



Lohmeyer

Entwurf

**37. ÄNDERUNG FNP
„GEWERBEGEBIET BOSCHELER BERG-OST“
IN HERZOGENRATH**

- KLIMAGUTACHTEN -

Auftraggeber:

Stadtverwaltung Herzogenrath
Amt 61 Stadtplanung
Rathausplatz 1
52134 Herzogenrath

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH
Niederlassung Bochum

M.Sc. Met. Patrick Hogan

Dr. rer. nat. Rowell Hagemann

Juni 2022
Projekt 30188-22-02
Berichtsumfang 37 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG	1
2	AUFGABENSTELLUNG	3
3	LOKALES KLIMA IM UNTERSUCHUNGSRAUM.....	6
4	EINGANGSDATEN	8
	4.1 Topographie.....	8
	4.2 Oberflächeneigenschaften	9
	4.3 Gebäude.....	13
5	KALTLUFTSIMULATIONSRECHNUNGEN.....	14
	5.1 Ergebnisse der Kaltluftberechnungen.....	14
	5.2 Fazit	28
6	PLANUNGSEMPFEHLUNGEN.....	29
7	LITERATUR	30
A	BESCHREIBUNG DES KALTLUFTMODELLS.....	32

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung der Lohmeyer GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

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

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

1 ZUSAMMENFASSUNG

Die Stadt Herzogenrath plant die Erweiterung des im Flächennutzungsplan bereits ausgewiesenen Gewerbegebietes „Boscheler Berg“ im Bereich des nördlichen Ortsausgangs von Merkstein an der Geilenkirchener Straße. Die Erweiterung „Boscheler Berg Ost“ ist auf einer Fläche von ca. 9 ha geplant, die im FNP als landwirtschaftliche Fläche dargestellt ist. Der zu betrachtende Änderungsbereich liegt laut FIS Klimaanpassung NRW (LANUV) im Bereich eines nächtlichen Kaltluftentstehungsgebietes sowie innerhalb eines nordwestlich, Richtung Übach-Palenberg verlaufenden Kaltluftvolumenstroms.

Das Ingenieurbüro Lohmeyer wurde daher beauftragt, die klimatischen Gegebenheiten im betroffenen Gebiet zu untersuchen und Aussagen über die Auswirkungen einer möglichen Bebauung auf das Lokalklima zu treffen. Zudem waren Planungsempfehlungen zu möglichen Anpassungsmaßnahmen im Geltungsbereich zu erarbeiten.

Zur Quantifizierung und Bewertung möglicher Auswirkungen wurden für den Istfall, den Bezugsfall unter Berücksichtigung des bereits ausgewiesenen Gewerbegebiets „Boscheler Berg“ und den Planfall mit zusätzlicher Berücksichtigung der Erweiterung „Boscheler Berg Ost“ mikroskalige Kaltluftsimulationsrechnungen mit dem Rechenmodell *KLAM_21* durchgeführt.

Bei austauscharmen Strahlungswetterlagen bilden sich nachts unterschiedliche Kaltluftsysteme aus, die kühle Luft, die auf den Freiflächen des Umlandes produziert werden, in Richtung der Stadt Übach-Palenberg transportieren. Die positive thermische Ausgleichswirkung dieser Kaltluftströmung erfasst zum Teil erhebliche Teile von Übach-Palenberg.

Das Plangebiet wird von Kaltluftströmungen überstrichen, die Kaltluft von Süden kommend nach Übach transportieren. Dabei werden im Umfeld des Plangebiets Kaltluftvolumenstromdichten von niedriger Intensität prognostiziert.

Mit der Planung ist im nördlichen Umfeld mit einer gewissen Verringerung der Kaltluftströmungen zu rechnen. Dabei sind unter Berücksichtigung bereits ausgewiesener Flächennutzungen am Siedlungsrand von Übach-Palenberg und Bereichen in dem Stadtteil Übach die Änderungen als gering bis mäßig einzustufen. In den übrigen Siedlungsbereichen sind überwiegend geringe Änderungen der Kaltluftströmungsverhältnisse abgeleitet.

Bei der weiteren Planung und der sich hieran anschließenden baulichen Umsetzung sind, vor dem Hintergrund der erwarteten Auswirkungen des Klimawandels mit verstärkter Häufung von heißen Tagen, die in **Kap. 6** formulierten Planungsempfehlungen und Maßnahmenvorschläge

zu prüfen, um etwaige klimatische Auswirkungen durch die Planung in Übach-Palenberg zu minimieren.

2 AUFGABENSTELLUNG

Die Stadt Herzogenrath plant die Erweiterung des im Flächennutzungsplan bereits ausgewiesenen Gewerbegebietes im Bereich des nördlichen Ortsausgangs von Merkstein an der Geilenkirchener Straße (vgl. **Abb. 2.1** und **Abb. 2.2**). Die Erweiterung ist auf einer Fläche von ca. 9 ha geplant, die im FNP als landwirtschaftliche Fläche dargestellt ist.

Der zu betrachtende Änderungsbereich liegt laut FIS Klimaanpassung NRW (LANUV) im Bereich eines nächtlichen Kaltluftentstehungsgebietes sowie innerhalb eines nordwestlich, Richtung Übach-Palenberg, verlaufenden Kaltluftvolumenstroms.

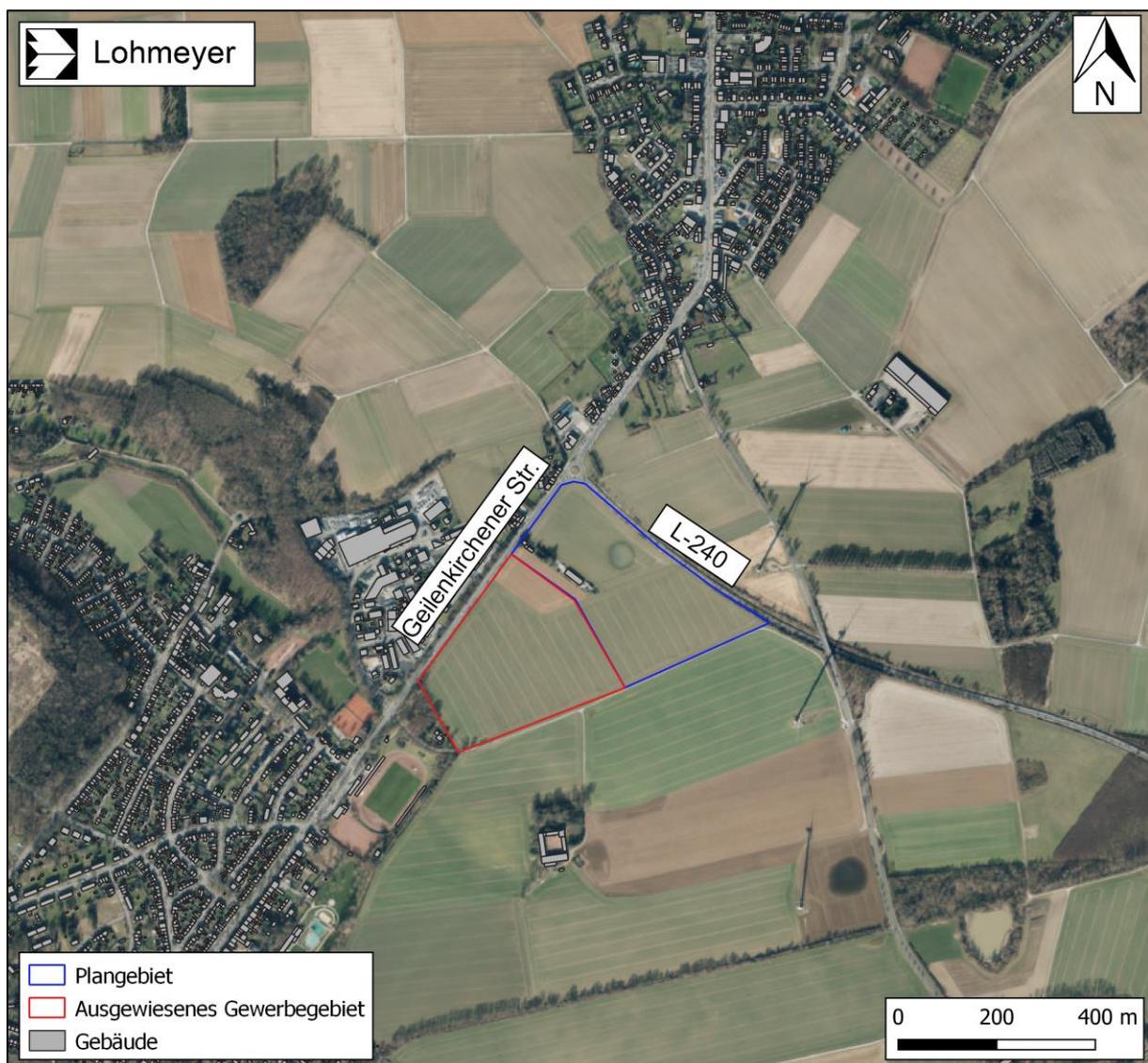


Abb. 2.1: Lageplan des Bauvorhabens (Quelle: Geobasisdaten NRW, WMS NW DOP, 2021)

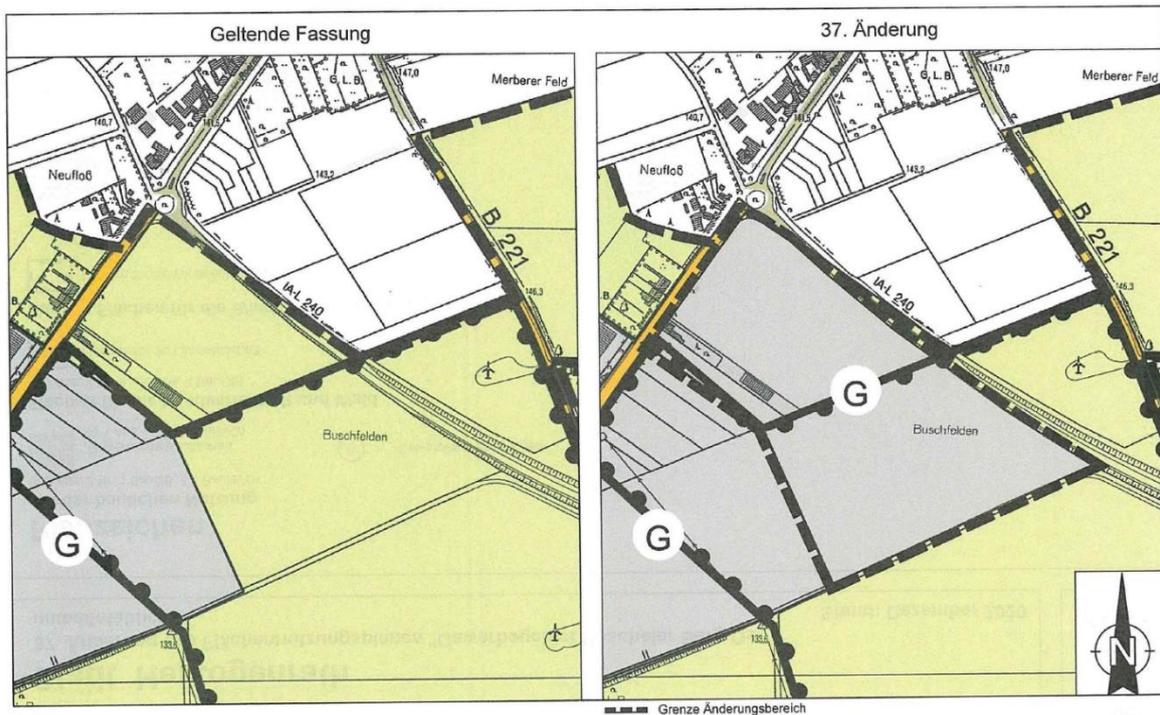


Abb. 2.2: Übersichtsplan des Bauvorhabens. Geltungsbereich der 37. Änderung des Flächennutzungsplanes im Bereich Merkstein Gewerbegebiet Boscheler Berg-Ost. G bezeichnet Gewerbliche Bauflächen (Quelle: Stadt Herzogenrath, Stand: Dezember 2020; unmaßstäblich)

Zur umweltverträglichen Gestaltung des weiteren Planungsprozesses sollen die klimatischen Gegebenheiten im betroffenen Gebiet untersucht und Aussagen über die Auswirkungen einer möglichen Flächennutzungsänderung auf das Lokalklima getroffen werden; konkrete Planungen zur späteren Bebauung werden erst im Rahmen des anschließenden Bebauungsplanverfahrens erarbeitet. Zudem werden Planungsempfehlungen zu möglichen Anpassungsmaßnahmen im Geltungsbereich erarbeitet.

Folgende Untersuchungsfälle werden in diesem Gutachten betrachtet:

- **Istfall:** Gegenwärtige Bebauung und Landnutzung
- **Bezugsfall:** Gegenwärtige Bebauung und Landnutzung unter Berücksichtigung der geänderten Flächennutzung im Bereich des bereits ausgewiesenen Gewerbegebiets westlich des Plangebiets
- **Planfall:** Gegenwärtige Bebauung und Landnutzung unter Berücksichtigung der geänderten Flächennutzung im Bereich des bereits ausgewiesenen Gewerbegebiets westlich des Plangebiets und im Plangebiet

Mit der vorliegenden lokalklimatischen Untersuchung sollen auf der Grundlage vorhandener Erkenntnisse und zusätzlicher Kaltluftberechnungen die derzeitige klima-ökologische Situation bewertet und der Einfluss der vorgesehenen Landnutzungsänderung auf das örtliche

klimatechnische Wirkungsgefüge ermittelt werden. Auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse sind die klimaökologischen Auswirkungen zu bewerten und ggf. Möglichkeiten zur Optimierung der lokalklimatischen Situation aufzuzeigen.

3 LOKALES KLIMA IM UNTERSUCHUNGSRAUM

Die „Klimaanalysekarte Nachts“ der FIS Klimaanpassung NRW stellt das nächtliche Kaltluftströmungsfeld und die nächtliche Überwärmung in Siedlungsräumen um 4 Uhr morgens für eine austauscharme sommerliche Hochdruckwetterlage dar (vgl. **Abb. 3.1**). Der Kaltluftvolumenstrom gibt die Kaltluftmenge an, die pro Sekunde durch eine Querschnittsfläche fließt.

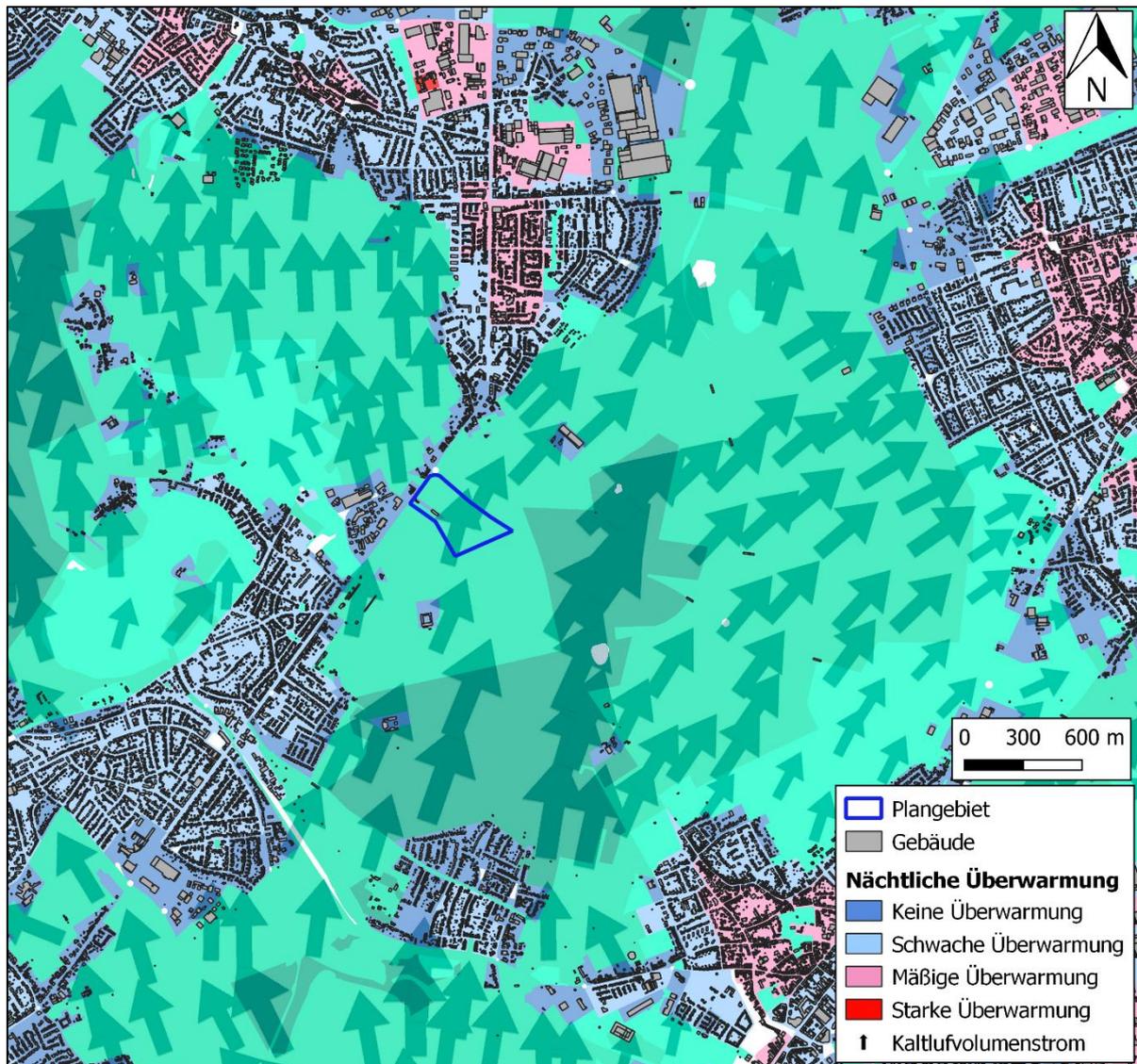


Abb. 3.1: Ausschnitt aus der FIS Klimaanpassung NRW, Klimaanalysekarte Nachts (LANUV)

Im Umfeld des Plangebietes überwiegen landwirtschaftliche Flächen, die während der Nacht zur Kaltluftproduktion beitragen. Der Klimaanalysekarte ist zu entnehmen, dass das Untersuchungsgebiet durch aus Süden kommende und in nördliche Richtung führende Kaltluftströmungen geprägt ist, so auch im Bereich des Plangebiets. Nordwestlich des

Plangebiets sind Kaltluftströmungen dargestellt, die in nördliche Richtungen entlang des Siedlungsbereiches von Boscheln nach Übach führen. In diesen Bereichen liegen aufgrund der am Siedlungsrand lockeren Bebauungsstrukturen mit relativ hohen Grünflächenanteilen am Siedlungsrand und der damit verbundenen vergleichsweise geringen nächtlichen Überwärmung, vergleichsweise günstige bioklimatische Bedingungen vor. Die Eindringtiefe der Kaltluft ist mit ca. 200 m bis 400 m dargestellt. Nordöstlich des Plangebiets verlaufen Kaltluftströmungen entlang des östlichen Siedlungsbereiches von Boscheln.

4 EINGANGSDATEN

Die Eigenschaften der Kaltluft werden im Modell auf der Basis von Geländeeigenschaften (Neigung, Ausrichtung), der Landnutzung und Strömungshindernissen wie Gebäuden oder Dämmen bestimmt.

4.1 Topographie

Die Topographie des Untersuchungsgebietes wurde aus dem digitalen Geländemodell des Landes Nordrhein-Westfalen mit einer Auflösung von einem Meter und aus dem Geländemodell der Niederlande mit zwanzig Metern abgeleitet (siehe **Abb. 4.1**). Das Gelände im Untersuchungsraum weist vorwiegend Höhen zwischen 80 m und 200 m ü. NHN, mit vereinzelt Bergehalden mit Höhen bis zur 250 m ü. NHN, auf und fällt von Süden nach Norden ab. Das Gelände ist geprägt von Geländeeinschnitten, die durch die Wurm und ihre Nebenflüsse, den Broichbach und die Anstelerbeek, entstanden sind.

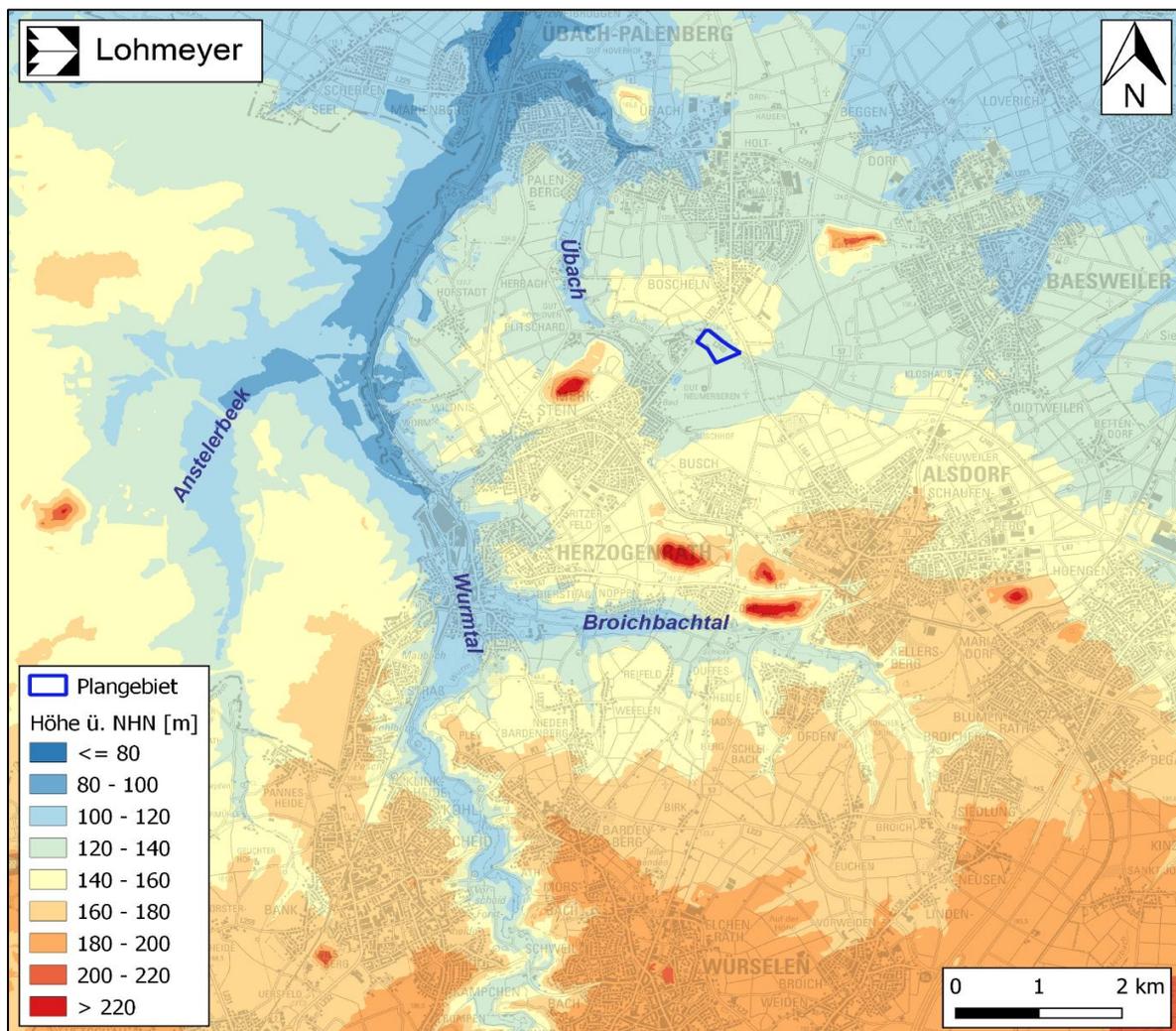


Abb. 4.1: Topographie und Abgrenzung des Rechengebiets

Das Plangebiet selbst liegt auf ca. 136 m über NHN und weist kaum Gefälle auf. Nördlich des Plangebietes steigt das Gelände leicht an, bis zu 148 m über NHN. Das westlich und südlich naheliegende Umfeld des Plangebietes ist von dem Übach geprägt. Dieser verläuft von circa 130 m ü. NHN südlich des Plangebietes durch den Stadtteil Übach zur Wurm, in die er auf einer Höhe von 79 m ü. NHN mündet.

4.2 Oberflächeneigenschaften

Die Landnutzungsklassen, die einen wesentlichen Einfluss auf die lokale Kaltluftproduktion haben, wurden dem Copernicus Urban Atlas Datensatz und dem CORINE Datensatz der EU entnommen. Hierin sind die wichtigsten Formen der Landnutzung erfasst und klassifiziert. Im Umfeld der Planung wurden diese Daten auf der Grundlage von digitalen Planunterlagen und aktuellen Luftbildern ergänzt.

Da das Kaltluftmodell *KLAM_21* nur eine begrenzte Anzahl von parametrisierten Oberflächentypen zur Verfügung stellt, muss in der Regel eine Generalisierung der vorhandenen Landnutzungen vorgenommen werden. Die Nutzungsklassen, die im Rahmen der Simulationen berücksichtigt wurden, sind in der folgenden Abbildung für den Istfall dargestellt (**Abb. 4.2**).

Der Untersuchungsraum wird hauptsächlich durch unversiegelte Flächen wie Äcker und Wiesen und locker bis dicht bebauten Wohnsiedlungen geprägt. Neben kleinen Waldflächen verfügt das Untersuchungsgebiet auch über Brachflächen mit sukzessiver Verbuschung auf den Berghalden. Gegenwärtig befindet sich im Plangebiet eine unversiegelte Freifläche mit einem im südwestlichen Bereich gelegenen kleinen Streifen, der als Gartenfläche klassifiziert und zum Teil bebaut ist. Nordwestlich des Plangebietes liegt eine Reihe Wohnhäuser, die aufgrund des geringen Versiegelungsgrads und lockerer Bebauungsstruktur ebenso als Gärten klassifiziert ist. Direkt westlich angrenzend an das Plangebiet ist das Gewerbegebiet „Boscheler Berg“ geplant, das als die parametrisierte Klassifizierung „Gewerbegebiet“ im **Bezugsfall** und **Planfall** definiert ist. Damit sind typische gewerbliche Bebauungsstrukturen und Oberflächengestaltungen parametrisiert enthalten und so die Auswirkungen der Planung auf die Kaltluftströmung durch erhöhte Oberflächenrauigkeit, geringere Kaltluftproduktionsrate und verringerte Durchlässigkeit berücksichtigt.

Für den **Planfall** wird die Flächennutzungsänderung durch die geplante Erweiterung „Boscheler Berg“ ebenfalls mittels Anpassung der Landnutzung im Plangebiet auf die Klassifizierung „Gewerbegebiet“ berücksichtigt.

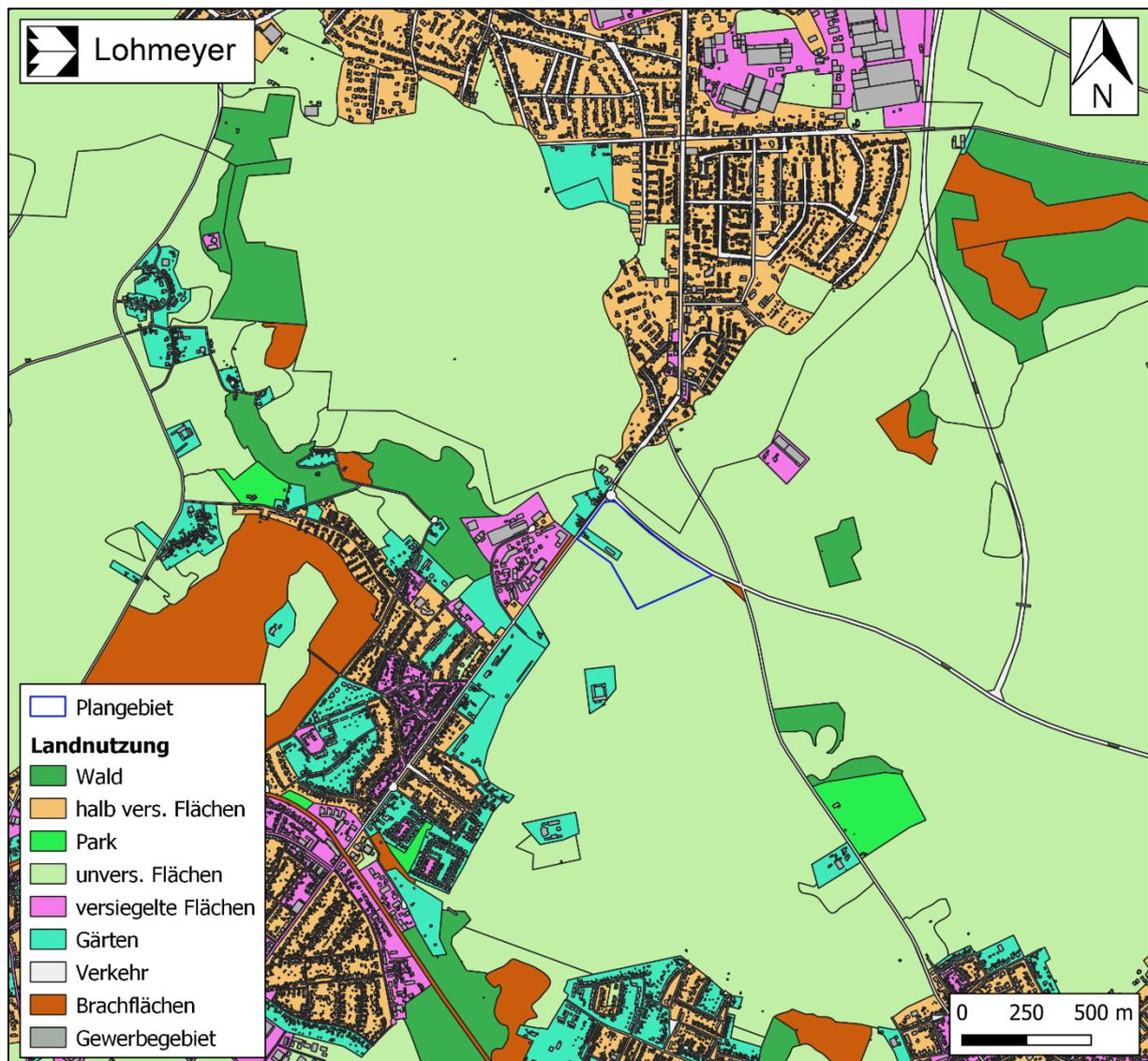


Abb. 4.2: KLAM_21-Landnutzungsklassen für den Istfall

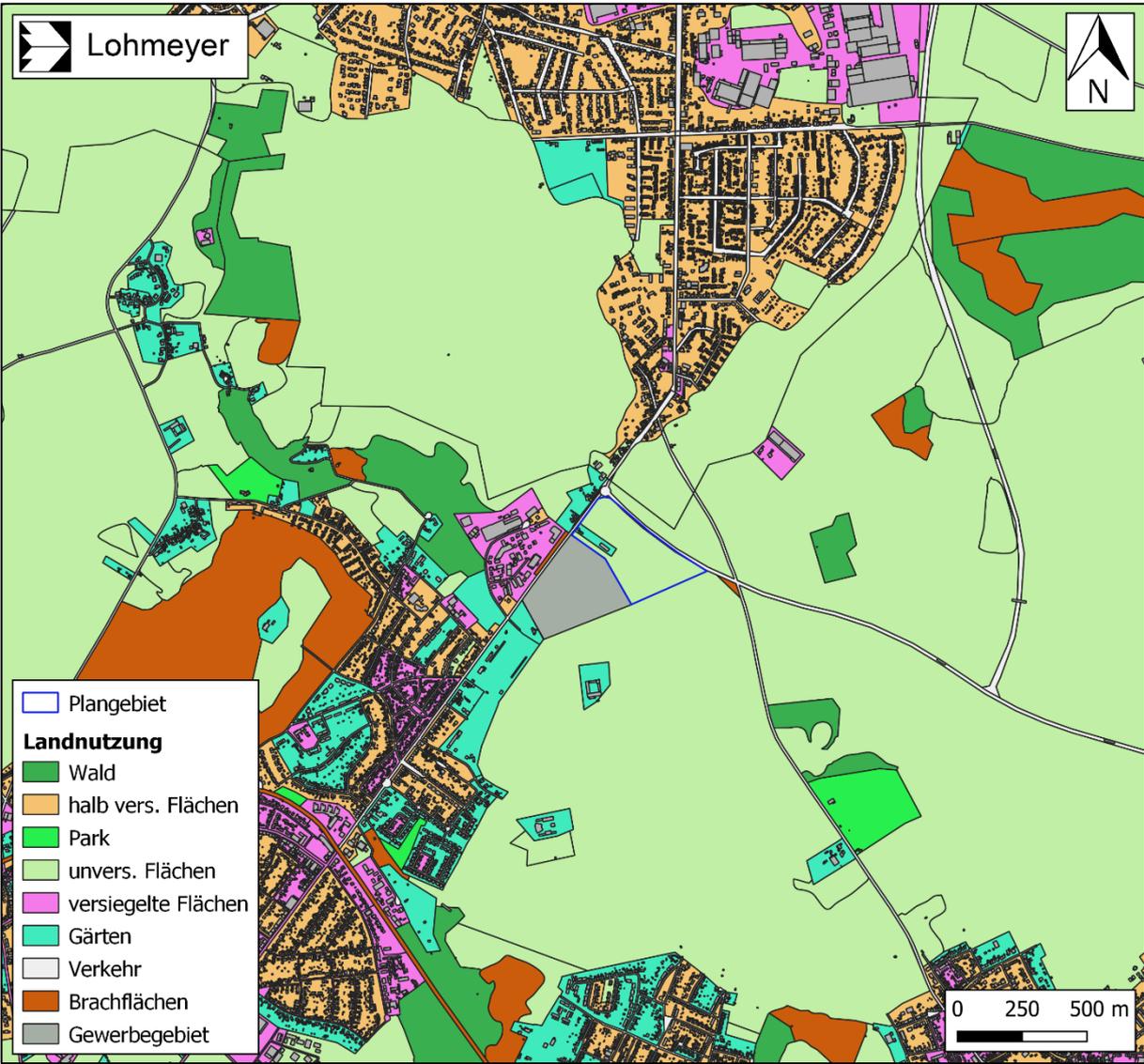


Abb. 4.3: KLAM_21-Landnutzungsklassen für den Bezugsfall

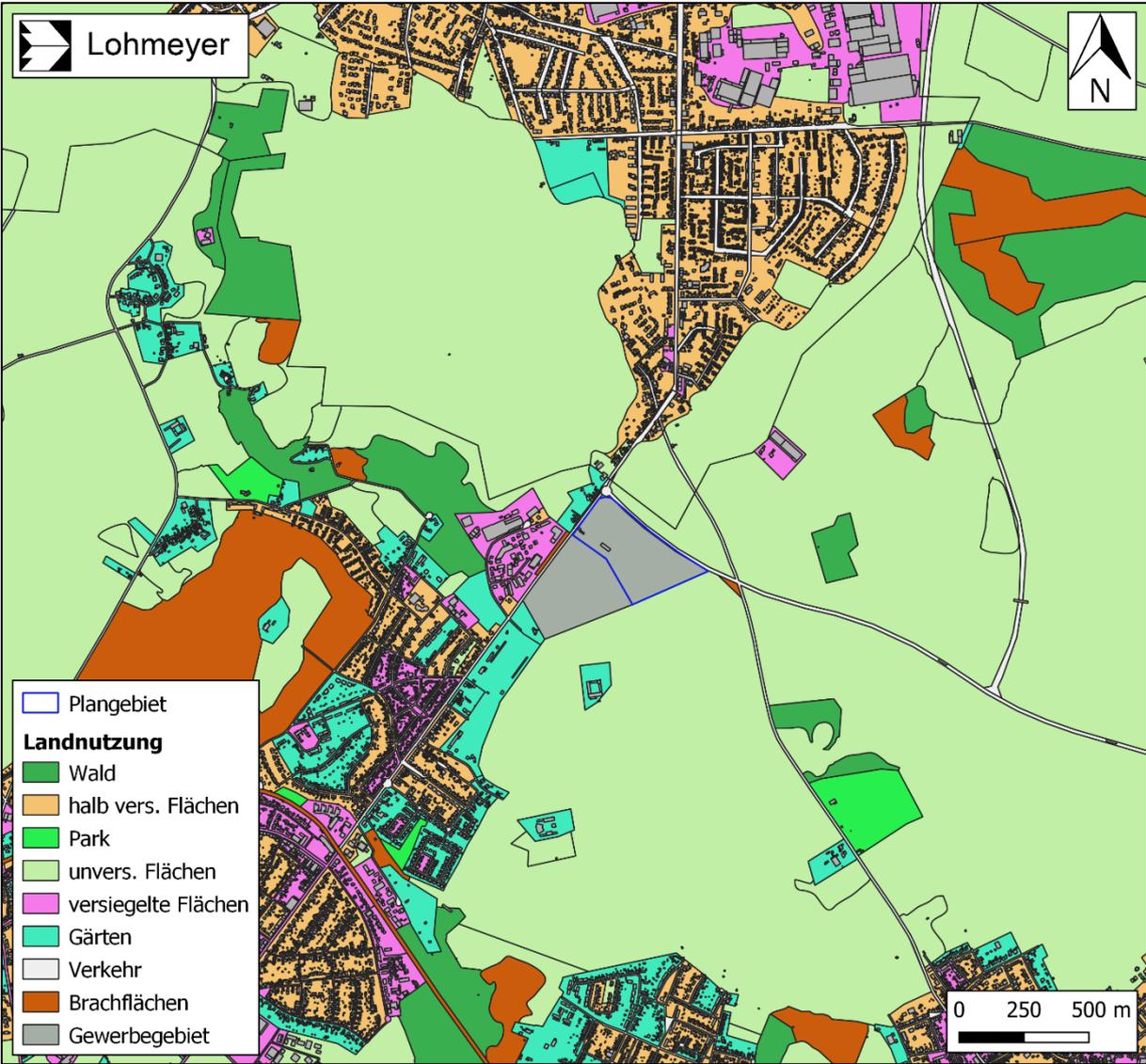


Abb. 4.4: KLAM_21-Landnutzungsklassen für den Planfall

4.3 Gebäude

Die **Abb. 4.4** zeigt die Gebäudehöhen der Bestandsbebauung im Umfeld des Plangebietes. Diese werden bei den Berechnungen sowohl für den **Istfall**, den **Bezugsfall** als auch für den **Planfall** berücksichtigt, dabei sind auch weiter entfernt liegende Gebäude wie z.B. im Siedlungsbereich von Übach-Palenberg in den Simulationen enthalten.

Für die geplanten Gewerbegebiete liegen derzeit noch keine Angaben zu geplanten Gebäudeformen und -höhen vor. Deshalb werden hilfsweise mittels der Klassifizierung „Gewerbegebiet“ typische gewerbliche Bebauungsstrukturen und Oberflächengestaltungen parametrisiert berücksichtigt. Mit dieser Vorgehensweise sind die Auswirkungen der Planung auf die Kaltluftströmung durch erhöhte Oberflächenrauigkeit, geringere Kaltluftproduktionsrate und verringerte Durchlässigkeit in den Simulationsrechnungen enthalten. Für das südwestlich angrenzende bereits ausgewiesene Gewerbegebiet wird vergleichbar vorgegangen.

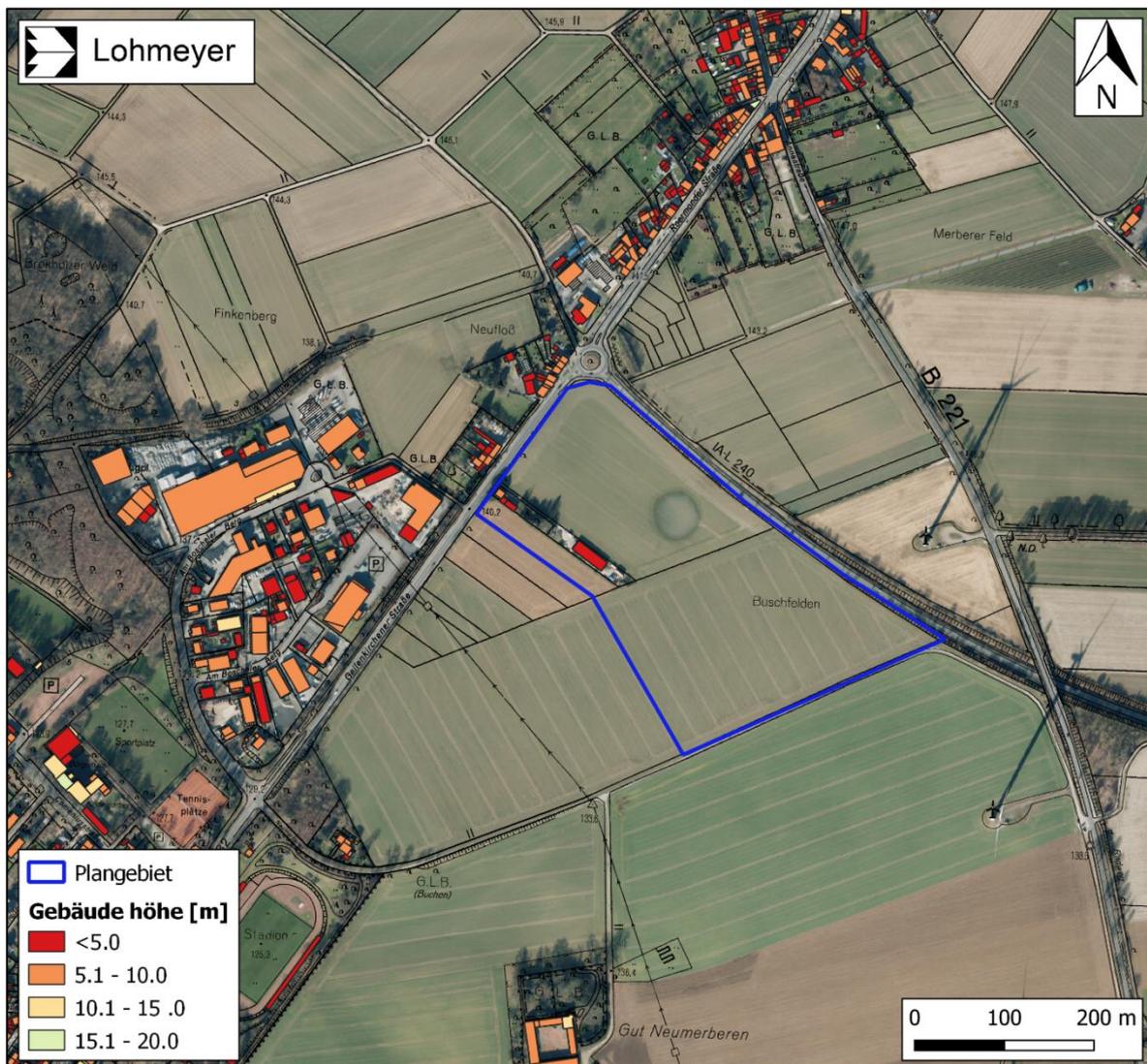


Abb. 4.5: Gebäudehöhen im nahen Umfeld der Planung

5 KALTLUFTSIMULATIONSRECHNUNGEN

Zur Bestimmung der Auswirkungen der geplanten Nutzungsänderungen auf die Kaltluftströmungen wurden Kaltluftsimulationen für die Bestandssituation und für den Planzustand mit dem Kaltluftmodell *KLAM_21* (Beschreibung siehe Anhang A1) durchgeführt. Die Abmessungen des Untersuchungsgebiets wurden so dimensioniert, dass die Einflüsse der umliegenden Geländeerhebungen auf die Kaltluftströmungen vollständig erfasst werden.

5.1 Ergebnisse der Kaltluftberechnungen

Auf der Grundlage der dargelegten Eingangsdaten wurde das Kaltluftgeschehen für eine windstille Strahlungsnacht mit *KLAM_21* für den **Istfall**, den **Bezugsfall** und den **Planfall** simuliert. Die Kaltluftverhältnisse unterliegen im Laufe der Nacht einem dynamischen Wandel. Zu Beginn sind die Kaltluftabflussgeschwindigkeiten hoch, die Kaltluftschichtdicken jedoch noch gering. Kurz vor Sonnenaufgang werden sehr hohe Schichtdicken erreicht mit z. T. geringeren Fließgeschwindigkeiten aber deutlich höheren Volumenströmen und damit deutlich höherer Durchschlagkraft der Kaltluft. Um dieser Dynamik gerecht zu werden, werden hier verschiedene Zeitpunkte einer Kaltluftnacht separat betrachtet, und zwar die Anfangsphase der Kaltluftbildung, d.h. in den ersten Stunden nach Einsetzen der Kaltluftbildung, und bei ausgeprägten Kaltluftbedingungen, d.h. für über 3 Stunden andauernde Kaltluftbildung. Die **Abb. 5.1** bis **Abb. 5.5** zeigen das Kaltluftgeschehen zu diesen Zeitpunkten.

Für die Darstellung der Berechnungsergebnisse wurde ein Teilausschnitt des Rechengebietes mit dem Plangebiet und der direkten Umgebung gewählt, sodass die Reichweite der aus den Berechnungen abgeleiteten Beeinträchtigungen der Kaltluftströmungen dargestellt wird. Die Höhenlinien des digitalen Höhenmodells sind in grober Auflösung dargestellt; kleinere Einschnitte oder Aufschüttungen sind wegen der gewählten Stufung der Höhenlinien nicht erkennbar, sind aber im digitalen Geländemodell enthalten.

Die **Abb. 5.1** zeigt die Geschwindigkeit und Richtung der Kaltluftströmung für den **Istfall** in der Anfangsphase der Kaltluftbildung für einen wolkenlosen Strahlungstag bei einer autochthonen Wetterlage. Grundsätzlich treten in den ersten Stunden nach Sonnenuntergang die höchsten bodennahen Fließgeschwindigkeiten von Kaltluftströmungen auf. In den unbebauten Bereichen des Untersuchungsgebietes bilden sich bodennahe Strömungen aus, die die Hänge der Geländerrücken mit Geschwindigkeiten bis ca. 1 m/s hinab strömen. In Bereichen mit geringer Längsneigung sind Strömungsgeschwindigkeiten unter 0.2 m/s berechnet. Im näheren Umfeld des Plangebietes wird die Ausbildung bodennaher Kaltluftabflüsse aufgrund der ebenen Neigung verhindert. An den Hangbereichen ca. 500 m nordwestlich des Plangebietes stellen sich in der Anfangsphase der Kaltluftbildung Hangabwinde ein, die in den

Siedlungsbereich von Übach-Palenberg fließen. Hier wird Frischluft von den Freiflächen dem Gefälle folgend transportiert.

Die **Abb. 5.2** zeigt für den **Istfall** die Höhe der Kaltluftschicht und die Volumenstromdichte in der Anfangsphase der Kaltluftbildung. Die Kaltfluthöhen schwanken zwischen wenigen Metern und ca. 40 m. Die Mächtigkeit der Kaltluftschicht und die Richtung der Kaltluftströmungen werden maßgeblich von der Topographie bestimmt. Aufgrund der höheren Dichte sammelt sich Kaltluft, ähnlich wie Wasser, in tieferliegenden Mulden, Senken, Tälern oder sonstigen Geländeeinschnitten an. Von den topographisch höher gelegenen Bereichen südlich des Plangebietes fließen geringe Kaltluftmengen, die im Umfeld des Plangebietes dem Verlauf des Übachs folgt. Westlich des Plangebiets verlaufen die Kaltluftströmungen entlang unversiegelter Gartenflächen und fördern die nächtliche Belüftung der Siedlungsbereiche von Merkstein. Im weiteren Verlauf fließen die Kaltluftströmungen gesammelt entlang des Übachs und weiter nördlich in Richtung Übach-Palenberg. In Zusammenhang mit den von Hangbereichen abströmenden Kaltluftmassen wird bereits in der Anfangsphase der Kaltluftbildung eine nächtliche Belüftung der Siedlungsbereiche von Übach-Palenberg gefördert. Im Plangebiet werden zu diesem Zeitpunkt Kaltluftströme von nur geringer Intensität prognostiziert mit einer Mächtigkeit der Kaltluftschichtdicke zwischen 14 m und 18 m.

Die **Abb. 5.3** zeigt die Kaltluftströmungsgeschwindigkeit bei ausgeprägten Kaltluftbedingungen für den **Istfall**. Die Kaltluftströmungsgeschwindigkeiten nehmen im weiteren Verlauf der Nacht hauptsächlich nicht weiter zu, sondern tendenziell ab. In den oberen Hangbereichen der Geländeerhebungen sind Hangabwinde wirksam, wobei in den unteren Hangbereichen die geringen Kaltluftströmungsgeschwindigkeiten die Wirkungen der Kaltluftansammlung anzeigen. Im Bereich des Broichbachtals (**vgl. Abb. 4.1**) fließt zu diesem Zeitpunkt ein Teil der Strömung in Richtung Norden. Nördlich des Plangebietes sind Winde mit Strömungsgeschwindigkeiten bis ca. 0.9 m/s berechnet, die mit zunehmender Nähe zur Stadt Übach-Palenberg in der Geschwindigkeit aufgrund der gesammelten Kaltluftmassen abnehmen.

Mit andauernden Kaltluftbedingungen ist eine deutliche Zunahme der Kaltluftmächtigkeiten in den Tal-, Mulden und Senkenbereichen verbunden. Dies ist in **Abb. 5.4** für den **Istfall** aufgezeigt und zeigt in dem Broichbachtal Kaltluftmächtigkeiten von über 60 m und in dem Gelände des Übachs von bis zu 50 m. Im Wesentlichen werden Kaltluftvolumenstromdichten von geringer Intensität prognostiziert, Strömungen von mäßiger bis hoher Intensität treten nur in eng begrenzten Bereichen auf. Aufgrund der Überströmung des Broichbachtals fließen zu diesem Zeitpunkt Kaltluftströmungen zwischen Herzogenrath und Alsdorf in Richtung Norden. Das Plangebiet wird von aus Südosten kommenden Kaltluftströmungen überstrichen, die im weiteren Verlauf nach Nordwesten in Richtung des Siedlungsbereichs von Übach dargestellt

sind und die entlang des Siedlungsrandes von Boscheln mit geringer Intensität verlaufen. Zum Teil überlagern sich die Strömungen mit Kaltluftansammlungen, die entlang des Übachs in Richtung des Siedlungsbereiches geführt werden und dort die nächtliche Belüftung fördern.

Aufgrund der Planung ergeben sich Änderungen der Kaltluftvolumenstromdichten. Mit der Änderung der Flächennutzung wird im Plangebiet die Kaltluft aufgezehrt und die Strömungsgeschwindigkeiten beeinflusst. Da die Planung nicht zu kompletten Einschränkungen der Kaltluftströmungen führt, sind die Ergebnisdarstellungen ähnlich zu denen für den **Istfall** (siehe Anhang A2). Dementsprechend wird im Folgenden die Darstellung der Abnahmen der Kaltluftvolumenstromdichte aufgezeigt. In der Abbildung sind die Bereiche dargestellt, in denen planungsbedingte Verringerungen der Kaltluftströmungen zu erwarten sind.

In **Abb. 5.5** ist die Abnahme der Kaltluftvolumenstromdichte bei ausgeprägter Kaltluftbildung für den **Planfall** gegenüber dem **Istfall** aufgezeigt. Reduktionen der Kaltluftvolumenstromdichte mit einer relativen Änderung von größer als 10 % treten überwiegend nur im Umfeld des Plangebietes auf und sich dort auf den Bereich der unmittelbar angrenzenden Bestandsbebauung und auf Freiflächen beschränken. Nördlich des Plangebietes erstrecken sich die Veränderungen bis zum Stadtrand und Teile des Stadtteils Übach. **Im zentralen Siedlungsbereich des Stadtteils Übach sind die Verringerungen überwiegend zwischen 5 % und 10 %. Diese Verringerungen sind in Anlehnung an die Richtlinie VDI 3787 Blatt 5 (2003) als mäßige Einschränkungen einzustufen (siehe Tab. 5.1).** Nordöstlich des Plangebiets, in einer Entfernung von ca. 400 m bis 1000 m, ist durch gewisse planungsbedingte Änderungen der Strömungsrichtungen der Kaltluft der Kaltluftvolumenstrom gegenüber dem Istfall abgeschwächt. Dabei sind am Rand des Siedlungsbereichs von Boscheln nach VDI-Richtlinie 3787 Blatt 5 mittlere bis hohe Verringerungen berechnet. **Die mäßigen und hohen Verringerungen umfassen nur den äußersten Siedlungsrand von Boscheln, wobei aufgrund der Stadtrandlage und der hiermit verbundenen günstigen bioklimatischen Situation auch weiterhin bei Hitzewetterlagen dort nur eine geringe Intensivierung der nächtlichen Überwärmung zu erwarten ist.**

Prozentuale Änderung gegenüber dem Istzustand	≤ 5 %	≤ 10 %	> 10 %
Auswirkung	gering	mäßig	hoch

Tab 5.1 Beurteilung der planerischen Auswirkungen von Kaltluftflüssen nach VDI 3787 Blatt 5 (2003)

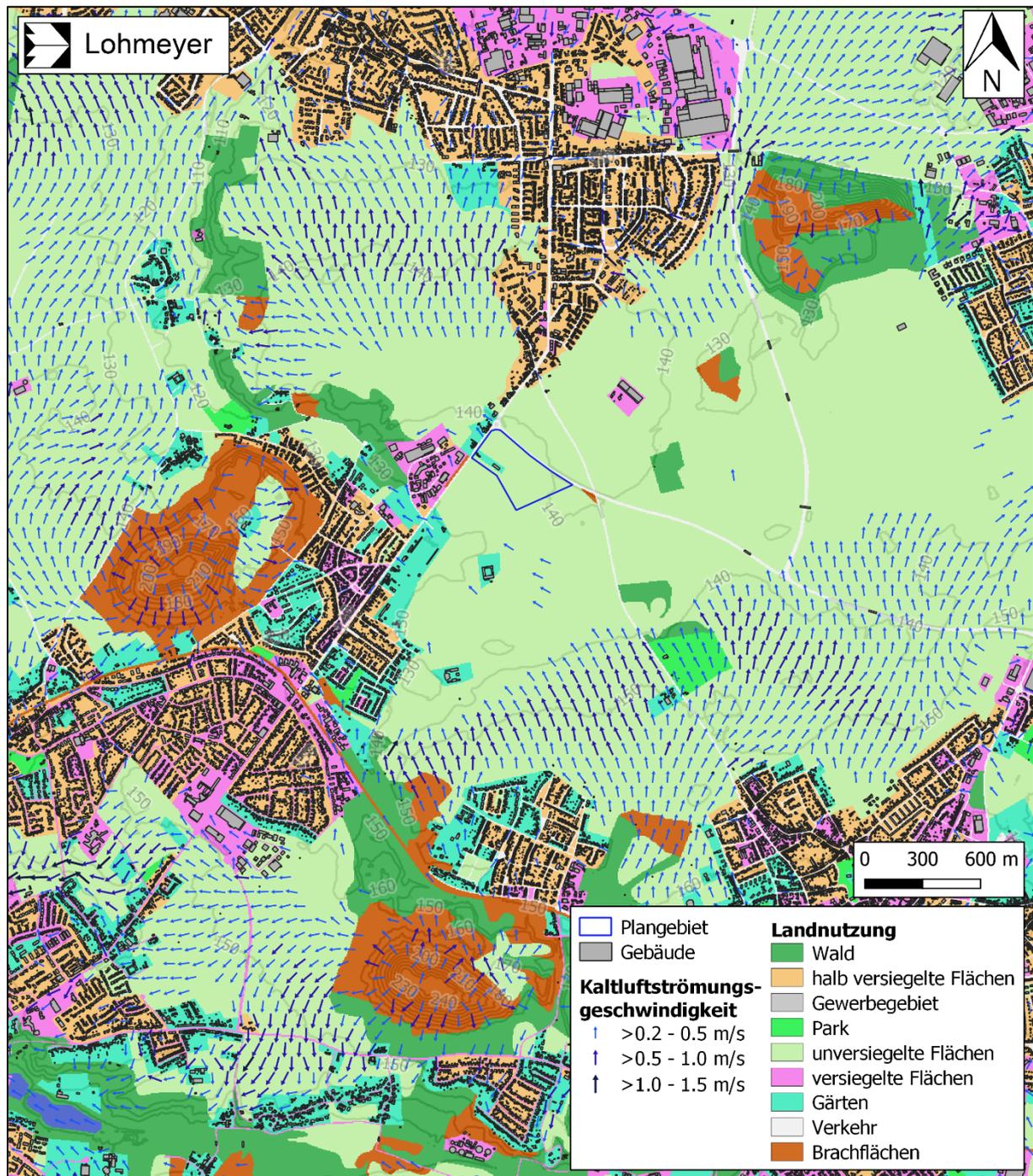


Abb. 5.1: Kaltluftströmungsgeschwindigkeiten in der Anfangsphase der Kaltluftbildung mit Landnutzung für den Istfall

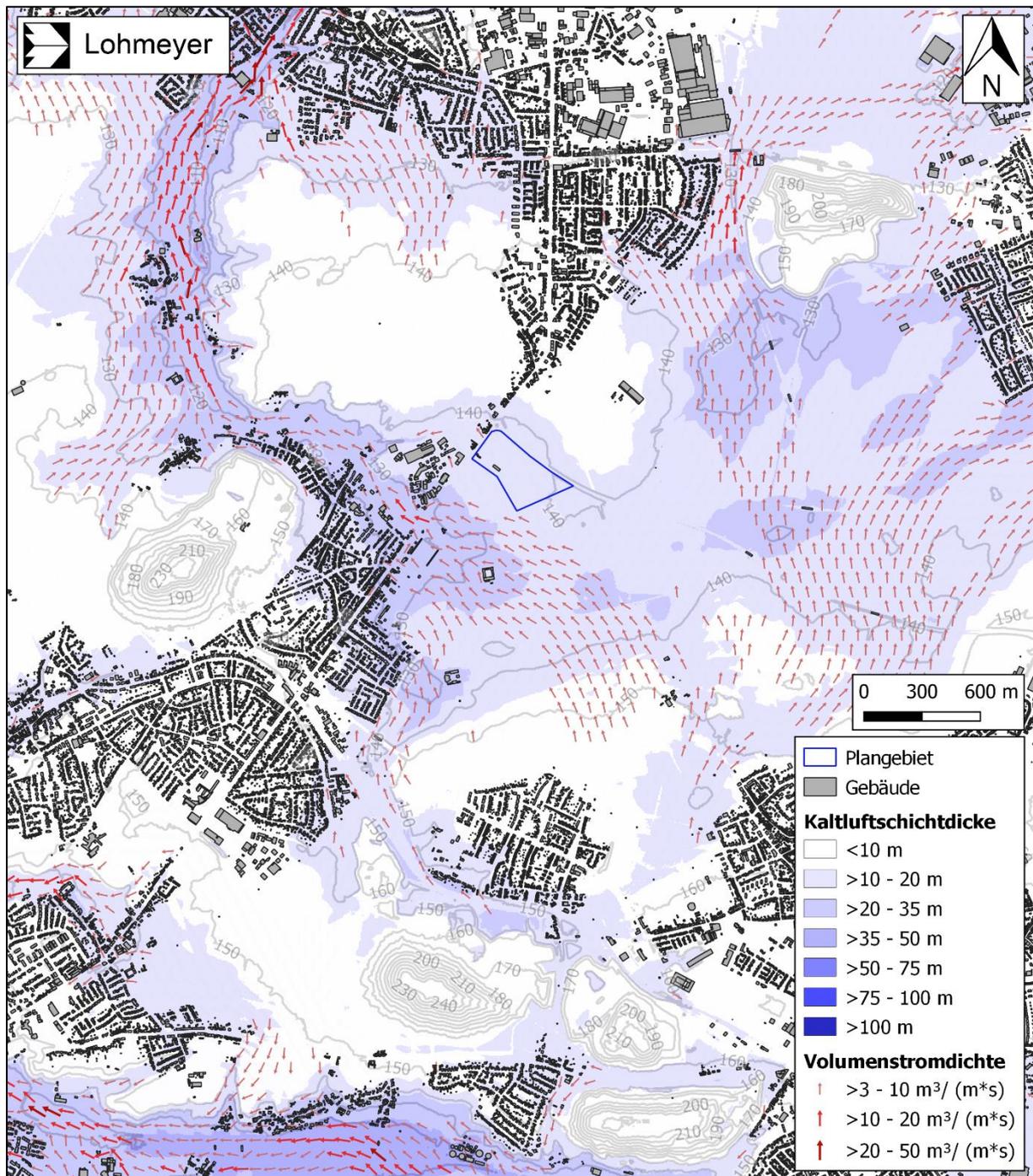


Abb. 5.2: Höhe der Kaltluftschicht und Volumenstromdichte in der Anfangsphase der Kaltluftbildung für den Istfall

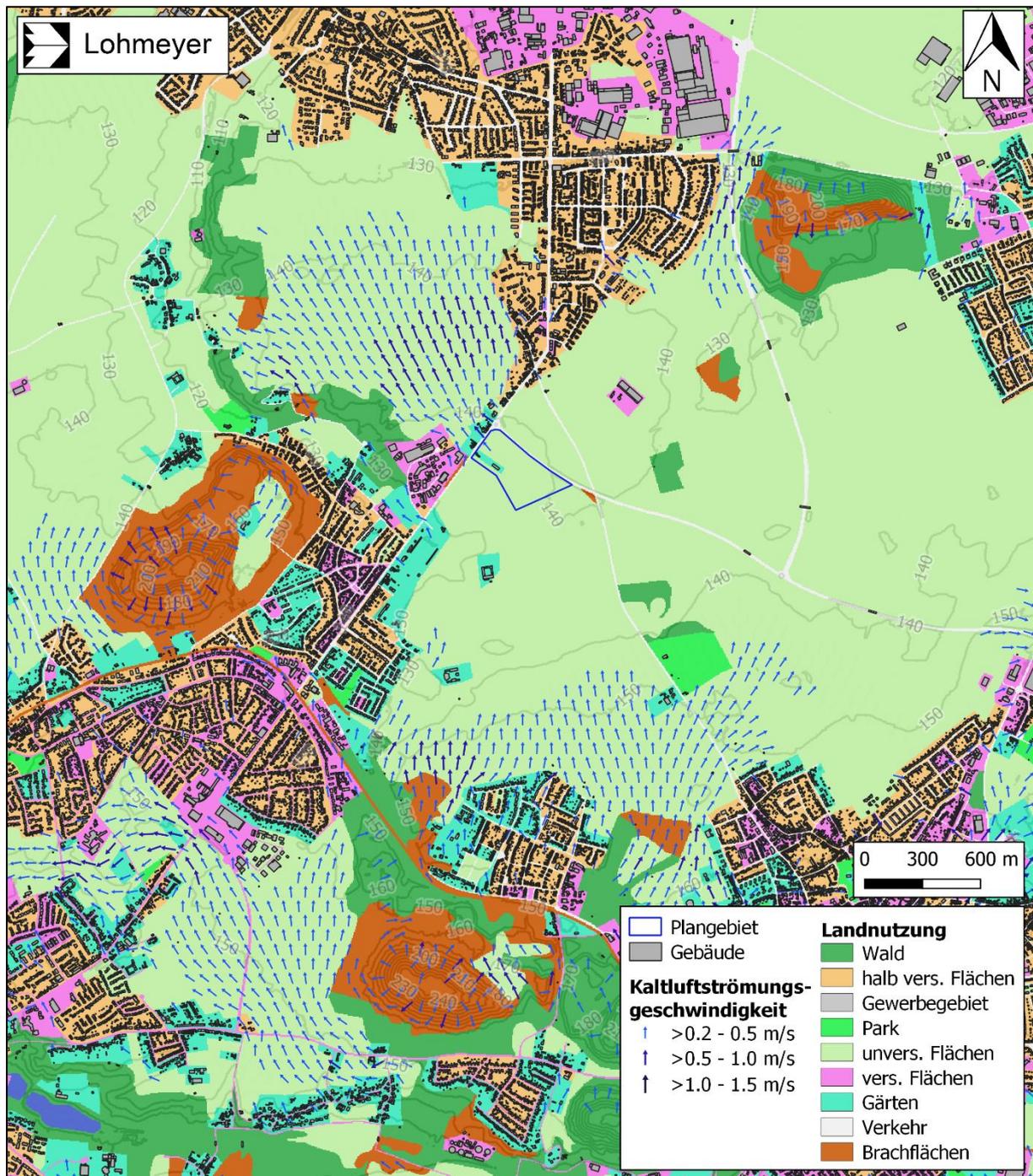


Abb. 5.3: Kaltluftströmungsgeschwindigkeiten bei ausgeprägter Kaltluftbildung mit Landnutzung für den Istfall

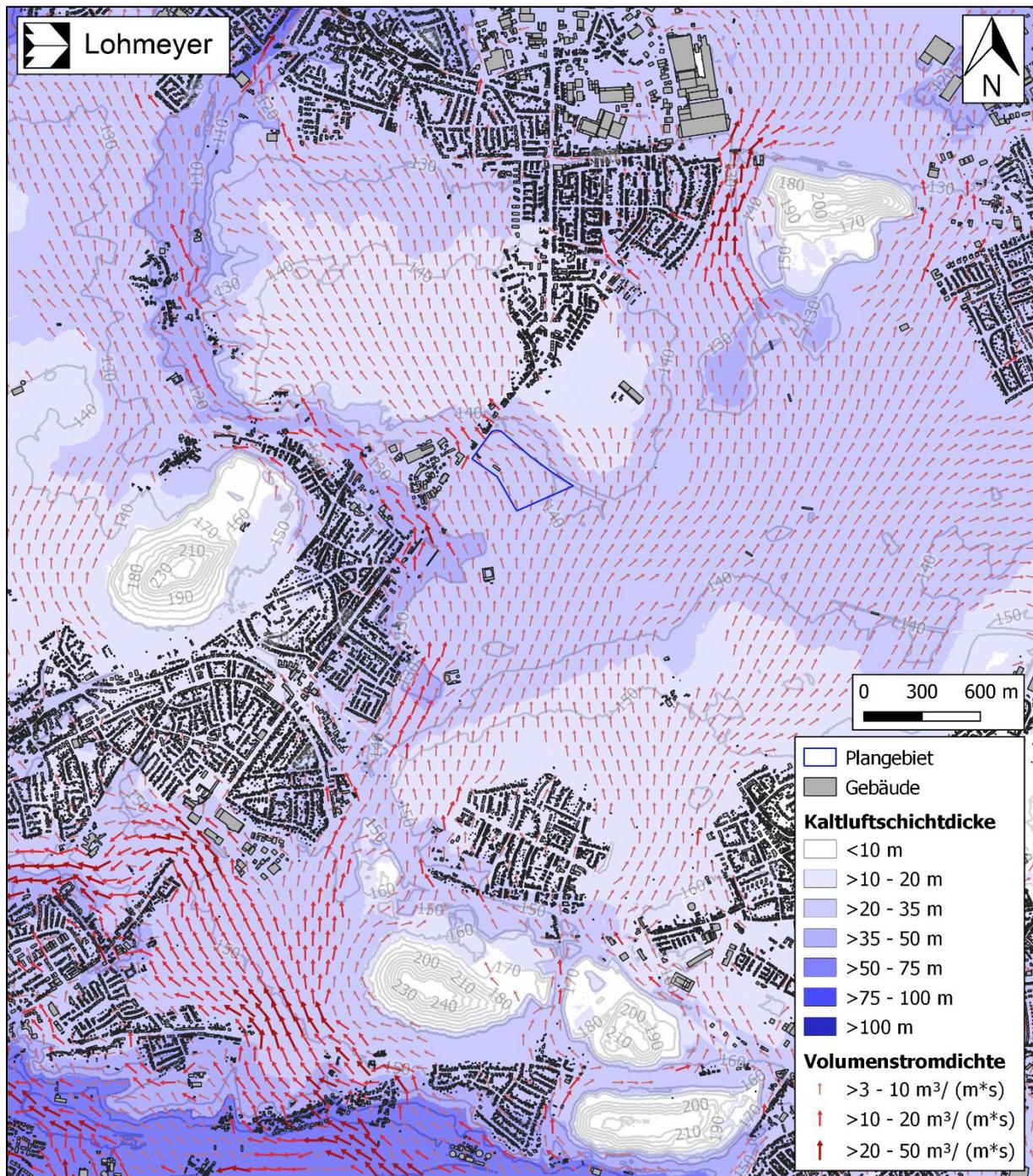


Abb. 5.4: Höhe der Kaltluftschicht und Volumenstromdichte bei ausgeprägter Kaltluftbildung für den Istfall

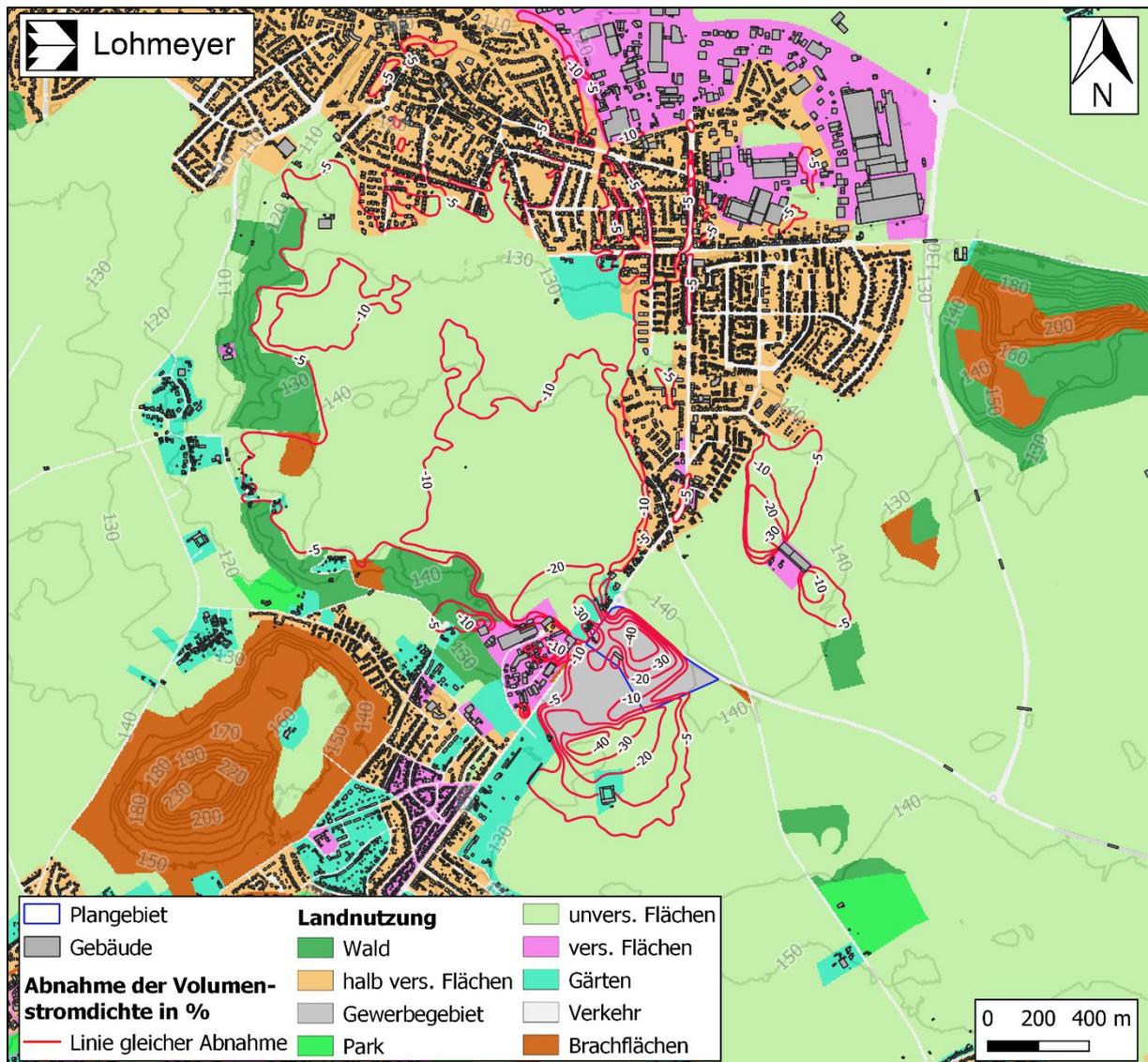


Abb. 5.5: Abnahme der Volumenstromdichte bei ausgeprägter Kaltluftbildung für den Planfall gegenüber dem Istfall in Bereichen mit absoluten Istzustandswerten von mehr als $3 \text{ m}^3/(\text{m}^*\text{s})$, und Landnutzung

Die **Abb. 5.6** bis **Abb. 5.10** zeigen das Kaltluftgeschehen für den **Bezugsfall**. Da das betrachtete Gewerbegebiet nicht zu kompletten Einschränkungen der Kaltluftströmungen führt, sind die Ergebnisse ähnlich zu denen für den Istfall. Dementsprechend wird im Folgenden nur die Änderungen gegenüber dem Istzustand beschrieben.

In der Anfangsphase der Kaltluftbildung wird die Kaltluft im Umfeld des Plangebietes nach Süden umgeleitet (**Abb. 5.6 und Abb. 5.7**). Dies führt zu geringen Erhöhungen der Kaltluftströmungsgeschwindigkeiten südlich des Gewerbegebietes. Bei ausgeprägten Kaltluftbedingungen wird ein Teil der von Süden kommenden Strömung südlich des Gewerbegebietes über Merkstein abgelenkt (**Abb. 5.8 und Abb. 5.9**). Ein Teil wird auch um das Gewerbegebiet und durch das Plangebiet geleitet.

In **Abb. 5.10** ist die Abnahme der Kaltluftvolumenstromdichte bei ausgeprägter Kaltluftbildung für den **Planfall** gegenüber dem **Bezugsfall** aufgezeigt. Reduktionen der Kaltluftvolumenstromdichte mit einer relativen Änderung von größer als 10 % treten nur im Umfeld des Plangebietes auf und die sich auf den Bereich der unmittelbar angrenzenden Bestandsbebauung und auf Freiflächen beschränken. Nördlich des Planungsgebiets erstrecken sich die Veränderungen bis zum Stadtrand und vereinzelte Teile des Stadtteils Übach. Am Siedlungsrand ist aufgrund der Stadtrandlage und der hiermit verbundenen günstigen bioklimatischen Situation auch weiterhin bei Hitzewetterlagen dort nur eine geringe Intensivierung der nächtlichen Überwärmung zu erwarten. **Im zentraleren Siedlungsbereich des Stadtteils Übach treten in vereinzelten Bereichen Verringerungen von 5 % - 10 % auf, überwiegend sind die Verringerungen jedoch geringer als 5 %. Damit sind in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 3787 Blatt 5 die Verringerungen als geringe Einschränkungen einzustufen.** Nordöstlich des Plangebietes, in einer Entfernung von ca. 400 m bis 800 m, ist durch gewisse planungsbedingte Änderungen der Strömungsrichtungen der Kaltluft der Kaltluftvolumenstrom gegenüber dem Bezugsfall abgeschwächt. **Im Siedlungsbereich des Stadtteils Boscheln treten nur geringe Verringerungen von unter 5 % auf.**

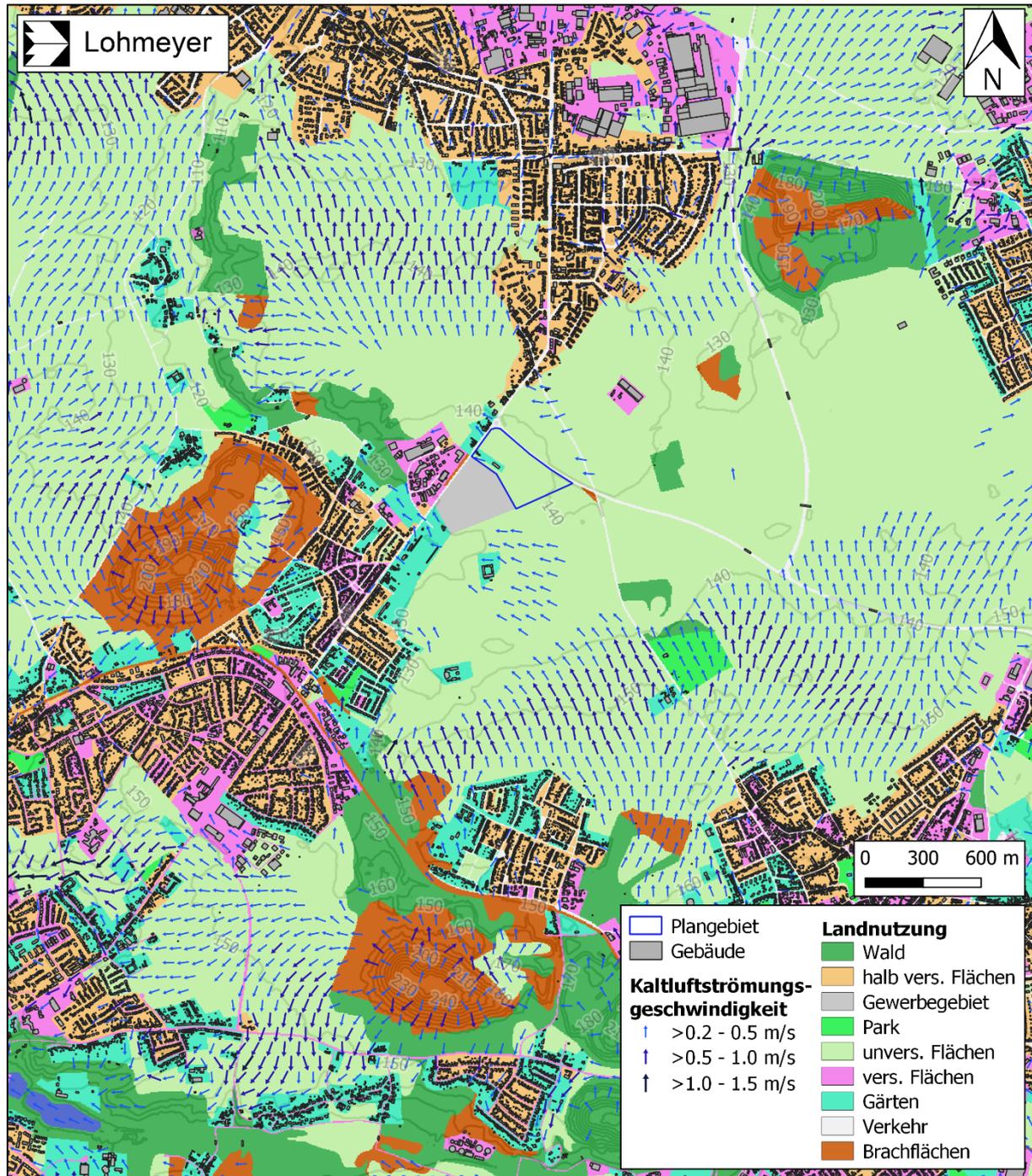


Abb. 5.6: Kaltluftströmungsgeschwindigkeiten in der Anfangsphase der Kaltluftbildung mit Landnutzung für den Bezugsfall

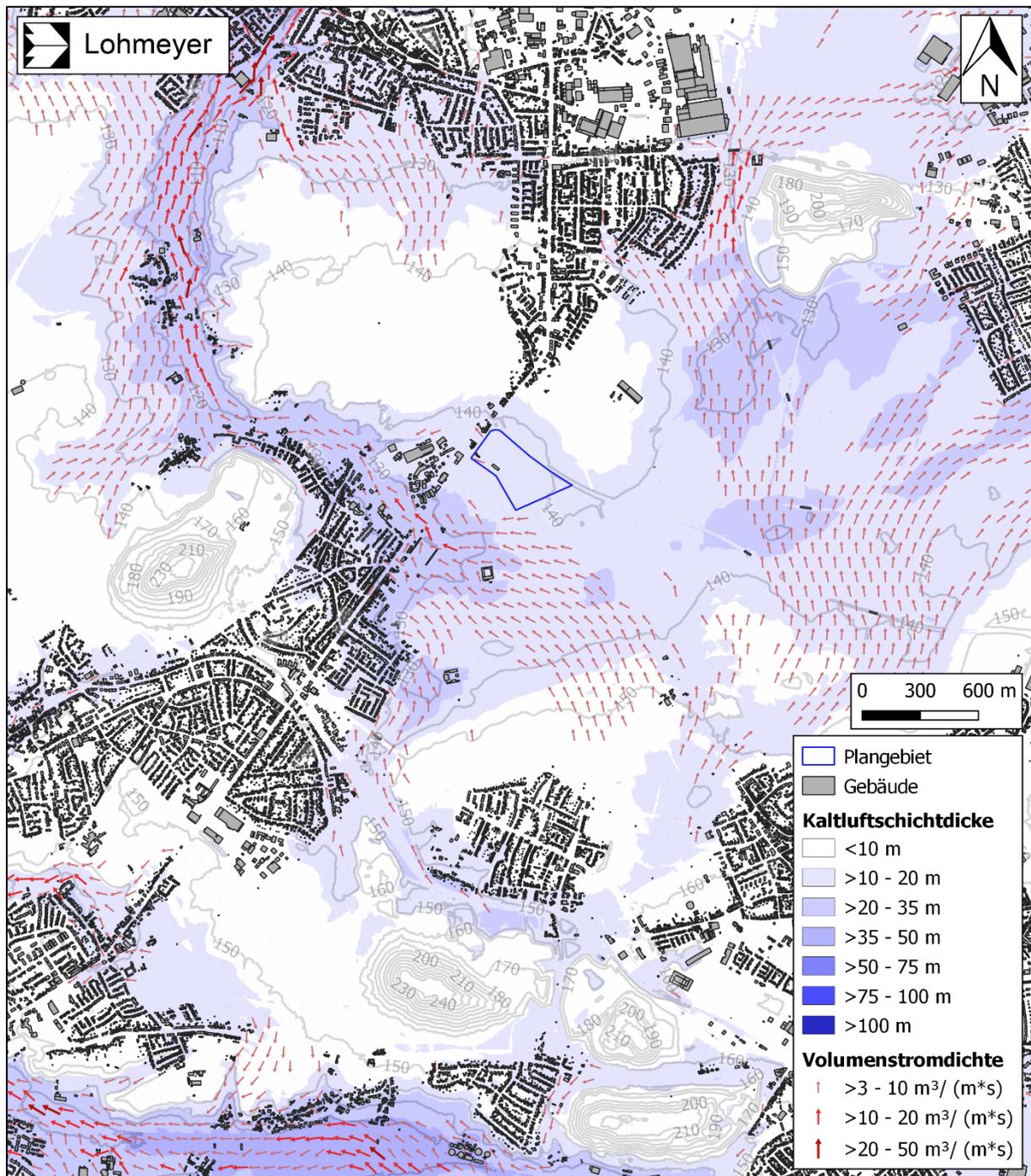


Abb. 5.7: Höhe der Kaltluftschicht und Volumenstromdichte in der Anfangsphase der Kaltluftbildung für den Bezugsfall

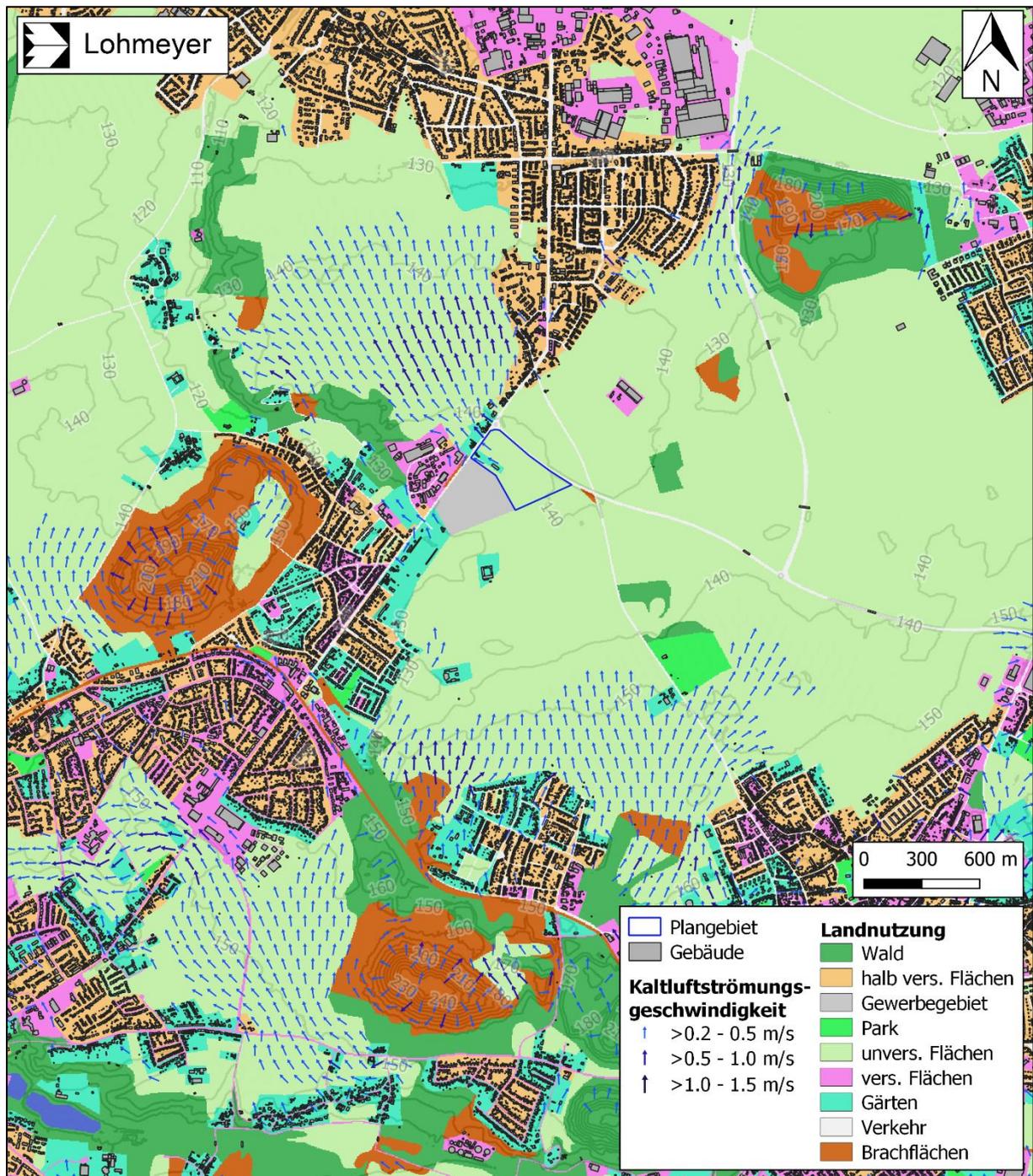


Abb. 5.8: Kaltluftströmungsgeschwindigkeiten bei ausgeprägter Kaltluftbildung mit Landnutzung für den Bezugsfall

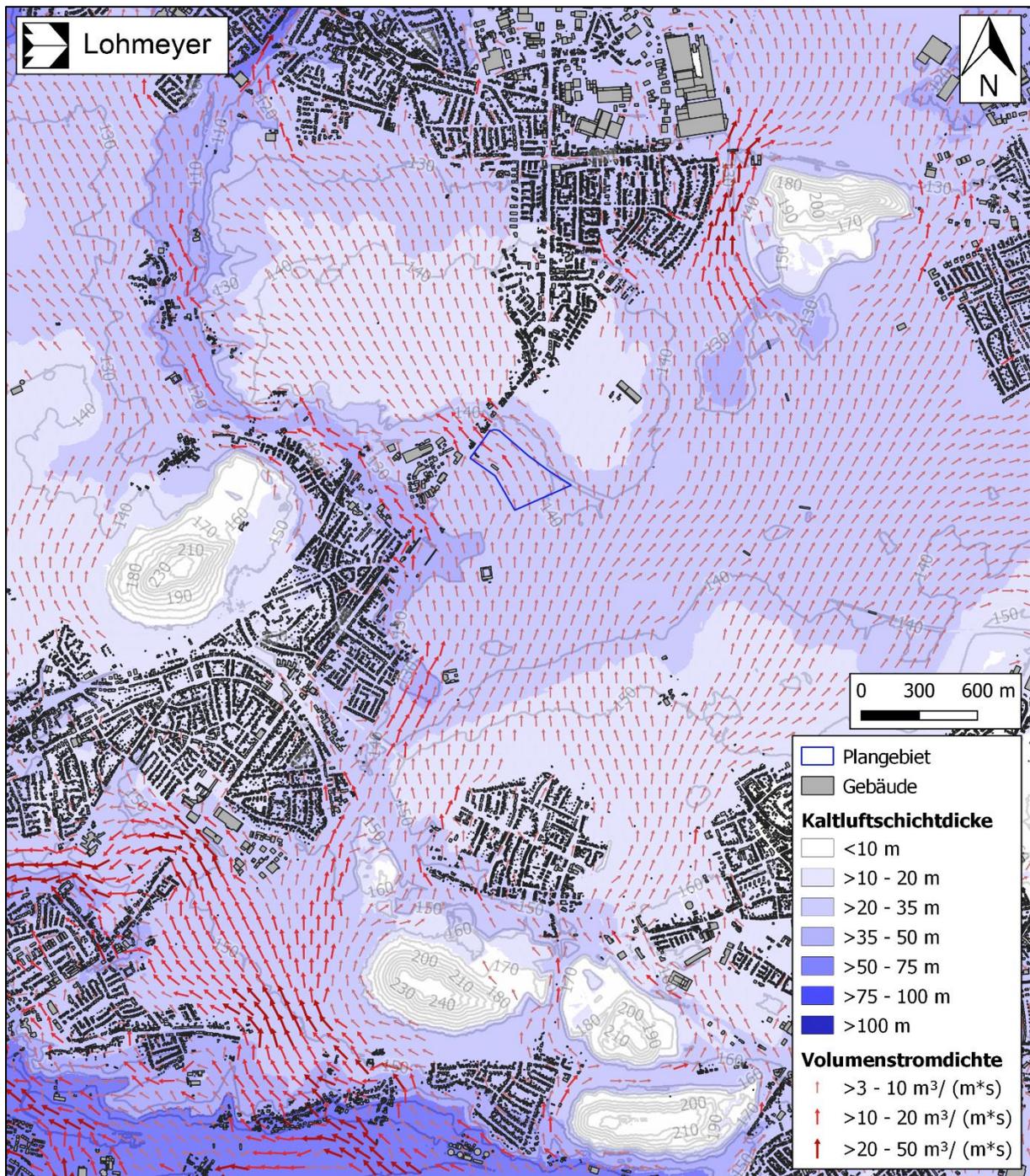


Abb. 5.9: Höhe der Kaltluftschicht und Volumenstromdichte bei ausgeprägter Kaltluftbildung für den Bezugsfall

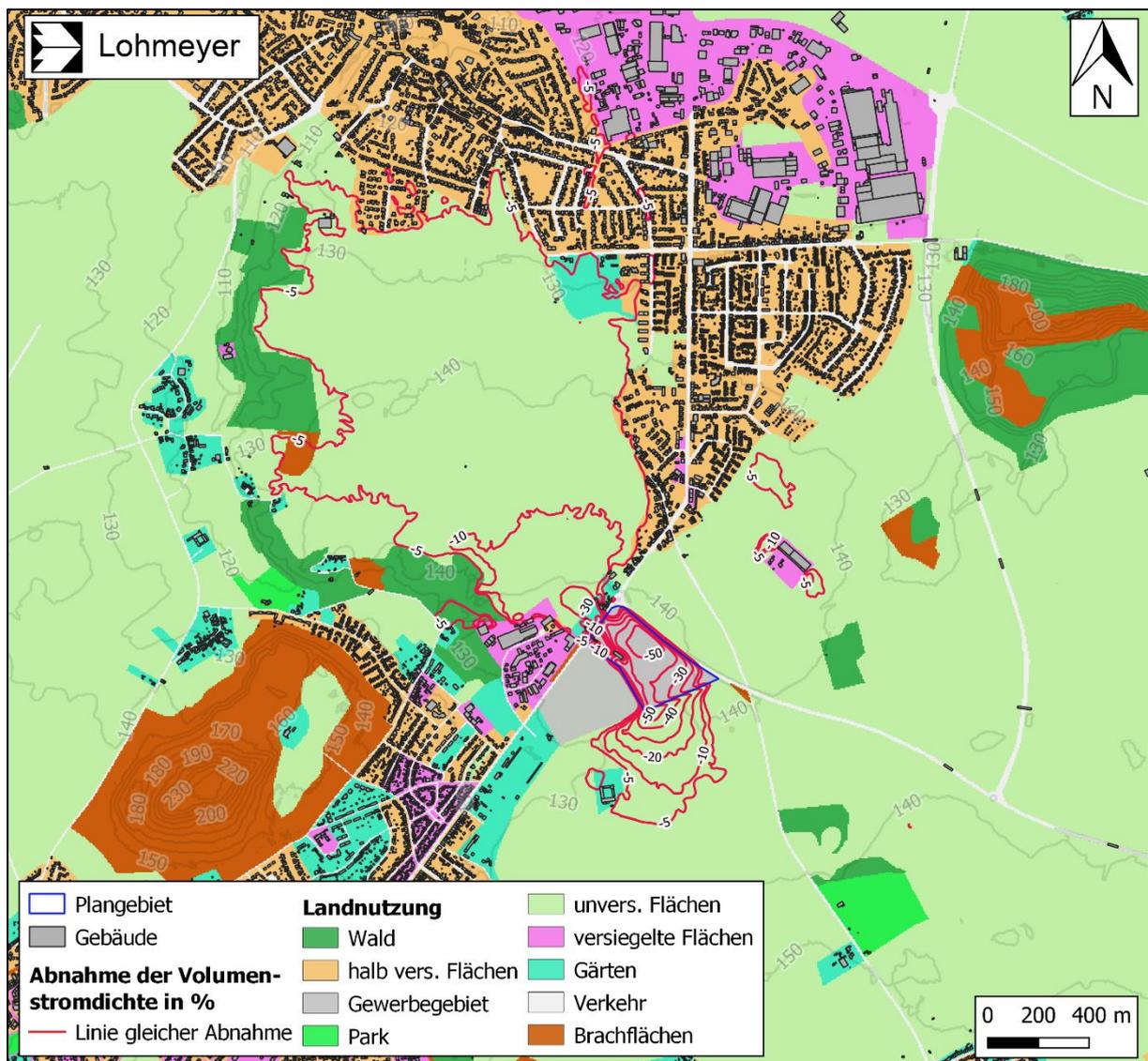


Abb. 5.10: Abnahme der Volumenstromdichte bei ausgeprägter Kaltluftbildung für den Planfall gegenüber dem Bezugsfallfall in Bereichen mit absoluten Bezugsfallswerten von mehr als $3 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{s})$, und Landnutzung

5.2 Fazit

Aus den vorliegenden Untersuchungen und den Ergebnissen der Simulationsrechnungen lassen sich folgende Rückschlüsse ableiten:

- Bei austauscharmen Strahlungswetterlagen bilden sich nachts unterschiedliche Kaltluftsysteme aus, die kühle Luft, die auf den Freiflächen des Umlandes produziert werden, in Richtung der Stadt Übach-Palenberg transportieren. Die positive thermische Ausgleichswirkung dieser Kaltluftströmung erfasst zum Teil erhebliche Teile von Übach-Palenberg.
- Das Plangebiet wird von Kaltluftströmungen überstrichen, die Kaltluft von Süden aus kommend nach Übach-Palenberg transportieren. Dabei werden im Umfeld des Plangebiets Kaltluftvolumenstromdichten von nur niedriger Intensität prognostiziert.
- Mit der Planung ist im nördlichen Umfeld mit einer gewissen Verringerung der Kaltluftströmungen zu rechnen. Dabei sind unter Berücksichtigung bereits ausgewiesener Flächennutzungen am Siedlungsrand von Übach-Palenberg und Bereichen in dem Stadtteil Übach die Änderungen als gering bis vereinzelt mäßig einzustufen, so dass dort durch die Stadtrandlage und die damit verbundene günstige bioklimatische Situation nur geringe zusätzliche Einschränkungen durch thermische Einschränkungen während den Nachtstunden zu erwarten sind; in den übrigen Siedlungsbereichen sind die Änderungen der Kaltluftströmungsverhältnisse geringer als 5 %.
- Insgesamt sind für die Bewohner der Stadt Übach-Palenberg nur gewisse zusätzliche Einschränkungen durch thermische Belastungen während den Nachtstunden zu erwarten, da die insbesondere in den zentralen Siedlungsbereichen die Kaltluftströmungen durch die Planung nur einer geringen bis mäßigen Verringerung unterliegen.

6 PLANUNGSEMPFEHLUNGEN

Unter Berücksichtigung der zukünftig zunehmenden Wärmebelastung sind bei den Festsetzungen des Bebauungsplans folgende Empfehlungen zu prüfen.

Für das Gewerbegebiet werden folgende Maßnahmen vorgeschlagen, um negative klimatische Auswirkungen durch eine Bebauung an der Stadt Übach-Palenberg zu minimieren:

- Zur Verbesserung der Durchströmung des Gewerbegebietes mit Kaltluft sollten die Gebäude in Strömungsrichtung angeordnet werden, d.h. eine Ausrichtung von Südost nach Nordwest aufweisen (siehe **Abb. 5.4**) und sich z.B. an der nördlich angrenzenden Bebauung orientieren.
- Durch eine Begrünung der Dachflächen und der Fassaden wird die Aufheizung der Oberflächen und somit die Lufterwärmung und die Wärmespeicherung in den Bauteilen gemindert. Dies wirkt sich ganztägig positiv auf die Wärmebelastung im Außenbereich aus und verbessert den thermischen Komfort im Inneren der Gebäude.
- Die Erwärmung der durch das Plangebiet strömenden Kaltluft kann durch großzügige Vegetationsausstattung gemildert werden, z. B. vegetationsreiche Grünflächen.
- Für Außenwände und Bodenbeläge im Außenbereich sind möglichst Farben mit einer hohen Albedo zu favorisieren, um eine starke Überhitzung der Oberflächen und eine starke Wärmespeicherung in den Baustoffen zu vermeiden.

7 LITERATUR

- CORINE (2018): Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt e.V. (DLR), Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum (DFD): CORINE Land Cover 2018. Daten zur Bodenbedeckung Deutschland (DVD). Wessling, 2018.
- DWD (2021): Internetseite zur Bioklima-Thematik: http://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/ku_beratung/gesundheit/bioklima/bioklima_node.html. Offenbach, 2021.
- Emonds, H. (1954): Das Bonner Stadtklima. Arbeiten zur Rheinischen Landeskunde, Nr. 7. Bonn, 1954.
- GEFAG (2014): Einschätzungen zu möglichen Fragestellungen für ein Bauprojekt Im Bereich Trierer Str. / Nachtigallenweg / Im Wingert in Bonn-Poppelsdorf. Bonn, 2014.
- GEO-NET (2018): Stadtklimaanalyse Bonn, Hannover Mai 2018.
- Klaus, D. (1988): Aspekte des Bonner Stadtklimas. Arbeiten zur Rheinischen Landeskunde, 58, S. 63 – 83. 1988.
- LANUV (2018) Landesamt für Umwelt-, Natur- und Verbraucherschutz: Fachinformationssystem Klimaanpassung, 2018. <http://www.klimaanpassung-karte.nrw.de/>
- LANUV WEB (2021): Klimaatlas NRW, <https://www.klimaatlas.nrw.de/karte-klimaatlas>
- Sievers, U. (2008): Das Kaltluftabflussmodell KLAM_21: Theoretische Grundlagen, Anwendung und Handhabung des PC-Modells. Berichte des Deutschen Wetterdienstes; 227, Offenbach am Main, 2005.
- Sperber, H. (1976): Die Bedeutung des Stadtrandbereichs für das nächtliche Stadtklima. Dargestellt am Beispiel Bonns. Das Gartenamt, Heft 2/76, S. 93-103. 1976.
- VDI 3787 Blatt 5 (2003): Umweltmeteorologie –Lokale Kaltluft. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Dezember 2003.

ANHANG:
BESCHREIBUNG DES KALTLUFTMODELLS

A BESCHREIBUNG DES KALTLUFTMODELLS

A1 Allgemeines

Unter bestimmten meteorologischen Bedingungen können sich nachts über geneigtem Gelände sogenannte Kaltluftabflüsse bilden; dabei fließt in Bodennähe (bzw. bei Wald über dem Kronenraum) gebildete kalte Luft hangabwärts. Die Dicke solcher Kaltluftschichten liegt meist zwischen 1 m und 50 m, in Kaltluftsammelgebieten, in denen sich die Kaltluft staut, kann die Schicht auf über 100 m anwachsen. Die typische Fließgeschwindigkeit der Kaltluft liegt in der Größenordnung von 1 m/s bis 3 m/s. Die folgenden beiden meteorologischen Bedingungen müssen für die Ausbildung von Kaltluftabflüssen erfüllt sein:

- i) wolkenarme Nächte: durch die aufgrund fehlender Wolken reduzierte Gegenstrahlung der Atmosphäre kann die Erdoberfläche kräftig auskühlen
- ii) großräumig windschwache Situation: dadurch kann sich die Tendenz der Kaltluft, an geneigten Flächen abzufließen, gegenüber dem Umgebungswind durchsetzen.

Die Produktionsrate von Kaltluft hängt stark vom Untergrund ab: Freilandflächen weisen beispielsweise hohe Kaltluftproduktion auf, während sich bebaute Gebiete bezüglich der Kaltluftproduktion neutral bis kontraproduktiv (städtische Wärmeinsel) verhalten.

Unter Umweltgesichtspunkten hat Kaltluft, wie in der Richtlinie VDI 3787 Blatt 5 (2003), zusammenfassend beschrieben, eine doppelte Bedeutung: zum einen kann Kaltluft nachts für Belüftung und damit Abkühlung thermisch belasteter Siedlungsgebiete sorgen. Zum anderen sorgt Kaltluft, die aus Reinluftgebieten kommt, für die nächtliche Belüftung schadstoffbelasteter Siedlungsräume. Kaltluft kann aber auch auf ihrem Weg Luftbeimengungen (Autoabgase, Geruchsstoffe etc.) aufnehmen und transportieren. Nimmt sie zu viele Schadstoffe auf, kann ihr Zufluss von Schaden sein. Vom Standpunkt der Regional- und Stadtplanung her ist es daher von großer Bedeutung, eventuelle Kaltluftabflüsse in einem Gebiet qualitativ und auch quantitativ bestimmen zu können.

A2 Modellbeschreibung

Um genauere Aussagen über die lokalklimatischen Verhältnisse und mögliche Auswirkungen durch die geplante Bebauung treffen zu können, wurden mikroklimatische Kaltluftsimulationsrechnungen mit einer horizontalen Auflösung von 3.0 m im Nesting-Verfahren durchgeführt. Nesting bedeutet, dass eine oder mehrere hoch aufgelöste „Kernbereiche“ in ein gröber aufgelösten „Einflussbereich“ eingebettet wird. Es wird ein um einen Faktor 5 vergrößertes Raster des Gesamtgebiets mit 15 m Auflösung bei 3 m

Grundauflösung erzeugt (Sievers, 2008). Hierdurch können die Einflüsse der Bebauung im Kernbereich auf die bodennahen Kaltluftströmungen im Untersuchungsgebiet erfasst werden. Eine detaillierte und belastbare Einschätzung der Auswirkungen der geplanten Änderung des Bebauungsplans auf die bodennahen Kaltluftsysteme im Untersuchungsgebiet wird somit ermöglicht.

Die Berechnungen wurden mit der aktuellen Version von *KLAM_21* durchgeführt. *KLAM_21* ist ein zweidimensionales, mathematisch-physikalisches Simulationsmodell, welches vom Deutschen Wetterdienst entwickelt wurde (Sievers, 2008). Das Modell ermöglicht die Ermittlung von Kaltluftabflüssen und Kaltluftansammlungen in orographisch gegliedertem Gelände und hat sich in zahlreichen Gutachten zur Standort-, Stadt- und Regionalplanung bewährt.

Die Kaltluftmodellierung mit *KLAM_21* berücksichtigt Angaben zur Geländehöhe und zur Flächennutzung innerhalb des in äquidistante Gitterzellen aufgeteilten Untersuchungsgebietes. Modellintern werden hieraus die Rauigkeitslängen der Oberflächen sowie die langwellige Ausstrahlung abgeleitet. Für Siedlungsbereiche oder bewaldete Flächen werden zusätzliche Kenngrößen, wie z.B. die mittlere Gebäudehöhe oder der Blattflächenindex berücksichtigt.

Das Modell simuliert die Bildung von Kaltluft und die sich im Laufe der Nacht entwickelten Kaltluftströmungen und ermöglicht für den Untersuchungsraum Aussagen zu Kaltlufthöhen, Strömungsgeschwindigkeiten und Volumenstromdichten. Angaben zur Größe und Lage des Untersuchungsgebietes können der **Tab. A2.1** und **Abb. 4.1** entnommen werden.

Gitterauflösung [m]	Ausdehnung in X-Richtung [m]	Ausdehnung in Y-Richtung [m]	Anzahl Rechenzellen
5.00	14 185	13 395	7 600 323

Tab. A1: Größe des *KLAM_21*-Rechengebiets

A2 Abbildungen

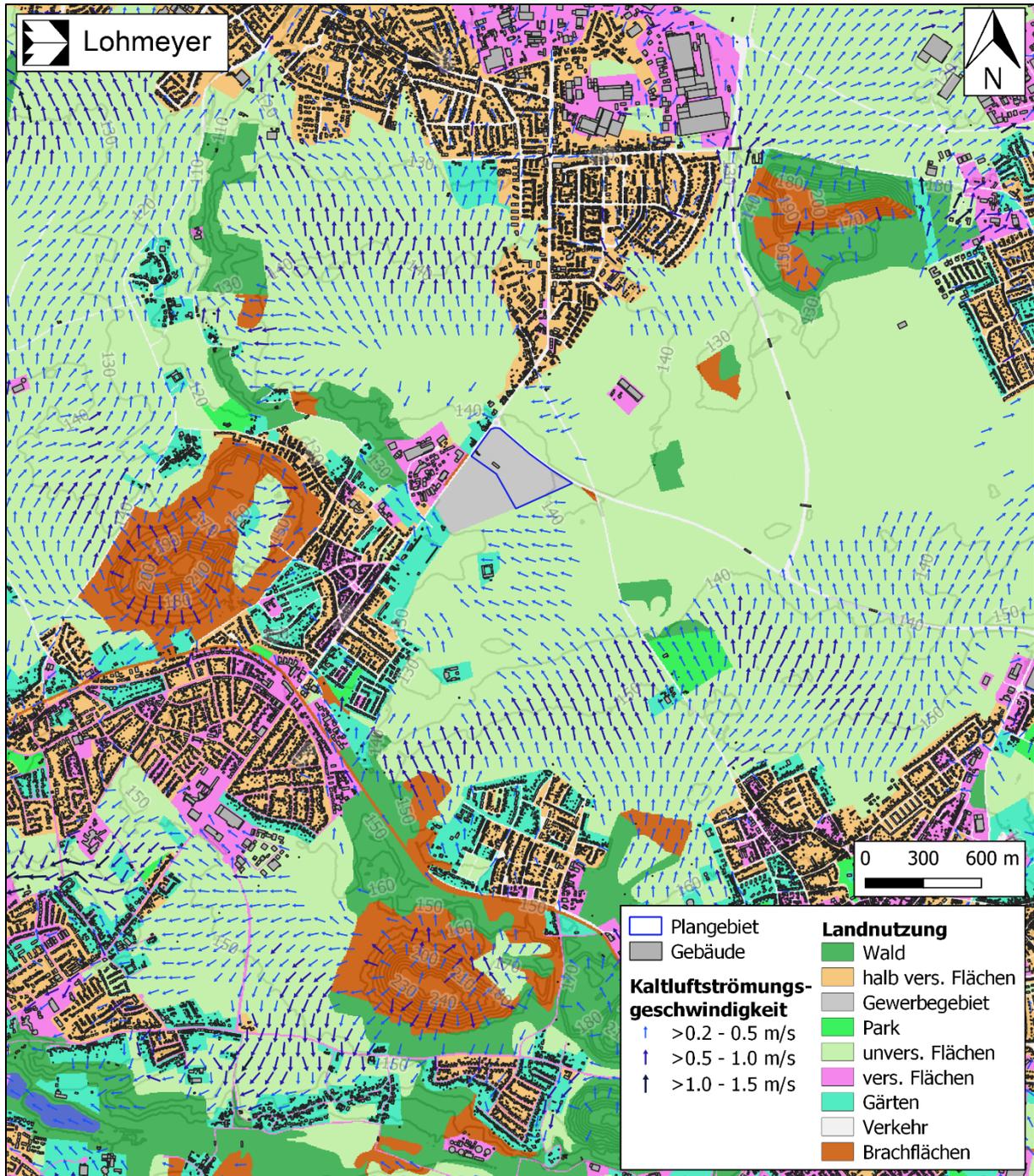


Abb. A2.1: Höhe der Kaltluftschicht und Volumenstromdichte in der Anfangsphase der Kaltluftbildung mit Landnutzung für den Planfall

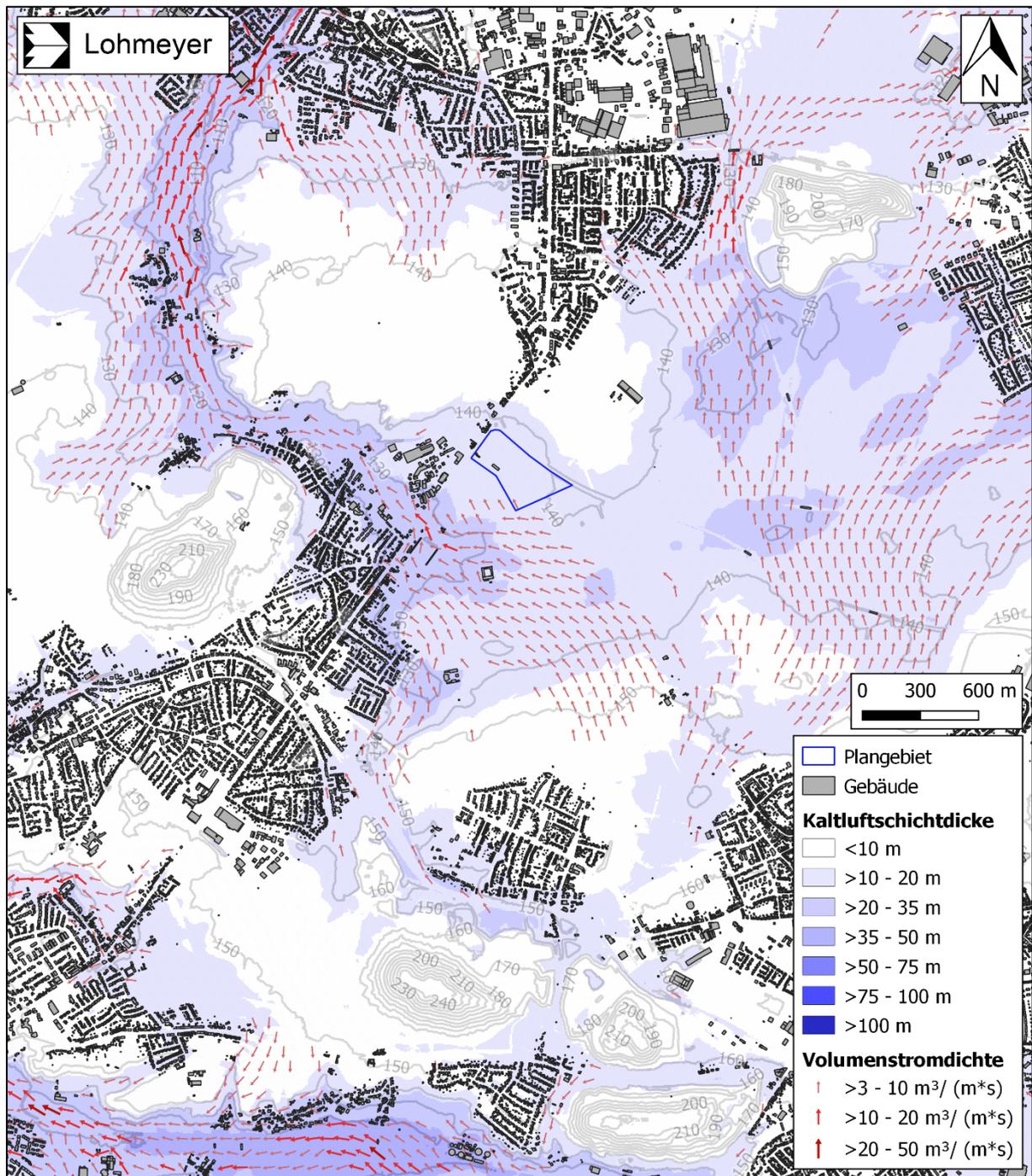


Abb. A2.2: Höhe der Kaltluftschicht und Volumenstromdichte in der Anfangsphase der Kaltluftbildung für den Planfall

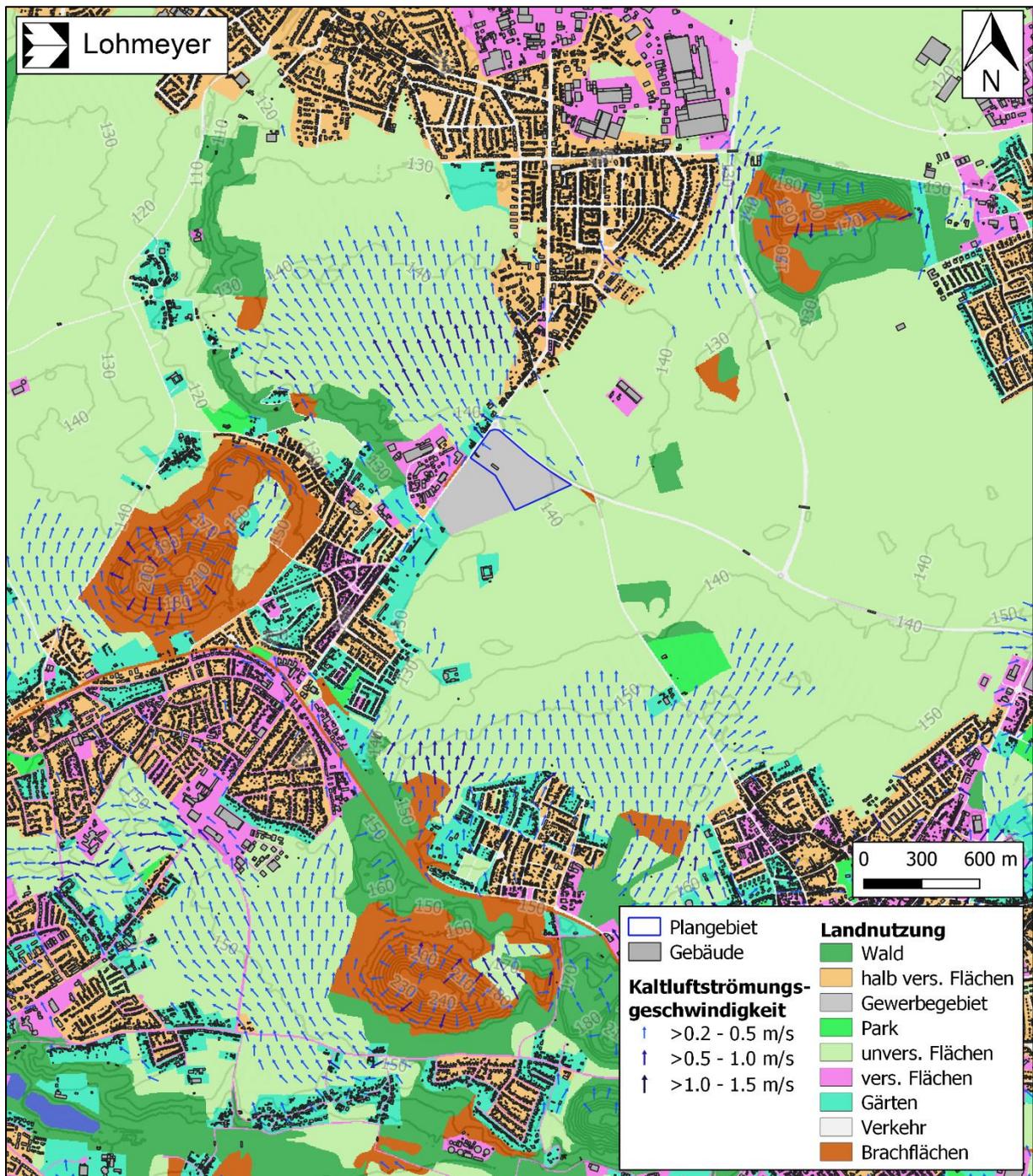


Abb. A2.3: Kaltluftströmungsgeschwindigkeiten bei ausgeprägter Kaltluftbildung mit Landnutzung für den Planfall

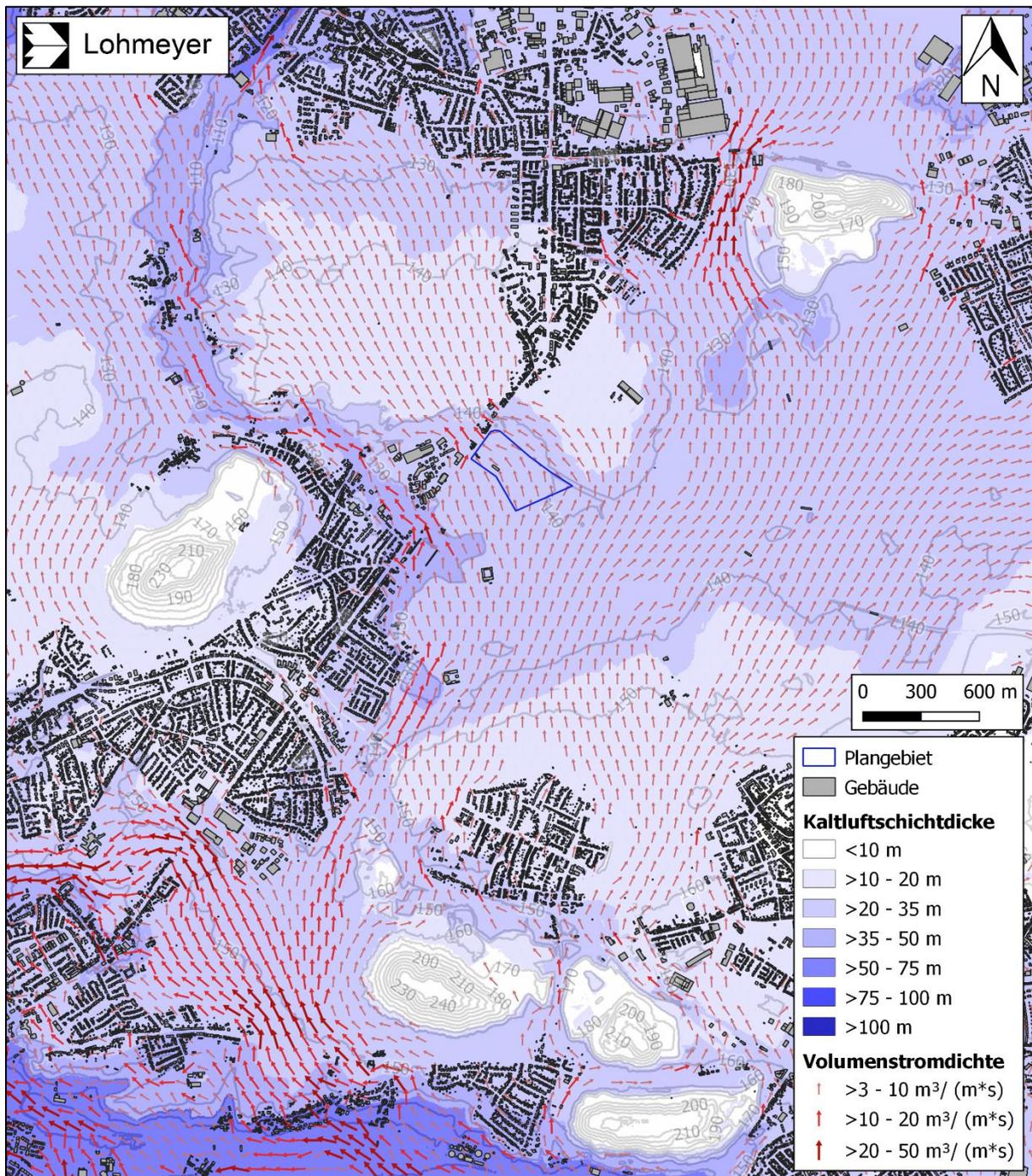


Abb. A2.4: Höhe der Kaltluftschicht und Volumenstromdichte bei ausgeprägter Kaltluftbildung für den Planfall