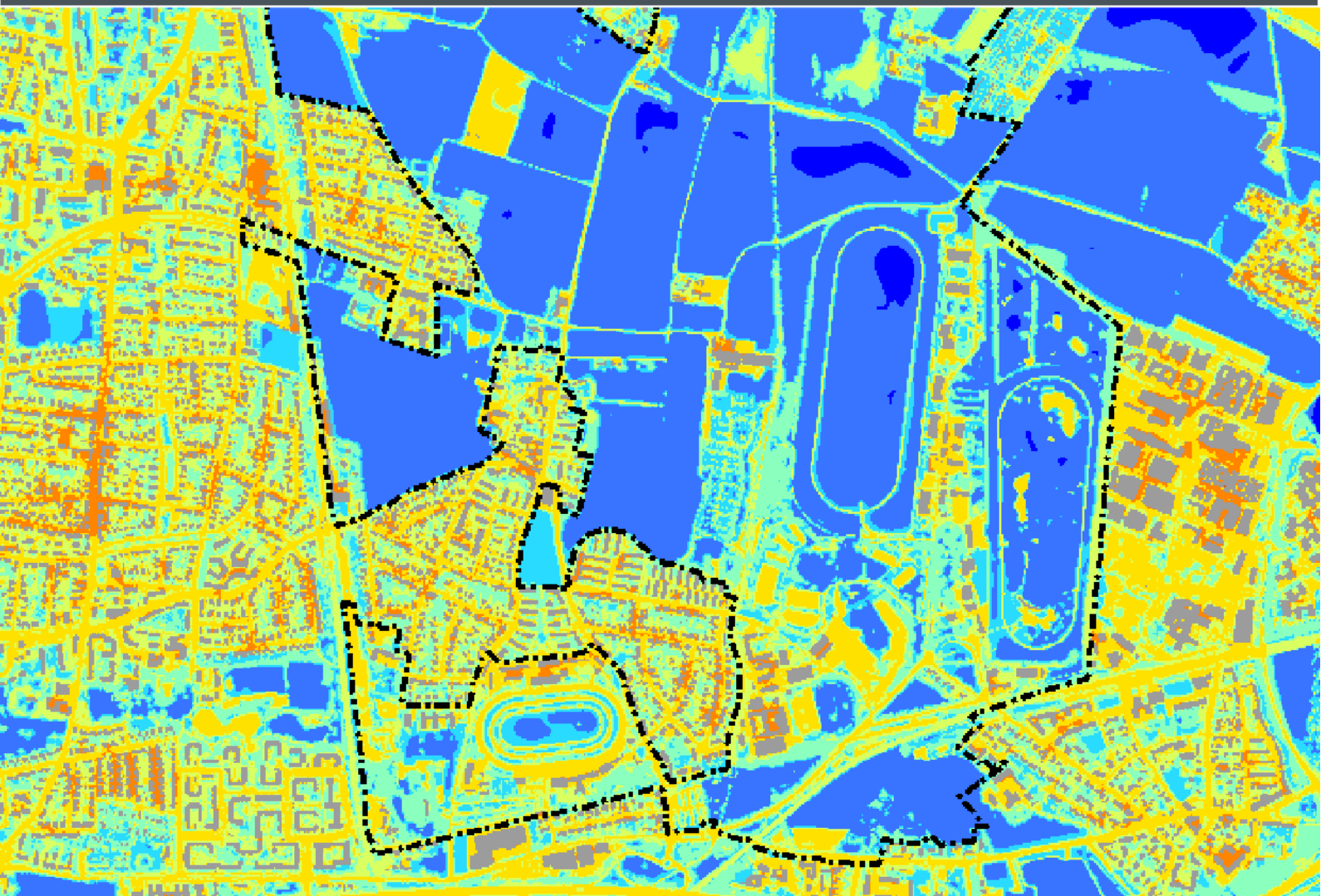




Klimaexpertise zum Projekt „Münchener Nordosten“



Erstellt von:

GEO-NET Umweltconsulting GmbH, Hannover



Im Auftrag von

Landeshauptstadt München

Referat für Stadtplanung und Bauordnung

PLAN-HAII



12.11.2024



Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	1
1. EINLEITUNG	2
2. METHODIK	5
2.1 Datengrundlage	5
2.2 Meteorologische Randbedingungen	10
2.3 Alpines Pumpen	11
3. ERGEBNISSE DER IST- UND 1. PLANSITUATION.....	13
3.1 Lufttemperatur in der Nacht	13
3.2 Bodennahes Windfeld in der Nacht	16
3.3 Kaltluftvolumenstrom in der Nacht.....	19
3.4 Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) am Tag.....	25
4. FAZIT UND PLANUNGSHINWEISE.....	30
4.1 Themenfeld nächtlicher Kaltluftaustausch	30
4.2 Themenfeld thermischer Komfort.....	31
Wärmebelastung in der Nacht.....	31
Zusatz: Mögliche AUSwirkungen der Bahntrasse	32
Wärmebelastung am Tag.....	34
QUELLENVERZEICHNIS	36
5. ANHANG	38
5.1 Die modifizierte Planvariante: Eingangsdaten und Ergebnisse	38
5.1.1 Eingangsdaten der 2. Plansituation	38
5.1.2 Ergebnisse der 2. Planvariante.....	40
5.2 weitere Abbildungen	49

1. Einleitung

Das ca. 600 ha große Plangebiet „Münchener Nordosten“ befindet sich östlich von Daglfing und Engelschalking auf einer Höhenlage zwischen 507 m und 529 m ü. NHN (Abbildung 1). Das Relief im Untersuchungsraum ist leicht abfallend von Süd nach Nord. Mit dem Münchener Nordosten wird ein neues Stadtquartier für bis zu 30 000 Einwohner geschaffen. Je nach Nutzungsdichte können dort 3.600 bis 11.500 Wohnungen entstehen. Auf mindestens der Hälfte der Flächen soll jedoch auch dauerhaft Raum für bestehende Nutzungen wie Landwirtschaft und Pferdesport sowie für den Erhalt der wertvollen Landschaftselemente freigehalten werden.

Geplant ist der neue Stadtteil mit einer Mischung aus Arbeiten und Wohnen, viel Grün, einem neuen Badesee und viel Platz für Radfahrer*innen und Fußgänger*innen sowie einer guten Anbindung mit Bus, Bahn und

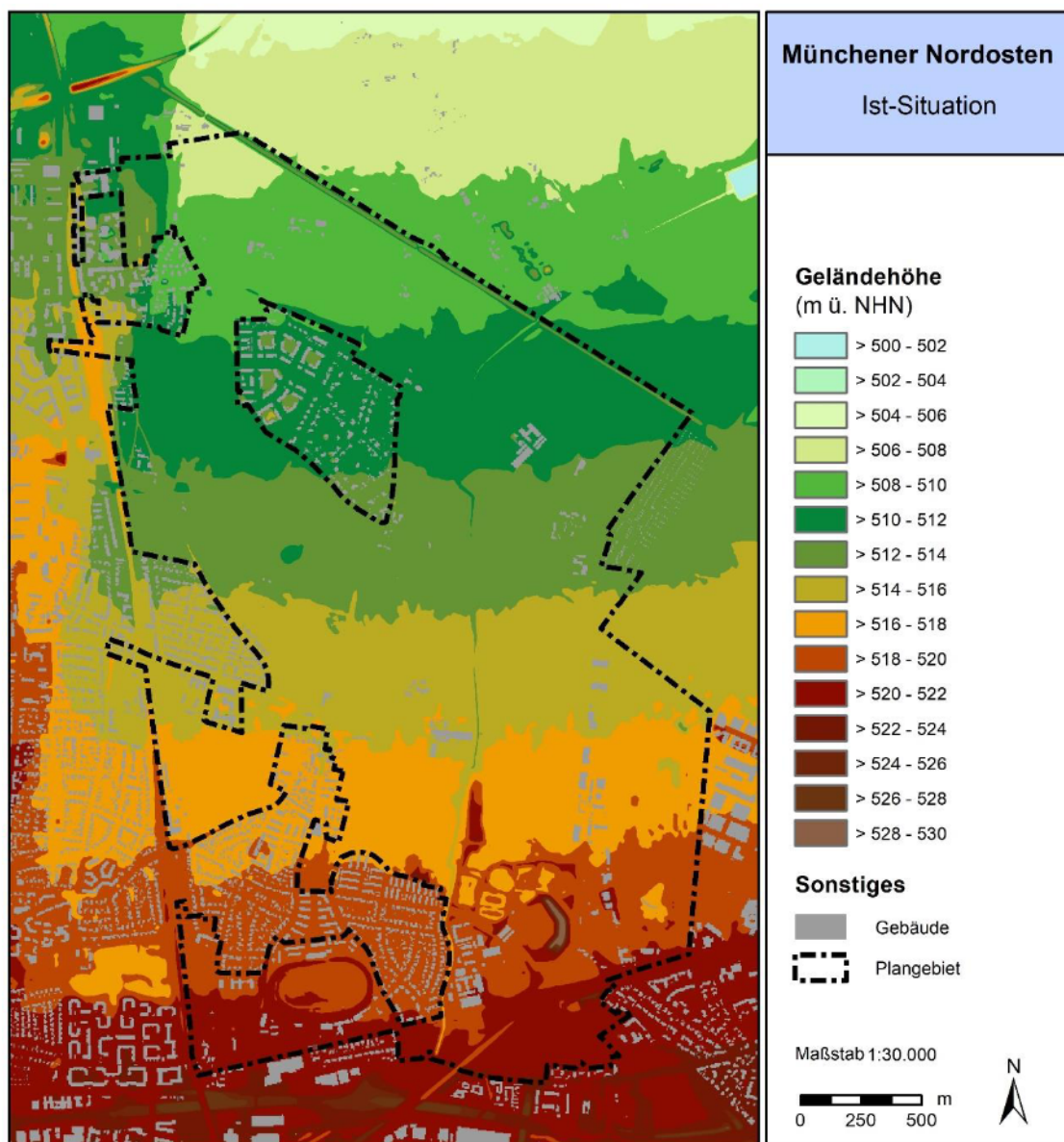


Abbildung 1: Geländehöhe im Untersuchungsgebiet (eigene Darstellung, Datenquelle: Landeshauptstadt München).

Tram an die Innenstadt. Es soll ein Stadtteil der kurzen Wege mit Spielplätzen, Kindertagesstätten, Schulen, einem Kulturzentrum und Jugendtreffs entstehen. Grundlage der weiteren Planungen ist der Entwurf des Düsseldorfer Büros rheinflügel severin gemeinsam mit bbz Landschaftsarchitekten aus Berlin (Abbildung 2). Sie hatten 2020 den städtebaulichen Ideenwettbewerb gewonnen.

Die klimaökologische Ausgangssituation des Untersuchungsraums kann zunächst anhand der Stadtklimaanalyse der Landeshauptstadt München (GEO-NET 2014) beschrieben werden. Aus der Bewertungskarte Stadtklima (Abbildung 3) geht hervor, dass das Plangebiet zu einem großen Teil von Grün- und Freiflächen mit einer mittleren bis sehr hohen bioklimatischen Bedeutung geprägt ist.

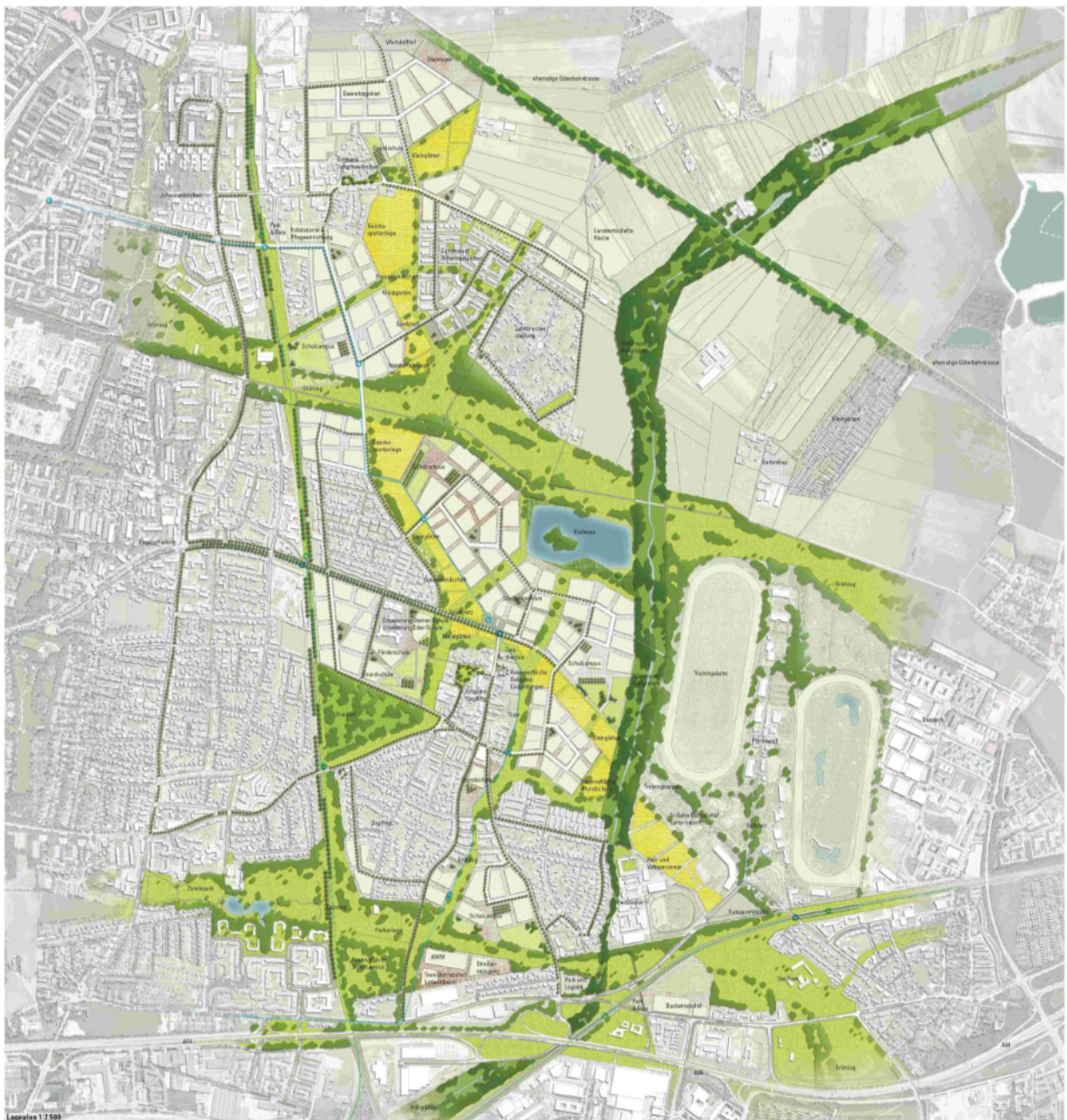


Abbildung 2: Siegerentwurf für den Münchener Nordosten, Variante mit 30 000 Einwohnern (rheinflügel severin & bbz Landschaftsarchitekten)

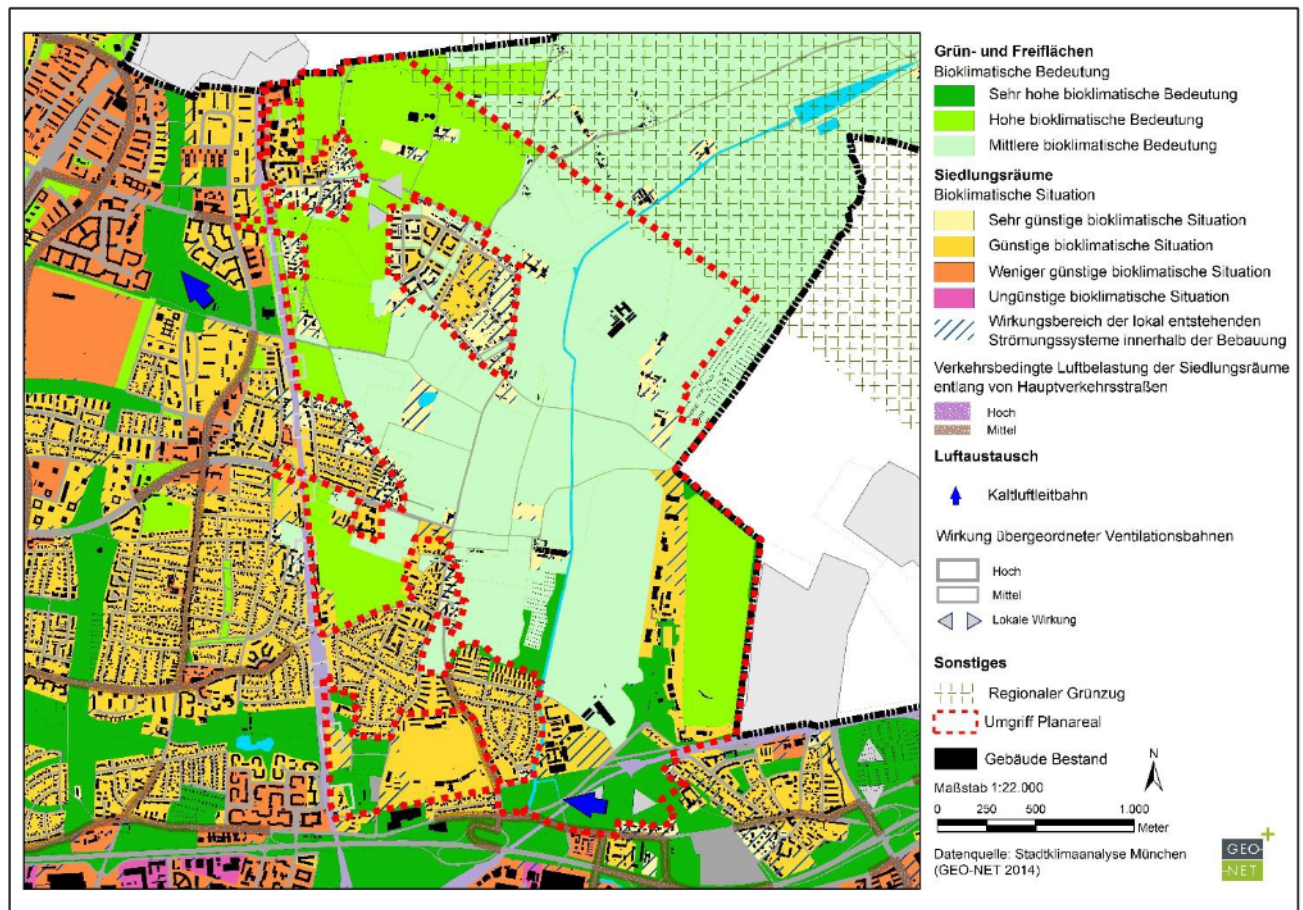


Abbildung 3: Bewertungskarte Stadtklima im Bereich Münchener Nordosten (Planareal mit rotem Umgriff) (eigene Darstellung).

Während die sehr hohe bioklimatische Bedeutung vor allem auf den südlichen Teil im Bereich der Kaltluftleitbahn zu finden ist, konzentrieren sich die Ausgleichsräume mit hoher bioklimatischer Bedeutung auf den westlichen Abschnitt des Münchener Nordostens sowie den Golfplatz im Südosten. Siedlungsräume machen derzeit nur einen geringen Flächenanteil innerhalb des Planareals aus und sind durch eine vorrangig günstige bis sehr günstige bioklimatische Situation charakterisiert. Ein Großteil dieser Siedlungen befindet sich im Einwirkungsbereich von Kaltluft. Die ausgedehnten Acker- und Rasenflächen im Untersuchungsraum produzieren in der Nacht viel Kaltluft, welche bis in den angrenzenden Siedlungsbestand in Daglfing, Englschalking und Johanneskirchen transportiert wird. Der locker bebaute Siedlungsbestand in der Umgebung des Umgriffs „Münchener Nordosten“ ist überwiegend durch ein günstigstes Bioklima charakterisiert. Lediglich auf den Gewerbeflächen südlich der A94 sind deutlich höhere Wärmebelastungsniveaus vorzufinden.

Wenngleich die Stadtklimaanalyse 2014 eine erste Einordnung der klimatischen Ausgangssituation ermöglicht, können vertiefende Aussagen in Bezug auf das Stadtklima nur bedingt getroffen werden. Zum einen basiert diese Analyse auf inzwischen veralteten Daten, zum anderen haben sich auch Stadtklimamodelle in den letzten Jahren dynamisch weiterentwickelt. Mit dem Stadtklimamodell FITNAH-3D kann die Landeshauptstadt München mittlerweile in einer horizontalen Auflösung von 5 m x 5 m berechnet werden, während die Stadtklimaanalyse 2014 auf einem Gitter von 50 m x 50 m basiert. Neue Simulationsergebnisse sind damit um ein Vielfaches genauer und lassen die modellhafte Repräsentation von besonders kleinteiligen Strukturen

(z.B. einzelnen Bäumen) zu. Ebenso hat sich die Vorgabe von meteorologischen Randbedingungen weiterentwickelt, sodass regionale Winde wie das „Alpine Pumpen“ (DWD 2020a) im Raum München im Modell berücksichtigt werden können. Die Stadtklimaanalyse der Landeshauptstadt München befindet sich derzeit in Fortschreibung.

Um dem aktuellen Stand der Technik gerecht zu werden, wird im Folgenden eine vertiefende modellgestützte Analyse der klimaökologischen Prozesse und Zustände durchgeführt. Die klimaökologische Funktion des Untersuchungsraums und seines Umfeldes sowie die Auswirkungen des Planvorhabens werden anhand von drei Klimamodellierungen mit dem Modell FITNAH-3D mit einer Rasterauflösung von 5 m ermittelt. Um die Auswirkungen des Vorhabens einschätzen zu können, wird die derzeitige Klimasituation mit dem Planszenario des Siegerentwurfs sowie einer optimierten Planvariante verglichen. Die Untersuchung betrachtet sowohl die Tag- als auch Nachtsituation und berücksichtigt Lufttemperatur, Windrichtung und -geschwindigkeit, Kaltluftvolumenstrom und die PET (Physiologisch Äquivalente Temperatur) als meteorologische Größen. Da noch keine detaillierten Planungen für die neuen Quartieren vorliegen, liegt auf dieser Planungsebene der Fokus auf der nächtlichen Durchlüftung. Diese ist bereits auf der vorliegenden Planungsebene zu beurteilen und schützenswert, da sie maßgeblich zum nächtlichen Hitzeabbau beiträgt. Auf der Basis dieser Ergebnisse werden abschließend Planungsempfehlungen in Bezug auf das Bioklima herausgearbeitet.

2. Methodik

2.1 DATENGRUNDLAGE

Das für die Klimaexpertise berücksichtigte, rechteckige Modellgebiet des Münchener Nordostens erstreckt



sich bei einer Ausdehnung von ca. 4,2 km in Ost-West-Richtung und ca. 6,4 km in Nord-Süd-Richtung über eine Fläche von 26,9 km² (Abbildung 4). So können die im Umland gelegenen Höhen- und Landnutzungsunterschiede mit Einfluss auf das Plangebiet sowie das Alpine Pumpen und die Auswirkungen des Vorhabens angemessen berücksichtigt werden.

Das Modellgebiet reicht im Süden etwa 1,8 km über die Plangebietsgrenze hinaus, um die Kaltluftleitbahnen adäquat abbilden und die summarische Wirkung verschiedener Entwicklungsvorhaben in der Umgebung (insbesondere in der Heltauer Straße und im 5. BA Riem) untersuchen zu können. Ebenso reicht das Modellgebiet weit in Richtung Westen (bis zu 1 km über das Planareal hinaus), damit der Einfluss des neuen Quartieres auf die Durchlüftung im angrenzenden Siedlungsbestand analysiert werden kann. Bei der Festlegung der Modellgebietsgröße sind u.a. die Erkenntnisse aus iMA Richter & Röckle (2016) mit eingeflossen.

Abbildung 4: Ausdehnung des Modellgebietes (eigene Darstellung; Quelle Luftbild: ESRI)



Ein numerisches Modell wie FITNAH-3D benötigt spezifische Eingangsdaten, die charakteristisch für die Landschaft des Untersuchungsgebiets sind. Insgesamt wird das rechteckige Modellgebiet mit etwa 1,077 Mio. Rasterzellen beschrieben, wobei für jede 5 m x 5 m große Rasterzelle jeweils eine Information zur Geländehöhe, Landnutzung, Strukturhöhe und zum Versiegelungsgrad (übersetzt in die Landnutzung) hinterlegt ist.

In den nachfolgenden Karten wird nur das nähere Umfeld des Münchener Nordostens im Maßstab 1: 30 000 abgebildet, wenngleich die Eingangsdaten und Ergebnisse für das gesamte Modellgebiet vorliegen. Die klimatischen Auswirkungen des Münchener Nordostens reichen nicht so weit über die Plangebietsgrenzen hinaus, sodass sich mit einer Darstellung des gesamten Modellgebietes keine neuen Erkenntnisse ergeben. Des Weiteren zeigen die weiter entfernten Planvorhaben in der Umgebung keinerlei Auswirkungen auf den Münchener Nordosten. Um dies zu belegen, wird der Parameter des Kaltluftvolumenstroms für das gesamte Modellgebiet in einem Maßstab von 1: 40 000 dargestellt.

Für die Klimaexpertise wurden die folgenden Daten verwendet, die von der Landeshauptstadt München zur Verfügung gestellt wurden:

- Geländehöhe
 - ↳ Digitales Geländemodell (DGM) (2019)
- Landnutzung
 - ↳ ALKIS Nutzung (2021)
 - ↳ CIR-Luftbilder mit Belaubung (2017)
 - ↳ Vegetationshöhen (2017)
 - ↳ LoD1-Modell (2021)
 - ↳ Versiegelungsgrad aus CIR-Luftbildern (2017)
- Strukturhöhe
 - ↳ Digitales Geländemodell (DGM) (2019)
 - ↳ Digitales Oberflächenmodell mit Belaubung (DOM) (2017)
 - ↳ LoD1-Modell (2021)

Die Bestandssituation im Untersuchungsraum „Münchener Nordosten“ wird mit Blick auf die verwendeten Quellen aus einer Sammlung von Daten repräsentiert, die einen Stand von mindestens 2017 aufweisen. Es wurden die aktuellsten Daten verwendet, die zum Zeitpunkt der Eingangsdatenaufbereitung für die Ist-Situation (Dezember 2021) zur Verfügung standen.¹ Die Abbildung 5 zeigt die bestehende Landnutzung (rasterbasiert aufbereitet) im Plangebiet und seiner näheren Umgebung. Bei der Landnutzung „Hohe Vegetation“ handelt es sich vor allem um Bäume, jedoch schließt diese Nutzungsklasse auch Sträucher, Gehölze und Feldkulturen mit einer Vegetationshöhe ab 2,50 m ein. Vegetationsbestände mit einer Höhe unter 2,50 m werden der Klasse „Niedrige Vegetation“ zugeordnet. Die Baumhöhe wird aus dem DOM abgeleitet und geht mit dem entsprechenden Wert über dem Gelände ein.

¹ Die Eingangsdaten für die erste und zweite Planvariante wurden erst Ende 2022 und 2023 aufbereitet und anschließend modelliert. Zu diesem Zeitpunkt lagen zwar bereits aktuellere Eingangsdaten als 2017-2021 vor, jedoch wurden zu Vergleichszwecken für die Planvarianten dieselben Eingangsdaten wie für den Bestand verwendet und nur Anpassungen im Bereich der Entwicklungsflächen vorgenommen. Auf diese Weise können die reinen Auswirkungen des Planvorhabens untersucht werden.

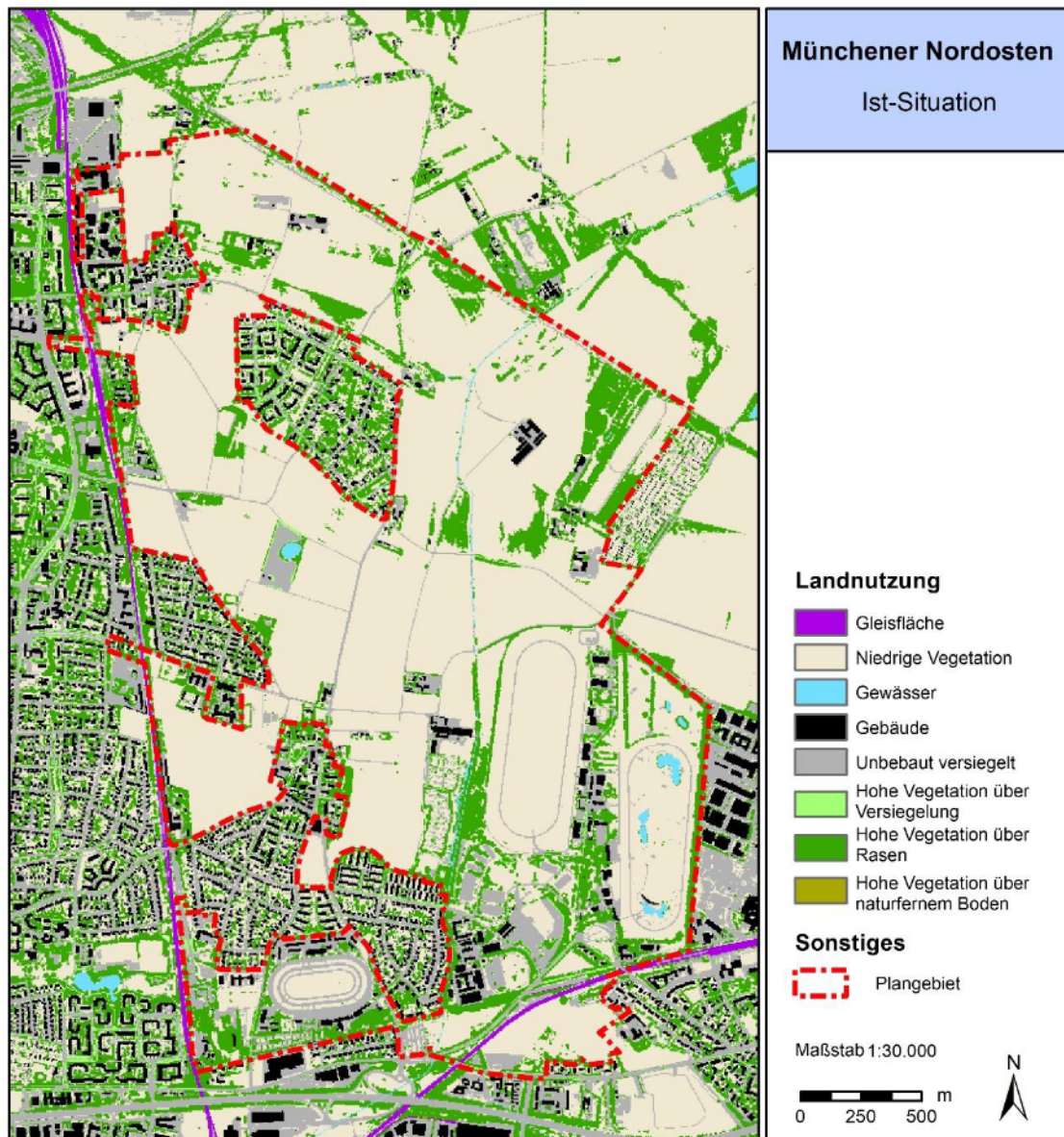


Abbildung 5: Landnutzung der Bestandssituation „Münchener Nordosten“ (eigene Abbildung).

Mit Blick auf die Abbildung 6 werden die Veränderungen in Bezug auf die Landnutzung deutlich, welche sich durch die Schaffung des neuen Stadtquartieres ergeben. Neben der Definition der Areale mit Nutzungsänderung spielt auch die Art der Bebauung eine Rolle. Letztere wird anhand von vier verschiedenen Typen abgebildet (nachfolgend „Zwillingsflächen“ genannt):

- WA5
- Baufeld O
- Ge14-18
- MU1 (17)²

² Dieser Bebauungstyp findet erst in der 2. Planvariante (vgl. Kapitel 5.1) Verwendung.

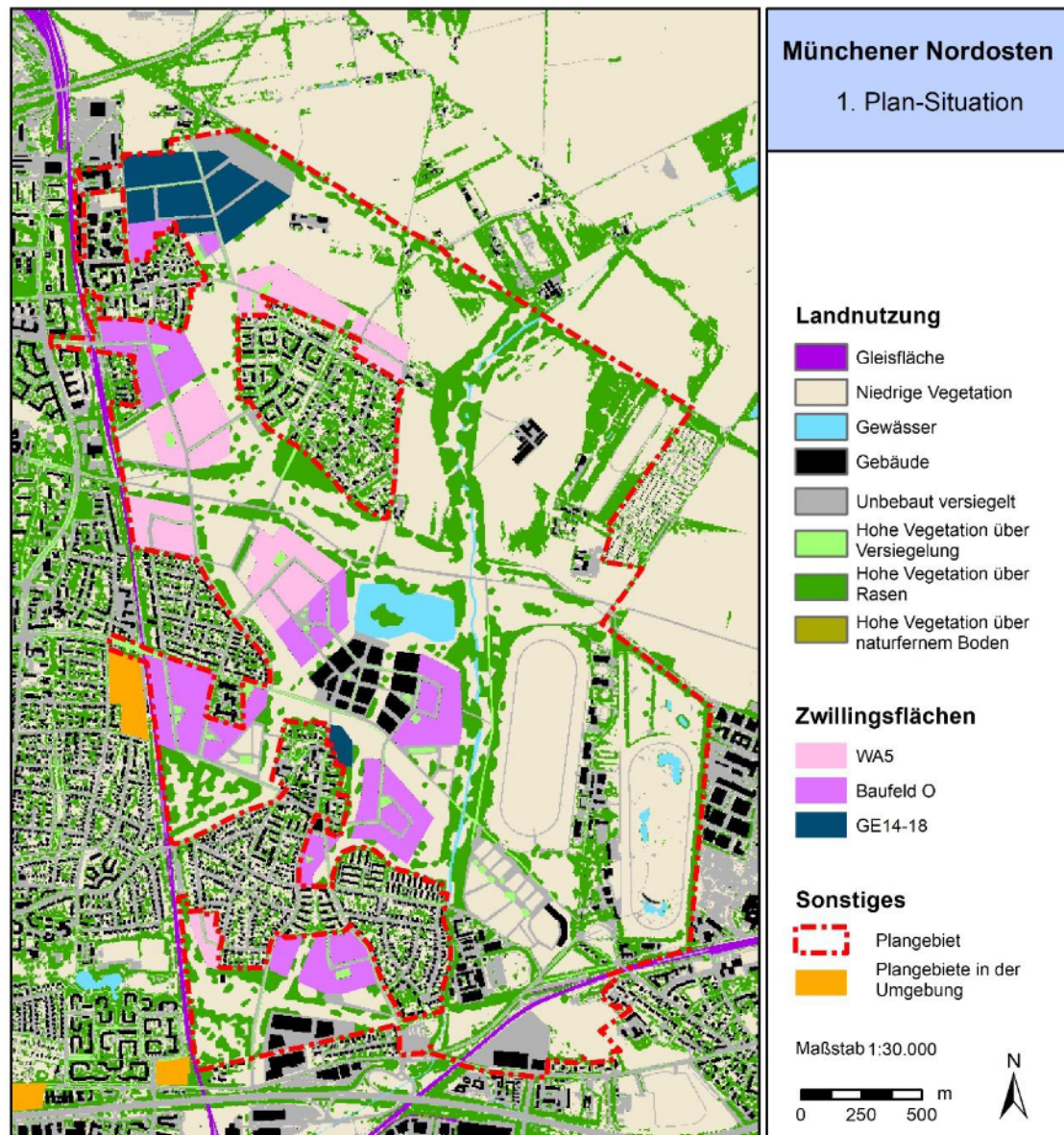


Abbildung 6: Landnutzung der 1. Plan-Situation (Siegerentwurf Münchener Nordosten, 30 000 Einwohner) (eigene Abbildung).

Die Zwillingingsflächen stellen Referenzbebauungen aus anderen Münchener Bebauungsplänen dar. So handelt es sich bei der Zwillingingsfläche WA5 um eine Referenz aus dem Freiam B-Plan gesamt. Das Baufeld O stammt aus dem Rahmenplan 2. RA München Freiam Nord und die Fläche Ge14-18 aus dem Freiam B-Plan1916a. Bei der Zwillingingsfläche MU1 (17), welche erst in der überarbeiteten Planvariante relevant ist (s. Kapitel 5.1), handelt es sich um eine Referenz aus dem Neufreimann B-Plan mit Grünordnung Nr. 1989.

Anhand der Referenzbebauungen aus den verschiedenen B-Plänen wurde eine Flächenstatistik (Tabelle 1) für die vier verschiedenen Zwillingingsflächen berechnet, um eine typische Landnutzungsverteilung³ für jede Zwillingingsfläche abzubilden. Demnach setzt sich beispielsweise die Zwillingingsfläche WA5 zusammen aus 32 % niedriger Vegetation, einem Gebäudeanteil von 30 %, aus 20 % unbebaut versiegelten Flächen sowie zu 7 % aus hoher Vegetation über Versiegelung und 11 % aus hoher Vegetation über Rasen. Neben der Landnutzung ist für jede Zwillingingsfläche auch eine bestimmte Gebäudehöhe definiert. In der Zwillingingsfläche MU1 wurde

³ basierend auf den Nutzungsklassen von FITNAH-3D

für die Gebäude zudem eine Dachbegrünung realisiert. Es ist allerdings bei der Interpretation der folgenden Ergebnisse zu beachten, dass sich eine Dachbegrünung im zu betrachtenden Bodenniveau lediglich maßgeblich für Gebäude mit einer Höhe von maximal bis zu 6 m als wirksam erweist.

Tabelle 1: Landnutzungsverteilung und Gebäudehöhen der Zwillingsflächen für den Münchener Nordosten

Landnutzung	Flächenanteil WA5	Flächenanteil Baufeld O	Flächenanteil Ge14-18	Flächenanteil MU1 (17)
Niedrige Vegetation	32 %	22,5 %	22,5 %	37,5 %
Gebäude	30 %	37 %	30 %	35 % *
Unbebaut versiegelt	20 %	25 %	30 %	11 %
Hohe Vegetation über Versiegelung	7 %	8 %	10 %	4 %
Hohe Vegetation über Rasen	11 %	7,5 %	7,5 %	12,5 %
Gebäudehöhe =>	15 m	19 m	12 m	25 m

* mit Dachbegrünung

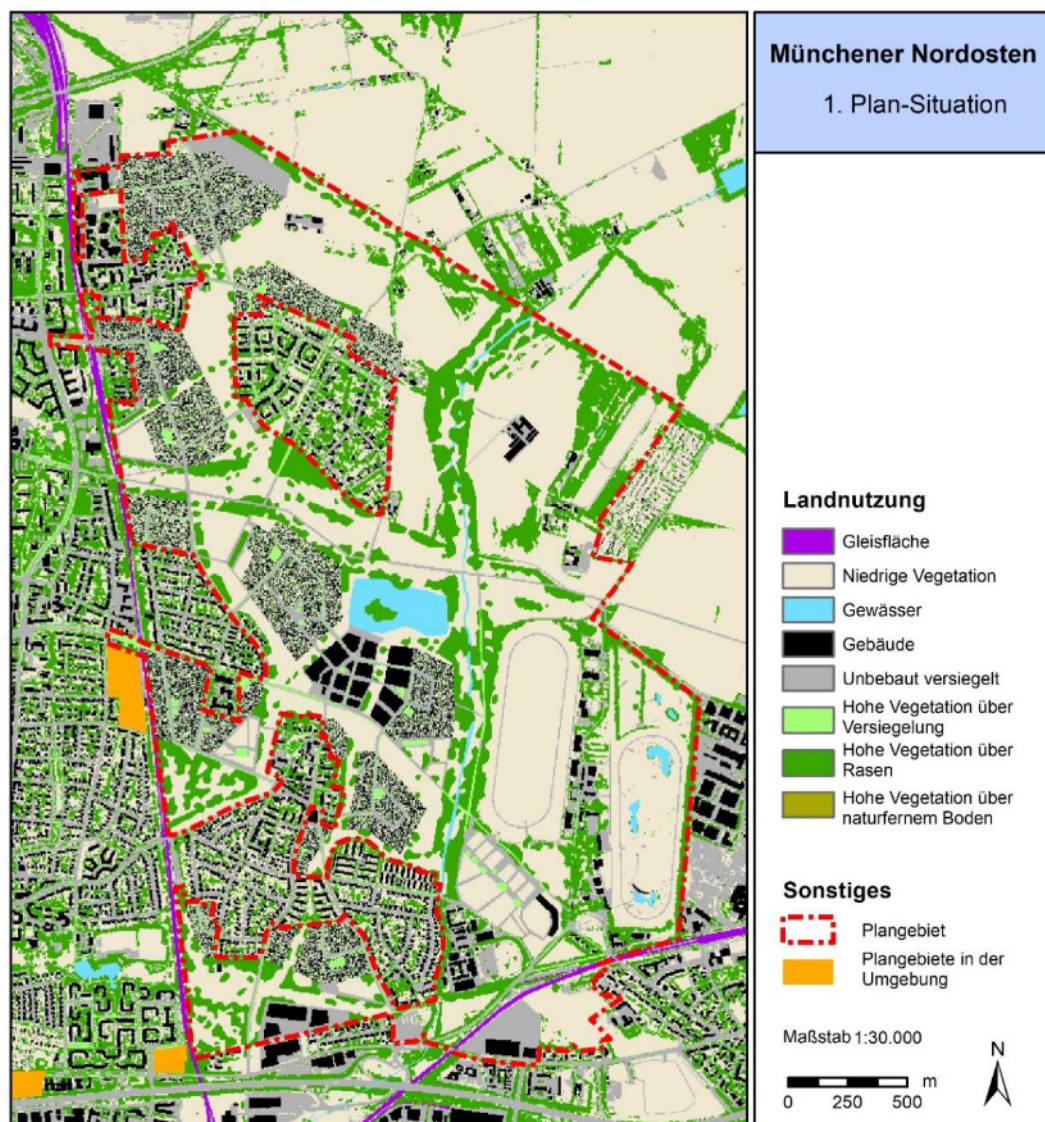


Abbildung 7: Landnutzung der 1. Plan-Situation (Siegerentwurf Münchener Nordosten, 30 000 Einwohner), randomisierte Darstellung (eigene Abbildung).



In einem letzten Schritt erfolgte eine zufällige Verteilung der Landnutzungsklassen in den neuen Quartieren des Münchener Nordostens entsprechend der Flächenstatistik (Abbildung 7). Dabei werden die Zwillingflächen mithilfe eines „Randomisators“ rasterpixelweise und zufällig gemäß dem Anteil an den jeweiligen Nutzungsklassen⁴ aufgefüllt. Durch diese Approximation gelingt es, zukünftige Änderungen von Temperaturen und Kaltluftprozessen näherungsweise vorherzusagen, ohne einer konkreten Flächenplanung vorzugreifen. Anschließende Folgeuntersuchungen sollten aber durchgeführt werden, sobald eine kleinere Maßstabsebene mit konkreten Planungen vorliegt.

Das nähere Umfeld des Münchener Nordostens entwickelt sich sehr dynamisch. Unmittelbar westlich grenzen die Plangebiete Marienburger Straße und Zamilapark an. Etwas weiter entfernt – jedoch noch im Modellgebiet – befinden sich die Plangebiete Truderinger Straße, Eggenfeldener Straße, Heltauer Straße und der 5. BA Riem. All diese Planvorhaben werden bereits in der Planvariante berücksichtigt, um die summarische Wirkung der Bauvorhaben und die Auswirkungen der benachbarten Planungen auf den Münchener Nordosten quantifizieren zu können. Das Wilhelm-Hausenstein-Gymnasium und die Erweiterung der Helen-Keller-Realschule ist bereits im Ist-Zustand (und dementsprechend auch in der Planvariante) mit eingeflossen. Zudem ist im Untersuchungsgebiet der viergleisige Ausbau der Bahntrasse Daglfing-Johanneskirchen geplant. Ob diese durch eine Untertunnelung mit begrünter Decke oder oberirdisch mit Lärmschutzmaßnahmen realisiert wird, ist zum Begutachtungszeitpunkt der Klimaökologie nicht bekannt und somit wird die Bahntrasse nicht in die Modelleingangsdaten aufgenommen. Mögliche klimaökologische Auswirkungen der jeweiligen Umsetzung werden in Kapitel 4 qualitativ beschrieben.

Um eine unmittelbare Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu erzielen, wurde die Modellierung der Planvariante unter den gleichen meteorologischen Rahmenbedingungen (vgl. Kap. 2.2) wie in der Bestandssituation durchgeführt. Es ändern sich lediglich die Landnutzung und Strukturhöhe.

2.2 METEOROLOGISCHE RANDBEDINGUNGEN

Ausgangspunkt für die Ermittlung der Zusammenhänge ist eine austauscharme, sommerliche Hochdruckwetterlage, die häufig mit einer überdurchschnittlich hohen Wärmebelastung in den Siedlungsräumen einhergeht. Während bei einer windstarken „Normallage“ der Siedlungsraum gut durchlüftet wird und eine Überwärmung kaum gegeben ist, stellt die windschwache Hochdruckwetterlage mit wolkenlosem Himmel im Sommer eine besondere Belastungssituation dar. Unter diesen Rahmenbedingungen können nächtliche Kaltluftströmungen aus innerstädtischen Grün- und Brachflächen zum Abbau einer Wärmebelastung in den überwärmten Siedlungsflächen beitragen.

Etwa 30 % der Wetterlagen in München sind in den Sommermonaten Juni, Juli und August von dieser Art. Mit durchschnittlich 11,2 Tagen pro Monat tritt die austauscharme Hochdruckwetterlage im August am häufigsten auf (Abbildung 8).

⁴ einschließlich der entsprechenden Gebäudehöhen

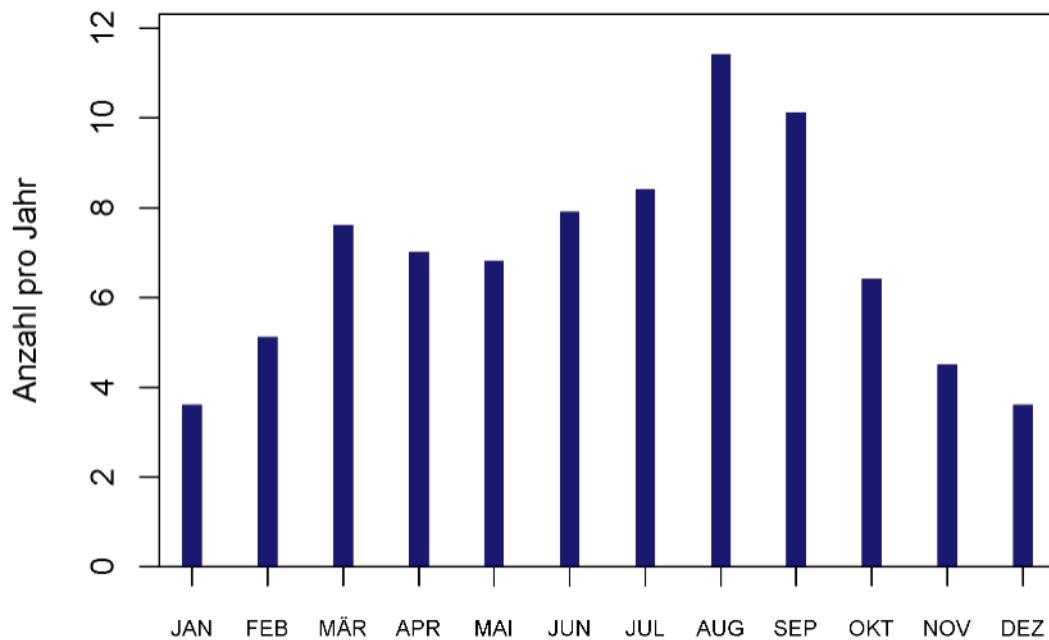


Abbildung 8: Langjährige mittlere monatliche Anzahl an autochthonen Nächten im Zeitraum 1991-2020, Station München-Stadt (Datenquelle: DWD 2020a)

2.3 ALPINES PUMPEN

Ausgehend von den Geländebedingungen im Großraum München bilden sich regionale Windsysteme aus. Sie können die im Umfeld einer Stadt lokal entstehenden Kaltluftsysteme beeinflussen oder auch überlagern. Während wolkenarmer sommerlicher Wetterlagen ist im Untersuchungsraum das Phänomen des „Alpinen Pumpens“ bekannt (DWD 2020b). Das Alpine Pumpen kann während sommerlicher Wetterlagen sowohl am Tage als auch in der Nacht einen Einfluss auf die Durchlüftung der Stadt haben und dabei ist Windzirkulation dadurch gekennzeichnet, dass tagsüber der Wind in Richtung Alpen gerichtet ist und in den Nachtstunden kühle Luft aus den Alpen in Richtung Norden strömt (Abbildung 9: Luftströmung im Voralpenraum während wolkenarmer sommerlicher Wetterlagen (Quelle: DWD; bereitgestellt durch die Stadt München).). 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.

Um das Alpine Pumpen berücksichtigen zu können, wurde ein sog. Nesting-Verfahren eingesetzt. Datengrundlage für das Nesting war das Strömungsfeld aus der landesweiten Schutzgutkarte Klima/Luft für die Landschaftsplanung in Bayern (Bayerisches Landesamt für Umwelt/GEO-NET 2021). Beim Nesting werden die Informationen zum großräumigen Strömungsgeschehen an den kleineren Untersuchungsraum des Münchener Nordenostens weitergegeben.

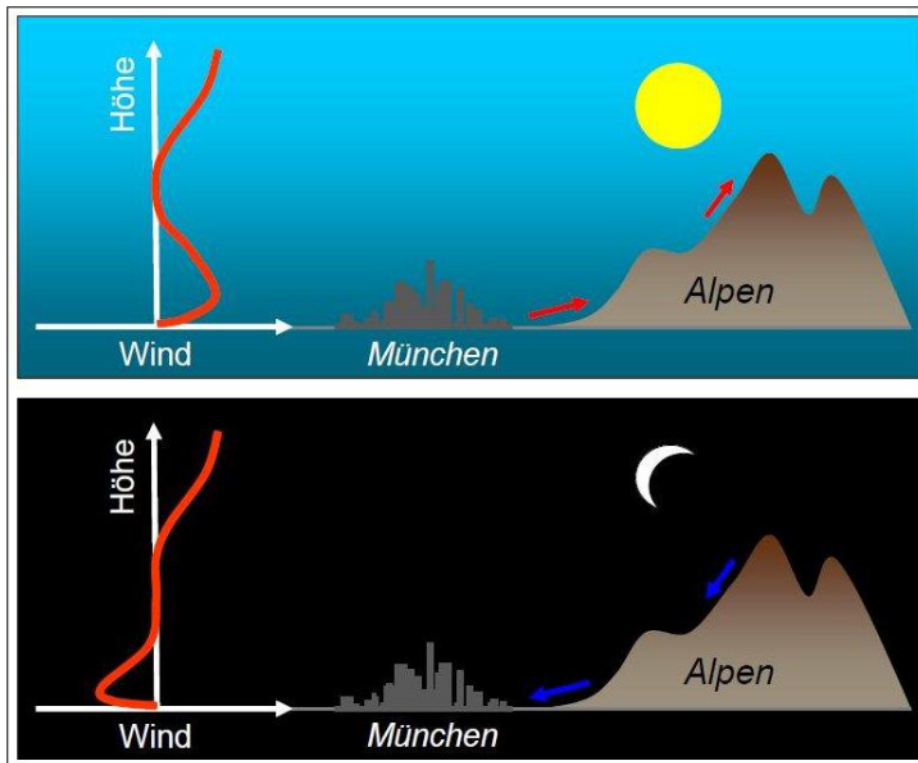


Abbildung 9: Luftströmung im Voralpenraum während wolkenarmer sommerlicher Wetterlagen (Quelle: DWD; bereitgestellt durch die Stadt München).

3. Ergebnisse der Ist- und 1. Plansituation

In diesem Kapitel werden die meteorologischen Felder der Ist- und Plansituation für Nacht und Tag betrachtet. Zur Beschreibung der Nachtsituation (4 Uhr) werden Lufttemperatur, bodennahes Windfeld (Windgeschwindigkeit und -richtung) und Kaltluftvolumenstrom als meteorologische Größen herangezogen. Für die Analyse der Situation am Tag (14 Uhr) dient die PET (Physiologisch Äquivalente Temperatur) als bioklimatische Kenngröße.

3.1 LUFTTEMPERATUR IN DER NACHT

Die bodennahe Lufttemperatur im Umfeld der Planfläche zum Zeitpunkt 4 Uhr nachts zeigen die Abbildung 10 (Ist-Zustand) und die Abbildung 11 (1. Plansituation). Im Ist-Zustand ergeben sich für die Planfläche „Münchener Nordosten“ Spannweiten der Temperatur von rund 6,2 °C. Mit Temperaturen von bis zu 18,1 °C tritt die Gärtnerei in der Pellegrinistraße durch den hohen Anteil an versiegelter Fläche in Kombination mit den Gewächshäusern als wärmster Bereich hervor. Durch die geringe Temperatur der umliegenden Freiflächen ist dies aber nicht von Bedeutung für die Neubebauung der Planfläche. Versiegelte Flächen machen im Münchener Nordosten zwar nur einen geringen Flächenanteil aus, zählen aber mit Temperaturen zwischen meist 16 und 17 °C zu den wärmeren Bereichen. Die Flächen mit hoher Vegetation sind mit etwa 14 bis 15 °C vergleichsweise kühler. Acker- und Rasenflächen erreichen mit minimalen Werten von bis zu 11,9 °C die niedrigsten Temperaturen. Allgemein sind die Grün- und Freiflächen wie zu erwarten kühler als bebaute beziehungsweise versiegelte Flächen. Die mittlere Temperatur im gesamten Plangebiet liegt bei 13,4 °C. Die bebaute Umgebung des Münchener Nordostens ist deutlich wärmer als die Planfläche selbst. So werden auf den Dornacher Gewerbeflächen u.a. Temperaturen von 18-19 °C erreicht. Demgegenüber stehen locker bebaute, grüingeprägte Siedlungen (z.B. Zahnbrechersiedlung), welche mit 13-15 °C deutlich kühler sind. Andere Siedlungen wie Daglfing und Engelschalking weisen ein geringes bis moderates Temperaturniveau auf.

Durch die vorgesehene Planung im Münchener Nordosten ist im Mittel mit einer Temperaturzunahme von 0,8 °C zu rechnen. Damit erhöht sich die mittlere Temperatur im Geltungsbereich auf 14,2 °C. Lokal ergeben sich mit der Realisierung des Vorhabens sowohl Temperaturzunahmen als auch -abnahmen. Mit der Schaffung eines Badesees erhöht sich die nächtliche Lufttemperatur in dem entsprechenden Bereich um bis zu 6,5 °C. Die hohe spezifische Wärmekapazität von Wasser⁵ sorgt für einen verringerten Tagesgang der Lufttemperatur über größeren Gewässern wie dem Badensee, sodass die nächtlichen Temperaturen höher als in der unmittelbaren Umgebung sind und die Abkühlung verringert wird. Jedoch hängt die Lufttemperatur über Wasser auch stark von der Wassertemperatur selbst ab.⁶ In den neuen Stadtquartieren des Münchener Nordostens nimmt die Temperatur weitgehend um 3-5 °C zu. Auch im Bereich neuer Baumstandorte kann sich die bodennahe Lufttemperatur um bis zu 3 °C erhöhen. In dichten Baumbeständen dämpft das Kronendach die nächtliche Ausstrahlung und damit ein stärkeres Absinken der bodennahen Lufttemperatur. Neben den beschriebenen Temperaturzunahmen ergeben sich jedoch auch Gebiete mit Temperaturabnahmen um bis zu 5,2 °C gegenüber der Ist-Situation.

⁵ Thermische Energie wird im Wasser gespeichert.

⁶ Für den Badensee wurde eine Wassertemperatur von 21,8 °C angenommen. Dieser Wert entspricht dem Sommermittel des Riemer Sees für den Zeitraum 2008-2021 und wurde als Referenz herangezogen.

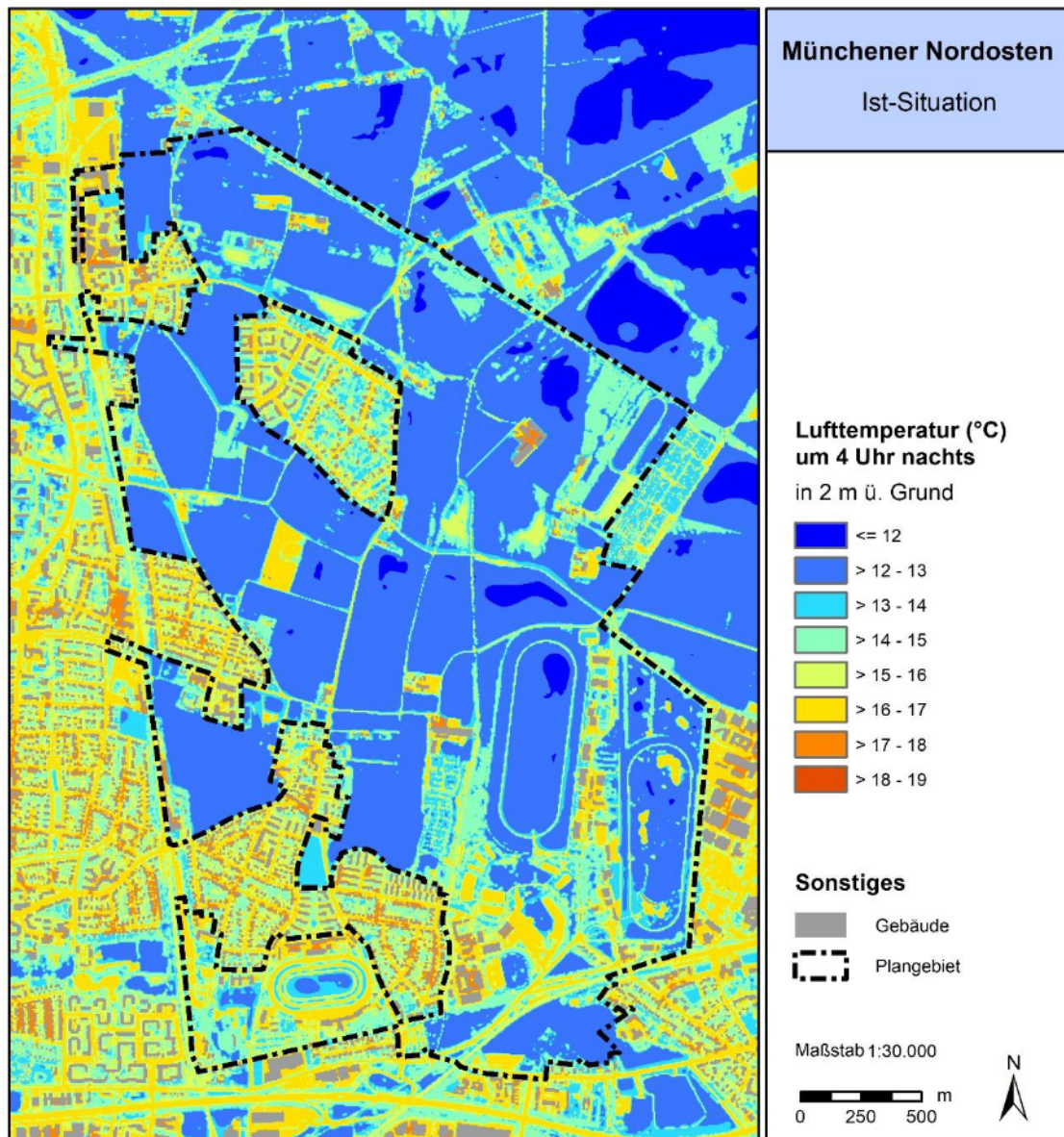


Abbildung 10: Lufttemperatur in 2 m ü. Grund um 4 Uhr nachts, Ist-Zustand (eigene Abbildung).

Derartige Bereiche befinden sich beispielsweise westlich der Trabrennbahn und südlich der Galopprennbahn. So entfalten Renaturierungs- und Entsiegelungsmaßnahmen ihre positive Wirkung in der Nacht. In Form der Differenzkarte Planzustand-Ist (Abbildung 12) sind die Veränderungen gegenüber der Ist-Situation deutlich zu erkennen. Darüber hinaus geht aus der Differenzkarte hervor, dass sich die Auswirkungen des Vorhabens auf die nächtliche Lufttemperatur fast ausschließlich auf das Plangebiet selbst (und die Planflächen in der Umgebung, z.B. Zamilapark) beziehen. Außerhalb der Plangebiete nimmt die Lufttemperatur in wenigen, kleinen Bereichen nahe des Planumgriffs um bis zu 1,5 °C zu. Diese maximale Zunahme ist im Ortskern von Johanneskirchen zu erkennen.

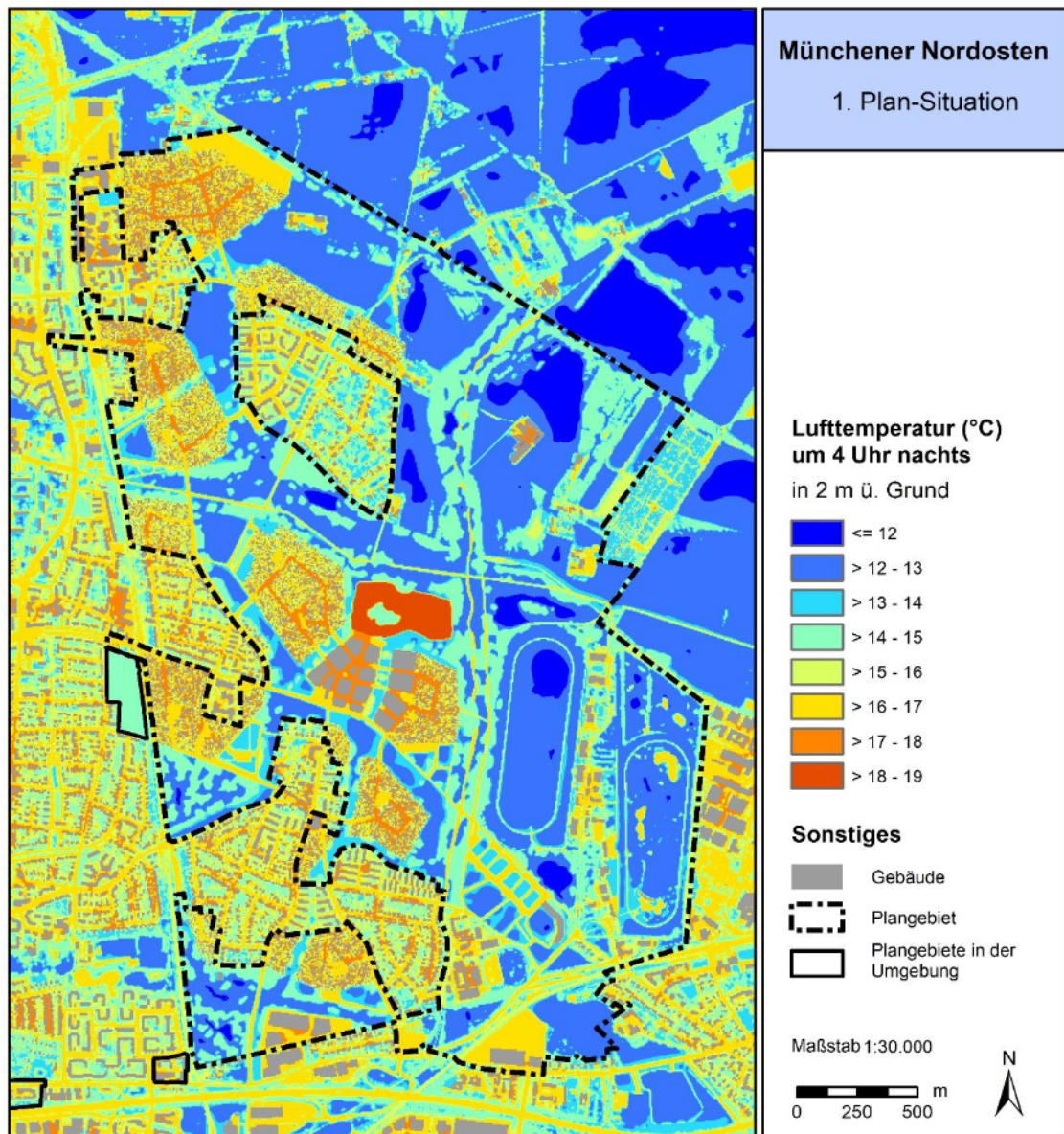


Abbildung 11: Lufttemperatur in 2 m ü. Grund um 4 Uhr nachts, 1. Planzustand (eigene Abbildung).

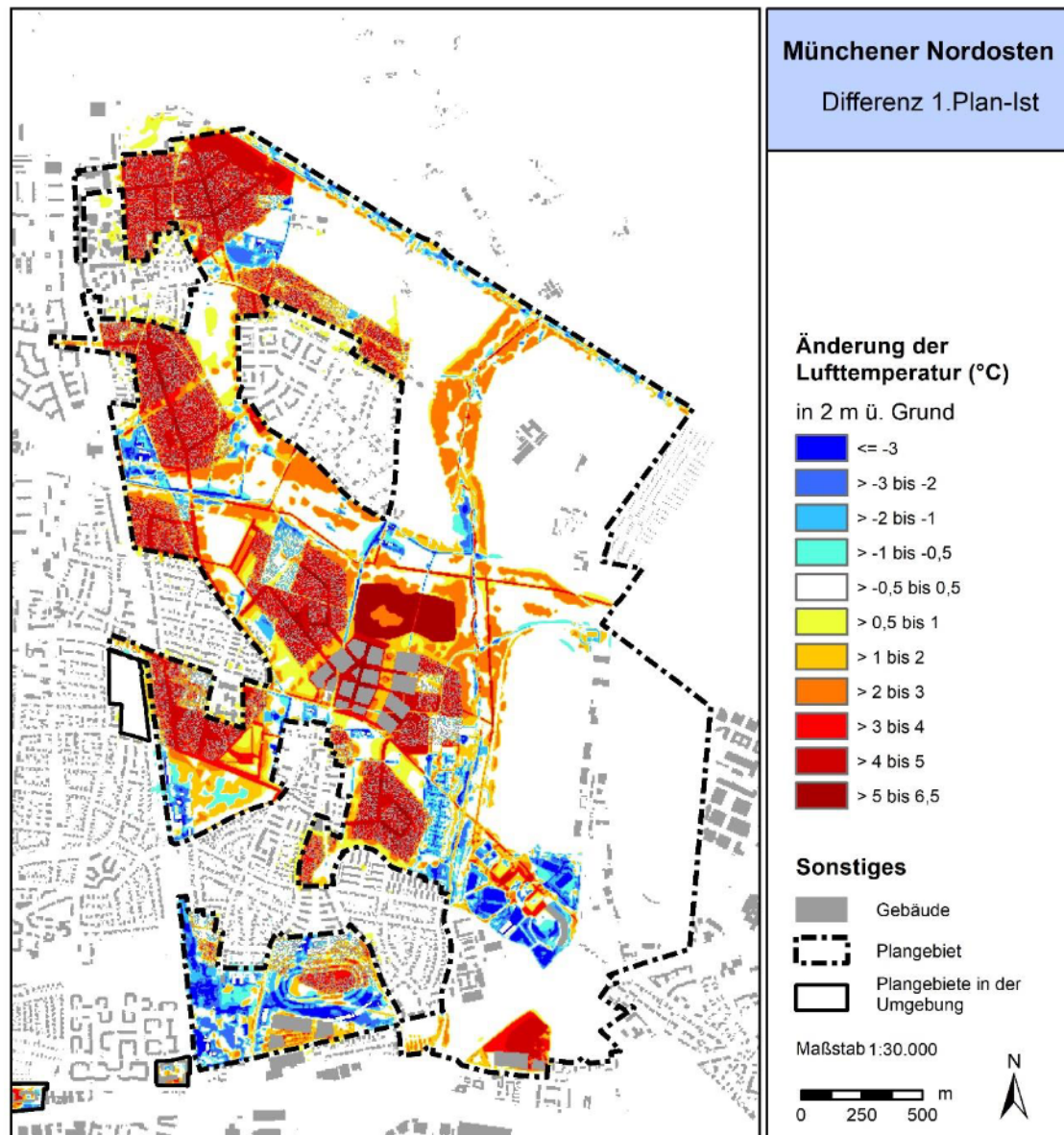


Abbildung 12: Differenz der nächtlichen Lufttemperatur in °C (1. Planzustand – Bestandssituation) (eigene Abbildung).

3.2 BODENNAHES WINDFELD IN DER NACHT

Die folgenden Ergebniskarten stellen das sich zum nächtlichen Analysezeitpunkt ausgeprägte Kaltluftströmungsfeld in zwei Ebenen dar. Die Strömungsrichtung und Strömungsgeschwindigkeit wird über die Pfeilrichtung und Pfeillänge in Form von Vektoren abgebildet, wobei die Pfeile der Karten für eine übersichtlichere Darstellung auf 100 m aggregiert worden sind. Die unterlegten Rasterzellen stellen zudem die Windgeschwindigkeit flächenhaft in Farbstufen dar. Die Werte beziehen sich auf eine Analysehöhe von 2 m ü. Grund (2 m ü Gr.). Abgebildet sind alle Zellen des ursprünglichen Rasters, für die aufgrund einer modellierten Mindestwindgeschwindigkeit von 0,1 m/s und unter Berücksichtigung der gebietstypischen Ausprägung eine potenzielle klimaökologische Wirksamkeit angenommen werden kann.

Die vorliegende Untersuchung geht der Frage nach, inwieweit sich eine bauliche Entwicklung auf den lokalen Luftaustausch des Untersuchungsgebiets auswirken wird. Die Abbildung 13 (Ist-Zustand)

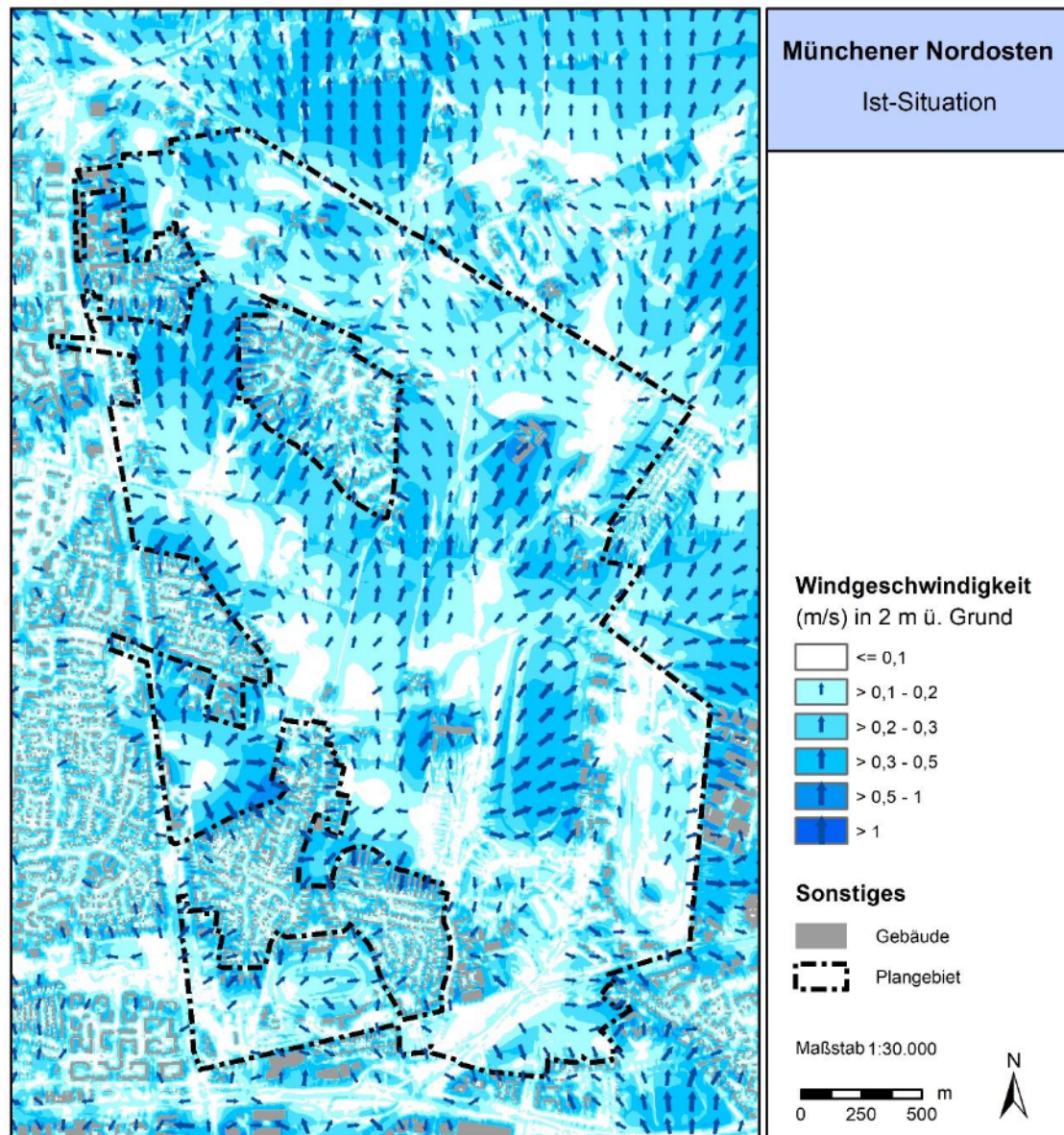


Abbildung 13: Bodennahes Windfeld um 4 Uhr nachts, Ist-Zustand (eigene Abbildung).

und die Abbildung 14 (1. Plansituation) zeigen die Strömungsgeschwindigkeit des modellierten Windfeldes, das sich während einer sommerlichen Strahlungswetternacht ausbildet.

In der gegenwärtigen Situation (Abbildung 13) reicht das Wertespektrum der bodennahen Windgeschwindigkeit von 0 m/s bis knapp über 1 m/s. Die auftretenden Winde ergeben sich bei der angenommenen austauscharmen Strahlungswetterlage aus dem Zusammenspiel von Temperaturunterschieden (Flurwinde), Relief (Hangwinde) und den regionalen Winden (Alpines Pumpen im Raum München). Bedingt durch das von Süd nach Nord abfallende Relief im Untersuchungsgebiet (vgl. Abbildung 1 in Kap. 1) und im Großraum München prägt sich in der 2. Nachthälfte eine Südströmung aus, welche in Bodennähe jedoch nur in Teilen des Münchener Nordostens zu finden ist. Dies liegt darin begründet, dass die thermisch hervorgerufenen Flurwinde (Ausgleichsströmung von kalten zu warmen Bereichen) in 2 m über Grund dominieren. So treten im Untersuchungsraum verstärkt Strömungen auf, welche von den kühlen Ackerflächen ausgehen und auf die wärmeren Siedlungsflächen ausgerichtet sind. Die Reichweite dieser Ausgleichsströmungen hängt u.a. sehr

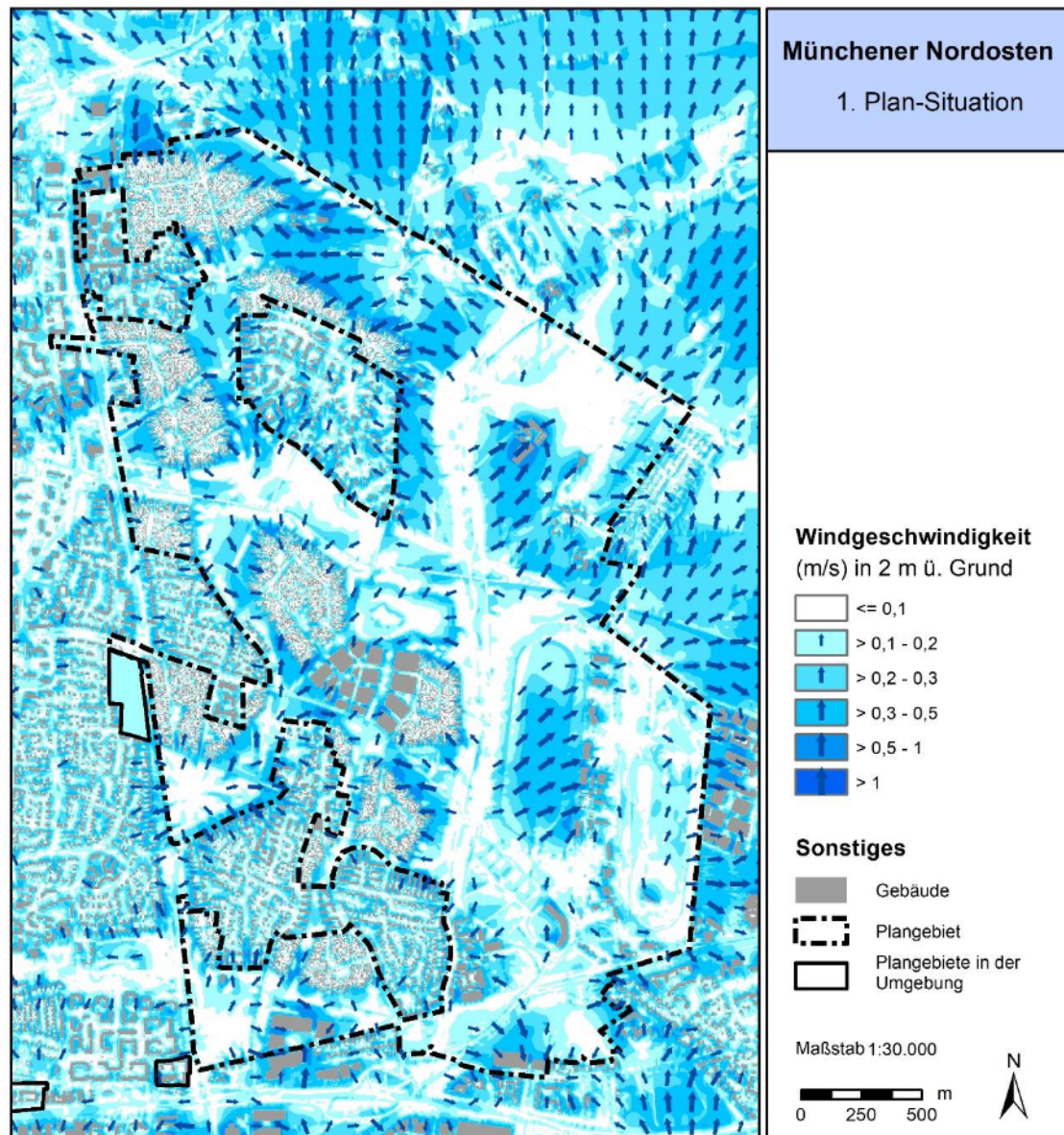


Abbildung 14: Bodennahes Windfeld um 4 Uhr nachts, 1. Planzustand (eigene Abbildung).

von den Strömungshindernissen wie Gebäuden und dichten Baumgruppen in der Umgebung ab. Breite Straßenzüge bzw. rauigkeitsarme Strukturen wie Grün- und Freiflächen und eine strömungsparallele Ausrichtung der Gebäudekörper begünstigen ein weites Eindringen von kühlerer Luft in den Siedlungsbereich.

Die Umsetzung des Projekts „Münchener Nordosten“ wird zu lokalen Ab- und Zunahmen der bodennahen Windgeschwindigkeit führen, wobei im Mittel die Windgeschwindigkeit aufgrund der neuen Strömungshindernisse leicht abnimmt (Abbildung 14 bzw. Differenzenkarte Abbildung 15). Die Strömungsgeschwindigkeiten nehmen im Plangebiet selbst, insbesondere in der westlichen Hälfte, aber zum Teil auch in der näheren Umgebung – bis etwa 200 m über die Plangebietsgrenze hinaus – ab. Von letzterem ist insbesondere der westlich angrenzende Siedlungsbestand betroffen. Zwischen dem Plangebiet MNO und der Marienburger Straße besteht ein unmittelbarer Zusammenhang, sodass dort die Auswirkungen auf den Siedlungsbestand besonders weit reichen. Neben einer Abschwächung der Winde verstärken sich in einigen Bereichen die Flurwinde aufgrund von neu geschaffenen Wärmeinseln. Dies gilt insbesondere für den Zentrumsbereich des Münchener Nordostens, wo die Strömungsgeschwindigkeiten lokal über 0,5 m/s zunehmen. Auch an den Rändern der anderen neuen Stadtquartiere sind teils vergleichbar hohe Zunahmen zu beobachten. Ebenso

können Windgeschwindigkeiten durch Kanalisierungseffekte zunehmen, wie etwa im Grünzug des geplanten Schulcampus im Süden des Münchener Nordostens.

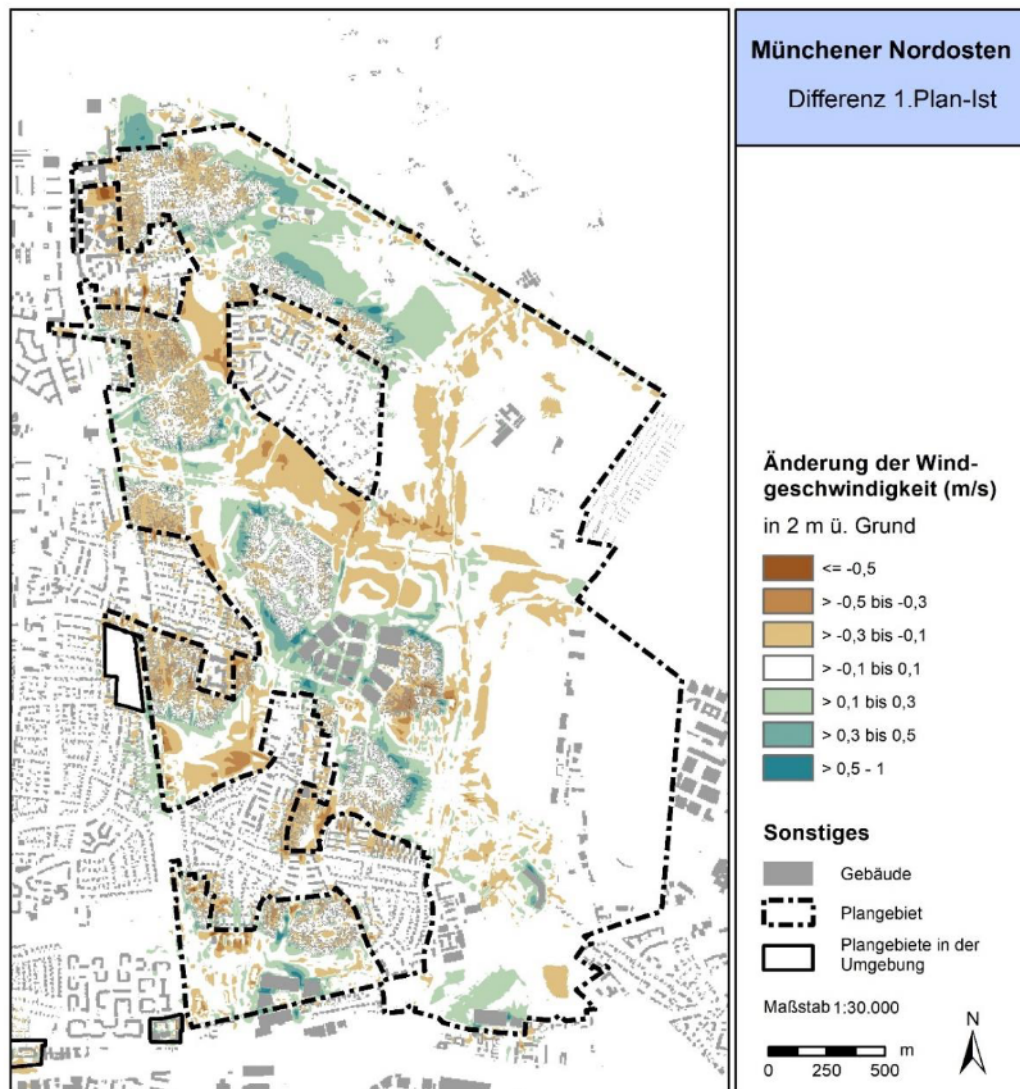


Abbildung 15: Differenz der nächtlichen Windgeschwindigkeit in m/s (1. Planzustand – Bestandssituation) (eigene Abbildung).

3.3 KALTLUFTVOLUMENSTROM IN DER NACHT

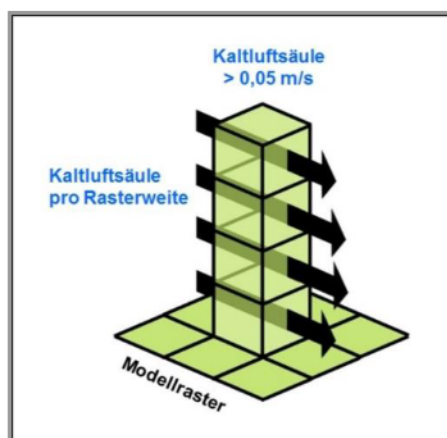


Abbildung 16: Prinzipskizze Kaltluftvolumenstrom (eigene Abbildung).

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. Da die Modellergebnisse nicht die Durchströmung eines natürlichen Querschnitts widerspiegeln, sondern den Strömungsdurchgang der gleichbleibenden angenommenen Weite (in diesem Fall 1 m), ist der resultierende Parameter streng genommen nicht als Volumenstrom, sondern als rasterbasierte Volumenstromdichte aufzufassen (Abbildung 16).



Der Volumenstrom ist ein Maß für den Zustrom von Kaltluft und bestimmt somit, neben der Strömungsgeschwindigkeit, die Größenordnung des Durchlüftungspotenzials. Die räumliche Ausprägung des Kaltluftvolumenstroms im Untersuchungsraum entspricht im Wesentlichen der des bodennahen Strömungsfeldes (Abbildung 17 für den Ist-Zustand, Abbildung 18 für die 1. Planvariante des Kaltluftvolumenstroms).

Der Kaltluftvolumenstrom auf der Planfläche ist in der Bestandssituation mit durchschnittlich $13,6 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ stark ausgeprägt. Die höchsten Kaltluftvolumenströme sind auf den Ackerflächen am Siedlungsrand zu finden. Dementsprechend besteht ein starker Luftaustausch zwischen den kühlenden Ausgleichsräumen und der überwärmten Siedlung. Die weitestgehend rauigkeitsarmen Strukturen mit niedriger Vegetation im Plangebiet wirken sich positiv auf die nächtliche Durchlüftung aus. Ebenso führt das Alpine Pumpen zu höheren Windgeschwindigkeiten (insbesondere oberhalb von 2 m ü. Gr.) und damit auch zu höheren Kaltluftvolumenströmen.

Die Kaltluftprozesse aus der Stadtklimaanalyse München (GEO-NET 2014) und der vertiefenden Untersuchung zum Stadtklima für den Münchener Nordosten (iMA Richter & Röckle 2016) können im Allgemeinen bestätigt und im Rahmen dieser Klimaexpertise konkretisiert werden. Bedingt durch die bessere Modellauflösung von 5 m – in den zitierten Vorgängerstudien waren es 50 und 25 m – und dem berücksichtigten Strömungsantrieb des Alpinen Pumpens aus GEO-NET (2021) ergeben sich im Detail jedoch konkretere Aussagen. So lässt sich unter anderem ein Parkwindsystem identifizieren, welches von der großen Ackerfläche östlich des Plangebiets Marienburger Straße ausgeht. Die sogenannten Parkwinde, d.h. thermisch hervorgerufene Ausgleichsströmungen aus einer umbauten Grünfläche, treten auf größeren Grünflächen auf, die in eine deutlich wärmere Umgebung eingebettet sind. Während im Zentrum dieser Grünfläche die Kaltluftbildung dominiert und die Kaltvolumenströme noch verhältnismäßig schwach ausgeprägt sind, nimmt der Kaltluftvolumenstrom nach außen hin zu und wird am Siedlungsrand infolge der Strömungshindernisse wieder reduziert. Der gesamte Siedlungskörper rund um die Ackerfläche profitiert von der Kaltluftzufuhr. Eine Mindestgröße für derartige Flächen, die es braucht, damit Parkwinde entstehen können, ist dabei schwer zu benennen. Je nach Baumanteil auf der Grünfläche (Bäume können als Strömungshindernis wirken) und der grundlegenden Strukturierung der Fläche kann ein Parkwind auch nur sehr schwach ausgeprägt sein oder gar nicht erst entstehen. Pauschal hat sich aber für die Planung der Wert von 1 ha als Flächengröße für grünstrukturierte Flächen als passend erwiesen, da so auch die Eigenschaft der Fläche als Kaltluftproduzent ausreichend gegeben ist.

Im Vergleich zu den Vorgängerstudien wie der Stadtklimaanalyse der Landeshauptstadt München, welche in einer Auflösung von 50 m gerechnet wurde, fällt jedoch auch auf, dass das hier modellierte Kaltluftströmungsfeld deutlich heterogener ist. Dies hängt vor allem damit zusammen, dass kleinteilige Strömungshindernisse wie Gebäude und Bäume in der vorliegenden Studie durch die feine Auflösung von 5 m im Detail berücksichtigt werden können, was in Vorgängerstudien nicht der Fall war.

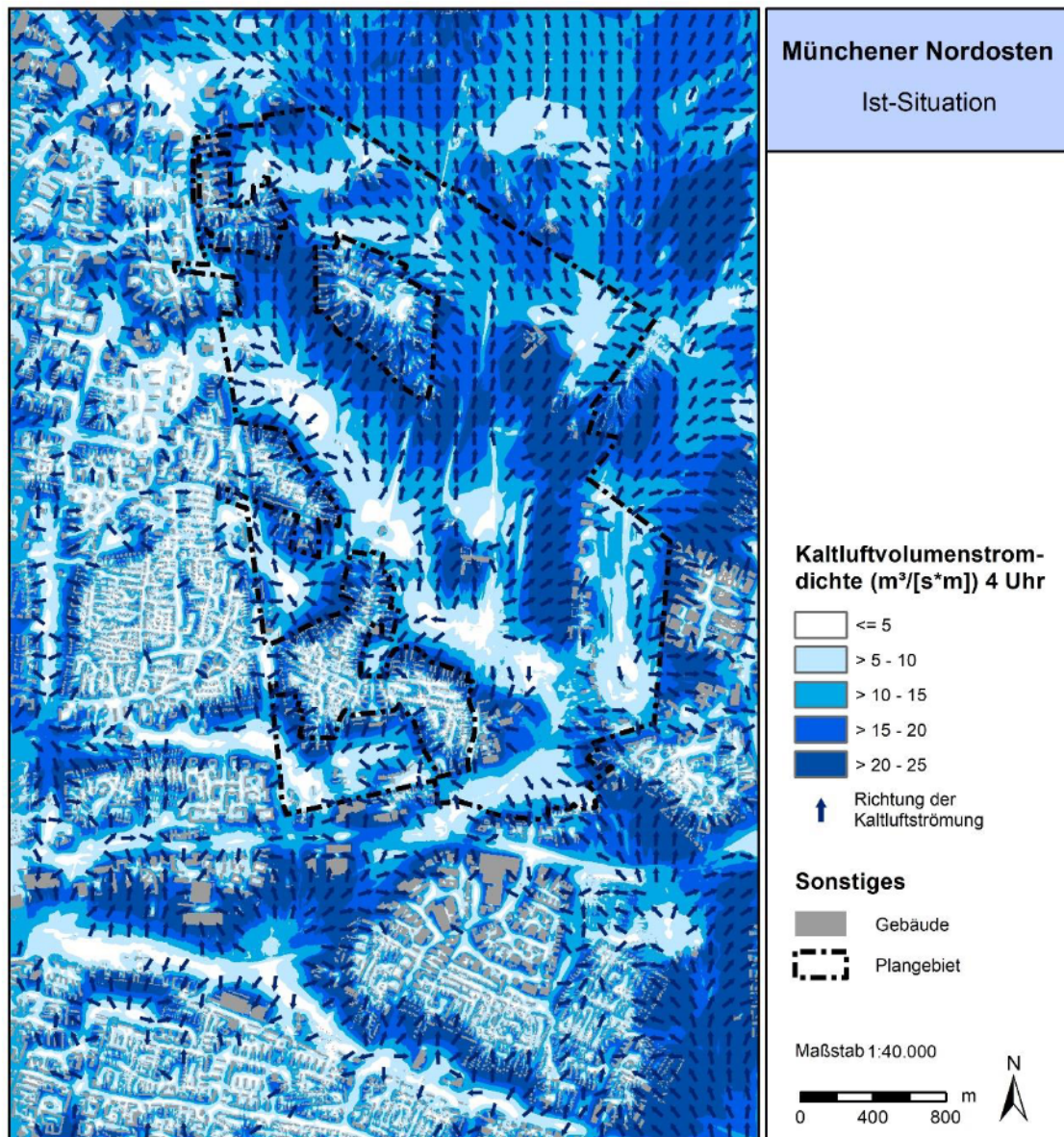


Abbildung 17: Kaltluftvolumenstrom um 4 Uhr nachts, Ist-Zustand (eigene Abbildung).

Die Ausprägung des Kaltluftvolumenstroms nach Umsetzung des Planvorhabens wird in der Abbildung 18 deutlich. In den Bereichen, wo eine verringerte (erhöhte) bodennahe Windgeschwindigkeit auftritt, ist tendenziell auch ein verringerter (erhöhter) Kaltluftvolumenstrom im Vergleich zur Bestandssituation zu finden. Die Plangebiete südlich des Münchener Nordostens wirken sich in Bezug auf den Kaltluftvolumenstrom nur lokal auf die unmittelbar angrenzende Bebauung aus, nicht jedoch auf das Planareal MNO selbst.

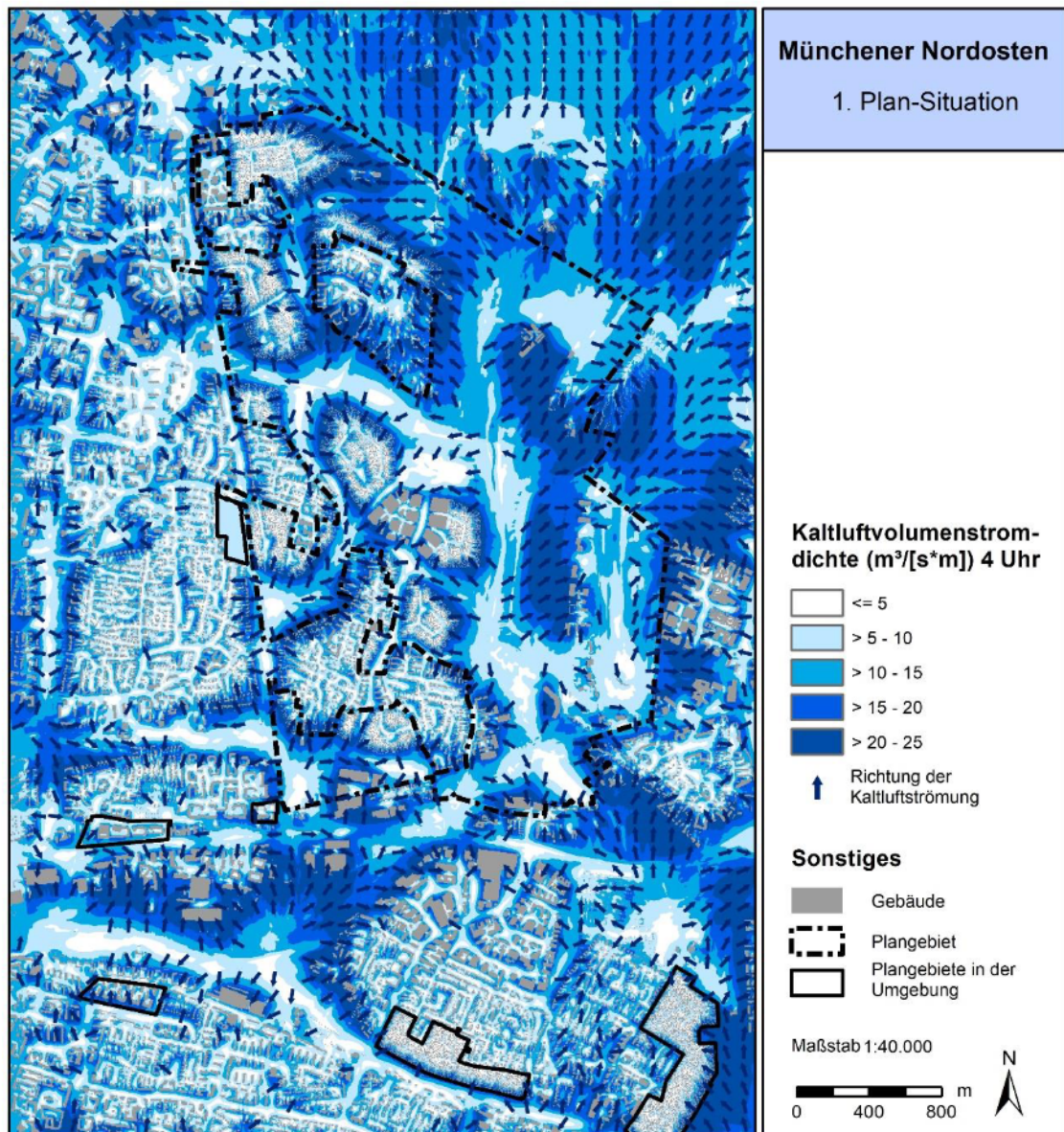


Abbildung 18: Kaltluftvolumenstrom um 4 Uhr nachts, 1. Planzustand (eigene Abbildung).

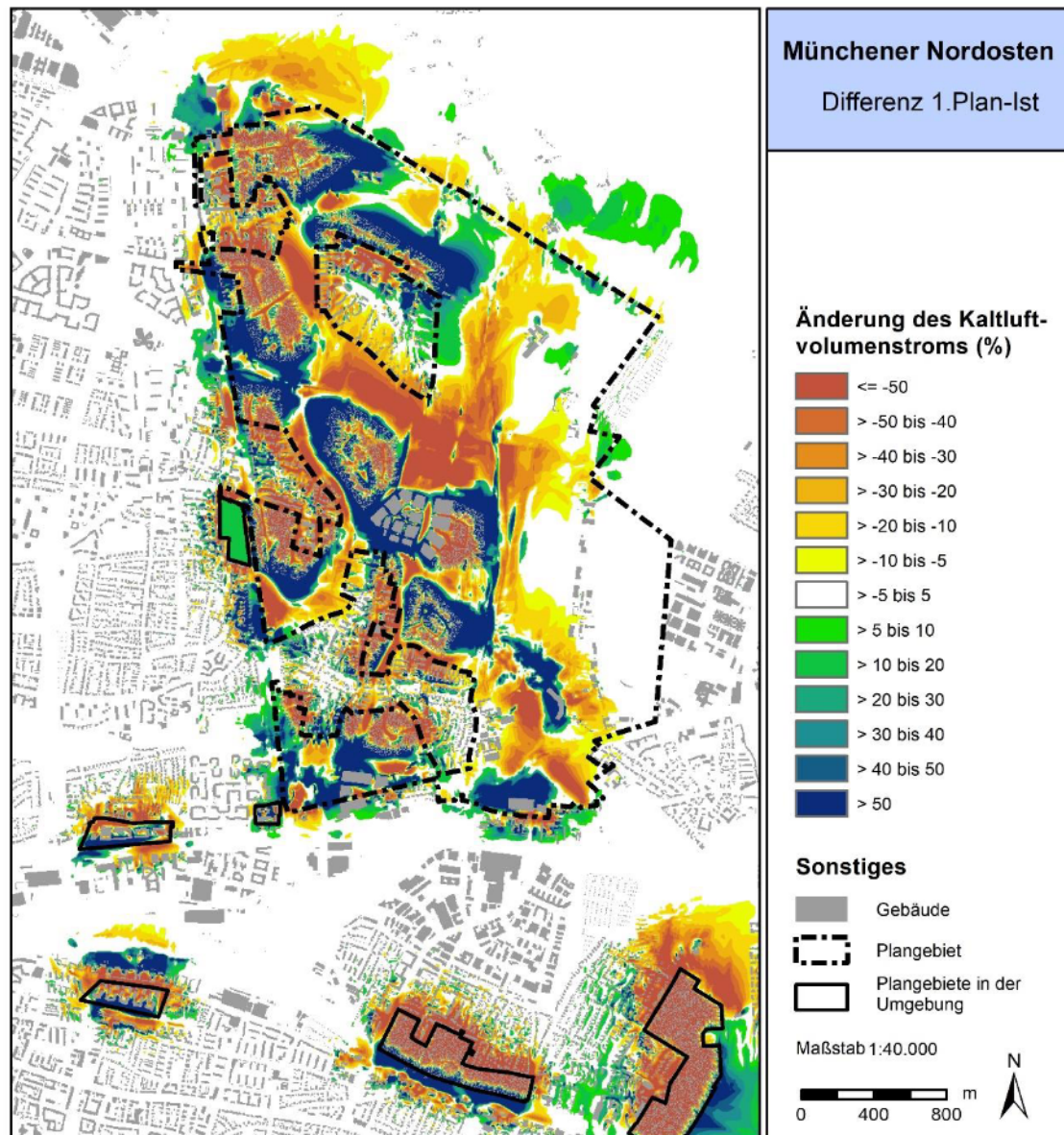


Abbildung 19: Prozentuale Veränderung des nächtlichen Kaltluftvolumenstroms (1. Planzustand – Bestandssituation) (eigene Abbildung).

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. Lediglich in der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 5 (VDI 2003) wird ein quantitatives „Maß der Beeinflussung“ vorgeschlagen, welches eine Reduktion der Abflussvolumina um mehr als 10 % z.B. im Umfeld von bioklimatisch belasteten Siedlungsgebieten als „hohe vorhabenbedingte Auswirkung“ ausweist. Eine Verringerung um 5 bis 10 % wird als „mäßige Auswirkung“ eingestuft, unterhalb von 5 % wird die Auswirkung einer Volumenstromverringerung als „geringfügig“ angesehen. Vor diesem Hintergrund ist in der Differenzenkarte (Abbildung 19 und Abbildung 20) die prozentuale Veränderung des Kaltluftvolumenstroms

unter anderem in den Abstufungen „über 10 %“, „5-10 %“ und „unter 5 %“ dargestellt.⁷ Gemäß der Bewertungskarte Stadtklima ist eine „bioklimatische Belastung“ im Siedlungsumfeld des Plangebietes größtenteils nicht gegeben, die Siedlungsräume zeichnen sich vorrangig durch eine günstige oder sehr günstige bioklimatische Situation aus (vgl. Abbildung 3 in Kapitel 1). Jedoch ist eine hinreichende Durchlüftung aufgrund des stattfindenden Klimawandels und damit der damit einhergehenden Verschlechterung der bioklimatischen Situation essenziell. Bei der Betrachtung der Kaltluftvolumenstromänderung liegt der Fokus nicht auf den neuen Quartieren, sondern auf dem Siedlungsbestand. Die Auswirkungen auf den Bestand werden in der vereinfachten, nachstehenden Abbildung 20 dargestellt.

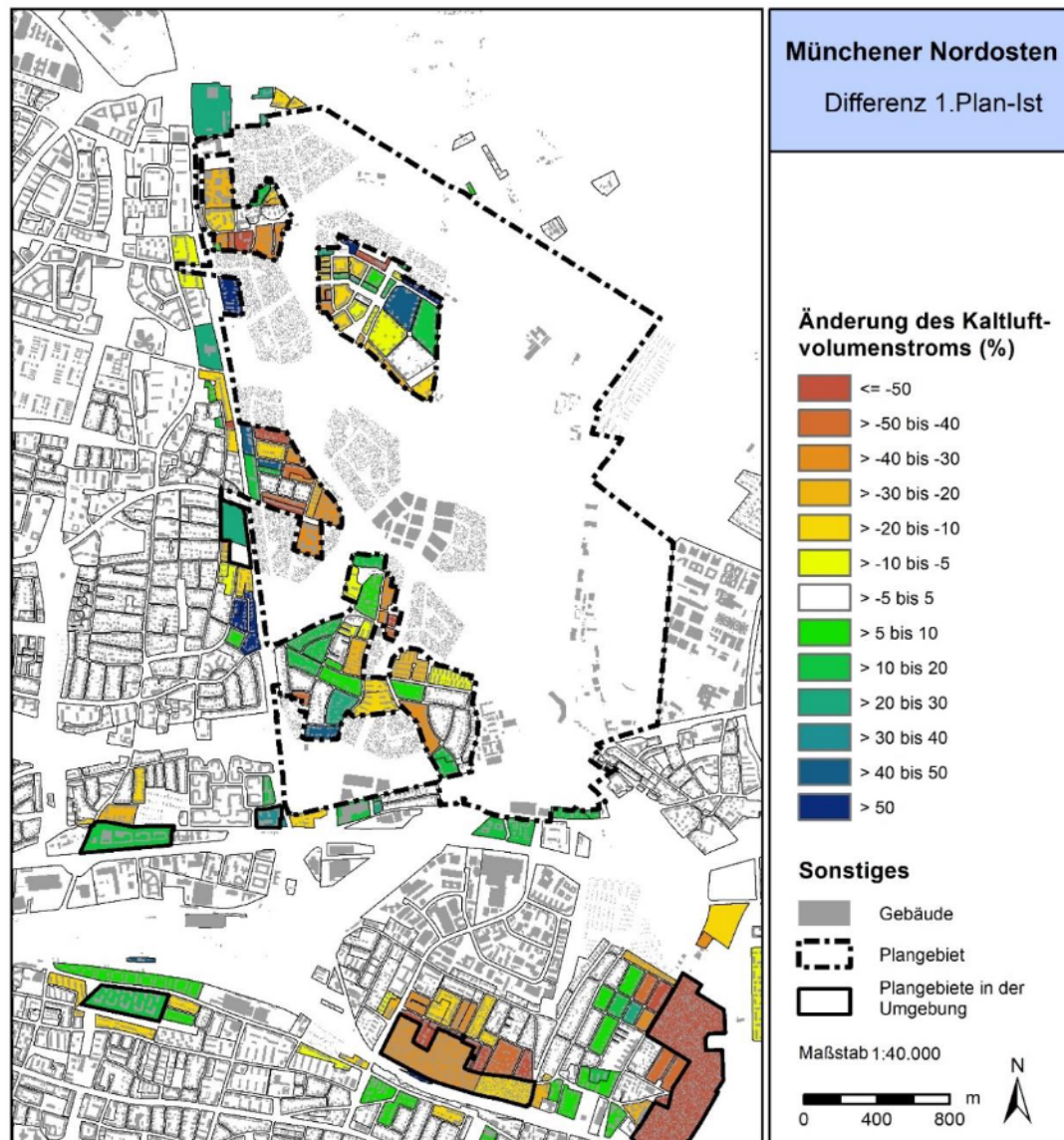


Abbildung 20: Prozentuale Veränderung (1. Planzustand – Bestandssituation) des nächtlichen Kaltluftvolumenstroms im Siedlungsbestand, auf Blockflächen gemittelt (eigene Abbildung).

⁷ Die zugrunde liegende statistische Auswertung wurde ausschließlich für die Rasterzellen durchgeführt, auf denen ein Änderungssignal von mindestens $1 \text{ m}^3/[\text{s} \cdot \text{m}]$ modelliert wurde. Der Hintergrund ist, dass andernfalls durch die prozentuale Betrachtungsweise auch Flächen mit vernachlässigbarem Kaltluftprozessgeschehen mit Absolutwerten nahe $0 \text{ m}^3/[\text{s} \cdot \text{m}]$ eine hohe Auswirkung zugeschrieben bekommen hätten. Gleichzeitig behebt dieser in vielen vorherigen Expertisen bewährte und anhand gutachterlicher Erfahrung gewählte Schwellwert irreführende prozentuale Änderungen des Kaltluftvolumenstroms fernab jeglicher baulicher Entwicklung, welche nur durch Modellrauschen zu erklären wären.

Trotz lokaler Zunahmen kommt es in Summe zur Reduktion des Kaltluftvolumenstroms in der Umgebung des Münchener Nordostens. Wie bereits beim bodennahen Strömungsfeld festgestellt (vgl. Kap. 3.2), hat der Reduktionsbereich des Kaltluftvolumenstroms eine Reichweite von bis zu 200 m über die Plangebietsgrenze des Münchener Nordostens hinaus. Insbesondere der Siedlungsbestand westlich der Plangebietsgrenze MNO ist hiervon betroffen. In den Gebieten an der Johanneskirchner Str., an der Brodersen-/Savitsstraße sowie auf den Flächen in der Nähe der Trabrennbahn nimmt der Kaltluftvolumenstrom um deutlich mehr als 10 % ab. In einzelnen Siedlungsblöcken werden Abnahmen von über 50 % erreicht (in der Lützenkirchenstraße und der Brodersenstraße zwischen Max-Nadler-Straße und Plankenhofstraße, in der Johanneskirchen Straße Ecke Wacholderweg, Kießlingerstraße zwischen Karlsburger Straße und Westermeierstraße). In einzelnen Siedlungsblöcken mit starker Abnahme des Kaltluftvolumenstroms ist die Abnahme durch Projekte außerhalb des Plangebiets MNO bedingt.

3.4 PHYSIOLOGISCH ÄQUIVALENTE TEMPERATUR (PET) AM TAG

Meteorologische Parameter wirken nicht unabhängig voneinander, sondern in biometeorologischen Wirkungskomplexen auf das Wohlbefinden des Menschen ein. Zur Bewertung werden Indizes verwendet (Kenngrößen), die Aussagen zur Lufttemperatur und Luftfeuchte, zur Windgeschwindigkeit sowie zu kurz- und langwelligen Strahlungsflüssen kombinieren. Wärmehaushaltsmodelle berechnen den Wärmeaustausch einer „Norm-Person“ mit seiner Umgebung und können so die Wärmebelastung eines Menschen abschätzen⁸. Beispiele für solche Kenngrößen sind die PET (Physiologisch Äquivalente Temperatur), der PMV-Wert (Predicted Mean Vote) und der UTCI (Universal Thermal Climate Index).

In der vorliegenden Arbeit wird zur Bewertung der Tagsituation der humanbioklimatische Index PET um 14:00 Uhr MEZ an einem wolkenlosen Sommertag herangezogen (vgl. Höppe und Mayer 1987). Gegenüber vergleichbaren Indizes hat dieser den Vorteil, aufgrund der °C-Einheit auch von Nichtfachleuten besser nachvollzogen werden zu können. Darüber hinaus handelt es sich bei der PET um eine Größe, die sich in der Fachwelt zu einer Art „Quasi-Standard“ entwickelt hat, sodass sich die Ergebnisse mit denen anderer Städte in Deutschland vergleichen lassen. Wie die übrigen humanbiometeorologischen Indizes bezieht sich die PET auf außenklimatische Bedingungen und zeigt eine starke Abhängigkeit von der Strahlungstemperatur (Kuttler 1999). Mit Blick auf die Wärmebelastung ist sie damit vor allem für die Bewertung des Aufenthalts im Freien am Tage sinnvoll einsetzbar und kann als die tatsächlich empfundene Temperatur angesehen werden.

Für die PET existiert in der VDI-Richtlinie 3787, Blatt 2 eine absolute Bewertungsskala, die das thermische Empfinden und die physiologischen Belastungsstufen quantifizieren (z.B. Starke Wärmebelastung ab PET 35 °C; Tab. 3; VDI 2022).

PET	Thermisches Empfinden	Physiologische Belastungsstufe
4 °C	Sehr kalt	Extremer Kältestress
8 °C	Kalt	Starker Kältestress
13 °C	Kühl	Moderater Kältestress
18 °C	Leicht kühl	Leichter Kältestress
20 °C	Behaglich	Kein thermischer Stress
23 °C	Leicht warm	Leichte Wärmebelastung

⁸ Energiebilanzmodelle für den menschlichen Wärmehaushalt bezogen auf das Temperaturempfinden einer Durchschnittsperson („Klima-Michel“ mit folgenden Annahmen: 1,75 m, 75 kg, 1,9 m² Körperoberfläche, männlich, etwa 35 Jahre; vgl. Jendritzky 1990).

29 °C	Warm	Moderate Wärmebelastung
35 °C	Heiss	Starke Wärmebelastung
41 °C	Sehr heiss	Extrem starke Wärmebelastung

Tab. 1.1: Zuordnung von Schwellenwerten für den Bewertungsindex PET während der Tagesstunden (nach VDI-RL 3787).

Zum Zeitpunkt 14 Uhr kann die Wärmebelastung vor allem über die Verschattung reduziert werden (Abbildung 21). Im Ist-Zustand beträgt die mittlere PET für den gesamten Geltungsbereich „Münchener Nordosten“ 31,8 °C. Insgesamt erreicht die PET im Plangebiet Werte von minimal 15,6 °C im Bereich hoher Ufervegetation und bis maximal 40,7 °C auf sonnenexponierten, versiegelten Flächen in Gebäudenähe. Allgemein zeigen sich im PET-Feld die sonnenexponierten Flächen mit einer höheren und verschattete Grünflächen mit einer geringeren Wärmebelastung. Aufgrund des alpinen Pumpens (Nord- bis Nordostströmung am Tag bei ausgetauschten Hochdruckwetterlagen) und der damit verbundenen höheren Windgeschwindigkeiten ist die PET auf den ausgedehnten Acker- und Freiflächen mit 29-36 °C vergleichsweise niedrig. Dennoch werden mit unter 22 °C weitaus niedrigere PET-Werte unter den Baumgruppen erreicht. Ebenso entfalten Gewässerflächen mit etwa 20-28 °C (bspw. Badensee) eine kühlende Wirkung am Tag. Im besiedelten Gebiet des Münchener Nordostens und seiner Umgebung ergeben sich starke kleinräumige Unterschiede der PET je nach Verschattung, Windexposition und Versiegelung.

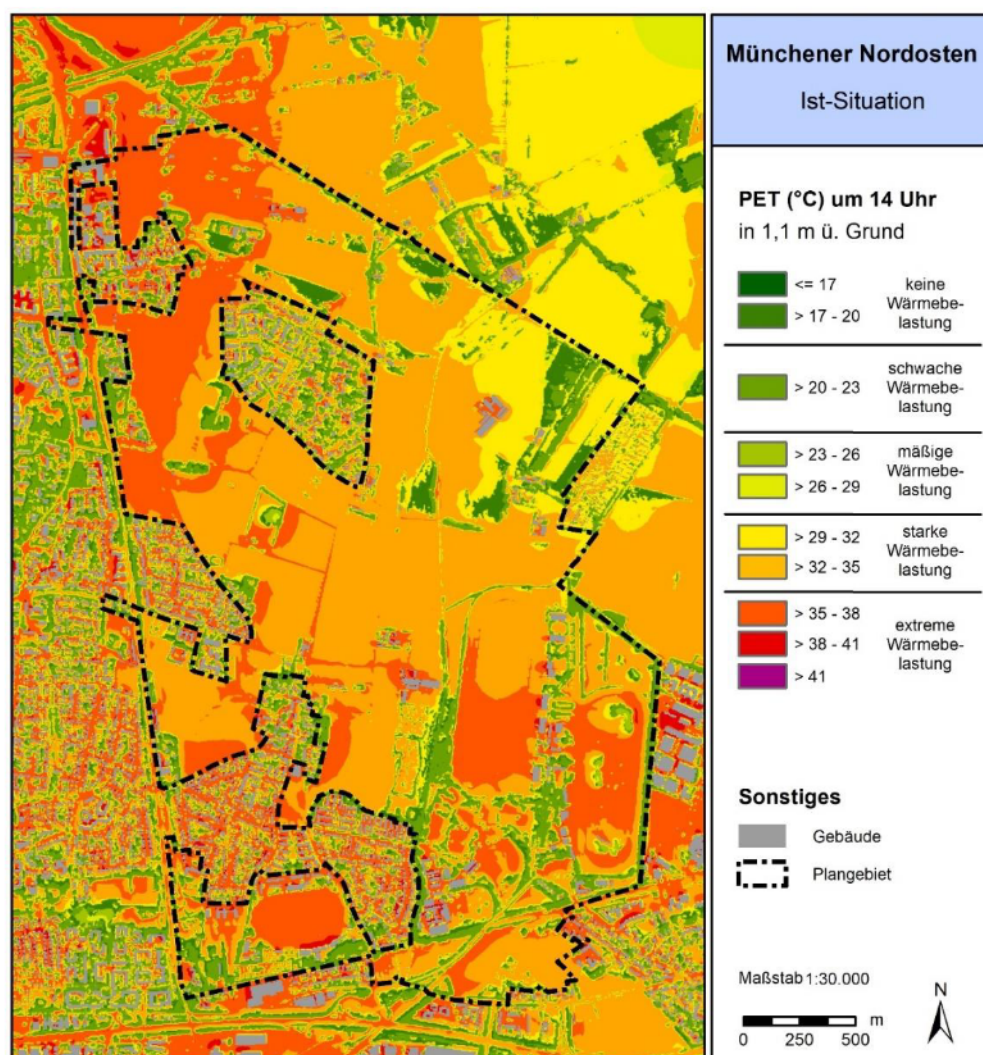


Abbildung 21: Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) in 1,1 m ü. Grund um 14 Uhr, Ist-Zustand (eigene Abbildung).



Nach Realisierung des Vorhabens (Abbildung 22) beträgt die mittlere PET auf der Planfläche 29,9 °C und reduziert sich damit im Mittel um etwa 1,9 °C. Die Veränderungen der PET gegenüber der Ist-Situation können zudem der auch der Abbildung 23 im Anhang entnommen werden. Die Renaturierung im Bereich der Trabrennbahn im Südwesten bewirkt lokal eine PET-Reduktion um bis zu 20,5 °C. Weiterhin reduziert sich die PET aufgrund des Schattenwurfs neuer Gebäude: Zum Zeitpunkt 14 Uhr werfen die neu geplanten Gebäude an den Nord- und Ostseiten einen Schatten und bewirken lokal eine Reduktion der PET um bis zu 10 °C. Baumpflanzungen können die PET kleinräumig durch ihre Verschattung und Verdunstungsleistung deutlich herabsenken. Ein Großbaum verdunstet ca. 400 l Wasser pro Tag, dies entspricht einer Kühlleistung von 0,8 kWh/m² (Gillefalk et al., 2021; Pauleit et al., 2023). In den Ergebnissen zeigt sich die Auswirkung der Baumpflanzung durch eine Reduzierung der PET um mehr als 15 °C, wobei im verwendeten Modell lediglich die Schattenwirkung abbildbar ist. Großbäume tragen somit zu einem gesunden Stadtklima bei und erfüllen weitere wichtige Ökosystemleistungen der Biodiversität und CO₂-Fixierung.

Neben der Verschattung durch Bäume und Gebäude wirkt der geplante Badesee im Zentrum des Münchener Nordostens tagsüber kühlend. Der Badesee reduziert die PET gegenüber der Ist-Situation um 10-15 °C. Demgegenüber stehen kleinräumige Zunahmen der PET um bis zu 22,7 °C in den neuen Stadtquartieren aufgrund der angenommenen Versiegelung und Gebäude.

Großflächig und im Mittel betrachtet überwiegt jedoch die Verbesserung der Tagsituation, welche sich im Zuge der Realisierung des Projektes ergibt. In Bezug auf die nächtliche Lufttemperatur und die Durchlüftung in der Nacht (vgl. Kap. 3.1 bis 3.3) verschlechtert sich jedoch die klimatische Situation gegenüber dem Ist-Zustand. In Bezug auf die PET beschränken sich die Veränderungen vorrangig auf das Plangebiet selbst, sodass mit keinen größeren Fernwirkungen auf den Bestand gerechnet werden muss. Zudem wird empfohlen, die bioklimatische Situation in kleinräumigen Untersuchungen weiter zu prüfen und Hinweise zur Planungsoptimierung sollten gegeben werden.

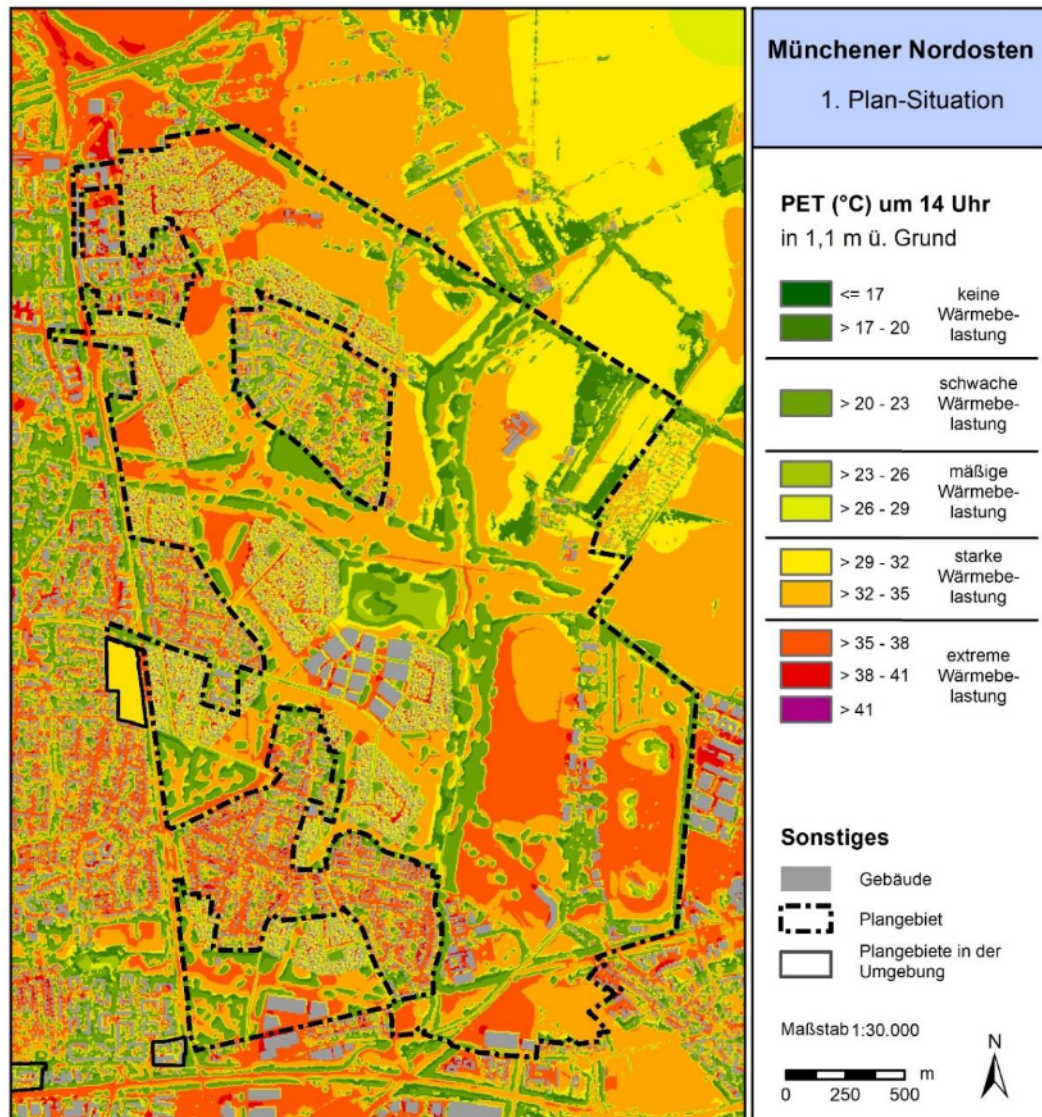


Abbildung 22: Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) in 1,1 m ü. Grund um 14 Uhr, 1. Planzustand (eigene Abbildung).

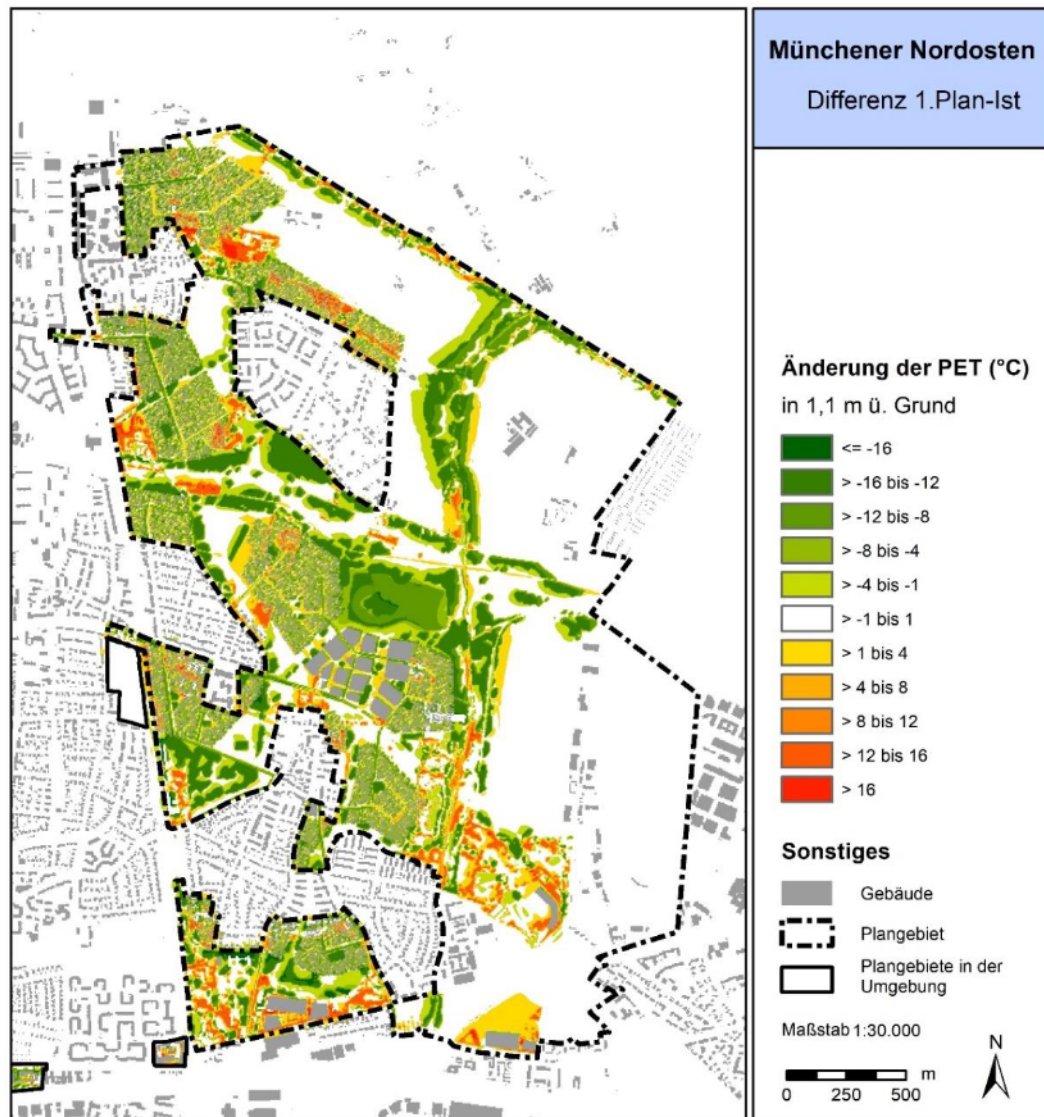


Abbildung 23: Differenz der PET am Tag in °C (1. Planzustand – Bestandssituation) (eigene Abbildung).

4. Fazit und Planungshinweise

Die modellgestützte Analyse mit FITNAH-3D hat verdeutlicht, welche klimaökologischen Funktionen das Untersuchungsgebiet „Münchener Nordosten“ in der heutigen Situation bei austauscharmen Strahlungswetterlagen erfüllt und welche Veränderungen der klimaökologischen Situation durch das Planvorhaben zu erwarten sind. Im Folgenden werden die Auswirkungen in Planvariante 1 des Projektes zusammengefasst und Hinweise in Bezug auf das Klima formuliert. Die „Hinweiskarte Stadtklima“ (Abbildung 24) zeigt Konflikte hinsichtlich des Kaltluftaustausches und des thermischen Komforts auf und skizziert Chancen zur Verbesserung der klimaökologischen Situation. Dabei ist es für die weitere Planung der städtebaulichen Entwicklung des Münchener Nordostens dringlich empfohlen die Hinweise zur Optimierung der klimaökologischen Situation vor Ort zu berücksichtigen. Um den optimalen Einsatz von lokalen Maßnahmen zur Minderung der Hitze vor Ort festzulegen, sollten in weiteren Planungsschritten des Projekts Münchner Nordosten vertiefte Untersuchungen der klimaökologischen Situation mit einer feineren Maßstäblichkeit durchgeführt werden.

4.1 THEMENFELD NÄCHTLICHER KALTLUFTAUSTAUSCH

In der Hinweiskarte werden mit den zwei Kaltluftleitbahnen und den zwei Bereichen mit Parkwinden die wichtigsten Austauschprozesse innerhalb des Münchener Nordostens dargestellt. Daneben gibt es weitere Bereiche mit Luftaustausch, die ebenso eine Rolle spielen, jedoch geringere Strömungsgeschwindigkeiten und Kaltluftvolumenströme aufweisen. Mit der Umsetzung des Planvorhabens wird die nächtliche Durchlüftung im Geltungsbereich selbst und im angrenzenden Bestand gemindert, was in der Hinweiskarte mit dem „Reduktionsbereich Kaltluftvolumenstrom“ skizziert wird. Dabei sind die Auswirkungen auf den Siedlungsbestand relevant, wenn dort der Kaltluftvolumenstrom um mehr als 10 % abnimmt. Derzeit liegt im betroffenen Siedlungsbestand laut der Planungshinweiskarte der Stadtklimaanalyse der Landeshauptstadt München keine bioklimatische Belastung vor. Eine Reduzierung des Kaltluftvolumenstroms um mehr als 10% kann dazu führen, dass die jeweilige Belastungsstufe in eine Klasse hochgestuft wird. Dies würde einen Anstieg von einer „sehr günstigen bioklimatischen“ zu einer „günstigen“ oder von einer „günstigen“ zu einer „weniger günstigen“ Situation im Bestand bedeuten. Grundlegend würde somit im Bestand keine Verschlechterung eintreten, die aus gutachterlicher Sicht im Zielkonflikt zwischen Siedlungsentwicklung und klimaökologischer Situation nicht zu vertreten wäre. Nichtsdestotrotz sollte immer das Ziel sein, den Bestand so wenig wie möglich durch Entwicklung von neuem Wohnraum in der Nachbarschaft zu beeinflussen. Zudem wird sich durch den Klimawandel die bioklimatische Situation in den bestehenden Siedlungsbereichen voraussichtlich verschlechtern und in naher Zukunft einer weniger günstigen bioklimatischen Situation aufweisen (GEO-NET 2021). Es wird daher dringend geraten, folgend ausgeführte Möglichkeiten zur Optimierung der Durchlüftung im Gebiet in den weiteren Planungsschritten zu beachten.

Der nächtliche Kaltluftaustausch kann optimiert werden, indem Baukörperstellung und Abstandsflächen beachtet, Baufelder in ihrer Größe reduziert, Austauschbarrieren vermieden und Grünflächen geschützt und vernetzt werden. Dies dient zudem auch der Erhaltung der Kaltluftbildung. Im Münchener Nordosten existieren je nach Strömungssituation Quartiere, in denen sich beispielsweise eine Nord-Süd bzw. eine Ost-West-Ausrichtung von Gebäudekörpern und Freiräumen anbietet, damit die Kaltluft aus den kühlen Ausgleichsräumen möglichst weit in Richtung Siedlung transportiert wird. Mit der Verschiebung oder gar Verkleinerung von Baufeldern können Abstandsflächen zwischen dem Bestand und dem neuen Quartier vergrößert bzw.



optimiert werden, damit die Auswirkungen im Bestand möglichst gering ausfallen. Um Austauschbarrieren für die bodennahe Strömung zu vermeiden, sollte auf Gebäudkörper quer zur Strömungsrichtung und eine dichte Baumbepflanzung in wichtigen Kaltluftkorridoren verzichtet werden. Demnach sind nicht nur die Gebäude, sondern auch Grünstrukturen entsprechend des Strömungsfeldes auszurichten. Des Weiteren spielt auch der Schutz von Grünflächen eine wichtige Rolle, insbesondere in der Kaltluftleitbahn und auf den Grünflächen mit Parkwinden. Neben der Förderung des Luftaustausches ist auch die nächtliche Kaltluftbildung relevant, welche durch einen möglichst hohen Grünanteil im Plangebiet erzielt wird. Insbesondere niedrige Vegetation (z.B. Rasen, Ackerflächen, Wiesen und Kräutergärten) ist für die nächtliche Kaltluftbildung förderlich und zudem auch hindernisarm, was zugleich für den Kaltlufttransport dienlich ist.

Einen besonderen Hinweis bedarf der Zusammenhang zwischen dem Münchener Nordosten und dem unmittelbar angrenzenden Plangebiet „Marienburger Straße“. Sollte der Siegerentwurf von rheinflügel severin & bbz Landschaftsarchitekten (siehe Abbildung 2 in Kap. 1) umgesetzt werden, hat der Reduktionsbereich des Kaltluftvolumenstroms in dem betreffenden Abschnitt eine Reichweite von bis zu 200 m westlich über die Plangebietsgrenze des Münchener Nordostens hinaus. Dies kann vermieden werden, indem das unmittelbar angrenzende Baufeld des MNO im südlichen Teil verkleinert wird und im südlichen Teil des Plangebiets Marienburger Straße ein Kaltluftkorridor bestehen bleibt.

4.2 THEMENFELD THERMISCHER KOMFORT

Im Folgenden wird der thermische Komfort sowohl für die Tag- als auch für die Nachtsituation betrachtet. Die hier formulierten Planungshinweise zielen darauf ab, die Wärmebelastung im Sommer durch geeignete Maßnahmen zu reduzieren.

WÄRMEBELASTUNG IN DER NACHT

Um den zukünftigen Bewohnern des Münchener Nordostens in der mit dem Klimawandel zu erwartenden Zunahme der tropischen Nächte einen erholsamen Schlaf und Belastungen der Gesundheit durch die Hitze zu gewährleisten, sind Maßnahmen zur Reduktion der sommerlichen Wärmebelastung von großer Bedeutung. Vor allem der zentrale Bereich des Münchener Nordostens weist ein erhöhtes Risiko in Bezug auf die nächtliche Wärmebelastung auf (siehe „potentieller Hotspot in der Nacht“ in der Abbildung 24). Insbesondere dort sind Anpassungsmaßnahmen besonders wichtig, wenngleich sie auch in anderen, kühleren Bereichen des Münchener Nordostens vorgenommen werden können und sollten.

Allerdings sind Anpassungsmaßnahmen zur Reduktion der Wärmebelastung in der Nacht begrenzt, da naturbasierte Klimaanpassungsmaßnahmen vor allem tagsüber ihre Wirkung entfalten. Daher sollte eine gute Durchlüftungssituation geschaffen werden. Zur Verbesserung der Nachtsituation empfiehlt sich zudem ein geringer Versiegelungsgrad und eine geringe bauliche Dichte zugunsten von Vegetations- und insbesondere Rasenflächen, damit die Außentemperaturen reduziert und die nächtliche Abkühlung optimiert werden kann. Besonders wirksam für den Innenraum sind eine technische Gebäudekühlung, eine gute Dämmung von Dächern und Fassaden, eine geeignete Raumlüftung (vom Bewohner abhängig), ein angepasstes Raumnutzungskonzept und Dach- und Fassadenbegrünung zur Verschattung und Verdunstung. Durch Dach- und Fassadenbegrünung heizen sich Gebäudeoberflächen weniger stark auf und geben so wiederum in der Nacht weniger Wärme in die Umgebung ab. Der baulich-technischen Gebäudekühlung haftet dabei stets der Ruf der Umweltschädlichkeit an. Allerdings existieren bereits heute nachhaltige Lösungen oder befinden sich in der



fortgeschrittenen Entwicklungsphase (z.B. Kompressionskältemaschinen oder Ab- und Adsorptionskältemaschinen, adiabatische (Abluft-)Kühlung). Das „angepasste Raumnutzungskonzept“ beinhaltet eine optimierte Nutzung von Innenräumen. So sollten sensible Räume wie Schlaf-, Arbeits- oder von Risikogruppen genutzte Zimmer möglichst nicht nach Süden ausgerichtet sein. Dies kann durch entsprechende Gebäudeausrichtungen und -grundrisse bereits im Vorfeld gesteuert werden. Nicht zuletzt sind auch die Maßnahmen zur Förderung des Kaltluftaustausches (vgl. Kap. 4.1) für eine Abkühlung der Innenräume in der Nacht dienlich. Je stärker der Luftaustausch, desto effizienter ist auch die Raumlüftung. Dies hat vor allem während austauscharmer Wetterlagen im Sommer Relevanz.

ZUSATZ: MÖGLICHE AUSWIRKUNGEN DER BAHNTRASSE

Wie vorangehend beschrieben ist im Untersuchungsgebiet der viergleisige Ausbau der Bahntrasse Daglfing-Johanneskirchen geplant, welcher aber aus noch ausstehenden Entscheidungen zur Umsetzung des Ausbaus nicht in die Modellierung eingehen konnte. Die derzeitigen Möglichkeiten für die Umsetzung sind eine Untertunnelung mit begrünter Decke oder eine oberirdische Führung mit Lärmschutzmaßnahmen.

Aus gutachterlicher Sicht ist in Bezug auf das Stadtklima die Tunnelvariante zu bevorzugen. Als Hauptgrund dafür ist zu sehen, dass bei der Tunnelvariante im Vergleich zur oberirdischen Variante keine Lärmschutzwände notwendig sind, die den Luftaustausch in Ost-West-Richtung behindern. Außerdem ist vorgesehen, die Tunneldecke zu begrünen, wodurch die versiegelte Fläche der Umsetzung abnimmt und somit würde die Tunnelvariante durch die begrünte Decke stärker als die oberirdische Variante zur Frisch- und Kaltluftproduktion beitragen.

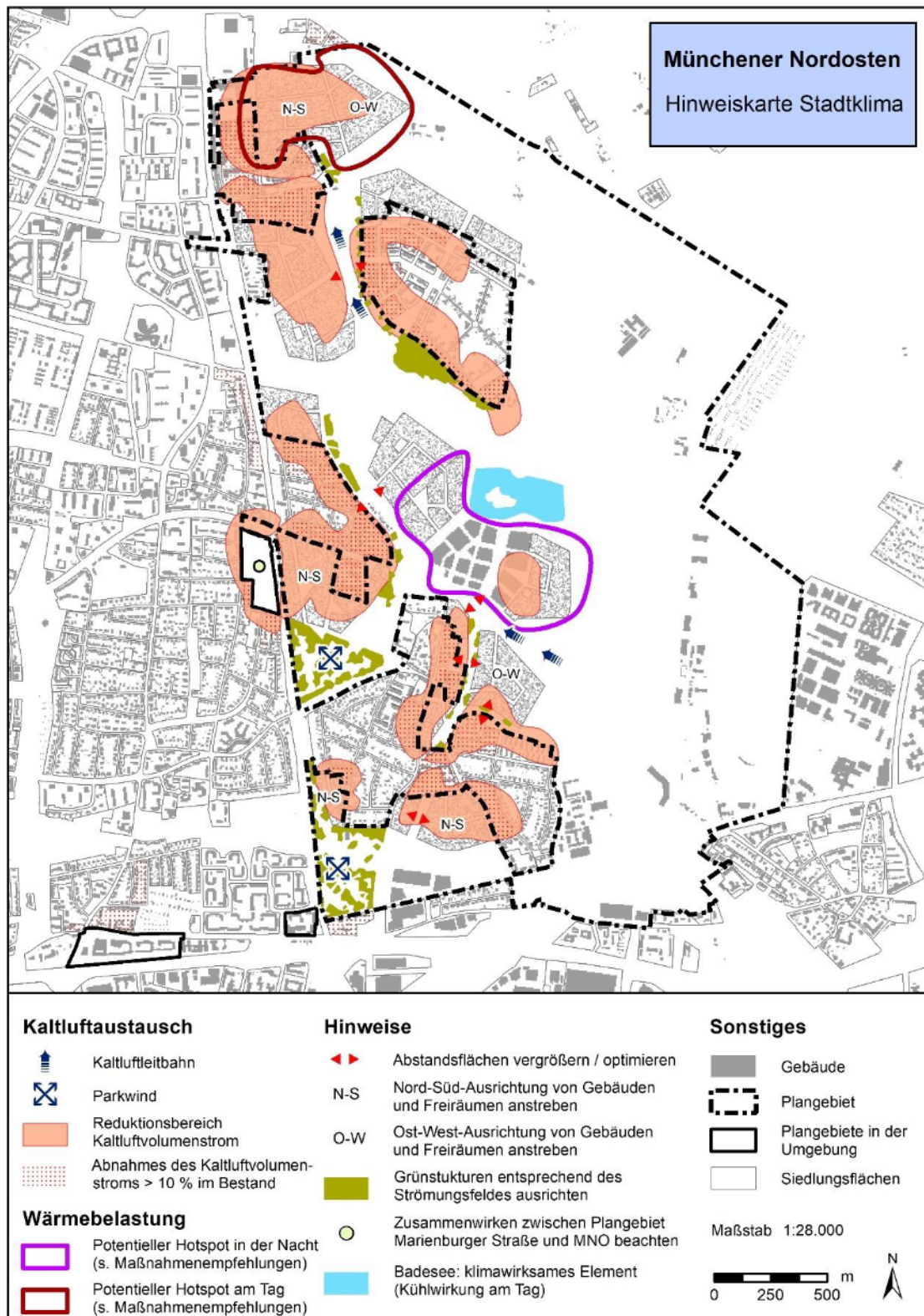


Abbildung 24: Hinweiskarte Stadtklima für Planvariante 1 des Münchener Nordosten (eigene Abbildung).



WÄRMEBELASTUNG AM TAG

Zur Sicherstellung gesunder Wohn- und Arbeitsbedingungen leisten Maßnahmen zur Reduktion der Hitzebelastung am Tag einen entscheidenden Beitrag. Dabei stellen naturbasierte Maßnahmen sofern diese vor Ort umsetzbar sind, das Mittel der Wahl da. Denn diese wirken sich nicht nur direkt positiv durch eine Reduktion der Wärmebelastung (Schattenwurf, Verdunstungskühlung) aus, sondern weisen auch für die Biodiversität positive Effekte auf und steigern nachweislich das persönliche, optische Wohlbefinden der Bevölkerung.

Das Gewerbegebiet im Norden des Münchener Nordostens stellt in der Tagsituation den wärmsten Bereich im neuen Quartier dar (siehe „potentieller Hotspot am Tag“ in der Abbildung 24) und sollte verstärkt durch Maßnahmen optimiert werden. Allerdings können Wärmebelastungen auch in anderen Bereichen auftreten, sodass die nachfolgenden Hinweise auch für das gesamte Plangebiet gelten. Im Siegerentwurf wurden bereits einige gute Ansätze verfolgt. Dazu zählen unter anderem die folgenden Aspekte:

- Grüne Straßenraumgestaltung inkl. kühlen und verschatteten Wegeverbindungen,
- Hoher Baumanteil auf den Wohnbau- und Gewerbeflächen (gemäß Zwillingsflächen) und im Freiraum,
- Anlegen von offenen Wasserflächen (hier: Badensee) mit kleineren Baumgruppen für Mikrovielfalt und
- Teilweise Schutz / Aufwertung von bestehenden Grünflächen (Neupflanzungen von Bäumen, Weiterführung der Auenlandschaft entlang des Hüllgrabens in Richtung Norden).

Für die genauere Ausgestaltung der Quartiere gibt es noch viele Potenziale zur Optimierung der Tagsituation. Hierunter fallen unter anderem die Begrünung von Süd- und Westfassaden, die Dachbegrünung, die Verwendung heller Baumaterialien, Maßnahmen des sommerlichen Wärmeschutzes (v.a. Sonnenschutz am Gebäude) sowie vermehrtes Anlegen von offenen Wasserflächen.

Um die Erwärmung der Gebäude am Tage abzuschwächen, bietet sich eine Fassadenbegrünung an. Sie 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. Zudem zeigt sich speziell während Hitzeperioden ein positiver Effekt (Alsaad et al., 2022). Darüber hinaus mindert eine Begrünung die Schallreflexion und damit die Lärmbelastung und kann zu einem gewissen Grad Stäube und Luftschadstoffe binden. In München gilt daher der Standard, dass 30 % der Fassaden begrünt sein sollen, vorzugsweise bei den unteren Stockwerken.

Neben der Fassadenbegrünung können auch weiße bzw. helle Fassaden zur Reduktion der Wärmebelastung beitragen. Je höher die Albedo der Baumaterialien oder der Fassadenanstriche ist, desto mehr einfallende Sonnenstrahlung wird von ihnen reflektiert und desto geringer fällt die Erwärmung der Oberfläche und der angrenzenden Luftmassen aus. Auch die Entsiegelung und Begrünung führen oft zu einer Albedoerhöhung, da Pflanzen ein höheres Rückstrahlvermögen als beispielsweise dunkler Asphalt aufweisen.

Bei einer Dachbegrünung wirkt die Vegetation zusammen mit dem Substrat isolierend und verringert damit das Aufheizen darunter liegenden Wohnraums. 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 hier durch die Traufhöhe der höheren Gebäude zu einer vertikalen Entkopplung der positiven Effekte. Niedrige Gebäude mit Dachbegrünung können maßgeblich zu einem im bodennahen Bereich positiven Abkühleffekt beitragen. Grundlegend nimmt die positive Auswirkung des Gründachs auf das Bodenniveau (Aufenthaltsbereich des Menschen) mit zunehmender Höhe der Gebäude ab, eine Beeinflussung der Wirkung wird aber in Abhängigkeit von der baulichen Dichte und der Ausgestaltung der Dachbegrünung (bspw. extensiv, Anteil begrünter Fläche auf dem Dach etc.) bestimmt (Morakinyo et al., 2017) beobachtet. Zudem ist immer nachweislich ein positiver Effekt auf die Stockwerke, welche sich unterhalb des Dachs befinden, und somit das Innenraumklima festzustellen. Zudem profitieren Personen, welche sich auf dem Dach aufhalten, falls dieses als eine Art Dachgarten vorgesehen ist, von dem positiven Effekt der Dachbegrünung auf das thermische und geistige Wohlbefinden. Voraussetzung für die Kühlwirkung ist allerdings immer ein ausreichendes Wasserangebot für die Vegetation. Die in der Vergangenheit beobachtete und zukünftig erwartbare maximale Dauer von Trockenperioden im Raum München beträgt im Mittel 21 Tage (LfU, 2023; DWD CDC, 2024). Im Sinne der Klimavorsorge soll der Substrataufbau so gewählt werden, dass die Verdunstung einer Dachbegrünung für diese Dauer erhalten bleibt. Daher gilt in München die Vorgabe, dass extensive Dachbegrünung eine Mindestsubstratschichtdicke von 20 cm, intensive Dachbegrünung von 40 cm betragen soll. 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 und zum Schwammstadtprinzip beiträgt.

Die Verschattung durch Bäume, welche eine sehr effektive, naturbasierte Klimaanpassungsmaßnahme für die Tagsituation darstellt (s. Kap. 3.4), kann durch einen sommerlichen Wärmeschutz an Gebäuden sinnvoll ergänzt werden. Hier sind insbesondere außen liegende Sonnenschutzelemente wie Jalousien, Überdachungen, Markisen, Fensterläden und Sonnensegel zu nennen. Eine andere Option stellt reflektierendes oder absorbierendes Sonnenschutzglas oder -folie dar.

Eine weitere Möglichkeit, die Wärmebelastung am Tag zu reduzieren, bietet das Anlegen von offenen Wasserflächen. Die konkrete Ausgestaltung solcher Wasserflächen bietet einen großen Spielraum und reicht u.a. von Fontänen und Brunnen über Teiche und Retentionsbecken bis hin zu Wasserspielplätzen und Vernebelungsdüsen. Kühlende Wasserelemente bieten sich insbesondere auf öffentlichen Grünflächen und Bereichen mit hohen PET-Werten an.

Zusammenfassend bestehen viele Möglichkeiten, die klimatische Situation am Tag zu verbessern, insbesondere durch eine hohe Durchgrünung, welche weitere wichtige klimaökologische Funktionen bietet. Bei der Maßnahmenumsetzung sollten stets auch die Auswirkungen auf die Nachtsituation beachtet werden. Dies gilt insbesondere für bewohnte Flächen, bei denen Tag- und Nachtsituation gleichermaßen bedeutsam sind.



Quellenverzeichnis

- Alsaad, H., Hartmann, M., Hilbel, R., Voelker, C., 2022. The potential of facade greening in mitigating the effects of heatwaves in Central European cities. Building and Environment 216, 109021. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109021>
- DWD (Deutscher Wetterdienst, Hrsg.) (2020a): Stadtklimatische Untersuchungen der sommerlichen Temperaturverhältnisse und des Tagesgangs des Regionalwindes („Alpines Pumpen“) in München - Offenbach am Main: Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes. Berichte des Deutschen Wetterdienstes 252. Online verfügbar: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:101:1-2020062509445348671986>
- DWD Climate Data Center (CDC) (2020a): Historische stündliche Stationsmessungen der Lufttemperatur und Luftfeuchte, des Bedeckungsgrades und der Windgeschwindigkeit für Deutschland, Version v006.
- DWD Climate Data Center (CDC) (2020b): Jahresmittel der Raster der monatlich gemittelten Lufttemperatur (2m), des Niederschlages und der meteorologischen Kenntage für Deutschland, Version v1.0.
- DWD Climate Data Center (CDC) (2024): Tägliche Stationsmessungen Niederschlagshöhe in mm für Deutschland, Version v21.3, abgerufen am 01.01.2024; <https://klimainformationssystem.bayern.de/klima-tool/klima-der-zukunft>
- GEO-NET (2014): Stadtklimaanalyse Landeshauptstadt München. Online verfügbar: https://stadt.muenchen.de/dam/jcr:1d8eeb94-d4fd-4933-b48f-00b58ef1c63b/Bericht_Stadtklimaanalyse_LHM.pdf
- GEO-NET (2021), Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.): Landesweite Schutzgutkarte Klima/Luft für die Landschaftsrahmenplanung. Online verfügbar: https://www.lfu.bayern.de/download/natur/schutzgutkarten/klimaluft_abschlussbericht.pdf
- Gillefalk, M., Tetzlaff, D., Hinkelmann, R., Kuhleemann, L.-M., Smith, A., Meier, F., Maneta, M. P., and Soulsby, C.: Quantifying the effects of urban green space on water partitioning and ages using an isotope-based ecohydrological model, Hydrol. Earth Syst. Sci., 25, 3635–3652, <https://doi.org/10.5194/hess-25-3635-2021>, 2021.
- iMA Richter & Röckle GmbH & Co KG (2016): Vertiefende Untersuchung zum Stadtklima im Rahmen der Erstellung des integrierten Strukturkonzepts für den Münchner Nordosten. Online verfügbar: https://stadt.muenchen.de/dam/jcr:24675f2b-3540-4a8d-8df7-a601602eedc1/Stadtklima_Untersuchungen_Muenchner_Nordosten_2016.pdf
- Landesamt für Umwelt, 2023, Bayerisches Klimainformationssystem, abgerufen am 01.01.2024

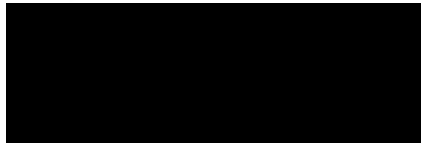


Morakinyo, T.E., Dahanayake, K.W.D.Kalani.C., Ng, E., Chow, C.L., 2017: Temperature and cooling demand reduction by green-roof types in different climates and urban densities: A co-simulation parametric study. Energy and Buildings 145, 226–237. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.03.066>

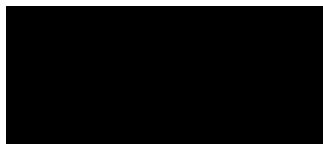
S. Pauleit, S. Erlwein, S. Linke, M. Rahman, T. Zölch, T. Rötzer, 2023. Grün-blaue Infrastruktur für die Klimawandelanpassung der Stadt. In DWD, Stadtklima im Wandel (S. 156). https://www.dwd.de/DE/leistungen/pbfb_verlag_promet/I_promethefte/106p.html

GEO-NET Umweltconsulting GmbH
Hannover, den 12.11.2024

Erstellt von:



Editiert von:



Die Erstellung der Klimaexpertise erfolgte entsprechend dem Stand der Technik nach bestem Wissen und Gewissen. Die Klimaexpertise bleibt bis zur Abnahme und Bezahlung alleiniges Eigentum des Auftragnehmers. Eigentum und Nutzungsrecht liegen bei der Auftraggeberin.



5. Anhang

5.1 DIE MODIFIZIERTE PLANVARIANTE: EINGANGSDATEN UND ERGEBNISSE

Aus den bisherigen Ergebnissen geht hervor, dass die Auswirkung auf die nächtliche Durchlüftung im Bestand und in den neuen Quartieren die stadtklimatische Kernherausforderung bei der Umsetzung des Münchener Nordostens und auf dieser Planungsebene darstellt. Um die Reduktion des Kaltluftvolumenstroms im Siedlungsbestand einzudämmen, hat das Referat für Stadtplanung und Bauordnung eine 2. Planvariante ausgearbeitet, welche auf den Ideen des Siegerentwurfs in Kombination mit Empfehlungen aus der Hinweiskarte mit Kenntnis der Ergebnisse der Modellierung des Siegerentwurfs basiert. Es soll mit der Modellierung der modifizierten Planvariante geprüft werden, inwiefern sich Anpassungen im Siegerentwurf positiv auf das Stadtklima auswirken können. Im Folgenden werden die Eingangsdaten und Ergebnisse dieser strömungsoptimierten Variante erläutert. Da die Änderungen der 2. Planvariante mit dem Fokus auf eine Optimierung der nächtlichen Durchlüftung im Vergleich zur 1. Variante lediglich marginale Auswirkungen auf die Wärmebelastung (PET) vor Ort aufweisen, wird von einer Diskussion der PET der 2. Planungsvariante abgesehen.

5.1.1 EINGANGSDATEN DER 2. PLANSITUATION

Die 2. Plansituation greift einige Empfehlungen der Hinweiskarte (Abbildung 24 in Kap. 4) auf, sodass sich ein neues Bild der Landnutzung ergibt (Abbildung 25 bzw. Abbildung 26 mit randomisierter Darstellung). So werden unter anderem neue Durchlüftungskorridore geschaffen (z.B. auf der Gewerbefläche im Norden sowie östlich des Plangebiets Marienburger Straße) und die Kaltluftleitbahn westlich der Gartenstadt Johanneskirchen durch eine Baufeldverkleinerung verbreitert. Durch die Verschiebung mehrerer Baufelder im zentralen Abschnitt erfolgt eine Verbreiterung weiterer Durchlüftungskorridore zwischen dem Siedlungsbestand und den neuen Quartieren. Weiterhin entfällt die Siedlungsfläche am Ende der Krausstraße, womit ein weiteres Strömungshindernis vermieden wird. In den Kaltluftkorridoren werden die Baumgruppen aufgelockert und dem Strömungsfeld entsprechend ausgerichtet, damit die Hinderniswirkung der hohen Vegetation möglichst gering ausfällt. Der Baumanteil auf der geplanten Friedhofsfläche wird deutlich reduziert, damit die nächtlichen Parkwinde eine möglichst hohe Reichweite erzielen.

Die strömungsparallele Anordnung von Gebäudekörpern stellt eine weitere Optimierungsmöglichkeit dar, wird aber aufgrund der Detailtiefe des aktuellen Planungsstands im Rahmen dieser Klimaexpertise nicht weiter untersucht.

Zur Verbesserung des thermischen Komforts im Zentrum des Münchener Nordostens wurde mit der Zwillingfläche „MU1 (17)“ (siehe Tabelle 1 in Kap. 2.1) ein Baufeld geschaffen, welches einen deutlich geringeren Versiegelungsgrad als in der 1. Plansituation aufweist. Östlich der Zahnbrechersiedlung kommt in der 2. Plansituation ein neuer Siedlungsbaustein vom Typ „WA5“ hinzu, um die anderen wegfallenden Siedlungsteile zu kompensieren.

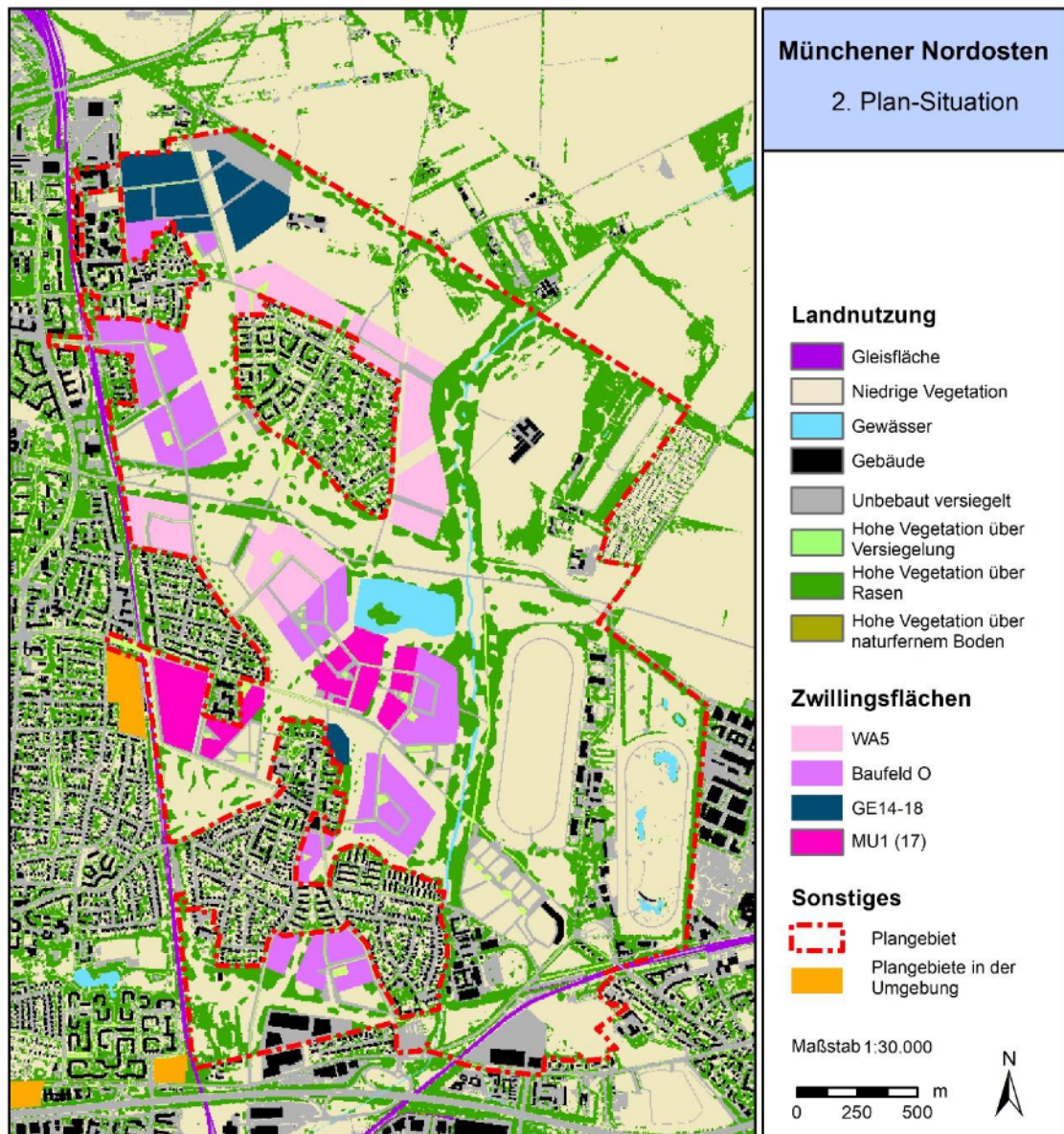


Abbildung 25: Landnutzung der 2. Plan-Situation (eigene Abbildung).

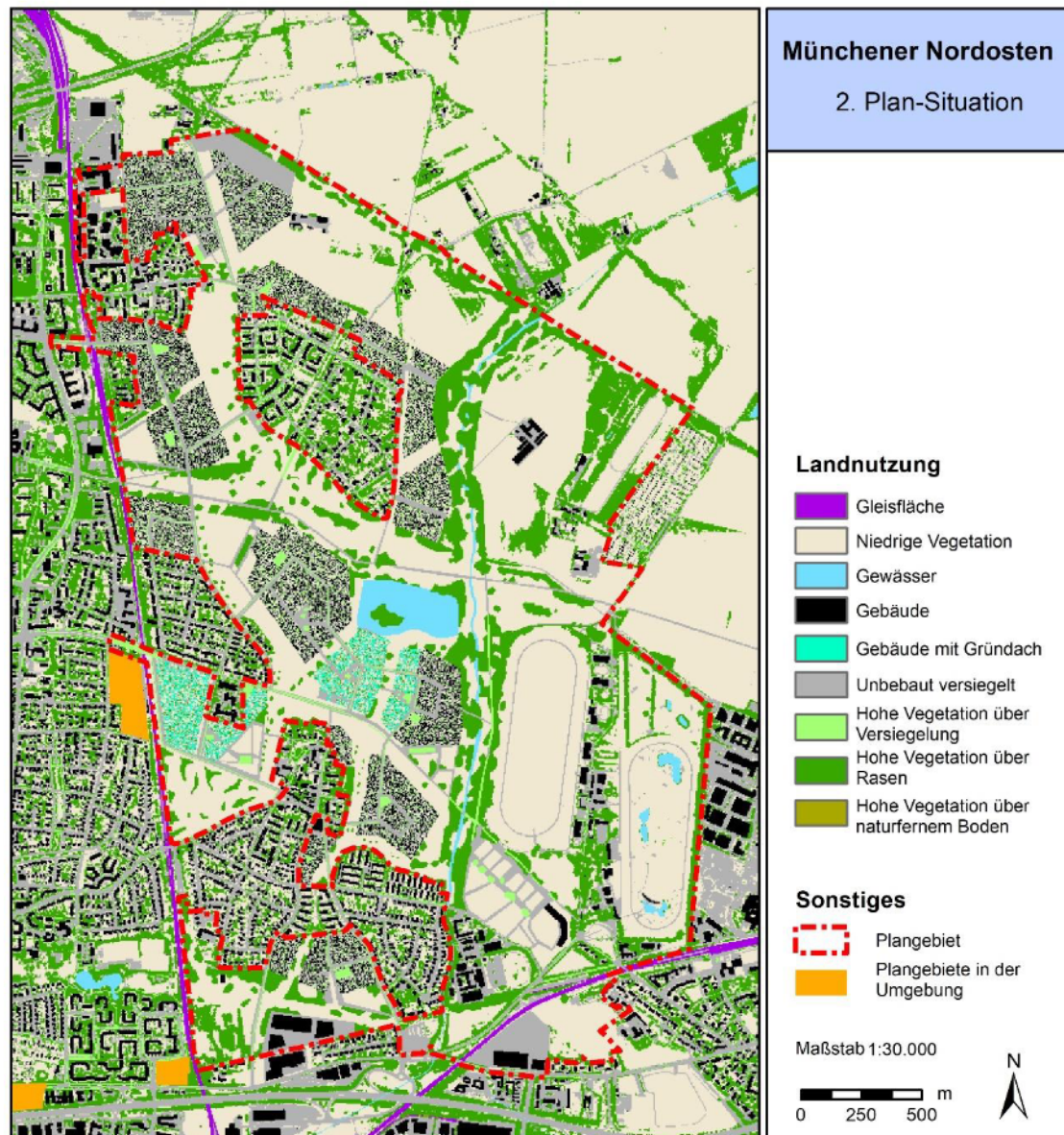


Abbildung 26: Landnutzung der 2. Plan-Situation, randomisierte Darstellung (eigene Abbildung).

5.1.2 ERGEBNISSE DER 2. PLANVARIANTE

Im Nachfolgenden werden die nächtliche Lufttemperatur (Abbildung 27 und Differenzenkarte Abbildung 28) und das Kaltluftströmungsfeld in der Nacht für die 2. Planvariante untersucht.

Mit einem Gebietsmittel von 14,2 °C im Geltungsbereich des Münchener Nordostens ist das Temperaturniveau der 2. Planvariante vergleichbar mit der 1. Planvariante. Aufgrund der veränderten Flächennutzung treten jedoch lokale Unterschiede in den Lufttemperaturen auf. So ist der zentrumsnahe Bereich des Münchener Nordostens aufgrund des höheren Grünanteils der Zwillingsfläche MU1(17) gegenüber der ursprünglichen Planvariante um etwa 1-2 °C kühler. Weiterhin begünstigen die neuen und die breiteren Durchlüftungskorridore die nächtliche Abkühlung. Unter anderem reduziert sich die nächtliche Lufttemperatur auf dem Grünzug der geplanten Gewerbefläche im Norden auf etwa 13-14 °C. Aufgrund des geringeren Baumanteils (zugunsten von niedriger Vegetation) in den Durchlüftungskorridoren kühlt sich zudem die bodennahe Luft

in diesen Bereichen in der Nacht stärker ab, in der Regel um 2-3 °C. Dieser Effekt beschränkt sich weitestgehend auf die entfallenden Baumgruppen selbst und hat dementsprechend nur eine geringe Reichweite. Den kühler werdenden Abschnitten steht der neue Siedlungsbaustein östlich der Zahnbrechersiedlung gegenüber, wo sich die Lufttemperatur um etwa 3-5 °C gegenüber der Ist- und 1. Planvariante erhöht.

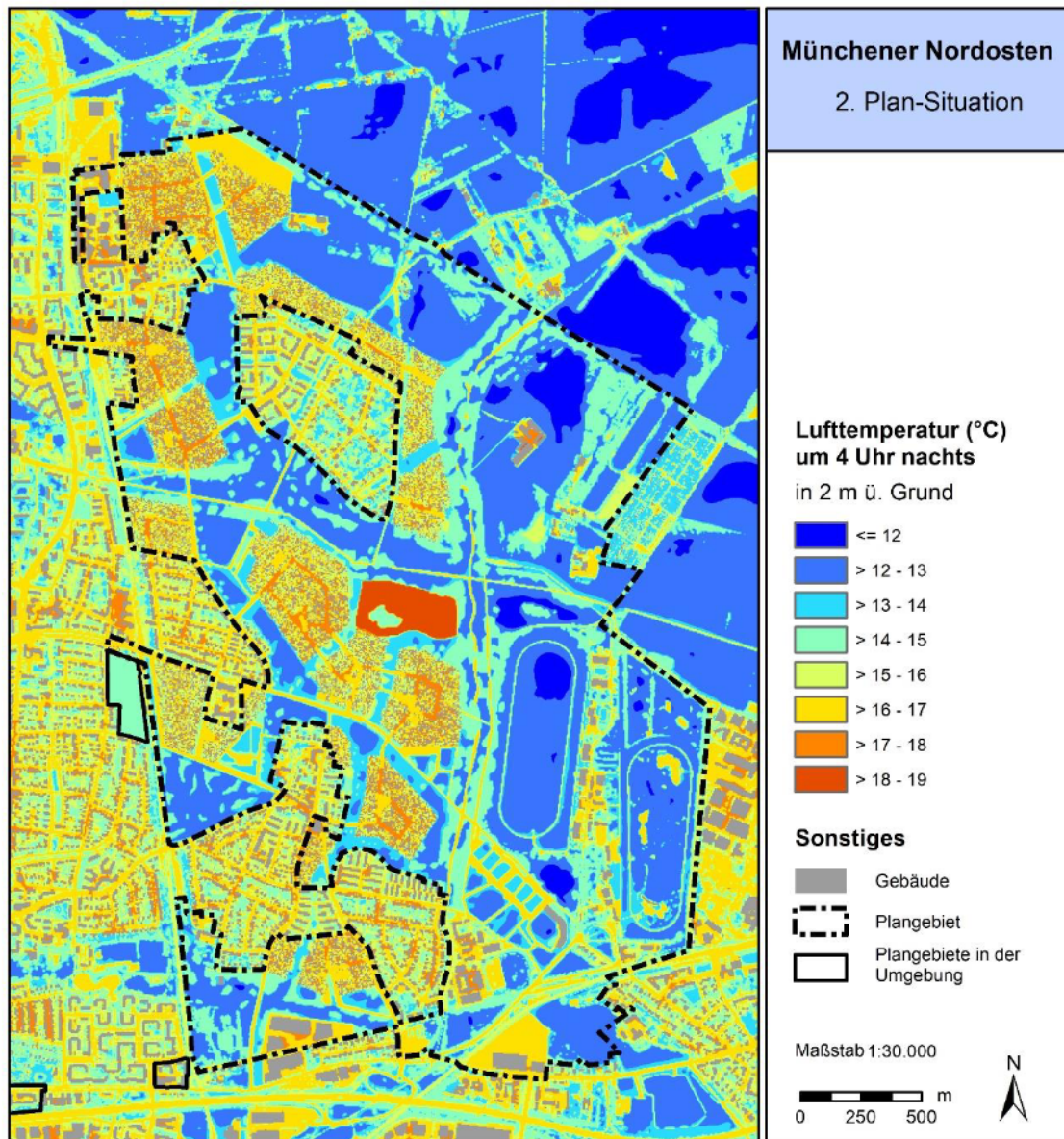


Abbildung 27: Lufttemperatur in 2 m ü. Grund um 4 Uhr nachts, 2. Planzustand (eigene Abbildung).

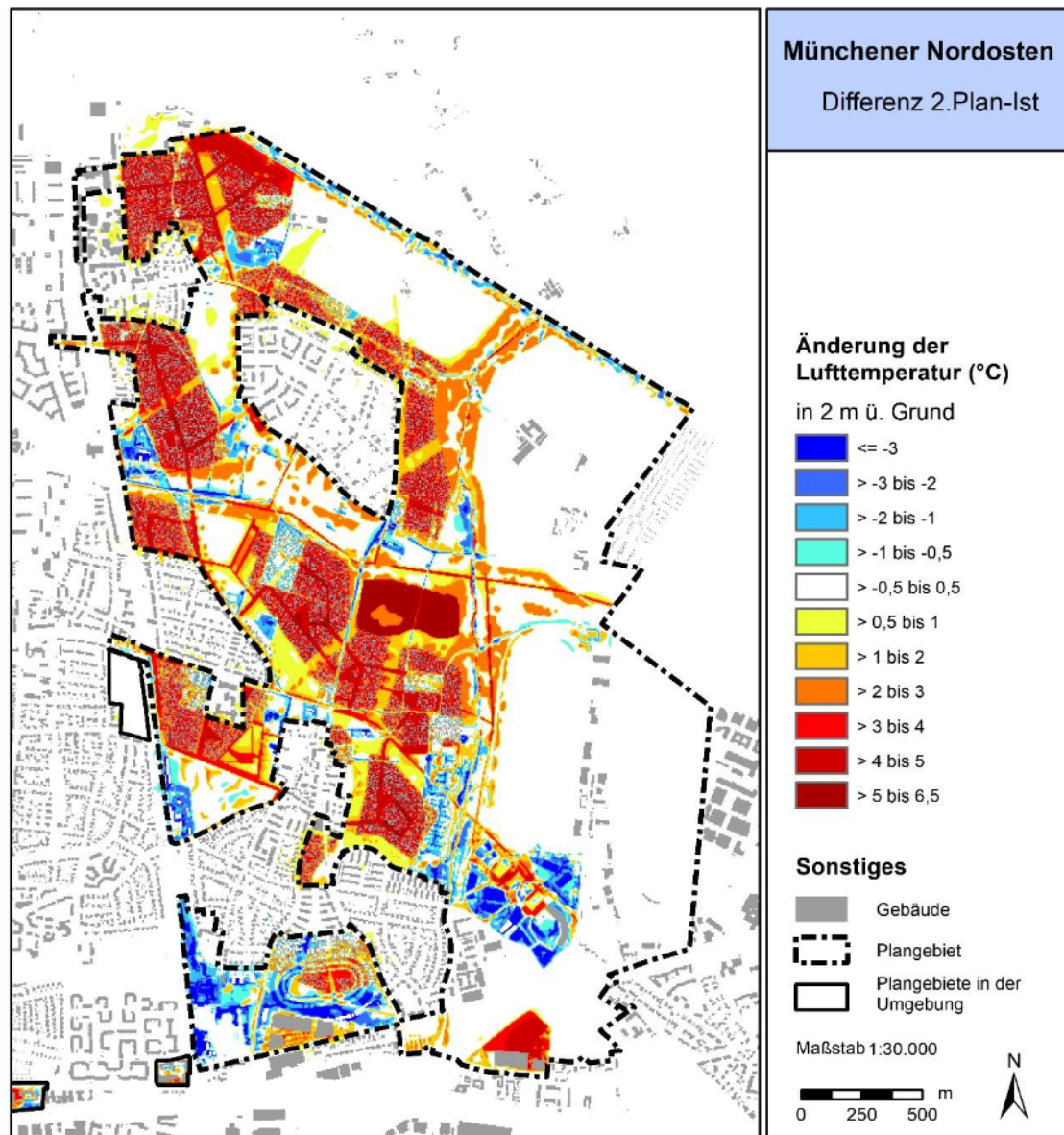


Abbildung 28: Differenz der nächtlichen Lufttemperatur in °C (2. Planzustand – Bestandssituation) (eigene Abbildung).

Infolge des Einfügens neuer Schneisen nimmt die bodennahe Strömungsgeschwindigkeit lokal zu (Abbildung 29 bzw. Differenzenkarte Abbildung 30). Auch die Verbreiterung und der geringere Baumanteil in den Durchlüftungskorridoren sorgen für höhere Windgeschwindigkeiten im Vergleich zur 1. Planvariante. So verbessert sich unter anderem der Luftaustausch in dem Korridor westlich Gartenstadt Johanneskirchen. Auf der anderen Seite werden im zentralen Bereich des Münchener Nordostens die thermisch hervorgerufenen Flurwinde abgeschwächt, da der zentrale Siedlungsbaustein kühler wird und damit ein geringeres Temperaturgefälle zur Umgebung besteht. Der neue Siedlungsbaustein östlich der Zahnbrechersiedlung stellt zudem ein neues Strömungshindernis dar, welches sowohl in der Ist- als auch 1. Plansituation noch nicht vorhanden war. In Summe überwiegt jedoch die Verbesserung der Durchlüftung gegenüber der 1. Planvariante.

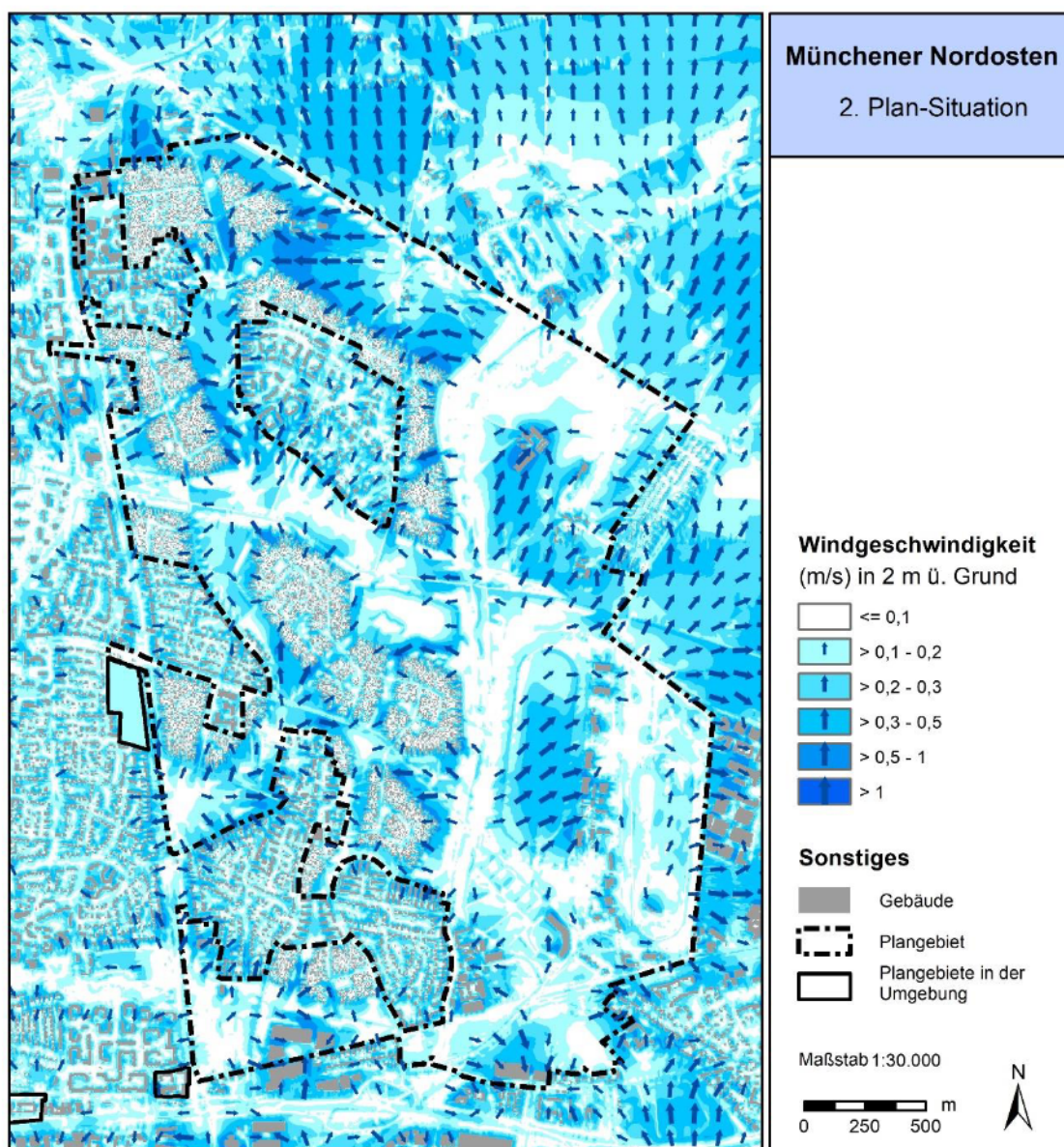


Abbildung 29: Bodennahes Windfeld um 4 Uhr nachts, 2. Planzustand (eigene Abbildung).

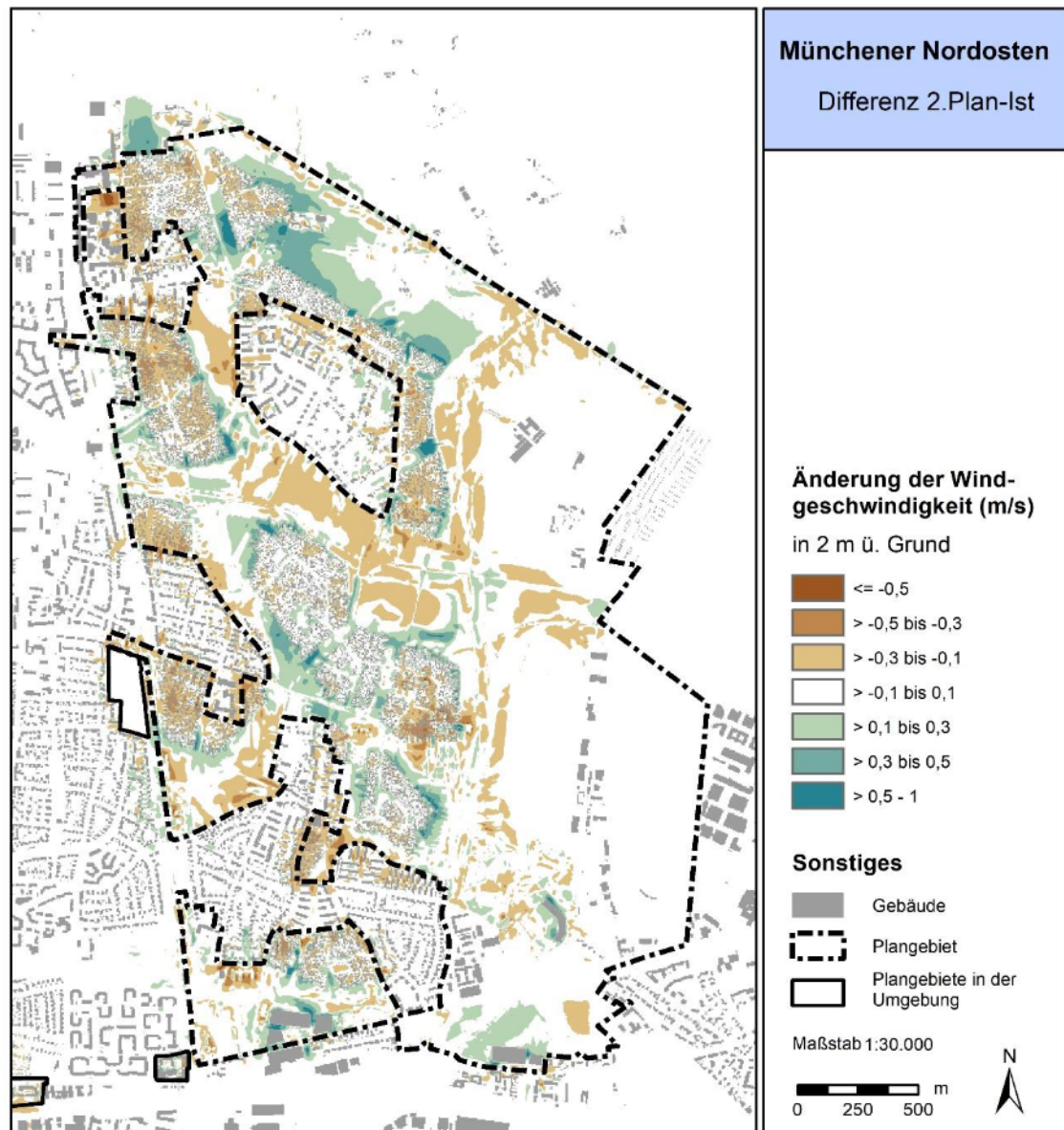


Abbildung 30: Differenz der nächtlichen Windgeschwindigkeit in m/s (2. Planzustand – Bestandssituation) (eigene Abbildung).

Letzteres spiegelt sich auch in den Ergebnissen des Kaltluftvolumenstroms wider (Abbildung 31 bzw. Abbildung 32 im Anhang). So ist die Reduktion des Kaltluftvolumenstroms in der 2. Planvariante weniger stark ausgeprägt als in der 1. Plansituation. Die verbesserte Durchlüftungssituation schlägt sich vorrangig in den neu entstehenden Stadtquartieren des Münchener Nordostens nieder. Von besonderer Bedeutung sind jedoch die Auswirkungen auf den angrenzenden Siedlungsbestand, welche im Folgenden näher beleuchtet werden.

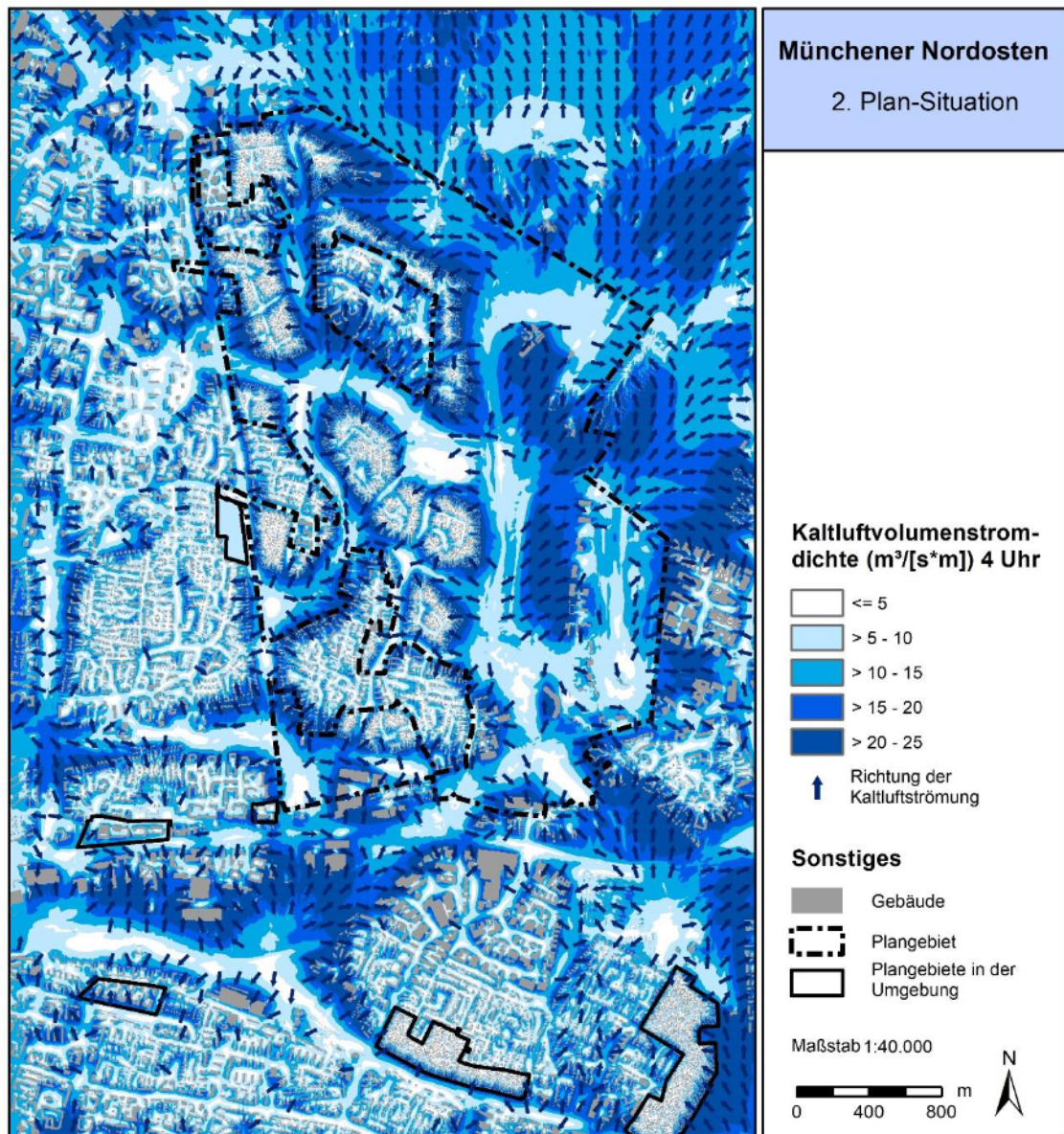


Abbildung 31: Kaltluftvolumenstrom um 4 Uhr nachts, 2. Planzustand (eigene Abbildung).

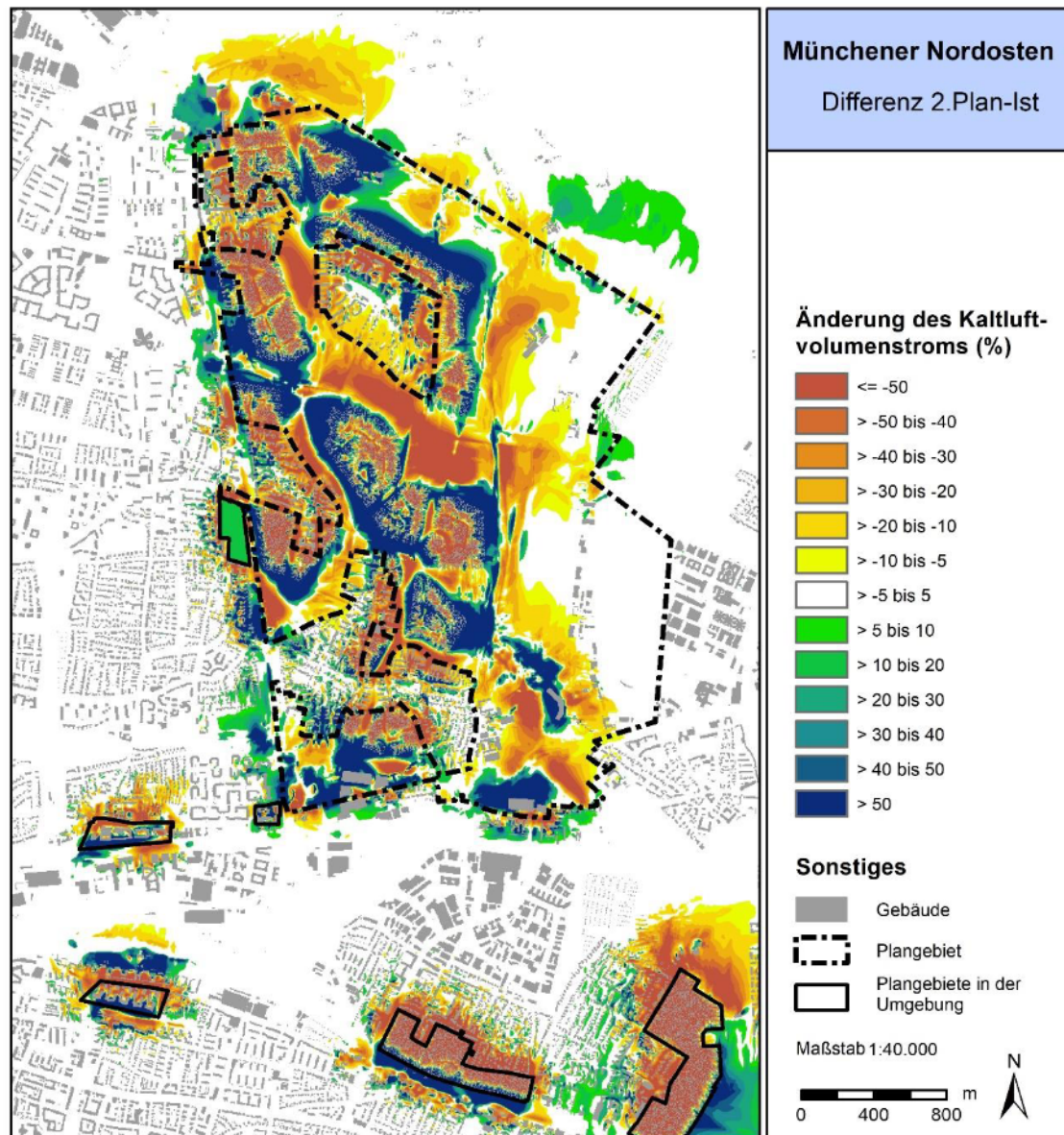


Abbildung 32: Prozentuale Veränderung des nächtlichen Kaltluftvolumenstroms (2. Planzustand – Bestandssituation) (eigene Abbildung).

Die Auswirkungen auf die unmittelbare Nachbarschaft werden in der vereinfachten Abbildung 33 dargestellt. Von der Kaltflutleitbahn ganz im Norden des Münchener Nordostens (1) profitiert zwar das neue Quartier, jedoch kommt es im westlich angrenzenden Siedlungsbestand Johanneskirchen nur zu leichten Verbesserungen. Dort reduziert sich der Kaltluftvolumenstrom in einigen Blöcken um 1-4 % weniger als in der 1. Planvariante. Im Bereich des neuen Siedlungsbausteins östlich der Zahnbrechersiedlung (2) halten sich die negativen Auswirkungen auf den Bestand trotz der neu entstehenden Strömungshindernisse in Grenzen. Lediglich in einem unmittelbar angrenzenden Siedlungsblock (orange dargestellt) nimmt der Kaltluftvolumenstrom um 31 % ab, während er in der 1. Plansituation gegenüber dem Bestand um 19 % steigt. Es ist jedoch zu beachten, dass eine städtebauliche Entwicklung auf dieser Fläche in der Stadtplanung nicht weiterverfolgt wird.

Aufgrund des breiteren Korridors und des geringeren Baumanteils in den Gebieten (3) und (7) kommt es zu leichten Verbesserungen im Bestand gegenüber der 1. Planvariante, wenngleich der Kaltluftvolumenstrom in vielen Siedlungsblöcken immer noch um deutlich mehr als 10 % abnimmt. Eine Verbesserung könnte durch eine weitere Verbreiterung des Korridors erreicht werden. Auch mit der Schneise westlich des Baufeldes in



(4) verbessert sich die Situation in der angrenzenden Siedlung nicht wesentlich, wenngleich das neue Quartier in den Randbereichen von diesem Durchlüftungskorridor profitiert. Im Bereich der geplanten Friedhofsfläche (5) verstärken sich die Parkwinde aufgrund der optimierten Grünstruktur. Am stärksten davon profitieren die südwestlich angrenzenden Siedlungsflächen, wo der Kaltluftvolumenstrom in den Blöcken um 6-15 % gegenüber der Ist-Situation und um 5-12 % gegenüber der 1. Plansituation zunimmt. Durch den Entfall der Siedlungsfläche in (6) kommt es im Gegensatz zur 1. Planvariante zudem zu keiner Veränderung der Bedingungen im benachbarten Bestand.

Zusammenfassend stellt die 2. Planvariante eine strömungsoptimierte Variante gegenüber der 1. Plansituation dar. Neue bzw. breitere Korridore (und weniger dichte Bepflanzung) verbessern die Situation vorrangig im neuen Quartier und begrenzt im Siedlungsbestand. In den Gebieten an der Johanneskirchner Str., an der Brodersen-/Savitsstraße sowie auf Flächen in der Nähe der Trabrennbahn nimmt der Kaltluftvolumenstrom weiterhin um deutlich mehr als 10 % ab. Somit ist zu erwägen, ob die geplante Siedlungsdichte und Anzahl der Wohneinheiten im Gebiet des Münchener Nordostens weiterhin in den angesetzten Zahlen verfolgt werden kann oder ob zugunsten des Erhalts der Kaltluftversorgung der bestehenden Siedlungsflächen weitere Freiflächen im Gebiet erhalten werden können.

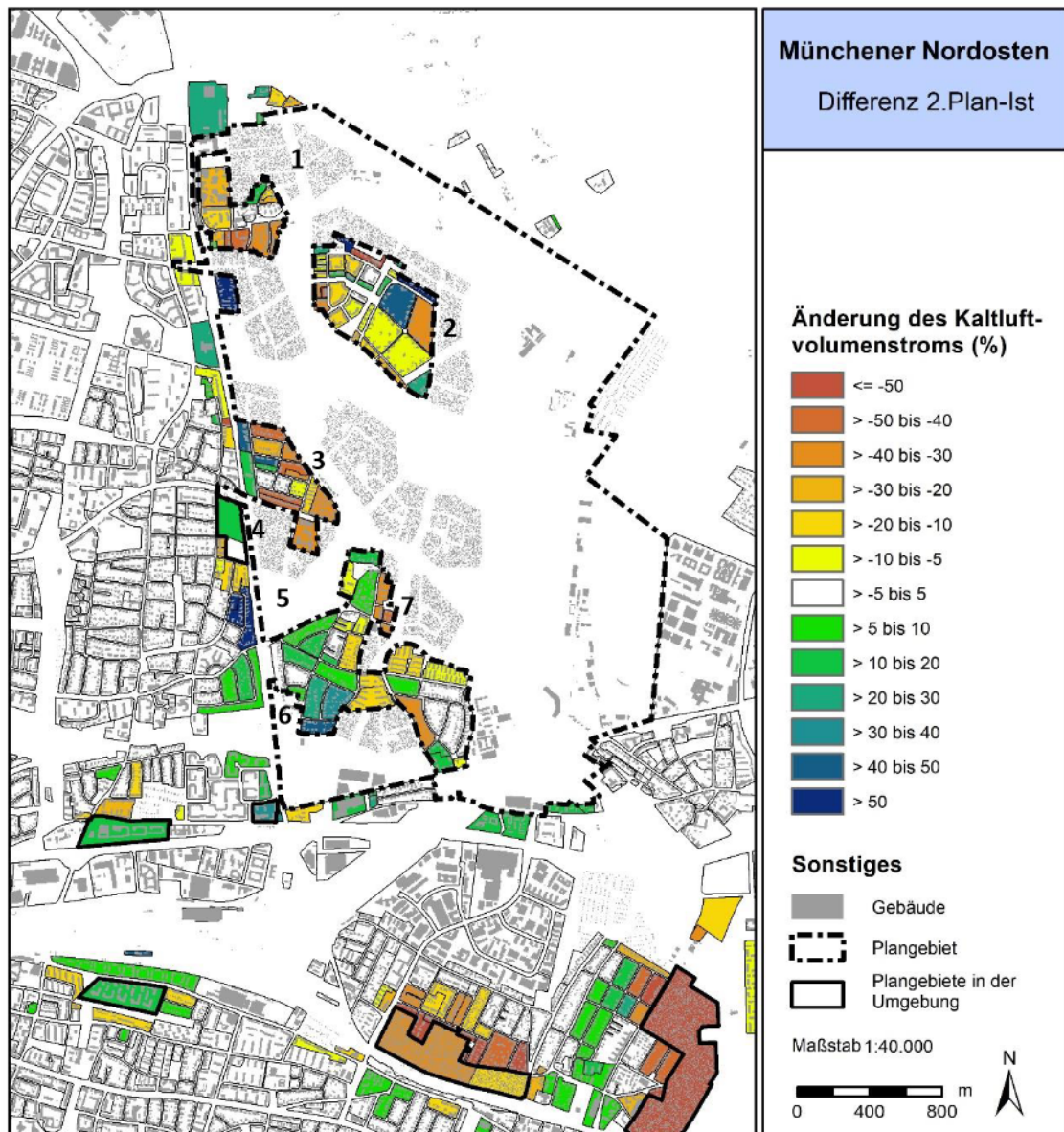


Abbildung 33: Prozentuale Veränderung (2. Planzustand – Bestandssituation) des nächtlichen Kaltluftvolumenstroms im Siedlungsbestand, auf Blockflächen gemittelt (eigene Abbildung).

5.2 WEITERE ABBILDUNGEN

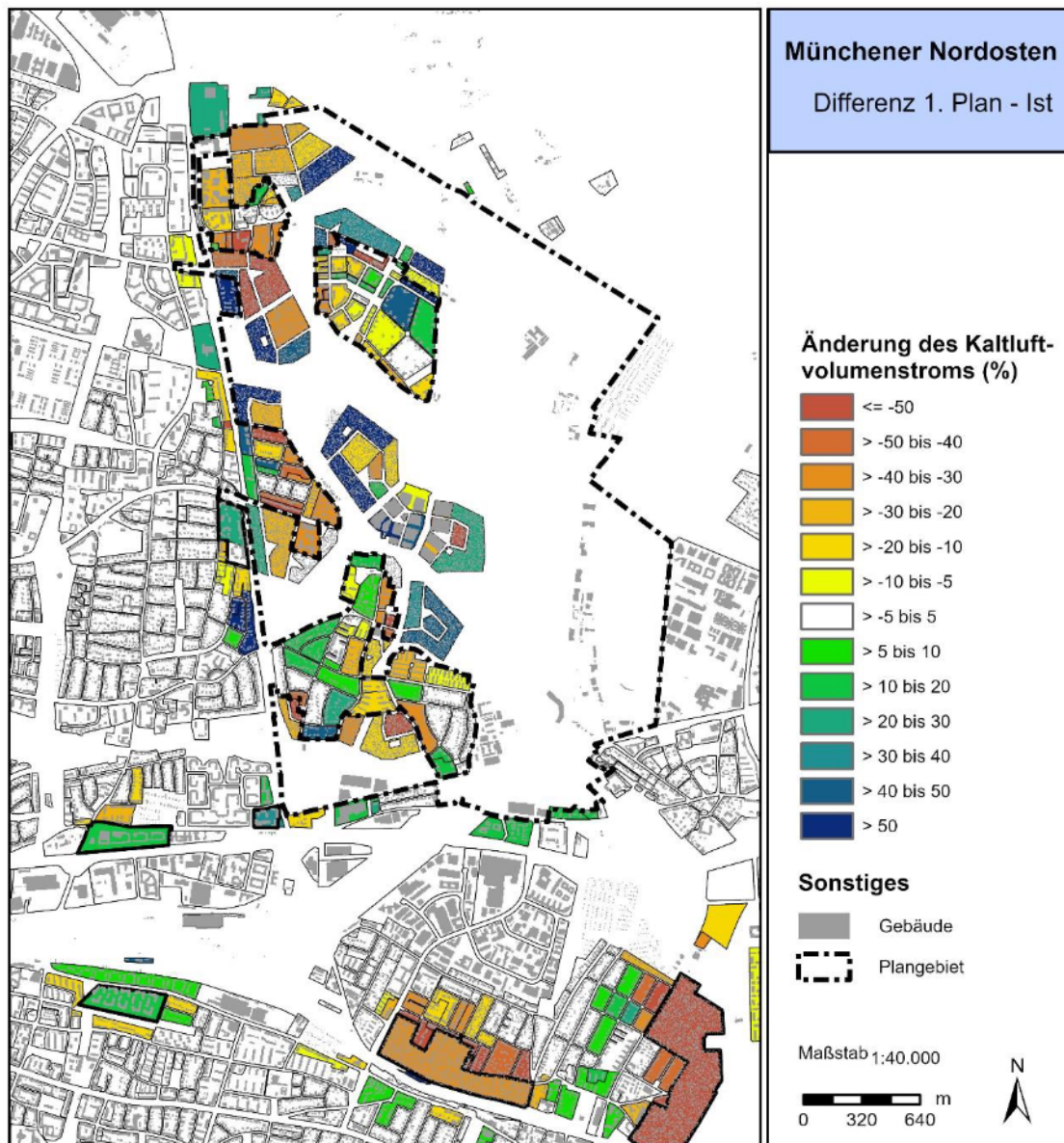


Abbildung 34: Prozentuale Veränderung (1. Planzustand – Bestandssituation) des nächtlichen Kaltluftvolumenstroms im Siedlungsbestand, auf Blockflächen gemittelt, inkl. Änderung auf Blockflächen im Plangebiet MNO selbst (eigene Abbildung).

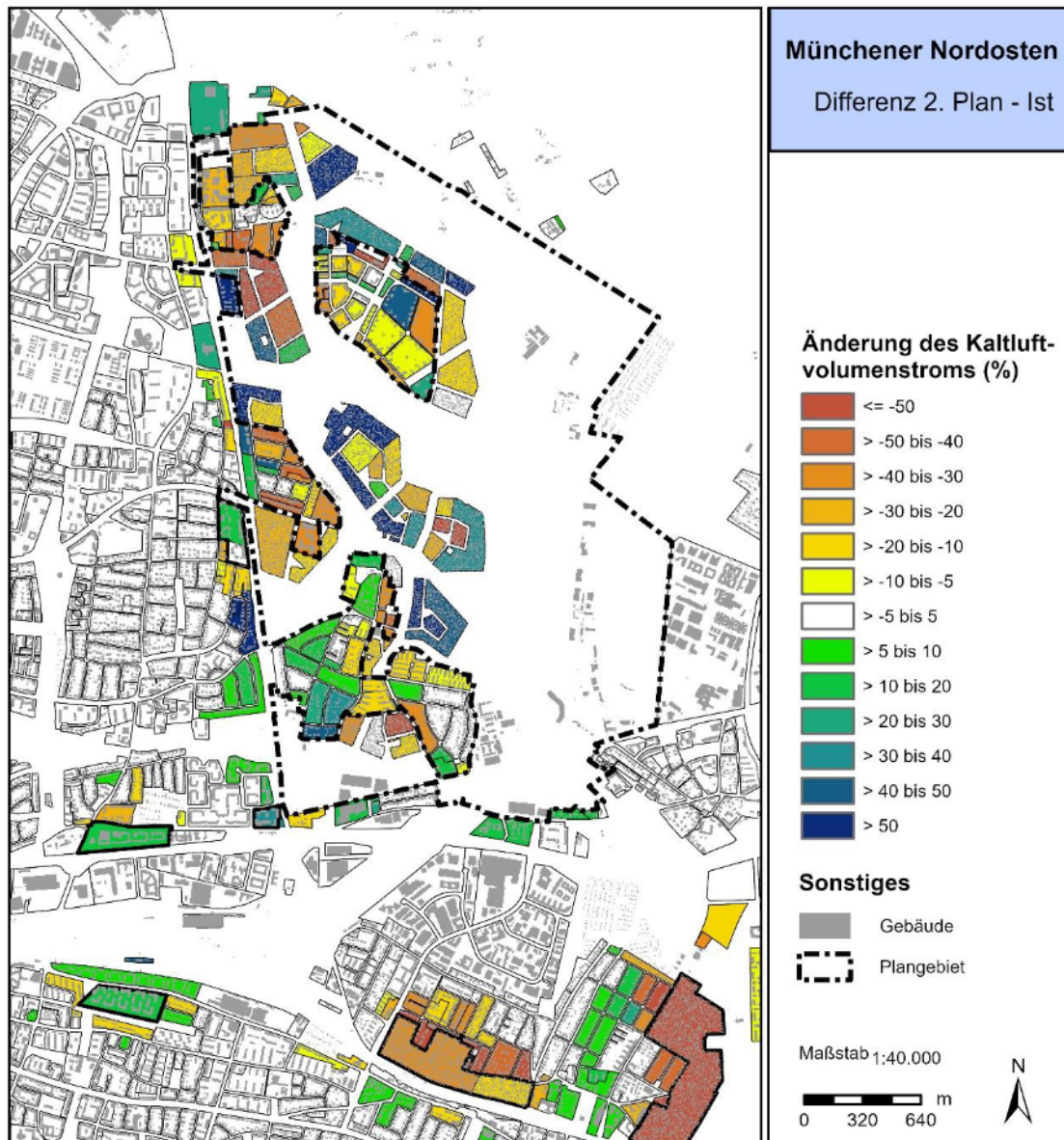


Abbildung 35: Prozentuale Veränderung (2. Planzustand – Bestandssituation) des nächtlichen Kaltluftvolumenstroms im Siedlungsbestand, auf Blockflächen gemittelt, inkl. Änderung auf Blockflächen im Plangebiet MNO selbst (eigene Abbildung).

Anlage „Ergänzung Urheberrecht“ zu: Klimaexpertise zum Projekt „Münchener Nordosten“

Vom 12.11.2024 erstellt von: GEO-NET Umweltconsulting GmbH, Hannover

Nachtrag Quellenverzeichnis:

Abbildungen 1, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35:

Datenquelle: © Landeshauptstadt München, Flurstücke und Gebäude: © Bayerische Vermessungsverwaltung

München, den 11.04.2025
LHM PLAN HA II 51-4