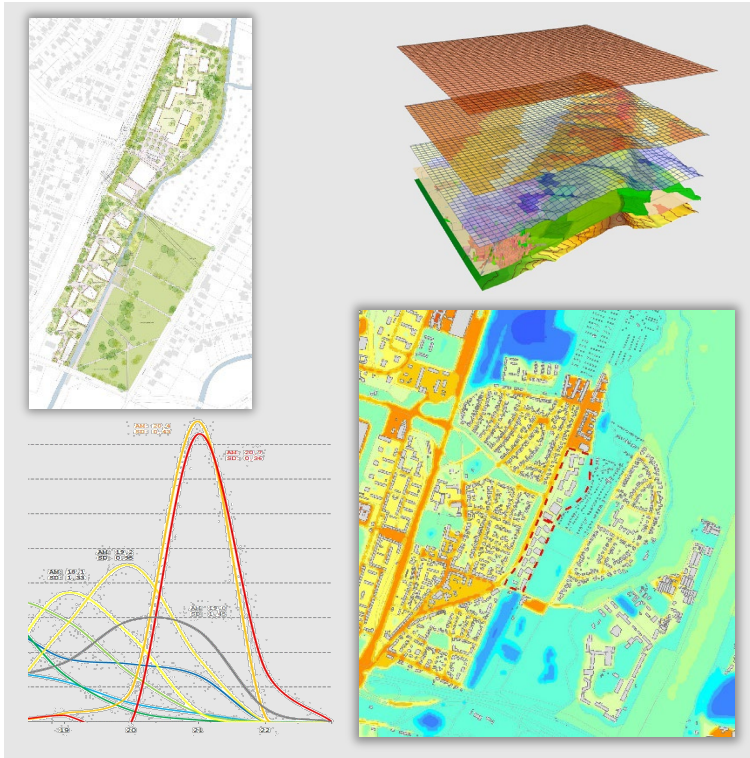


Analyse der klimaökologischen Auswirkungen des Bebauungsplans mit Grünordnung Nr. 2113 in München

Modellgestützte Analyse zum Einfluss der beabsichtigten Nutzungsänderung auf das Schutzgut Klima



Auftraggeber:

Bayerische Hausbau GmbH & Co. KG
Denninger Straße 165
81925 München



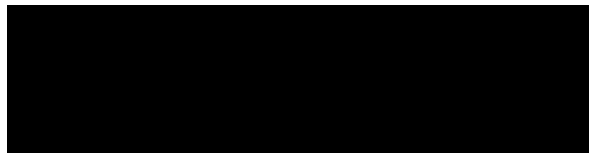
GEO-NET Umweltconsulting GmbH

Große Pfahlstraße 5a
30161 Hannover

Tel. (0511) 3887200
FAX (0511) 3887201

www.geo-net.de

In Zusammenarbeit mit:



Revision 17
Hannover, 17. August 2023



Inhaltsverzeichnis

Seite:

| | |
|-----------------------------------|-----------|
| Inhaltsverzeichnis | I |
| Abbildungsverzeichnis..... | II |

| | |
|---------------------------------|----------|
| Inhaltsverzeichnis | I |
|---------------------------------|----------|

| | |
|---|-----------|
| 1. Aufgabenstellung | 1 |
| 1.1 Anlass der Untersuchungen und Aufgabenstellung | 1 |
| 1.2 Bioklimatische Funktionen des Regionalen Grünzugs..... | 2 |
| 1.3 Die Windverhältnisse im Raum München | 4 |
| 1.4 Beschreibung des Planvorhabens | 5 |
| 2. Methode | 12 |
| 2.1 Datengrundlage und Modellrechnung | 12 |
| 2.2 Synoptische Rahmenbedingungen..... | 13 |
| 2.3 Standardisierung des Parameters Kaltluftvolumenstrom und weitere Bewertungsparameter | 13 |
| 3. Stadtklimatische Ausgangssituation und Ergebnisse zum Bebauungsplanentwurf gemäß Machbarkeitsstudie | 19 |
| 3.1 Bodennahe Lufttemperatur | 19 |
| 3.2 Bodennahes Windfeld und bodennahe Strömungsgeschwindigkeit | 25 |
| 3.3 Kaltluftvolumenstrom | 31 |
| 4 Dokumentation einzelner Planvarianten im Verlauf des Planungsprozesses | 37 |
| 4.1 Variante 1 | 37 |
| 4.2 Variante 2 | 38 |
| 4.3 Variante 3 | 38 |
| 4.4 Variante 4..... | 39 |
| 4.5 Variante 4 - optimiert..... | 39 |
| 4.6 Variante 5 | 40 |
| 4.7 Zwischenfazit..... | 40 |



| | | |
|----------|--|-----------|
| 5 | Ergebnisse für die finalen Planvarianten | 45 |
| 5.1 | Variante 7d | 46 |
| 5.2 | Variante 7d – 1 | 46 |
| 5.3 | Variante 7d – 2 | 47 |
| 5.4 | Variante 7d – 3 | 47 |
| 6 | Beurteilung der Wirkung der finalen Planvarianten und Schlussfolgerung .. | 48 |
| 7 | Allgemeine Planungshinweise | 54 |
| 8 | Literatur | 56 |
| 9 | Glossar | 57 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|-------------------|---|----|
| Abb. 1.1: | Prozessorientierte Analyse bei einer austauscharmen Hochdruckwetterlage | 2 |
| Abb. 1.2: | Kaltluftvolumenstrom zum Zeitpunkt 04 Uhr morgens im nordöstlichen Stadtgebiet von München | 3 |
| Abb. 1.3: | Planungshinweiskarte Stadtklima im Umfeld der Freisinger Landstraße | 3 |
| Abb. 1.4: | Prozentuale Häufigkeiten der Windrichtungen in den Sommermonaten sowie während windschwacher Sommernächte | 4 |
| Abb. 1.5: | Luftströmung im Voralpenraum während wolkenarmer sommerlicher Wetterlagen | 5 |
| Abb. 1.6: | Städtebaulicher Rahmenplan und Verlauf des Regionalen Grünzugs Isartal mit dem Planareal..... | 6 |
| Abb. 1.7: | Gebäudebestand zum Zeitpunkt des Eckdatenbeschlusses | 7 |
| Abb. 1.8: | Gebäudebestand Plan-Null-Fall | 7 |
| Abb. 1.9: | Planvariante 0 - Entwurf Bebauungsplan gemäß Machbarkeitsstudie | 7 |
| Abb. 1.10: | Planvariante 1 | 8 |
| Abb. 1.11: | Planvariante 2 | 8 |
| Abb. 1.12: | Planvariante 3 | 8 |
| Abb. 1.13: | Planvariante 4 | 9 |
| Abb. 1.14: | Optimierte Planvariante 4..... | 9 |
| Abb. 1.15: | Planvariante 5 | 9 |
| Abb. 1.16: | Planvariante 7d | 10 |
| Abb. 1.17: | Planvariante 7d-1 | 10 |



| | |
|--|----|
| Abb. 1.18: Planvariante 7d-2 | 10 |
| Abb. 1.19: Planvariante 7d-3 | 11 |
| Abb. 2.1: Umgriff Modellgebiet Klimasimulation | 12 |
| Abb. 2.2: Veranschaulichung der Standardisierung des Klimaparameters Kaltluftvolumenstrom | 14 |
| Abb. 2.3: Prinzipskizze Flurwind | 17 |
| Abb. 2.4: Prinzipskizze Kaltluftvolumenstrom..... | 17 |
| Abb. 3.1: Nächtliches Temperaturfeld im Basisszenario (4:00 Uhr, 2 m über Grund) | 21 |
| Abb. 3.2: Nächtliches Temperaturfeld im Bestandsfall Eckdatenbeschluss (4:00 Uhr, 2 m über Grund) | 22 |
| Abb. 3.3: Nächtliches Temperaturfeld im Planszenario 0 (4:00 Uhr, 2 m über Grund) | 23 |
| Abb. 3.4: Differenz der Lufttemperatur zwischen Planszenario und Basisszenario 0 | 24 |
| Abb. 3.5: Nächtliches Windfeld im Basisszenario (4:00 Uhr, 2 m über Grund) | 27 |
| Abb. 3.6: Nächtliches Windfeld im Bestandsszenario (4:00 Uhr, 2 m über Grund) | 28 |
| Abb. 3.7: Nächtliches Windfeld im Planszenario 0 (4:00 Uhr, 2 m über Grund) | 29 |
| Abb. 3.8 Differenz der Windgeschwindigkeit zwischen Planszenario 0 und Basisszenario..... | 30 |
| Abb. 3.9: Nächtlicher Kaltluftvolumenstrom im Basisszenario (4:00 Uhr)..... | 33 |
| Abb. 3.10: Nächtlicher Kaltluftvolumenstrom im Bestandsszenario (4:00 Uhr) | 34 |
| Abb. 3.11: Nächtlicher Kaltluftvolumenstrom im Planszenario 0 (4:00 Uhr) | 35 |
| Abb. 3.12: Differenz des Kaltluftvolumenstroms zwischen Planszenario 0 und Basisszenario | 36 |
| Abb. 4.1: Kaltluftvolumenstrom in der Variante 1 | 37 |
| Abb. 4.2: Kaltluftvolumenstrom in der Variante 2 | 38 |
| Abb. 4.3: Kaltluftvolumenstrom in der Variante 3 | 38 |
| Abb. 4.4: Kaltluftvolumenstrom in der Variante 4 | 39 |
| Abb. 4.5: Kaltluftvolumenstrom in der optimierten Variante 4 | 39 |
| Abb. 4.6: Kaltluftvolumenstrom in der Variante 5 | 40 |
| Abb. 4.7: Differenz Kaltluftvolumenstrom Planvarianten 0 bis 4 – Basisszenario im Vergleich..... | 41 |
| Abb. 4.8: Differenz Kaltluftvolumenstrom Planvariante 5 – Basisszenario im Vergleich | 42 |
| Abb. 4.9: Von einer relevanten Abnahme des Kaltluftvolumenstroms betroffene Siedlungsfläche in den Varianten 0 und 1 | 42 |
| Abb. 4.10: Von einer relevanten Abnahme des Kaltluftvolumenstroms betroffene Siedlungsfläche in den Varianten 2 bis 5..... | 43 |



| | |
|---|----|
| Abb. 5.1: Städtebaulicher Entwurf auf Grundlage der Variante 7d-3 | 45 |
| Abb. 5.2: Kaltluftvolumenstrom in Variante 7d | 46 |
| Abb. 5.3: Kaltluftvolumenstrom in Variante 7d - 1 | 46 |
| Abb. 5.4: Kaltluftvolumenstrom in Variante 7d - 2 | 47 |
| Abb. 5.5: Kaltluftvolumenstrom in Variante 7d - 3 | 47 |
| Abb. 6.1: Differenz Kaltluftvolumenstrom in Prozentpunkten gegenüber dem P0-Fall (links) und mittlere Abnahme des Kaltluftvolumens innerhalb betroffener Blockflächen in der Variante 7d (rechts)..... | 48 |
| Abb. 6.2: Differenz Kaltluftvolumenstrom in Prozentpunkten gegenüber dem P0-Fall (links) und mittlere Abnahme des Kaltluftvolumens innerhalb betroffener Blockflächen in der Variante 7d - 1 (rechts)..... | 49 |
| Abb. 6.3: Differenz Kaltluftvolumenstrom in Prozentpunkten gegenüber dem P0-Fall (links) und mittlere Abnahme des Kaltluftvolumens innerhalb betroffener Blockflächen in der Variante 7d - 2 (rechts)..... | 49 |
| Abb. 6.4: Differenz Kaltluftvolumenstrom in Prozentpunkten gegenüber dem P0-Fall (links) und mittlere Abnahme des Kaltluftvolumens innerhalb betroffener Blockflächen in der Variante 7d - 3 (rechts)..... | 50 |
| Abb. 6.5: Flächenkulisse mit Bestandsgebäuden (Schwarz) und geplanten Baukörpern (Grau) im Bereich des Regionalen Grünzugs | 51 |
| Abb. 6.6: Verlauf der Lärmschutzwand im Bereich des nördlichen Durchlüftungsbereiches | 52 |
| Abb. 6.7: Standort Wasserkraftwerk | 53 |
| Abb. 7.1: Klimatisch günstige Ausgestaltung von Freiflächen..... | 54 |



1. Aufgabenstellung

1.1 Anlass der Untersuchungen und Aufgabenstellung

Das Wohlbefinden und die Gesundheit der Menschen sind nicht zuletzt abhängig von den meteorologischen Verhältnissen in ihrem Lebensumfeld. Dabei wirkt sich die Gestaltung dieses Lebensumfeldes, also vornehmlich die des Siedlungsraumes, direkt auf die in ihm auftretenden Wärme- und Luftverhältnisse aus. Klimatische und lufthygienische Aspekte sollten daher regelmäßig bei räumlichen Planungen berücksichtigt werden. Im Auftrag der Bayerischen Hausbau wurde vom Büro GEO-NET Umweltconsulting GmbH in Kooperation mit einer modellgestützten Analyse zu den klimaökologischen Auswirkungen der im Rahmen des Bebauungsplans 2113 vorgesehenen Flächennutzungsänderungen durchgeführt. Die Aufgabenstellung zielt auf eine differenzierte Bewertung der kleinräumig variablen klimatischen Bedingungen ausgehend von gegebenen komplexen Wechselwirkungen ab. Die zu klärenden Fragen, die im Mittelpunkt der Untersuchung stehen, beziehen sich auf sowohl auf die überörtlichen Gegebenheiten als auch auf die im Nahbereich:

- Welche Belüftungssituation besteht in der Umgebung des Plangebiets?
- Wie ist die bioklimatische Situation zu beurteilen?
- Wie wird sich das Baukonzept im regionalen Grünzug Isaraue voraussichtlich auf die klimaökologische Situation, besonders im Hinblick auf die Luftaustauschprozesse, auswirken?

Das Planungsgebiet befindet sich gem. Regionalplan München im Randbereich des Regionalen Grünzugs Isartal. Zu den wichtigen Funktionen des regionalen Grünzugs gehört, neben der Erholungsvorsorge und Gliederung von Siedlungsräumen, insbesondere die Wirksamkeit als regionale Klimaachse zur Sicherung eines ausreichenden Luftaustausches und Verbesserung des Bioklimas der direkt angrenzenden überbauten Bereiche (Wärmeinselbildung).

Diese Studie soll klimaökologische Rahmendaten in einer hohen räumlichen Auflösung liefern, um eine sachgerechte Beurteilung der Schutzgüter Klima/Luft innerhalb des Planungsprozesses zu ermöglichen. Dabei wird das Hauptaugenmerk auf die Beeinflussung des Kaltlufthaushaltes durch das zusätzliche Baufeld gelegt. Untersuchungszustand für die Ermittlung der Folgenabschätzung ist eine austauscharme, sommerliche Hochdruckwetterlage, die häufig mit einer überdurchschnittlich hohen Wärmebelastung in den Siedlungsräumen sowie mit lufthygienischen Belastungen einhergeht. Während bei einer windstärkeren „Normallage“ der Siedlungsraum gut durchlüftet wird und keine Überwärmung gegeben ist, stellt die windschwache Hochdruckwetterlage mit wolkenlosem Himmel im Sommer die „Worst Case“-Betrachtung dar (**Abb. 1.1**).

Unter diesen Rahmenbedingungen können ganz allgemein nächtliche Kalt- und Frischluftströmungen aus innerstädtischen Grün- und Brachflächen zum Abbau einer Wärmebelastung in den aufgewärmten Siedlungsflächen beitragen. Im Rahmen der gesamtstädtischen Klimaanalyse (GEO-NET 2014) wurde für den überplanten Bereich in der Isaraue ein klimaökologisch wirksamer Kaltluftstrom von Süd nach Nord festgestellt. Aufgrund dessen Bedeutung für den thermischen Ausgleich in den angrenzenden Siedlungsflächen während der Nachtstunden ergibt sich die Relevanz für eine vertiefende klimatische Untersuchung.

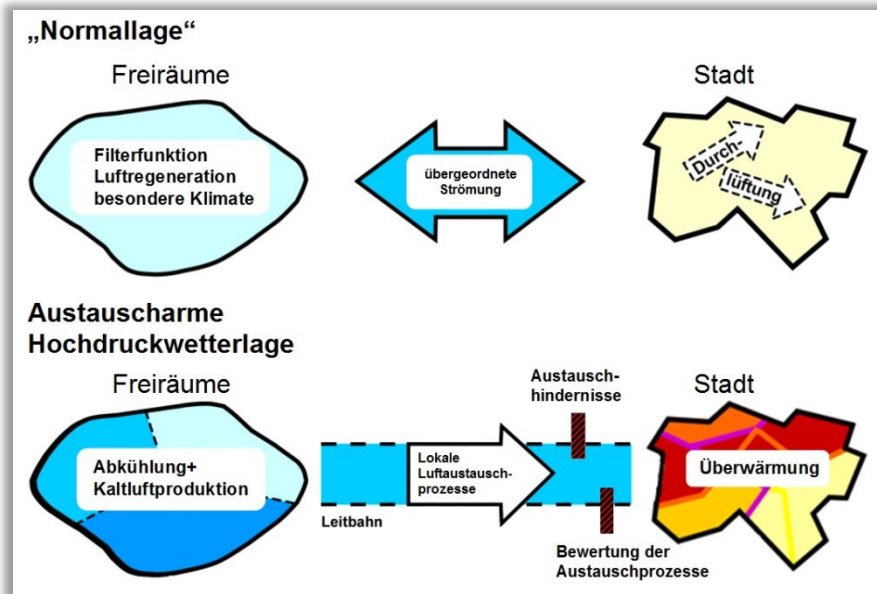


Abb. 1.1: Prozessorientierte Analyse bei einer austauscharmen Hochdruckwetterlage

1.2 Bioklimatische Funktionen des Regionalen Grünzugs

Auf gesamtstädtischer Ebene wird die Bedeutung der Isaraue als Grünzug mit übergeordneter bzw. regionaler Klimafunktion sichtbar. Einen Ausschnitt aus der gesamtstädtischen Klimaanalyse München zeigt **Abb. 1.2**. Der Grünzug weist auf seiner gesamten Breite einen mindestens mäßigen Kaltluftvolumenstrom auf (vgl. Pfeilsignatur). Auf lokaler Ebene zeichnen sich vor allem westlich der Isar gering bebaute und durch einen hohen Grünanteil geprägte Luftaustauschbereiche mit hohen und sehr hohen Volumenströmen ab. Die Kaltluft wirkt in Ost- West-Richtung über diese in die angrenzende Bebauung ein und führt dort zu einem thermischen Ausgleich. Diese Eintrittspfade sollten auch im Zuge einer weiteren städtebaulichen Entwicklung erhalten bleiben. Neben der übergeordneten, regionalen Durchlüftung in Süd-Nord-Richtung unter dem Einfluss des Alpenen Pumpens (Kap. 1.3) besteht also auch eine kleinräumige, lokale Klimafunktion für den Luftaustausch in Ost-West-Richtung.

Teilbereiche nördlich und südlich des Plangebietes weisen eine stadtklimatische Funktion als Kaltluftleitbahn während sommerlicher, windschwacher Wetterbedingungen auf. In dem in **Abb. 1.3** dargestellten Ausschnitt aus der Planungshinweiskarte Stadtklima (GEO-NET 2014) sind die landwirtschaftlich genutzte Fläche nördlich des Planareals (A) sowie der Gleisbereich nördlich des Frankfurter Rings (B) als Kaltluftleitbahnen mit einer blauen Pfeilsignatur dargestellt. Der durch die Planungen tangierte Luftaustauschbereich entlang der Heidemannstraße ergänzt das Kaltluftvolumen zwar auf lokaler Ebene, hat aber verglichen mit der weiter nördlich befindlichen Kaltluftleitbahn eine nachgeordnete bzw. ergänzende Funktion. Bedingt durch die relativ niedrigen Lufttemperaturen und den intensiven Luftaustausch weist die Bebauung zwischen Freisinger Landstraße und der A9 eine vorwiegend bioklimatisch sehr günstige bzw. günstige Situation auf (Beige/Hellorange). Zudem sind diese Siedlungsflächen durch das Einwirken von Kaltluft gekennzeichnet (vgl. Schraffur). Nach Westen hin überwiegen jenseits der A 9 weniger günstige bzw. ungünstige Bedingungen (Orange/Rot), wobei die Bebauung vor allem gewerblich genutzt wird und durch eine Hallenbebauung geprägt ist. Hierbei handelt es sich um überwärmte Siedlungsfläche mit Bedarf an thermischen Ausgleich durch nächtliche Kalt-/Frischluft.

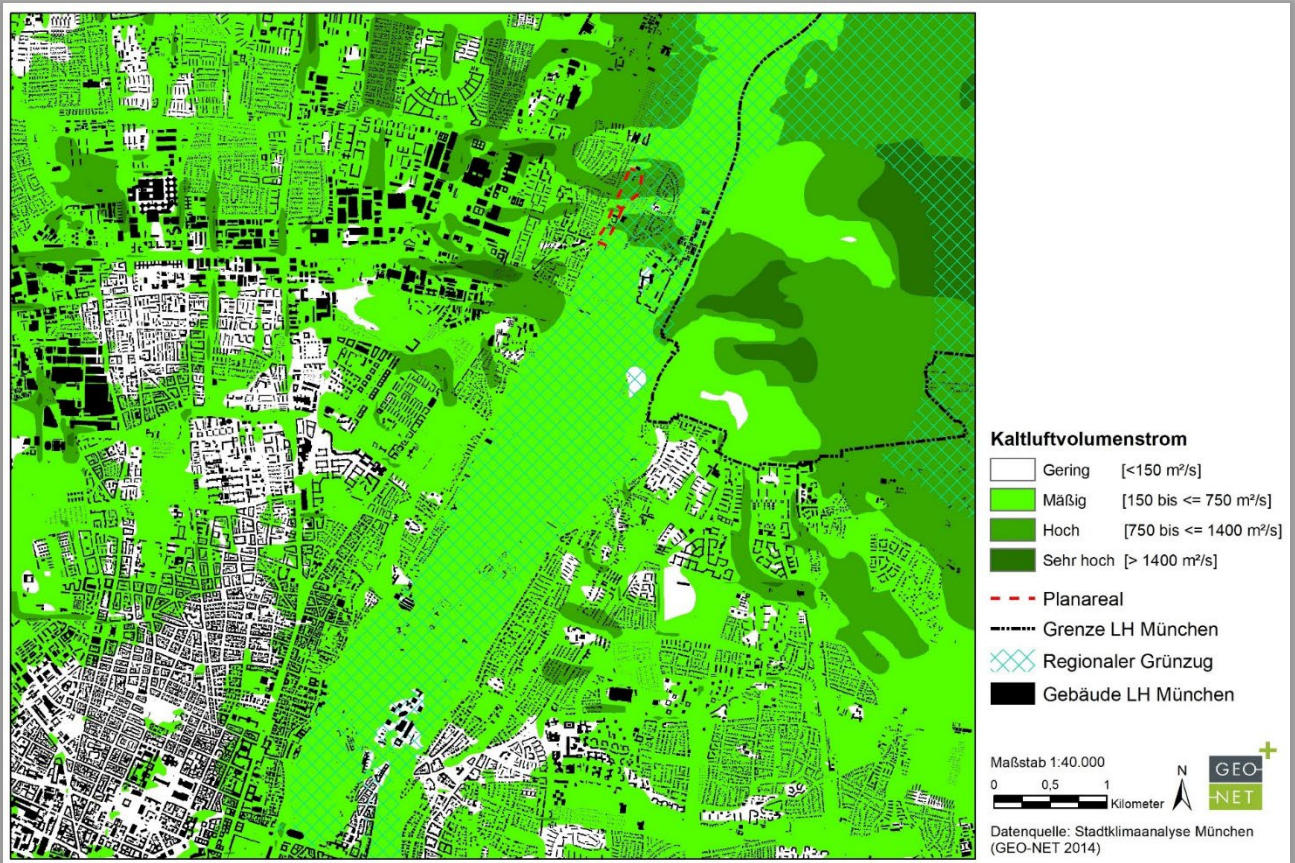


Abb. 1.2: Kaltluftvolumenstrom zum Zeitpunkt 04 Uhr morgens im nordöstlichen Stadtgebiet von München (gesamstädtische Klimaanalyse; GEO-NET 2014)

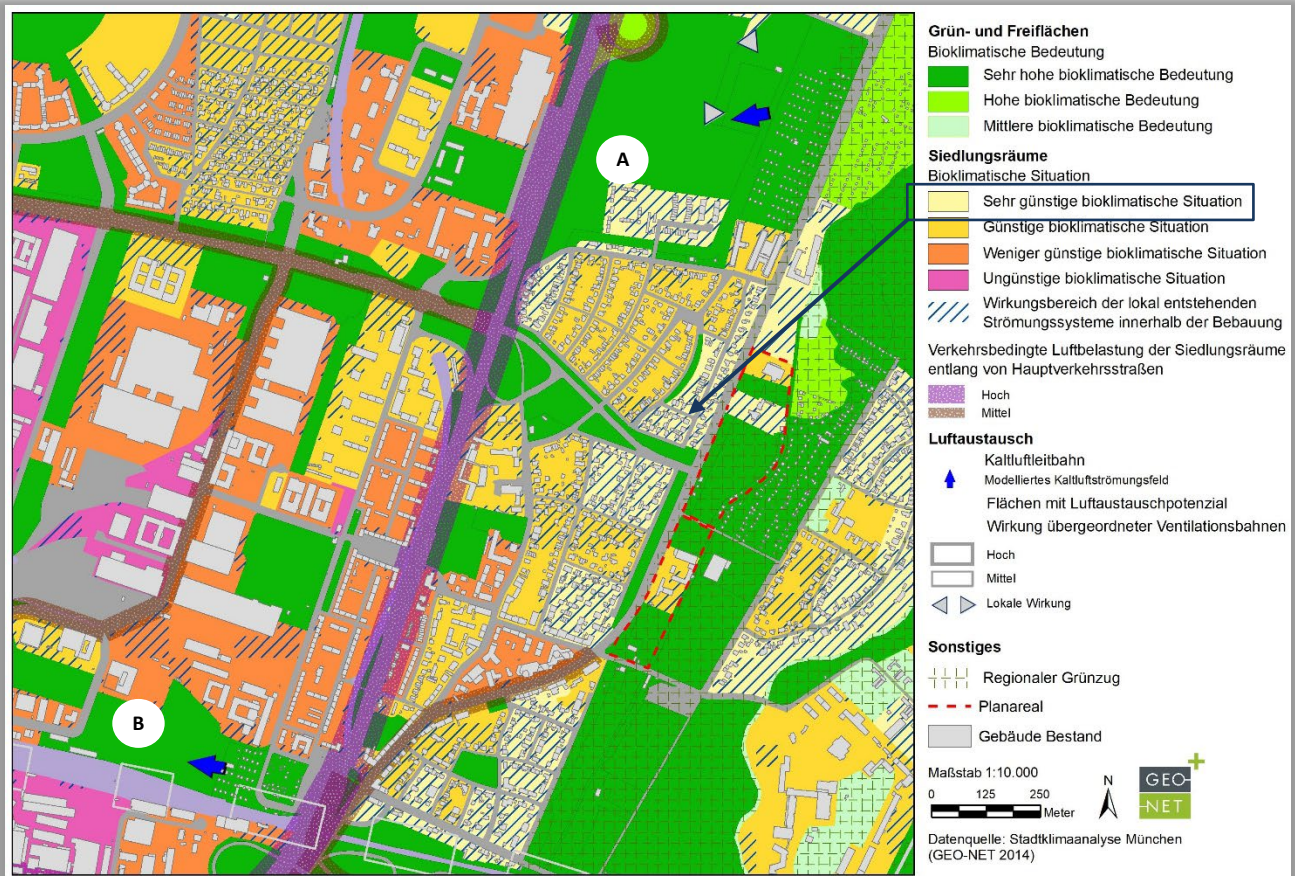


Abb. 1.3: Planungshinweiskarte Stadtklima im Umfeld der Freisinger Landstraße



1.3 Die Windverhältnisse im Raum München

Die Windverhältnisse im Raum München werden im langjährigen Mittel vor allem von Windströmungen aus westlichen und östlichen Richtungen geprägt. Während die windstarken Wettersituationen mit Windgeschwindigkeiten von mehr als 5 m·s⁻¹ meist mit Westwetterlagen einhergehen, sind die windschwächeren Situationen mit vorherrschenden Winden aus Süden und Osten meist an Hochdruckwetterlagen gekoppelt. Dies ist ein Hinweis auf den Einfluss regionaler Windsysteme, welcher bei Betrachtung der Sommermonate Juni bis August noch deutlicher wird (**Abb. 1.4**). Stellt man die Stundenwerte der Windrichtungen am Tage (rote Linie) denen der Nachtsituation gegenüber (gestrichelte Linie), erkennt man bereits eine Verschiebung der Windrichtung von Westen nach Südwesten. Verengt man das Datenkollektiv auf die windschwache nächtliche Situation mit $\leq 3,3$ m·s⁻¹ (Gelb) bzw. $\leq 1,5$ m·s⁻¹ (Blau), zeigt sich bei den windschwachen Wetterlagen deutlich der Einfluss eines tagesperiodischen Strömungsgeschehens mit vorherrschender Südwestanströmung des „Restwindes“, welches von der synoptischen Strömung weitestgehend abgekoppelt ist (vgl. „Alpines Pumpen“).

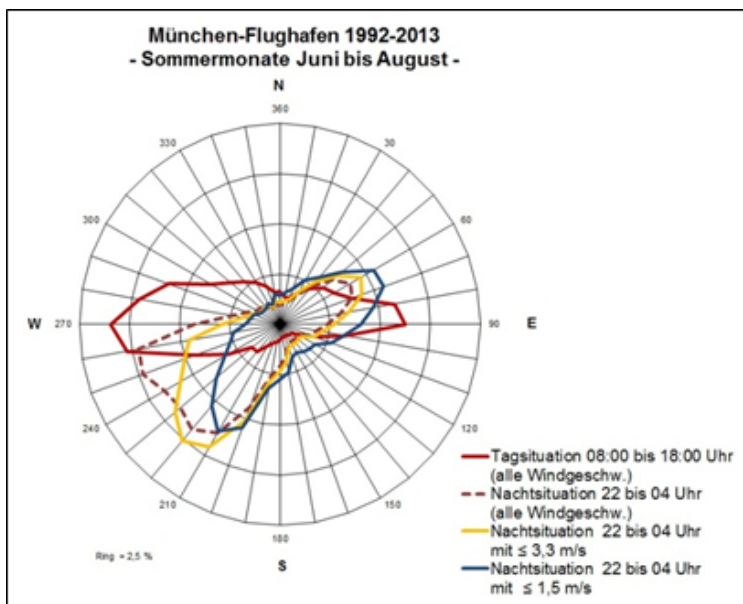


Abb. 1.4: Prozentuale Häufigkeiten der Windrichtungen in den Sommermonaten sowie während windschwacher Sommernächte (Grundlage: Stundenmittelwerte von Windrichtung und –Geschwindigkeit an der Station München-Flughafen von 05/1992 bis 12/2013)

Ein zweites Maximum für die Windrichtung zeigt sich aus Richtung Ostnordost. Nach MAYER (1987; zit. in MAYER & MATZARAKIS 1992) ist dies darauf zurückzuführen, dass bei Nebel auch in der Nacht der Wind aus östlichen Richtungen weht, da der Temperaturgradient der Oberflächentemperatur zwischen den Alpen und dem Vorland zu gering für eine südliche Ausgleichsströmung ist. Die Windströmung wird dann vielmehr durch die Großwetterlage gesteuert, welche unter Hochdruckeinfluss meist mit östlichen Windrichtungen einhergeht. Die Funktion der sich an die Isaraue anschließenden kleineren Ventilationsbahnen kommt insbesondere während dieser Situation zum Tragen und ermöglicht das Einwirken nächtlicher Kalt-/Frischlufte in die an den regionalen Grünzug anschließende Bebauung. Die Auswertung der in **Abb. 1.4** dargestellten Windrichtungsverteilungen an der Station München-Flughafen ergibt zudem, dass während der Sommermonate Juni bis August der Anteil windschwacher Wettersituationen mit $\leq 3,3$ m·s⁻¹ etwa 71 % der Stunden beträgt. Bei austauscharmen Wetterlagen mit $\leq 1,5$ m·s⁻¹ liegt er bei 32 %. Betrachtet man die nur Nachtstunden zwischen 22:00 und 04:00 Uhr, so steigt der Anteil auf ca. 87 % der Stunden mit weniger als 3,3 m·s⁻¹ bzw. 51 % der Nachtstunden mit weniger als 1,5 m·s⁻¹ an.



Alpines Pumpen

Ausgehend von den Geländebedingungen im Großraum München bilden sich die beschriebenen regionalen Windsysteme aus. Sie können die im Umfeld einer Stadt lokal entstehenden Flurwinde beeinflussen oder auch überlagern. Im Großraum München ist während wolkenarmer sommerlicher Wetterlagen das Phänomen des „Alpinen Pumpens“ bekannt, welches während sommerlicher Wetterlagen sowohl am Tage als auch in der Nacht einen Einfluss auf die Durchlüftung der Stadt haben kann (Abb. 1.5).

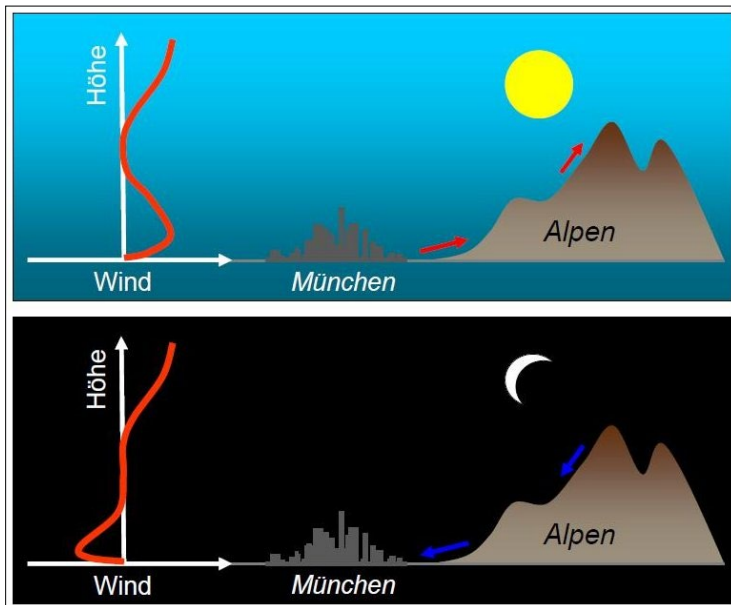


Abb. 1.5: Luftströmung im Voralpenraum während wolkenarmer sommerlicher Wetterlagen (Quelle: DWD; bereitgestellt durch die Stadt München)

Diese Windzirkulation ist dadurch gekennzeichnet, dass tagsüber der Wind in Richtung Alpen gerichtet ist und in den Nachtstunden kühle Luft aus den Alpen in Richtung Norden strömt. Zurückzuführen ist dieser Vorgang auf eine im Vergleich zur Münchner Schotterebene schnellere Erwärmung der Luft in den Alpen am Tage, während dort in der Nacht große Mengen an Kaltluft entstehen und in das Alpenvorland abfließen. Dieses regionale Zirkulationssystem kann sich jedoch nur ohne Nebel und bei fehlender Schneebedeckung im Alpenvorland ausbilden (MAYER & MATZARAKIS 1992). Die Höhe dieser nächtlichen bodennahen Luftströmung wurde im Zuge des Forschungsvorhabens STADTKLIMA BAYERN (BRÜNDL et al. 1987) auf ca. 500 m beziffert. Dieser Prozess ist in den durchgeführten Modellsimulationen allerdings nicht explizit nachgebildet worden, da dies die Erfassung des Voralpenlandes vorausgesetzt hätte und so das Modellgebiet damit zu groß geworden wäre. Bei der Nord-Süd-Ausprägung kann allerdings die regionale Wirkung des Grünzugs im Isartal zur Geltung kommen.

1.4 Beschreibung des Planvorhabens

Im Stadtbezirk 12 Schwabing-Freimann soll östlich der Freisinger Landstraße mit dem in Aufstellung befindlichen Bebauungsplan Nr. 2113 eine städtebauliche Entwicklung für bislang gewerblich genutzte Grundstücke sowie Sport- und Freizeitareale am Garchinger Mühlenbach realisiert werden. Das Planareal mit einer Größe von insgesamt ca. 11,95 Hektar erstreckt sich entlang der Freisinger Landstraße und wird im Norden vom Garchinger Mühlbach und im Süden von der Sondermeierstraße begrenzt. Ziel ist Entwicklung eines Wohnquartiers mit ca. 600 Wohneinheiten.



Zudem sollen zwei Kindertagesstätten in die Wohnbebauung integriert werden. In Höhe der Heidemannstraße sollen ein Lebensmitteleinzelhandel sowie eine Dreifachsporthalle errichtet werden (**Abb. 1.6**).



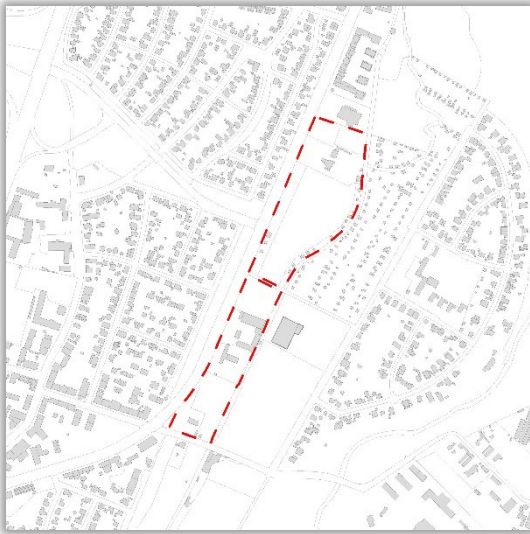
Abb. 1.6: Städtebaulicher Rahmenplan (links; Quelle: grabner huber lipp; Stand 08.08.2023) und Verlauf des Regionalen Grünstzugs Isartal mit dem Planareal (rechts; Planareal rot abgegrenzt).

Bereits in der Frühphase des Wettbewerbs sind stadtklimatische Planungshinweise eingeflossen. Auf Höhe der Heidemannstraße wurde eine ca. 60 m breite Abstandsfläche definiert, die für eine Durchlüftung in Ost-West-Richtung weitgehend von einer Bebauung freizuhalten ist. Zusätzlich wurden die Gebäudehöhen des südlich angrenzenden Baufeldes für die Dreifachsporthalle auf maximal 3 Geschosse begrenzt. In Richtung Osten ist die Bebauung auf das Maß der im Norden anschließenden Bestandsbebauung begrenzt worden.

Zudem wurde ein ergänztes Planszenario modelliert, welches neben dem städtebauliche Konzept auch den Erhalt der Tennishalle und der Tennisplätze berücksichtigt. Da die Auswirkungen auf die nächtliche Durchlüftung in beiden Planungen sehr ähnlich sind, werden die Ergebnisse dazu nicht weiter diskutiert.

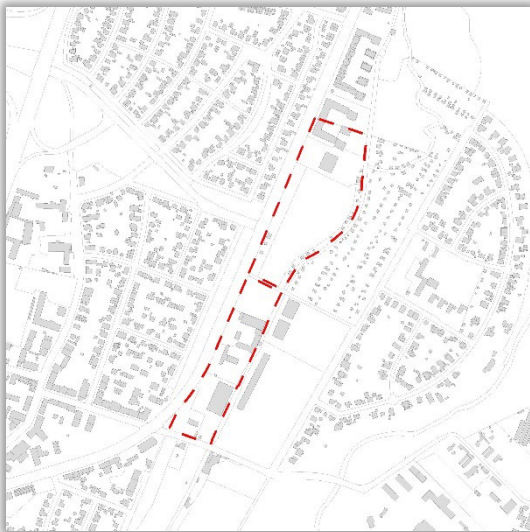
Im Zuge der Flächenentwicklung soll das gesamte Areal des ehemaligen Floriansmühlbades als öffentliche Grünfläche zugänglich gemacht werden. Das Planareal befindet sich am westlichen Rand des regionalen Grünstzugs Isartal. Bilanziert man die mit Gebäuden überbaute Fläche für den etwa 3,7 km langen Abschnitt des Grünstzugs zwischen dem Nordfriedhof und der Kläranlage München, ergibt sich unter Berücksichtigung des Abbruchs der Bestandsgebäude eine planbedingte Zunahme vom lediglich 0,2 % innerhalb der Grünstzugfläche.

Im Folgenden werden die betrachteten Flächenkulissen dargestellt und deren wichtigsten Merkmale beschrieben:



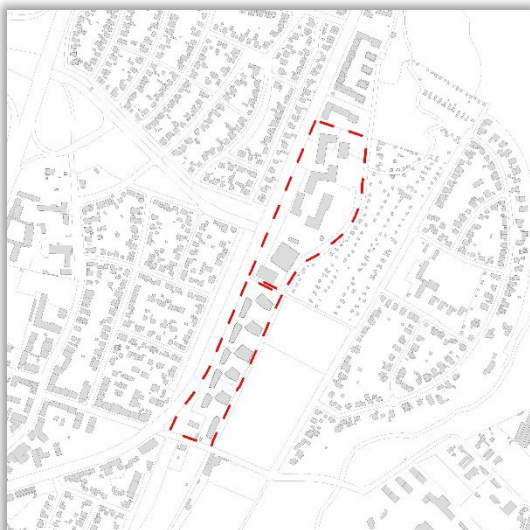
Dieses Szenario bildet den Ist-Zustand zum Zeitpunkt des Eckdatenbeschlusses ab. Die westlich des Tennisparcs bereits abgebrochenen Gebäude sind darin enthalten.

Abb. 1.7: Gebäudebestand zum Zeitpunkt des Eckdatenbeschlusses



Dem Plan-Nullfall als Basisszenario liegen die Bestandsbebauung, die zulässige Bebauung nach bestehendem Bebauungsplan Nr. 1794 (Bereich Sportanlage am südlichen Bau-
feld) sowie das vorliegende Baurecht nach § 34 BauGB (am nördlichen Bau-
feld) zugrunde.

Abb. 1.8: Gebäudebestand Plan-Null-Fall



Die Planvariante 0 stellt den Entwurf des Bebauungsplans gemäß Machbarkeitsstudie dar. Die Modellierung zeigt eine starke vorhabenbedingte Abnahme des Kaltluftvolumenstroms nördlich der Heidemannstraße (vgl. Kap. 3.3). Daher wurden weitere Planvarianten entwickelt mit dem Ziel, die Auswirkung auf den Kaltluftvolumenstrom insbesondere im Bereich Gondershauser/Ladenburger Straße zu reduzieren.

Abb. 1.9: Planvariante 0 - Entwurf Bebauungsplan gemäß Machbarkeitsstudie

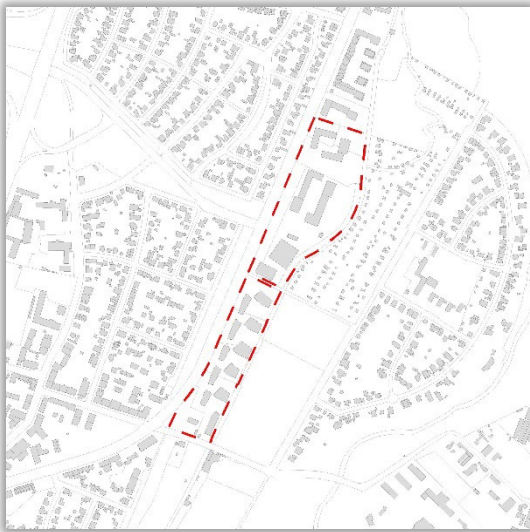


Abb. 1.10: Planvariante 1

Gegenüber dem vorherigen Entwurf (Stand April 2019) ist im nördlichen Baufeld nun eine Abstandsfläche mit einer Breite von etwa 30 m vorhanden, welche die planbedingte Wirkung auf den nächtlichen Kaltluftstrom vermindern soll.

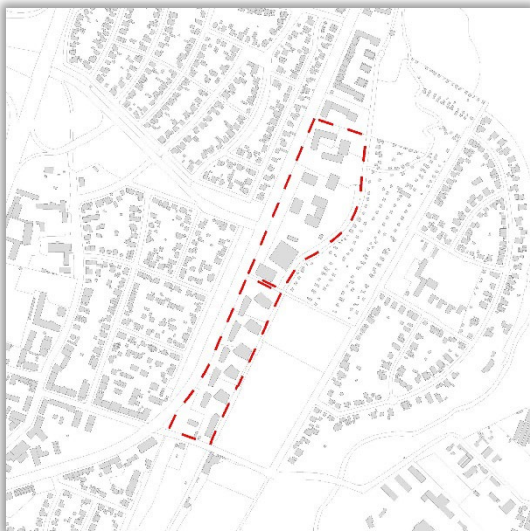


Abb. 1.11: Planvariante 2

Die Planvariante 2 geht noch einen Schritt weiter und reduziert im nördlichen Baufeld zusätzlich die mit Gebäuden überbaute Fläche. Mit der sich dadurch ergebenden Durchlässigkeit gegenüber nächtlichen Kaltluftströmungen soll eine bestmögliche Durchlüftung des Bestands westlich der Freisinger Landstraße erreicht werden.

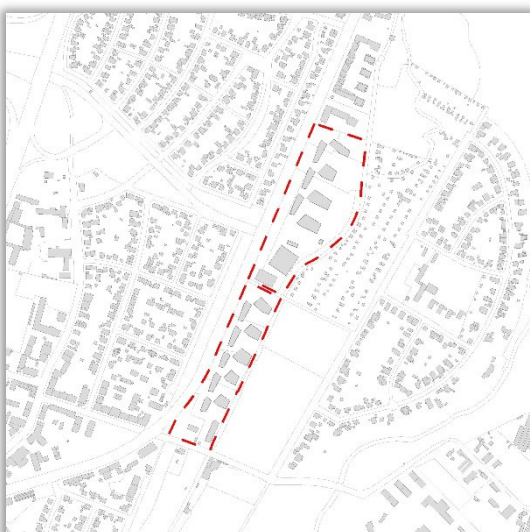


Abb. 1.12: Planvariante 3

In Planvariante 3 wird die Bautypologie des südlichen Baufeldes auf das Nördliche übertragen.

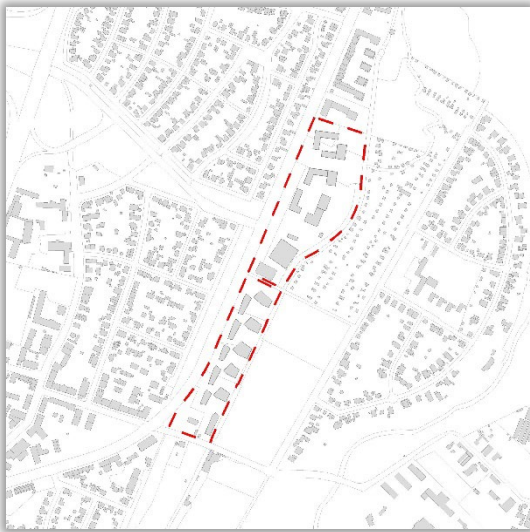


Abb. 1.13: Planvariante 4

Die Planvariante 4 weist im nördlichen Baufeld zwei Abstandsflächen auf, welche die Durchlässigkeit des Baufeldes erhöhen sollen.

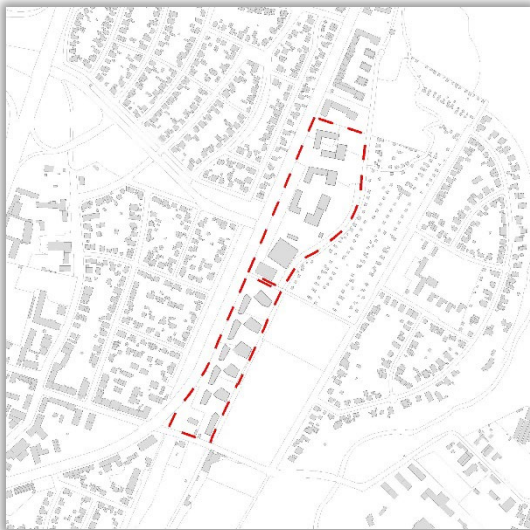


Abb. 1.14: Optimierte Planvariante 4

In der optimierten Variante 4 wird die südliche Abstandsfläche zum Bestand hin von 15 m auf nun ca. 20 m verbreitert. Die Öffnungen zum Bestand sowie zum Freiraum hin sind nun etwa gleich breit.

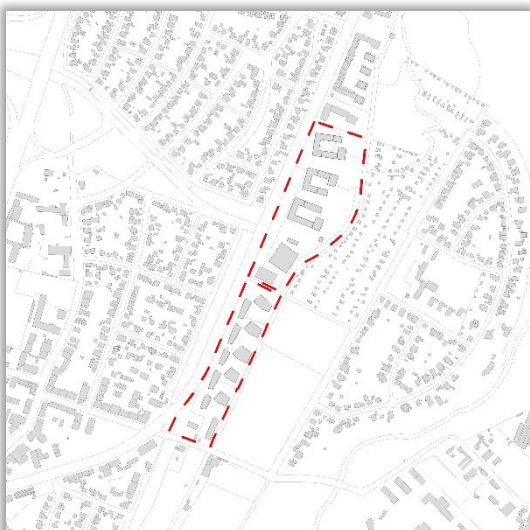
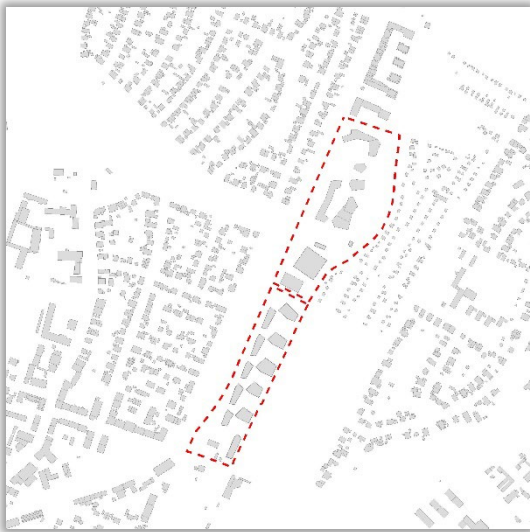


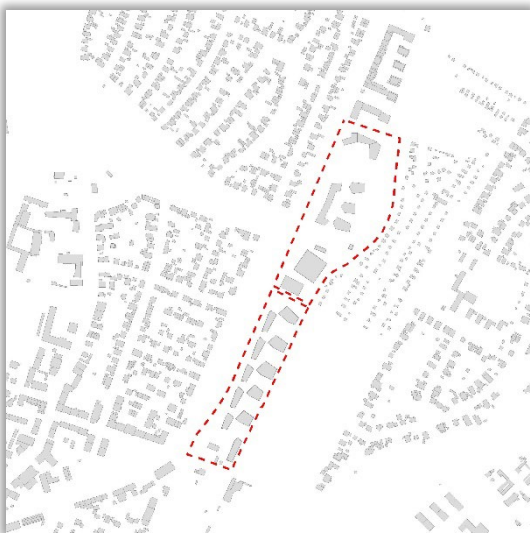
Abb. 1.15: Planvariante 5

Die Struktur der Planvariante 5 weist hinsichtlich der Abstandsflächen Ähnlichkeit mit Variante 4 auf, unterscheidet sich mit den U-förmigen und nach Osten hin geöffneten Baukörpern aber in deren Zuschnitt.



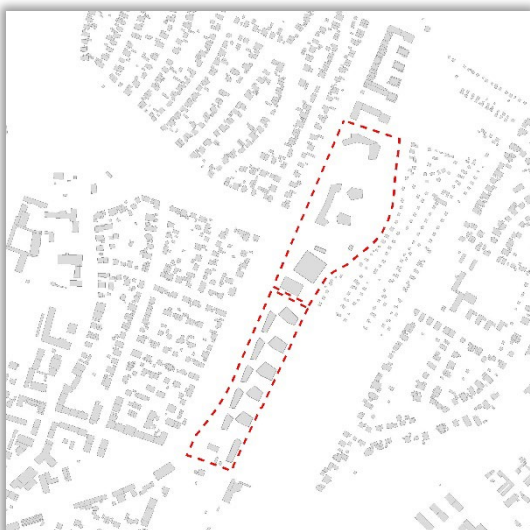
Mit der Variante 7d wird eine weitere Optimierung im nördlichen Baufeld vorgenommen. Sie stellt als finale Planvariante eine Grundlage dar, aus welcher mehrere Untervarianten abgeleitet werden. Diese werden in Kap. 5 (s. 45) näher beschrieben. Kennzeichnend für die Variante 7 ist die große Fuge im nördlichen Baufeld, welche mit etwa 50 m nach Osten bzw. 70 m zum Bestand hin recht großzügig dimensioniert ist. Zudem ist in der nur noch ein eingeschossiger Gastro-Pavillon vorhanden. Aus der Variante 7d werden weitere Untervarianten abgeleitet.

Abb. 1.16: Planvariante 7d



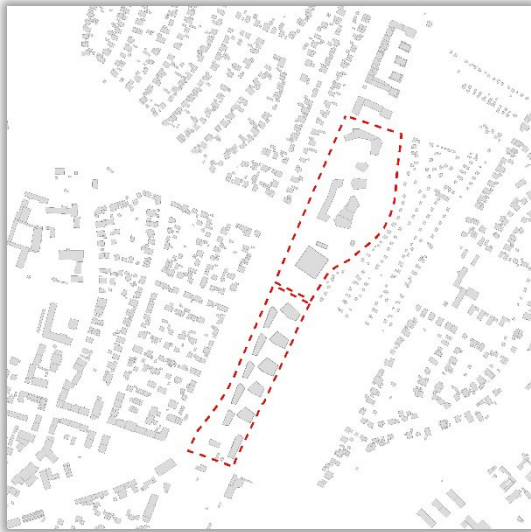
In der Untervariante 7d-1 entfällt einerseits der Gastro-Pavillon, andererseits sind die Gebäude innerhalb des nördlichen Baufeldes etwas anders angeordnet.

Abb. 1.17: Planvariante 7d-1



In nördlichen Baufeld der Variante 7d-2 verbleiben nach Osten hin lediglich zwei Einzelgebäude, auch die Kindertagesstätte ist dort untergebracht.

Abb. 1.18: Planvariante 7d-2



Die Variante 7d-3 ist dadurch gekennzeichnet, dass die Vereinsgebäude zusammengelegt werden und dadurch eine größere Abstandsfläche zwischen den nördlichen und südlichen Baufeldern entsteht. Im nördlichen Baufeld ist der eingeschossige Gastro-Pavillon enthalten.

Abb. 1.19: Planvariante 7d-3

2. Methode

2.1 Datengrundlage und Modellrechnung

Die Modellrechnungen wurden mit dem Strömungs- und Klimamodell FITNAH durchgeführt. Bei einem numerischen Modell wie FITNAH müssen zur Festlegung und Bearbeitung einer Aufgabenstellung eine Reihe von Eingangsdaten zur Verfügung stehen. Nutzungsstruktur und Geländehöhe sind wichtige Eingangsdaten für die Windfeldmodellierung, da über die Oberflächengestalt, die Höhe der jeweiligen Nutzungsstrukturen sowie deren Versiegelungsgrad das Strömungs- und Temperaturfeld stark beeinflusst wird. Eine wichtige Modelleingangsgröße stellt dabei die Höhe der Baustrukturen dar. Sie übt Einfluss auf das lokale Windfeld aus. Vom Auftraggeber wurden die Gebäudegeometrien als 3D-Modell mit der jeweiligen Gebäudehöhe zur Verfügung gestellt. Auf Grundlage dieser Informationen wurden den die Gebäude repräsentierenden Rasterzellen jeweils eine individuelle Strukturhöhe zugewiesen. Mit der hohen räumlichen Auflösung von 10 m x 10 m war es möglich, die Gebäudestrukturen realitätsnah zu erfassen und ihren Einfluss auf den nächtlichen Luftaustausch abzubilden. Die betrachteten Flächenkulissen werden im Kap. 1.4 beschrieben.

Darüber hinaus wurde auch ein zweites Planszenario simuliert. Dabei wurde über das städtebauliche Konzept hinaus auch der Erhalt der Tennishalle sowie der Tennisplätze betrachtet. Da sich die Auswirkungen auf die nächtliche Durchlüftung zwischen beiden Planungen kaum unterscheiden, wird an dieser Stelle auf die Darstellung der zweiten Planvariante verzichtet. Das Modellareal hat bei einer Ausdehnung von 5,2 km x 4,8 km eine Gesamtfläche von ca. 25 km² (**Abb. 2.1**). Es erstreckt sich vom Domagpark im Westen bis nach Unterföhring im Osten.

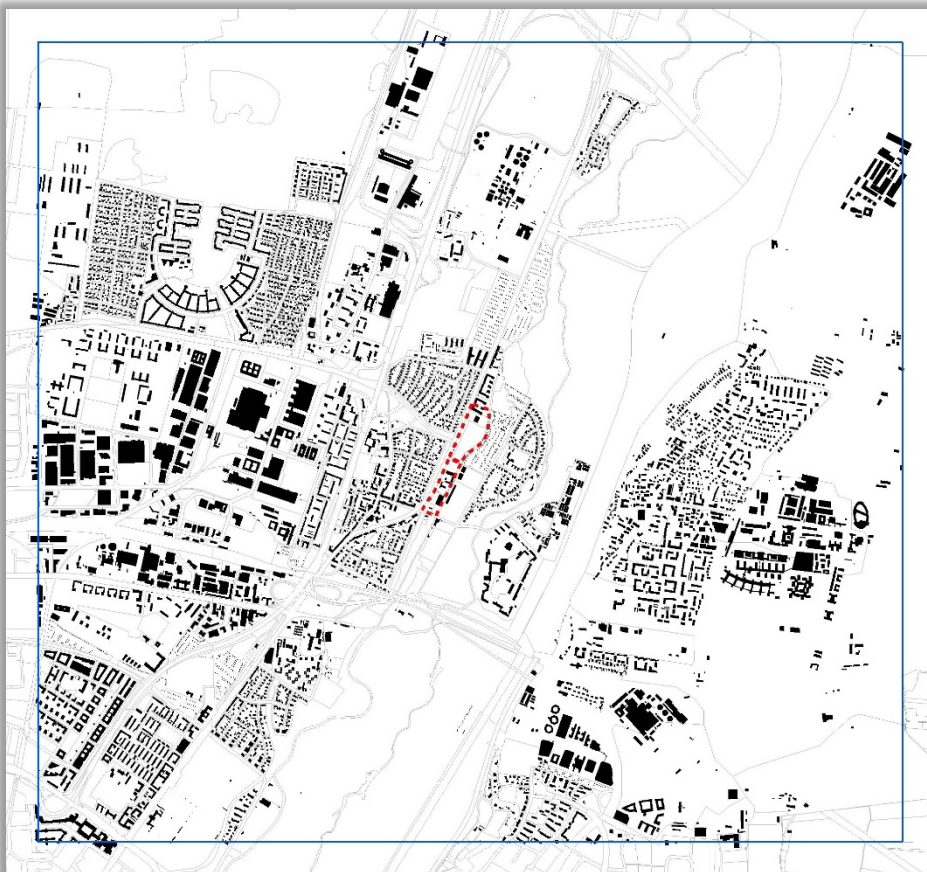


Abb. 2.1: Umgriff Modellgebiet Klimasimulation



2.2 Synoptische Rahmenbedingungen

In windschwachen Sommernächten, sogenannten autochthonen („eigenbürtiger“) Wetterlagen, können sich die lokalklimatischen Besonderheiten in einer Stadt besonders gut ausprägen, da es nur eine geringe „übergeordnete“ Windströmung gibt. Eine solche Wetterlage wird durch wolkenlosen Himmel und einen nur sehr schwachen überlagernden synoptischen Wind gekennzeichnet. Die Häufigkeit des Auftretens von windschwachen Wettersituationen (Tagesmittel weniger als 2 Bft bzw. 1,6 m·s⁻¹) in München kann, gemittelt über die Jahre 1993 bis 2012, auf durchschnittlich 18 % der Tage während der Sommermonate Juni bis August mit ca. 17 Nächten pro Sommer beziffert werden (Quelle: DWD Station München Flughafen). Autochthone Wetterlagen treten aber auch in den restlichen Monaten auf. Für die vorliegende Untersuchung wurde die großräumige Ausgangssituation für eine sommerliche austauscharme Wetterlage wie folgt festgelegt:

- Bedeckungsgrad 0/8,
- 20°C Lufttemperatur über Freiland zum Zeitpunkt 21 Uhr,
- Relative Feuchte der Luftmasse 50%.

Dies entspricht den Rahmenbedingungen der von durch GEO-NET (2014) für das gesamte Stadtgebiet durchgeführten numerischen Simulationen.

Die vergleichsweise geringen Windgeschwindigkeiten bei einer austauscharmen Wetterlage bedingen einen herabgesetzten Luftaustausch in der bodennahen Luftschicht und tragen zur Anreicherung von Luftschadstoffen bei. Charakteristisch für diese (Hochdruck-) Wetterlage ist die Entstehung eigenbürtiger Kaltluftströmungen (Flurwinde), die durch die Temperaturunterschiede zwischen kühlen Freiflächen und wärmeren Siedlungsräumen angetrieben werden und zu einem Abbau der Belastungen beitragen. Die Isaraue als übergeordnete Grünverbindung hat während dieser Wettersituationen eine klimaausgleichende Wirkung innerhalb des Stadtgebietes. Den sich daran in Ost-West-Richtung anschließenden gering bebauten Durchlüftungszonen wie dem Verlauf der Heidemannstraße mit umfänglichen Straßenbegleitgrün kommt eine bedeutende Rolle für die Durchlüftung der angrenzenden Siedlungsflächen zu. Besonders westlich der Lilienthalallee sind stark versiegelte und bebaute Bereiche als potenzieller Wirkungsraum für diesen Effekt vorhanden.

2.3 Standardisierung des Parameters Kaltluftvolumenstrom und weitere Bewertungsparameter

Allgemeines

Für die qualitative Bewertung von Klimafaktoren bedarf es eines begründeten, nachvollziehbaren Maßstabes. Nicht immer ist ersichtlich, aufgrund welcher Kriterien eine Klassifizierung in Kategorien wie „Hoch“ und „Niedrig“ oder „Günstig“ und „Ungünstig“ erfolgt ist. In der VDI-Richtlinie 3785 Blatt 1 (VDI 2008) wird daher vorgeschlagen, für eine Beurteilung das lokale oder regionale Wertenniveau einer Klimaanalyse zugrunde zu legen und die Abweichung eines Klimaparameters von den mittleren Verhältnissen im Untersuchungsraum als Bewertungsmaßstab heranzuziehen. Wünschenswert wäre zudem, die Beurteilungskriterien sowohl mit der Ausprägung zusätzlich modellierter Variablen als auch mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen ver-



gleichen zu können. Um eine solche Vergleichbarkeit herzustellen, werden die Parameter über eine z-Transformation standardisiert¹. Bei einer z-Transformation wird das arithmetische Gebietsmittel des Parameters zunächst gleich Null gesetzt, anschließend werden die Originalmaßeinheiten der um dieses Gebietsmittel streuenden Werte in Vielfache der Standardabweichung umgerechnet. Hieraus ergeben sich vier Bewertungskategorien, deren Abgrenzung durch den Mittelwert Null sowie die einfache positive und negative Standardabweichung von diesem Mittelwert festgelegt ist (s. **Abb. 2.2**). Dieses Verfahren wird in der vorliegenden Untersuchung nur für den Parameter Kaltluftvolumenstrom angewendet.

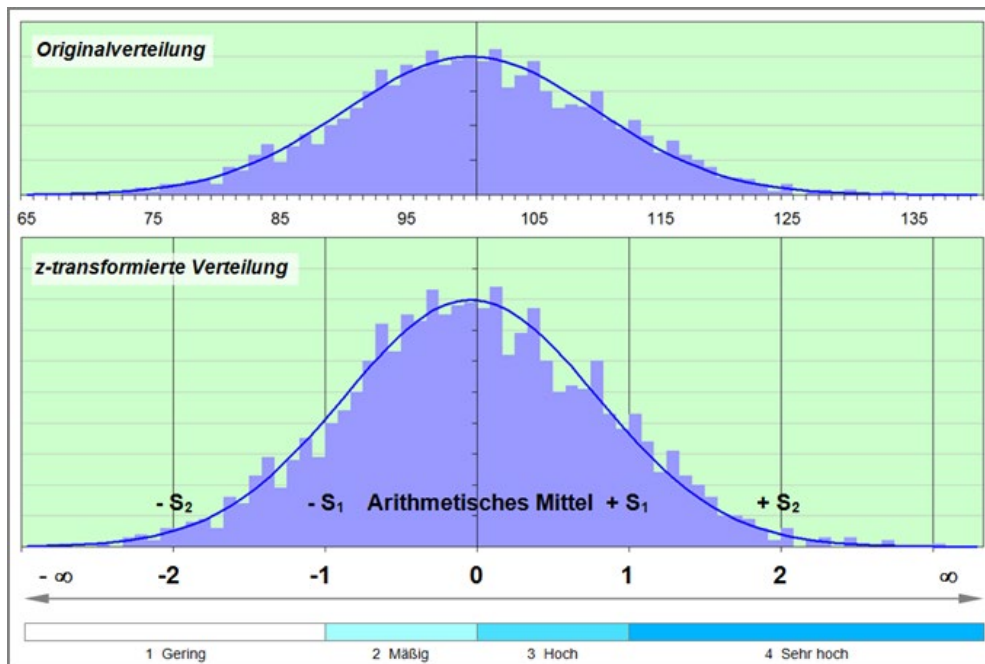


Abb. 2.2: Veranschaulichung der Standardisierung des Klimaparameters Kaltluftvolumenstrom

Bewertung des planbedingten Einflusses auf die Durchlüftung

Anders als bei Belastungen durch Luftschadstoffe oder Verkehrslärm, für die in Verordnungen konkrete Grenz- oder Richtwerte genannt werden, gibt es für die Beeinflussung des Kaltlufthaushaltes keine allgemeingültigen Bewertungsmaßstäbe. In der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 5 (VDI 2003) wird ein quantitatives „Maß der Beeinflussung“ vorgeschlagen. Eine Reduktion der Abflussvolumina um mehr als 10 Prozent im Umfeld von bioklimatisch belasteten Siedlungsgebieten wird dort als „hohe vorhabenbedingte Auswirkung“ angesehen. Eine Verringerung um 5 – 10 Prozent wird als „mäßige Auswirkung“ eingestuft, unterhalb von 5 Prozent wird die Auswirkung einer Volumenstromverringung als „geringfügig“ angesehen.

In der Richtlinie wird zudem beschrieben, dass eine Kaltluftströmung im Wesentlichen nur dann eine Gunstwirkung besitzt, wenn sie human-bioklimatische Belastungen vermindern kann. Zudem werden Zielsetzungen für regionale Vorranggebiete des Klimaschutzes (Kaltluftentstehung) vor allem für solche Flächen als gültig erachtet, die sich „im Umfeld von belasteten Siedlungsgebieten“ (VDI [2003], S. 54) befinden. Als wärmebelastete Siedlungsräume können vor allem die Bereiche Maria-Probst-Straße sowie Frankfurter Ring angesehen werden. Zudem wird davon ausgegangen, dass eine humanbioklimatische Gunstwirkung von einem Kaltluftstrom nur dann ausgeht, wenn bioklimatische empfindliche Nutzungen, wie Wohnbauflächen,

¹ Rechnerisch wird dabei von jedem Ausgangswert der Variablen das arithmetische Gebietsmittel abgezogen und durch die Standardabweichung aller Werte geteilt



von dem nächtlichen Kaltluftstrom profitieren können. Diese Sichtweise wird durch die VDI 3787 Blatt 5 gestützt (VDI 2003): Zum einen wird das Beispiel „Wohngebiet“ als relevanter Planungsfall intensiv diskutiert (s. Seite 57 ff., VDI 2003), zum anderen wird die Gunstwirkung von Kaltluftströmen auf Ebene der Regionalplanung als besonders wichtig dargestellt, wenn sie sich positiv auf „belastete Siedlungsgebiete auswirken“ (s. Seite 54, VDI 2003).

Zur Bilanzierung der Veränderung der Kaltluftvolumenstromdichte im Umfeld des Planareals werden Räume gleicher Nutzungsstruktur (grob gefasste Baublöcke) abgegrenzt und die Verminderung des Kaltluftvolumens (vgl. **Kap. 4**). Die flächenhafte Verringerung des Kaltluftvolumens um mehr als 10 Prozentpunkte gegenüber dem Basisszenario kann gemäß VDI 3787 Blatt 5 (2003) als „hohe vorhabenbedingte Auswirkung“ eingestuft werden. Dabei wird die 10%ige Reduzierung des Kaltluftvolumens als Erheblichkeitsschwelle benannt. Das beschriebene Vorgehen wurde gewählt, da die VDI Richtlinie keine konkreten Hinweise aufzeigt, wie diese Schwelle im Planungsprozess zu ermitteln und zu bewerten ist. Es ist weder klar beschrieben, wo die 10% zu bemessen sind, noch welche Quantität der Kaltluftreduzierung erreicht sein müssen (geringe Ausgangswerte des Kaltluftflusses führen sehr schnell zu einer Reduzierung >10%). Deshalb ist der Gutachter hier gefordert, die Bewertung zu konkretisieren und weitere Aspekte wie die Wirkung eines Planvorhabens auf die nächtliche bodennahe Lufttemperatur oder auf die bodennahe Strömungsgeschwindigkeit als weitere Bewertungsparameter mit einzubeziehen.

Bodennahe Lufttemperatur

Der Tagesgang der Lufttemperatur ist direkt an die Strahlungsbilanz eines Standortes gekoppelt und zeigt daher in der Regel einen ausgeprägten Abfall während der Abend- und Nachtstunden. Dieser erreicht kurz vor Sonnenaufgang des nächsten Tages sein Maximum. Das Ausmaß der Abkühlung kann dabei – je nach den meteorologischen Verhältnissen, der Lage des Standorts und den landnutzungsabhängigen physikalischen Boden- und Oberflächeneigenschaften – große Unterschiede aufweisen, so dass sich bereits auf kleinem Raum ein differenziertes Temperaturfeld mit mehr als 8 Kelvin (K) Temperaturabweichung einstellen kann. Auffällig dabei ist das thermische Sonderklima der Siedlungsräume. Die in Städten gegenüber dem Umland modifizierten klimatischen Verhältnisse lassen sich auf einige wesentliche Faktoren zurückführen. Hierzu gehören:

- die erhöhte Wärmekapazität und Wärmeleitfähigkeit der Boden- und Oberflächeneigenschaften
- die durch die Geometrie der städtischen Baukörper vergrößerte strahlungsabsorbierende Oberfläche
- die herabgesetzte Verdunstung durch die direkte Einleitung des Niederschlagswassers in die Kanalisation oder die Vorflut
- die über die vermehrte Emission von Gasen und Aerosolen zugunsten eines langwelligen Strahlungsgewinns veränderte Strahlungsbilanz (lokaler Treibhauseffekt)
- die Wirkung der Stadt als Strömungshindernis mit hoher aerodynamischer Rauigkeit und die damit verbundene Behinderung der Durchlüftung und des Luftaustausches mit dem Umland
- die erhöhte anthropogen bedingte Wärmeproduktion

Das Ausmaß der Temperaturabweichung im Siedlungsbereich ist vor allem abhängig von der Größe der Stadt und der Dichte der Überbauung. Doch auch die Luftvolumina über grüngeprägten Flächen weisen unterei-



inander keinen einheitlichen Wärmezustand auf. Die Abkühlungsrate von natürlichen Oberflächen wird insbesondere von ihren thermischen Bodeneigenschaften (u.a. ihrer Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität) sowie von eventuell vorhandenen Oberflächenbedeckungen (Bewuchs, Laubstreu usw.) bestimmt.

Das Relief (Exposition, Geländeneigung) und die Lage im Mosaik der unterschiedlichen Nutzungen und ihrer dynamischen Luftaustauschprozesse üben ebenfalls Einfluss auf den Wärmezustand aus. Eine Sonderstellung nehmen Wald-, Gehölz- und Gewässerflächen ein. Der gedämpfte, insgesamt vermittelnde Tagesgang der Temperatur im Wald beruht zu einem großen Teil auf dem zweischichtigen Strahlungsumsatz zwischen Atmosphäre und Kronendach sowie zwischen Kronendach und Stammraum. Größere Waldgebiete haben eine klimatische Ausgleichsfunktion und filtern zudem Luftschadstoffe. Während tagsüber durch Verschattung und Verdunstung relativ niedrige Temperaturen bei hoher Luftfeuchtigkeit im Stammraum vorherrschen, treten nachts in 2 m Höhe, im Vergleich zu nicht mit Gehölz bestandenen Grünflächen, eher milde Temperaturen auf. Stadtnahe Wälder können daher sogar am Tage kühlere Luft zugunsten des Siedlungsraumes erzeugen.

Die Ermittlung des bodennahen Temperaturfeldes ermöglicht es, besonders erwärmte Bereiche mit ihren potenziellen bioklimatischen Belastungen abzugrenzen, Aussagen zum Auftreten thermisch und/oder orographisch induzierter Ausgleichsströmungen zu treffen und die räumliche Ausprägung und Wirksamkeit von Kalt- bzw. Frischluftströmungen abzuschätzen. Ein erholsamer Schlaf ist bei günstigen thermischen Bedingungen besser möglich, weshalb dem Abkühlungspotenzial in den Nachtstunden eine besondere Bedeutung zukommt. Da die Temperaturverhältnisse in Wohnungen in der Nacht im Wesentlichen nur durch den Luftwechsel mit kühler Luft von außen modifiziert werden können, sind Temperatur und Strömung der Außenluft die maßgeblichen Faktoren. Es geht weniger um die thermische Beanspruchung des Menschen im Freien, als um die positive Beeinflussbarkeit des nächtlichen Innenraumklimas bei geöffnetem Fenster und ohne Klimaanlage.

Bodennahes Windfeld

Die bodennahe Temperaturverteilung bedingt horizontale Luftdruckunterschiede, die wiederum Auslöser für lokale thermische Windsysteme sind. Ausgangspunkt dieses Prozesses sind die nächtlichen Temperaturunterschiede, die sich zwischen dicht bebauten Siedlungsbereichen und vegetationsgeprägten Freiflächen bzw. dem etwas weitläufigeren Umland einstellen (**Abb. 2.3**). In geneigtem Gelände setzt sich außerdem abgekühlte und damit schwerere Luft in Richtung zur tiefsten Stelle des Geländes in Bewegung. So können an Hängen nächtliche Kaltluftabflüsse entstehen (u.a. Mosimann et al. 1999).

Die Windgeschwindigkeit dieses kleinräumigen Phänomens wird durch die Temperaturdifferenz zur umgebenden Luft bestimmt und durch eine vorhandene Neigung des Geländes $> 1^\circ$ verstärkt. Neben den orographisch bedingten Strömungen mit Kaltluftabflüssen bilden sich auch so genannte Flur-/Strukturwinde. Es entsteht eine direkte Ausgleichsströmung vom Bereich hohen zum Bereich tiefen Luftdrucks. Die Strömung entsteht, wenn sich stark überbaute oder versiegelte Gebiete stärker erwärmen als umliegende Freiflächen, und dadurch ein thermisches Tief über den urbanen Gebieten entsteht (u.a. KIESE et al. 1992).

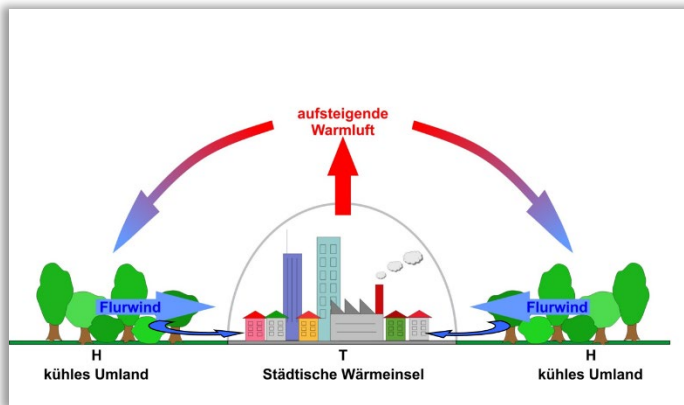


Abb. 2.3: Prinzipskizze Flurwind

Eine stärkere Ausprägung solcher Strömungen kommt zustande, wenn die Luft über eine gewisse Strecke beschleunigt werden kann und nicht durch vorhandene Hindernisse wie Bäume und Bauten abgebremst wird. Die Flur-/Strukturwinde sind eng begrenzte, oftmals nur schwach ausgeprägte Strömungsphänomene, die bereits durch einen schwachen überlagernden Wind wie er in der Isaraue durchaus üblich ist (d.h. die großräumige Windströmung in der Höhe) überdeckt

werden können. Die landnutzungstypischen Temperaturunterschiede beginnen sich schon kurz nach Sonnenuntergang herauszubilden und können die ganze Nacht über andauern. Dabei erweisen sich insbesondere Wiesen- und Ackerflächen als kaltluftproduktiv. Abhängig von den Oberflächeneigenschaften und Abkühlungsraten geht damit die rasche Entwicklung von Flur-/Strukturwinden einher, die zunächst nur von geringer vertikaler Mächtigkeit (5-10 m Schichthöhe) sind und sich zwischen der Vielzahl der unterschiedlich temperierten Flächen ausbilden. Diese kleinskaligen Windsysteme werden, je nach lokalen Bedingungen, im Laufe der Nacht von horizontal und vertikal etwas mächtigeren Flur- und Hangwinden (mehrere Dekameter Mächtigkeit) überdeckt, die zwischen den großen Freiflächen und überbauten Arealen entstehen.

Kaltluftvolumenstrom

Wie bereits im Vorkapitel erläutert, kommt den lokalen thermischen Windsystemen eine besondere Bedeutung beim Abbau von Wärme und auch von Luftschadstoffbelastungen größerer Siedlungsräume zu. Weil die potenzielle Ausgleichsleistung einer grünbestimmten Fläche nicht allein aus der Geschwindigkeit der Kaltluftströmung resultiert, sondern zu einem wesentlichen Teil durch ihre Mächtigkeit (d.h. durch die Höhe der Kaltluftschicht) mitbestimmt wird, wird zur Bewertung der Grünflächen ein weiterer Klimaparameter herangezogen: der sogenannte Kaltluftvolumenstrom.

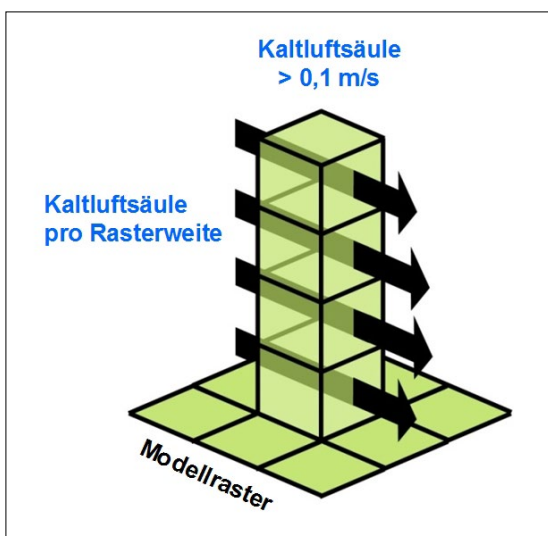


Abb. 2.4: Prinzipskizze Kaltluftvolumenstrom

Unter dem Begriff Kaltluftvolumenstrom versteht man, vereinfacht ausgedrückt, das Produkt aus der Fließgeschwindigkeit der Kaltluft, ihrer vertikalen Ausdehnung (Schichthöhe) und der horizontalen Ausdehnung des durchflossenen Querschnitts (Durchflussbreite). Er beschreibt somit diejenige Menge an Kaltluft in der Einheit m^3 , die in jeder Sekunde durch den Querschnitt beispielsweise eines Hanges oder einer Leitbahn fließt. Für dargestellten Ergebnisse bedeutet dies folgendes: Da die Modellergebnisse nicht die Durchströmung eines natürlichen Querschnitts widerspiegeln, sondern den Strömungsdurchgang der gleichbleibenden Rasterzellenbreite (hier 10 m), ist der resultierende Parameter streng genommen nicht als



Volumenstrom, sondern als rasterbasierte Volumenstrom-*dichte* aufzufassen. Diesen Wert kann man sich veranschaulichen, indem man sich ein 10 m breites, quer zur Luftströmung hängendes Netz vorstellt, das ausgehend von der Obergrenze der Kaltluftschicht bis hinab auf die Erdoberfläche reicht. Bestimmt man nun die Menge der pro Sekunde durch das Netz strömenden Luft, erhält man die rasterbasierte Volumenstromdichte (**Abb. 2.4**). Der Volumenstrom ist damit ein Maß für die Menge des *Zustroms von Kaltluft* und bestimmt somit, neben der Strömungsgeschwindigkeit, die Größenordnung des Durchlüftungspotenzials.



3. Stadtklimatische Ausgangssituation und Ergebnisse zum Bebauungsplanentwurf gemäß Machbarkeitsstudie

Im Folgenden werden die Ergebnisse der FITNAH-Modellierung zu den meteorologischen Parametern Lufttemperatur, Kaltluftströmungsgeschwindigkeit und Kaltluftvolumenstrom erläutert. Die Ergebnisse werden für das Basisszenario (Plan-0-Fall) sowie dem Planzustand für die zweite Nachthälfte (Kaltlufthaushalt um 4 Uhr morgens) dargestellt. Als meteorologische Rahmenbedingung wurde eine eigenbürtige Wetterlage entsprechend zur gesamtstädtischen Klimaanalyse (GEO-NET 2014) zugrunde gelegt, da sich die stadtklimatischen Effekte vor allem während dieser Wetterlagen im Sommer entwickeln. Auslöser dieser Prozesse sind die Temperaturunterschiede zwischen den wärmeren Siedlungsräumen und den kühleren vegetationsgeprägten bzw. unbebauten Flächen. Der 4 Uhr Zeitpunkt wurde gewählt, da sich die Luftaustauschprozesse zwischen dem Nichtsiedlungs- und den Siedlungsflächen zu diesem Zeitpunkt vollständig ausgebildet haben. Mit der gesamtstädtischen Klimaanalyse (GEO-NET 2014) weisen die vorliegenden Ergebnisse eine gute Übereinstimmung auf. Es werden in dieser Untersuchung die Modellergebnisse für den Plan-Nullfall (Bestand + zulässige Bebauung nach bestehendem B-Plan Nr. 1794) und Baurecht nach § 34 BauGB als Basisszenario, dem Bestandszenario zum Zeitpunkt des Eckdatenbeschlusses sowie der Planfall (Bebauung nach B-Plan 2113) erläutert. In den Kapiteln 4 und 5 werden die Ergebnisse zum beurteilungsrelevanten Parameter Kaltluftvolumenstrom weiterer Planvarianten gegenübergestellt und vergleichend diskutiert.

3.1 Bodennahe Lufttemperatur

Basisszenario und Bestandssituation

Das mit dem Klimamodell FITNAH für den Istzustand simulierte Lufttemperaturfeld in 2 m über Grund zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens in den besagten Sommernächten im Untersuchungsgebiet umfasst unter den angenommenen meteorologischen Rahmenbedingungen eine Spannweite von etwa 6 Kelvin (K) und erreicht dabei Werte zwischen 13,5°C und 20,2°C. Die Temperaturverteilung im Detail ist räumlich differenziert, da Areale mit Wohnbebauung, Verkehrsanlagen sowie Grünflächen unterschiedliche Boden- und Oberflächeneigenschaften aufweisen. **Abbildung 3.1** (S. 15) zeigt das mit dem Klimamodell FITNAH simulierte Temperaturfeld in 2 m über Grund zum Zeitpunkt 4 Uhr Plan-0-Fall als Basisszenario sowie **Abb. 3.2** den für die Flächenkulisse zum Zeitpunkt des Eckdatenbeschlusses. Die höchsten Temperaturen von über 20°C treten entlang der Maria-Probst-Straße sowie nördlich des Frankfurter Rings im Umfeld der größeren gewerblich genutzten Gebäudekomplexe auf. Dies geht mit dem überdurchschnittlichen Bauvolumen und oft hoher Oberflächenversiegelung einher, da hier die nächtliche Abkühlung durch die Wärme speichernden Materialien wie Beton und Stein deutlich reduziert wird. Östlich der A 9 ist die nächtliche Temperatur insgesamt niedriger, wobei die Wohnbebauung im Bereich Situlistraße mit 18,5 °C bis 19,5 °C die höchsten Werte aufweist.

Ein mit 17,0°C bis 18,5°C niedrigeres Temperaturniveau ist dagegen in den eher locker strukturierten und durch Einzel-/Reihenhäusern sowie Zeilenbebauung geprägten Siedlungsflächen im näheren Umfeld der Planfläche abzulesen. Noch niedrigere Werte von 16,5 °C bis 17,0 °C sind in den stärker durchgrüneten Siedlungsflächen östlich der Sondermeierstraße zu beobachten. Das Planareal selbst weist im unbebauten Nordteil mit 15,1 bis 16,3 °C niedrige Lufttemperaturen auf, welche nach Süden hin auf 19,3 °C ansteigen. In Abhängigkeit von der baulichen Dichte des Umfeldes treten über den ebenerdig versiegelten Flächen ähnliche Temperaturen auf. Dagegen zeichnen sich die durch Wiese geprägten Areale mit den niedrigsten Werten ab.



Hier kann eine intensive nächtliche Wärmeausstrahlung mit entsprechender Abkühlung der darüber lagern- den Luft erfolgen.

Die mit weniger als 15,0 °C niedrigsten Werten sind nördlich des Josef-Wirth-Weges über der landwirtschaft- lich genutzten Fläche anzutreffen. Auf gesamtstädtischer Ebene stellt die Isaraue mit den angrenzenden ge- ring bebauten Arealen eine bedeutsame und klimatisch ausgleichend wirkende Grünachse dar. Aber auch grüengeprägte Abstandsflächen innerhalb der Bebauung tragen westlich der A 9 zu einer Dämpfung des nächt- lichen Wärmeinseleffekts bei. Insgesamt gesehen spiegeln sich Versiegelungsgrad und Bebauungsdichte deutlich im nächtlichen Temperaturfeld wider. Die im näheren Umfeld des Planareals vorliegende nächtliche Wärmebelastung ist insgesamt aber gleichwohl als gering einzuordnen.

Planzustand

Das Temperaturfeld in 2 m Höhe für das Planszenario 0 ist in **Abb. 3.3** dargestellt. Durch die geplante Über- bauung steigen in den besagten Sommernächten die nächtlichen Temperaturwerte um 0,5°C bis über 2°C im Nahbereich zukünftiger Gebäude an. Das Wertenniveau von 17,5 °C bis 18,0 °C entspricht nun in etwa dem der umgebenden bereits bestehenden Wohnbebauung. Weitere thermische Wechselwirkungen zu den be- nachbarten Nutzungen sind nicht zu beobachten.

Differenzen und Kurzfazit

Die Abweichungen zwischen dem Planszenario 0 und dem Istzustand als Basisszenario sind in den **Abb. 3.4** als Absolutwerte dargestellt. Dabei werden die beschriebenen Nutzungsänderungen als Bereiche mit Tem- peraturzunahmen (braune Farben) sichtbar, wobei sich die geplante Bebauung in der Differenzenabbildung deutlich abzeichnet. Diese liegt im in einer Größenordnung von 0,25 K bis 2 K. Es zeigt sich, dass der Einfluss der Nutzungsänderungen auf die Lufttemperatur nicht über die Planfläche hinausgeht. Diese Temperaturzu- nahmen bleiben weitestgehend auf die Baufelder selbst begrenzt. Aus ihr resultiert weder eine thermische Belastung im Plangebiet selbst als auch in den im Basisszenario beschriebenen belasteten Wirkungsräumen.

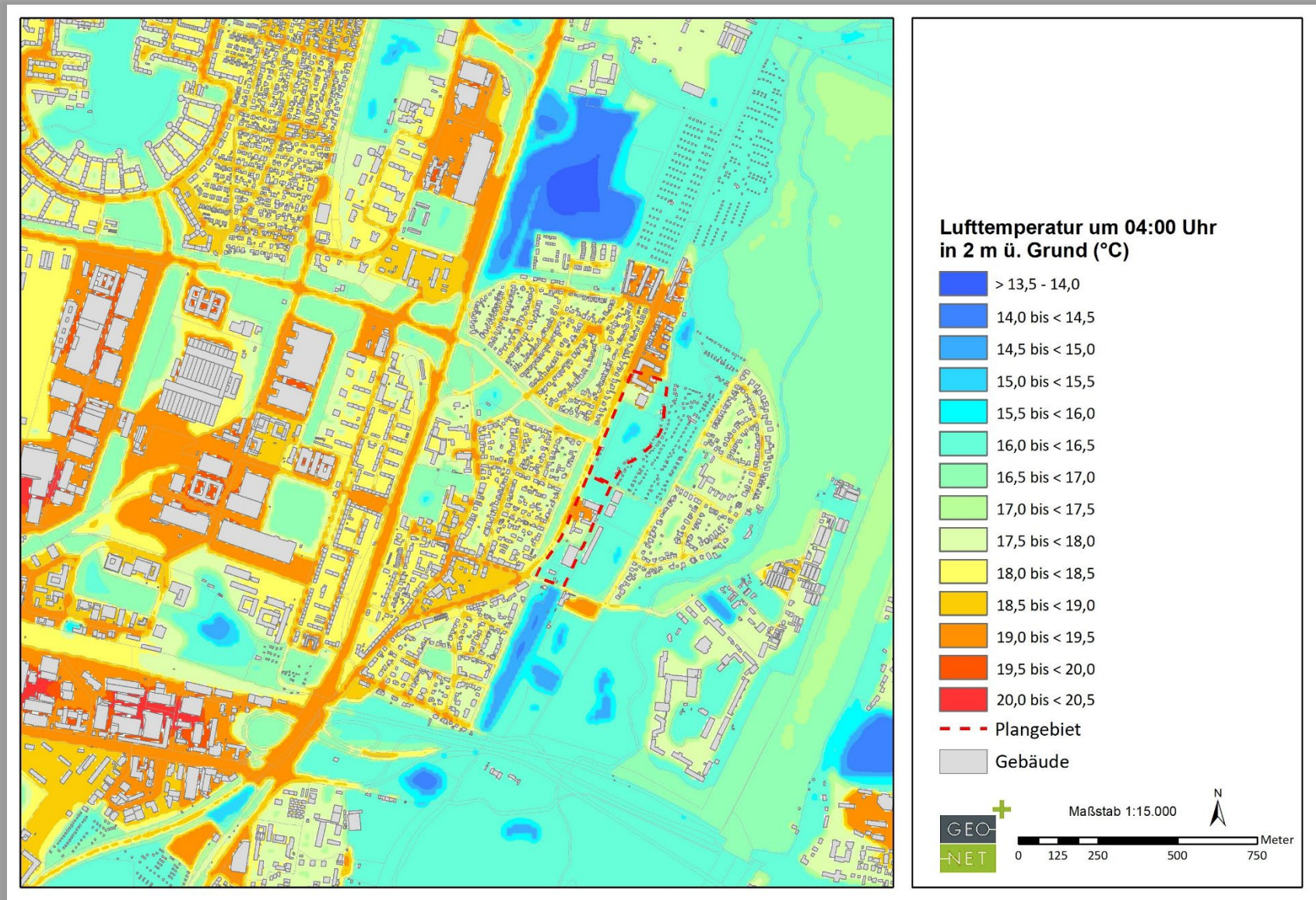


Abb. 3.1: Nächtliches Temperaturfeld im Basisszenario (4:00 Uhr, 2 m über Grund)

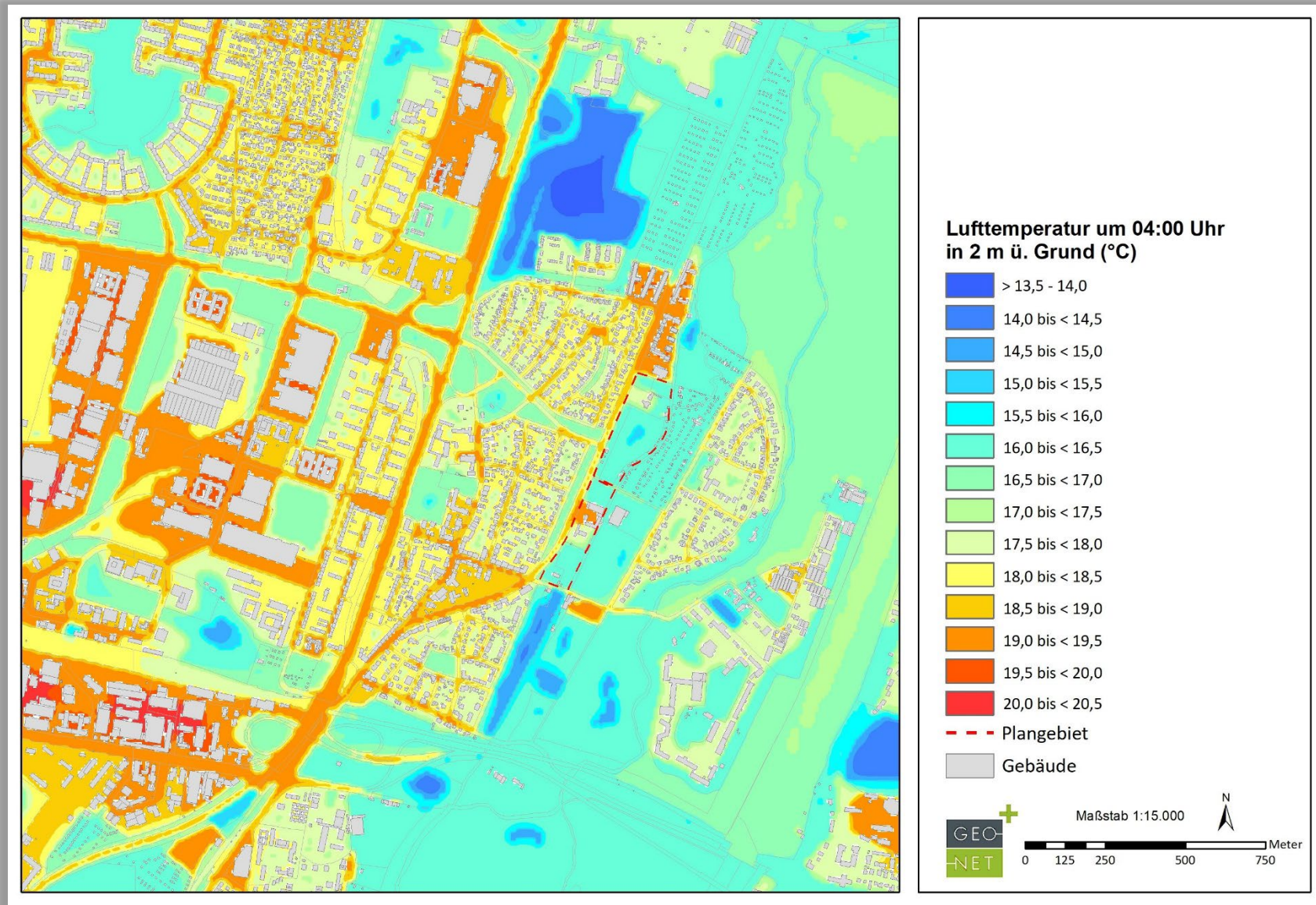


Abb. 3.2: Nächtliches Temperaturfeld im Bestandsfall Eckdatenbeschluss (4:00 Uhr, 2 m über Grund)

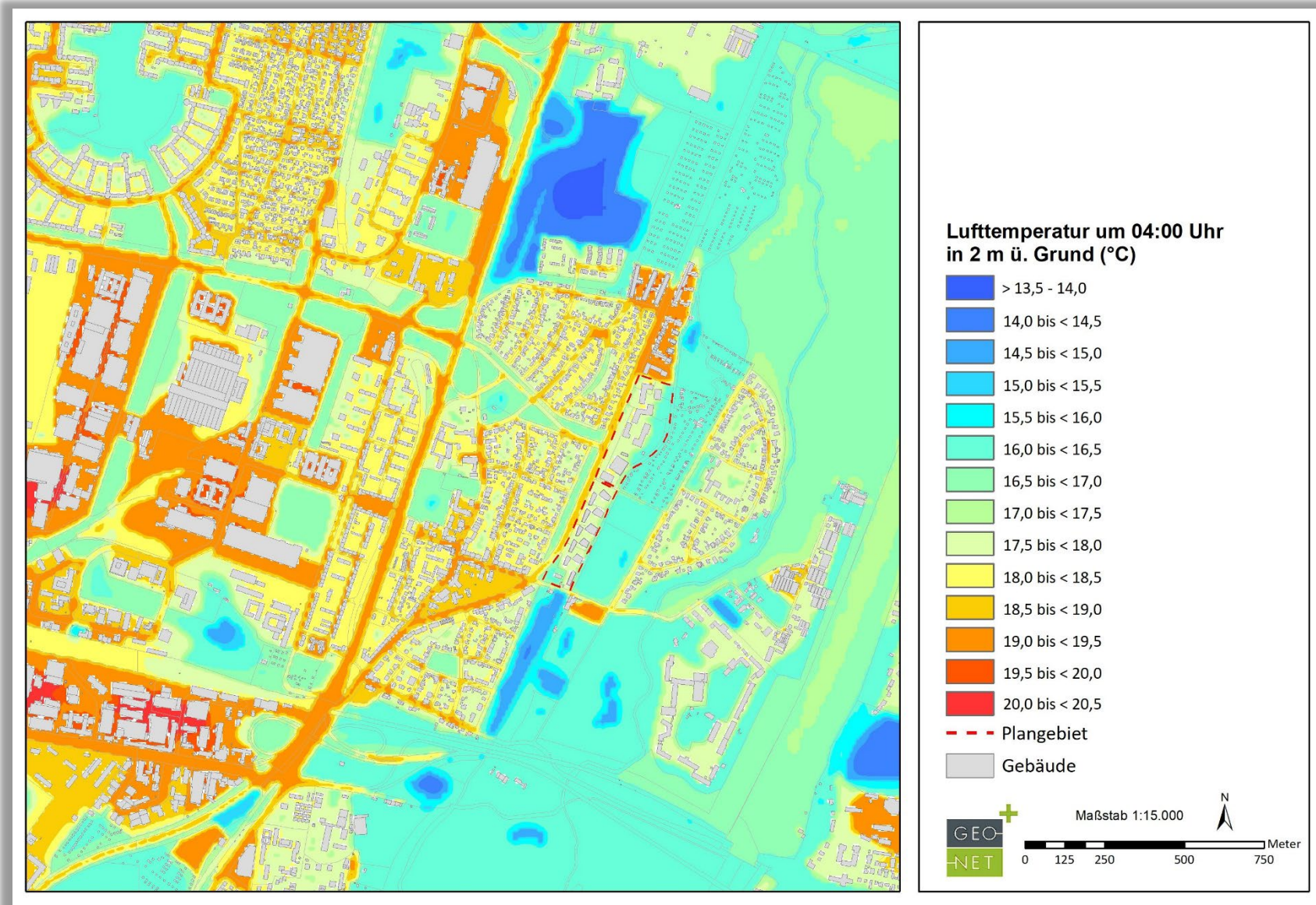


Abb. 3.3: Nächtliches Temperaturfeld im Planszenario 0 (4:00 Uhr, 2 m über Grund)

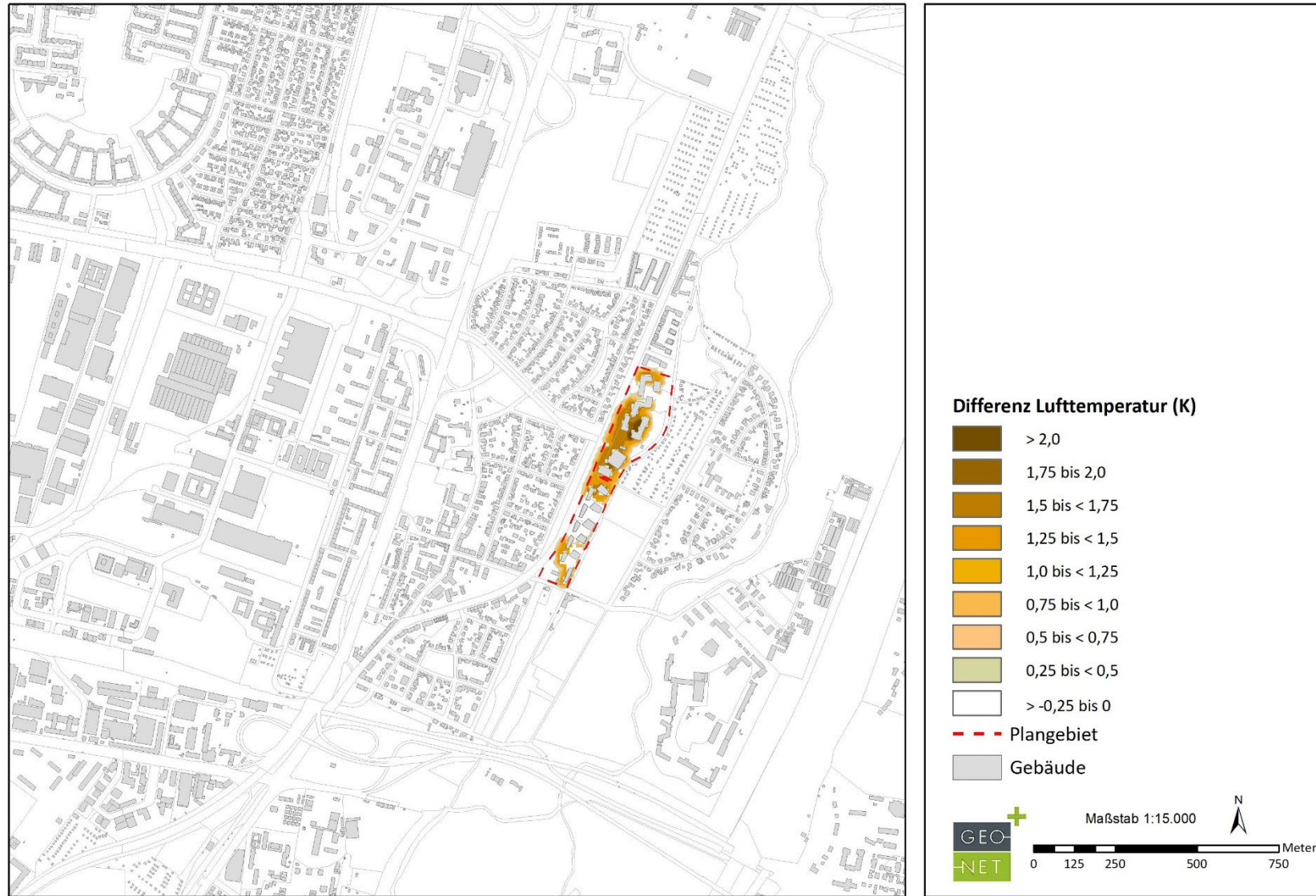


Abb. 3.4: Differenz der Lufttemperatur zwischen Planszenario und Basisszenario 0

3.2 Bodennahes Windfeld und bodennahe Strömungsgeschwindigkeit

Die Ergebniskarten stellen für die besagten Sommernächte das zum nächtlichen Analysezeitpunkt 04 Uhr morgens zu erwartende Kaltluftströmungsfeld in zwei Ebenen dar. Die Strömungsrichtung und Strömungsgeschwindigkeit werden über die Pfeilrichtung und die Pfeillänge in Form von Vektoren abgebildet, wobei die Pfeile der Karte für eine übersichtlichere Darstellung auf 30 m aggregiert worden sind. Die unterlegten Rasterzellen stellen zudem die Windgeschwindigkeit flächenhaft in Farbstufung dar. Die Werte beziehen sich auf eine Analysehöhe von 2 m über Grund. Abgebildet sind alle Zellen des ursprünglichen Rasters, für die aufgrund einer modellierten Mindestwindgeschwindigkeit von $\geq 0,1$ m/s und unter Berücksichtigung der gebietstypischen Ausprägung eine potenzielle klimaökologische Wirksamkeit angenommen werden kann.

Basisszenario und Bestandssituation

Abbildung 3.5 zeigt die Strömungsgeschwindigkeit des modellierten Windfeldes für das Basisszenario, das sich während einer sommerlichen, windstillen Strahlungswetternacht eigenbürtig ausbildet. **Abbildung 3.6** zeigt die Situation im Bestandsfall Eckdatenbeschluss. Die Strömungsrichtung der Kaltluft wird im Wesentlichen durch den Temperaturgradienten hin zu den wärmeren Siedlungsflächen bestimmt. Die Geschwindigkeit der Kaltluftströmungen liegt verbreitet zwischen 0,1 m/s bis 0,3 m/s, wobei deren Dynamik räumlich variiert und sich mehrere Areale mit einer Funktion als Luftaustauschbereiche abzeichnen. Über der Kleingartenanlage NO 60 sowie über der westlich angrenzenden Ackerfläche ist ein klimatisch hoch wirksamer Kaltluftstrom zu beobachten, welcher sich über die Heidemannstraße nach Westen hin in die Bebauung fortsetzt (A). Da die bestehenden Baukörper zu einer Kanalisierung führen, steigt die bodennahe Strömungsgeschwindigkeit lokal auf mehr als 0,5 m/s an. Dies ist auch weiter südlich über dem Gleisareal im Bereich des Frankfurter Rings zu beobachten, welches auf lokaler Ebene ebenfalls als Kaltluftleitbahn ausgewiesen ist (B). Das Planareal selbst wird ebenfalls bodennah flächenhaft von Kaltluft überstrichen, wobei erhöhte Strömungsgeschwindigkeiten bis 0,5 m/s über dem nördlichen Planareal auftreten und in den Verlauf der Heidemannstraße übergehen. Dieser Kaltluftstrom vereinigt sich mit der aus Nordosten her einfließenden Kaltluft und ergänzt auf lokaler Ebene das über die Heidemannstraße in den Siedlungsraum einwirkende Kaltluftvolumen (C). Darüber hinaus setzt sich ein zweiter Strömungsast über die Sportplätze der Mohr-Villa bzw. Langenfeldstraße nach Westen hin fort (D). Gleichzeitig lässt sich auch die Hinderniswirkung vorhandener größerer Baukörper ablesen, welche z.B. von ausgeprägter Hallenbebauung ausgeht. Kleinere Einzelgebäude werden dagegen von der Kaltluft um- bzw. auch überströmt und wirken sich vergleichsweise wenig abschwächend auf die Strömung aus. Innerhalb größerer Baumbestände bzw. Waldflächen übt der Stammraum eine gewisse Hinderniswirkung auf die bodennahe Windgeschwindigkeit aus.

Planzustand

Das nächtliche Strömungsfeld für das Planszenario 0 zeigt **Abb. 3.7**. Dabei zeichnen sich die geplanten Gebäude als Strömungshindernisse ab. Eine Abnahme der bodennahen Strömungsgeschwindigkeit ist westlich der Baufelder in deren unmittelbarem Nahbereich zu beobachten. Die in Höhe der Heidemannstraße vorgesehene Abstandsfläche wird hingegen intensiv durchlüftet und ermöglicht das Einströmen bodennaher Kaltluft in Richtung Heidemannstraße. Damit bleibt deren Funktion als Luftaustauschbereich erhalten. Über das nähere Umfeld hinaus bleibt das bodennahe Windfeld weitgehend unverändert.

Differenzen und Kurzfazit

Die Differenzenabbildung „Basisszenario“ zu „Planzustand“ macht die Beeinflussung des Kaltluftströmungsfeldes deutlicher sichtbar (**Abb. 3.8**). Braun und Orange kennzeichnen eine Abnahme der Geschwindigkeit gegenüber der gegenwärtigen Situation, die grünen Farben eine Zunahme. Die geplante Bebauung führt zu



einer örtlichen Abnahme der bodennahen Windgeschwindigkeiten um Werte über 0,1 m/s. Im westlichen Teil der B-Planfläche 2113 selbst kommt es erwartungsgemäß zu den stärksten Reduktionen um mehr als 0,2 m/s. Eine Abschwächung von -0,1 m/s bis -0,2 m/s ist im Bereich Freisinger Landstraße/Lindenfelser Straße zu beobachten. Innerhalb der Heidemannstraße ist die Abnahme der Windgeschwindigkeit nach etwa 340 m abgeklungen. Südlich der Heidemannstraße wirken die Abnahmen kaum über die Freisinger Landstraße hinaus in den Bestand ein. Den genannten Abnahmen stehen lokale Zunahmen der Werte von mehr als 0,2 m/s gegenüber (grüne Farbe), was auf die Kanalisierung der Kaltluft durch die zusätzlichen Baukörper zurückzuführen ist. Dieser Effekt tritt vor allem Innerhalb der vorgesehenen Abstandsflächen im Plangebiet auf. Es kann aber auch festgestellt werden, dass die Bestandsbebauung bodennah im Planfall auch westlich der Freisinger Landstraße ausreichend von nächtlicher Kalt-/Frischluf durchlüftet wird.

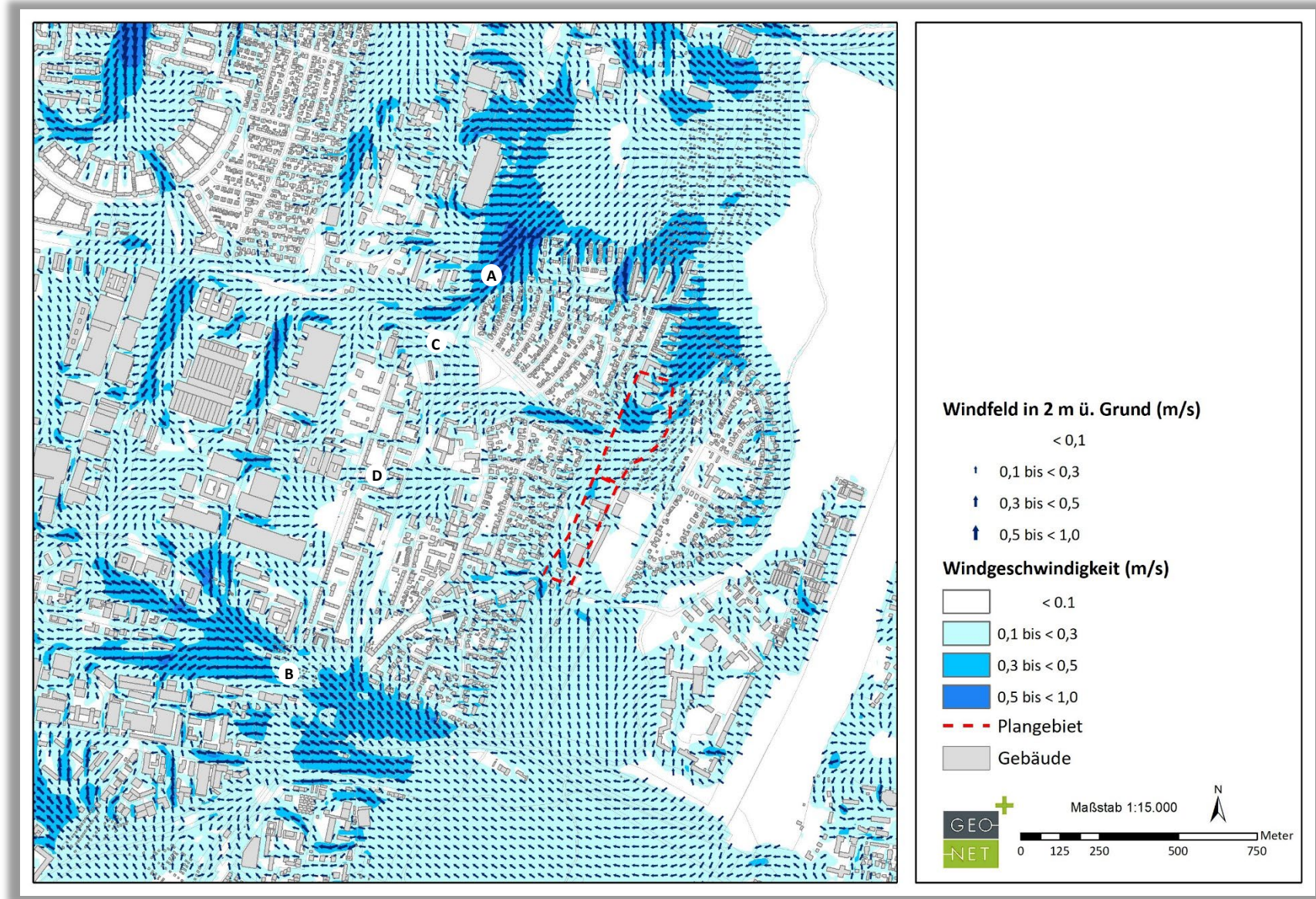


Abb. 3.5: Nächtliches Windfeld im Basisszenario (4:00 Uhr, 2 m über Grund)

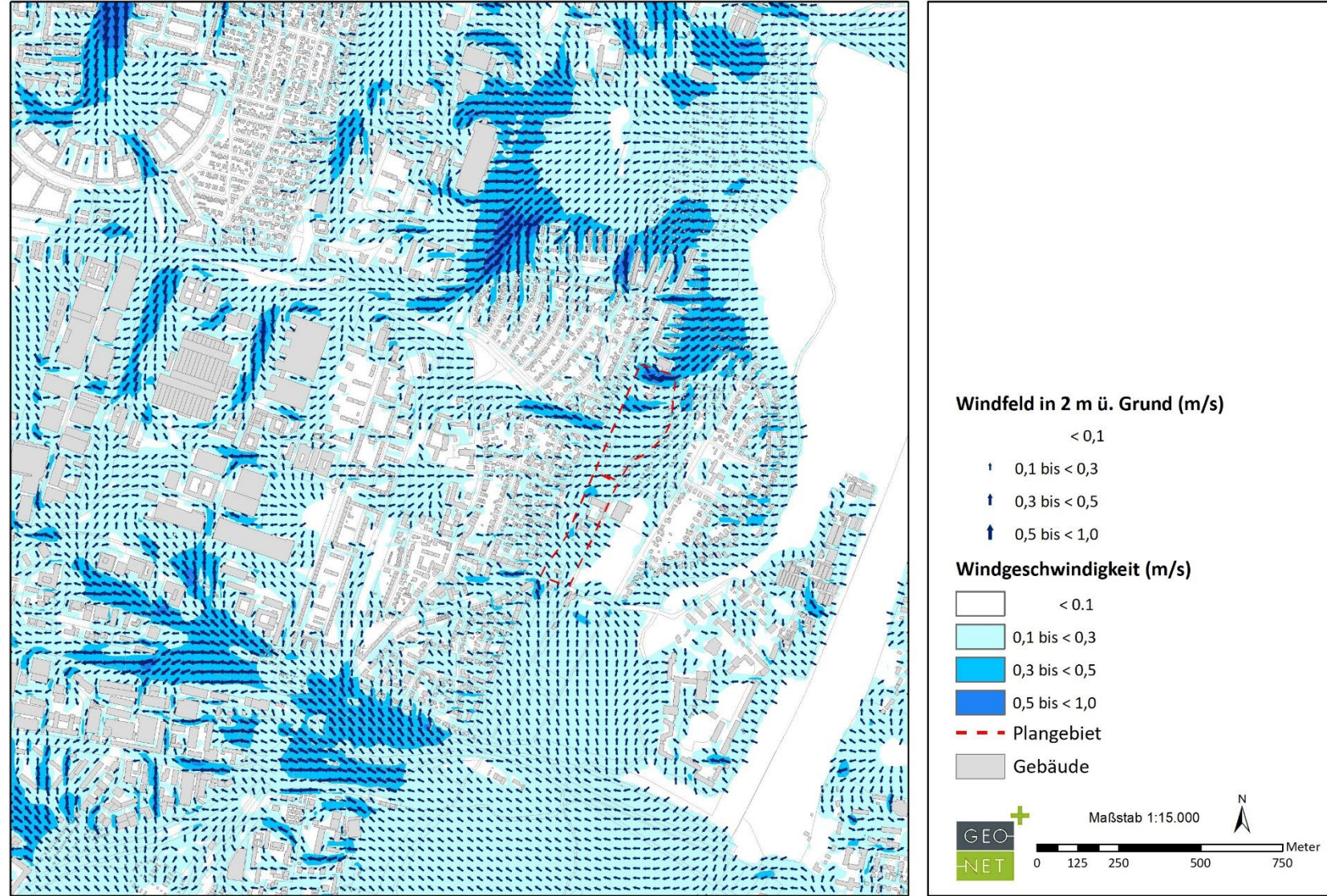


Abb. 3.6: Nächtliches Windfeld im Bestandsszenario (4:00 Uhr, 2 m über Grund)

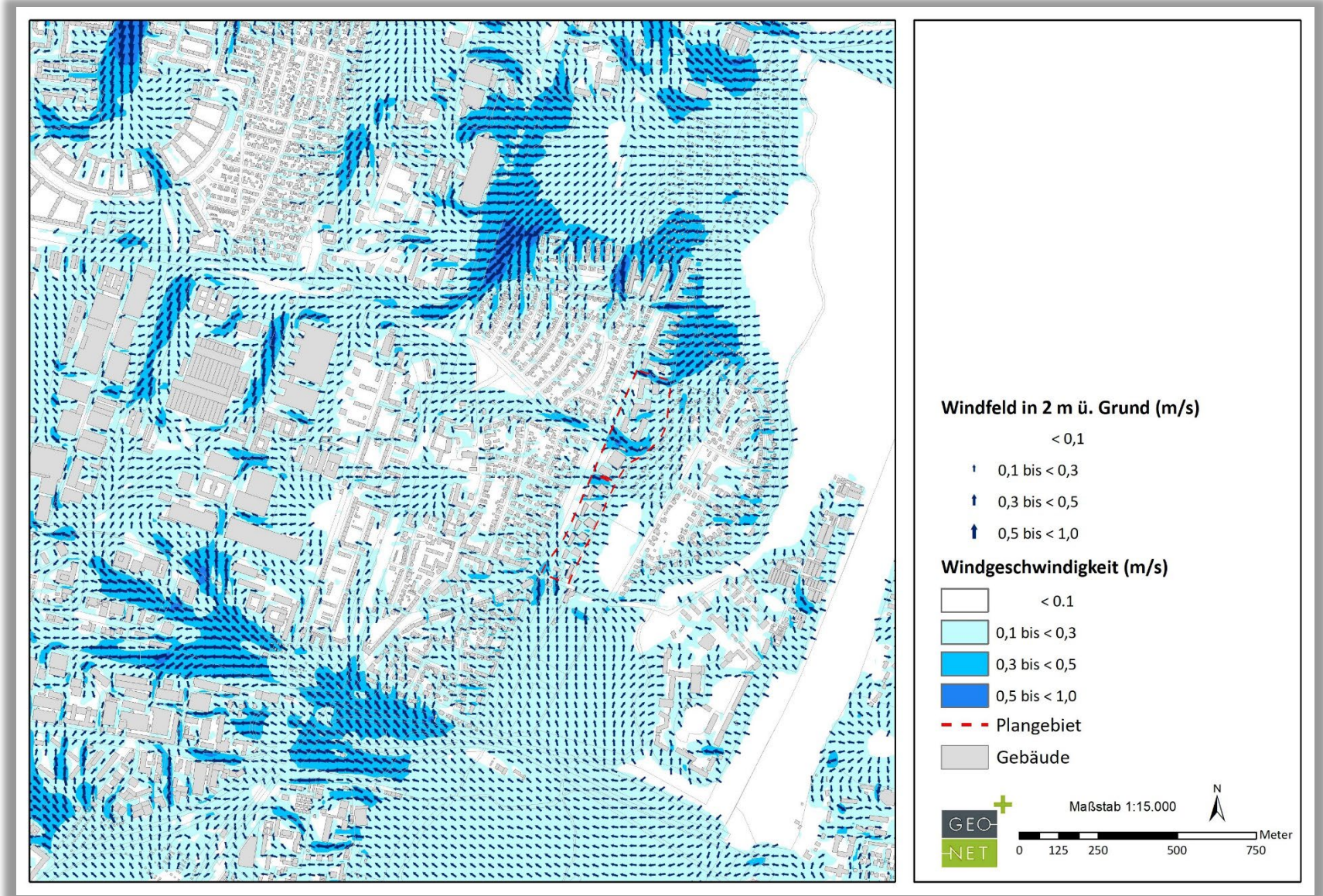


Abb. 3.7: Nächtliches Windfeld im Planszenario 0 (4:00 Uhr, 2 m über Grund)

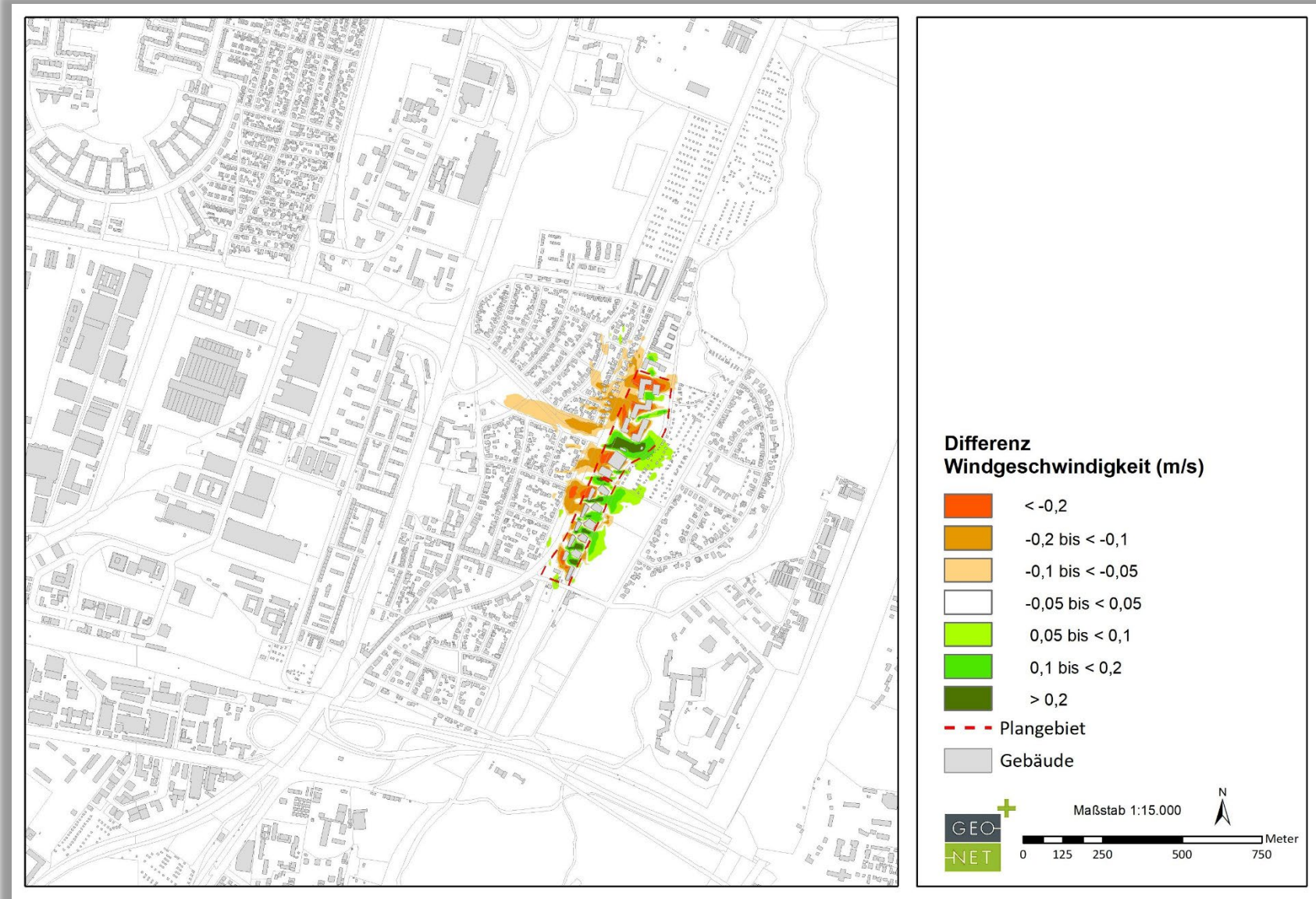


Abb. 3.8 Differenz der Windgeschwindigkeit zwischen Planszenario 0 und Basisszenario

3.3 Kaltluftvolumenstrom

Basisszenario

Die räumliche Ausprägung des Kaltluftvolumenstroms zeigt eine gute Übereinstimmung mit den gesamtstädtischen Ergebnissen (GEO-NET 2014). **Abbildung 3.9** zeigt den Kaltluftstrom für das Basisszenario in einer qualitativen Abstufung, während das Bestandsszenario zum Zeitpunkt des Eckdatenbeschlusses in **Abb. 3.10** dargestellt wird. Dabei tritt der Verlauf der Heidemannstraße mit einem hohen bis sehr hohen Kaltluftvolumenstrom hervor. Dieser ist über den Bereich der Kleingartenanlage NO 60 nördlich des Plangebietes sowie der westlich angrenzenden Ackerfläche an die Isaraue als Kaltluftquellgebiet angebunden.

Der das nördliche Plangebiet überstreichende Kaltluftstrom erreicht lokal ähnlich hohe Werte und vereinigt sich mit der aus Nordosten kommenden Kalt-/Frischlufte (Dunkelgrün). Verglichen mit dem aus Nordosten kommende Kaltluftstrom hat der überplante Flächenanteil allerdings eine nachgeordnete Bedeutung bzw. ergänzende Funktion. Angetrieben durch den Temperaturunterschied zwischen den kühlen Grünflächen und wärmeren Siedlungsarealen strömt die Kaltluft über die Heidemannstraße mehr als 800 m bis zur Maria-Probst-Straße. Da das nördliche Plangebiet von einem hohen Volumenstrom überstrichen wird, hat dieser Bereich eine höhere Bedeutung als Luftaustauschbereich als die südliche Teilfläche. Hier stellt sich lokal bereits die im Basisszenario berücksichtigte Bebauung auf dem Sportpark gemäß dem geltenden B-Plan 1794 als Strömungshindernis dar.

Planzustand

Wie **Abb. 3.11** zeigt, führt die geplante Nutzungsänderung zu einer Beeinflussung des Kaltluftvolumenstroms im Nahbereich. Eine Abnahme des Volumenstroms ist etwa bis zu einer Linie Kulturheimstraße – Wohlfahrtstraße zu beobachten, während der Volumenstrom darüber hinaus sowie innerhalb der Isaraue nicht nennenswert beeinträchtigt wird. Entlang der Heidemannstraße liegt ebenfalls weiterhin ein hoher bis sehr Volumenstrom vor. Die im Bereich Heidemannstraße vorgesehene Abstandsfläche wird intensiv von Kaltluft überströmt und kompensiert zu einem Großteil die Hinderniswirkung der geplanten Gebäude.

Differenzen und Kurzfazit

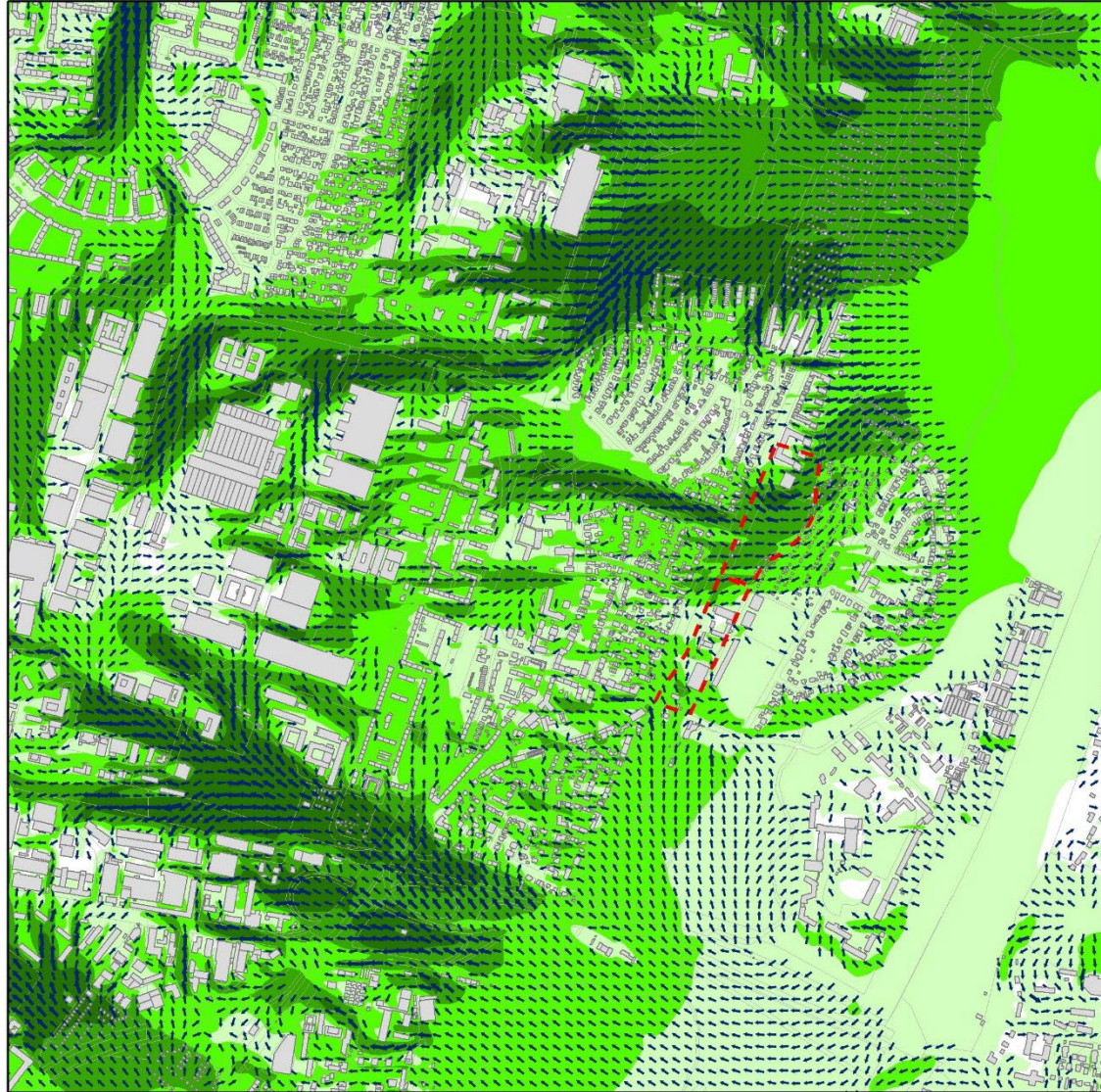
Die Abweichung des Volumenstroms in Prozentpunkten des Planszenarios gegenüber dem Basisszenario wird in **Abb. 3.12** dargestellt. Dort werden die beurteilungsrelevanten Abnahmen des Volumenstroms dargestellt, welche für jede einzelne Rasterzelle im Klimamodell simuliert wurde. Die Zahlen machen die räumliche Reichweite des vorhabenbedingten Einflusses deutlich. Es zeigt sich, dass die stärkste Abschwächung mit mehr als minus 25 Prozentpunkten in den untersuchten Sommernächten vor allem zwischen der A 9 und dem nördlichen Baufeld vorliegt (braune Farbe). Zudem ist eine lokale Reduktion auf der vom Wind abgewandten Seite (Lee) durch Staueffekte der geplanten Gebäude zu verzeichnen. Auch südlich der Heidemannstraße sind ähnlich ausgeprägte Abnahmen zu beobachten, diese klingen bis zur Situlistraße aber weitestgehend ab. Innerhalb der Heidemannstraße ist die Beeinflussung des Kaltluftvolumenstroms nach etwa 550 m abgeklungen.

Es kann festgehalten werden, dass die Funktion der Heidemannstraße als Luftaustauschbereich auch nach Umsetzung der Planungen weitgehend erhalten bleibt. Eine ausreichende Versorgung mit Kalt-/Frischlufte im Umfeld der Planfläche ist im Planzustand aufgrund des nach wie vor intensiven Luftaustausches gewährleistet. Zwar wird der Schwellenwert von 10 Prozentpunkten überschritten, die betroffenen Bestandsflächen sind aufgrund ihrer Stadtrandlage, ihrer strukturellen Ausprägung und zumeist geringer nächtlicher Erwärmung nicht als bioklimatisch belastet im Sinne der VDI-Richtlinie 3787 anzusehen.



Nennenswerte Veränderungen der Kaltluftvolumenströme in den eigentlichen potenziellen Wirkungsräumen und im Sinne der VDI 3787 Blatt 5 belasteten Flächen westlich der A9 sind nicht festzustellen (vgl. **Kap. 2.3**, S. 10).

Die Abnahme des Kaltluftvolumens wird nur auf lokaler Ebene im Umfeld der Planfläche sichtbar. Trotz dieses Einflusses bleibt die lokale Funktion der Heidemannstraße als Kaltluftleitbahn zugunsten des zugeordneten Wirkungsräum westlich der A9 grundsätzlich erhalten. Eine regionale Wirkung innerhalb des Grünzugs Isartal ist nicht zu erwarten.



Windfeld in 2 m ü. Grund (m/s)

- < 0,1
- ↑ 0,1 bis < 0,3
- ↑↑ 0,3 bis < 0,5
- ↑↑↑ 0,5 bis < 1,0

**Kaltluftvolumenstrom
[in m³/s]**

- Sehr gering < 40
- Gering 40 - 80
- Mäßig > 80 - 120
- Hoch > 120 - 160
- Sehr hoch > 160
- - - Plangebiet
- Gebäude

GEO+NET

Maßstab 1:15.000

0 125 250 500 750 Meter

N

Abb. 3.9: Nächtlicher Kaltluftvolumenstrom im Basisszenario (4:00 Uhr)

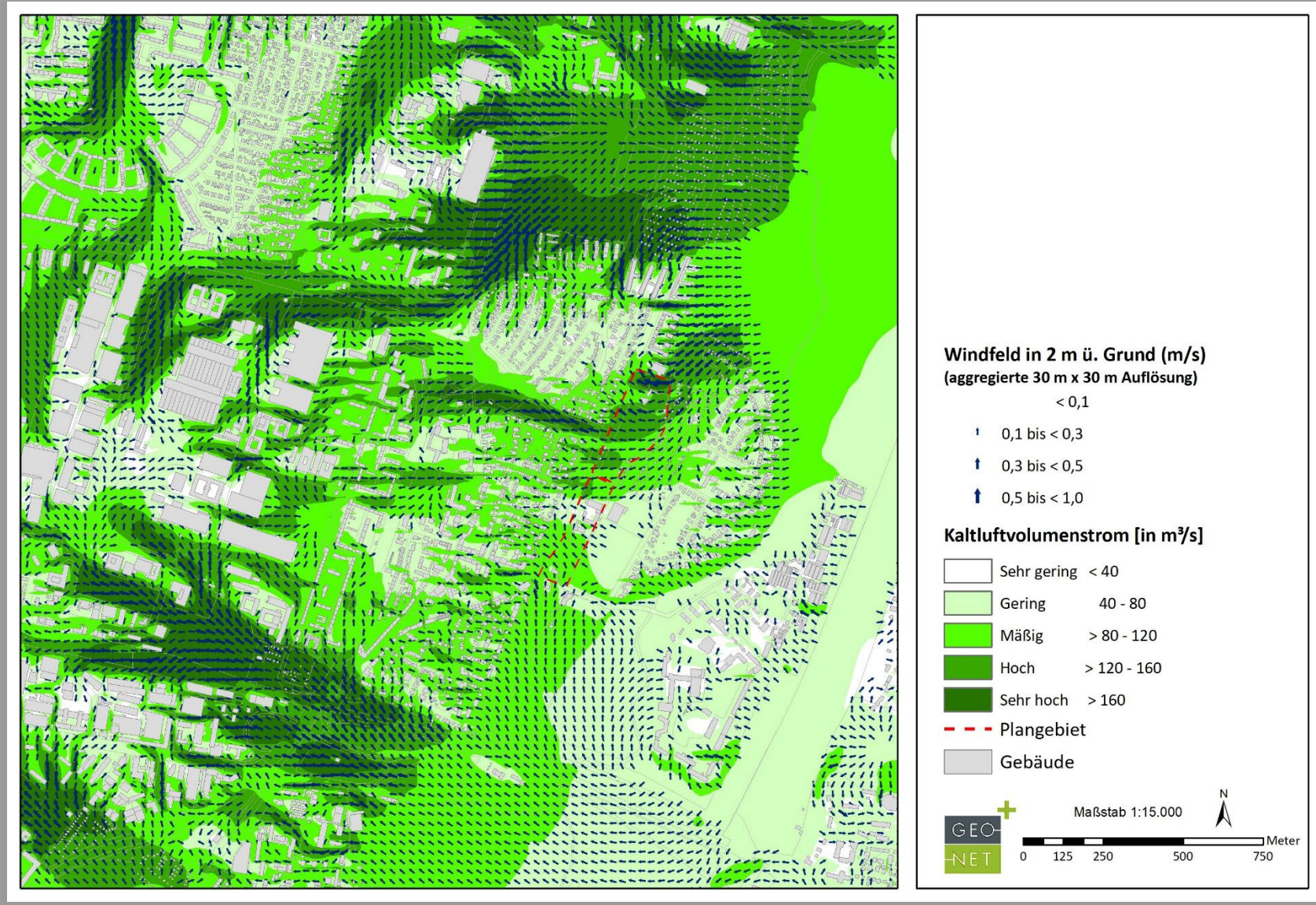


Abb. 3.10: Nächtlicher Kaltluftvolumenstrom im Bestandsszenario (4:00 Uhr)

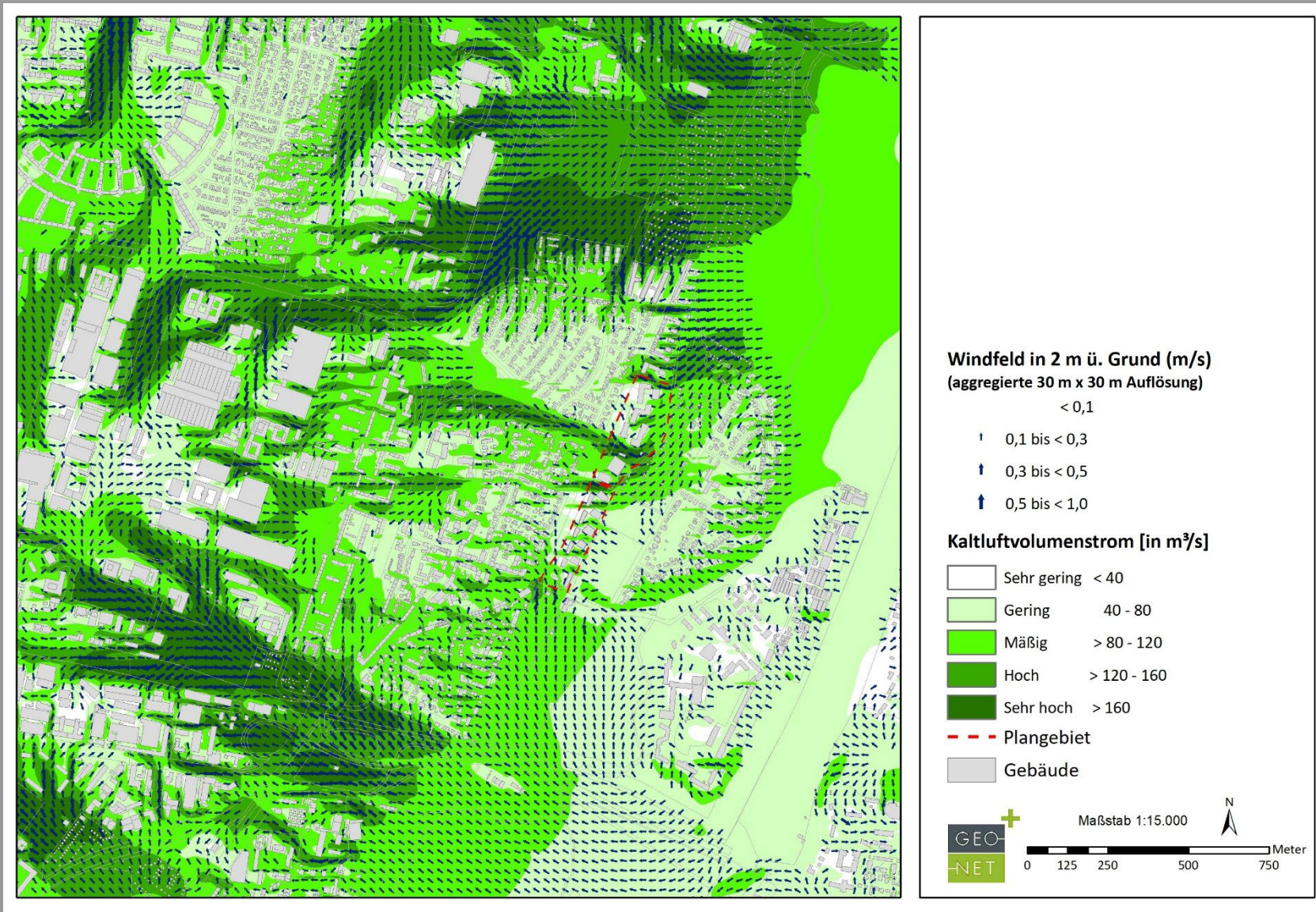


Abb. 3.11: Nächtlicher Kaltluftvolumenstrom im Planszenario 0 (4:00 Uhr)

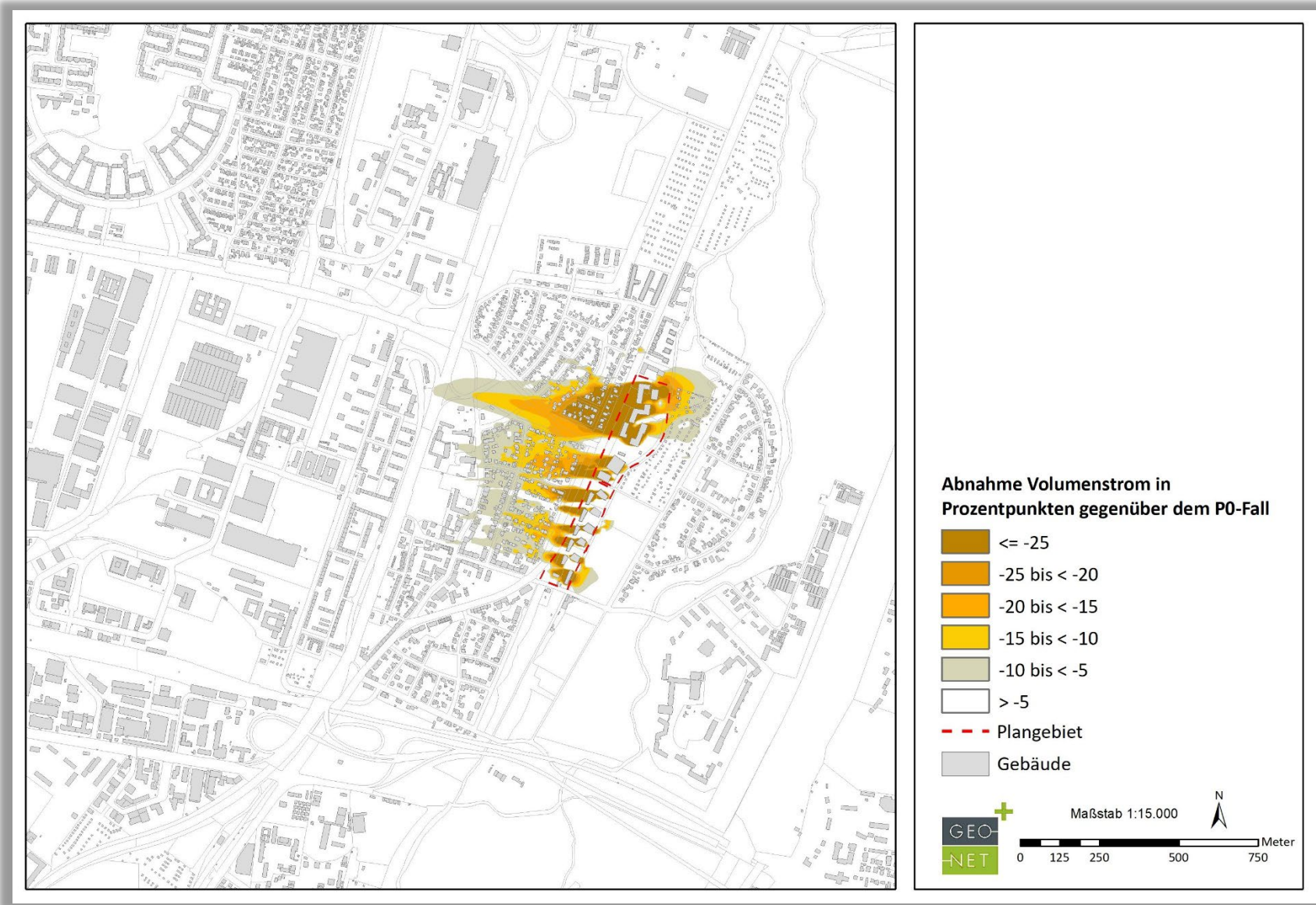


Abb. 3.12: Differenz des Kaltluftvolumenstroms zwischen Planszenario 0 und Basisszenario



4 Dokumentation einzelner Planvarianten im Verlauf des Planungsprozesses

Die im Kap. 3 beschriebene Planvariante 0 stellt den Entwurf des Bebauungsplans gemäß Machbarkeitsstudie dar. Die Ergebnisse zeigen, dass damit eine starke vorhabenbedingte Abnahme des Kaltluftvolumenstroms nördlich der Heidemannstraße einhergeht. Daher wurden weitere Planvarianten entwickelt mit dem Ziel, die Auswirkung auf den Kaltluftvolumenstrom insbesondere im Bereich Gondershauser/Ladenburger Straße zu reduzieren. Der Kaltluftvolumenstrom als beurteilungsrelevanter Parameter wird im Folgenden für die übrigen Planvarianten beschrieben.

4.1 Variante 1

Den Kaltluftvolumenstrom für die Variante 1 zeigt **Abb. 4.1**, wobei die optimierte Planung im nördlichen Baufeld mit deren Abstandsfläche eine bessere Durchlüftung im Bereich Gondershauser Straße/Ladenburger Straße bewirkt. Innerhalb der Abstandsfläche im nördlichen Baufeld liegen nun sehr hohe Volumina vor, welche sich mit einer mäßigen Intensität weiter nach Westen hin in den Bestand hinein fortsetzen. Die vorgesehene Abstandsfläche trägt somit wirksam zur Verringerung der Hinderniswirkung bei. Es zeigt sich, dass der vergleichsweise stark von einer Abnahme des Kaltluftvolumens betroffene Baublock Gondershauser Straße/Ladenburger Straße einen mittleren und damit klimatisch wirksamen Kaltluftstrom aufweist (hellgrüne Farbe; siehe Umgriff).

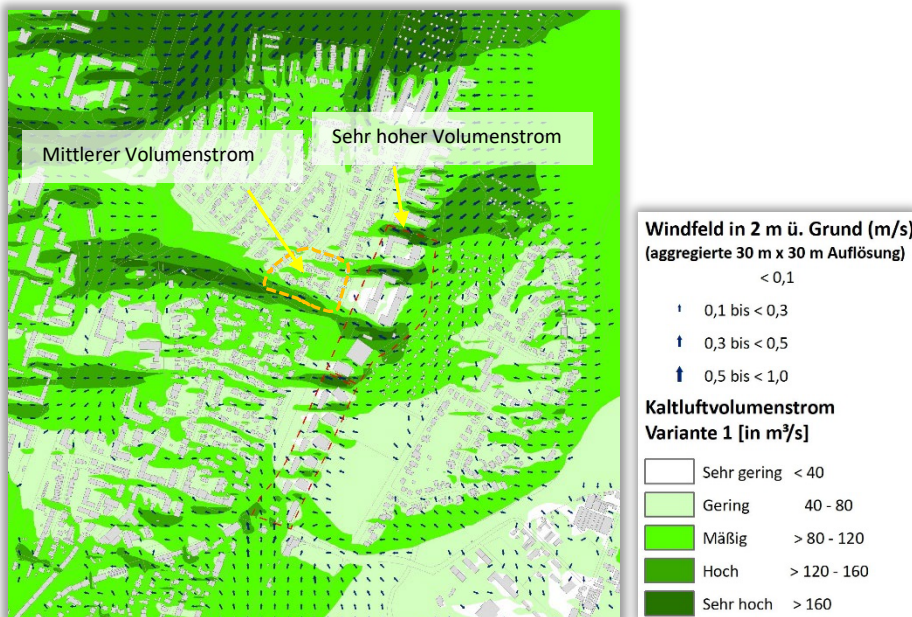


Abb. 4.1: Kaltluftvolumenstrom in der Variante 1



4.2 Variante 2

Die Variante 2 ist von einer Vereinzelung der Gebäude im nördlichen Baufeld geprägt, welche mit den so vorhandenen Abstandsflächen das Einwirken von Kaltluft erleichtern sollen (**Abb. 4.2**). Gegenüber der Variante 1 wird die Durchlüftung im Bestand weiter verbessert.

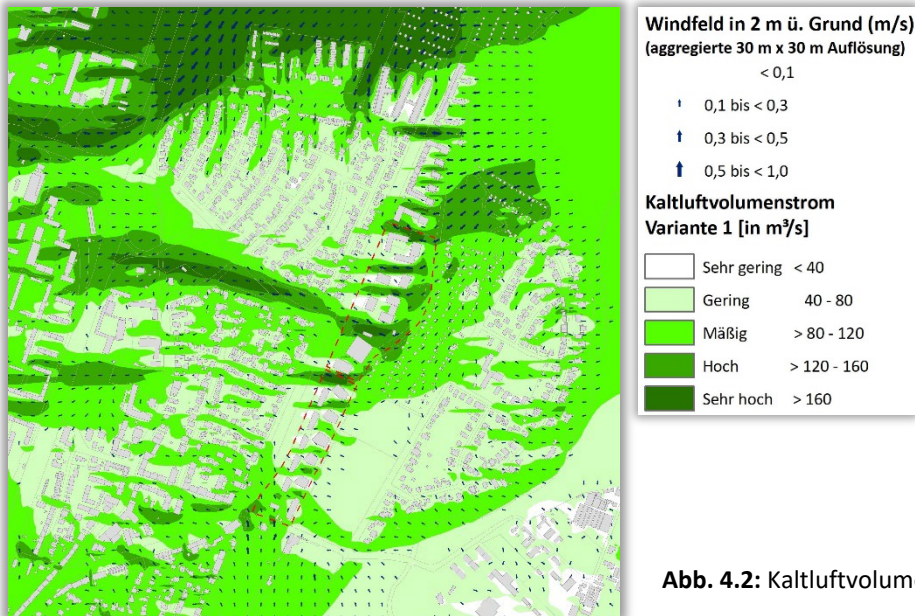


Abb. 4.2: Kaltluftvolumenstrom in der Variante 2

4.3 Variante 3

In der Variante 3 wird die Bautypologie des südlichen Baufeldes auf das Nördliche übertragen. Wenngleich dies die Durchlässigkeit des nördlichen Baufeldes für den nächtlichen Kaltluftvolumenstrom potenziell reduziert, führt die gegenüber der Variante 0 geringere Baumasse trotzdem zu einer vergleichsweise geringeren Beeinflussung des Kaltfluthaushaltes. Es zeigt sich zudem ein hoher Kaltluftvolumenstrom innerhalb der nach Osten bzw. zum Grünzug hin ausgerichteten Abstandsflächen (**Abb. 4.3**).

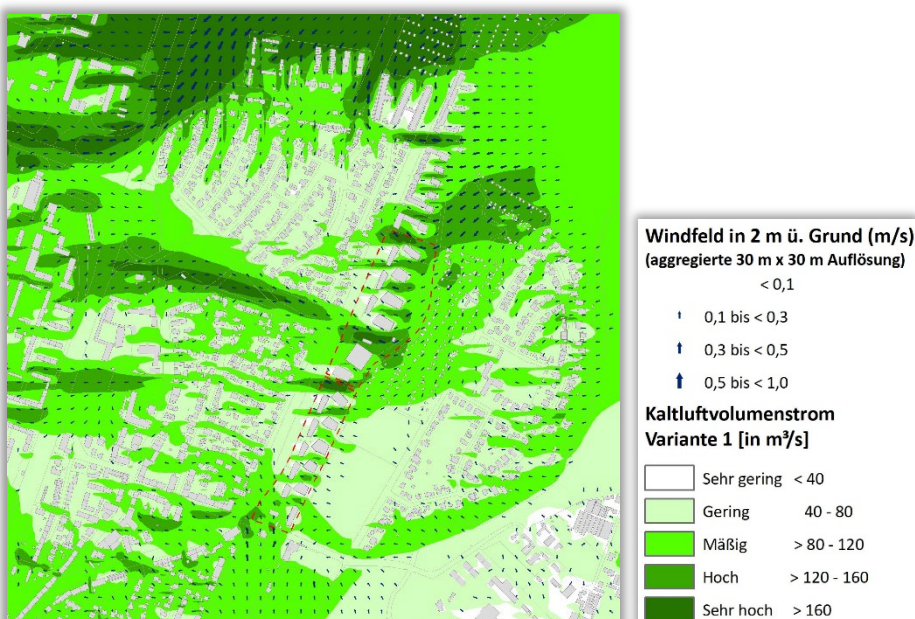


Abb. 4.3: Kaltluftvolumenstrom in der Variante 3



4.4 Variante 4

Die Variante 4 (**Abb. 3.16**) weist im nördlichen Baufeld zwei Abstandsflächen auf, welche die Durchlüftung in Richtung Bestand unterstützen. Hier ist ebenfalls ein hohes Kaltluftvolumen zu beobachten (**Abb. 4.4**).

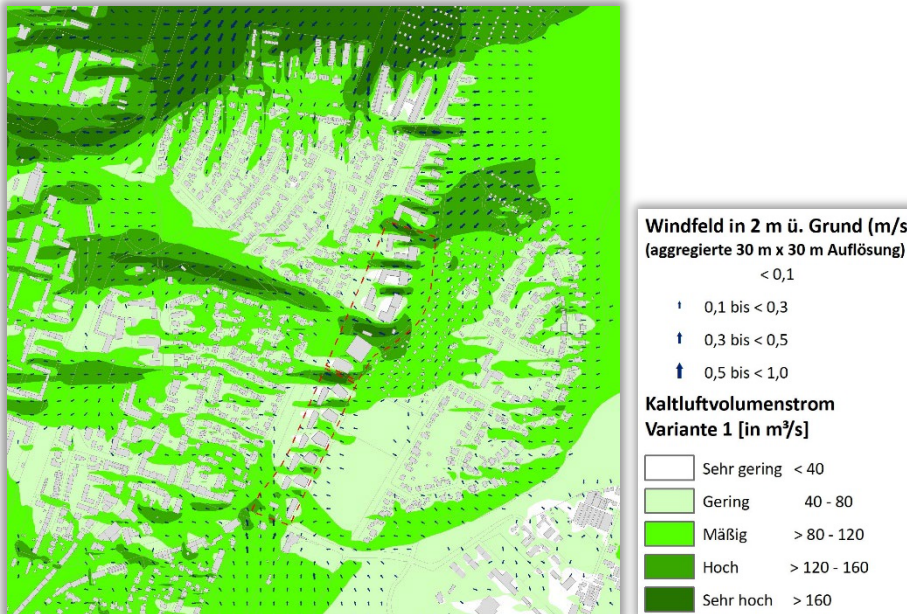


Abb. 4.4: Kaltluftvolumenstrom in der Variante 4

4.5 Variante 4 - optimiert

In der optimierten Variante 4 (**Abb. 3.17**) ist die südliche Abstandsfläche zum Bestand hin um etwa 5 m auf nun 20 m aufgeweitet. Dies führt zu einer verbesserten Durchlüftung dieses Bereiches, wobei nun analog zur nördlichen Abstandsfläche ein mäßiger Kaltluftvolumenstrom bis in den Bestand einwirkt (**Abb. 4.5**).

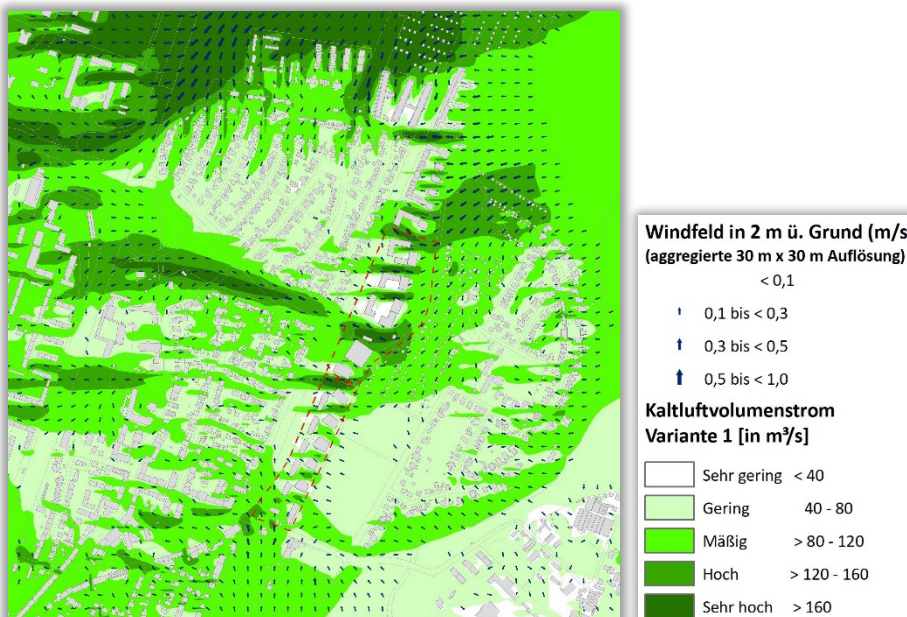


Abb. 4.5: Kaltluftvolumenstrom in der optimierten Variante 4

4.6 Variante 5

Ähnlich wie die Variante 4 weist auch Variante 5 zwei Abstandsflächen im nördlichen Baufeld auf (**Abb. 4.6**). Allerdings scheint deren Ausprägung klimatisch günstiger zu sein.

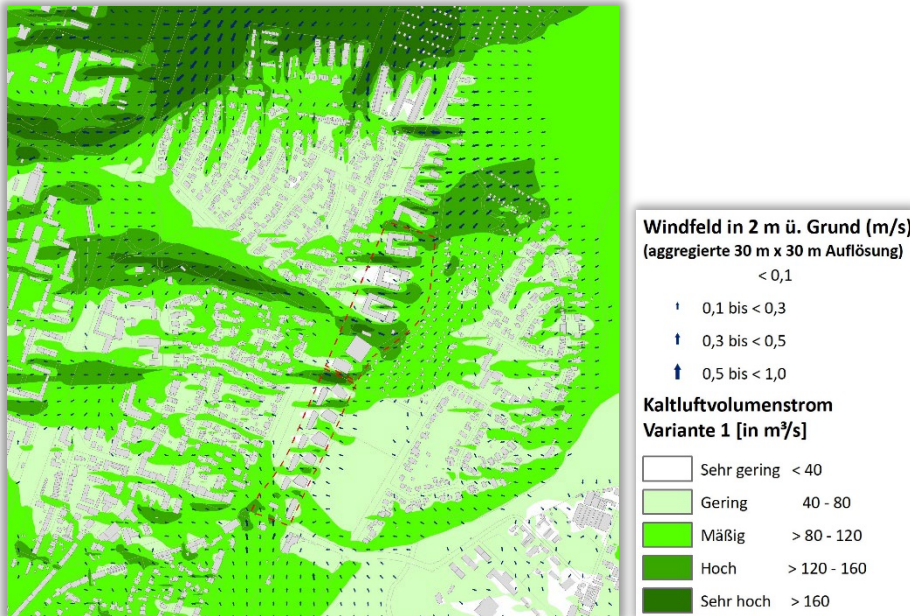


Abb. 4.6: Kaltluftvolumenstrom in der Variante 5

4.7 Zwischenfazit

Die **Abb. 4.7** stellt die flächenhafte prozentuale Verminderung des Kaltluftvolumens aller betrachteten Planvarianten gegenüber. Die Bautypologie der Variante 0 (Entwurf Bebauungsplan gemäß Machbarkeitsstudie) führt zu einer deutlichen Abnahme des Kaltluftvolumens im Bereich Gondershauser/Ladenburger Straße (**A**). Dies ist auf die Hinderniswirkung des nördlichen Baufeldes zurückzuführen.

Im klimatisch optimierten Planfall 1 trägt eine Abstandsfläche im nördlichen Baufeld wirksam zur Verringerung der planbedingten Hinderniswirkung bei. Dies zeigt sich in der rasterhaften Abnahme des Kaltluftvolumens gegenüber dem Basisszenario. So ist im Einflussbereich der Abstandsfläche der Effekt auf das Strömungsfeld gering. Die zuvor vorhandene Zone mit flächendeckender Verringerung wird quasi unterbrochen (**B**).

Ein vergleichbarer Effekt zeigt sich auch in Variante 2, welche von einer Vereinzelung der Baukörper im nördlichen Baufeld geprägt ist. Gegenüber der Variante 1 ist eine noch geringere Hinderniswirkung des nördlichen Baufeldes zu beobachten (**C**).

Die Spiegelung der Bautypologie des südlichen Baufeldes auf das nördliche in Variante 3 zeigt eine geringere Beeinflussung des Kaltluftvolumens als Variante 0. Möglicherweise ist dies auf ein geringeres Bauvolumen zurückzuführen (**D**).

Analog zu Szenario 2 weist auch die Variante 4 zwei Abstandsflächen im nördlichen Baufeld auf, welche die Durchlüftung in Richtung Bestand unterstützen (**E**). Gegenüber der Variante 0 ist daher die von einer Abnahme betroffene Fläche deutlich geringer. Die breitere Abstandsfläche in der optimierten Variante 4 verringert die Hinderniswirkung zusätzlich (**F**).

Die zwei Abstandsflächen in Variante 5 führen ebenfalls zu einer vergleichsweise geringeren Abschwächung des Kaltluftvolumens (**G**). Gegenüber der Variante 4 nimmt die von einer Abnahme betroffene Fläche noch



weiter ab (Abb. 4.8). Insgesamt gesehen tragen die in Kap. 1.4 beschriebenen Maßnahmen gegenüber dem alten Planstand wirksam zur Minimierung baubedingter Beeinträchtigungen des Luftaustausches bei.

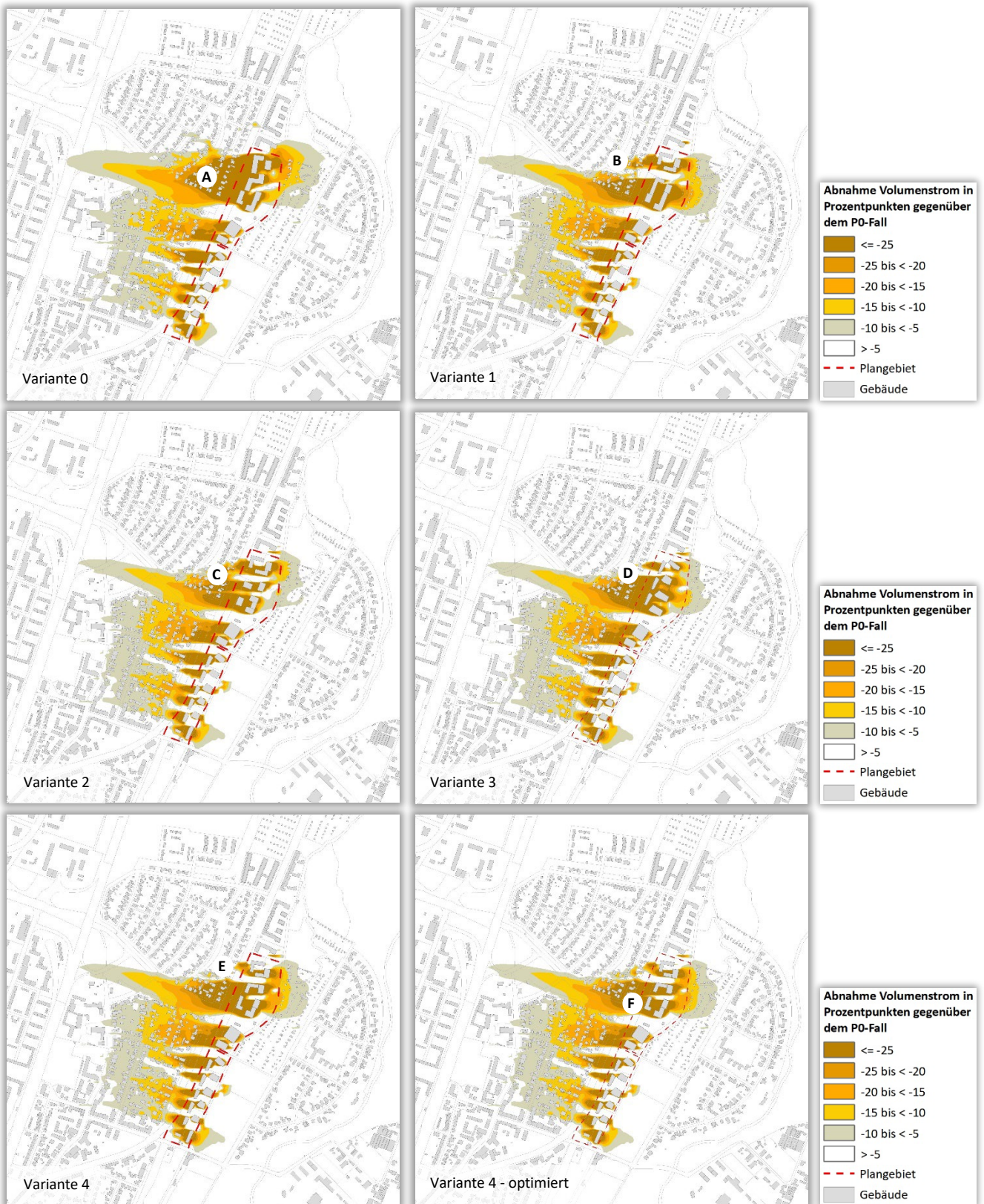


Abb. 4.7: Differenz Kaltluftvolumenstrom Planvarianten 0 bis 4 – Basisszenario im Vergleich

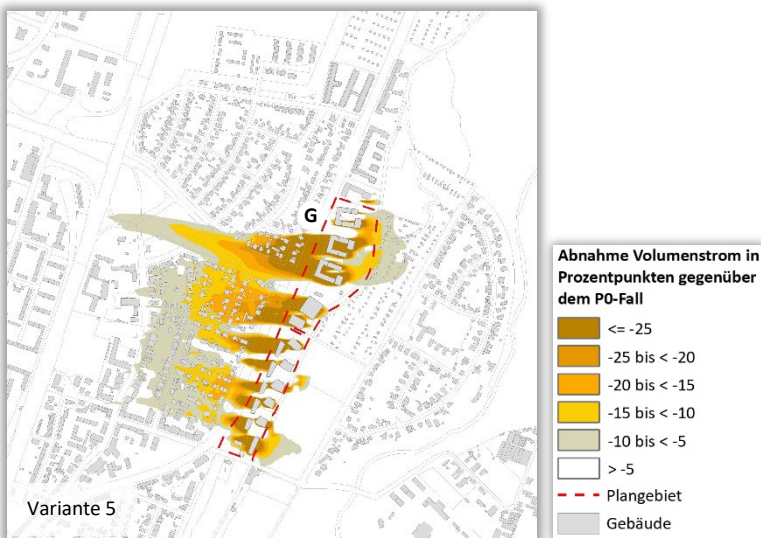


Abb. 4.8: Differenz Kaltluftvolumenstrom Planvariante 5 – Basisszenario im Vergleich

Um den Einfluss auf die Kaltluftvolumenstromdichte im Umfeld des Planareals zu bilanzieren, wird für die betroffenen Baublöcke die durchschnittliche Verminderung des Kaltluftvolumens berechnet. Die flächenhafte Verringerung des Kaltluftvolumens um mehr als 10 Prozentpunkte gegenüber dem Basisszenario kann wie in Kap. 2.3 eingeführt gemäß VDI 3787 Blatt 5 (2003) als „hohe vorhabenbedingte Auswirkung“ eingestuft werden. Es wird allerdings nicht konkret beschrieben, wie diese Schwelle im Planungsprozess zu ermitteln und zu bewerten ist. Es ist weder klar benannt, wo die 10% zu bemessen sind, noch welche Quantität der Kaltluftreduzierung erreicht sein müssen (geringe Ausgangswerte des Kaltluftflusses führen sehr schnell zu einer Reduzierung >10%). Die beschriebene Hinderniswirkung des nördlichen Baufeldes in Variante 0 führt zu den insgesamt höchsten mittleren Abnahmen im Bestand (**Abb. 4.9**).

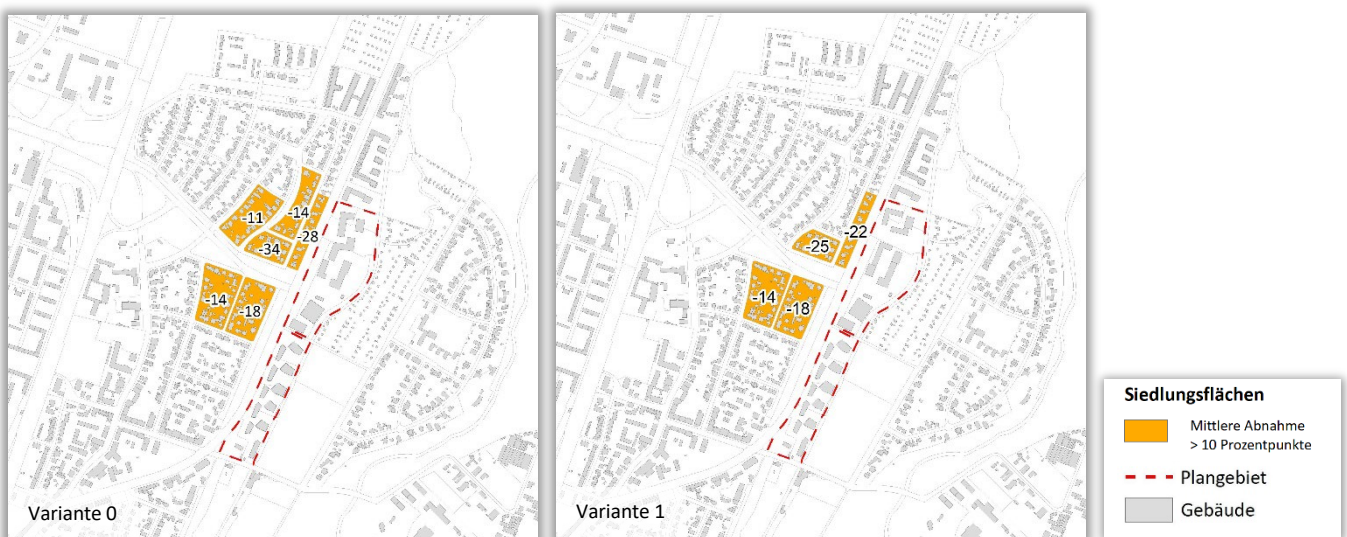


Abb. 4.9: Von einer relevanten Abnahme des Kaltluftvolumenstroms betroffene Siedlungsfläche in den Varianten 0 und 1

Der Bereich Ladenburger Straße/Gondershauser Straße ist in Variante 0 besonders von den planbedingten Auswirkungen auf den Kaltfluthaushalt betroffen. Die höchste mittlere Abnahme beträgt hier minus 34 Prozentpunkte gegenüber dem P0-Fall als Basisszenario. Auch die benachbarten Flächen weisen signifikante Abnahme des Kaltluftvolumens um mehr als -10 Prozentpunkte auf.



Abb. 4.10: Von einer relevanten Abnahme des Kaltluftvolumenstroms betroffene Siedlungsfläche in den Varianten 2 bis 5

Südlich der Heidemannstraße beträgt die höchste Abnahme minus 18 Prozentpunkte. Die flächenhafte Verringerung des Kaltluftvolumens um mehr als 10 Prozentpunkte gegenüber dem Basisszenario kann gemäß VDI 3787 Blatt 5 (2003) als „hohe vorhabenbedingte Auswirkung“ eingestuft werden.



Eine weitere Bilanzierung des Kaltluftvolumens macht deutlich, dass in der optimierten Planvariante 1 die von einer Volumenstromänderung betroffene Siedlungsfläche deutlich verringert ist (**Abb. 4.3**). Während im alten Planstand bezogen auf die windschwachen Sommernächte eine maximale Verminderung um bis zu 34 Prozentpunkte im Bereich Gondershauser Straße zu verzeichnen war, beträgt das Änderungssignal in Variante 1 hier jetzt nur noch minus 25 Prozentpunkte. Der Rückgang südlich der Heidemannstraße im Bereich Kleinlappener Straße beträgt minus 14 bzw. minus 18 Prozentpunkte und entspricht damit der Variante 0.

Die aufgelockerte Bautypologie in Variante 2 spiegelt sich in den blockbezogenen Flächenmittelwerten wider (**Abb. 4.10**). Die aus klimatischer Sicht positiven Eigenschaften zeigen sich sowohl in der rasterhaften Differenz gegenüber dem Plan-0-Fall als auch in den berechneten Flächenmittelwerten. Die maximale Abnahme beträgt nun minus 21 Prozentpunkte nördlich der Heidemannstraße. Die Situation südlich davon wird die Umplanung nicht weiter beeinflusst.

In der Variante 3 liegt die maximale mittlere Abnahme von -23 Prozentpunkte im Bereich Gondershauser Straße/Ladenburger Straße liegt sogar unterhalb der Variante 1 (-25 Prozentpunkte). Dazu trägt auch die günstige Ausrichtung der Baukörper in der zweiten Baureihe bei, welche zu einem hoch ausgeprägten Kaltluftvolumenstrom zwischen den Gebäuden führt.

Die Abnahme im besonders betroffenen Bereich Gondershauser Straße/Ladenburger Straße ist in Variante 4 mit -27 Prozentpunkten deutlich geringer als die der Variante 0, liegt aber immer noch über die der strukturell ähnlichen Variante 1 (-25 Prozentpunkte). Dafür ist die Abnahme innerhalb des langgestreckten Blocks zwischen Gondershauser Straße und Freisinger Landstraße mit -19 Prozentpunkten gegenüber -22 Prozentpunkten in Variante 1 geringer. Die breitere Abstandsfläche in der optimierten Variante 4 führt zu einer Verminderung um -25 Prozentpunkte an der Ladenburger Straße und -18 Prozentpunkte im Bereich Gondershauser/Ladenburger Straße.

Die zwei Abstandsflächen des nördlichen Baufeldes in Variante 5 lassen zwischen Gondershauser Straße und Freisinger Landstraße eine mittlere Abnahme von -14 Prozentpunkten zu beobachten, was von allen Varianten den niedrigsten Wert darstellt. Die Beeinflussung an der Gondershauser Straße ist mit -24 Prozentpunkten vergleichbar mit der Variante 1.

Die Modellsimulationen haben gezeigt, dass der Bestand im Bereich Ladenburger Straße/Gondershauser Straße besonders von den planbedingten Auswirkungen auf den Kaltlufthaushalt betroffen ist. Verschiedene Planvarianten sollen die Durchlüftung in diesem Bereich verbessern. Dahingehend ist bei allen überarbeiteten Varianten gegenüber der Machbarkeitsstudie (Variante 0) eine Verbesserung festzustellen.

Den stärksten Positiveffekt lässt Variante 2 erwarten, was in der vergleichsweise geringen Flächeninanspruchnahme begründet liegt. Mit Blick auf die dynamischen Prozesse des bodennahen Luftaustausches weist die Variante 2 die besten strukturellen Eigenschaften auf. Die Wirkung des südlichen Baufeldes ist in allen Varianten ähnlich ausgeprägt. Die Abnahmen innerhalb der Heidemannstraße als lokaler Durchlüftungsbereich klingen in allen Varianten nach etwa 420 m ab. Die Klimafunktion mit Bezug zur deutlich überwärmten Bebauung im Bereich Maria-Probst-Straße / Frankfurter Rings wird nicht nachhaltig beeinträchtigt.

Die gegenwärtig günstigen bioklimatischen Bedingungen während besagter sommerlicher Witterungssituationen werden sich nicht nennenswert verändern. Eine planbedingte Zunahme der bodennahen Lufttemperatur im Bestand um das Plangebiet wurde nicht festgestellt (vgl. Kap. 3.1 und 3.2).



5 Ergebnisse für die finalen Planvarianten

Im Verlauf des Planungsprozesses unterlagen die Planentwürfe einem stetigen Wandel. Dieser Prozess zielte darauf ab, eine möglichst günstige Gebäudekonstellation und –ausrichtung zu entwickeln, um letztendlich den Einfluss des Planvorhabens auf den Kaltluftvolumenstrom und somit die bioklimatische Situation der angrenzenden Siedlungsbereiche auf ein Minimum zu beschränken. Die Variante 7d stellt den Abschluss dieser Entwicklung dar. In einem weiteren Schritt wurden daraus noch die Untervarianten 7d – 1 bis 3 abgeleitet. Die Variante 7d – 3 stellt sich als die aus klimatischer Sicht günstigste Flächenkulisse heraus. Die Abb. 5.1 stellt den aktuellen städtebaulichen Entwurf dar.



Abb. 5.1: Städtebaulicher Entwurf auf Grundlage der Variante 7d-3 (Quelle: grabner huber lipp, Stand 08.08.2023)



5.1 Variante 7d

Mit der Variante 7d wird eine weitere Optimierung im nördlichen Baufeld vorgenommen. Die Ergebnisse zeigen, dass der breite Durchlüftungsbereich zu einem besseren Einwirken nächtlicher Kaltluft im Bereich Ladenburger/Gondershauser Straße führt. So erstreckt sich die Zone mit einem hohen Kaltluftvolumenstrom bis in die Ladenburger Straße hinein (**Abb. 5.2**).

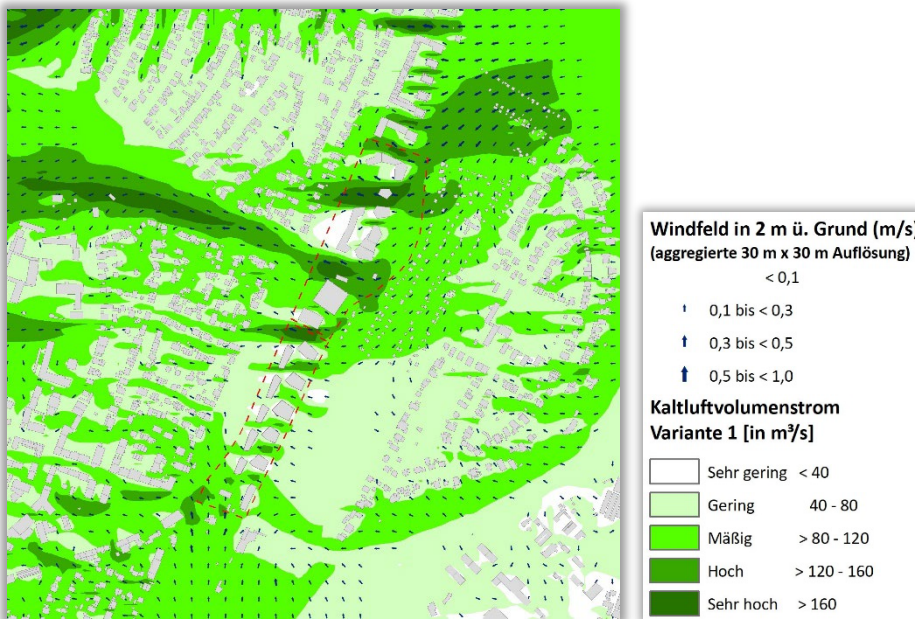


Abb. 5.2: Kaltluftvolumenstrom in Variante 7d

5.2 Variante 7d - 1

Die Variante 7d - 1 basiert auf der Variante 1, allerdings entfällt nun das kleinere Gastronomiegebäude innerhalb der Grünfuge. Zudem wurde die KiTa in das westlich angrenzende Gebäude verlagert, so dass hier weniger überbaute Fläche vorhanden ist (**Abb. 5.3**).

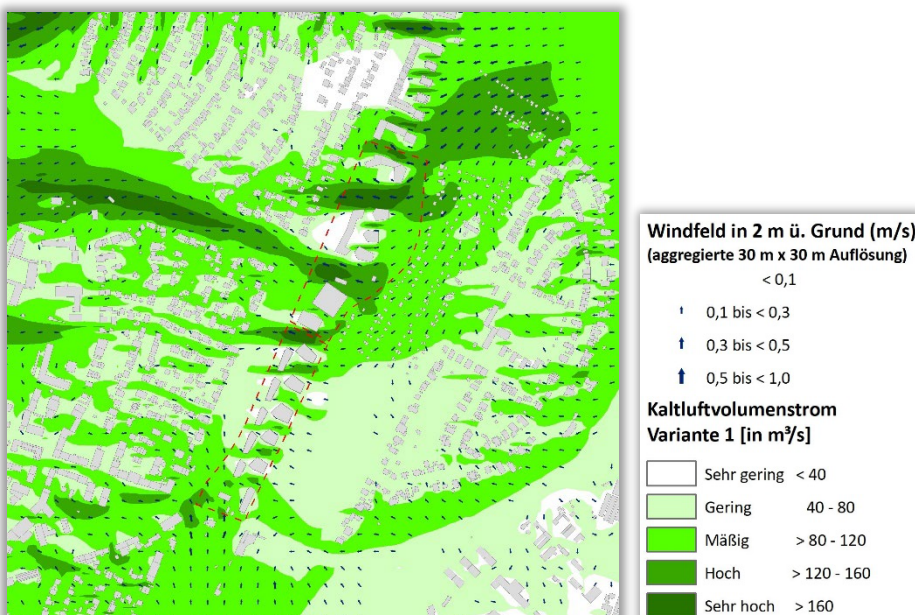


Abb. 5.3: Kaltluftvolumenstrom in Variante 7d - 1



5.3 Variante 7d – 2

Die Variante 7d-2 geht noch einen Schritt weiter, so dass östlich des Gebäuderiegels an der Freisinger Straße lediglich zwei Gebäude verbleiben. Innerhalb der Durchlüftungszone im nördlichen Baufeld ist ein sehr hoher Kaltluftvolumenstrom zu beobachten, welcher sich einer hohen Intensität noch in den westlich angrenzenden Bestand einwirkt.

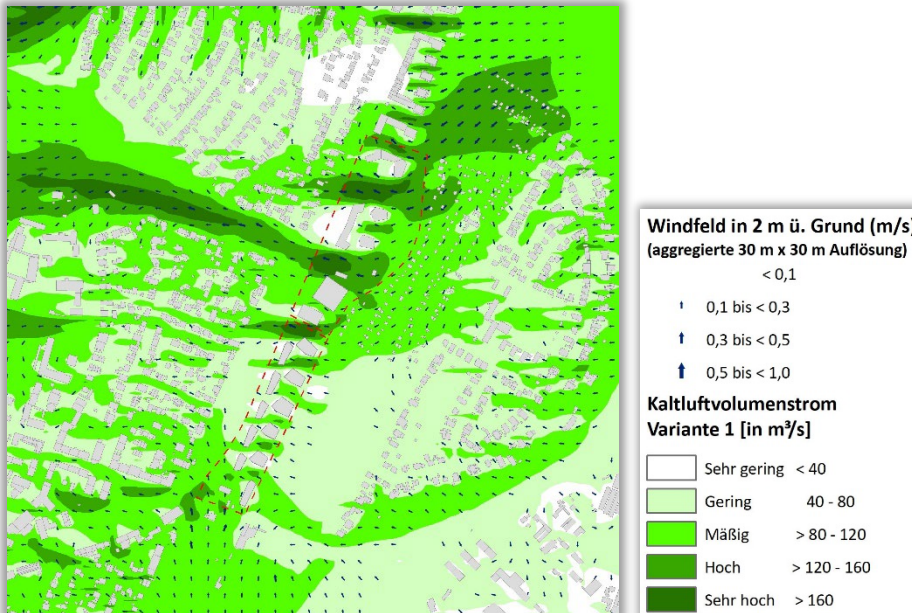


Abb. 5.4: Kaltluftvolumenstrom in Variante 7d - 2

5.4 Variante 7d – 3

Die Variante 7d-3 entspricht weitestgehend der Variante 7d, allerdings wird hier eine Zusammenlegung der Vereinsgebäude angenommen. Dabei entfällt hier das kleinere Gebäude südlich der Sporthalle. Die Verlagerung der Baumasse auf die größere Sporthalle bewirkt eine deutliche Verbesserung der Durchlüftung südlich der Heinemannstraße.

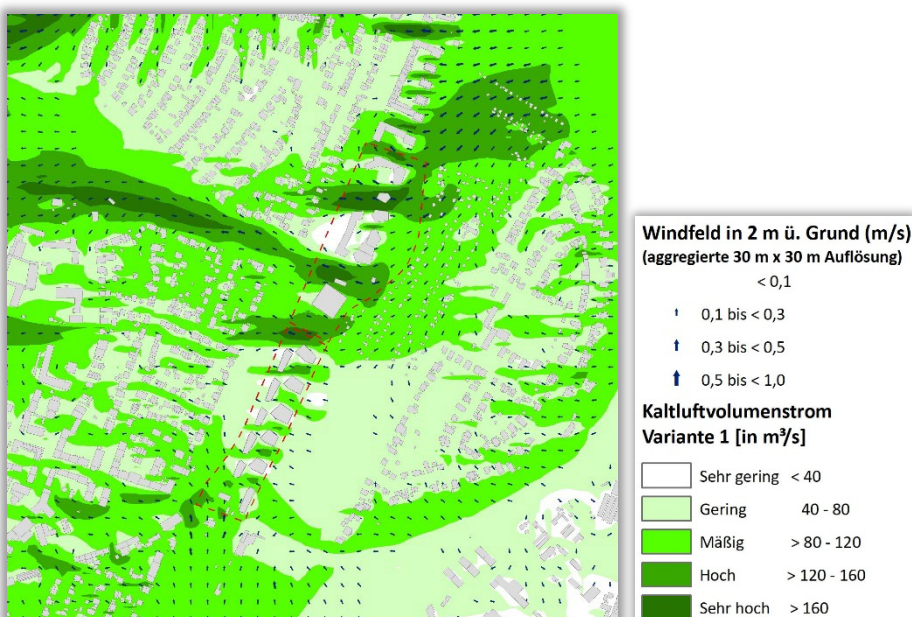


Abb. 5.5: Kaltluftvolumenstrom in Variante 7d - 3

6 Beurteilung der Wirkung der finalen Planvarianten und Schlussfolgerung

Um den Kaltluftvolumenstrom so geringfügig wie möglich zu vermindern, ist es wichtig den Strömungswiderstand der Gebäude auf ein Minimum zu beschränken. Im Verlauf des Planungsprozesses hat sich gezeigt, dass die Grundstruktur der Planvariante 7d die dahingehend besten Eigenschaften aufweist. Im Folgenden werden die Wirkungen sowohl der Variante 7d als auch der daraus abgeleiteten Untervarianten beschrieben.

Finale Planvariante 7d

Die mit der Optimierung vor allem des nördlichen Baufeldes einhergehende Verbesserung der Durchlüftung zeigt sich bei Betrachtung der mittleren Abnahme in den Bestandsflächen. So führt die breitere Durchlüftungszone gegenüber den bisherigen Varianten zu einem besseren Einwirken nächtlicher Kaltluft im Bereich Ladenburger/Gondershauser Straße. Die mittlere Abnahme gegenüber dem P0-Fall beträgt hier nun lediglich 16 Prozentpunkte (**Abb. 6.1**). Die Situation im Bereich des südlichen Baufeldes bleibt hingegen unverändert.

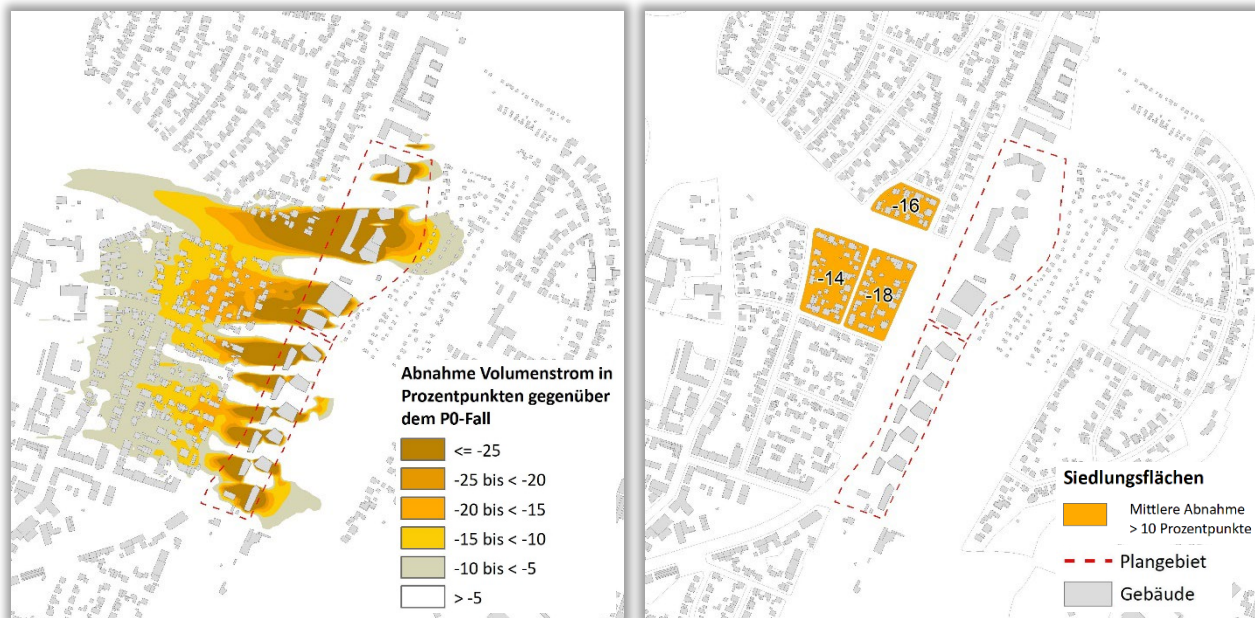


Abb. 6.1: Differenz Kaltluftvolumenstrom in Prozentpunkten gegenüber dem P0-Fall (links) und mittlere Abnahme des Kaltluftvolumens innerhalb betroffener Blockflächen in der Variante 7d (rechts)

Variante 7d – 1

Mit dem Entfall des kleineren Gastronomiegebäudes innerhalb der Grünfuge sowie der Verlagerung der KiTa in das westlich angrenzende Gebäude verändert sich die Durchlüftung nicht signifikant. Das Maß der Beeinflussung entspricht im Wesentlichen der Variante 7d (**Abb. 6.2**). Im Bereich Ladenburger/Gondershauser Straße ist ebenfalls eine mittlere Abnahme des Kaltluftvolumens von minus 16 Prozentpunkten zu beobachten. Auch die Situation südlich der Heinemannstraße bleibt unverändert.

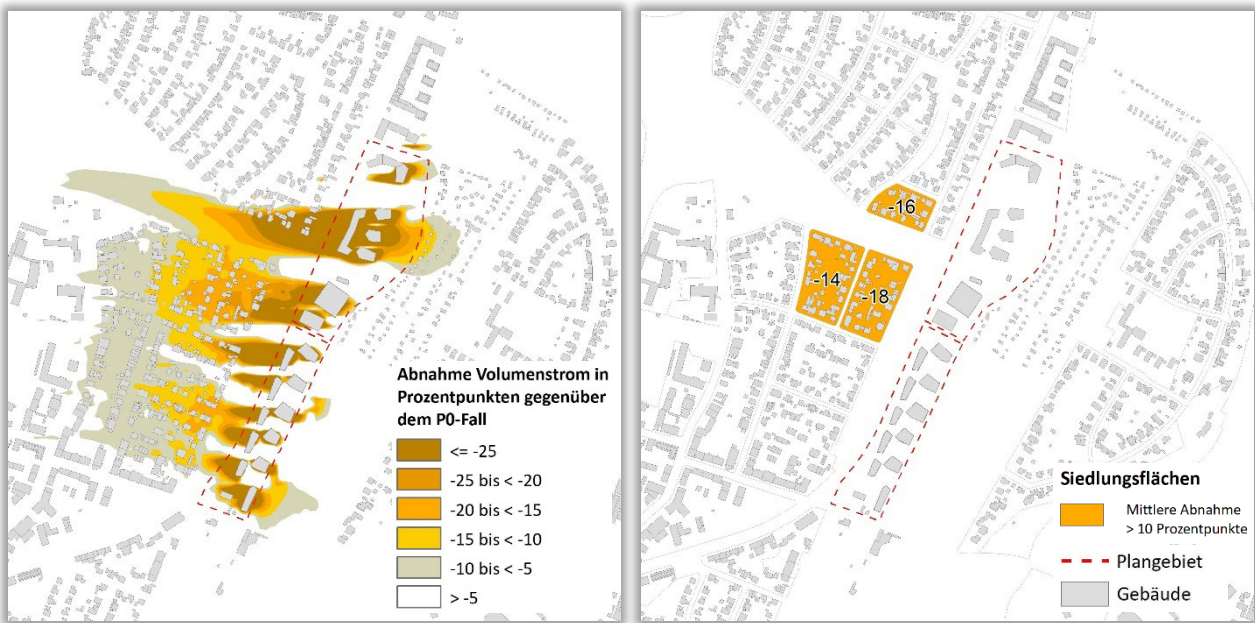


Abb. 6.2: Differenz Kaltluftvolumenstrom in Prozentpunkten gegenüber dem P0-Fall (links) und mittlere Abnahme des Kaltluftvolumens innerhalb betroffener Blockflächen in der Variante 7d - 1 (rechts)

Variante 7d – 2

Die Variante 7d-2 geht noch einen Schritt weiter, so dass östlich des Gebäuderiegels an der Freisinger Straße lediglich zwei Gebäude verbleiben. Eine Bilanzierung des mittleren Kaltluftvolumens zeigt, dass die Abnahme im Bereich Ladenburger Straße in dem Szenario dann nur noch minus 14 Prozentpunkte beträgt (Abb. 6.3).

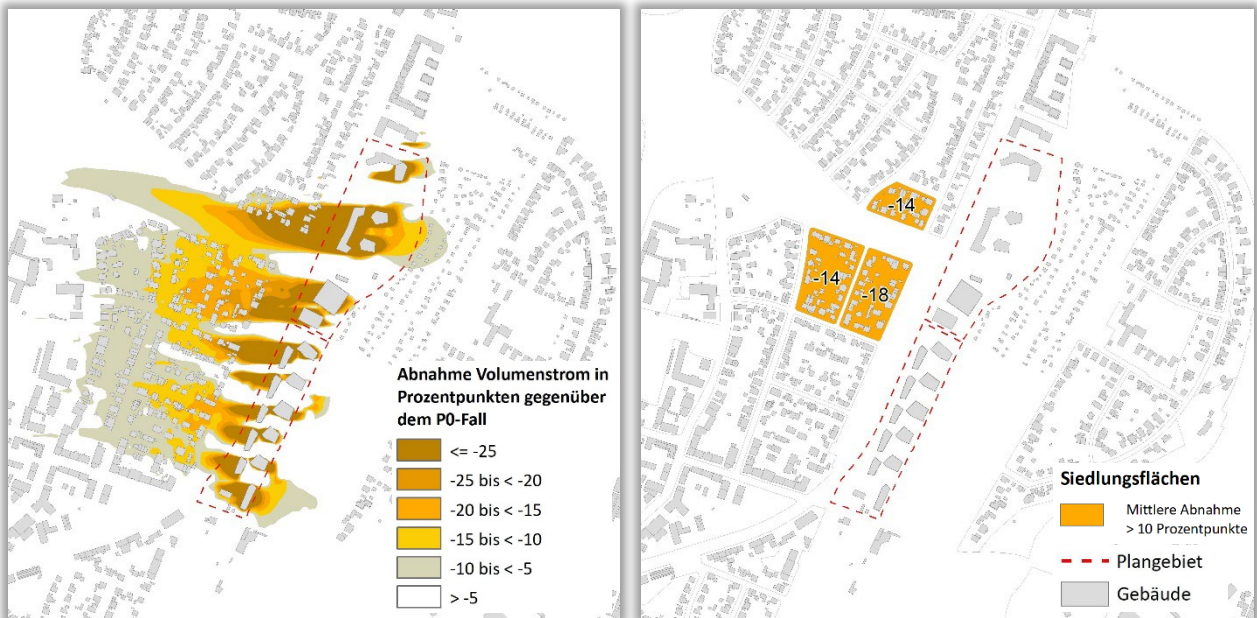


Abb. 6.3: Differenz Kaltluftvolumenstrom in Prozentpunkten gegenüber dem P0-Fall (links) und mittlere Abnahme des Kaltluftvolumens innerhalb betroffener Blockflächen in der Variante 7d - 2 (rechts)

Variante 7d – 3

Die Variante 7d-3 entspricht weitestgehend der Variante 7d, wobei hier aber die Vereinsgebäude zusammengelegt werden. Dabei entfällt hier das kleinere Gebäude südlich der Sporthalle. Die Verlagerung der Bau-masse auf die größere Sporthalle bewirkt eine deutliche Verbesserung der Durchlüftung südlich der Heinemannstraße. Während in der Variante 7d hier eine Verminderung von minus 18 bzw. minus 14 Prozentpunkte zu beobachten war, beträgt die Abnahme jetzt nur noch minus 14 Prozentpunkte bzw. minus 9 Prozentpunkte westlich der Kleinlappener Straße (**Abb. 6.4**).

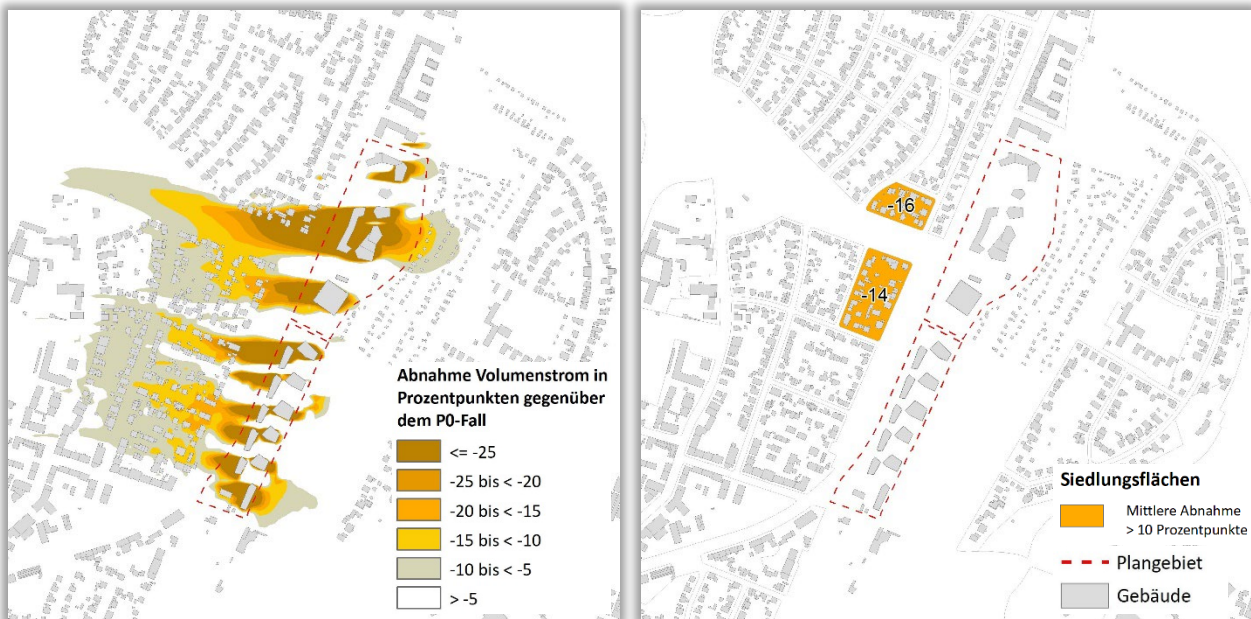


Abb. 6.4: Differenz Kaltluftvolumenstrom in Prozentpunkten gegenüber dem P0-Fall (links) und mittlere Abnahme des Kaltluftvolumens innerhalb betroffener Blockflächen in der Variante 7d - 3 (rechts)

Wenngleich die mittlere Abnahme des Kaltluftvolumens im Vergleich zur Variante 7d – 2 im Bereich Ladenburger/Gondershauser Straße wieder minus 16 Prozentpunkte beträgt, besteht die Stärke der Variante 7d - 3 in der signifikanten Verbesserung der Durchlüftung südlich der Heinemannstraße. In der Gesamtbilanz stellt die Variante 7d – 3 den aus klimatischer Sicht günstigsten Entwurf dar.

Die vorliegende Untersuchung hat zum Ziel, die Auswirkungen einer Umsetzung des aktuellen Bebauungsplanentwurfes mit Grünordnung 2113 auf den nächtlichen Kaltlufthaushalt zu bewerten. Zudem ist der Frage nachgegangen, ob es eine mögliche klimatisch nachteilige Wirkung auf die Isaraue als regionalen Grünzug gibt. Für die klimaökologischen Auswirkungen lassen sich auf Grundlage der im Modell simulierten Klimaparameter folgende Ergebnisse zusammenfassen:

Die Beeinflussung des nächtlichen Kaltluftströmungsfeldes bei austauscharmen sommerlichen Hochdruckwetterlagen führt zu einer lokal begrenzten Abschwächung der Kaltluftlieferung. Dies ist auf den zumeist hohen Grünanteil der Siedlungstypologien entlang der Freisinger Landstraße und das damit im Vergleich zu dichter bebauten Stadtteilen Münchens niedrigere Temperaturniveau zurückzuführen. Eine ausreichende Versorgung mit Kalt-/Frischluft ist aufgrund des auch weiterhin vorhandenen Luftaustausches gewährleistet.

In den optimierten Planvarianten wird die gebäudebedingte Hinderniswirkung durch die vorgesehenen Abstandsflächen minimiert. Im Gegensatz zu Blockrandstrukturen ist somit eine gewisse Durchlässigkeit des Plangebiets der Baufelder für nächtliche Kaltluft gegeben. Der Verzicht auf eine geschlossene Randbebauung wirkt sich vor allem entlang der Freisinger Landstraße im südlichen Teilgebiet klimatisch günstig aus.

Auch das Freihalten des Quartiersplatzes von einer Bebauung trägt wirksam zur Minimierung baubedingter Beeinträchtigungen des Luftaustausches bei. Im bisherigen Entwurf sind somit verschiedene Maßnahmen berücksichtigt worden. Aufgrund der Nähe zum Regionalen Grünzug ist nicht davon auszugehen, dass es östlich der Freisinger Landstraße zu einer weiteren städtebaulichen Entwicklung mit entsprechenden klimatischen Summenwirkungen kommen wird.

In der vorliegenden Untersuchung wird zwar nur ein Teil des regionalen Grünzugs modelliert. Hinsichtlich der Auswirkungen auf die regionale Klimafunktion der Isaraue kann jedoch festgehalten werden, dass nördlich der Planfläche bereits jetzt eine bauliche Vorbelastung gegeben ist. Die Lage der geplanten Baufelder entlang der Freisinger Landstraße und die Ausrichtung der Baugrenzen an der sich nördlich anschließenden Bestandsbebauung verringern den für den Luftaustausch zur Verfügung stehenden Querschnitt innerhalb der Isaraue nur unwesentlich. Aufgrund der großräumigen Rahmenbedingungen hat das Planvorhaben auf regionaler Ebene keinen Einfluss auf das Entstehen des Alpiner Pumpens. Die Flächenkulisse im Umfeld des Planareals zeigt Abb. 6.5. Auch die regionale Funktion des Grünzugs Isartal wird nicht beeinträchtigt, da die geplante Bebauung im Norden an Bestandsgebäude angrenzt (**A**).



Abb. 6.5: Flächenkulisse mit Bestandsgebäuden (Schwarz) und geplanten Baukörpern (Grau) im Bereich des Regionalen Grünzugs

Da bestehende und geplante Baukörper nach Osten hin in einer Linie abschließen, wird der für die Durchlüftung zur Verfügung stehende Querschnitt des Grünzugs nicht nennenswert eingengt. Zwar nimmt das Bauvolumen im Randbereich des Grünzugs zu. Allerdings schließt sich nördlich des Planareals unmittelbar die Bestandsbebauung an, so dass die Baufelder in einer Linie verlaufen bzw. sich die „Stirnfläche“ der baulichen Hindernisse nicht sonderlich verbreitert (**B**). Die planbedingten Auswirkungen bei einer Anströmung aus südlichen Richtungen unter dem Einfluss des Alpiner Pumpens können als geringer ein als bei der im Gutachten betrachteten Witterungssituation eingeschätzt werden. Die planungsbedingten Auswirkungen sind somit im Wesentlichen als lokal bedeutsam einzuordnen.

Wenngleich eine Beeinflussung des lokalen Luftaustausches sichtbar wird, sind die geplanten baulichen Veränderungen in der optimierten Variante 7d-3 nicht groß genug, um eine nennenswerte Verschlechterung der klimaökologischen Situation in der umliegenden, bestehenden Wohnbebauung während windschwacher Sommernächte auszulösen. In der Gesamtbilanz ist die planbedingte Wirkung insbesondere auf vorhandene



Wohnnutzungen quantitativ gesehen zwar als hohe aber gleichzeitig lokal begrenzte Abschwächung anzusehen. Die nächtliche Versorgung mit Kalt-/Frischluft zugunsten der in Richtung auf die Kernstadt zunehmend dichter bebauten Siedlungsflächen wird nicht beeinträchtigt. Mit Blick auf die geringe thermische Vorbelastung während sommerlicher Wetterlagen sowie die gute flächeninterne nächtliche Abkühlung ist die Nutzungsänderung aus klimatischer Sicht als vertretbar einzuordnen. Die im städtebaulichen Rahmenplan vorgesehene Abstandsfläche ist mit einer Breite von 50 m ausreichend dimensioniert und gewährleistet auch weiterhin einen Luftaustausch im Bereich Heidemannstraße.

Die - ausgehend von der finalen Planvariante 7d - weiteren Optimierungen tragen nachweislich zur Verringerung der planbedingten Auswirkungen bei und führen dazu, dass die geplante Bebauung aus klimaökologischer Sicht als vertretbar angesehen werden kann. Als wichtigster Beitrag ist die breite Durchlüftungszone im nördlichen Baufeld anzusehen, welche in der finalen Variante 7d-3 mit knapp 50 m im Osten und ca. 70 m nach Westen hin die Durchlüftung des Bestands unterstützt. Gegenüber der Ausgangsvariante 0 kann die Verringerung des Kaltluftvolumenstroms von -34 Prozentpunkten auf nun -16 Prozentpunkte abgemildert werden. Gleichzeitig geht auch die von einer Reduzierung betroffene Siedlungsfläche zurück. Während in der Ausgangsvariante 0 nördlich der Heinemannstraße noch drei Blockflächen eine Reduzierung um mehr als -10 Prozentpunkte aufweisen, ist es in Variante 7d-3 lediglich eine.

Positiv ist auch die in Variante 7d-3 vorgesehene Zusammenlegung der Vereinsgebäude zu sehen, wobei das kleinere Gebäude südlich der Sporthalle entfällt und somit auch die Durchlüftung südlich der Heinemannstraße verbessert wird. Eine Verminderung des Kaltluftvolumens um mehr als 10 Prozentpunkte ist nur noch westlich der Kleinlappener Straße anzutreffen.

Ein relevanter Eingriff im Bereich von Kaltluftleitbahnen mit Bezug zu belasteten Gebieten als Wirkungsraum liegt nicht vor. Obwohl es nach VDI 3787 Blatt 5 zu hohen vorhabenbedingten Auswirkungen mit Werten über der Erheblichkeitsschwelle von 10 % kommt, ist die Nutzungsänderung in diesem konkreten Gebiet als vertretbar einzuordnen. Dies wird durch die geringe thermische Vorbelastung während sommerlicher Wetterlagen sowie die gute flächeninterne nächtliche Abkühlung im Plangebiet und in direkt angrenzenden Flächen begründet.

Einschätzung der klimatischen Auswirkungen von Lärmschutzbauten

Die verkehrliche Situation im Bereich der Freisinger Landstraße macht eine Lärmschutzwand in der nördlichen Abstandsfläche erforderlich, um die Kita-Freifläche vor Schalleintrag zu schützen. Sie wird eine Länge von insgesamt ca. 63 m und eine Höhe von 2,5 m bis 3 m über Gelände aufweisen. Die Lage der Lärmschutzwand zeigt **Abb. 6.6**. Sie rahmt den Außenbereich im Süden und Westen ein und verläuft bis zum Haus 8. Mit

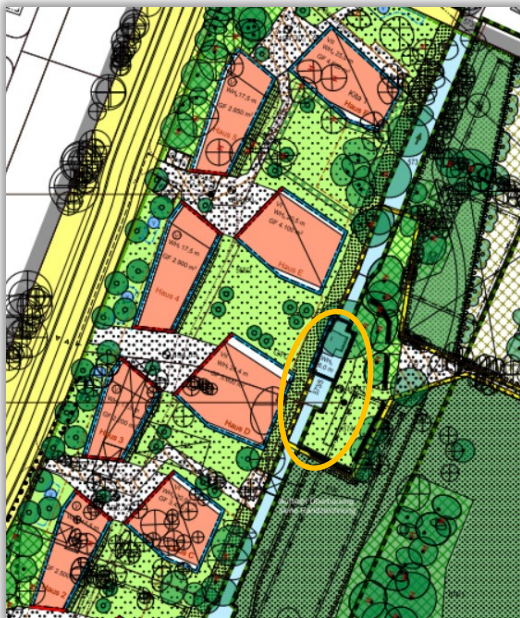


einer Höhe von 3 m wird das Einwirken von Kaltluft zwar zeitlich verzögert. Es ist aber zu erwarten, dass dieses lineare Hindernis mit dem Anstieg der Kaltluftmächtigkeit in den ersten Nachtstunden überströmt wird. Mit Blick auf die Intensität des Luftaustausches und der Nähe zum Freiraum ist durch die Lärmschutzwand zum Beurteilungszeitpunkt 04 Uhr morgens keine nennenswerte zusätzliche Verminderung des Kaltluftvolumens in den betrachteten Bestandsflächen zu erwarten.

Abb. 6.6: Verlauf der Lärmschutzwand im Bereich des nördlichen Durchlüftungsbereiches



Eine weiterer Lärmschutz wird für das Wasserkraftwerk am Garchingener Mühlenbach notwendig. Am Kraftwerk ist für den Rechenbereich eine Einhausung auf einer Länge von 8m und mit einer Höhe von 4 m vorgesehen. Darüber hinaus soll für den Bypassbetrieb eine Lärmschutzwand entstehen. Diese wird mit einer Höhe von 3 m und einer Länge von 5 m als nördliche Verlängerung an das Kraftwerksgebäude angeschlossen (**Abb. 6.7**).



Die Klimasimulation zeigt für das Umfeld des Kraftwerks einen nach Westen hin ausgerichteten Kaltluftvolumenstrom, welcher eine mittlere Ausprägung ausweist. Dieser erreicht den sich an das Kraftwerk anschließenden Blockinnenbereich und geht im weiteren Verlauf aufgrund des von der geplanten Bebauung ausgehenden Abschattungseffekt zur Freisinger Landstraße hin auf ein geringes Niveau zurück.

Der Einfluss dieser Lärmschutzbauten auf den lokalen Luftaustausch ist als gering anzusehen, da die wesentliche Hinderniswirkung bereits von der geplanten Bebauung ausgeht. Aufgrund der Intensität des Luftaustausches ist auch keine negative Auswirkung für die Durchlüftung des Baufeldes selbst zu erwarten.

Abb. 6.7: Standort Wasserkraftwerk

7 Allgemeine Planungshinweise

Im Folgenden werden weitere Hinweise zur Verringerung der Wärmebelastung in den Siedlungsflächen sowie zur Aufenthaltsqualität im Freien gegeben.

Grünflächen und Aufenthaltsbereiche im Freien

Eine intensive Begrünung des Straßenraums und die Aufwertung der Bebauung mit Bäumen steigern die Aufenthaltsqualität im Freien beträchtlich, da somit große beschattete Bereiche geschaffen werden. Damit wird das Gehen/Radfahren im Schatten ermöglicht. Innerhalb der Abstandsfläche in Höhe der Heidemannstraße sollte allerdings auf dichte Vegetationselemente wie Gehölze und Hecken verzichtet werden, da diese die bodennahe Kaltluftströmung beeinträchtigen können. Ein Baumanteil von etwa 30 % sollte nicht überschritten werden. Ein weiteres klimaausgleichendes Gestaltungselement können Brunnenanlagen in Platzbereichen bzw. Freiflächen darstellen. Insbesondere die Temperaturspitzen können kleinräumig durch die durch Wasserflächen erzeugte Verdunstungskälte reduziert werden und die Aufenthaltsqualität im Freien verbessern. Für das geplante Quartier bzw. das siedlungsnah Grün sind bereits verschiedene klimatisch wirksame



Abb. 7.1: Klimatisch günstige Ausgestaltung von Freiflächen

Durch diese heterogene Anordnung wird sichergestellt, dass sowohl die nächtliche Abkühlung der Luft als auch der Aufenthalt am Tage für alle Zielgruppen optimiert ist.

Verringerung der Wärmebelastung im Siedlungsraum

Während am Tage die direkte, kurzweilige Strahlung der Sonne wirksam ist, geben nachts Bauwerke und versiegelte Oberflächen die tagsüber gespeicherte Energie als langwellige Wärmestrahlung wieder ab. Durch die Verringerung des Wärmeinputs am Tage wird gleichzeitig weniger Strahlungsenergie in der Baumasse

Elemente wie einen hohen Grünflächenanteil, Baumgruppen sowie Freizeitflächen am Garchinger Mühlenbach vorgesehen. Für die strukturelle Ausgestaltung der Grünanlage lassen sich die folgenden Hinweise geben.

Städtische Grün- und Freiflächen sollten möglichst vielfältige Mikroklimata bereitstellen, wobei als Leitbild der erweiterte „Savannentyp“ dienen kann (KUTTLER 2013). Er besteht zu einem großen Anteil aus gut wasserversorgten Rasenflächen und kleinen Baumgruppen, die mit offenen multifunktionalen Wasserflächen (z.B. Wasserspielplatz und Retentionsraum für Starkregenereignisse), Hügel Landschaften, verschatteten Wegen und Sitzgelegenheiten sowie weiteren Strukturmerkmalen (Beete, Rabatten, Blumenwiesen, Sukzessionsflächen) angereichert sind (**Abb. 7.1**). Ziel sollte sein, möglichst vielgestaltige „Klimaoasen“ zu schaffen, welche ein abwechslungsreiches Angebot für die unterschiedliche Nutzungsansprüche der Menschen (z.B. windoffene und windgeschützte Bereiche, offene „Sonnenwiesen“, beschattete Bereiche) darstellen.



gespeichert und damit in der Nacht auch weniger Wärme an die Luft abgegeben. Neben einer hohen Grün- ausstattung lässt sich zudem durch die Verwendung von hellen Baumaterialien die Reflexion des Sonnenlichtes (Albedo) erhöhen, so dass ebenerdig versiegelte Flächen oder auch Fassaden stärker zurückstrahlen. Dadurch bleiben sie kühler und nehmen damit insgesamt weniger Wärmeenergie auf.

Bedeutung von Dach- und Fassadenbegrünung

Zu den weiteren effektiven Maßnahmen, die Erwärmung der Gebäude am Tage abzuschwächen, zählen Dach- und Fassadenbegrünung. Letztere wirkt zweifach positiv auf einen Gebäudebestand ein, da einerseits durch die Schattenspende die Wärmeeinstrahlung am Tage reduziert wird und andererseits über die Verdunstungskälte des Wassers Wärme abgeführt wird. Eine Fassadenbegrünung ist insbesondere an West- und Südfassaden wirksam, da hier die stärkste Einstrahlung stattfindet. Darüber hinaus mindert eine Begrünung die Schallreflexion und damit die Lärmbelastung und kann zu einem gewissen Grad Stäube und Luftschadstoffe binden. Die Möglichkeiten bei der Realisierung einer Fassadenbegrünung werden allerdings entscheidend von der baulichen Ausgangssituation mitbestimmt. Eine positive Wirkung kann auch durch die Verschattung der Südfassaden durch Bäume erbracht werden.

Bei einer Dachbegrünung wirkt die Vegetation zusammen mit dem Substrat isolierend und verringert damit das Aufheizen darunter liegender Räume. Zudem senkt die Dachbegrünung die Oberflächentemperatur des Daches aufgrund der Verdunstung von Wasser ab und verringert die Temperatur in der oberflächennahen Luftschicht. Allerdings kommt es bei einer hohen Traufhöhe von Gebäuden zu einer vertikalen Entkopplung der positiven Effekte. Nur relativ niedrige Gebäude (< 5 m) mit Dachbegrünung können zu einem im bodennahen Bereich positiven Abkühleffekt beitragen. Gründächer auf 4-5 geschossigen Gebäuden zeigen in der untersten Schicht der Stadtatmosphäre (= Aufenthaltsbereich des Menschen) keinen nennenswerten positiven Temperatureffekt. Voraussetzung für die Kühlwirkung ist allerdings immer ein ausreichendes Wasserangebot für die Vegetation. Sollte bei längeren Hitzeperioden die Vegetation austrocknen, steigen die Temperaturen wieder auf das Niveau eines normalen Daches an und können sogar darüber hinausgehen. Der Kühlungseffekt für die Innenräume bleibt dabei aber erhalten. Im Winter isoliert ein Gründach zusätzlich und kann zur Senkung des Heizbedarfes beitragen. Ein weiterer Vorteil von Dachbegrünung ist im Retentionsvermögen von Regenwasser zu sehen, wodurch die Kanalisation vor allem bei Starkregenereignissen entlastet wird.



8 Literatur

BRÜNDL, W., Mayer, H., Baumgartner A. (1987): Untersuchung des Einflusses von Bebauung und Bewuchs auf das Klima und die lufthygienischen Verhältnisse in bayerischen Großstädten – STADTKLIMA BAYERN. Abschlussbericht zum Teilprogramm Klimamessungen in München. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, Materialien 43, München.

GEO-NET Umweltconsulting GmbH (2014): Stadtklimaanalyse Landeshauptstadt München. Gutachten im Auftrag der LH München.

KUTTLER, W. (2013): Klimatologie. Kapitel: Lokale Maßnahmen gegen den globalen Klimawandel. Paderborn: Schöningh (2. Auflage).

MAYER, H. & MATZARAKIS, A. (1992): Stadtklimarelevante Luftströmungen im Münchner Stadtgebiet. – Forschungsvorhaben Stadtluft, Abschlussbericht, Lehrstuhl für Bioklimatologie u. Meteorologie Univ. München. 96 S.

MOSIMANN, Th., P. TRUTE & Th. FREY (1999): Schutzgut Klima/Luft in der Landschaftsplanung. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen, Heft 4/99.

VDI (2003): Richtlinie VDI 3787 Blatt 5 Umweltmeteorologie – Lokale Kaltluft. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf.



9 Glossar

Ausgleichsleistung: Durch lokalen → Luftaustausch bzw. Lufttransport zwischen → Ausgleichs- und → Wirkungsraum wird eine positive Beeinflussung der bioklimatischen bzw. lufthygienischen Verhältnisse erzielt.

Ausgleichsraum: Grüngeprägte, relativ unbelastete Freifläche, die an einen Wirkungsraum angrenzt oder mit diesem über wenig raue Strukturen (→ Leitbahnen) verbunden ist. Durch die Bildung kühlerer und frischerer Luft sowie über funktionsfähige Austauschbeziehungen trägt dieser zur Verminderung oder zum Abbau der Belastungen im Wirkungsraum bei. Mit seinen günstigen klimatischen und lufthygienischen Eigenschaften bietet er eine besondere Aufenthaltsqualität für Menschen.

Austauscharme Wetterlage: → Strahlungswetterlage

Autochthone Wetterlage: → Strahlungswetterlage

Autochthones Windfeld: Kaltluftabflüsse und Flurwinde, welche sich als eigenbürtige, landschaftsgesteuerte Luftaustauschprozesse während einer windschwachen sommerlichen → Strahlungswetterlage ausbilden.

Bioklima: Beschreibt die direkten und indirekten Einflüsse von Wetter, Witterung und Klima (=atmosphärische Umgebungsbedingungen) auf die lebenden Organismen in den verschiedenen Landschaftsteilen, insbesondere auf Menschen.

Eindringtiefe: Reichweite einer Kalt-/Frischluchtströmung in den → Wirkungsraum hinein, ausgehend vom Bebauungsrand.

Flurwind: Thermisch bedingte schwache Ausgleichsströmung, die durch horizontale Temperatur- und Druckunterschiede zwischen vegetationsgeprägten Flächen (z.B. innerhalb einer Bebauung oder auch im Umland) und (dicht) bebauten Gebieten entsteht. Er strömt vor allem in den Abend- und Nachtstunden schubweise in das Zentrum der Überwärmung (meist Innenstadt oder Stadtteilzentrum) ein.

Inversion: Wenn am Tage bei intensiver Sonneneinstrahlung der Boden und die darüber lagernde Luft aufgeheizt werden, steigt diese auf und führt zu einer guten Durchmischung der Luftschicht. Die Temperatur der Luft nimmt dabei mit der Höhe allmählich ab. Während einer nächtlichen → Strahlungswetterlage kann eine umgekehrte Situation entstehen, bei der die oberen Luftschichten wärmer sind als die im bodennahen Bereich. Der Luftaustausch mit der Höhe ist dann reduziert, da die Kaltluft aufgrund ihrer höheren Dichte am Erdboden verbleibt.

Kaltluftabfluss: An wenig rauen Hängen und Tälern mit genügendem Gefälle (theoretisch ab etwa 0,5°) setzt sich die Kaltluft aufgrund der Schwerkraft, dem Gefälle folgend, in Bewegung. Der Abfluss erfolgt schubweise. Er setzt bereits vor Sonnenuntergang ein und kann die ganze Nacht andauern.

Kaltluftvolumenstrom: Unter dem Begriff Kaltluftvolumenstrom versteht man, vereinfacht ausgedrückt, das Produkt aus der Fließgeschwindigkeit der Kaltluft, ihrer vertikalen Ausdehnung (Schichthöhe) und der horizontalen Ausdehnung des durchflossenen Querschnitts (Durchflussbreite). Er beschreibt somit diejenige Menge an Kaltluft in der Einheit m³, die in jeder Sekunde durch den Querschnitt beispielsweise eines Hanges



oder einer Leitbahn fließt. Da die Modellergebnisse nicht die Durchströmung eines natürlichen Querschnitts widerspiegeln, sondern den Strömungsdurchgang der gleichbleibenden Rasterzellenbreite, ist der resultierende Parameter streng genommen nicht als Volumenstrom, sondern als rasterbasierte Volumenstromdichte aufzufassen. Dies kann man so veranschaulichen, indem man sich ein quer zur Luftströmung hängendes Netz vorstellt, das ausgehend von der Obergrenze der Kaltluftschicht² bis hinab auf die Erdoberfläche reicht. Bestimmt man nun die Menge der pro Sekunde durch das Netz strömenden Luft, erhält man den rasterbasierten Kaltluftvolumenstrom.

Klimafunktionen: Prozesse und Wirkungen in der Landschaft, die das örtliche Klima mitbestimmen und Belastungen von Organismen durch besondere Klimabedingungen erhöhen oder abbauen.

Klimaökologie: Analysiert den Einfluss von Klimatelementen und des Klimas auf das Landschaftsökosystem und seinen Haushalt. Untersucht wird weiterhin die Steuerung der bedeutsamen, bodennahen atmosphärischen Prozesse durch die allgemeinen landschaftlichen Strukturgrößen (Relief, Überbauung...).

Komfortraum: Vielfältig strukturierte, bewachsene Freiflächen in Nachbarschaft zum Wirkungsraum mit günstigen bioklimatischen und/oder lufthygienischen Bedingungen. Ihre wichtigsten Eigenschaften sind Immissionsarmut und Klimavielfalt, d.h. es besteht ein Mosaik aus unterschiedlichen Mikroklimaten.

Leitbahnen: Linear ausgerichtet, wenig raue Freiflächen, die den lokalen Luftaustausch fördern, insbesondere den Transport von Kalt-/Frischlufte aus dem Ausgleichsraum in den Wirkungsraum. Die Leitbahneigenschaften bestimmen, in welchem Umfang eine Ausgleichsleistung erbracht wird.

Luftaustausch: Transport von Luftmassen mit bestimmten Eigenschaften durch turbulente Diffusion. Es werden austauschschwache Situationen mit Windgeschwindigkeiten $\leq 1,5$ m/s von austauschstarken mit Windgeschwindigkeiten $\geq 5,5$ m/s unterschieden.

Rauigkeit: Gibt die durch Bebauungs- und/oder Vegetationsstrukturen hervorgerufene Veränderungen des Windfeldes wieder. Als Maß der Rauigkeit fungiert der z_0 -Wert, der in Meter angegeben wird.

Reichweite: → Eindringtiefe

Strahlungswetterlage: Wetterlage mit schwacher Windströmung und ungehinderten Ein- und Ausstrahlungsbedingungen. Die meteorologische Situation in Bodennähe wird bei dieser Wetterlage vornehmlich durch den Wärme- und Strahlungshaushalt und nur in geringem Maße durch die Luftmasse geprägt. Voraussetzung für ihre Ausbildung sind eine geringe Bewölkung von weniger als 3/8 und eine mittlere Geschwindigkeit des Windes von unter 1,5 m/s.

Strömungsfeld: Für den Analysezeitpunkt 04 Uhr morgens simulierte flächendeckende Strömungsfeld der Kaltluftabflüsse und Flurwinde während einer windschwachen → Strahlungswetterlage.

² Die Schichtgrenze wird dort angesetzt, wo die horizontale Fließgeschwindigkeit geringer als $0,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ wird



Ventilationsbahn: Leitbahn, die während austauschstärkerer Wetterbedingungen den Gradientwind aufnimmt und zur Be- und Entlüftung des Wirkungsraumes beiträgt.

Wärmebelastung: Durch Behinderung der Wärmeabgabe des Körpers hervorgerufenen Unbehaglichkeitsempfinden. Wärmebelastung tritt hauptsächlich bei sommerlichen, strahlungsreichen Hochdruckwetterlagen mit hoher Temperatur, hoher Feuchte und geringer Luftbewegung auf (Schwüle).

Wärmeinsel: Derjenige städtische Lebensraum, der gegenüber der Umgebung vor allem abends und nachts eine höhere Lufttemperatur aufweist. Es bilden sich i.d.R. mehrkernige Wärmeinseln in einer Stadt aus. Die Jahresmitteltemperaturen sind in diesen Räumen um 0,5 bis 1,5 Kelvin gegenüber dem Umland erhöht.

Wirkungsraum: Bebauter (oder zur Bebauung vorgesehener), bioklimatisch und/oder lufthygienisch belasteter Raum (Belastungsraum), der an einen oder mehrere Ausgleichsräume angrenzt oder über wenig raue Strukturen angebunden ist. Durch lokale Luftaustauschprozesse erfolgt eine Zufuhr von Kalt-/Frischlufte aus dem → Ausgleichsraum, die zur Verminderung oder zum Abbau der Belastungen beiträgt.

Bebauungsplan 2113 Freisinger Landstraße

Name Analyse der klimaökologischen Auswirkungen des Bebauungsplans mit Grünordnung Nr. 2113 in München, 17.08.2023

Verfasser: GEO-NET Umweltconsulting GmbH

| Abbildung : | Quellenverweis: |
|--------------------------|--|
| Abbildung 1.1, Seite 2 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 1.2, Seite 3 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 1.3, Seite 3 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 1.4, Seite 4 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 1.5, Seite 5 | DWD; bereitgestellt durch die Stadt München |
| Abbildung 1.6, Seite 6 | grabner huber lipp; Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 1.7, Seite 7 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 1.8, Seite 7 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 1.9, Seite 7 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 1.10, Seite 8 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 1.11, Seite 8 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 1.12, Seite 8 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 1.13, Seite 9 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 1.14, Seite 9 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 1.15, Seite 9 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 1.16, Seite 10 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 1.17, Seite 10 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 1.18, Seite 10 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 1.19, Seite 11 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 2.1, Seite 12 | Eigene Abbildung GEO-NET |

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| Abbildung 2.2, Seite 14 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 2.3, Seite 17 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 2.4, Seite 17 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 3.1, Seite 21 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 3.2, Seite 22 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 3.3, Seite 23 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 3.4, Seite 24 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 3.5, Seite 27 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 3.6, Seite 28 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 3.7, Seite 29 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 3.8, Seite 30 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 3.9, Seite 33 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 3.10, Seite 34 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 3.11, Seite 35 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 3.12, Seite 36 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 4.1, Seite 37 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 4.2, Seite 38 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 4.3, Seite 38 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 4.4, Seite 39 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 4.5, Seite 39 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 4.6, Seite 40 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 4.7, Seite 41 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 4.8, Seite 42 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 4.9, Seite 42 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 4.10, Seite 43 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 5.1, Seite 45 | grabner huber lipp |

| | |
|-------------------------|--------------------------|
| Abbildung 5.2, Seite 46 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 5.3, Seite 46 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 5.4, Seite 47 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 5.5, Seite 47 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 6.1, Seite 48 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 6.2, Seite 49 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 6.3, Seite 49 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 6.4, Seite 50 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 6.5, Seite 51 | Eigene Abbildung GEO-NET |
| Abbildung 6.6, Seite 52 | BGSM |
| Abbildung 6.7, Seite 53 | BGSM |
| Abbildung 7.1, Seite 54 | Eigene Abbildung GEO-NET |

Für alle Luftbilder / Hintergrundbilder / Fotos / Tabellen / Abbildungen sind die Quellen nachstehend aufgeführt (Angabe durch den AN):