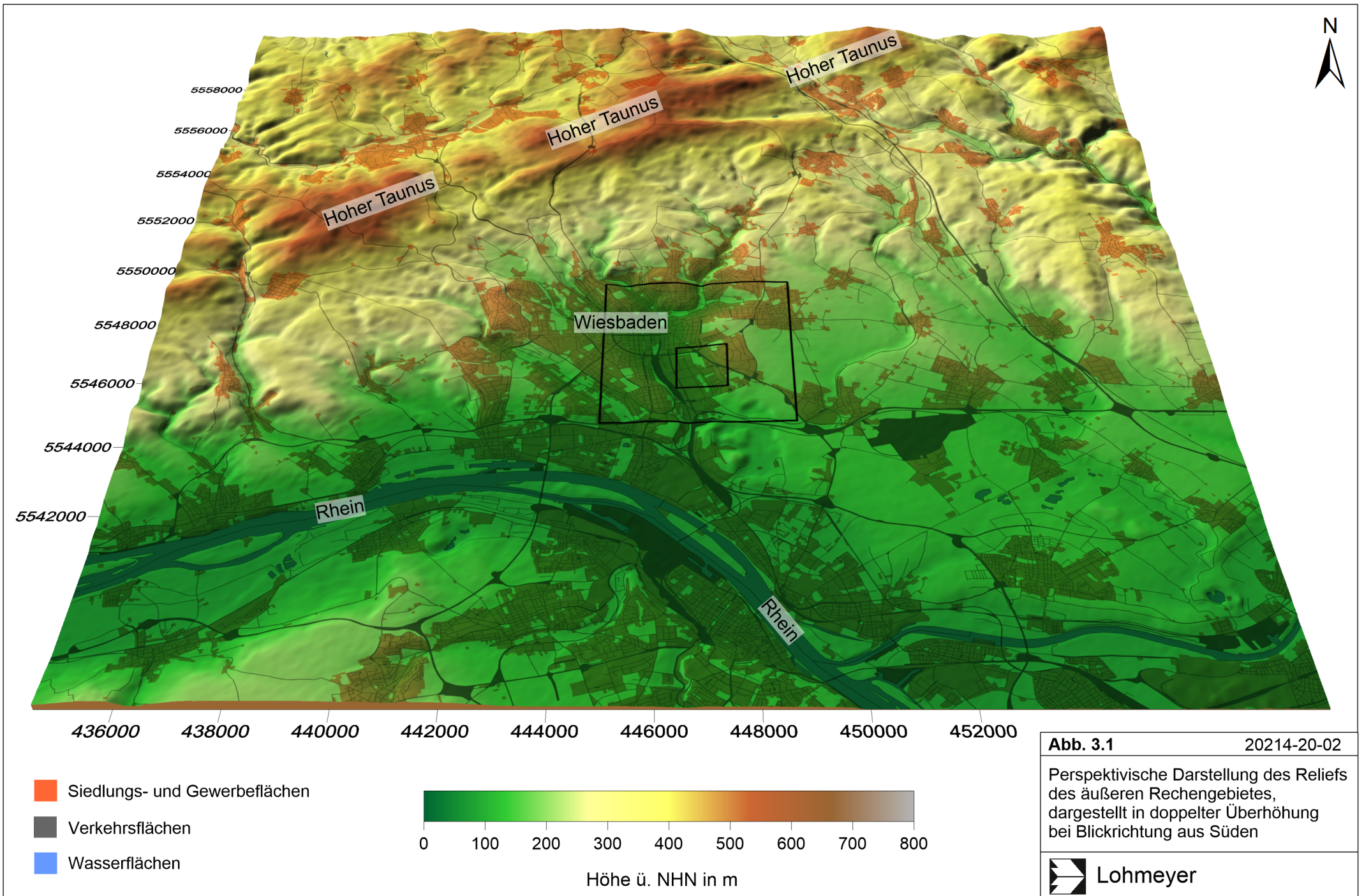
Das Modell ist nach der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 9 „Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle“ (VDI 3783 Blatt 9, 2017) validiert (<https://palm.muk.uni-hannover.de/trac/wiki/doc/>

tec/evaluation). Eine Validierung des komplexen Testfalls E8 „Stuttgarter Talkessel Strömungskanalisation, Kaltluftabflüsse“ der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 7 „Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle“ (VDI 3783 Blatt 7, 2017) wurde von unserem Büro erfolgreich durchgeführt (Lohmeyer, 2020).

Grundlage der Simulationsrechnungen sind die Aufnahme des Reliefs und der Landnutzung sowie der Bebauung nach Lage und Höhe im Untersuchungsgebiet und dessen Umgebung. Die Simulation der lokalklimatischen Situation inklusive der nächtlichen Ausgleichsströmungen wird in drei Schritten mit einem sogenannten Nesting-Verfahren (Gitterverfeinerung) durchgeführt. Um alle relevanten Kaltlufteinzugsgebiete zu erfassen, wurde eine grobe Simulation mit 50 m horizontaler Gitterweite bei 480 x 456 Gitterpunkten durchgeführt (etwa 24 km x 23 km). Das Gitter reicht bis in etwa 11 km Höhe bei einer vertikalen Auflösung von 12 m in den unteren Schichten. Daran anschließend folgt eine genestete Simulationen mit 10 m horizontaler Maschenweite bei 432 x 456 Gitterpunkten (ca. 4.3 km x 4.6 km) sowie einer vertikalen Auflösung von 4 m in den unteren Schichten, wobei Baukörper dreidimensional dargestellt werden. Zuletzt schließt die innere hochaufgelöste Simulation mit 3 m horizontaler Maschenweite bei 384 x 432 Gitterpunkten (ca. 1.2 km x 1.3 km) sowie einer vertikalen Auflösung von 3 m in den unteren Schichten an. Dabei werden Baukörper und hohe Vegetation dreidimensional dargestellt. **Abb. 3.1** zeigt das Relief des äußeren Rechengebietes sowie die weiteren Simulationsgebiete als schwarze Rechtecke. Das Setup der Simulationen entspricht den Anforderungen der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 7 „Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle“ und der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 9 „Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle“.

Folgende Einteilung wurde für die vorkommenden Oberflächen u. a. gewählt:

- Bauwerke unterschiedlicher Größe, d. h. Gebäude (mittleres und inneres Gebiet),
- versiegelte oder teils versiegelte Oberflächen wie Straßen, Wege und Parkplätze,
- lockere bis dichte städtische Bebauung (äußeres Simulationsgebiet),
- Grünflächen, Grünflächen mit Sträuchern, vegetationsarme Flächen, landwirtschaftlich genutzte Flächen,
- Sportflächen, Wasserflächen und
- Waldflächen bzw. Baumgruppen als dreidimensionale Vegetation (inneres Gebiet).



3.2 Luftschadstoffe

Bei der Verbrennung des Kfz-Kraftstoffes wird eine Vielzahl von Schadstoffen freigesetzt, die die menschliche Gesundheit gefährden können. Im Rahmen des vorliegenden lufthygienischen Gutachtens ist zu prüfen, ob die durch die geplanten Baumaßnahmen verursachten Auswirkungen die Konzentrationen der Luftschadstoffe (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung in gesetzlich unzulässigem Maße erhöhen. Durch den Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten werden Rückschlüsse auf die Luftqualität gezogen. Für den Kfz-Verkehr relevant ist v.a. die 39. BImSchV.

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich unter Berücksichtigung der o. g. Grenzwerte und der derzeitigen Konzentrationsniveaus in Form eine Luftschadstoffleitkomponentenbetrachtung auf die v. a. vom Straßenverkehr erzeugten Schadstoffe Stickoxide. Nach Aufhebung der 23. BImSchV durch die 33. BImSchV (2004) liegen keine Beurteilungswerte für Ruß mehr vor. Im Zusammenhang mit Beiträgen durch den Kfz-Verkehr sind die Schadstoffe Benzol, Blei, Schwefeldioxid SO_2 , Kohlenmonoxid CO und Feinstaub (PM₁₀, PM_{2.5}) aufgrund der Emissionswerte und der derzeitigen Luftkonzentrationen von untergeordneter Bedeutung. Für Stickstoffmonoxid NO gibt es keine Beurteilungswerte. Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch Vergleich relativ zum entsprechenden Grenzwert.

3.2.1 Ausbreitungsrechnung mit MISKAM

Die Ausbreitungsrechnungen erfolgen ebenfalls mit dem in Kap. 3.1.2 beschriebenen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM.

Auf der Grundlage der verfügbaren Verkehrsmengen werden für das entsprechende Bezugsjahr die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen ermittelt. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.1 (UBA, 2019) bestimmt.

Die Emissionen werden in das Rechengitter übertragen und mit den oben erwähnten Windfeldern der Ausbreitungsrechnung mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM zugeführt. Unter Einbeziehung der Auftretenshäufigkeit aller möglichen Fälle der meteorologischen Verhältnisse (lokale Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik), der berechneten Emissionen des Verkehrs auf den Straßen innerhalb des Untersuchungsgebietes

und des Wochengangs der Emissionen werden die im Untersuchungsgebiet auftretenden Immissionen berechnet. Für die Ermittlung der NO₂-Immissionen werden die verkehrsbedingten Direktmissionen und ein vereinfachtes Chemiemodell zur Abbildung der NO-NO₂-Konversion berücksichtigt (Düring et al., 2011).

Aus der Häufigkeitsverteilung der berechneten verkehrsbedingten Schadstoffkonzentrationen (Zusatzbelastung) werden die statistischen Immissionskenngrößen Jahresmittel- bzw. Kurzzeitwerte des untersuchten Luftschadstoffes ermittelt. Dieser Zusatzbelastung, verursacht vom Verkehr innerhalb des Untersuchungsgebietes, wird die großräumig vorhandene Hintergrundbelastung überlagert. Die Hintergrundbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die Emissionen auf den berücksichtigten Straßen vorläge, wird auf der Grundlage von Messwerten an nahe gelegenen Standorten abgeschätzt.

3.2.2 Zusammenfassung der Beurteilungswerte

In **Tab. 3.1** werden die in der vorliegenden Studie verwendeten und im Anhang A1 erläuterten Beurteilungswerte für die relevanten Autoabgaskomponenten zusammenfassend dargestellt. Diese Beurteilungswerte sowie die entsprechende Nomenklatur werden im vorliegenden Gutachten durchgängig verwendet.

Schadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in µg/m ³	
		Jahresmittel	Kurzzeit
NO ₂	Grenzwert seit 2010	40	200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr)
PM10	Grenzwert seit 2005	40	50 (Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen/Jahr)
PM2.5	Grenzwert seit 2015	25	
PM2.5	Richtgrenzwert ab 2020	20	

Tab. 3.1: Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffimmissionen nach 39. BImSchV (2010) sowie Richtgrenzwert PM2.5 entsprechend EU-Luftqualitätsrichtlinie

Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt hier für NO₂ durch den Vergleich relativ zum Grenzwert.

3.2.3 Überschreitungshäufigkeit der Stundenwerte

Die 39. BImSchV definiert u.a. als Kurzzeitgrenzwert für NO₂ einen Stundenmittelwert von 200 µg/m³, der nur 18-mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen praktikablen Ansatz basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer et al., 2000) kann abgeschätzt werden, dass dieser Grenzwert dann eingehalten ist, wenn der 98-Perzentilwert 115 µg/m³ bis 170 µg/m³ nicht überschreitet. Die genannte Spannbreite, abgeleitet aus der Analyse von Messdaten verschiedener Messstellen, ist groß; die Interpretationen der Messdaten deuten darauf hin, dass bei einer Unterschreitung des 98-Perzentilwertes von 130 µg/m³ (= Äquivalentwert) der genannte Grenzwert für die maximalen Stundenwerte eingehalten wird.

4 BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES

Das Stadtgebiet von Wiesbaden erstreckt sich vom Rhein nach Norden und Nordwesten über die Wiesbadener Bucht bis zum Vortaunus und weist ein ausgeprägtes Relief auf, das sowohl bodennah Beeinflussungen der regionalen Windanströmungen als auch die Ausbildung von Kaltluftströmungen mit sich bringt. Das zu betrachtende Plangebiet liegt südöstlich der Innenstadt von Wiesbaden an der das Stadtgebiet durchführenden Hauptverkehrsstraße B 54, der Berliner Straße, die aus Südosten in das zentrale Stadtgebiet führt und am Plangebiet nach Westen mit dem Gustav-Stresemann-Ring zur Innenstadt schwenkt.

Der Bebauungsplan für das Parkhaus Berliner Straße ist Teil des Gesamtprojektes „Städtebauliche Entwicklung östlich der Brunhildenstraße“ in Wiesbaden, wobei für den Planfall auch weitere Bebauungsplanentwicklungen südlich und westlich des geplanten Parkhauses zu berücksichtigen sind.

Im Bebauungsplangebiet, d.h. westlich der Berliner Straße und südlich des Gustav-Stresemann-Rings wurden in den letzten Jahren Stellplatzbereiche entwickelt, die u.a. als Park-and-Ride-Anlagen Nutzung finden. Westlich schließen Sportflächennutzungen, südlich Schulnutzungen mit mehreren Gebäuden und Stellplatzanlagen sowie Wohngebiete an.

Für die Schulnutzungen sind schon derzeit Änderungen der baulichen Ausprägungen in Umsetzung und die Stellplatzanlagen sollen u.a. in das geplante Parkhaus verlagert werden.

Für das hier zu betrachtende geplante Parkhaus sind zwei Bauabschnitte in Diskussion, einmal eine Ausgestaltung für 1200 Stellplätze und im zweiten Schritt für 2000 Stellplätze mit einer Erweiterung des Gebäudes in der Breite. Die Planung sieht ein 8-geschossiges Parkhaus vor, wobei die Länge des Gebäudes entlang der Berliner Straße ca. 140 m umfasst und die Breite bis ca. 50 m.

In den benachbarten Bebauungsplanbereichen weisen die Gebäude bis zu sechs Geschosse und Höhen von 14 m bis 19 m auf. Die Gebäudelängen reichen bis zu 60 m.

Abb. 4.1 zeigt die Lage des Bebauungsplangebietes mit bestehender und geplanter Bebauung. **Abb. 4.2** zeigt eine perspektivische Ansicht der Bebauung im Bestand mit Blick aus Süden. Für den Planfall sind die geplanten Gebäude in der perspektivischen Ansicht braun eingezeichnet (**Abb. 4.3**).

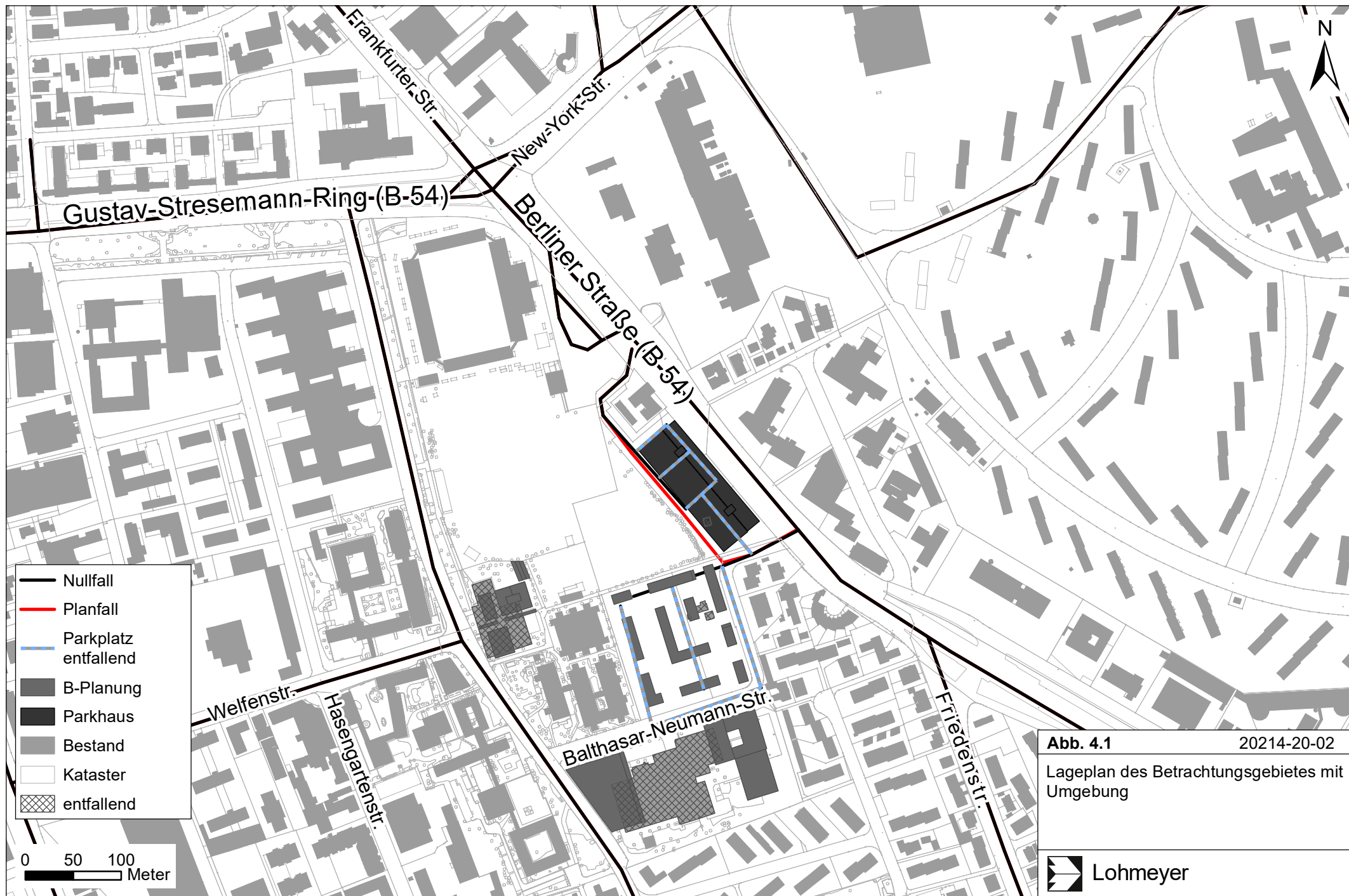


Abb. 4.1 20214-20-02

Lageplan des Betrachtungsgebietes mit Umgebung

 Lohmeyer

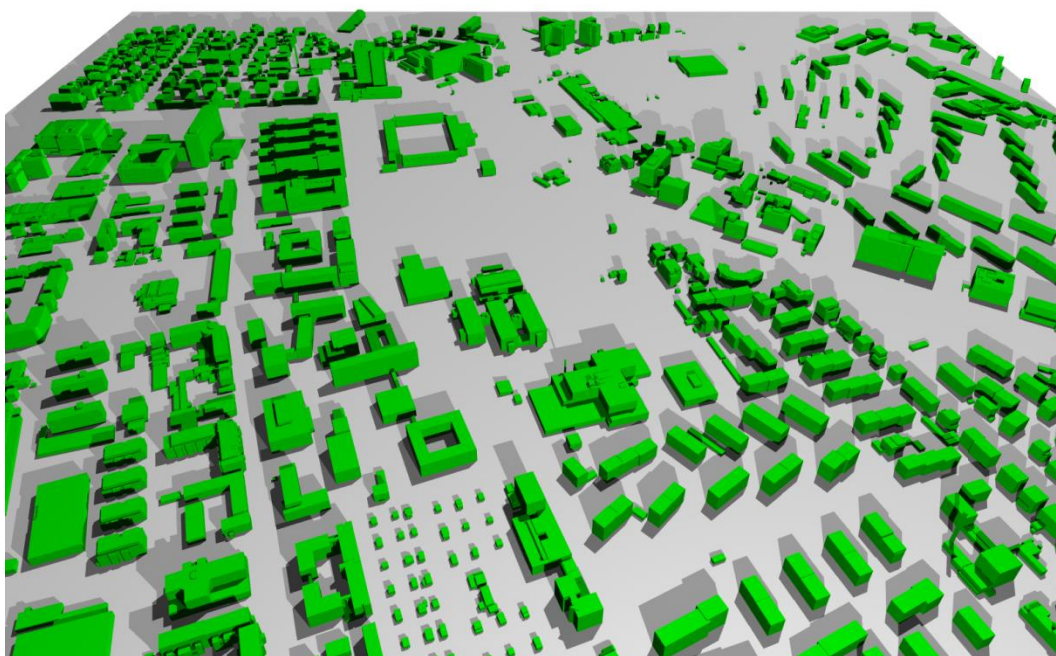


Abb. 4.2: Perspektivische Ansicht der Bebauung im Bestand mit Blick aus Süden



Abb. 4.3: Perspektivische Ansicht der Bebauung für den Planfall mit Blick aus Süden

4.1 Meteorologische Daten

4.1.1 Windfeld- und Ausbreitungsberechnungen

Für die Berechnung der Windverhältnisse werden Winddaten benötigt. Das sind Angaben über die Häufigkeit verschiedener Ausbreitungsverhältnisse in den unteren Luftschichten, die durch Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der Atmosphäre definiert sind.

Das Betrachtungsgebiet liegt in einem Bereich, in dem keine langjährigen Windmessdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) vorliegen. Die umliegenden DWD-Station befinden sich im Abstand von mehr als 10 km in südlicher Richtung in Mainz, ca. 20 km südöstlich am Flughafen Frankfurt, ca. 20 km nordöstlich in Königstein und ca. 23 km westlich in Geisenheim. In Wiesbaden werden ca. 2,4 km südwestlich vom Plangebiet an der Luftmessstation im Rheingraben auch Windmessungen durchgeführt. Die entsprechende Windrose ist in **Abb. 4.4** aufgezeigt und weist als Hauptwindrichtungen südwestliche bis westliche Richtungen auf. Nordwestliche Richtungen sind häufig mit geringen Windgeschwindigkeiten vertreten, die auf nächtliche Kaltluftströmungen deuten. Ein weiteres Richtungsmaximum tritt bei nordöstlichen bis östlichen Richtungen auf. Die erfasste mittlere Windgeschwindigkeit ist mit ca. 1,6 m/s gering, u.a. bedingt durch die Lage am Siedlungsrand und im Nahbereich von Laubbäumen.

Weiter liegen für Deutschland flächenhaft regional repräsentative Winddaten der Jahre 2008 bis 2017 mit den Reanalysedaten des DWD (Bollmeyer et al., Borsche et al., Kaiser-Weiss et al., 2015; Borsche et al., 2016) vor, die als Flächenmittelwerte für ca. 6 km x 6 km verfügbar sind und in denen in entsprechender räumlicher Auflösung das Relief und die mittlere Landnutzung berücksichtigt sind. Aus diesen Daten wurden für die vorliegende Aufgabenstellung die Winddaten für Wiesbaden ausgelesen.

Die entsprechende Windrose ist in **Abb. 4.5** aufgezeigt. Die Hauptwindrichtungen werden durch Winde aus dem südwestlichen bis westlichen Sektor geprägt; Winde aus dem nördlichen Sektor kommen häufig vor und Winde aus dem nordöstlichen bis östlichen Sektor sind ebenfalls mit erhöhter Häufigkeit vertreten. Die mittlere Windgeschwindigkeit wurde mit ca. 2,6 m/s in 10 m über der Landnutzung erfasst.

Für die Windfeld- und Ausbreitungsrechnungen werden die beschriebenen Winddaten der Reanalysedaten für Wiesbaden unter Berücksichtigung der Rauigkeiten in der Umgebung des Plangebietes herangezogen.

Windverteilung in Prozent

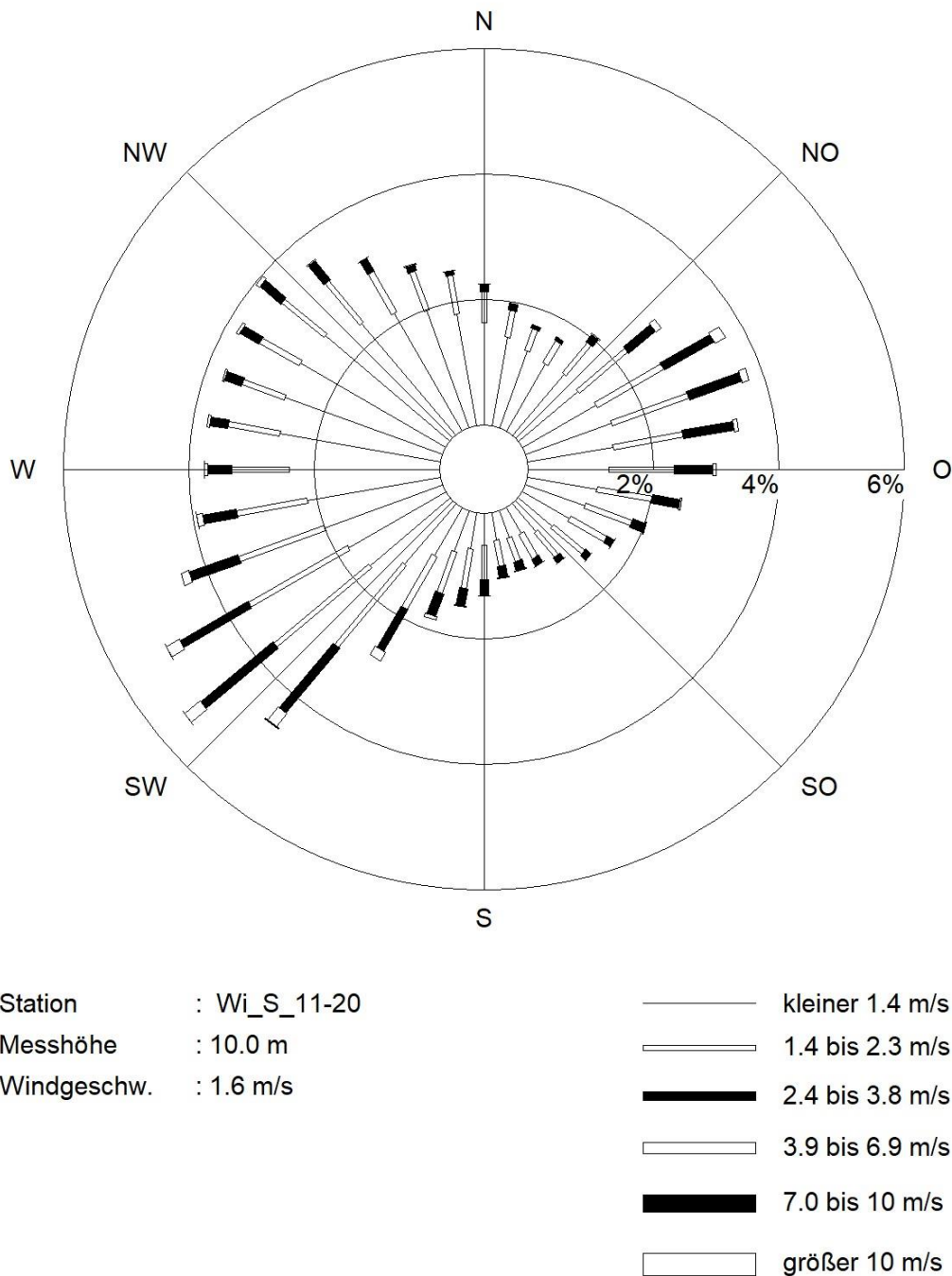


Abb. 4.4: Windrose Wiesbaden-Süd, Zeitraum 2011 bis 2020 (Quelle: HLNUG).

Windverteilung in Prozent

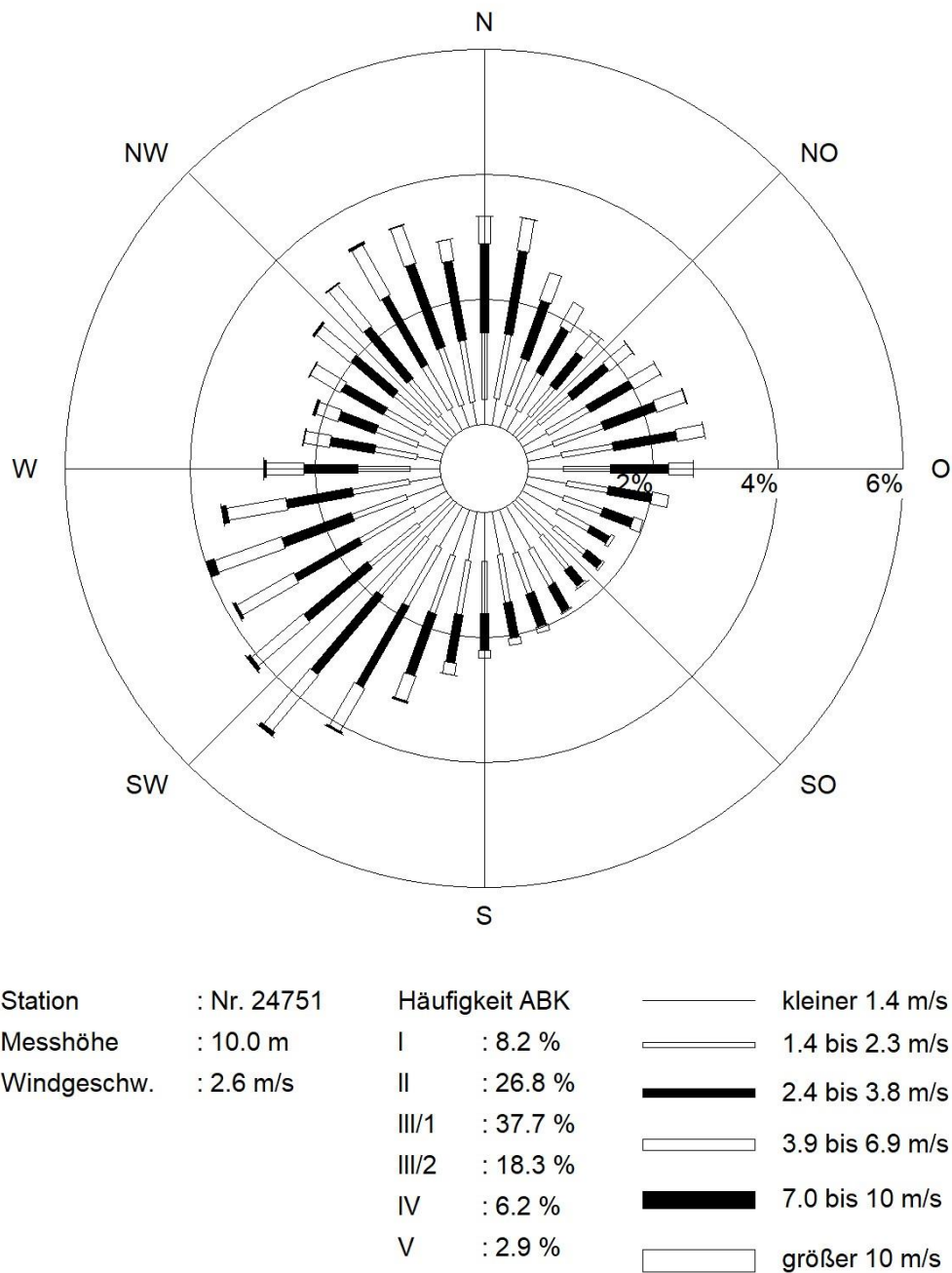


Abb. 4.5: Windrose der Reanalysedaten des DWD für den Zeitraum 2008 bis 2017 für den Bereich Wiesbaden (Quelle: DWD).

4.1.2 Bioklima und der Kaltluftströmungen

An einem schwachwindigen sommerlichen Strahlungstag ergeben sich im Untersuchungsgebiet und der Umgebung tagsüber häufig schwache Anströmungen aus östlichen bis südöstlichen Richtungen. Nachts werden bei solch einer sommerlichen autochthonen Wetterlage Anströmungen aus nördlichen Richtungen beobachtet, die den Kaltluftströmungen aus dem Taunus entsprechen. Für die bioklimatischen Simulationen mit PALM-4U erfolgt daher tagsüber ein Antrieb mit schwacher ostsüdöstlicher Anströmung, nachts wird ohne Antrieb gerechnet, da das Modell die Kaltluftströmungen selbst ausbildet. **Abb. 4.6** zeigt die Temperatur und Luftfeuchte vom 23.07.2018 bis 26.07.2018 an der Station Wiesbaden-Süd des HLNUG, **Abb. 4.7** zeigt die dazugehörige Windrichtung und Windgeschwindigkeit. Vom 23.07.2018 bis 25.07.2018 werden Höchstwerte der Lufttemperatur von knapp über 30 °C am 23.07.2018 bis über 35 °C am 25.07.2018 gemessen. Nachts sinken die Temperaturen auf bis zu 17 °C am Morgen des 24.07.2018, 18 °C bis 19 °C am Morgen des 25.07.2018 und knapp über 20 °C am 26.07.2018. Der Tagesgang der relativen Luftfeuchte verläuft etwa invers zu derjenigen der Temperatur. An allen gezeigten Tagen werden tagsüber ab dem Mittag größtenteils Windgeschwindigkeiten zwischen 1 m/s und 2 m/s gemessen. Im Laufe der Nacht flaut der Wind auf weniger als 1 m/s ab. Die Anströmungsrichtung ist am 23.07.2018 tagsüber Süd, am 24.07.2018 meist Ost bis Südost und am 25.07.2018 Ost bis Süd. Nachts dreht der Wind durchgehend auf nordwestliche bis nördliche Richtungen, die den Richtungen der Kaltluftströmungen an der Messstelle entsprechen. Als Initialisierung des Anfangszustandes der bioklimatischen Simulationen wurden die Werte des 24.07.2018 um 02 MESZ gewählt.

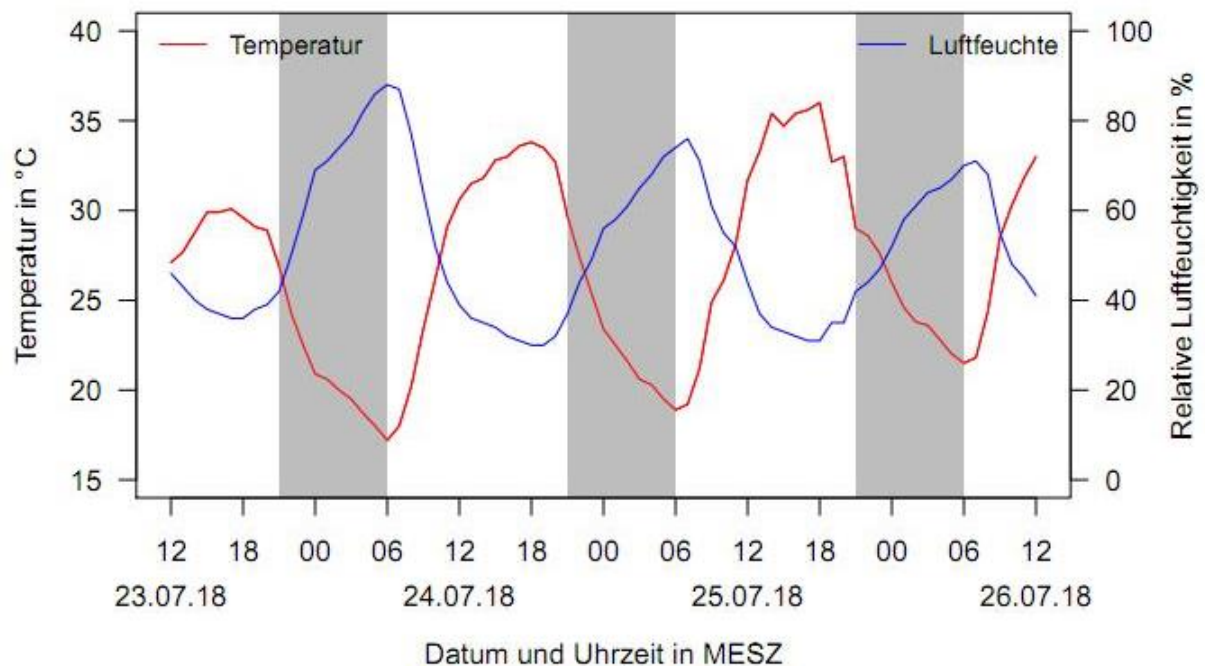


Abb. 4.6: Zeitreihen der Lufttemperatur (rot) und relativen Luftfeuchtigkeit (blau) an der HLNUG-Station Wiesbaden-Süd vom 23.07.2018 bis 26.07.2018. Nachtstunden sind grau eingefärbt. Quelle: HLNUG.

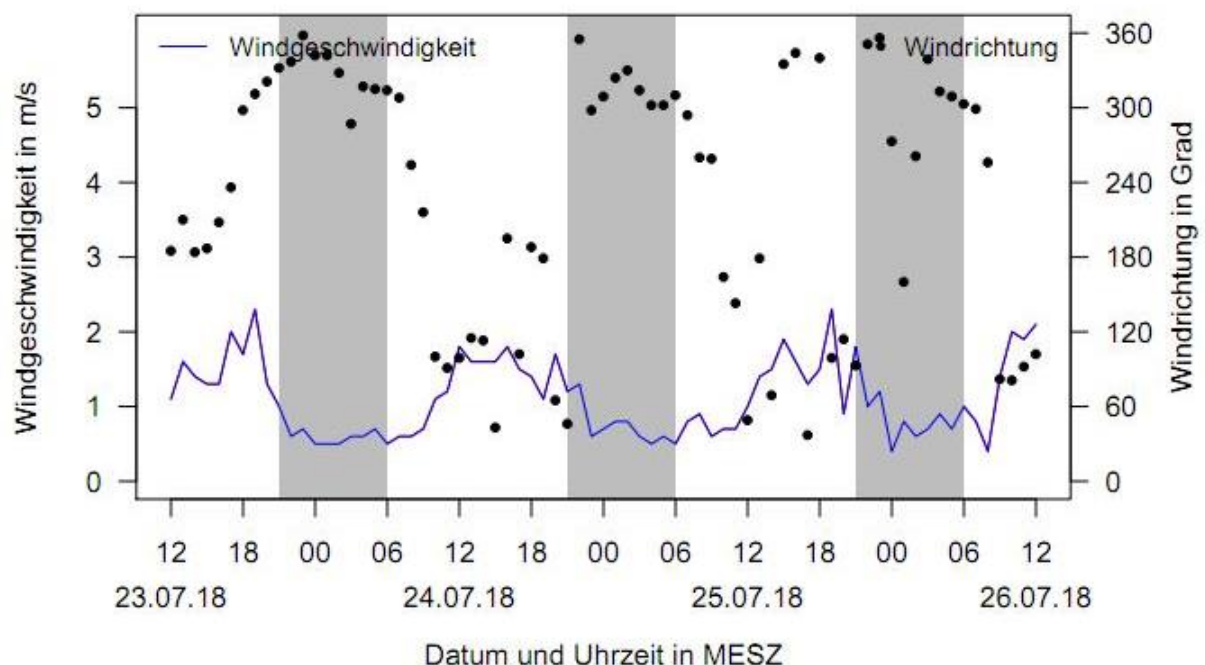


Abb. 4.7: Zeitreihen der Windgeschwindigkeit (blau) und Windrichtung (schwarz) an der HLNUG-Station Wiesbaden-Süd vom 23.07.2018 bis 26.07.2018. Nachtstunden sind grau eingefärbt. Quelle: HLNUG

4.1.3 Schadstoffhintergrundbelastung

Die Immission eines Schadstoffes im Nahbereich von Straßen setzt sich aus der großräumig vorhandenen Hintergrundbelastung und der straßenverkehrsbedingten Zusatzbelastung zusammen. Die Hintergrundbelastung entsteht durch Überlagerung von Immissionen aus Industrie, Hausbrand, nicht detailliert betrachtetem Nebenstraßenverkehr und weiter entfernt fließendem Verkehr sowie überregionalem Ferntransport von Schadstoffen. Es ist die Schadstoffbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne Verkehr auf den explizit in die Untersuchung einbezogenen Straßen vorliegen würde.

Das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) betreibt das Messnetz für Luftschadstoffe in Hessen und das Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (LUWG) betreibt das Zentrale Immissionsmessnetz (ZIMEN) in Rheinland-Pfalz. In den Jahresberichten über die Immissionsmesswerte sind u.a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden (HLNUG, 2012-2020, LUWG, 2012-2020). Für das Jahr 2020 liegen vorläufige Werte vor, die über die Internetseiten des Umweltbundesamtes (UBA) abrufbar sind. Die vorliegenden Daten für die dem Untersuchungsgebiet nächstgelegenen Stationen sind auszugsweise in **Tab. 4.1** aufgeführt.

Die Messwerte weisen die relativ höchsten Konzentrationen für NO₂-Jahresmittelwerte und vor allem für die verkehrsnahen Messstandorte auf. Die PM₁₀-Konzentrationen sind gegenüber den erfassten NO₂-Konzentrationen an den verkehrsnahen Messstandorten deutlich geringer. Für PM_{2.5} liegen an wenigen der genannten Messstandorten Angaben vor, die in den letzten vier Jahren zwischen 10 µg/m³ und 13 µg/m³ lagen. Die Ozonkonzentration wird mit 46 µg/m³ für die NO-NO₂-Konversion mittels vereinfachtem Chemiemodell (Düring et al., 2011) angesetzt.

Aus den verfügbaren Messdaten der Station Wiesbaden-Süd werden für die Immissionsprognosen die Werte der **Tab. 4.2** für die Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet angesetzt.

	Jahr	Wiesbaden-Süd	Wiesbaden, Schiersteiner Str.	Wiesbaden-Ringkirche	Mainz-Mombach	Mainz-Parcusstraße	Mainz-Rheinallee	Mainz-Zitadelle
NO ₂ Jahresmittel in µg/m ³	2011	32	-	58	28	56	45	40
	2012	33	60	57	27	56	42	37
	2013	33	60	55	26	58	41	37
	2014	30	56	53	25	57	43	38
	2015	29	56	53	23	57	40	39
	2016	28	51	53	24	53	39	36
	2017	29	50	49	23	48	36	33
	2018	28	47	48	24	47	38	33
	2019	26	45	44	21	42	34	30
	2020	v 22	v 37	v 37	v 17	v 34	v 30	v 24
PM10 Jahresmittel in µg/m ³	2011	20	-	25	19	27	-	23
	2012	19	22	22	17	23	-	20
	2013	20	22	22	18	23	-	20
	2014	20	21	21	18	24	-	20
	2015	19	21	21	19	24	-	20
	2016	16	19	19	18	22	-	19
	2017	17	19	19	17	24	-	20
	2018	18	18	18	18	24	-	20
	2019	15	16	16	16	22	-	19
	2020	v 15	v 16	v 15	v 15	v 19	-	v 17
PM10- Überschreitungstage (Anzahl)	2011	10	-	25	19	37	-	26
	2012	6	7	8	3	9	-	7
	2013	9	10	11	10	19	-	13
	2014	8	6	8	8	18	-	10
	2015	5	6	8	6	15	-	10
	2016	1	2	1	3	7	-	3
	2017	6	9	7	10	18	-	12
	2018	5	2	3	6	9	-	6
	2019	0	0	2	3	18	-	3
	2020	v 1	v 1	v 2	v 2	v 4	-	v 3

Tab. 4.1: Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte an Messstationen in der Umgebung des Untersuchungsgebietes (HLNUG, 2012-2020, LfU, 2012-2020, UBA, 2021);
v = vorläufige Daten

Schadstoff	Jahresmittelwert in µg/m ³
NO ₂	26

Tab. 4.2: Angesetzte Schadstoffhintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet im Bezugsjahr 2019/2022

4.1.4 Verkehrsdaten

Die Verkehrsbelegungsdaten wurden durch den Auftraggeber in Form von Plänen aus dem „Verkehrsgutachten Parkhaus Berliner Straße in Wiesbaden“ von der Ingenieurgesellschaft Habermehl-Follmann mit dem Stand 12/2020 als schalltechnische Parameter DTV für den Prognose Nullfall und den Prognose Planfall Verfügung gestellt. Das sind für zwei Abschnitte der Berliner Straße und die Balthasar-Neumann-Straße Angaben der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken (DTV) und der LKW-Fahrten im Prognosejahr 2030. Des Weiteren wurden von der Heinz + Feier GmbH ergänzende Verkehrsdaten für die Balthasar-Neumann-Straße und Brunhildenstraße Nord mit dem Stand März 2021 zur Verfügung gestellt, in denen auch umliegende Gebietsentwicklungen (z. B. Welfenstraße) berücksichtigt sind. Die Verkehrsbelegungsdaten werden hier unverändert auf das Bezugsjahr 2022 angewendet, dem Bezugsjahr der möglichen Inbetriebnahme wesentlicher Teile der Planung.

Die Verkehrsbelegungsdaten sind für die zu betrachtenden Untersuchungsfälle in **Tab. 4.3** aufgezeigt.

	Nullfall DTV	Nullfall SV	Planfall DTV	Planfall SV
Berliner Straße nach Nordwesten	58 370	4.1%	59 775	4.0%
Berliner Straße nach Südosten	57 930	4.1%	61 425	3.9%
Balthasar-Neumann-Straße (Ost)	3 180	0.5%	5 235	0.5%
Balthasar-Neumann-Straße (West)	2 502	0.8%	2 708	0.8%
Brunhildenstraße (Nord)	4 488	2.7%	5 068	2.7%
Brunhildenstraße (Süd)	3 999	3.1%	4 402	3.1%

Tab. 4.3: Verkehrsdaten für das Plangebiet, Prognose 2030

Für weitere Abschnitte der Hauptverkehrsstraßen im Rechengebiet werden orientierend Verkehrsdaten aus den Betrachtungen für die Luftreinhalteplanung übernommen (Lohmeyer, 2014).

An der Berliner Straße nahe der Kreuzung mit dem Gustav-Stresemann-Ring besteht eine Stellplatzanlage mit ca. 100 Stellplätzen, die u.a. als Park-and-Ride-Anlage genutzt wird. Südlich davon wurde in den letzten Jahren eine weitere Stellplatzanlage mit ca. 250 Stellplätzen eingerichtet, die u.a. als Park-and-Ride-Anlage genutzt wird. Für beide Anlagen wird angesetzt, dass im Mittel ein vierfacher täglicher Stellplatzwechsel erfolgt.

Das geplante Parkhaus mit bis zu 2 000 Stellplätzen umfasst auch den Bereich der größeren bestehenden Stellplatzanlage und ersetzt diese. Direkte Angaben über die Frequentierung

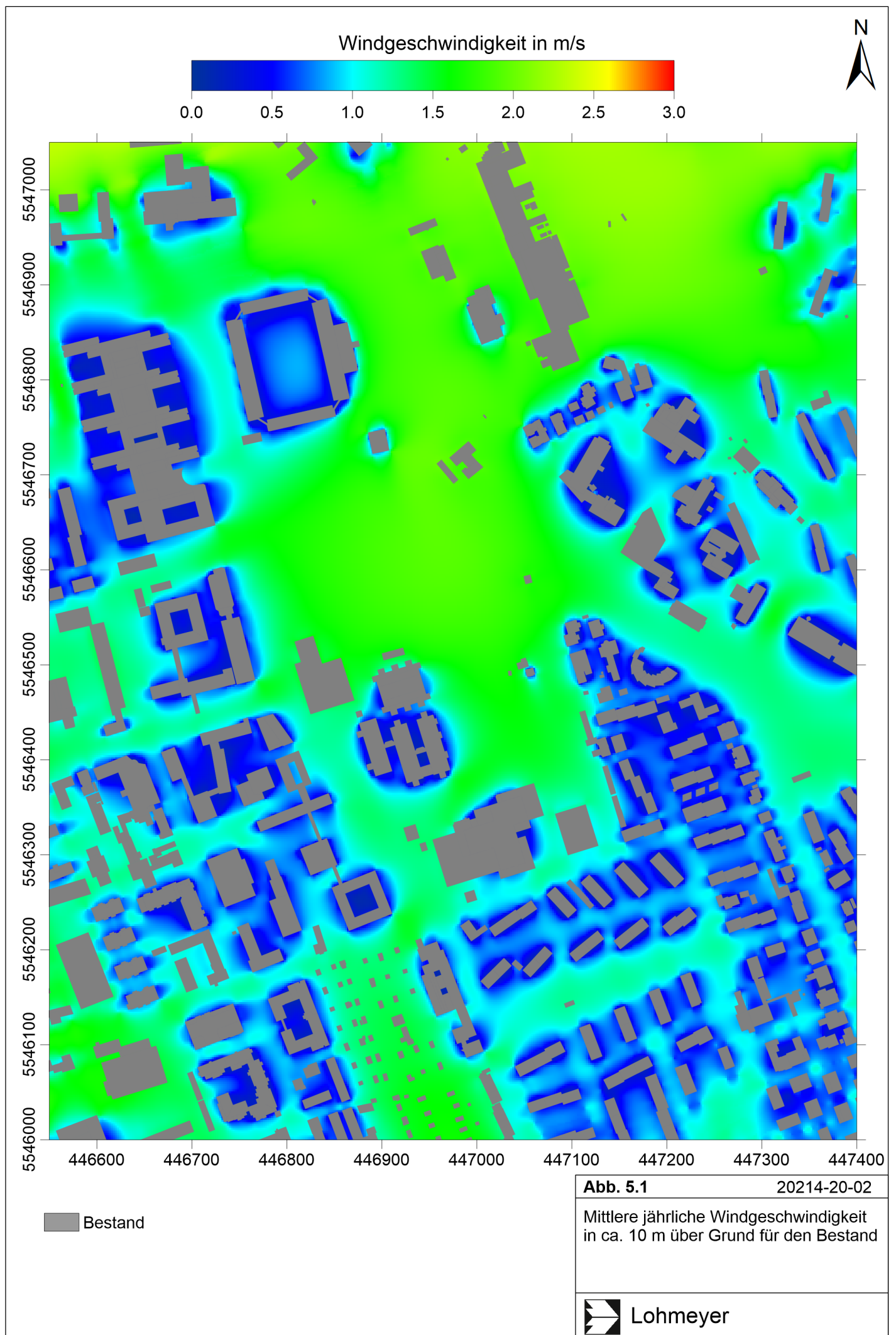
des geplanten Parkhauses liegen nicht vor. Unter der Annahme, dass Teile des Parkhauses auch der Park-and-Ride-Nutzung verfügbar bleiben, wird hier als konservative Annahme im Mittel ein dreifacher täglicher Stellplatzwechsel angesetzt.

5 ERGEBNISSE DER WINDFELDBERECHNUNGEN

Mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM werden Strömungsrechnungen für alle Windrichtungen in 10-Grad-Schritten durchgeführt. Unter Verwendung der für das Betrachtungsgebiet repräsentativen Häufigkeiten der Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilungen werden Jahreswerte der mittleren Windgeschwindigkeit für jede Box im Rechengitter berechnet. Die Ausgabe erfolgt für zwei ausgewählte Höhen über Grund. Dafür bieten sich die Höhen von ca. 10 m über Grund in Anlehnung an die in Deutschland üblichen Messhöhen verfügbarer und repräsentativer Windmessdaten sowie 1.5 m über Grund für den Aufenthaltsbereich des Menschen im Freien an.

Mit der regional repräsentativen Windstatistik werden die jahresbezogenen Windverhältnisse berechnet. Die berechneten Angaben (in m/s) sind einer Farbskala zugeordnet. Die Farbskala wurde so gewählt, dass sowohl die maximal als auch die minimal berechneten mittleren Windgeschwindigkeiten einer Höschicht enthalten sind und die in den Windrosen für Wiesbaden beschriebenen Windgeschwindigkeiten mit gelber Farbe für die relativ ungestörten Anströmungen (Reanalysedaten) und mit grüner Farbe für siedlungsbeeinflusste Verhältnisse (Luftmessstandort) dargestellt ist. Niedrige mittlere Windgeschwindigkeiten werden durch grüne und blaue, höhere Windgeschwindigkeiten durch rötliche Farbtöne symbolisiert. Die bestehende Bebauung ist in den Abbildungen in grauer Farbe dargestellt.

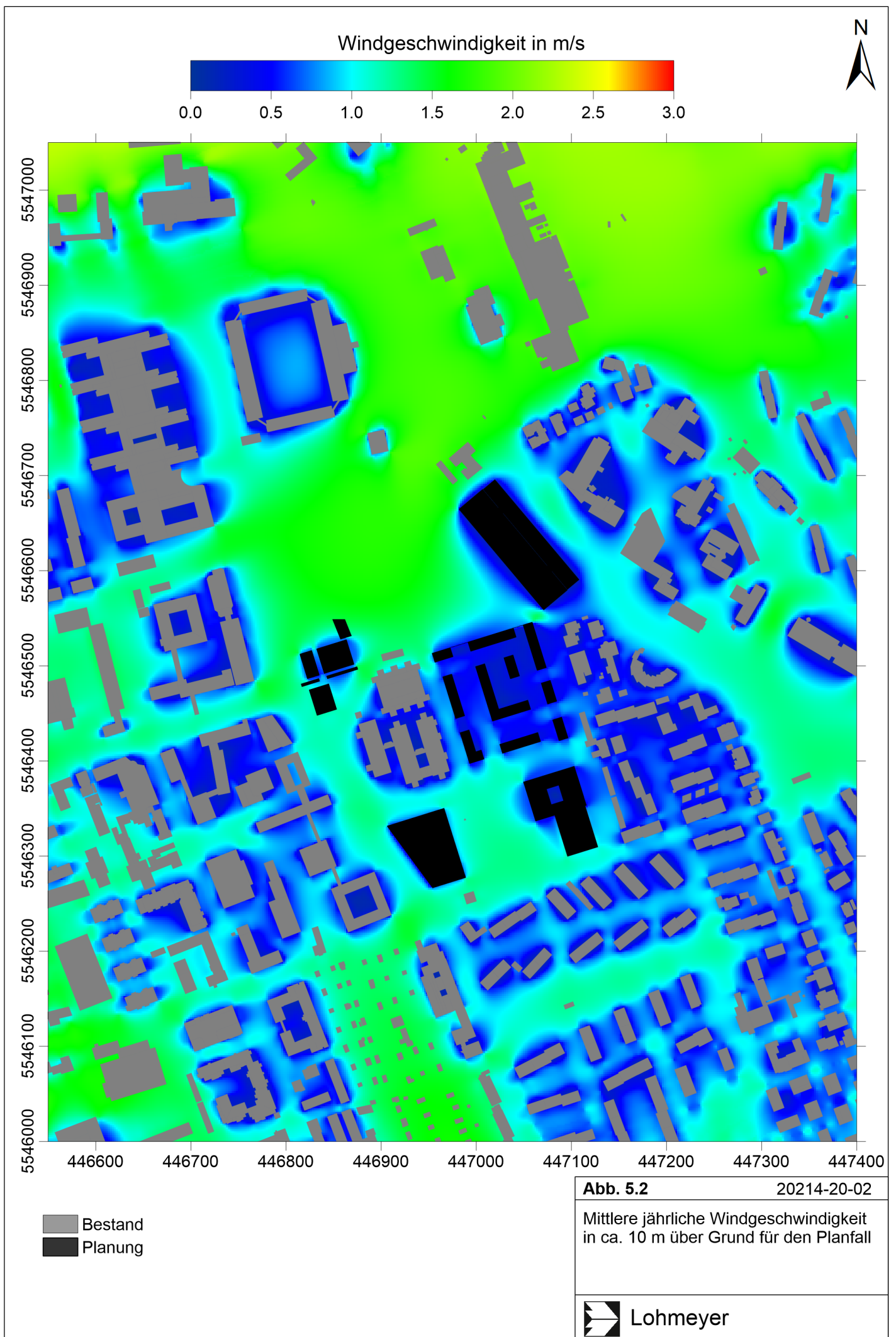
Abb. 5.1 zeigt die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit in etwa 10 m Höhe für den Bestand. In ungestörten, von Bebauung freigehaltenen Bereichen wird eine mittlere jährliche Windgeschwindigkeit bis ca. 2 m/s erreicht, wie beispielsweise auf den von Bebauung freigehaltenen Flächen im zentralen und nördlichen Abbildungsbereich. Im Nahbereich der bestehenden höheren Gebäuden werden überwiegend weniger als 1 m/s im Jahresmittel berechnet; über dem Dachniveau der niederen Gebäude sich auch mittlere Windgeschwindigkeiten um 1.5 m/s berechnet, die am Rand der dargestellten Gebäude ablesbar sind. Im Bereich dicht stehender mehrgeschossiger Gebäude sind auch mittlere Windgeschwindigkeiten unter 0.5 m/s in dieser Höhe berechnet. In breiten Straßenräumen, wie der Berliner Straße oder dem Gustav-Stresemann-Ring sind mittlere Windgeschwindigkeiten über 1 m/s berechnet; das trifft auch langgestreckte Bereiche mit Orientierung der Hauptwindrichtung zu, wie entlang der Welfenstraße. In anderen langgestreckten Straßenräumen wie der Friedenstraße oder Hasengartenstraße werden mittlere Windgeschwindigkeiten von 1 m/s oder geringer dargestellt.

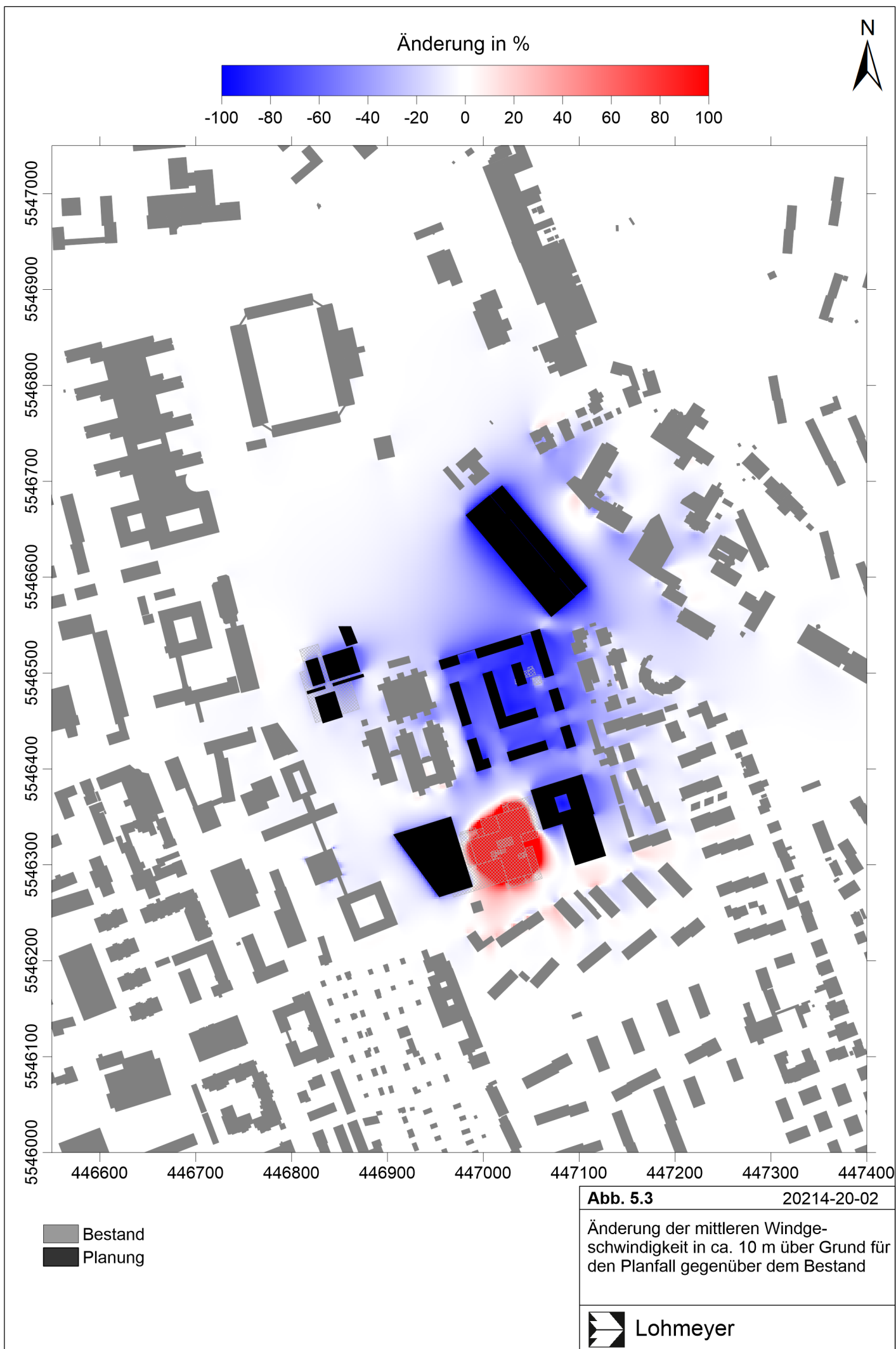


Für den Planfall mit der dargestellten geplanten Gebäudekonstellation für das geplante Parkhaus mit 2. Bauabschnitt und den Umsetzungen benachbarter Bauvorhaben sind die berechneten Windgeschwindigkeiten in 10 m über Grund in **Abb. 5.2** dargestellt, wobei die geplante Bebauung schwarz eingezeichnet ist. Im Nahbereich des langgestreckten hohen Parkhausgebäudes sind mittlere Windgeschwindigkeiten bis 0.5 m/s und in den benachbarten Bereichen über der Berliner Straße und der westlichen Freifläche sind auch mittlere Windgeschwindigkeiten unter 1 m/s berechnet. In der aus mehreren Baukörpern bestehenden Bebauung südlich des Parkhauses sind überwiegend mittlere Windgeschwindigkeiten unter 1 m/s, teils um 0.5 m/s dargestellt, wobei dort am Nordrand aktuelle Planungen das Verschließen der Lücken zwischen den Gebäuden mit einer Schallschutzwand in den unteren 4 Stockwerken vorsieht. Damit wird der Luftaustausch in dieser Höhe praktisch unterbunden. Außerhalb der direkten Umgebung der geplanten Gebäude sind überwiegend mit dem Bestand vergleichbare mittlere Windgeschwindigkeiten abzulesen.

Für die Beschreibung der Auswirkungen der baulichen Planungen auf die Durchlüftungsverhältnisse werden in **Abb. 5.3** die relativen Änderungen der mittleren Windgeschwindigkeiten im Planfall gegenüber dem Istzustand für den Höhenbereich von ca. 10 m über Grund aufgetragen. Dafür wird die Differenz der Windgeschwindigkeiten zwischen dem Planfall und dem Istzustand bezogen auf den Istzustand berechnet und als prozentuale Änderung angegeben. Die Farbskala reicht von blauen über weiße bis zu roten Farbtönen. Bereiche mit Windgeschwindigkeitsreduktionen gegenüber dem Istzustand werden entsprechend der prozentualen Abweichung unterschiedlich intensiv blau dargestellt. Gleichbleibende Windgeschwindigkeiten sind mit weißer Farbe gekennzeichnet und Bereiche mit Windgeschwindigkeitserhöhungen werden in unterschiedlichen Rottönen angegeben. Bei der Interpretation dieser Abbildung ist zu berücksichtigen, dass schon im Istzustand keine einheitlichen bodennahen Windgeschwindigkeiten vorherrschen. In Gebieten mit geringen Windgeschwindigkeiten wirken sich deshalb schon geringe Änderungen deutlich auf das prozentuale Verhältnis aus und erhalten folglich eine intensivere Einfärbung. Bei hohen Ausgangs-Windgeschwindigkeiten muss dagegen die absolute Windgeschwindigkeitsänderung im Planzustand wesentlich höher ausfallen, um mit der gleichen Farbtintensität dargestellt zu werden. Dies bedeutet, dass bei der Interpretation der Differenzdarstellungen auch immer die strömungsdynamische Ausgangssituation zu berücksichtigen ist.

Danach sind verbunden mit der geplanten Bebauung für das Parkhaus und weitere bauliche Entwicklungen in der direkten Umgebung der geplanten Gebäude Verringerungen der mittleren Windgeschwindigkeiten in dieser Höhe zu erwarten (**Abb. 5.3**). Bis in einen Abstand von



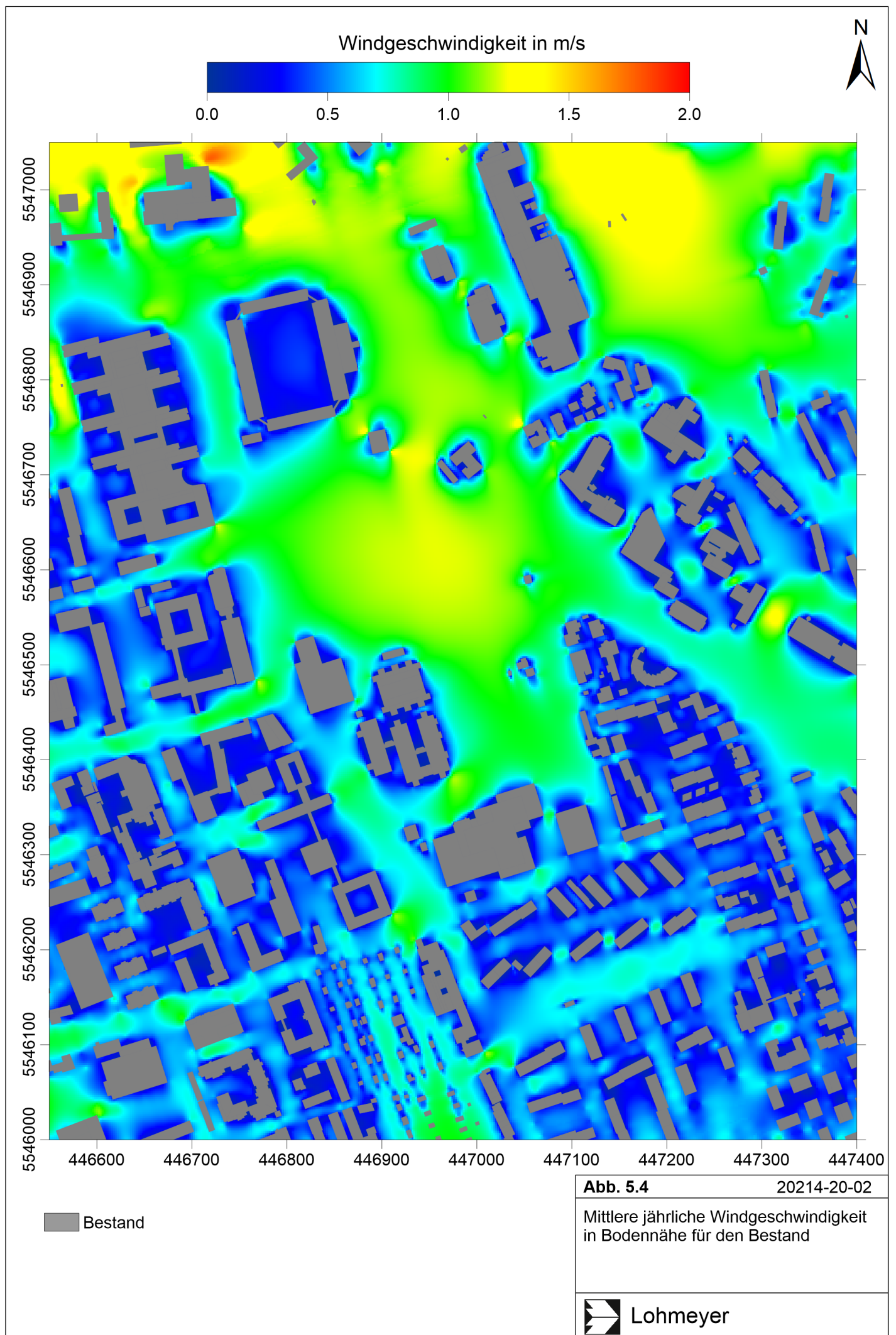


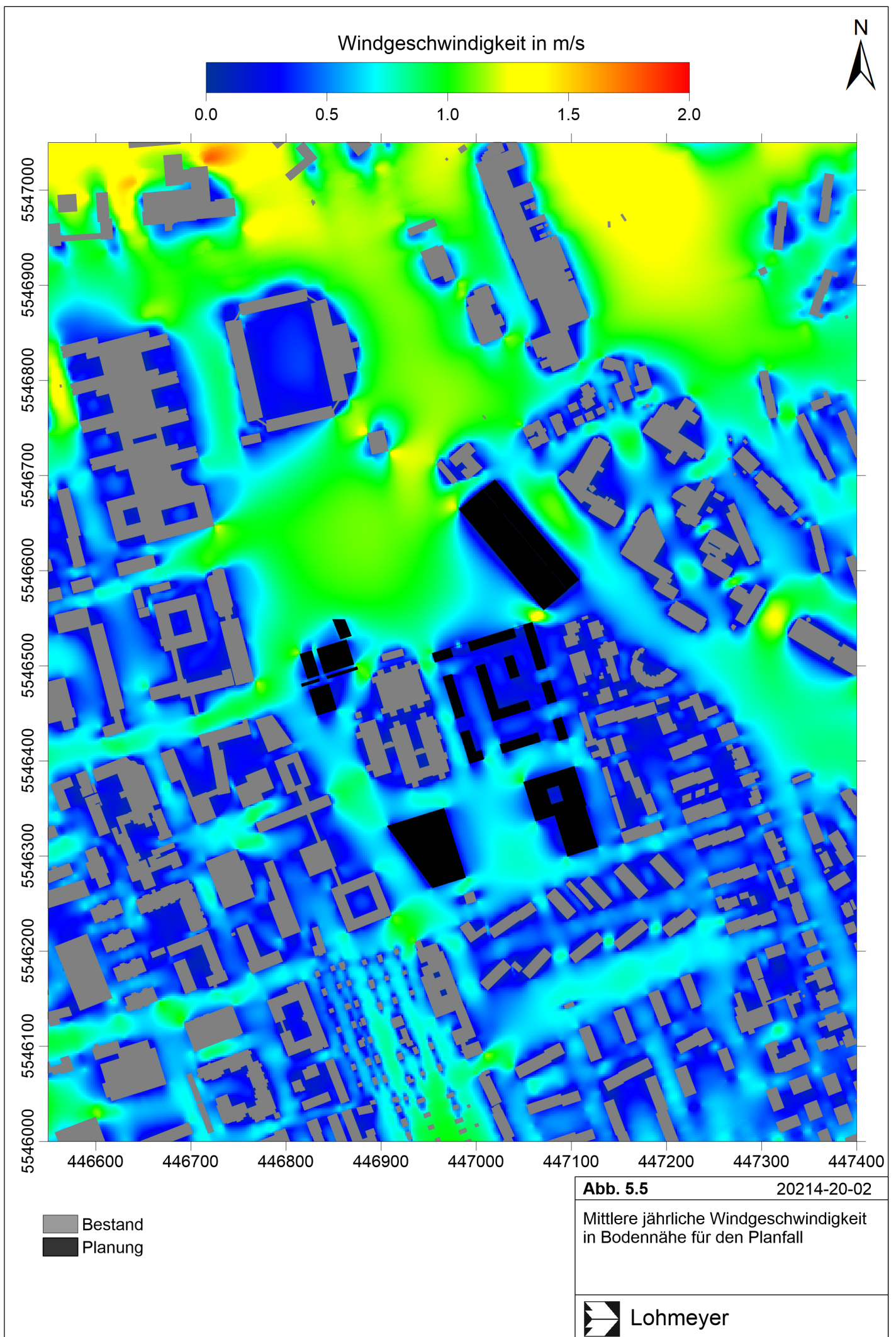
ca. 150 m nordöstlich von dem geplanten Parkhaus sind Verringerungen der mittleren Windgeschwindigkeiten um mehr als 10% verbunden, d.h. dort sind gewisse Einschränkungen der Durchlüftungsverhältnisse zu erwarten. Über dem Straßenraum der Berliner Straße wechseln sich kleinräumig Bereiche mit Verringerungen oder Zunahmen der mittleren jährlichen Windgeschwindigkeit ab. Im Nahbereich der weiteren geplanten Gebäude überwiegen Verringerungen der mittleren jährlichen Windgeschwindigkeiten mit Ausnahme der Bereiche, in denen bisher bestehende Gebäude entfernt und nur teilweise ersetzt werden, da dort relative Zunahmen der Windgeschwindigkeiten dargestellt sind. In den nicht überbauten Bereichen südlich der geplanten hohen Schallschutzverschließungen sind sehr intensive Verringerungen der Windgeschwindigkeiten berechnet.

In **Abb. 5.4** sind die berechneten mittleren Windgeschwindigkeiten in Bodennähe, d.h. in 1.5 m über Grund entsprechend dem Aufenthaltsbereich der Menschen im Freien, dargestellt, wobei gegenüber der Auswertehöhe von 10 m eine abweichende Farblegende verwendet wird.

Über zusammenhängenden größeren, nicht bebauten Bereichen, wie beispielsweise auf den von Bebauung freigehaltenen Flächen im zentralen und nördlichen Abbildungsbereich, wird eine mittlere Windgeschwindigkeit um 1.3 m/s berechnet. Im Nahbereich der bestehenden Gebäude werden überwiegend weniger als 0.5 m/s im Jahresmittel berechnet. In breiten Straßenräumen, wie der Berliner Straße oder dem Gustav-Stresemann-Ring sind mittlere Windgeschwindigkeiten von 1 m/s berechnet; das trifft auch langgestreckte Bereiche mit Orientierung der Hauptwindrichtung zu, wie entlang der Welfenstraße. In anderen langgestreckten Straßenräumen wie der Friedenstraße oder Hasengartenstraße werden mittlere Windgeschwindigkeiten unter 1 m/s abgeleitet. Vereinzelt treten an zu Freiflächen orientierten Gebäudekanten durch deren Umströmung erhöhte bodennahe Windgeschwindigkeiten auf, die auf erhöhte Böigkeiten bei den Hauptwindrichtungen zurückzuführen sind. Das trifft teilweise auch an Engstellen zwischen hohen Gebäuden auf.

Auch in 1.5 m über Grund sind für den Planfall in dem Bereich der geplanten Bebauung und in deren Übergangsbereichen zu bestehender Bebauung überwiegend mittlere Windgeschwindigkeiten unter 0.5 m/s berechnet, wie in **Abb. 5.5** dargestellt. Im Nahbereich des langgestreckten hohen Parkhausgebäudes sind mittlere Windgeschwindigkeiten unter 0.5 m/s berechnet. An den beiden westlichen Gebäudeecken sind kleinräumig erhöhte mittlere Windgeschwindigkeiten bis 1.3 m/s und erhöhten Böigkeiten bei den Hauptwindrichtungen prognostiziert. Im Bereich des geplanten Parkhauses variieren über der Berliner Straße





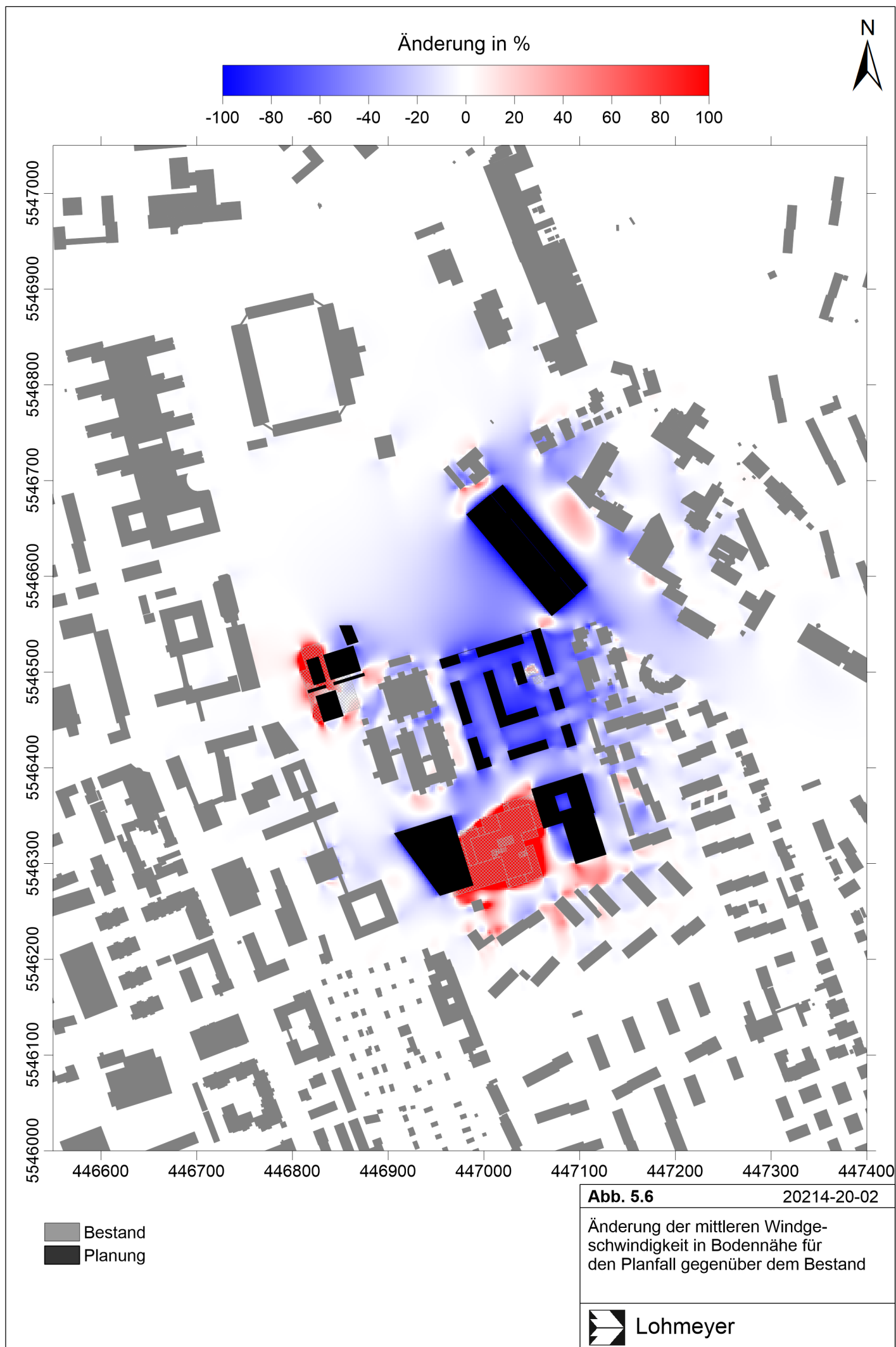
kleinräumig Bereiche mit mittleren Windgeschwindigkeiten unter 0.5 m/s und leicht über 1 m/s.

In der aus mehreren Baukörpern bestehenden Bebauung südlich des Parkhauses sind trotz der verschließenden Schallschutzwände Durchgänge in den Planunterlagen eingetragen; hier wurden ca. 3 m hohe und 4 m breite Durchgänge in den Berechnungen vorgesehen mit einer südlich parallel versetzten weiteren, ca. 3.6 m hohen Schallschutzwand, also bodennah winddurchlässige Strukturen. Trotz der Durchlässe ergeben sich dort bodennah flächig Windgeschwindigkeiten deutlich unter 0.5 m/s aber keine komplette Windstille.

In weiteren Bereichen dieser Bebauung sind überwiegend mittlere Windgeschwindigkeiten unter 0.5 m/s dargestellt. Außerhalb der direkten Umgebung der geplanten Gebäude sind überwiegend mit dem Bestand vergleichbare mittlere Windgeschwindigkeiten abzulesen.

Die Änderungen der mittleren Windgeschwindigkeiten in Bodennähe im Planfall gegenüber dem Bestand sind in **Abb. 5.6** aufgezeigt. Danach überwiegen im Nahbereich der geplanten Gebäude kleinräumig Bereiche mit relativer Abnahme der bodennahen Windgeschwindigkeiten gegenüber dem derzeitigen Zustand. Zwischen den geplanten Baukörpern sind teilweise kleinräumig an Gebäudeecken oder Engstellen Bereiche mit Zunahmen der bodennahen Windgeschwindigkeit gegenüber dem Bestand dargestellt, in denen wie oben beschrieben erhöhte Böigkeiten zu erwarten sind; im Nahbereich entfallender Gebäude ohne direkte zukünftige Bauten sind ebenfalls relative Zunahmen der bodennahen Windgeschwindigkeiten abgeleitet. Bis in einen Abstand von ca. 200 m nordöstlich von dem geplanten Parkhaus und bis ca. 180 m südöstlich des geplanten Parkhauses sind über der Berliner Straße Verringerungen der mittleren Windgeschwindigkeiten um mehr als 10% verbunden, d.h. dort sind gewisse Einschränkungen der Durchlüftungsverhältnisse zu erwarten. An dem geplanten Parkhaus wechseln sich über dem Straßenraum der Berliner Straße kleinräumig Bereiche mit Verringerungen oder Zunahmen der mittleren jährlichen Windgeschwindigkeit ab. Im Nahbereich der weiteren geplanten Gebäude überwiegen Verringerungen der mittleren jährlichen Windgeschwindigkeiten mit Ausnahme der Bereiche, in denen bisher bestehende Gebäude entfernt und nur teilweise ersetzt werden, da dort relative Zunahmen der Windgeschwindigkeiten dargestellt sind und an neuen Engstellen zwischen bestehenden und geplanten Gebäuden.

Aus den jahresbezogenen Windfeldberechnungen ist zu schließen, dass sich die Änderungen der Durchlüftungsverhältnisse auf das Baugebiet und deren direkte Nachbarschaft beschränken; eine wesentliche Änderung der Durchlüftungsverhältnisse für die in der Umge-



bung gelegenen Siedlungsbereiche ist daraus nicht abzuleiten. Auch mit der geplanten Bebauung sind in dessen Umgebung für das Stadtgebiet von Wiesbaden ortsübliche bodennahe Windverhältnisse zu erwarten. In den Bereichen mit ausgewiesenen Verringerungen der bodennahen Windgeschwindigkeiten ist der bodennahe Luftaustausch verringert bzw. verzögert; damit werden die möglicherweise thermisch oder lufthygienisch belasteten Luftmassen etwas vermindert ausgetauscht. Für die geplante Wohnbebauung südlich der Schallschutzverschleißung ist zu berücksichtigen, dass dort eine sehr intensive Einschränkung des Luftaustauschs erzielt wird, d.h. thermisch oder lufthygienisch belastete Luftmassen lange verbleiben. Dort freigesetzte luftfremde Stoffe, z.B. mit der Raumabluft, haben flächenhaft und andauernde Verweilzeiten und lassen mindestens Belästigungen nicht ausschließen. Bei winterlichen Inversionswetterlagen wird die Persistenz der bodennahen auskühlenden Luftmassen dort den Wärmebedarf der angrenzenden Wohnungen erhöhen und hohe technische Ansprüche an die Wärmeversorgung im Hinblick auf erwünschte geringe CO₂-Bilanzen anthropogener Nutzungen bilden.

6 ERGEBNISSE DER BIOKLIMATISCHEN BERECHNUNGEN UND KALTLUFT-STRÖMUNGEN

Für das Plangebiet an der Berliner Straße in Wiesbaden liegen aktuelle meteorologische Messdaten in Form von monatlichen Auswertungen der städtischen Station Wiesbaden-Süd vor. Für das Jahr 2020 wurden uns stündliche Zeitreihen der Windmessdaten verfügbar gemacht. Zusammen mit der Zeitreihe der Wind- und Lufttemperaturmessdaten der Luftmessstation Wiesbaden-Süd (HLNUG) erfolgten Auswertungen für sommerliche Strahlungstage mit hoher Lufttemperatur, in denen sich in Nachtstunden Kaltluftströmungen ausbilden. In den Tagstunden waren an diesen heißen Tagen Windströmungen aus Osten bis Südosten (80 Grad bis 135 Grad) vorherrschend, die in Abend- und Nachtstunden an der städtischen Station auf nordwestliche bis nördliche Richtungen (320 Grad bis 350 Grad) umschwenkten und die Kaltluftströmung aufzeigten. An der Luftmessstation variieren die nächtlichen Kaltluftströmungen stärker (zwischen 300 Grad und 360 Grad). **Abb. 6.1** zeigt beispielhaft Zeitreihen der Temperatur und des Windes der städtischen Station Wiesbaden-Süd und der Luftmessstation Wiesbaden-Süd (HLNUG) bei einer autochthonen sommerlichen Wetterlage.

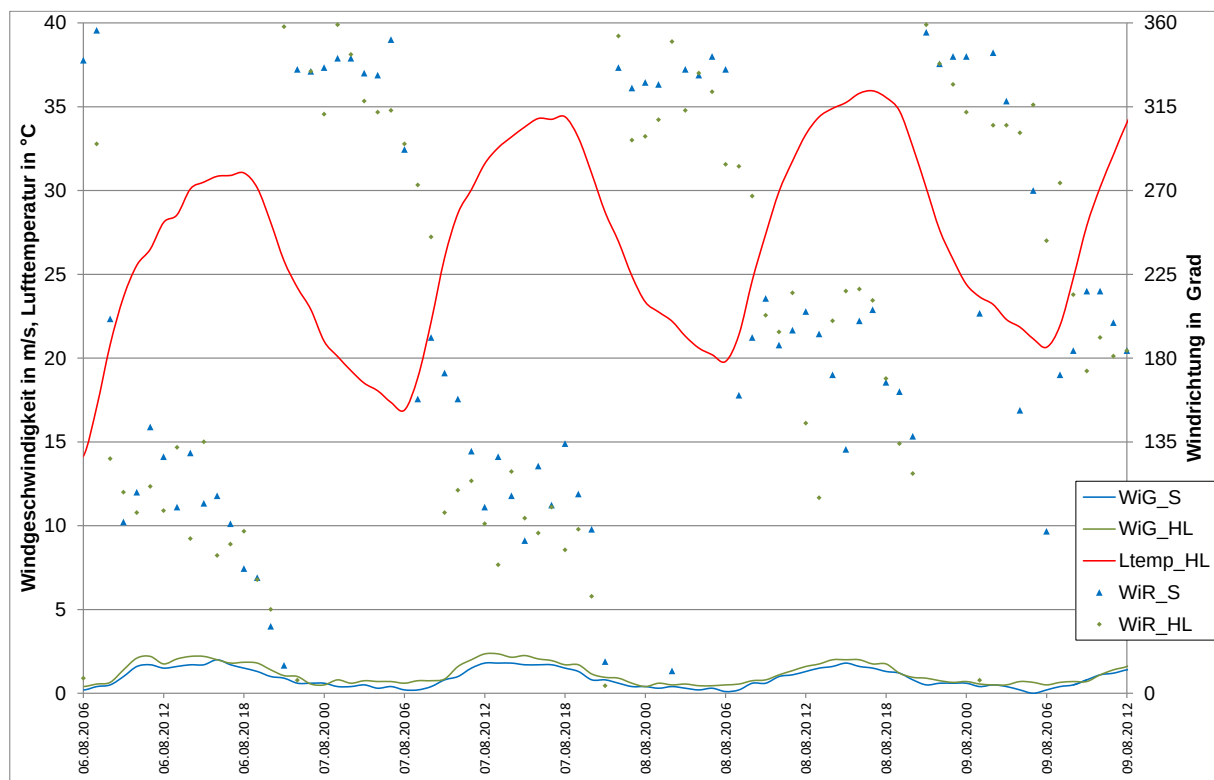


Abb. 6.1: Zeitreihe der Wind- und Luftmessdaten der städtischen Station Wiesbaden-Süd und der Luftmessstation Wiesbaden-Süd (HLNUG) für den 6.8.2020 bis 9.8.2020

Für das Aufzeigen der Auswirkungen der geplanten Nutzungsänderungen auf die bioklimatischen Verhältnisse und Kaltluftströmungen wurden Simulationen für den baulichen Bestand und den Planfall mit dem Modell PALM-4U durchgeführt. Dafür wurde ergänzend zum Untersuchungsgebiet das umliegende Gelände mit den Geländeanstiegen berücksichtigt (**Abb. 3.1**). Das Gebiet wurde so groß gewählt, dass die Einflüsse der umliegenden Geländeerhebungen auf die Kaltluftströmungen erfasst werden. Entsprechend der vorliegenden Planunterlagen wurde für 70 % der Dachflächen der Plangebäude extensive Begrünung angenommen. **Abb. 6.2** zeigt das Untersuchungsgebiet mit den Beschreibungen der Standorte, die im folgenden Text genutzt werden.

Die Ergebnisse der Simulationen in Bezug auf Kaltluft beinhalten die Richtung und die Geschwindigkeit des Kaltluftstroms, die Mächtigkeit der Kaltluft und die daraus resultierende Kaltluftvolumenstromdichte. Die Kaltluftvolumenstromdichte beschreibt die Kaltluftmenge in m^3 , die pro Sekunde durch einen 1 m breiten Streifen zwischen der Erdoberfläche und der Oberkante der Schichtdicke, die senkrecht zur Strömung steht, fließt; die Einheit ist $\text{m}^3/(\text{m s})$ bzw. m^2/s . Falls die Volumenstromdichte über einen Querschnitt konstant ist, lässt sich der Volumenstrom direkt und einfach als Volumenstromdichte mal Länge der Grundlinie dieser Fläche berechnen. Der Kaltluftvolumenstrom kann als Größe zur Beschreibung der Durchlüftungsintensität aufgefasst werden. Darüber hinaus werden die Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur in Bodennähe (2 m über Grund) und der bioklimatische Index UTCI betrachtet.

Die thermischen Verhältnisse in Bodennähe werden kleinräumig auch durch die bestehenden Nutzungen, insbesondere durch die bestehenden Oberflächen geprägt. Baumbestandene Vegetationsflächen führen in den Tagstunden bei wolkenarmem Himmel zu moderatem Ansteigen der Lufttemperatur und in den Nachtstunden zu deutlichen Abkühlungen. Flächendeckende, niedere Vegetationsflächen führen in den Nachtstunden zu intensiven Abkühlungen. Über künstlichen Oberflächen (Asphalt, Pflaster, Gebäude etc.) führt die Sonneneinstrahlung zu intensiver Erwärmung der unteren Luftschichten, sodass ein deutlicher Anstieg der Lufttemperatur in den Tagstunden und eine verminderte und verzögerte Abkühlung in den Nachtstunden zu beobachten ist. Neben der Strömungsgeschwindigkeit, Strömungsrichtung und Lufttemperatur in 2 m Höhe wurde der thermische Belastungsindex UTCI (Universal Thermal Climate Index; z. B. Jendritzky et al., 2012, Bröde et al., 2012) ausgewertet. Als meteorologische Größen gehen in den UTCI die Lufttemperatur, mittlere Strahlungstemperatur, Windgeschwindigkeit und Luftfeuchte ein, die Ausgabe erfolgt anhand einer Äquivalenttemperatur. Die mittlere Strahlungstemperatur ist definiert als die „einheitliche Temperatur einer schwarz strahlenden Umschließungsfläche (Emissionskoeffizient $\epsilon = 1$),

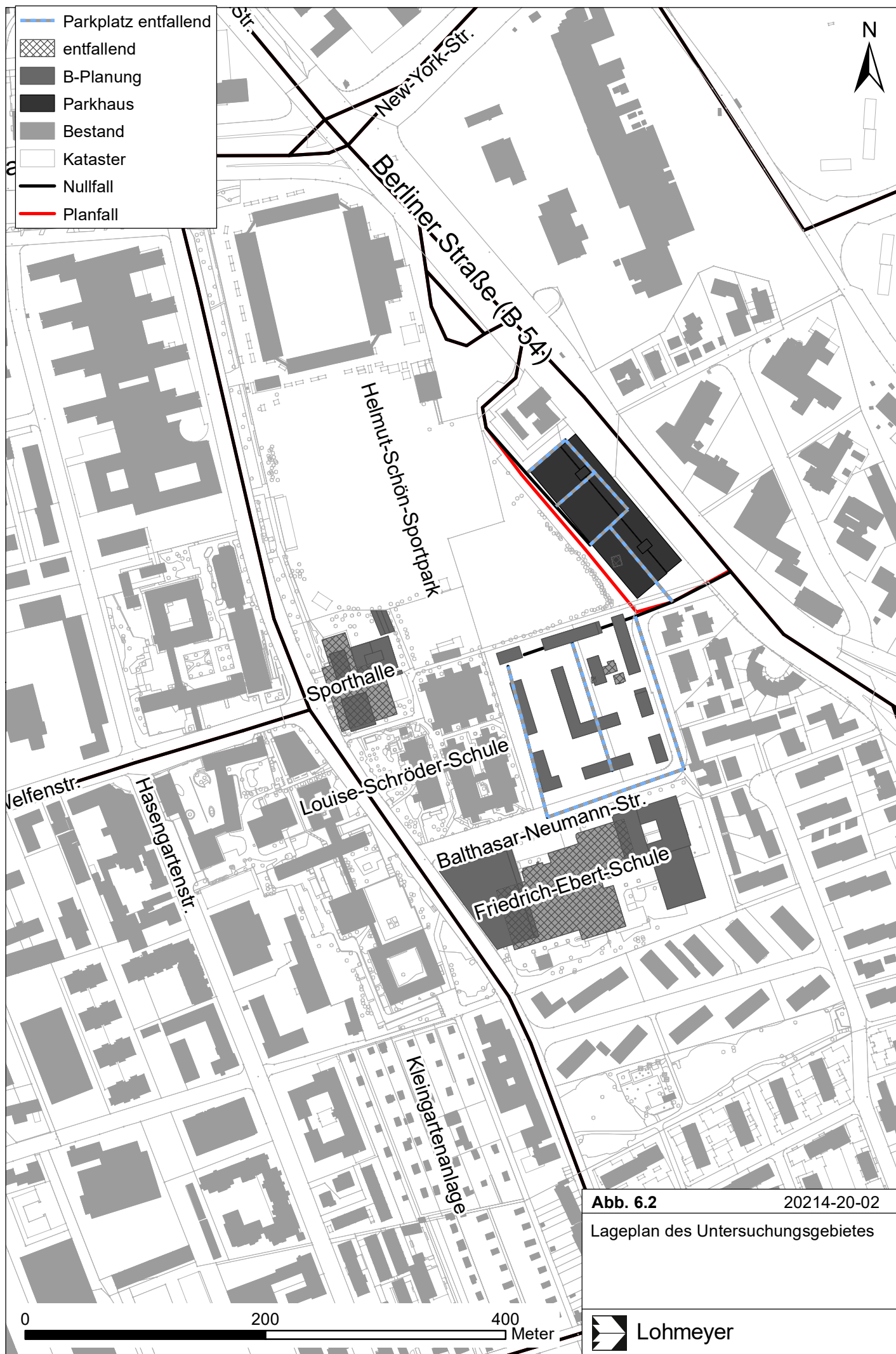


Abb. 6.2

20214-20-02

Lageplan des Untersuchungsgebietes



Lohmeyer

die zu dem gleichen Strahlungsenergiegewinn eines Menschen führt wie die aktuellen, unter Freilandbedingungen meist sehr uneinheitlichen Strahlungsflüsse“. Die mittlere Strahlungstemperatur entspricht in Innenräumen gewöhnlich der Lufttemperatur, kann in besonnten Bereichen im Freien jedoch mehr als 30 K darüber liegen (VDI, 2008). Wärmebelastung tritt ab einem UTCI von 26 °C, starke Wärmebelastung ab 32 °C und sehr starke Wärmebelastung ab 38 °C auf. **Tab. 6.1** zeigt den Werten des UTCI zugeordnete Belastungsklassen (www.utci.org).

Wertebereich UTCI in °C		Belastungsstufe	Physiologische Wirkung
> +46		extreme Wärmebelastung	} Wärmebelastung
+38 bis +46		sehr starke Wärmebelastung	
+32 bis +38		starke Wärmebelastung	
+26 bis +32		mäßige Wärmebelastung	
+18 bis +26		„thermischer Komfortbereich“	} Keine thermische Belastung
+9 bis +18			
0 bis +9		schwache Kältebelastung	} Kältebelastung
-13 bis 0		mäßige Kältebelastung	
-27 bis -13		starke Kältebelastung	
-40 bis -27		sehr starke Kältebelastung	
< -40		extreme Kältebelastung	

Tab. 6.1: Belastungsklassen des UTCI (Universal Thermal Climate Index)

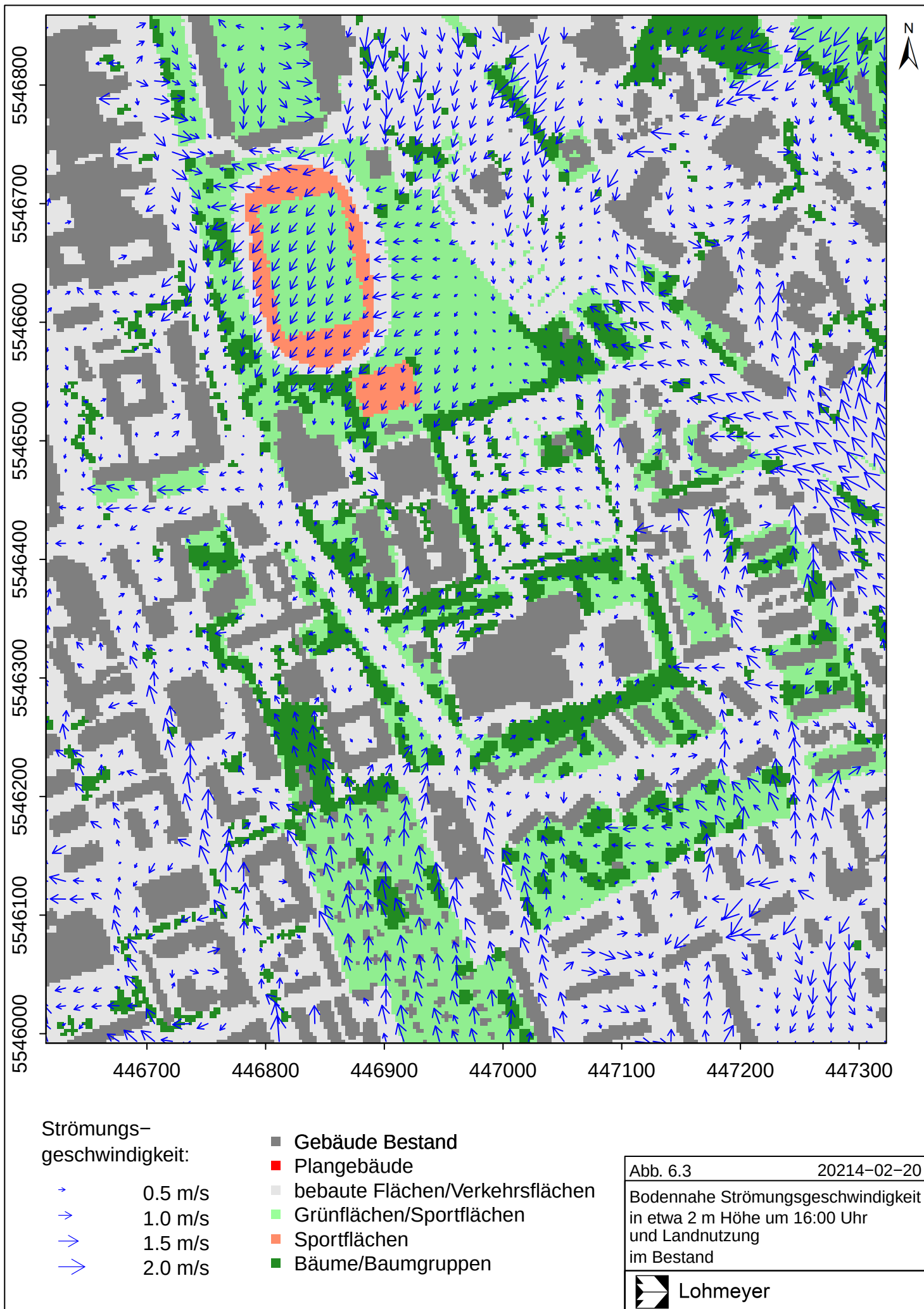
6.1 Bioklimatische Situation am Tag

An einem wolkenlosen sommerlichen Strahlungstag wird bei einer autochthonen Wetterlage meist am späten Nachmittag zwischen 17 Uhr und 18 Uhr (alle Zeitangaben beziehen sich auf MESZ) die höchste Lufttemperatur in 2 m Höhe erreicht. Für die Wärmebelastung eines Menschen ist diese aber nicht allein prägend, sondern neben der Luftfeuchte und der Windgeschwindigkeit vor allem die mittlere Strahlungstemperatur. Diese erreicht im Sommer etwa um 14 Uhr ihren Höchstwert. Als Auswertezeitraum für die Betrachtung der Wärmebelastung

am Tag wird eine Stunde am Nachmittag ausgewählt, in der beide Parameter nahe ihrem Höchstwert sind, d. h. etwa um 16 Uhr.

Heiße Tage ergeben sich in Wiesbaden überwiegend bei bodennahen (hier: etwa 10 m ü. Grund) Anströmungen aus östlichen bis südlichen Richtungen. Deshalb wird für die Tagstunden die Simulation mit schwachem ostsüdöstlichen Antrieb betrachtet, in Anlehnung an die in Abschnitt 4.1.2 dargestellten meteorologischen Initialisierungsgrößen.

Abb. 6.3 zeigt die bodennahe (2 m ü. Grund) Windrichtung und Windgeschwindigkeit an einem Heißen Sommertag um 16 Uhr im Untersuchungsgebiet für den Bestand, aufgrund der Übersichtlichkeit ist nur jeder fünfte Geschwindigkeitsvektor (Pfeil) dargestellt. Aufgrund des Reliefs in der Umgebung des Untersuchungsgebietes und den vorhandenen Baukörpern wird die Windrichtung und Windgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet deutlich modifiziert. Über unbebauten Freiflächen, beispielsweise im Bereich des Helmut-Schön-Sportparks, und entlang breiter Straßenzüge, z. B. in Teilbereichen der Berliner Straße, werden bis zu 2 m/s Strömungsgeschwindigkeit berechnet. In dichter bebauten Bereichen ergeben sich deutlich geringere Strömungsgeschwindigkeiten. Im nördlichen Bereich des geplanten Parkhauses liegt eine Nordströmung mit etwa 1 m/s vor, dieser wirkt eine südöstliche Strömung aus dem südöstlichen Bereich der Berliner Straße entgegen, sodass im südlichen Bereich des geplanten Parkhauses keine gerichteten Strömungen mehr vorliegen. Auf den Freiflächen südwestlich des geplanten Parkhauses bilden sich nordöstliche Strömungen aus. Aufgrund der Planung werden die Strömungsrichtung und Strömungsgeschwindigkeit vor allem im Nahbereich der Plangebäude deutlich modifiziert (**Abb. 6.4**). Im Bereich des Parkhauses werden die im Bestand berechneten Nordströmungen an der nördlichen Ecke des Parkhauses nach Südwesten auf die Freifläche und nach Südosten entlang der Berliner Straße abgelenkt, bis diese auf die südöstlichen Strömungen treffen. Auf der Freifläche südwestlich des Parkhauses entstehen in Kombination mit der geplanten Wohnbebauung im Vergleich zum Bestand teilweise etwas höhere Strömungsgeschwindigkeiten in südliche Richtungen, da die geplante Wohnbebauung die östlichen bis südöstlichen Strömungen aus dem Bestand schwächt. Im Bereich der geplanten Wohnbebauung östlich der Louise-Schröder-Schule werden deutlich geringere Windgeschwindigkeiten als im Bestand berechnet, im Bereich der südlich davon liegenden Balthasar-Neumann-Straße ergeben sich aufgrund der geplanten Freifläche im Bereich der Friedrich-Ebert-Schule dagegen etwas höhere Strömungsgeschwindigkeiten im Planfall. Über unbebauten Freiflächen und entlang breiter Straßenzüge werden weiterhin bis zu 2 m/s Strömungsgeschwindigkeit berechnet. Im übrigen Untersuchungsgebiet werden keine wesentlichen flächenhaften Änderungen der bodennahen Strömung berechnet.



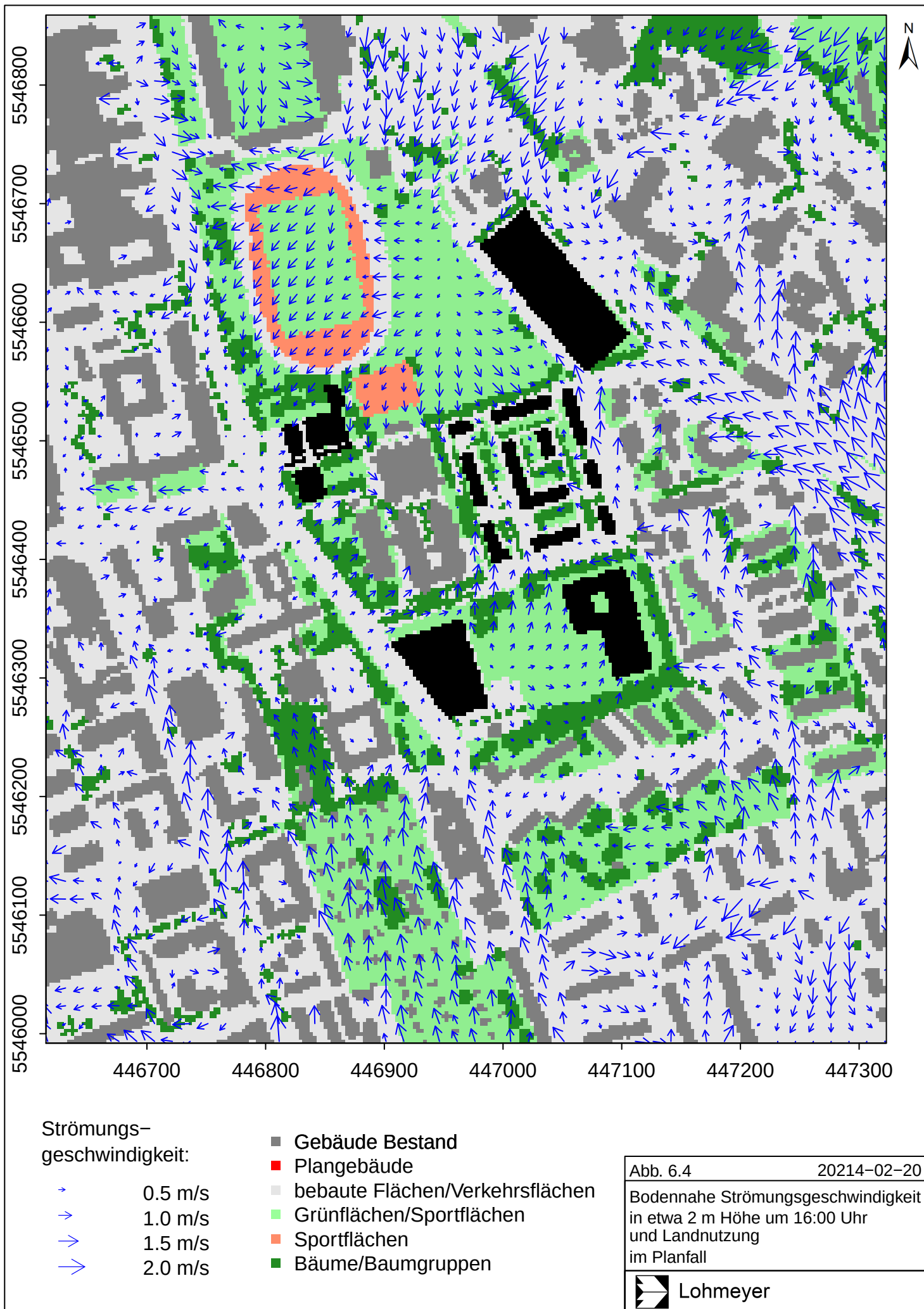
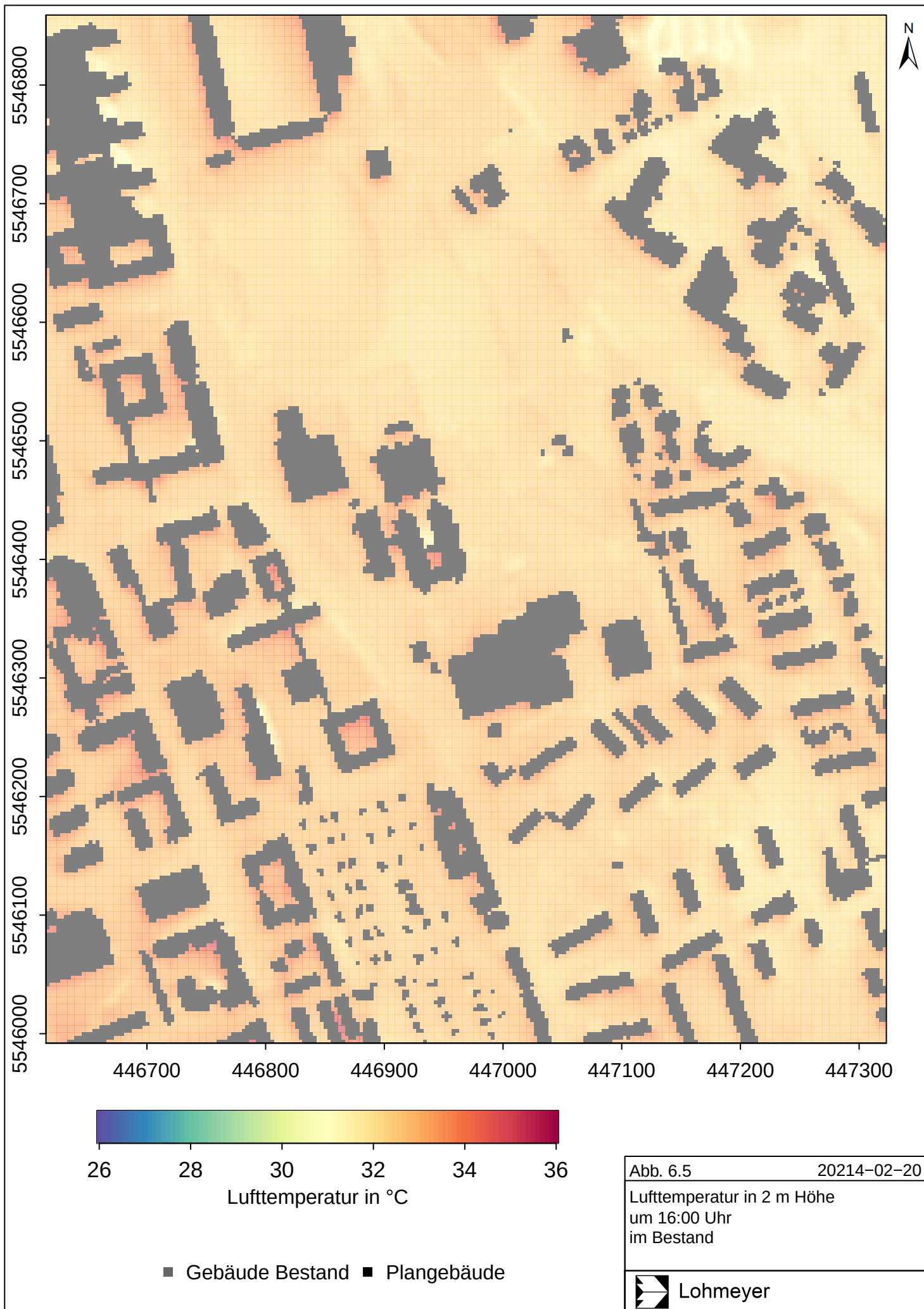


Abb. 6.5 zeigt die Lufttemperatur in 2 m Höhe um 16 Uhr im Untersuchungsgebiet für den Bestand. Im Untersuchungsgebiet werden relativ homogen verteilt etwa 32.0°C bis 33.0 °C berechnet, das dem Temperaturniveau des 24.07.2018 aus **Abb. 4.5** und damit den gemessenen Werten in der Nähe des Untersuchungsgebietes entspricht. Im Nahbereich der nachmittags besonnten Süd- und Westfassaden der Gebäude ergeben sich mit bis zu 34 °C lokal etwas höhere Lufttemperaturen aufgrund der Strahlungswechselwirkungen, an den Nord- und Ostseiten teilweise etwas geringere Temperaturen aufgrund der Verschattung. Strahlungswechselwirkungen sind zum einen die Reflektion einfallender kurzwelliger Solarstrahlung an Gebäuden oder anderen geneigten Oberflächen und zum anderen die Abstrahlung langwelliger Wärmestrahlung durch Gebäude beziehungsweise geneigte Oberflächen. Die strahlungsbedingten Änderungen der Lufttemperatur an vertikal geneigten Flächen variieren je nach Ausrichtung der Fläche gegenüber Süden tageszeitlich mit dem Sonnenverlauf; da die Sonne am Nachmittag im Südwesten steht, sind zu dieser Zeit die südwestlich der Gebäudefassaden liegenden Nahbereiche allgemein eher wärmer und die nordöstlich liegenden eher kühler. Aufgrund der Planung werden Modifikationen der 2 m-Lufttemperatur im Vergleich zum Bestand berechnet, die vorwiegend im Nahbereich der Plangebäude auftreten (**Abb. 6.6**). Im Nahbereich des geplanten Parkhauses werden aufgrund der Verschattung durch das Plangebäude auf der nordwestlichen Stirnseite und auf der nordöstlichen Seite entlang der Berliner Straße Abnahmen der Lufttemperatur bis zu 0.6 K berechnet. Südwestlich des geplanten Parkhauses werden in dessen Nahbereich Zunahmen der Lufttemperatur mit bis zu 1 K simuliert, die aus Strahlungswechselwirkungen mit dem Baukörper und Wärmestauung aufgrund von verringerter Strömungsgeschwindigkeit resultieren. Geringe Zunahmen der Lufttemperatur ergeben sich aufgrund der veränderten Strömungsverhältnisse in lokalen Bereichen zwischen dem geplanten Parkhaus und der geplanten Wohnbebauung. Im Bereich der geplanten Wohnbebauung werden aufgrund von Wärmestauungen in Folge der geringeren Strömungsgeschwindigkeit sowie aufgrund von Strahlungswechselwirkungen großteils Temperaturzunahmen berechnet, die im Nahbereich südlicher Gebäudefassaden bis zu 1 K erreichen können. Im Bereich der Sporthalle ergeben sich großteils geringe Abnahmen der Lufttemperatur im Nahbereich des Gebäudes durch die Planung. Südlich der geplanten Wohnbebauung im Bereich der Balthasar-Neumann-Straße wird aufgrund der geplanten Freifläche im Bereich der Friedrich-Ebert-Schule und des dadurch erhöhten Luftaustausches vorwiegend eine etwas geringere Lufttemperatur als im Bestand berechnet. In den übrigen Bereichen werden keine wesentlichen flächenhaften Änderungen der Lufttemperatur in 2 m berechnet.



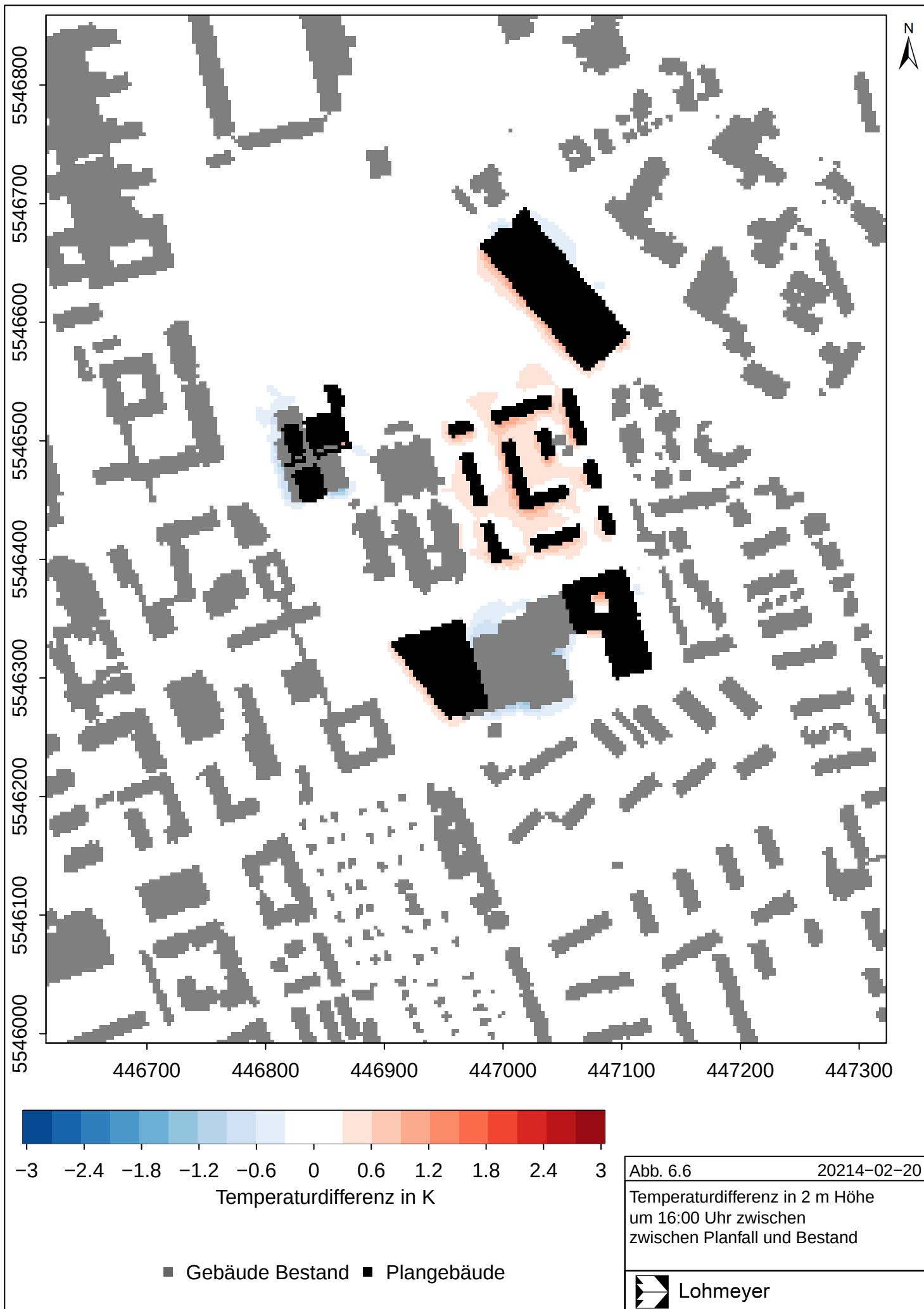
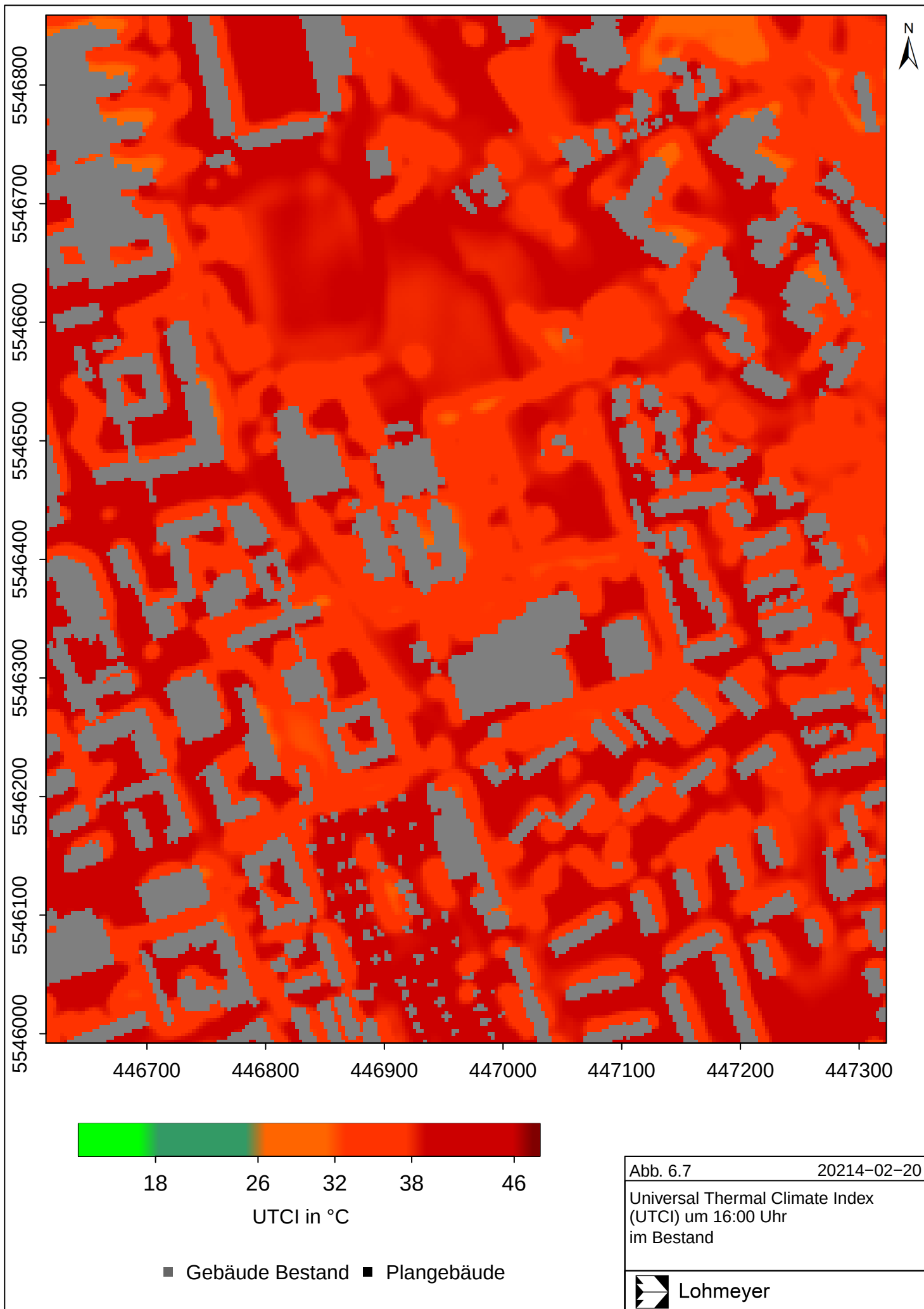
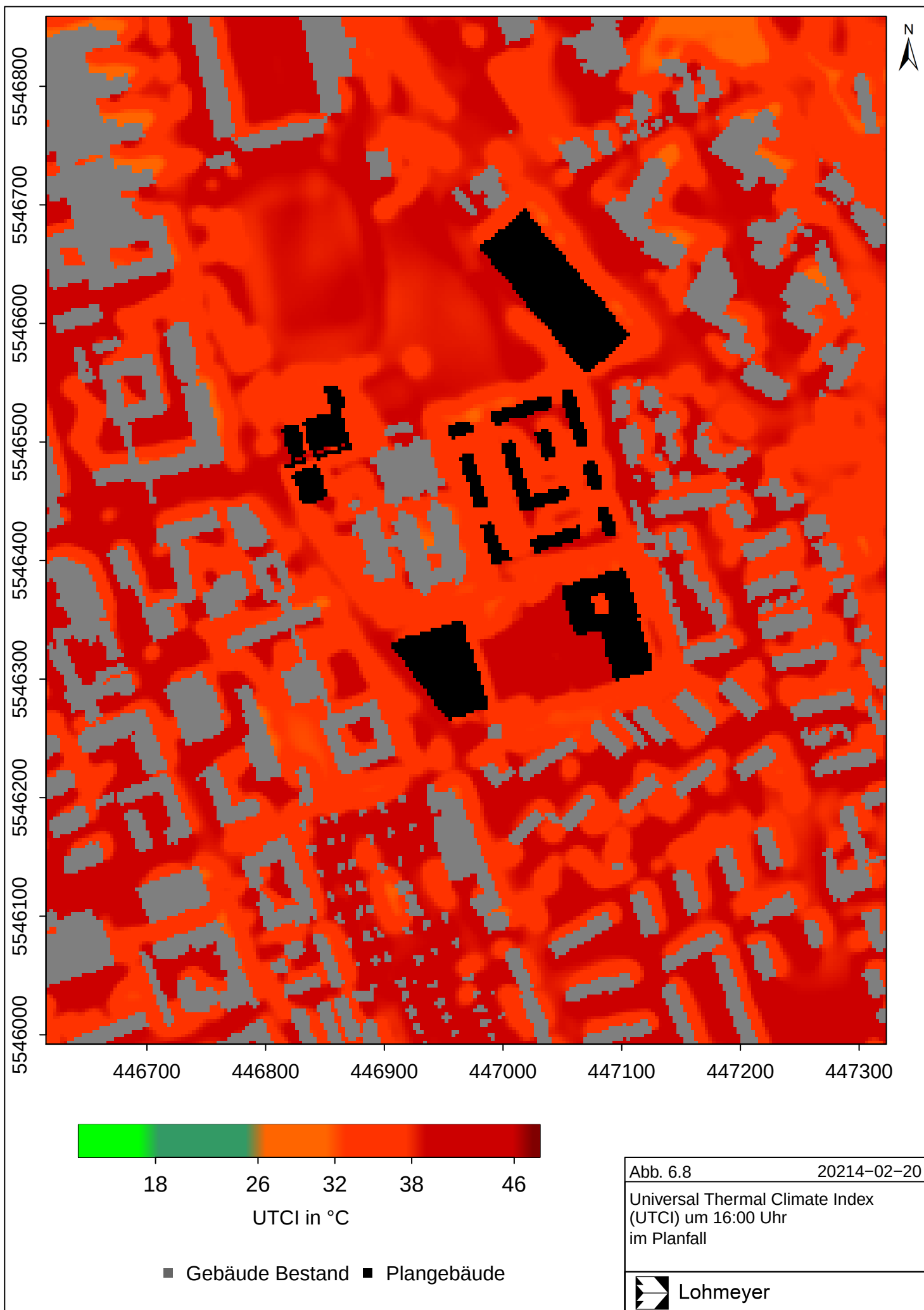


Abb. 6.7 zeigt den UTCI um 16 Uhr im Untersuchungsgebiet für den Bestand. Im Vergleich zur Lufttemperatur ergibt sich hierbei eine größere Spannbreite an Werten, die hauptsächlich aufgrund der Differenzen zwischen besonnten und verschatteten Bereichen entsteht. Die räumlichen Unterschiede aufgrund der Verschattungen resultieren überwiegend als Folge der daraus entstehenden unterschiedlichen Strahlungstemperatur, die neben der Lufttemperatur, Luftfeuchte und Windgeschwindigkeit als meteorologische Größe in die Berechnung des UTCI eingeht. In stark verschatteten Bereichen, d. h. unter Bäumen oder im Schatten von Gebäuden, werden lokal noch mäßige Wärmebelastungen simuliert, d. h. ein UTCI zwischen 26 °C und 32 °C, wobei die Werte hier im Bereich des Übergangs zu starker Wärmebelastung liegen, d. h. nahe 32 °C UTCI. Dies betrifft im Untersuchungsgebiet beispielsweise durch hohe Vegetation, d. h. Bäume, und/oder Gebäude verschattete Teilbereiche nordöstlich der Louise-Schröder-Schule und südöstlich des geplanten Parkhauses. In den übrigen verschatteten Bereichen des Untersuchungsgebietes ergeben sich bei dem vorhandenen Lufttemperaturniveau vorwiegend starke Wärmebelastungen, d. h. ein UTCI zwischen 32 °C und 38 °C. In besonnten, aber relativ gut durchlüfteten Bereichen findet ein Übergang von starker zu sehr starker Wärmebelastung statt, beispielsweise in Teilbereichen des Helmut-Schön-Sportparks. In den übrigen besonnten Bereichen mit geringerem Luftaustausch werden sehr starke Wärmebelastungen simuliert, beispielsweise über den derzeitigen Parkflächen nördlich der Balthasar-Neumann-Straße und im Bereich des geplanten Parkhauses. Im Planfall werden wesentliche Modifikationen des UTCI im Nahbereich der Plangebäude berechnet (**Abb. 6.8**). Aufgrund der Verschattungswirkung der geplanten Baukörper und damit einhergehenden geringeren Strahlungs- und Lufttemperatur ergeben sich nachmittags nordöstlich der Plangebäude geringere Werte des UTCI als im Bestand, südwestlich der Plangebäude werden etwas höhere Werte des UTCI simuliert. Auf der nordwestlichen Stirnseite des Parkhauses und auf der nordöstlichen Seite entlang der Berliner Straße ergeben sich durch die Verschattungswirkung geringere Werte des UTCI als im Bestand, d. h. starke Wärmebelastung und in Bereichen mit geplanten Baumpflanzungen lokal auch Übergänge zu mäßiger Wärmebelastung. Im Bereich der geplanten Wohnbebauung ergeben sich im Vergleich zum Bestand nahezu überall geringere Wärmebelastungen aufgrund der Verschattungswirkung der Gebäude und Bäume. In den Bereichen außerhalb des Plangebietes werden keine wesentlichen Änderungen der Wärmebelastung aufgrund der Planung berechnet.

6.2 Bioklimatische Situation und Kaltluftströmung nachts

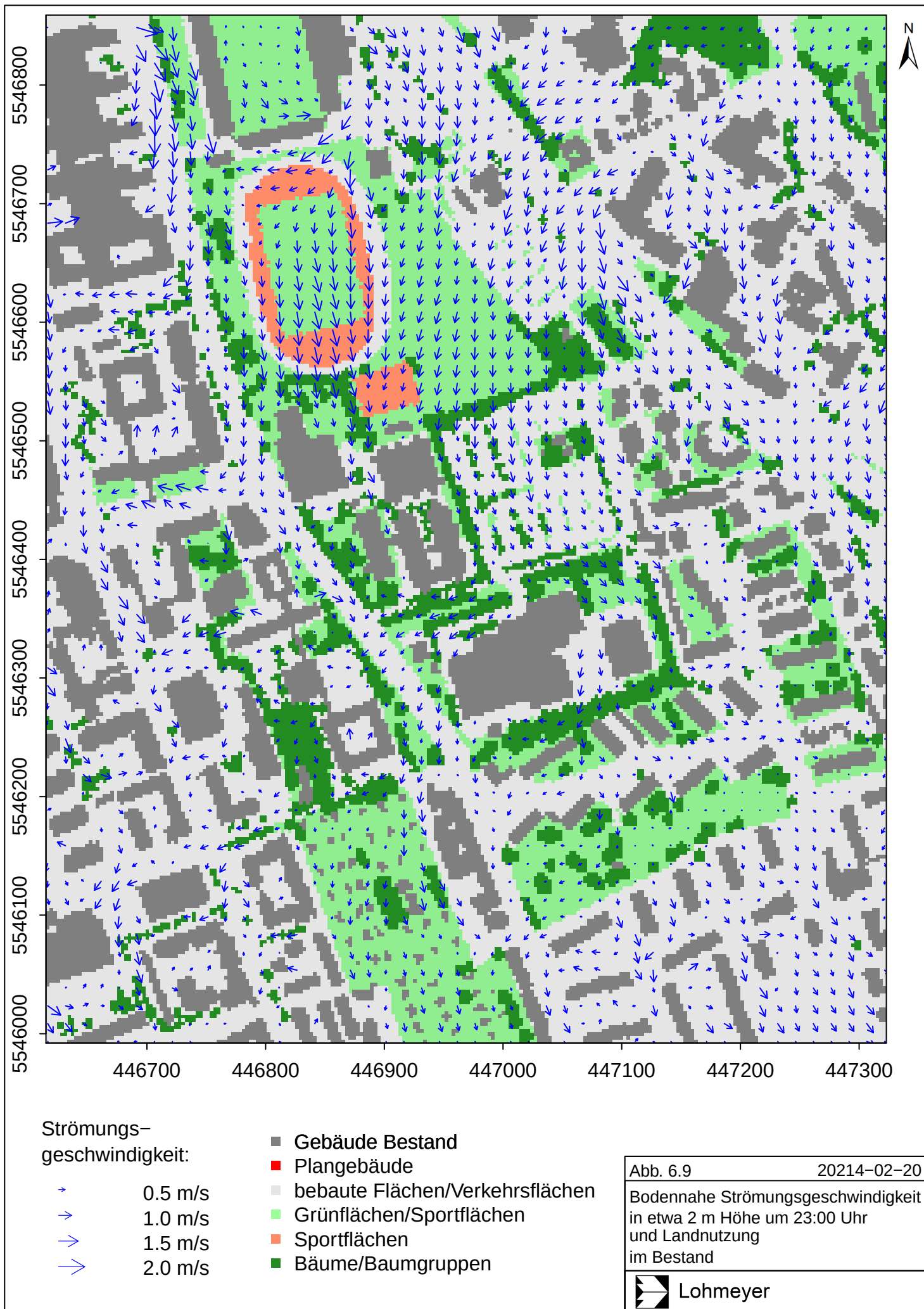
Bei autochthonen Strahlungswetterlagen ergibt sich mit dem Sonnenuntergang in unbebauten Bereichen eine spürbare Abkühlung der unteren Luftschichten, d. h. es wird mehr Wärme

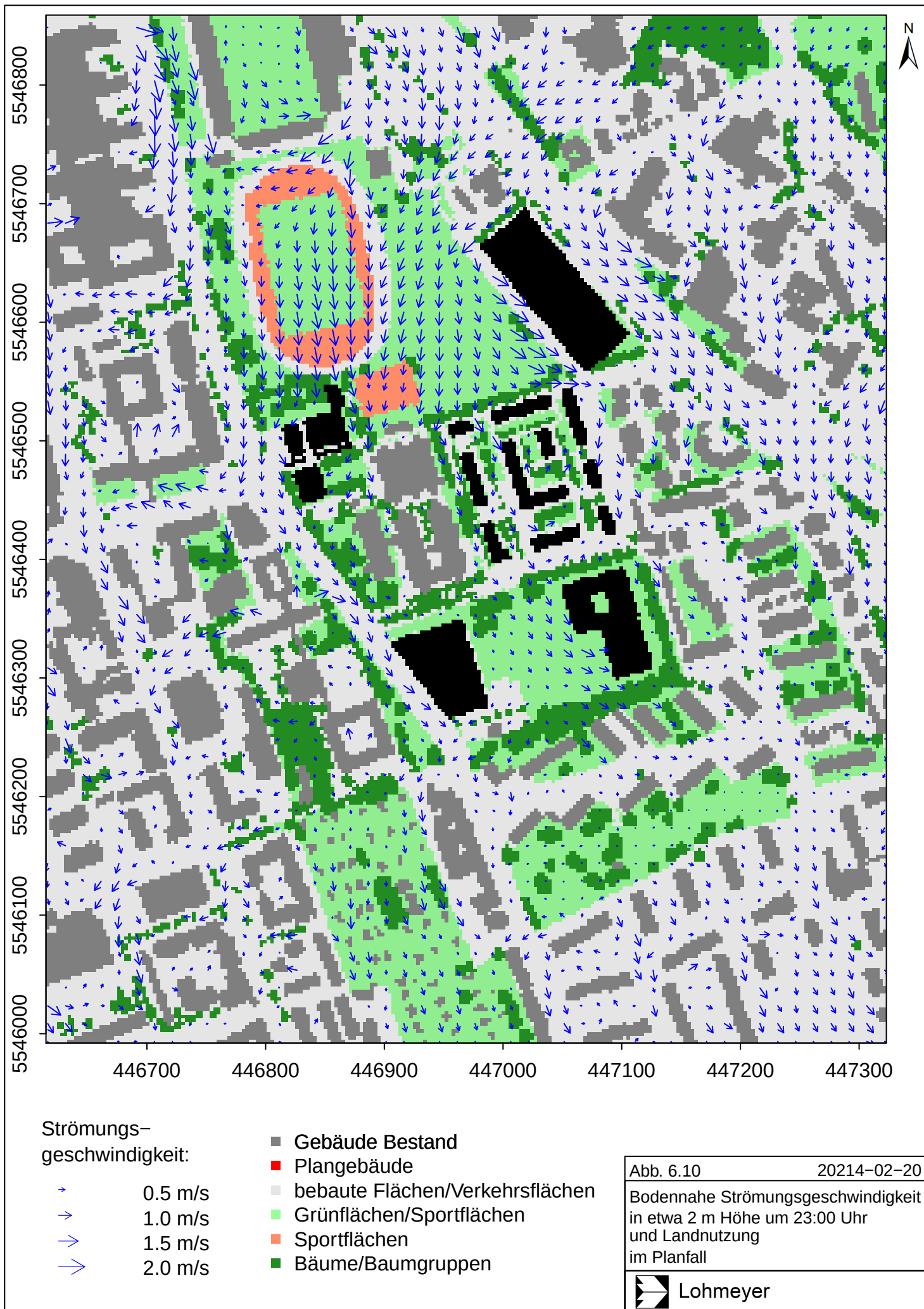




von der Erdoberfläche abgegeben als aufgenommen. Großen Anteil daran haben die strahlungsbedingten Anteile, d. h. es entsteht eine negative Strahlungsbilanz an der Erdoberfläche aufgrund von mehr Aus- als Einstrahlung aufgrund des Wegfallens der kurzwelligen Einstrahlung der Sonne. In reliefiertem Gelände strömen die bodennah kühlen Luftmassen die Hänge gravitativ hinab und sammeln sich in den nieder gelegenen Bereichen, wie z. B. Senken, Mulden und Tälern, und verstärken dort die Abkühlung. Nach Sonnenuntergang bildet sich zwischen dem Taunus und dem Rhein-Main-Gebiet ein intensiver Bergwind aus, sodass Luftmassen in der Höhe und am Boden u. a. in Richtung des Stadtgebietes von Wiesbaden und das Plangebiet strömen und dieses Um- und Überströmen. Das äußere Rechengebiet (**Abb. 3.1**) wird für die vorliegende Ausarbeitung deshalb so groß gewählt, dass sich die nächtlichen Kaltluftströmungen im Modell eigenständig ausbilden, sodass nachts ohne äußeren Antrieb gerechnet wird.

Abb. 6.9 zeigt die bodennahe Windrichtung und Windgeschwindigkeit um 23 Uhr im Untersuchungsgebiet für den Bestand, aufgrund der Übersichtlichkeit ist nur jeder fünfte Geschwindigkeitsvektor (Pfeil) dargestellt. Entsprechend der kräftigen und vertikal mächtigen Kaltluftströmung werden über langgestreckten Freiflächen in Nord-Süd-Richtung auch bodennah nördliche bis nördliche Strömungen mit 1 m/s bis 2 m/s berechnet. Im Bereich der bisherigen Freifläche des geplanten Parkhauses werden großteils Nordströmungen zwischen 0.5 m/s und 1 m/s in etwa 2 m ü. Grund berechnet. Auf dem Parkplatz nördlich der Balthasar-Neumann-Straße ergeben sich bei nordnordwestlichen Anströmungen ebenfalls bodennahe Geschwindigkeiten bis 1 m/s über nicht mit hoher Vegetation versehenen Bereichen. In bebauten Bereichen werden die Strömungen bodennah in Geschwindigkeit und Richtung deutlich modifiziert, beispielsweise werden die Strömungen nördlich der Friedrich-Ebert-Schule um das Gebäude nach Südwesten bzw. Südosten abgelenkt. **Abb. 6.10** zeigt die bodennahe Windrichtung und Windgeschwindigkeit um 23 Uhr im Untersuchungsgebiet für den Planfall. Im Plangebiet und dessen Nahbereich ergeben sich aufgrund der Planung deutliche Änderungen der Strömungsrichtung und Strömungsgeschwindigkeit. Im Bereich des geplanten Parkhauses ergeben sich durch Umströmungs- und Kanalisierungseffekte südwestlich und entlang der Berliner Straße teilweise etwas höhere Strömungsgeschwindigkeiten, nordöstlich sind die Strömungsgeschwindigkeiten aufgrund von Stauwirkungen geringer. In großen Bereichen der geplanten Wohnbebauung werden deutliche Einschränkungen der nächtlichen Belüftung berechnet, wobei mäßige Belüftungen von Nord nach Süd über die beiden Baulücken am Nordrand der geplanten Bebauung noch möglich sind. Aktuelle Planungen sehen dort das Verschließen der Lücken zwischen den Gebäuden mit einer Schallschutzwand in den unteren 4 Stockwerken vor. Damit wird der Kaltluftaustausch in dieser

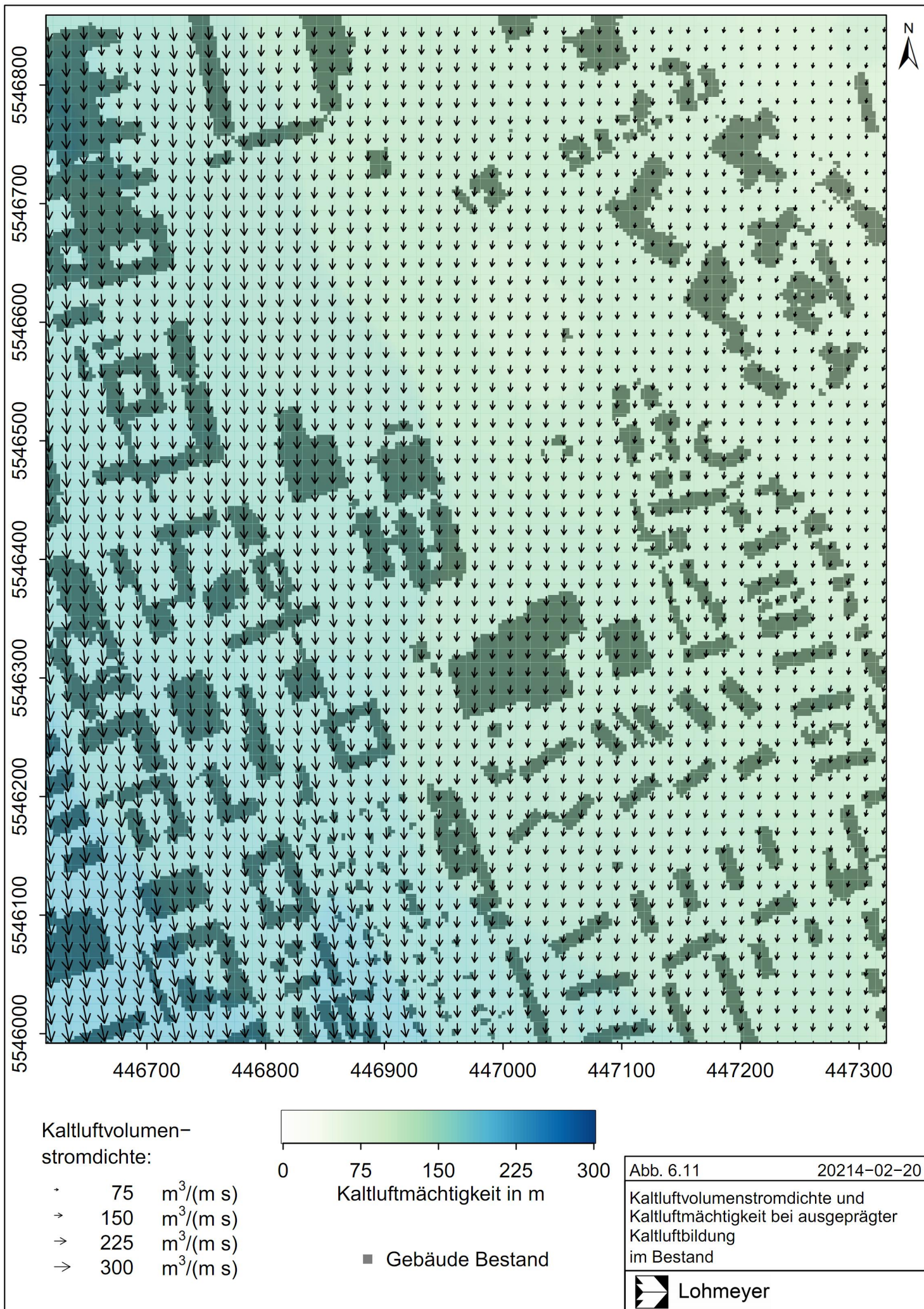


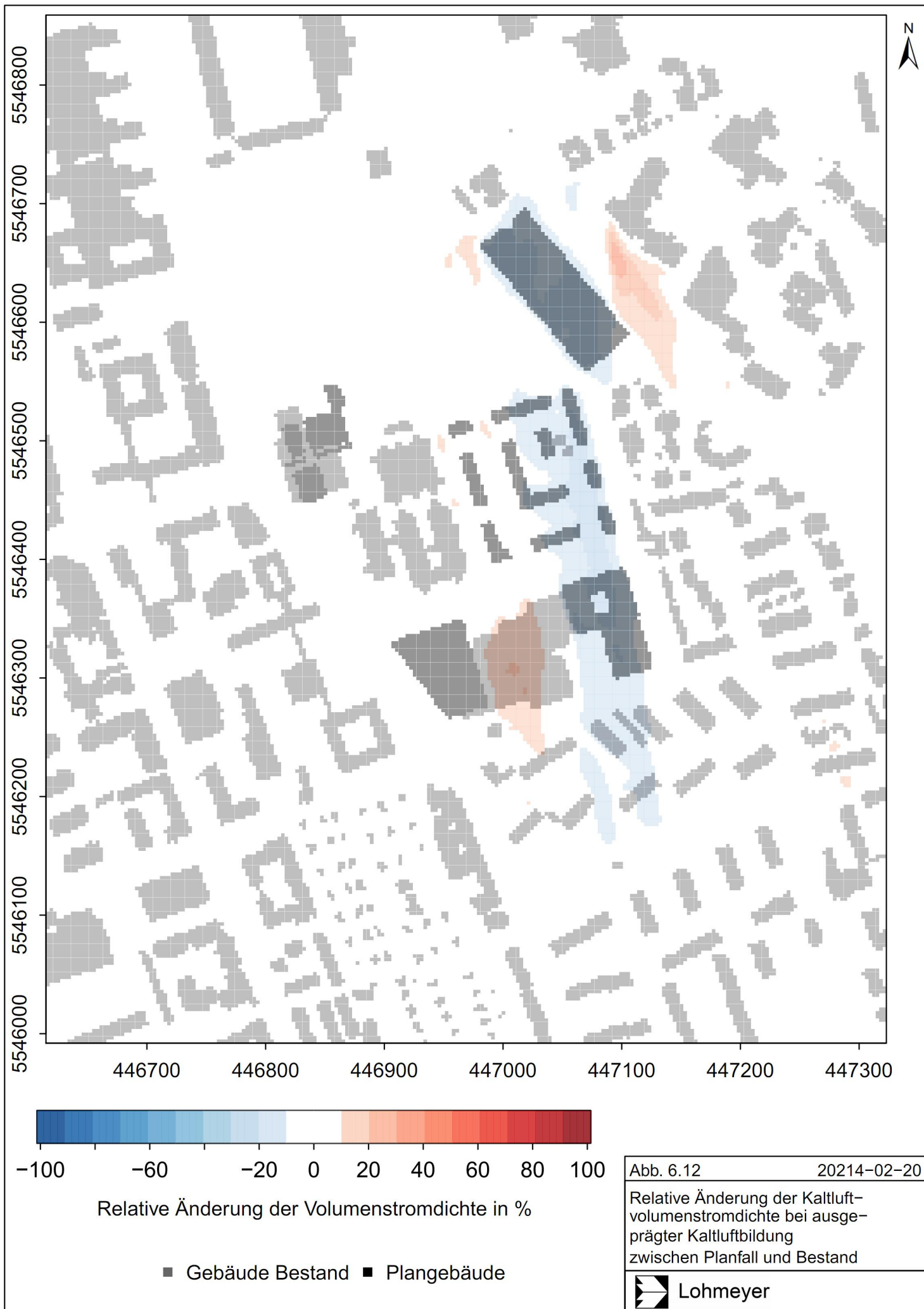


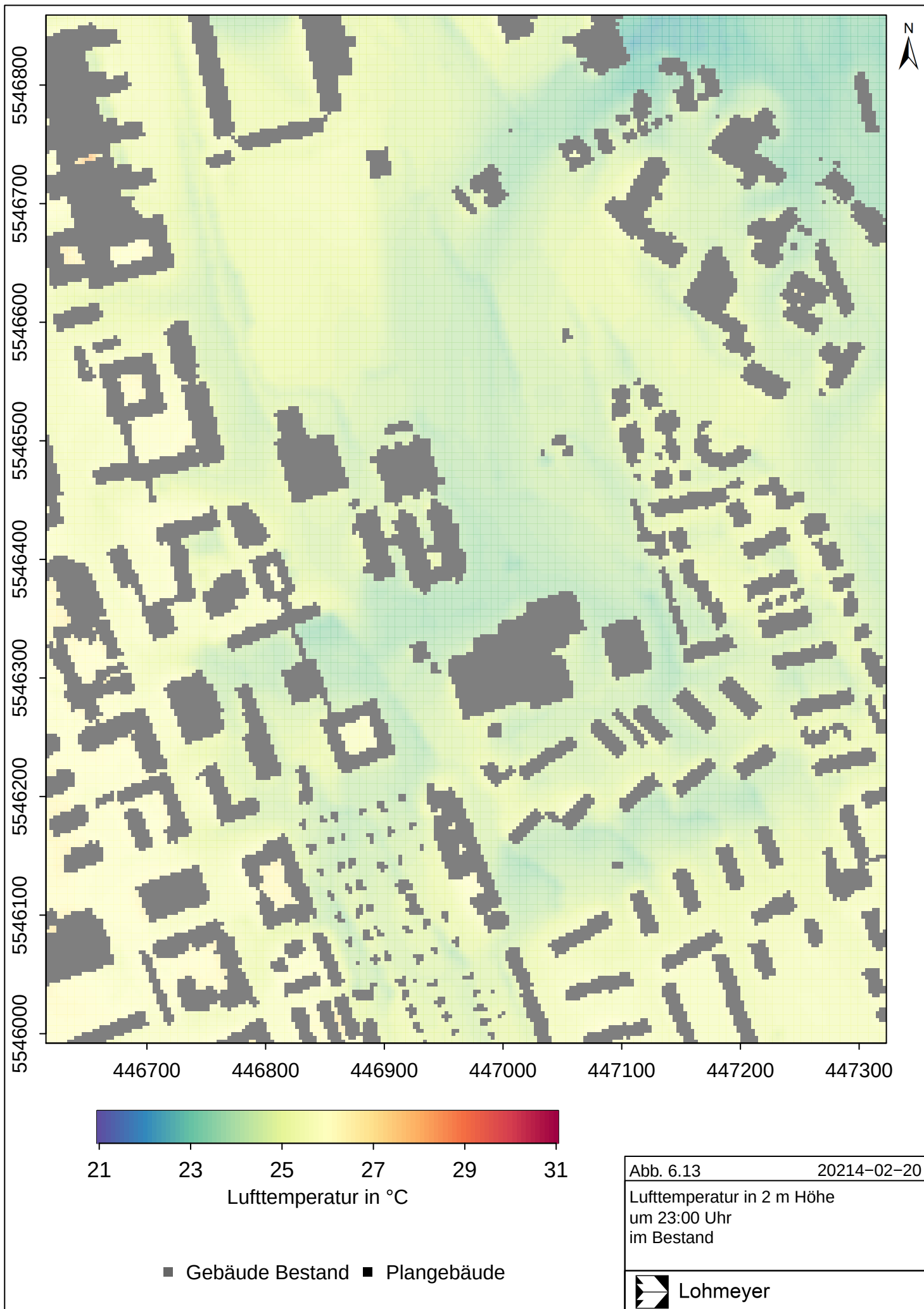
Höhe praktisch unterbunden und führt zu einer zeitlich verzögerten und verminderten nächtlichen Abkühlung im Bereich der Wohnbebauung. Insgesamt werden aufgrund der Planung, d. h. des Wegfalls einiger Gebäude und der Planung neuer Gebäude, lokal sowohl Zu- als auch Abnahmen der Strömungsgeschwindigkeit sowie Modifikationen der Strömungsrichtung simuliert.

Abb. 6.11 zeigt die Kaltluftmächtigkeit und Kaltluftvolumenstromdichte bei ausgeprägter Kaltluftbildung im Untersuchungsgebiet für den Bestand. Als Richtung der Kaltluftströmung wird der Median der Strömungsrichtungen zwischen der Oberfläche und Höhe der Kaltluftschicht angegeben. Im Vergleich zu den bodennahen Strömungen ist der Median der Strömungsrichtungen über die Dicke der Kaltluftschicht nicht von den Baukörpern beeinflusst und zeigt durchgehend eine Nordanströmung, die der Kaltluftströmung über Dachniveau entspricht. Die Kaltluftschichtdicke reicht von etwa 70 m in den höher gelegenen nordöstlichen Bereichen des Untersuchungsgebietes bis etwa 150 m in den tiefer gelegenen westlichen und südwestlichen Bereichen. Die Kaltluftvolumenstromdichte variiert entsprechend zwischen $70 \text{ m}^3/(\text{m s})$ und $260 \text{ m}^3/(\text{m s})$. Aufgrund der Planung wird die Kaltluftvolumenstromdichte vor allem im Nachlauf der geplanten Gebäude modifiziert, **Abb. 6.12** zeigt die relative Änderung der Kaltluftvolumenstromdichte bei ausgeprägter Kaltluftbildung. Da aufgrund des intensiven Bergwindes ein relativ kräftiger Kaltluftstrom über dem Untersuchungsgebiet vorliegt, der die Gebäudehöhen überwiegend deutlich überschreitet, ergeben sich insgesamt geringe relative Änderungen auf den gesamten Kaltluftstrom. In dem vorgesehenen Schulhofbereich südlich der Balthasar-Neumann-Straße ergeben sich höhere Kaltluftvolumenstromdichten im Planfall, ebenso aufgrund von Düseneffekten östlich des Parkhauses entlang der Berliner Straße. In Bereichen mit zusätzlicher Bebauung im Planfall und dessen Nachlauf, d. h. vor allem in einem Nord-Süd verlaufenden Bereich südlich des Parkhauses, der geplanten Wohnbebauung und des östlichen Bereichs der geplanten Schule, werden Verringerungen des Kaltluftvolumenstroms berechnet, die bis knapp 200 m südlich der Planung reichen. In den übrigen Bereichen des Untersuchungsgebietes werden keine wesentlichen relativen Änderungen der Kaltluftvolumenstromdichte simuliert.

Abb. 6.13 zeigt die Lufttemperatur in 2 m Höhe um 23 Uhr im Untersuchungsgebiet für den Bestand. Die Legende unterscheidet sich von derjenigen tagsüber (**Abb. 6.3**), da der Wertebereich auf die abendlichen Verhältnisse zu geringeren Werten hin angepasst wurde. Im Untersuchungsgebiet werden großteils 25.0°C bis 26.0°C berechnet, das dem Temperaturniveau des 24.07.2018 aus **Abb. 4.5** und damit den gemessenen Werten in der Nähe des Untersuchungsgebietes entspricht. Etwas geringere Werte werden über den weniger dicht

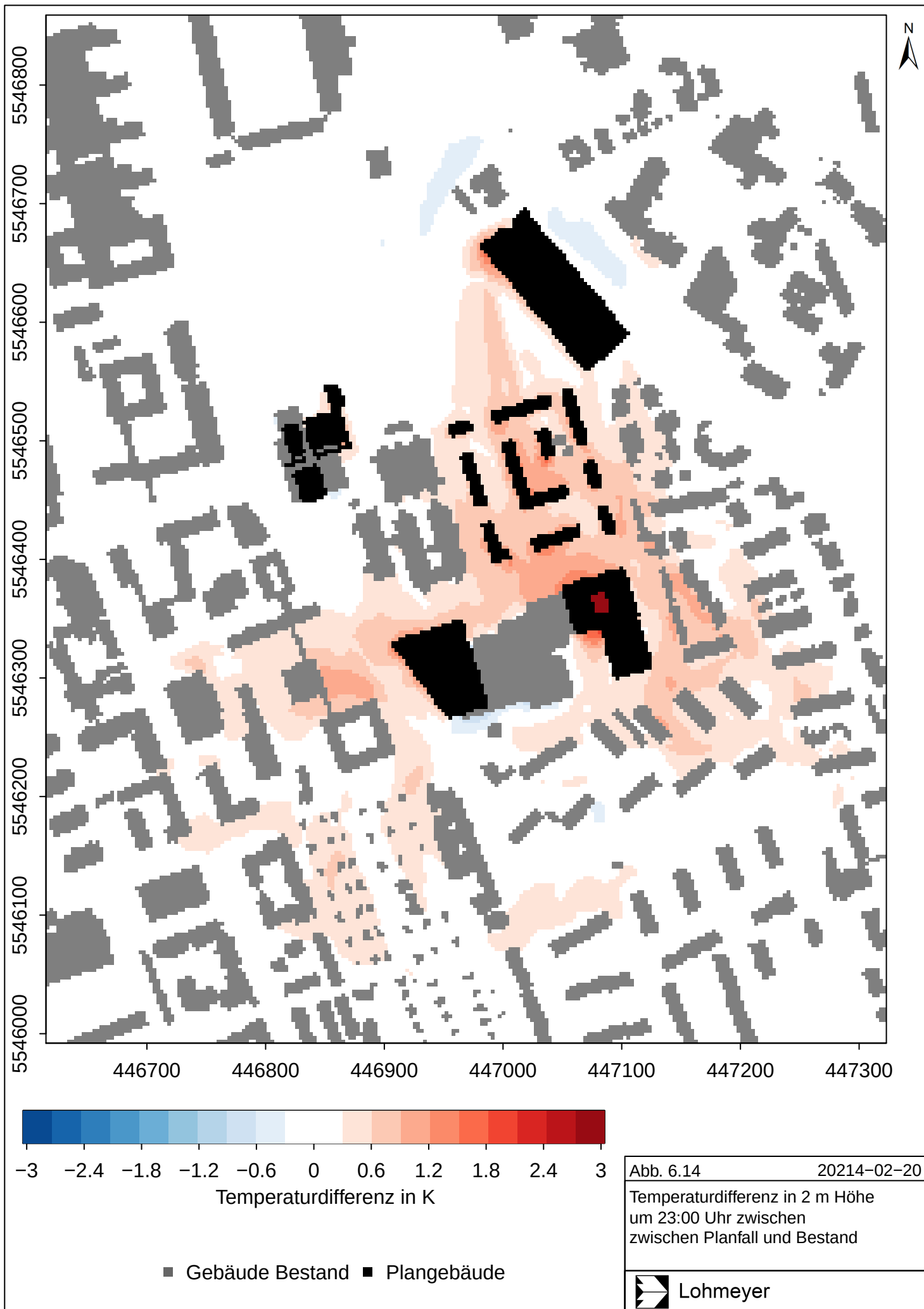


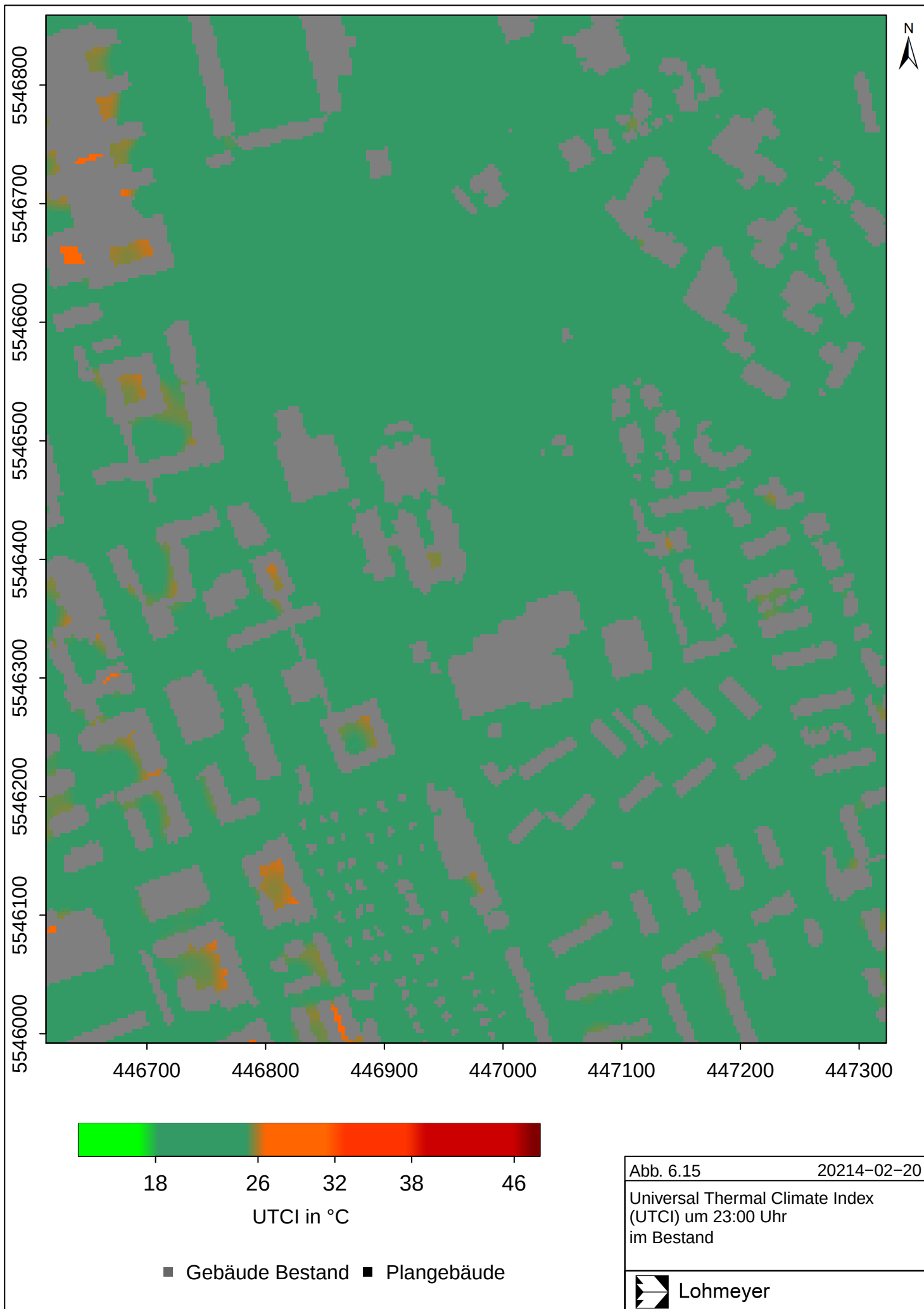




bebauten Flächen im Nordosten des Untersuchungsgebietes berechnet, die bodennah von Kaltluft außerhalb des Untersuchungsgebiets angeströmt werden. Von dort setzt sich die bodennahe Kaltluft über die Berliner Straße und die bisherigen Freiflächen entlang des bestehenden Parkplatzes bis zur Friedrich-Ebert-Schule und teilweise bis zu der Kleingartenanlage südwestlich davon fort (**Abb. 6.9**). Höhere Werte werden überwiegend im dichter bebauten westlichen und südwestlichen Bereich des Untersuchungsgebietes berechnet. **Abb. 6.14** zeigt die berechneten Differenzen der Lufttemperatur zwischen Planfall und Bestand. Aufgrund der Planung werden vor allem über dem Plangebiet und in dessen Nahbereich Temperaturänderungen berechnet. Aufgrund der Stauung der kühlen Luftmassen ergeben sich nordöstlich des Parkhauses im Bereich der Berliner Straße etwas geringere Temperaturen, ebenso nordwestlich des Parkhauses aufgrund der Umlenkung der dort aus Norden anströmenden kühlen Luftmassen wenige Meter bis Dekameter nach Nordwesten. Im nordwestlichen und südwestlichen Nahbereich des Parkhauses ergeben sich etwas höhere Lufttemperaturen, die sich über die geplante Wohnbebauung nach Süden bis zur Friedrich-Ebert-Schule mit bis zu 1.5 K Differenz zum Bestand fortsetzen. Aktuelle Planungen sehen am Nordrand der geplanten Wohnbebauung das Verschließen der Lücken zwischen den Gebäuden mit einer Schallschutzwand in den unteren 4 Stockwerken vor. Damit wird die Kaltluftströmung in dieser Höhe praktisch unterbunden und führt zu einer verzögerten und verminderten nächtlichen Abkühlung im Bereich der Wohnbebauung. Südwestlich und südöstlich des Plangebietes werden ebenfalls Lufttemperaturerhöhungen bis zu 1 K noch in etwa 150 m Entfernung vom Plangebiet berechnet. Weiter weg ergeben sich lokal noch etwas geringere Temperaturerhöhungen. Südlich des Bereichs der Friedrich-Ebert-Schule, wo der bestehende Schulkomplex entfällt, werden lokal auch etwas geringere Temperaturen als im Bestand berechnet. In weiter entfernt liegenden Bereichen ergeben sich keine wesentlichen flächenhaften Temperaturänderungen aufgrund der Planung.

Abb. 6.15 zeigt den UTCI um 23 Uhr im Untersuchungsgebiet für den Bestand. Ohne die kurzweilige Einstrahlung der Sonne ergeben sich für die mittlere Strahlungstemperatur Werte auf vergleichbarem Niveau mit der Lufttemperatur. Da diese beiden Parameter einen relativ großen Einfluss auf den UTCI haben, wenn die Luftfeuchte und die Windgeschwindigkeit nicht extrem sind, ergeben sich für den UTCI entsprechend der Lufttemperatur (**Abb. 6.13**) großteils Werte unter 26 °C, sodass thermische Komfortbedingungen vorliegen. In gebäudenahen Bereichen mit zusätzlich stark verminderter Strömungsgeschwindigkeit werden aufgrund der langwelligen Wärmeabstrahlung der Baukörper und stark eingeschränkten Belüftung noch mäßige Wärmebelastungen, d. h. ein Wert des UTCI größer gleich 26 °C, berechnet. Aufgrund der Planung werden wesentliche Modifikationen des UTCI vorwiegend im

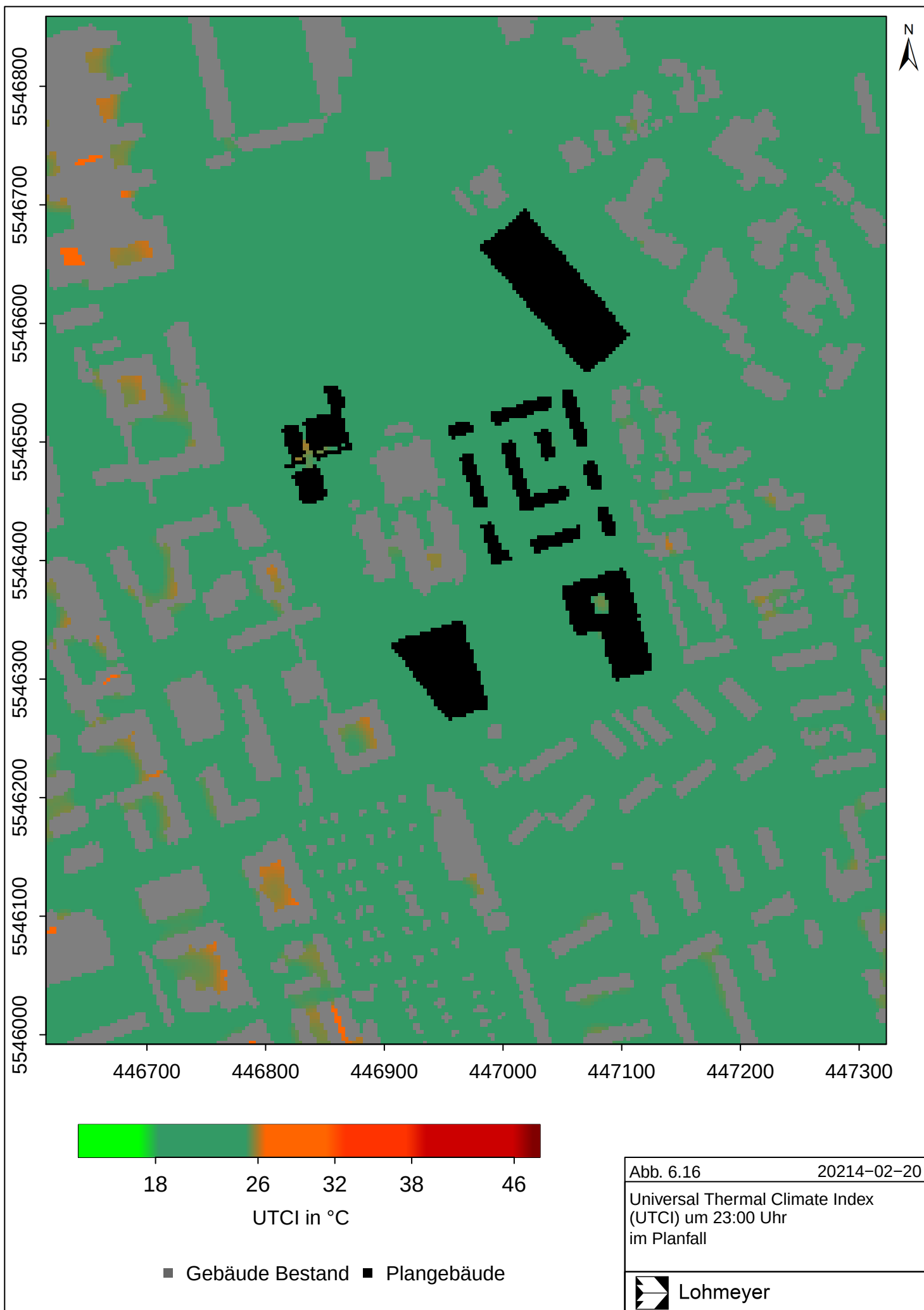


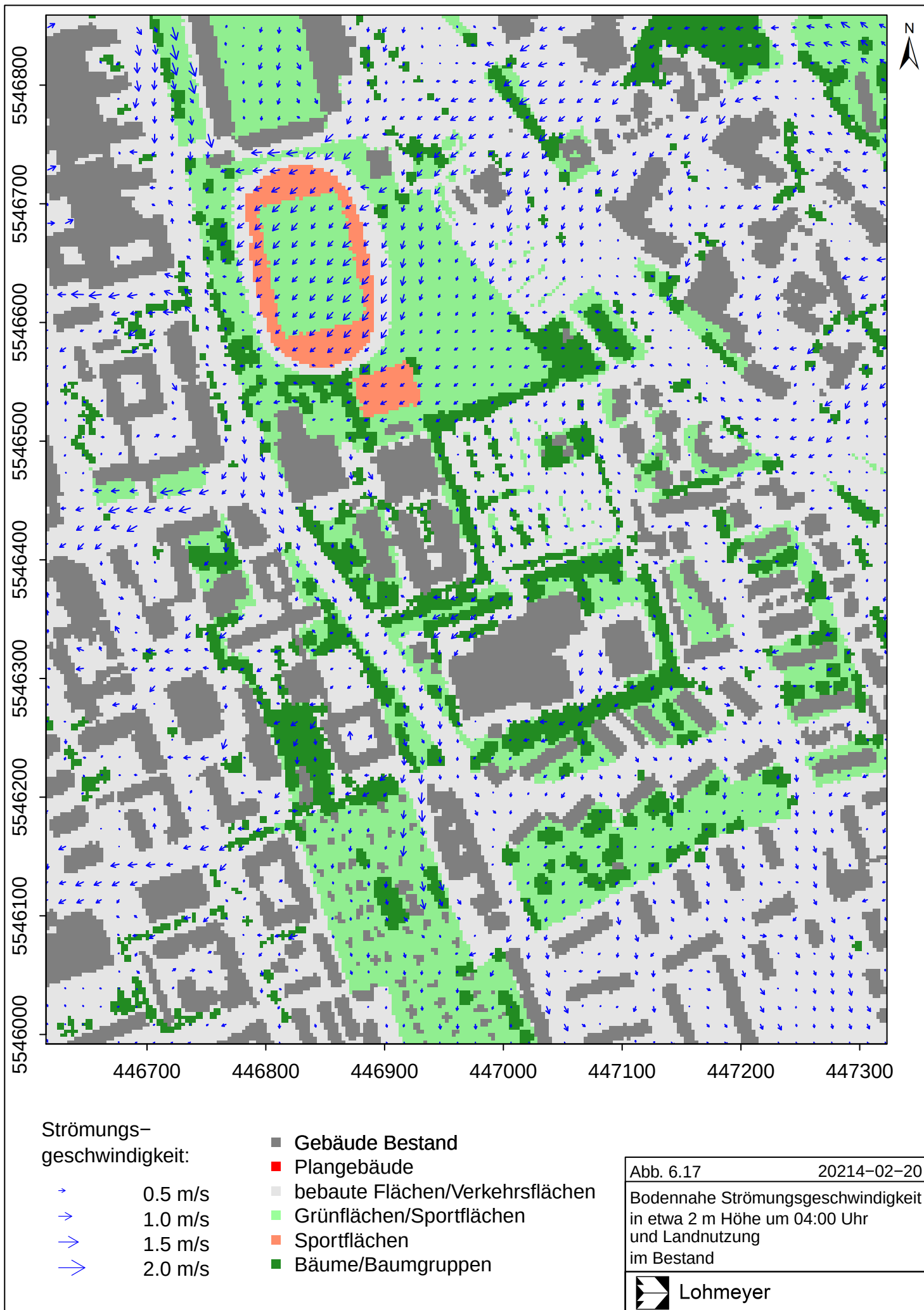


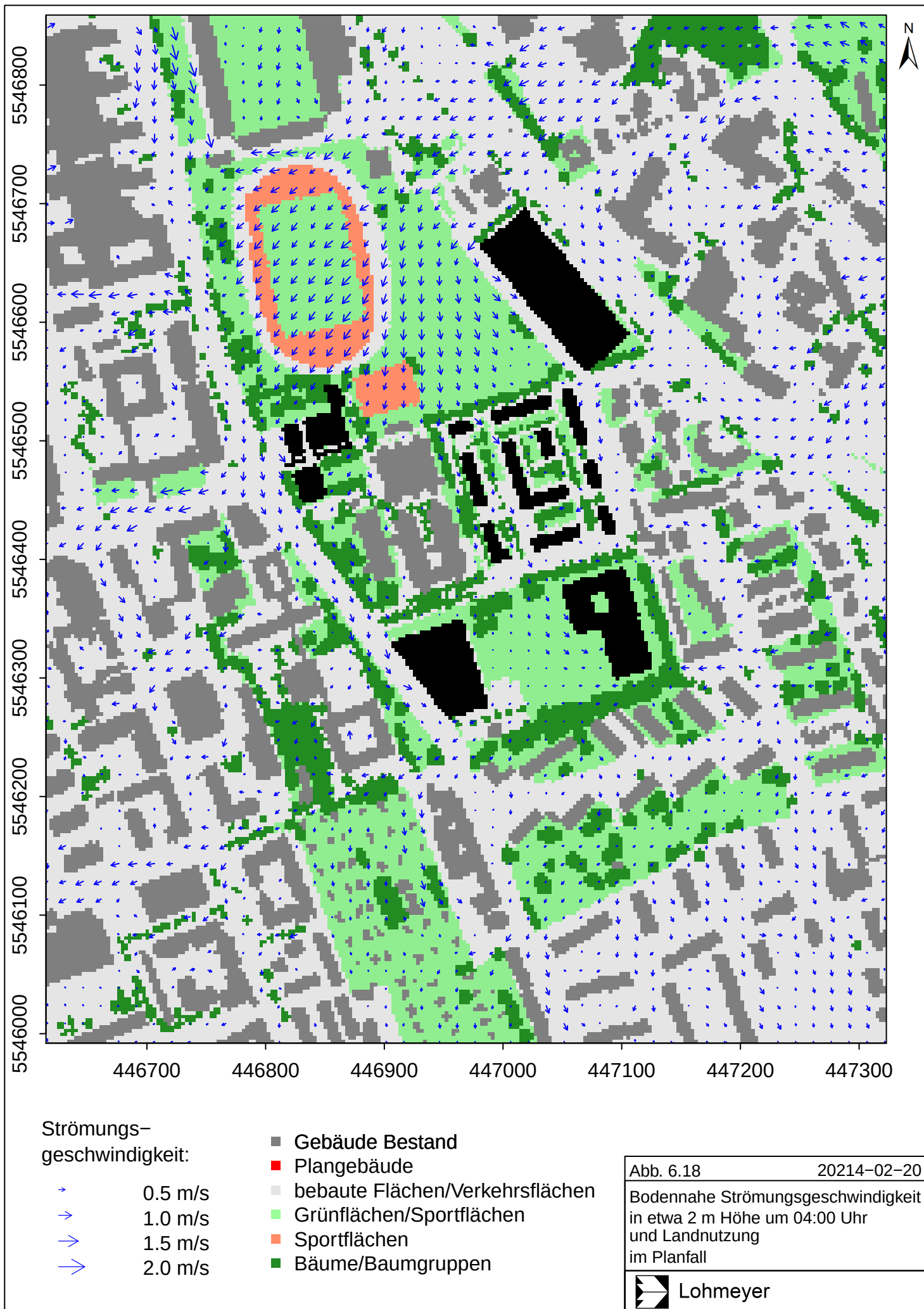
Nahbereich der Plangebäude berechnet (**Abb. 6.16**), indem sich dort lokal Übergänge von thermischem Komfort zu mäßiger Wärmebelastung aufgrund der erhöhten Strahlungs- und Lufttemperatur sowie der geringeren Strömungsgeschwindigkeit ergeben. In den übrigen Bereichen des Untersuchungsgebietes werden keine wesentlichen flächenhaften Änderungen des UTCI simuliert.

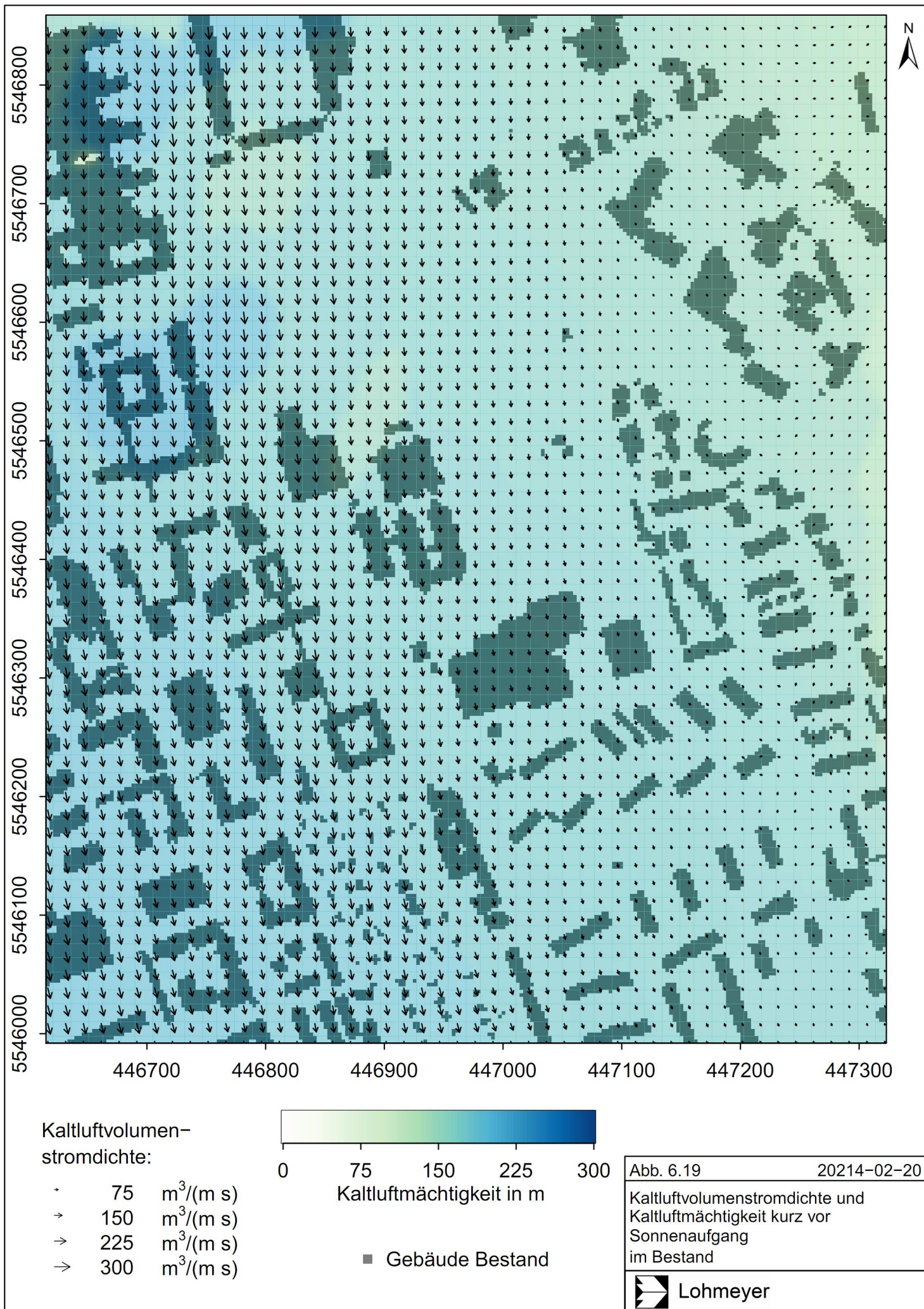
Kurz vor Sonnenaufgang erreichen die Temperaturen bei weiterhin negativer Strahlungsbilanz am Erdboden, d. h. es wird mehr Wärme von der Erdoberfläche abgegeben als aufgenommen, nahezu ihr Minimum. Die entsprechende bodennahe Windrichtung und Windgeschwindigkeit früh morgens im Untersuchungsgebiet für den Bestand zeigt **Abb. 6.17**, aufgrund der Übersichtlichkeit ist nur jeder fünfte Geschwindigkeitsvektor (Pfeil) dargestellt. Über ausgedehnten Freiflächen werden bodennah großteils nördliche bis nordöstliche Strömungen mit 0.5 m/s bis 1 m/s berechnet, beispielsweise im Bereich des Helmut-Schön-Sportparks oder auf der bisherigen Freifläche im Bereich des geplanten Parkhauses, die sich dort nach Südwesten oder im Bereich des bestehenden Parkplatzes nördlich der Balthasar-Neumann-Straße nach Süden fortsetzen. In bebauten Bereichen werden die Strömungen bodennah in Geschwindigkeit und Richtung deutlich modifiziert. **Abb. 6.18** zeigt die bodennahe Windrichtung und Windgeschwindigkeit früh morgens im Untersuchungsgebiet für den Planfall. Im Plangebiet und dessen Nahbereich ergeben sich aufgrund der Planung deutliche Änderungen der Strömungsrichtung und Strömungsgeschwindigkeit. Im Bereich des geplanten Parkhauses ergeben sich durch Umströmungseffekte südwestlich und entlang der Berliner Straße teilweise etwas höhere Strömungsgeschwindigkeiten. Südwestlich des Parkhauses werden die Strömungen anstatt nach Südwesten nach Süden umgelenkt. In großen Bereichen der geplanten Wohnbebauung werden deutliche Einschränkungen der nächtlichen Belüftung berechnet, wobei mäßige Belüftungen von Nord nach Süd über die beiden Baulücken am Nordrand der geplanten Bebauung noch möglich sind. Aktuelle Planungen sehen dort das Verschließen der Lücken zwischen den Gebäuden mit einer Schallschutzwand in den unteren 4 Stockwerken vor. Damit wird der Kaltluftaustausch in dieser Höhe praktisch unterbunden und führt zu einer verminderten nächtlichen Abkühlung im Bereich der Wohnbebauung. Insgesamt werden aufgrund der Planung, d. h. des Wegfalls einiger Gebäude und der Planung neuer Gebäude, lokal sowohl Zu- als auch Abnahmen der Strömungsgeschwindigkeit sowie Modifikationen der Strömungsrichtung simuliert.

Abb. 6.19 zeigt die Kaltluftmächtigkeit und die Kaltluftvolumenstromdichte im Untersuchungsgebiet früh morgens für den Bestand. Als Richtung der Kaltluftströmung wird der Median der Strömungsrichtungen zwischen der Oberfläche und der Höhe der Kaltluftschicht



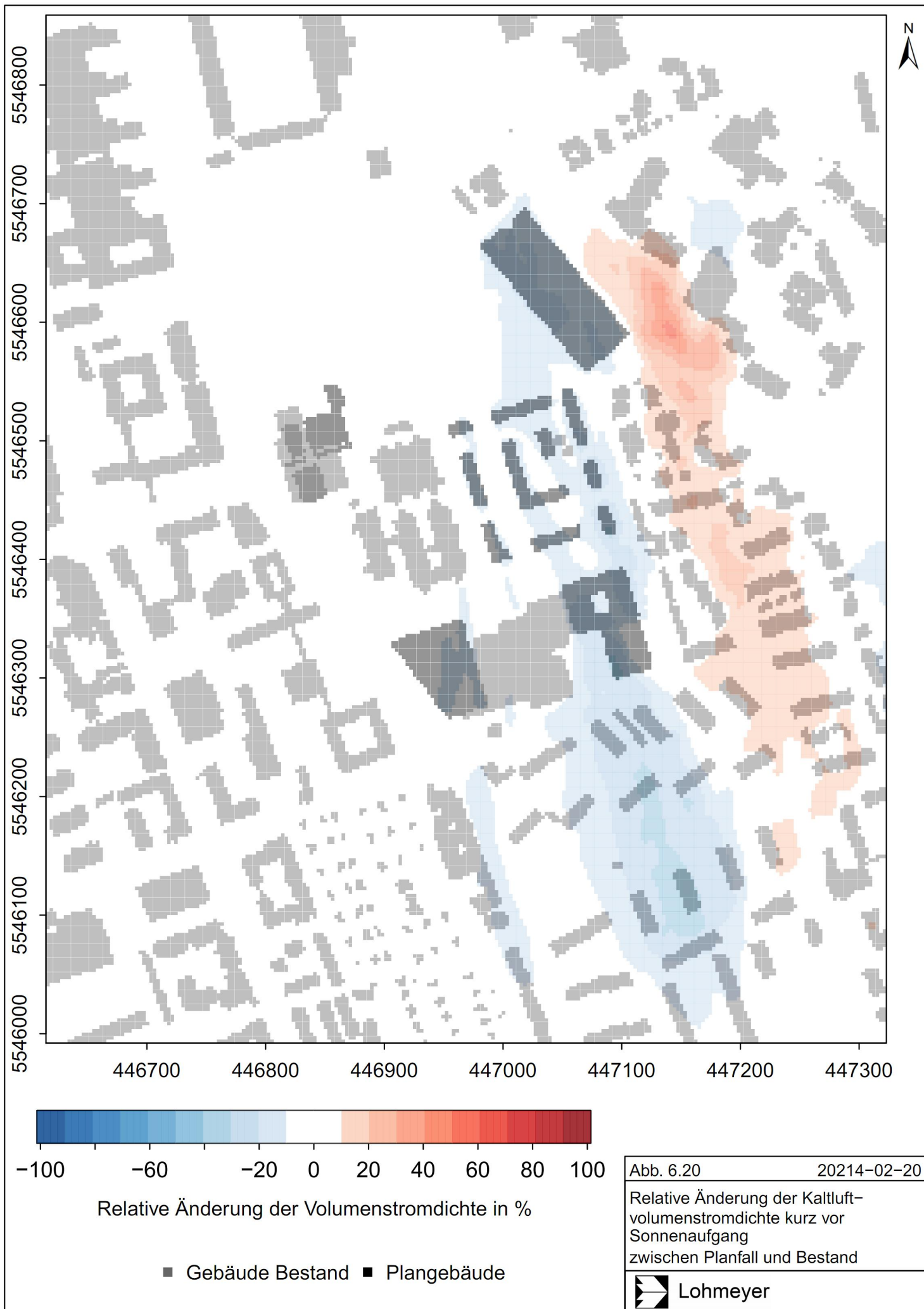


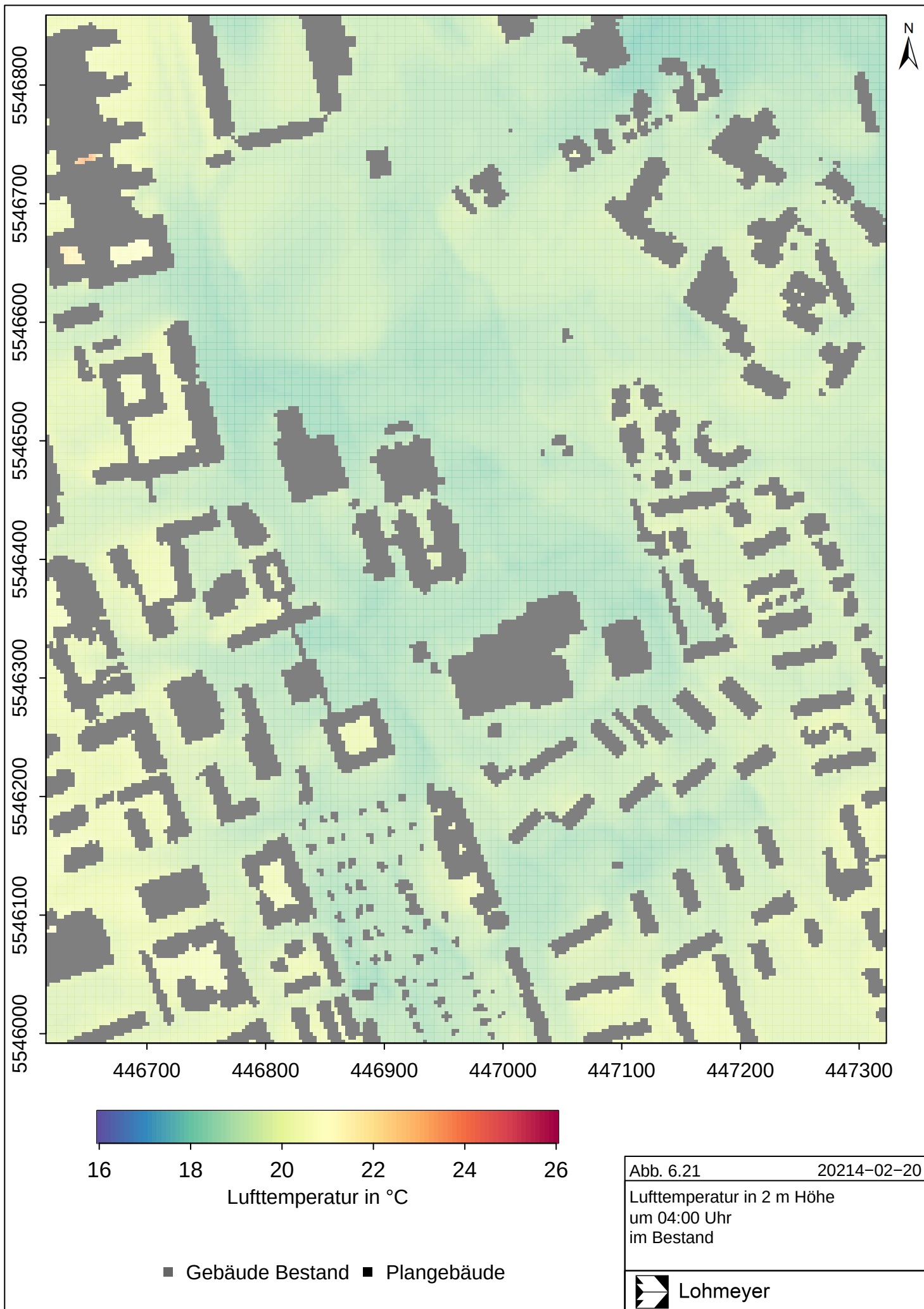


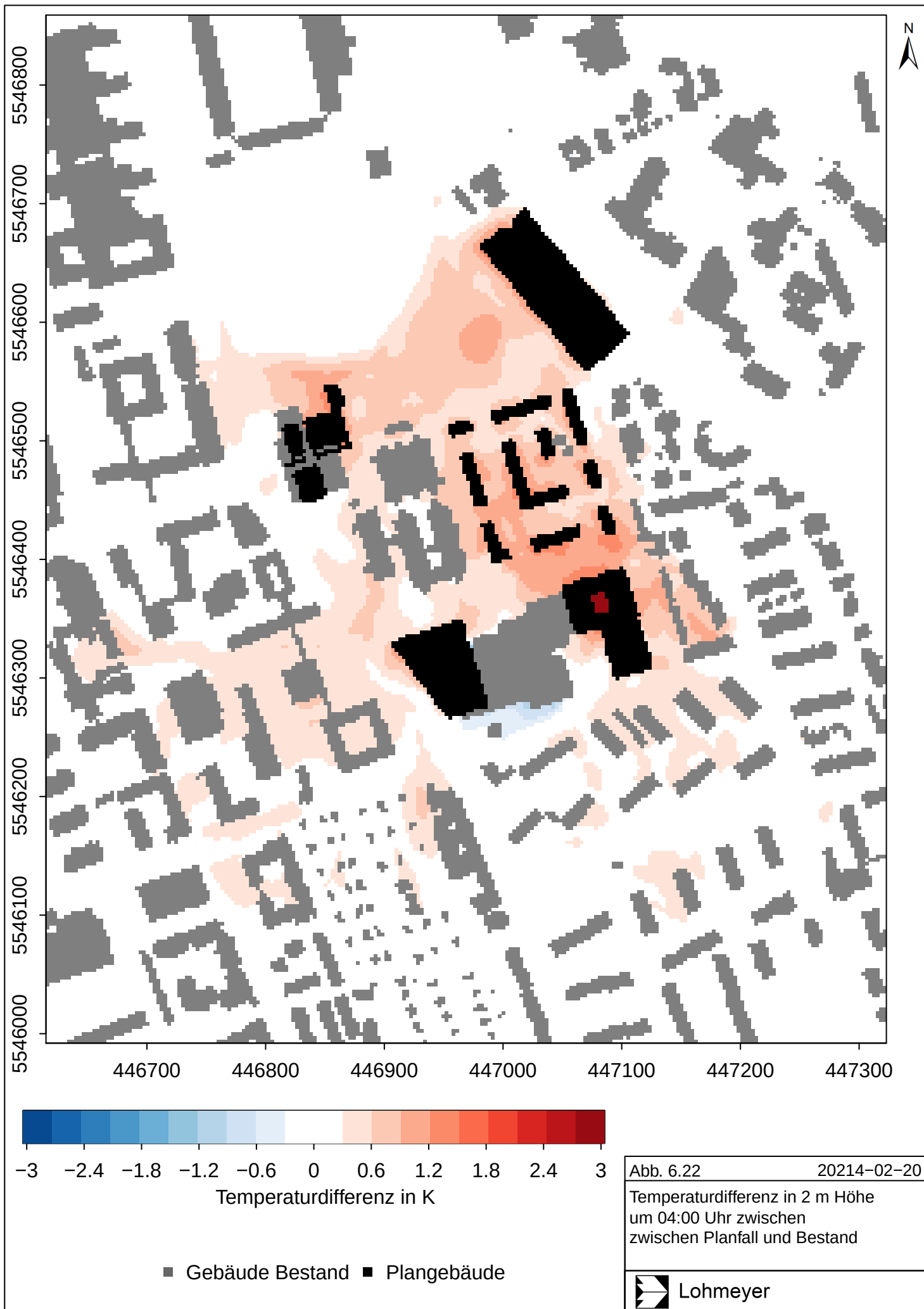


angegeben. Im Vergleich zu den bodennahen Strömungen ist der Median der Strömungsrichtungen über die Dicke der Kaltluftschicht nicht von den Baukörpern beeinflusst und zeigt durchgehend Anströmungen aus nördlichen Richtungen, die der Kaltluftströmung über Dachniveau entspricht. Die Kaltluftschichtdicke reicht von etwa 100 m in den höher gelegenen nordöstlichen Bereichen des Untersuchungsgebietes bis etwa 180 m in den tiefer gelegenen westlichen und südwestlichen Bereichen und ist damit etwas höher als um 23 Uhr. Die Strömungsgeschwindigkeit ist etwas geringer als zuvor, somit werden Kaltluftvolumenstromdichten zwischen $30 \text{ m}^3/(\text{m s})$ in den höher gelegenen Bereichen des Untersuchungsgebietes und $150 \text{ m}^3/(\text{m s})$ in den tiefer gelegenen Bereichen berechnet. Aufgrund der Planung wird die Kaltluftvolumenstromdichte vor allem im Nachlauf der geplanten Gebäude modifiziert, **Abb. 6.20** zeigt dazu die relative Änderung der Kaltluftvolumenstromdichte früh morgens. Vom Bereich des Parkhauses werden in Strömungsrichtung nach Südsüdosten über die geplante Wohnbebauung und den östlichen Teil der geplanten Schule bis etwa 250 m südlich davon eine mehr als 10 % geringere Kaltluftvolumenstromdichte im Planfall gegenüber dem Bestand berechnet. Östlich davon werden nahezu parallel zu den Verringerungen leichte Verstärkungen der Strömung berechnet, die etwa 100 m weniger weit nach Süden reichen. In den übrigen Bereichen werden keine wesentlichen Änderungen der Kaltluftvolumenstromdichte berechnet.

Abb. 6.21 zeigt die Lufttemperatur in 2 m Höhe um 04 Uhr im Untersuchungsgebiet für den Bestand. Die Legende unterscheidet sich von denjenigen tagsüber und abends (**Abb. 6.5** bzw. **Abb. 6.13**), da der Wertebereich auf die Verhältnisse morgens zu geringeren Werten hin angepasst wurde. Im Untersuchungsgebiet werden großteils zwischen 19.0°C und 20.0°C berechnet, das dem Temperaturniveau des 24.07.2018 aus **Abb. 4.6** und damit den gemessenen Werten in der Nähe des Untersuchungsgebietes entspricht. Etwas geringere Werte werden über den weniger dicht bebauten Flächen des Untersuchungsgebietes berechnet, beispielsweise im Nordosten und Osten des Untersuchungsgebietes und in einem von Nord nach Süd verlaufenden Bereich zwischen dem Helmut-Schön-Sportpark und der Kleingartenanlage. Dies beschreibt die Bereiche, in denen sich die bodennahe Kaltluft von außerhalb des Gebietes durchsetzen kann. Höhere Werte werden überwiegend im dichter bebauten westlichen und südwestlichen Bereich des Untersuchungsgebietes berechnet. **Abb. 6.22** zeigt die berechneten Differenzen der Lufttemperatur zwischen Planfall und Bestand. Aufgrund der Planung werden vor allem über dem Plangebiet und in dessen Nahbereichen Temperaturänderungen berechnet. Zwischen dem geplanten Parkhaus im Nordosten, der Sporthalle im Nordwesten und den beiden Schulkomplexen im Süden des Plangebietes werden nahezu überall Lufttemperaturerhöhungen berechnet, die im Nahbereich von





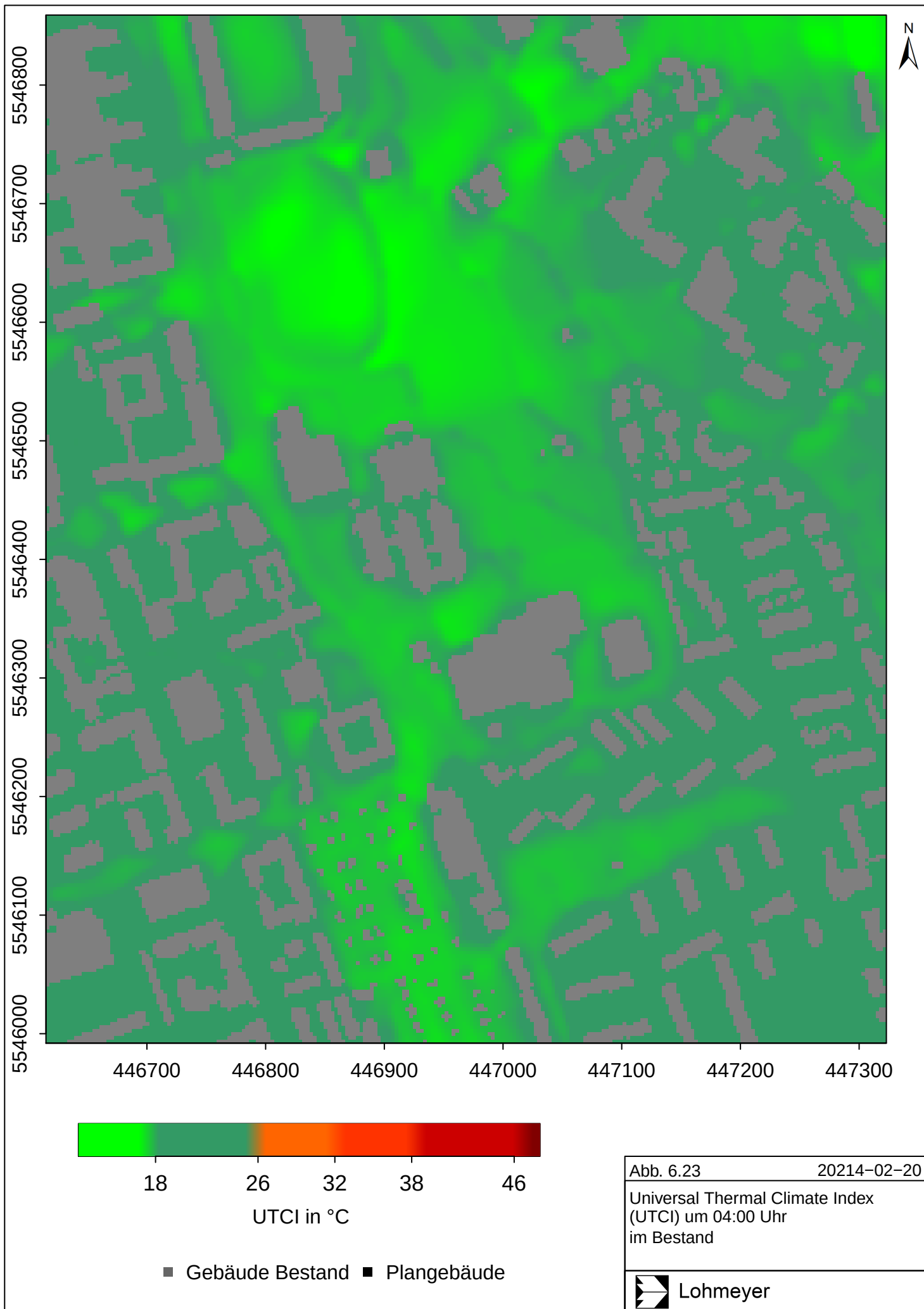


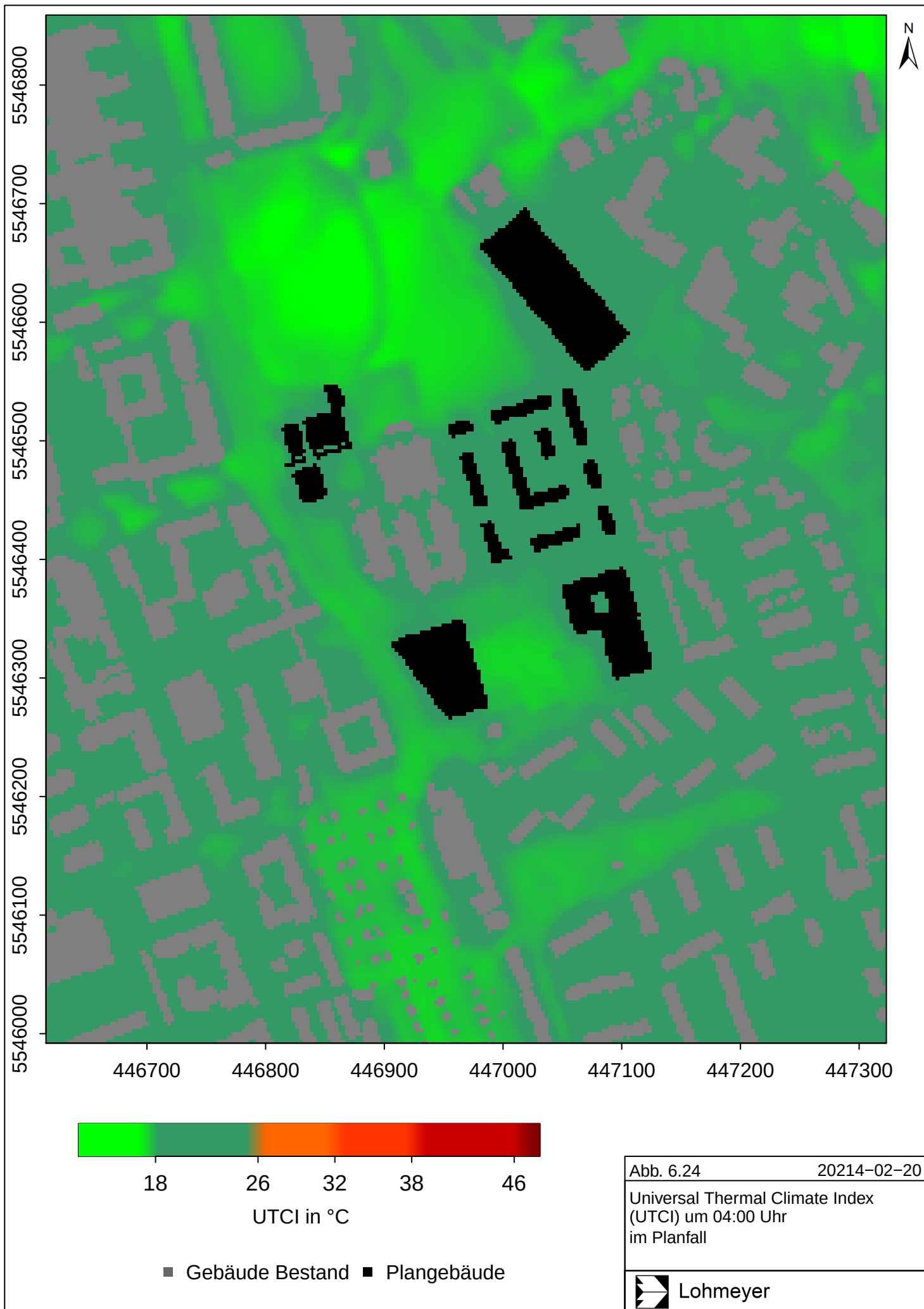
Gebäuden lokal bis 1.5 K erreichen. Aktuelle Planungen sehen am Nordrand der geplanten Wohnbebauung das Verschließen der Lücken zwischen den Gebäuden mit einer Schallschutzwand in den unteren 4 Stockwerken vor. Damit wird die Kaltluftströmung in dieser Höhe praktisch unterbunden und führt zu einer verzögerten und verminderten nächtlichen Abkühlung im Bereich der Wohnbebauung. Südwestlich der Planung ergeben sich Teilbereiche mit bis zu 0.6 K Temperaturerhöhung, in den übrigen Bereichen werden keine flächenhaften Temperaturerhöhungen berechnet. Im Nahbereich der geplanten Freifläche im Bereich der Friedrich-Ebert-Schule werden leichte Lufttemperaturverringerungen berechnet.

Abb. 6.23 zeigt den UTCI um 04 Uhr im Untersuchungsgebiet für den Bestand. In den kühleren und besser belüfteten Bereichen, d. h. vom Nordosten des Untersuchungsgebietes nach Südwesten über die Berliner Straße zu den Freiflächen im Bereich des Helmut-Schön-Sportparks und weiter in Richtung Süden bis zu der Kleingartenanlage, ergeben sich größtenteils Werte des UTCI kleiner als 18 °C, d. h. keine thermische Belastung; hier ist eine ausreichende nächtliche Belüftungsfunktion gegeben. In bebauten Bereichen werden Werte des UTCI im thermischen Komfortbereich berechnet, d. h. größer gleich 18 °C und kleiner gleich 26 °C; hier ist die nächtliche Belüftungsfunktion aufgrund der Bebauung eingeschränkt. Aufgrund der Planung werden wesentliche Modifikationen des UTCI vorwiegend im Nahbereich der Plangebäude berechnet (**Abb. 6.24**). In Folge der Lufttemperaturerhöhung über nahezu dem gesamten Plangebiet und Einschränkungen der Belüftungsfunktion, vorwiegend aufgrund des Parkhauses und der geplanten Wohnbebauung, erhöht sich in den entsprechenden Bereichen auch der UTCI. Wärmebelastungen werden bei dem um 04 Uhr morgens vorhandenen Lufttemperaturniveau jedoch nicht mehr erreicht. Südlich und westlich des Plangebietes ergeben sich ebenfalls vereinzelt Erhöhungen der Werte des UTCI von unter 18 °C auf über 18 °C, in den übrigen Bereichen des Untersuchungsgebietes werden keine wesentlichen flächenhaften Änderungen des UTCI simuliert.

6.3 Planungsempfehlungen

Im Zuge des Bebauungsplans „Parkhaus Berliner Straße“ wurde für den Bereich Berliner Straße, Balthasar-Neumann-Straße und Wettiner Straße ein grünordnerisches Leitbild erarbeitet. Das Gebiet liegt in einem stark verdichteten Raum im Stadtbezirk Südost mit einem Grünflächenanteil von 26 % bis 50 %, der teilweise nur eingeschränkt für die Öffentlichkeit nutzbar ist. Der Betrachtungsraum wird entsprechend der Klimabewertungskarte 2017 der LH Wiesbaden als Sanierungszone mit den Planungshinweisen „Entsiegelungen und intensive Begrünungen, keine weiteren baulichen Verdichtungen und Versiegelungen“ und „Um-





nutzungen nur unter Sicherung von Belüftungsstrukturen und intensiver Begrünung (Großgrün)“ angegeben. Im Bereich des Bebauungsplanes „Parkhaus Berliner Straße“ ist eine Begrünung allerdings zum Großteil nur durch Dachbegrünung möglich, die in der vorliegenden Ausarbeitung mit berücksichtigt wurde.

Der städtische Wärmeinseleffekt führt im Bereich des Plangebietes zu einer Temperaturerhöhung gegenüber dem Umland, der am intensivsten bei autochthonen Wetterlagen nachts auftritt. In Folge des derzeit stattfindenden Klimawandels wird in Zukunft ein weiterer Temperaturanstieg sowohl in der Stadt als auch im Umland erwartet. Nach dem Bericht „Modellbasierte Analyse des Stadtklimas als Grundlage für die Klimaanpassung am Beispiel von Wiesbaden und Mainz“ (Noppel, 2017) vom DWD wird für den Bereich des Plangebietes zwischen den Zeiträumen 1971-2000 und 2031-2060 eine Zunahme der Sommertage von 47.5 auf 59.7 bis 70.8, der Hitzetage von 10.8 auf 12.4 bis 24.9 und Tropennächte von 0.9 auf 5.1 bis 16.2 im Mittel pro Jahr projiziert.

Aus stadtklimatischer Sicht ist es zu empfehlen im Aufenthaltsbereich des Menschen im Freien ein vielfältiges Nutzungsangebot bereitzustellen, das die Bedürfnisse unterschiedlicher Personen zu verschiedenen Jahreszeiten beziehungsweise meteorologischen Bedingungen abdeckt. Dies wird mit den Änderungen im Hinblick auf die Auswirkungen des Klimawandels noch dringender. Mit den hier vorgestellten Ergebnissen der bioklimatischen Simulationen wird prognostiziert, dass durch die baulichen Planungen auch mit Berücksichtigung der geplanten Vegetationsausstattung sich im Plangebiet Temperaturerhöhungen einstellen. Tagsüber treten die stärksten Wärmebelastungen in besonnten Bereichen in Kombination mit vermindertem Luftaustausch auf. Um die Wärmebelastung tagsüber im Aufenthaltsbereich des Menschen im Freien bei einer sommerlichen autochthonen Wetterlage zu reduzieren, sollten alle Möglichkeiten ergriffen werden, verschattete Bereiche zu schaffen, z. B. durch die Pflanzung von großkronigen Laubbäumen. Baumpflanzungen an den südlichen Fassadenbereichen der Gebäude bewirken beispielsweise deren teilweise Verschattung ganztags und tragen somit zu einer verringerten Wärmeabstrahlung der Baukörper bei; an Westfassaden gilt dies nachmittags und an Ostfassaden vormittags. Des Weiteren helfen intensiv begrünte Flächen am Boden sowie auf dem Dach der Plangebäude die dortigen Oberflächentemperaturen zu reduzieren.

Im Betrachtungsgebiet wird bei autochthonen Wetterlagen die nächtliche Abkühlung durch Kaltluftströmungen aus nördlicher Richtung begünstigt; aufgrund der bestehenden und geplanten Baukörper werden die Strömungen bodennah stark modifiziert. Aus klimatischer

Sicht ist eine Förderung des bodennahen Durchgreifens dieser Kaltluftströmungen im Plan-
gebiet anzustreben, auf zusätzliche Hindernisse (z.B. Lärmschutzverschließungen) zu ver-
zichten und zusätzliche Wärmeabgaben durch künstliche Oberflächen durch intensive fläch-
ige Begrünungen gering zu halten. Gleichwohl ist auch mit solchen erweiterten Maßnahmen
eine planungsbedingte nächtliche Lufttemperaturzunahme in dem Bebauungsplangebiet
nicht auszuschließen, für benachbarte bestehende Siedlungsbereiche aber gering zu halten.

7 LUFTSCHADSTOFFE

7.1 Emissionen

7.1.1 Betrachtete Schadstoffe

Die Kraftfahrzeuge emittieren bei ihrem Betrieb eine Vielzahl von Schadstoffen. Die Relevanz dieser Schadstoffe ist recht unterschiedlich. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden erfahrungsgemäß am ehesten bei NO₂ erreicht, deshalb wird dieser Stoff im vorliegenden Gutachten detailliert betrachtet. Die Konzentrationen für andere Luftschadstoffe wie Benzol, SO₂, CO, Blei, Feinstaub (PM₁₀, PM_{2.5}) etc. sind im Vergleich zu ihren gesetzlichen Immissionsgrenzwerten deutlich geringer, deshalb werden sie hier nicht betrachtet.

7.1.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren

Zur Ermittlung der Emissionen werden die Verkehrsdaten und für jeden Luftschadstoff so genannte Emissionsfaktoren benötigt. Die Emissionsfaktoren sind Angaben über die pro mittlerem Fahrzeug der Fahrzeugflotte und Straßenkilometer freigesetzten Schadstoffmengen. Im vorliegenden Gutachten werden die Emissionsfaktoren für die Fahrzeugarten Leichtverkehr (LV) und Schwerverkehr (SV) unterschieden. Die Fahrzeugart LV enthält dabei die Pkw, die leichten Nutzfahrzeuge (INfz) inklusive zeitlicher Entwicklung des Anteils am LV nach TREMOD (2010) und die Motorräder, die Fahrzeugart SV versteht sich inklusive Lastkraftwagen, Sattelschleppern, Bussen usw.

Die Emissionsfaktoren der Partikel setzen sich hingegen aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung etc.) Emissionsfaktoren zusammen. Die Ermittlung der motorbedingten Emissionen erfolgt entsprechend der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI 3782 Blatt 7, 2020).

Motorbedingte Emissionsfaktoren

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.1 (UBA, 2019) berechnet; in der aktuellen Version des HBEFA 4.1 sind die nichtmotorbedingten Beiträge für Feinstaub PM₁₀ integriert.

Die motorbedingten Emissionen hängen für die Fahrzeugarten Pkw, INfz, Lkw und Busse im Wesentlichen ab von:

- den so genannten Verkehrssituationen („Fahrverhalten“), das heißt der Verteilung von Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigung, Häufigkeit und Dauer von Standzeiten,
- der sich fortlaufend ändernden Fahrzeugflotte (Anteil Diesel etc.),
- der Zusammensetzung der Fahrzeugschichten (Fahrleistungsanteile der Fahrzeuge einer bestimmten Gewichts- bzw. Hubraumklasse und einem bestimmten Stand der Technik hinsichtlich Abgasemission, z.B. EURO 2, 3, ...) und damit vom Jahr, für welches der Emissionsfaktor bestimmt wird (= Bezugsjahr),
- der Längsneigung der Fahrbahn (mit zunehmender Längsneigung nehmen die Emissionen pro Fahrzeug und gefahrenem Kilometer entsprechend der Steigung deutlich zu, bei Gefällen weniger deutlich ab) und
- dem Prozentsatz der Fahrzeuge, die mit nicht betriebswarmem Motor betrieben werden und deswegen teilweise erhöhte Emissionen (Kaltstarteinfluss) haben.

Die Zusammensetzung der Fahrzeuge innerhalb der Fahrzeugkategorien wird für das zu betrachtende Bezugsjahr dem HBEFA (UBA, 2019) entnommen.

Die Längsneigung der Straßen wird aus Höhenplänen, Lageplänen bzw. digitalen Geländedaten des Untersuchungsgebietes entnommen. Der Kaltstarteinfluss innerorts für PKW bzw. Infz wird entsprechend HBEFA angesetzt, sofern er in der Summe einen Zuschlag darstellt.

Für diese Ausarbeitung werden innerhalb des Rechengebietes folgende Verkehrssituationen herangezogen, wobei aus der Fahrspuranzahl und der Verkehrsbelegung eine Einschätzung des Auslastungsgrades der Streckenabschnitte erfolgte, der im HBEFA mit „level of service“ LOS bezeichnet wird und hier zwischen flüssigem Verkehrsfluss und gesättigtem Verkehrsfluss variiert wird:

IO-HVS70: Innerstädtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h

IO-HVS70d: Innerstädtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h, dichter Verkehr

IOS-HVS50: Innerstädtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h

IOS-HVS50d: Innerstädtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr

IOS-NS30: Innerstädtische Nebenverkehrsstraße, Tempolimit 30 km/h

IOS-NS30d: Innerstädtische Nebenverkehrsstraße, Tempolimit 30 km/h, dichter Verkehr

IOS-NS30g: Innerstädtische Nebenverkehrsstraße, Tempolimit 30 km/h, gesättigter Verkehr

IOS-NS30s: Innerstädtische Nebenverkehrsstraße, Tempolimit 30 km/h, Stop&Go

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des

Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.1 (UBA, 2019) berechnet, in dem eine Korrektur der Emissionsfaktoren für Euro-6-Diesel-PKW sowie der Einfluss der Lufttemperatur auf die Organisation der Abgasnachbehandlungseinrichtung für Euro-4, Euro-5 und Euro-6-Diesel-PKW berücksichtigt sind. Diese relativen Anpassungen werden hier auch auf die leichten Nutzfahrzeuge angewendet und berücksichtigen die im HBEFA genannten mittleren deutschen Temperaturverhältnisse von ca. 9°C, die gegenüber der im Zeitraum 2010 bis 2019 (Quelle: DWD) an der der Station Wiesbaden-Auringen erfassten mittleren Lufttemperatur von 10°C etwas geringer ist.

Tab. 7.1 gibt einen Überblick über die im vorliegenden Fall jeweils angesetzten Verkehrssituationen und die zugehörigen Emissionsfaktoren für das Bezugsjahr 2022 unter Angabe der mittleren Fahrgeschwindigkeiten.

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in g/km 2022							
Verkehrssituation (Kürzel)	Geschwindigkeit in km/h	NO _x		NO ₂ direkt		Partikel (nur Abgas)		Partikel PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
IOS-HVS50	42.9	0.305	2.151	0.0913	0.4462	0.0063	0.0240	0.026	0.11
IOS-HVS50_2	42.9	0.310	2.328	0.0931	0.5194	0.0063	0.0244	0.026	0.11
IOS-HVS50_4	42.9	0.350	1.674	0.1066	0.3421	0.0065	0.0248	0.026	0.11
IOS-HVS50d	36.0	0.379	2.425	0.1155	0.4941	0.0069	0.0283	0.033	0.36
IOS-HVS50d_2	36.0	0.394	2.252	0.1204	0.4665	0.0070	0.0285	0.033	0.36
IOS-HVS50d_4	36.0	0.424	1.936	0.1304	0.3941	0.0072	0.0288	0.033	0.36
IOS-HVS70	66.2	0.301	1.279	0.0909	0.2557	0.0062	0.0196	0.026	0.10
IOS-HVS70_2	66.2	0.319	1.347	0.0968	0.2714	0.0066	0.0192	0.026	0.10
IOS-HVS70_4	66.2	0.377	1.247	0.1166	0.2339	0.0067	0.0181	0.026	0.10
IOS-HVS70d	50.2	0.321	1.592	0.0968	0.3230	0.0064	0.0220	0.032	0.35
IOS-HVS70d_2	50.2	0.335	1.990	0.1016	0.4362	0.0065	0.0212	0.032	0.35
IOS-HVS70d_4	50.2	0.378	1.552	0.1160	0.3131	0.0069	0.0207	0.032	0.35
IOS-NS30	28.8	0.354	3.206	0.0952	0.6717	0.0073	0.0388	0.026	0.28
IOS-NS30_2	28.8	0.361	2.735	0.0976	0.5718	0.0073	0.0384	0.026	0.28
IOS-NS30d	23.3	0.384	3.923	0.1047	0.8386	0.0077	0.0406	0.034	0.50
IOS-NS30g	15.1	0.489	5.683	0.1394	1.2502	0.0088	0.0486	0.044	1.20
IOS-NS30s	9.6	0.565	8.774	0.1638	1.9564	0.0098	0.0739	0.044	1.20

Tab. 7.1: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2022

Tab. 7.2 zeigt exemplarisch für die Straßenabschnitte am geplanten Parkhaus die Verkehrskenndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als strecken- und zeitbezogene Emissionsdichten. Das betrifft die Berliner Straße nordwestlich des Parkhauses (B 54 NW), die Berliner Straße südöstlich des Parkhauses (B 54 SW) und die Balthasar-Neumann-Straße (B-N-Str).

Variante	Abschnitt	DTV in Kfz/24 h	SV-Anteil	Verkehrssituation	NO _x in mg/(m s)	NO ₂ direkt in mg/(m s)	PM10 in mg/(m s)
Nullfall	B 54 NW	58 370	5.1%	IOS-HVS70_2	0.254	0.0410	0.0250
Nullfall	B 54 SW	57 930	4.1%	IOS-HVS70_2	0.244	0.0391	0.0241
Nullfall	B-N-Str O	3 180	0.5%	IOS-NS30d	0.015	0.0021	0.0017
Nullfall	B-N-Str W	2 502	0.8%	IOS-NS30d	0.012	0.0018	0.0014
Nullfall	Brunh. N	4 488	2.7%	IOS-HVS50	0.019	0.0030	0.0018
Nullfall	Brunh. S	3 999	3.1%	IOS-HVS50	0.017	0.0027	0.0016
Planfall	B 54 NW	59 775	4.0%	IOS-HVS70_2	0.251	0.0402	0.0248
Planfall	B 54 SW	61 425	3.9%	IOS-HVS70_2	0.257	0.0411	0.0255
Planfall	B-N-Str O	5 235	0.5%	IOS-NS30d	0.024	0.0034	0.0027
Planfall	B-N-Str W	2 708	0.8%	IOS-NS30d	0.013	0.0019	0.0015
Planfall	Brunh. N	5 068	2.7%	IOS-HVS50	0.021	0.0034	0.0021
Planfall	Brunh. S	4 402	3.1%	IOS-HVS50	0.019	0.0030	0.0018

Tab. 7.2: Verkehrskennwerte und Emissionen für die Berliner Straße (B 54), die Balthasar-Neumann-Straße und die Brunhildenstraße für den Nullfall und den Planfall

Aus dieser Auflistung der verkehrsbedingten Emissionen ist abzulesen, dass die verkehrsbedingten Feinstaubfreisetzungen (PM10) gegenüber den verkehrsbedingten NO_x-Freisetzungen deutlich geringer ist. Zudem ist die vorherrschende städtische Hintergrundbelastung für PM10 gegenüber Stickoxiden deutlich geringer. Daraus wird geschlossen, dass der verkehrsbedingte immissionsseitige Beitrag an PM10 gegenüber Stickoxiden deutlich geringer ist und die Gesamtbelastung damit für PM10 im Betrachtungsgebiet in Wiesbaden

gegenüber der NO₂-Gesamtelastung deutlich geringer ist. Damit wird auf eine explizite Berechnung der PM10-Konzentrationen verzichtet.

Für den bestehenden Parkplatz am Standort des geplanten Parkhauses werden die Schadstofffreisetzungen für NO_x, NO₂direkt und PM10 als mittlere Tageswerte zusammengefasst und in **Tab. 7.3** aufgelistet.

Für das geplante Parkhaus wurde jeweils auf der Grundlage der angegebenen Stellplatzanzahl und einer aus dem Lageplan abgeleiteten mittleren Fahrweite innerhalb der jeweiligen Parkebenen die entsprechende Schadstofffreisetzung berechnet. Dabei wurde ein Verkehrsfluss einer Nebenverkehrsstraße Tempo 30 im Stop and Go-Modus angenommen, um auch den Parkplatzsuchverkehr und die Rangiertvorgänge zu berücksichtigen. Für die Ausfahrt wurde jeweils ein entsprechender Kaltstartzuschlag berücksichtigt. Die so berechneten Emissionen pro Tag sind in **Tab. 7.3** zusammengestellt.

	NO _x	NO ₂ direkt	PM10
Parkplatz	268.9	38.1	27.2
Geplantes Parkhaus	1 441.3	388.0	127.1

Tab. 7.3: Mittlere Emissionen in g/Tag für den bestehenden Parkplatz und das geplante Parkhaus

Für die Ausbreitungsrechnung wird angesetzt, dass die Parkebenen mittels natürlicher Be- und Entlüftung über die offenen Seitenflächen außer der südlichen Stirnseite freigesetzt werden.

7.2 Ergebnisse

In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (**Kap. 7.1**) auf den berücksichtigten Straßen ein. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet. Der NO₂-Beurteilungswert bezieht sich auf die Gesamtbelastung. Es wird daher nur die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus Zusatzbelastung und großräumig vorhandener Hintergrundbelastung zusammensetzt.

Die grafische Umsetzung der Immissionen erfolgt in Form von farbigen Rechtecken, deren Farbe bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet ist. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentrationsintervall ist jeweils in einer Legende angegeben. Bei der Skalierung der Farbstufen für die Immissionen wurde der kleinste Wert entsprechend der angesetzten Hin-

tergrundbelastung zugeordnet. Beurteilungsrelevanten Kenngrößen sind einheitliche Farben zugeordnet. Damit werden die Beurteilungswerte für NO₂- und PM₁₀-Mittelwerte der 39. BImSchV mit roter Farbe und der Schwellenwert für die PM₁₀-Kurzzeitbelastung mit gelber Farbe belegt.

7.2.1 Stickstoffdioxidimmissionen

Abb. 7.1 und **Abb. 7.2** zeigen die für das Bezugsjahr 2022 berechneten NO₂-Jahresmittelwerte der bodennahen Luftkonzentrationen (Gesamtbelastung aus Hintergrundbelastung und verkehrsbedingter Zusatzbelastung). Die NO₂-Hintergrundbelastung wurde aus vorliegenden Messdaten abgeleitet.

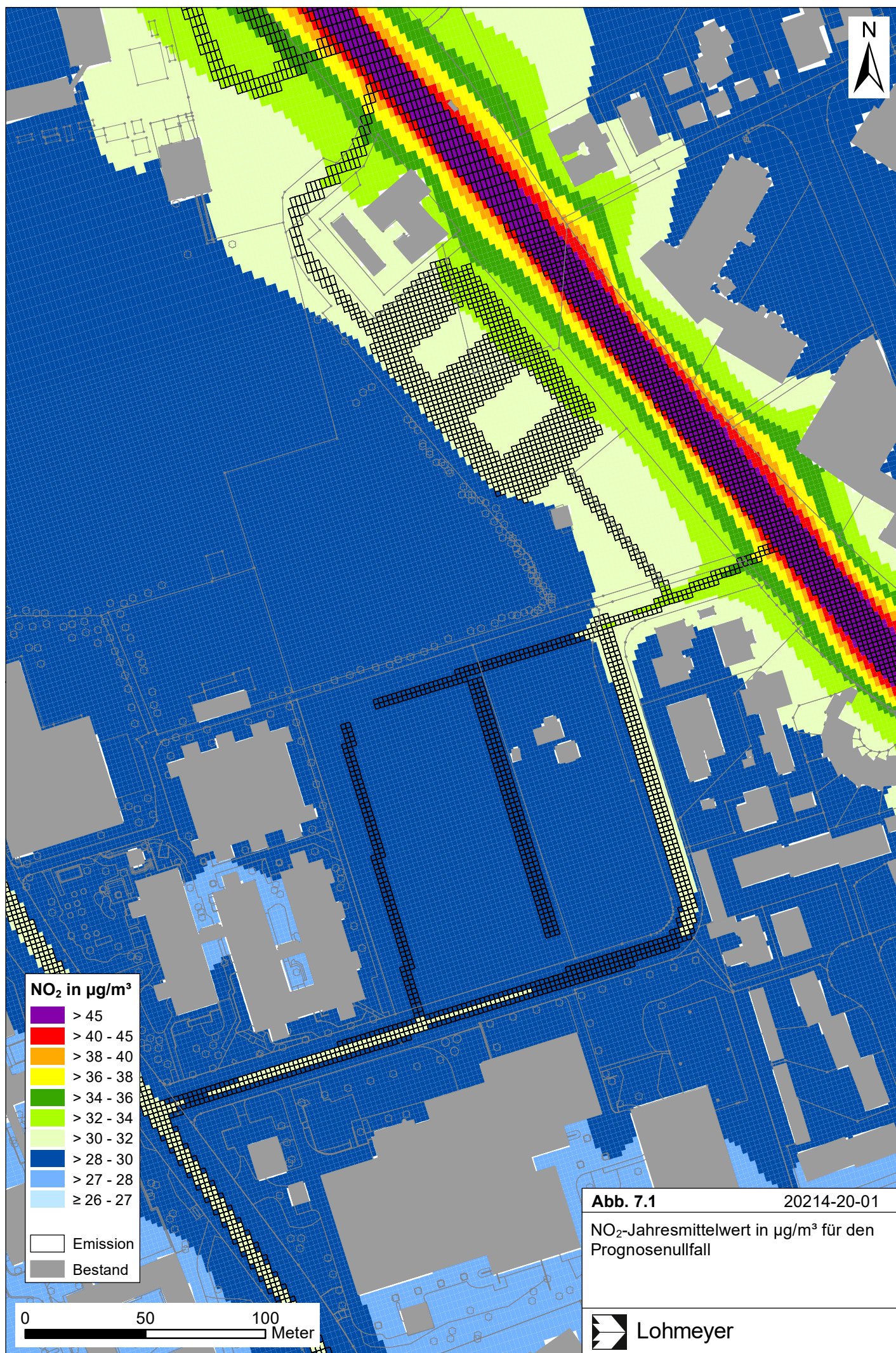
Die NO₂-Jahresmittelwerte werden im Prognosenullfall (**Abb. 7.1**) durch den Kfz-Verkehr auf den Hauptverkehrsstraßen geprägt. Am Fahrbahnrand der stark frequentierten Bundesstraße B 54 sind bis über 40 µg/m³ berechnet. An der zu den Straßen nächstgelegenen Randbebauung sind im Betrachtungsgebiet keine NO₂-Jahresmittelwerte über 36 µg/m³ dargestellt; die höchsten Konzentrationen sind an der Berliner Straße an einem gewerblich genutzten Gebäude am Parkplatz und an einem Gebäude gegenüber der Einmündung der Balthasar-Neumann-Straße bis 36 µg/m³ berechnet. An weiteren Gebäuden entlang der Berliner Straße sind NO₂-Jahresmittelwerte unter 34 µg/m³, überwiegend auch unter 32 µg/m³ dargestellt. An der zur Balthasar-Neumann-Straße nächstgelegenen Bebauung sind NO₂-Jahresmittelwerte bis 32 µg/m³ berechnet. In den Planbereichen außerhalb des geplanten Parkhausstandortes sind NO₂-Jahresmittelwerte bis 30 µg/m³ prognostiziert.

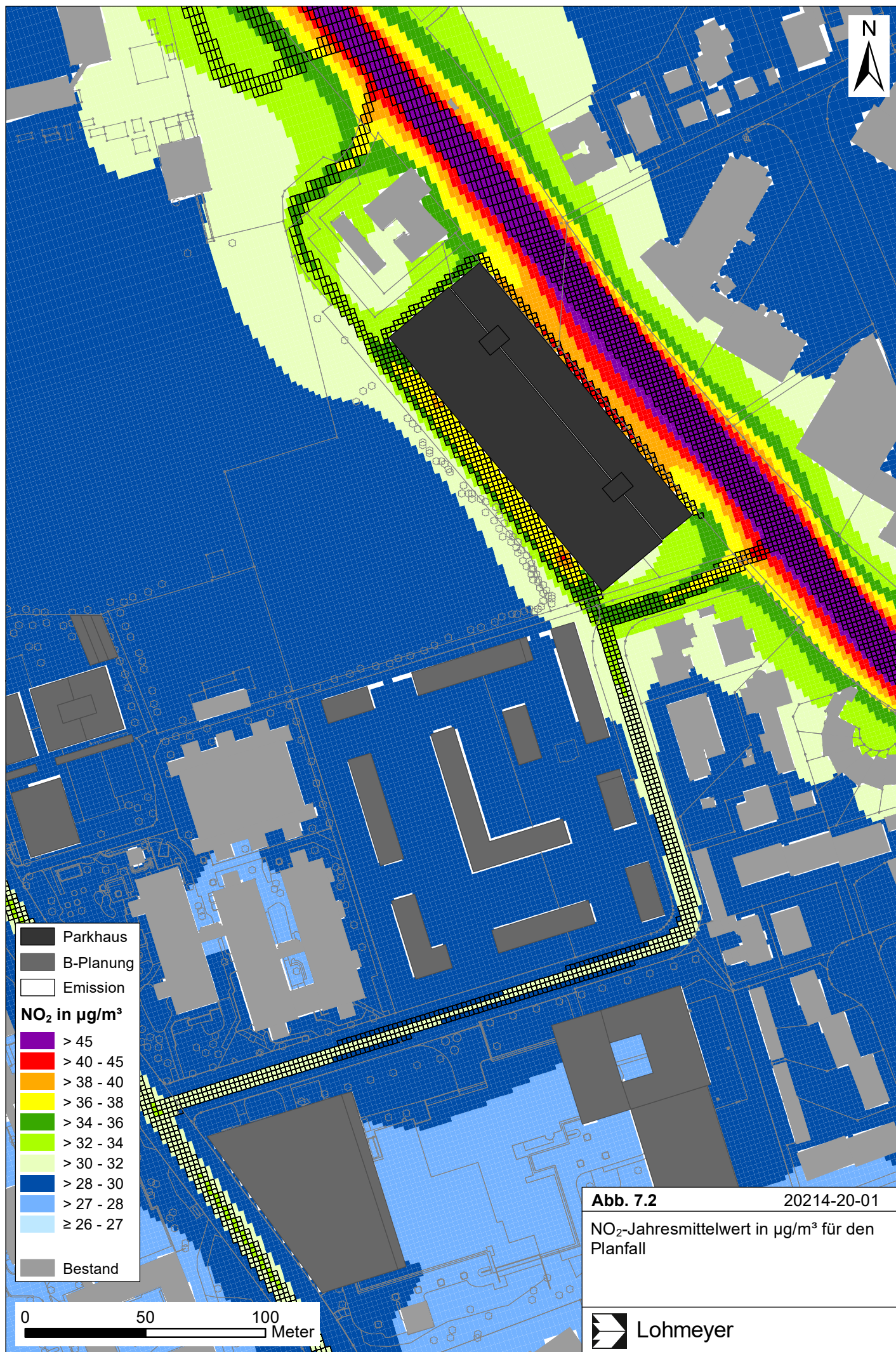
Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist entscheidend, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an für die Beurteilung relevanter Bebauung, z.B. Wohnbebauung, führen. Damit sind in der Umgebung des Plangebietes im Prognosenullfall auch an der zu den Straßen nächstgelegenen Bebauung NO₂-Jahresmittelwerte dargestellt, die den Grenzwert von 40 µg/m³ nicht erreichen und nicht überschreiten.

Für den Planfall sind die berechneten NO₂-Jahresmittelwerte in **Abb. 7.2** aufgetragen und zeigen aufgrund der Verkehrszunahme und den durch die geplante Bebauung veränderten Durchlüftungsverhältnissen auch Zunahmen der NO₂-Konzentrationen. Am Fahrbahnrand der stark frequentierten Berliner Straße B 54 sind NO₂-Konzentrationen über 40 µg/m³ und am Fahrbahnrand der Balthasar-Neumann-Straße sind bis 38 µg/m³ berechnet. An den Längsseiten des geplanten Parkhauses sind durch die Überlagerung der Beiträge der Parkhausfortluft, der Zu- und Ausfahrtbereiche, der An- und Abfahrtwegstrecken sowie den Bei-

trägen der Berliner Straße in Bodennähe hohe NO_2 -Konzentrationen berechnet, die teilweise auch über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ betragen. An der bestehenden Bebauung und an geplanter Bebauung mit Ausnahme des Parkhauses sind keine NO_2 -Jahresmittelwerte über $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Entlang der Berliner Straße sind an der bestehenden Bebauung für den Planfall mit dem Prognosenullfall vergleichbare NO_2 -Jahresmittelwerte prognostiziert. An der zur Balthasar-Neumann-Straße nächstgelegenen Bebauung sind NO_2 -Jahresmittelwerte bis $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet, die damit gegenüber dem Prognosenullfall erhöht sind. An der geplanten Bebauung außerhalb des geplanten Parkhausstandortes sind überwiegend NO_2 -Jahresmittelwerte bis $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert, an einem Teilbereich auch leicht über $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Damit sind in der Umgebung des Plangebietes im Planfall auch an der zu den Straßen nächstgelegenen Bebauung mit Ausnahme des geplanten Parkhauses NO_2 -Jahresmittelwerte dargestellt, die den Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht erreichen und nicht überschreiten. An den Fassaden des geplanten Parkhauses sind keine längeren Aufenthaltsbereiche für Anwohner und Passanten vorgesehen, in denen Konflikte mit dem Jahresmittelgrenzwert auftreten könnten.

Bei diesen berechneten geringen NO_2 -Jahresmittelwerten wird auch der NO_2 -Kurzzeitbelastungswert deutlich unterschritten; auf grafische Darstellung wird hier verzichtet.





8 LITERATUR

22. BImSchV (2007): Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, 22. BImSchV, Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft vom 11. September 2002 (BGBl. I S. 3626), geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S. 241). (mit Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen)
23. BImSchV (1996): Dreiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Festlegung von Konzentrationswerten - 23. BImSchV). In: BGBl. I, Nr. 66, S. 1962 (mit Erscheinen der 33. BImSchV zurückgezogen).
33. BImSchV. (2004): Dreiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Verminderung von Sommersmog, Versauerung und Nährstoffeinträgen – 33. BImSchV). BGBl I, Nr. 36, S. 1612-1625 vom 20.07.2004. (mit Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen)
39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV). BGBl I, Nr. 40, S. 1065-1104 vom 05.08.2010.
- BAST (1986): Straßenverkehrszählungen 1985 in der Bundesrepublik Deutschland. Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik. Schriftenreihe Straßenverkehrszählungen, Heft 36. Im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bergisch Gladbach, 1986. Hrsg.: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.
- Bollmeyer, C., Keller, J. D., Ohlwein, C., Wahl, S., Crewell, S., Friederichs, P., Hense, A., Keune, J., Kneifel, S., Pscheidt, I., Redl, S., and Steinke, S. (2015): Towards a high-resolution regional reanalysis for the European CORDEX domain, Q. J. R. Meteorol. Soc., 141, 1-15.
- Borsche, M., Kaiser-Weiss, A. K., Undén, P. and Kaspar, F. (2015): Methodologies to characterize uncertainties in regional reanalysis. Adv. Sci. Res., 12, 207-218.
- Borsche, M., Kaiser-Weiss, A. K and Kaspar, F. (2016): Wind speed variability between 10 and 116 m height from the regional reanalysis COSMO-REA6 compared to wind mast measurements over Northern Germany and the Netherlands. Adv. Sci. Res., 13, 151-161.

- Bröde, P., Fiala, D., Blażejczyk, K., Holmér, I., Jendritzky, G., Kampmann, B., Tinz, B., Havenith, G. (2012): Deriving the operational procedure for the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *International journal of biometeorology* 56.3 (2012): 481-494.
- Düring, I., Bächlin, W., Ketzel, M., Baum, A., Friedrich, U., Wurzler, S. (2011): A new simplified NO/NO₂ conversion model under consideration of direct NO₂-emissions. *Meteorologische Zeitschrift*, Band 20, Heft 1 (2011), 67-73.
<http://schweizerbart.de/papers/metz/detail/20/75684>.
- EG-Richtlinie 2008/50/EG (2008): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Amtsblatt der Europäischen Union vom 11.06.2008, Nr. L152/1.
- Eichhorn, J. (1995): MISKAM-Handbuch zu Version 2 und 3, Universität Mainz, Institut für Physik der Atmosphäre.
- Eichhorn, J. (2003): MISKAM Handbuch zu Version 4.22. Giese-Eichhorn Umweltmeteorologische Software. Wackersheim.
- Eichhorn, J. (2004): Application of a new evaluation guideline for microscale flow models (PPT-Präsentation, 389 kB). Vortrag auf der "9th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes", 1. – 4. Juni 2004, Garmisch-Partenkirchen. Verfügbar unter: <https://www.lohmeyer.de/downloads/software/> WinMISKAM.
- Eichhorn, Kniffka (2010): The numerical flow model MISKAM: State of development and evaluation of the basic version. In: *Meteorologische Zeitschrift*, Vol. 19, No. 1, 81-90.
- Flassak, Th., Bächlin, W., Bösing, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangsparameter auf berechnete Immissionswerte für KFZ-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.
- HLNUG (2012-2020): Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in µg/m³ an Stationen des Landesmessnetzes Hessen. Im Internet unter www.hlnug.de
- Jendritzky, G., de Dear, R., & Havenith, G. (2012). UTCI—why another thermal index?. *International journal of biometeorology*, 56(3), 421-428.
- Kaiser-Weiss, A. K., Kaspar, F., Heene, V., Borsche, M., Tan, D. G. H., Poli, P., Obregon, A. and Gregow, H. (2015): Comparison of regional and global reanalysis near-surface winds with station observations over Germany. *Adv. Sci. Res.*, 12, 187-198.

- Ketzel, M., Berkowicz, R. and A. Lohmeyer (1999): Dispersion of traffic emissions in street canyons - Comparison of European numerical models with each other as well as with results from wind tunnel and field measurements. Contribution to Second International Conference on Urban Air Quality - Measurement, Modelling and Management, 3.-5. March 1999, Madrid.
- Kühlwein, J. (2004): Unsicherheiten bei der rechnerischen Ermittlung von Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs und Anforderungen an zukünftige Modelle. Dissertation, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart, 20. September 2004.
- Lohmeyer, A., Nagel, T., Clai, G., Düring, I., Öttl, D. (2000): Bestimmung von Kurzzeitbelastungswerten - Immissionen gut vorhergesagt. In: Umwelt (kommunale ökologische Briefe) Nr. 01/05.01/2000.
- Lohmeyer (2014): Luftreinhalteplan Wiesbaden - Aktualisierung des Gutachtens zur Wirkungsabschätzung eines LKW-Durchfahrtsverbotes in Wiesbaden. Fachgutachten im Auftrag der Landeshauptstadt Wiesbaden, Umweltamt-Messtechnik. Bearbeitung: Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe, #62593, Juni 2014.
- Lohmeyer GmbH (2020): „Simulationen mit PALM-4U. Lohmeyer aktuell, August 2020. URL: <https://www.lohmeyer.de/ueber-uns/hauszeitung/>
- LUWG (2012-2020): Zentrale Immissionsmessnetz für Rheinland-Pfalz (ZIMEN). Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an Stationen in Ludwigshafen des Luftmessnetzes Rheinland-Pfalz unter <http://www.luft-rlp.de/>. Hrsg.: Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht, Rheinland-Pfalz.
- Maronga, B., Gryschka, M., Heinze, R., Hoffmann, F., Kanani-Sühring, F., Keck, M., Ketelsen, K., Letzel, M. O., Sühring, M., and Raasch, S., 2015: The Parallelized Large-Eddy Simulation Model (PALM) version 4.0 for atmospheric and oceanic flows: model formulation, recent developments, and future perspectives. Geoscientific Model Development Discussions 8 (2015), Nr. 2, S. 1539-1637 (2015).
- Maronga, B., Gross, G., Raasch, S., Banzhaf, S., Forkel, R., Heldens, W., Kanani-Sühring, F., Matzarakis, A., Mauder, M., Pavlik, D., Pfaffenrodt, J., Schubert, S. Seckmeyer, G., Sieker, H., and Winderlich, Kristina, 2019: Development of a new urban climate model based on the model PALM-Project overview, planned work, and first achievements. Meteorologische Zeitschrift (2019): 1-15.
- Noppel, H., 2017: Modellbasierte Analyse des Stadtklimas als Grundlage für die Klimaanpassung am Beispiel von Wiesbaden und Mainz. Berichte des Deutschen Wetterdienstes, 249.

- Raasch, S., and Schröter, M., 2001: PALM – a large-eddy simulation model performing on massively parallel computers. *Meteorologische Zeitschrift* 10.5 (2001): 363-372.
- Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlussbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Schädler, G., Bächlin, W., Lohmeyer, A., van Wees, T. (1996): Vergleich und Bewertung derzeit verfügbarer mikroskaliger Strömungs- und Ausbreitungsmodelle. In: *Berichte Umweltforschung Baden-Württemberg (FZKA-PEF 138)*.
- Scherhag, R., Blüthgen, J., Lauer, W. (1977): *Klimatologie*. 9. Aufl. Westermann Verlag, Braunschweig. ISBN N 3-14-160284-0, S. 204.
- TREMOT (2010): TREMOD – Transport Emission Model: Fortschreibung und Erweiterung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030". Im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 3707 45 101, Version 5.1, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. 2010.
- UBA (2019): *Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs*. Version 4.1 / September 2019. Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin. www.hbefa.net.
- UBA (2021): Vorläufige Auswertung der Messdaten für NO₂ und PM₁₀ für das Jahr 2020. www.umweltbundesamt.de
- VDI 3782 Blatt 5 (2006): *Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Depositionsparameter*. VDI-Richtlinie VDI 3782 Blatt 5. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, April 2006.
- VDI 3782 Blatt 7 (2020): *Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen*. VDI-Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2020.
- VDI 3783 Blatt 7 (2017): *Umweltmeteorologie – Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle, Evaluierung für dynamisch und thermisch bedingte Strömungsfelder*. Richtlinie VDI 3783 Blatt 7, Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2017.
- VDI 3783 Blatt 7 (2017): *Umweltmeteorologie – Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle, Evaluierung für dynamisch und thermisch bedingte Strömungsfelder*. Richtlinie VDI 3783 Blatt 7, Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2017.

- VDI 3783 Blatt 9 (2017): Umweltmeteorologie – Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle, Evaluierung für Gebäude- und Hindernisumströmung. Richtlinie VDI 3783 Blatt 9, Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2017.
- Wahl, S., Bollmeyer, C., Crewell, S., Figura, C., Friederichs, P., Hense, A., Keller, J. D., and Ohlwein, C., 2017: A novel convective-scale regional reanalyses COSMO-REA2: Improving the representation of precipitation, Meteorol. Z. 26.

A N H A N G A1
**BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-
STRASSEN**

A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

A1.1 Grenzwerte

Durch den Betrieb von Kraftfahrzeugen entstehen eine Vielzahl von Schadstoffen, welche die menschliche Gesundheit gefährden können, z. B. Stickoxide (NO_x als Summe von NO und NO_2), Kohlenmonoxid (CO), Schwefeldioxid (SO_2), Benzol, Partikel, etc. Im vorliegenden Gutachten werden Konzentrationen bzw. Immissionen von Luftschadstoffen ermittelt. Deren Angabe allein vermittelt jedoch weder Informationen darüber, welche Schadstoffe die wichtigsten sind, noch einen Eindruck vom Ausmaß der Luftverunreinigung im Einflussbereich einer Straße. Erst ein Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z. B. Grenz- oder Vorsorgewerten lässt Rückschlüsse auf die Luftqualität zu. Darauf wird im Folgenden eingegangen.

Grenzwerte sind rechtlich verbindliche Beurteilungswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit, der Vegetation oder des Bodens, die einzuhalten sind und nicht überschritten werden dürfen. Die in Deutschland für den Einflussbereich von Straßen maßgebenden Grenzwerte sind in der 39. BImSchV (2010) benannt, dort als Immissionsgrenzwert bezeichnet. Bezüglich verkehrsbedingter Luftschadstoffe sind derzeit NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$ von Bedeutung, gelegentlich werden zusätzlich noch die Schadstoffe Benzol und Kohlenmonoxid betrachtet. Ruß wird nicht betrachtet, weil es nach Erscheinen der 33. BImSchV (2004) und dem damit erfolgten Zurückziehen der 23. BImSchV (1996) dafür keinen gesetzlichen Beurteilungswert mehr gibt. Ruß ist Bestandteil von PM_{10} und wird damit indirekt erfasst. Die Grenzwerte der 39. BImSchV sind in **Tab. A1.1** angegeben.

Ergänzend zu diesen Grenzwerten nennt die 39. BImSchV Toleranzmargen; das sind in jährlichen Stufen abnehmende Werte, um die der jeweilige Grenzwert innerhalb festgesetzter Fristen überschritten werden darf, ohne in Deutschland die Erstellung von Luftreinhalteplänen zu bedingen. Diese Werte werden als Übergangsbeurteilungswerte bezeichnet, sofern sie aufgrund der zeitlichen Zusammenhänge in den Betrachtungen der Planungen Berücksichtigung finden.

Zusätzliche Luftschadstoffe zu den genannten werden meist nicht betrachtet, da deren Immissionen in Deutschland typischerweise weit unterhalb der geltenden Grenzwerte liegen. In der 39. BImSchV (2010) werden auch Zielwerte für $\text{PM}_{2.5}$, Arsen, Kadmium, Nickel und Benzo(a)pyren (BaP) in der Luft als Gesamtgehalt in der PM_{10} -Fraktion über ein Kalender-

jahr gemittelt festgesetzt. Ein Zielwert ist die nach Möglichkeit in einem bestimmten Zeitraum zu erreichende Immissionskonzentration, um die schädlichen Einflüsse auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhindern oder zu verringern. Die verkehrsbedingten Zusatzbelastungen dieser genannten Schadstoffe liegen selbst an stark befahrenen Hauptverkehrsstraßen meist deutlich unterhalb der Hintergrundbelastung und werden deshalb ebenfalls nicht mitbetrachtet.

Stoff	Mittelungszeit	Grenzwert	Geltungszeitpunkt
NO ₂	Stundenmittelwert	200 µg/m ³ maximal 18 Überschreitungen / Jahr	seit 2010
NO ₂	Jahresmittelwert	40 µg/m ³	seit 2010
Partikel (PM10)	Tagesmittelwert	50 µg/m ³ maximal 35 Überschreitungen / Jahr	seit 2005
Partikel (PM10)	Jahresmittelwert	40 µg/m ³	seit 2005
Partikel (PM2.5)	Jahresmittelwert	25 µg/m ³	seit 2015
Benzol	Jahresmittelwert	5 µg/m ³	seit 2010
Kohlenmonoxid (CO)	8 h gleitender Wert	10 mg/m ³	seit 2005

Tab. A1.1: Immissionsgrenzwerte nach 39. BImSchV (2010) für ausgewählte (verkehrsrelevante) Schadstoffe

Der Inhalt der am 11. Juni 2008 in Kraft getretenen EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG ist mit der 39. BImSchV in nationales Recht umgesetzt. In der 39. BImSchV wurden u.a. die Inhalte der 22. BImSchV und 33. BImSchV zusammengefasst, sodass diese beiden BImSchV aufgehoben wurden. Ein neues Element der 39. BImSchV ist die Einführung eines Immissionsgrenzwertes für die Feinstaubfraktion PM2.5 (Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 2.5 µm), der ab dem 1. Januar 2015 einzuhalten ist.

A1.2 Vorsorgewerte

Da der Vergleich von Luftschadstoffkonzentrationen mit Grenzwerten allein noch nicht ausreichend ist, um eine Luftschadstoffkonzentration zu charakterisieren, gibt es zusätzlich zu den Grenzwerten so genannte Vorsorgewerte bzw. Zielwerte zur langfristigen Verbesserung der Luftqualität.

In der 39. BImSchV wird ergänzend zur Einhaltung des Grenzwertes als nationales Ziel gefordert, ab dem Jahr 2015 den Indikator für die durchschnittliche PM_{2.5}-Exposition von 20 µg/m³ im Jahresmittel einzuhalten. Die durchschnittliche PM_{2.5}-Exposition für das Referenzjahr 2010 ist vom UBA festzustellen und basiert auf dem gleitenden Jahresmittelwert der Messstationen im städtischen und regionalen Hintergrund für die Jahre 2008 bis 2010. Ab dem Jahr 2020 soll als Zielwert eine reduzierte durchschnittliche PM_{2.5}-Exposition eingehalten werden. Das Reduktionsziel beträgt in Abhängigkeit vom Ausgangswert im Referenzjahr 2010 bis zu 20%, mindestens jedoch soll das Ziel von 18 µg/m³ im Jahr 2020 erreicht werden.

A1.3 Europäische Richtlinien zur Bewertung von Luftschadstoffen

Die EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG ist mit ihrer Veröffentlichung im Amtsblatt der Europäischen Union am 11. Juni 2008 in Kraft getreten. Mit der 39. BImSchV hat die Bundesregierung die EU-Richtlinie weitgehend in nationales Recht umgesetzt.

Im Unterschied zur 39. BImSchV soll nach der EU-Luftqualitätsrichtlinie ab dem Jahr 2020 ein PM_{2.5}-Richtgrenzwert von 20 µg/m³ im Jahresmittel (Stufe 2 im Anhang XIV) zum Grenzwert werden. Im Jahr 2013 sollte dieser Richtgrenzwert von der EU-Kommission anhand zusätzlicher Informationen über die Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt, die technische Durchführbarkeit und die Erfahrungen mit dem Zielwert in den Mitgliedstaaten überprüft werden.

A N H A N G A2
FEHLERDISKUSSION FÜR IMMISSIONSBERECHNUNG

A2 FEHLERDISKUSSION FÜR IMMISSIONSBERECHNUNG

Immissionsprognosen als Folge der Emissionen des KFZ-Verkehrs sind ebenso wie Messungen der Schadstoffkonzentrationen fehlerbehaftet. Bei der Frage nach der Zuverlässigkeit der Berechnungen und der Güte der Ergebnisse stehen meistens die Ausbreitungsmodelle im Vordergrund. Die berechneten Immissionen sind aber nicht nur abhängig von den Ausbreitungsmodellen, sondern auch von einer Reihe von Eingangsinformationen, wobei jede Einzelne dieser Größen einen mehr oder weniger großen Einfluss auf die prognostizierten Konzentrationen hat. Wesentliche Eingangsgrößen sind die Emissionen, die Bebauungsstruktur, meteorologische Daten und die Hintergrundbelastung.

Es ist nicht möglich, auf Basis der Fehlerbandbreiten aller Eingangsdaten und Rechenschritte eine klassische Fehlerberechnung durchzuführen, da die Fehlerbandbreite der einzelnen Parameter bzw. Teilschritte nicht mit ausreichender Sicherheit bekannt sind. Es können jedoch für die einzelnen Modelle Vergleiche zwischen Naturmessungen und Rechnungen gezeigt werden, anhand derer der Anwender einen Eindruck über die Güte der Rechenergebnisse erlangen kann.

In einer Sensitivitätsstudie für das Projekt "Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen zur Luftreinhaltung - PEF" (Flassak et al., 1996) wird der Einfluss von Unschärfen der Eingangsgrößen betrachtet. Einen großen Einfluss auf die Immissionskenngrößen zeigen demnach die Eingangsparameter für die Emissionsberechnungen sowie die Bebauungsdichte, die lichten Abstände zwischen der Straßenrandbebauung und die Windrichtungsverteilung.

Hinsichtlich der Fehlerabschätzung für die KFZ-Emissionen ist anzufügen, dass die Emissionen im Straßenverkehr bislang nicht direkt gemessen, sondern über Modellrechnungen ermittelt werden. Die Genauigkeit der Emissionen ist unmittelbar abhängig von den Fehlerbandbreiten der Basisdaten (d.h. Verkehrsmengen, Emissionsfaktoren, Fahrleistungsverteilung, Verkehrsablauf).

Nach BASt (1986) liegt die Abweichung von manuell gezählten Verkehrsmengen (DTV) gegenüber simultan erhobenen Zählraten aus automatischen Dauerzählstellen bei ca. 10%.

Für die statistische Fehlerbandbreite der NO_x-Emissionsfaktoren mit warmem Motor findet man bei Kühlwein (2004) Abschätzungen von 10% bis 20% für Autobahnen bzw. Innerorts-

straßen. Aussagen über die statistischen Fehler bei der Berücksichtigung von Kaltstartkorrekturen sind nach Angaben des Autors nicht möglich.

Für Emissionsfaktoren liegen derzeit noch keine statistischen Erhebungen über Fehlerbandbreiten vor. Deshalb wird vorläufig ein mittlerer Schätzwert von ca. 20% angenommen.

Weitere Fehlerquellen liegen in der Fahrleistungsverteilung innerhalb der nach Fahrzeugschichten aufgeschlüsselten Fahrzeugflotte, dem Anteil der mit nicht betriebswarmem Motor gestarteten Fahrzeuge (Kaltstartanteil) und der Modellierung des Verkehrsablaufs. Je nach betrachtetem Schadstoff haben diese Eingangsdaten einen unterschiedlich großen Einfluss auf die Emissionen. Untersuchungen haben beispielsweise gezeigt, dass die Emissionen, ermittelt über Standardwerte für die Anteile von leichten und schweren Nutzfahrzeugen und für die Tagesganglinien im Vergleich zu Emissionen, ermittelt unter Berücksichtigung entsprechender Daten, die durch Zählung erhoben wurden, Differenzen im Bereich von +/-20% aufweisen.

Die Güte von Ausbreitungsmodellierungen war Gegenstand weiterer PEF-Projekte (Röckle & Richter, 1995 und Schädler et al., 1996). Schädler et al. führten einen ausführlichen Vergleich zwischen gemessenen Konzentrationskenngrößen in der Göttinger Straße, Hannover, und MISKAM-Rechnenergebnissen durch. Die Abweichungen zwischen Mess- und Rechenergebnissen lagen im Bereich von 10%, wobei die Eingangsdaten im Fall der Göttinger Straße sehr genau bekannt waren. Bei größeren Unsicherheiten in den Eingangsdaten sind höhere Rechenunsicherheiten zu erwarten. Dieser Vergleich zwischen Mess- und Rechenergebnissen dient der Validierung des Modells, wobei anzumerken ist, dass sowohl Messung als auch Rechnung fehlerbehaftet sind.

Hinzuzufügen ist, dass der Fehler der Emissionen sich direkt auf die berechnete Zusatzbelastung auswirkt, nicht aber auf die Hintergrundbelastung, d.h. dass die Auswirkungen auf die Gesamtmissionsbelastung geringer sind.