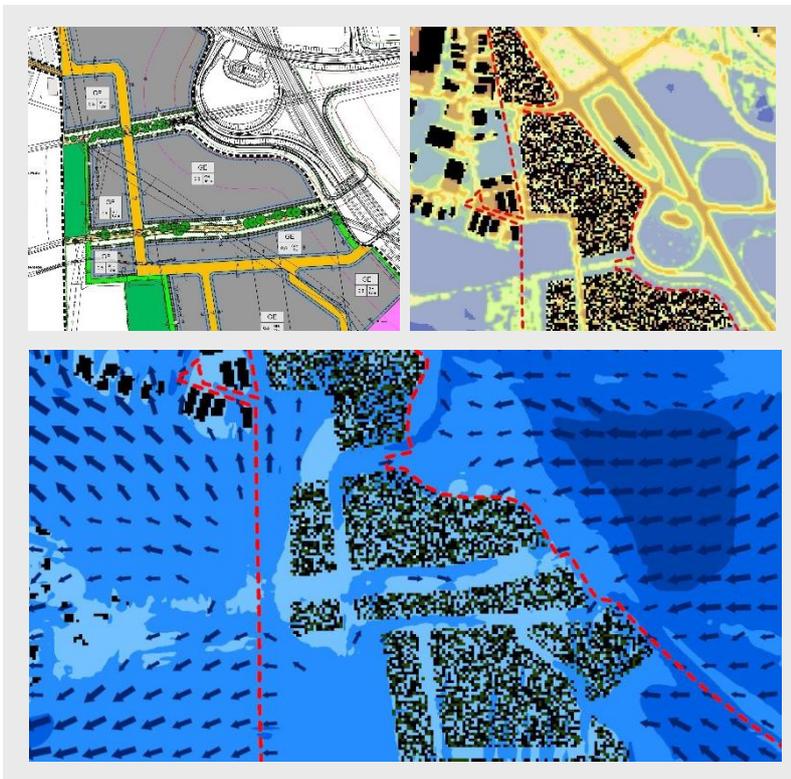


Klimaökologische Expertise zur Gewerbeentwicklung Bilmer Berg II in Lüneburg



Auftraggeberin:

Wirtschaftsförderung im Landkreis

Harburg GmbH

Bäckerstraße 6

21244 Buchholz i. d. N.



GEO-NET Umweltconsulting GmbH

Große Pfahlstraße 5a

30161 Hannover

Tel. (0511) 3887200

FAX (0511) 3887201

www.geo-net.de



1. Einleitung	1
2. Grundlagen	2
2.1 Vorgesehene Planung	2
2.2 Gesamtstädtische Klimaanalyse Lüneburg	4
2.3 Untersuchungsansätze.....	6
3. Methodik	7
3.1 Modelleingangsdaten	7
3.2 Wetterlage	12
4. Ergebnisse	13
4.1 Lufttemperatur in der Nacht.....	13
4.2 Kaltluftprozessgeschehen in der Nacht	17
4.3 Wärmebelastung am Tag.....	24
5. Schlussfolgerung und planerische Hinweise	28
6. Quellen	34

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht zum Untersuchungsraum.	1
Abbildung 2: Ausschnitt aus dem B-Plan Nr. 103 / II „Bilmer Berg II“ mit Stand von Januar 2025. Quelle: Übermitteltes Material aus Januar 2025.....	2
Abbildung 3: Grünplanung (Quelle: übermitteltes Material von Januar 2025)	3
Abbildung 4: Ausschnitt der Klimaanalysekarte Nacht für die Stadt Lüneburg (GEO-NET 2022). Roter Umriss: Lage des Untersuchungsgebiets. Vollständige Legende: siehe Anhang.	5
Abbildung 5: Klassifizierte Landnutzung des Ist-Zustandes in 5 m-Auflösung.	7
Abbildung 6: Klassifizierte Landnutzung des Plan-1-Zustandes in 5 m-Auflösung.....	8
Abbildung 7: Klassifizierte Landnutzung des Plan-2-Zustandes in 5 m-Auflösung.....	9
Abbildung 8: Geländehöhen im Untersuchungsgebiet.	10
Abbildung 9: Geländehöhen im Untersuchungsgebiet für P1 (mit BAB39)	11
Abbildung 10: Ergebnisdarstellung der modellierten nächtlichen Lufttemperatur.....	14



Abbildung 11: Nächtliche Temperatur (4 Uhr, 2m ü. Grund) im Plan-1-Zustand (oben) und Plan-2-Zustand (unten).	15
Abbildung 12: Differenzen der nächtlichen Temperaturen zum Ist-Zustand für den Plan-1-Fall (oben) und den Plan-2-Fall (unten)	16
Abbildung 13: Prinzipskizze zum Kaltluftvolumenstrom.	17
Abbildung 14: Ergebnisdarstellung des modellierten nächtlichen Kaltluftvolumenstroms des Ist-Zustands.	18
Abbildung 15: Ergebnisdarstellung des modellierten nächtlichen Kaltluftvolumenstroms des Plan-1-Zustands (oben) und Plan-2-Zustands (unten).	19
Abbildung 16: Differenz des Kaltluftvolumenstroms für den Plan1-Zustand. Oben absolute Werte, unten prozentualer Anteil.....	21
Abbildung 17: Differenz des Kaltluftvolumenstroms für den Plan-2-Zustand. Oben absolute Werte, unten prozentualer Anteil.....	22
Abbildung 19: Ergebnisdarstellung der modellierten Wärmebelastung am Tag im Ist-Zustand.	24
Abbildung 20: Modellierte Wärmebelastung am Tag (PET) im Plan-1-Zustand (oben) und Plan-2-Zustand (unten).	25
Abbildung 21: Differenz der Physiologisch Äquivalenten Temperatur (PET) für den Plan-1-Zustand (oben) und Plan-2-Zustand (unten).	27

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Mischpixelanteile nach GRZ.....	9
--	---

Anhang

Anhang 1: Ausschnitt aus der Klimaanalysekarte Lüneburg (Geo-Net 2022). Roter Umriss: Untersuchungsgebiet.....	36
--	----

1. Einleitung

Die Wirtschaftsförderung im Landkreis Harburg GmbH plant die „Gewerbeflächenentwicklung Bilmer Berg II“ (B-Plan Nr. 103/II) in Lüneburg. Hier sollen westlich der geplanten Autobahntrasse BAB39 Gewerbeflächen sowie ein Sportpark entstehen. Die Fläche wird zurzeit vor allem ackerbaulich genutzt. Außerdem gibt es auch einige kleinere Waldstücke im Planareal. Der Standort liegt im Osten Lüneburgs am Rande des Stadtgebiets. Einen Überblick über das Untersuchungsgebiet gibt die **Abbildung 1**.

In der vorliegenden Expertise wird analysiert, inwieweit die Umsetzung des B-Plans 103/II die bioklimatische Situation vor Ort und in der benachbarten Bebauung beeinflusst. Dabei wird die aktuelle klimaökologische Situation im Plangebiet detailliert betrachtet und die Auswirkungen des Planvorhabens auf die klimaökologischen Funktionen mithilfe von Modellrechnungen untersucht und beurteilt. Hierfür wird für den Ist-Zustand und zwei Planvarianten anhand eines ca. 3,4 x 2,2 km großen Modellgebiets (**Abbildung 1**) in einem 5m-Raster modelliert und anschließend analysiert. Die Festlegung des Untersuchungsgebiets erfolgte unter Beurteilung bereits vorhandener klimatischer Gutachten und unter Berücksichtigung der städtischen Strukturen, um alle die klimatische Situation beeinflussenden Faktoren zu erfassen.

Die Relevanz der Berücksichtigung der klimatischen Situation und des Bioklimas bei der Umsetzung von Planvorhaben leitet sich auch aus dem Klimawandel ab, der zukünftig unter anderem zu häufigeren und länger andauernden Hitzeperioden führen wird. Mit dem Wissen der klimatischen Situation vor Ort nach Umsetzung des Planvorhabens kann eine möglichst optimale – auch aus fachlicher und rechtlicher Sicht gebotene – Anpassung an die zu erwartende Änderung des Klimas erfolgen.

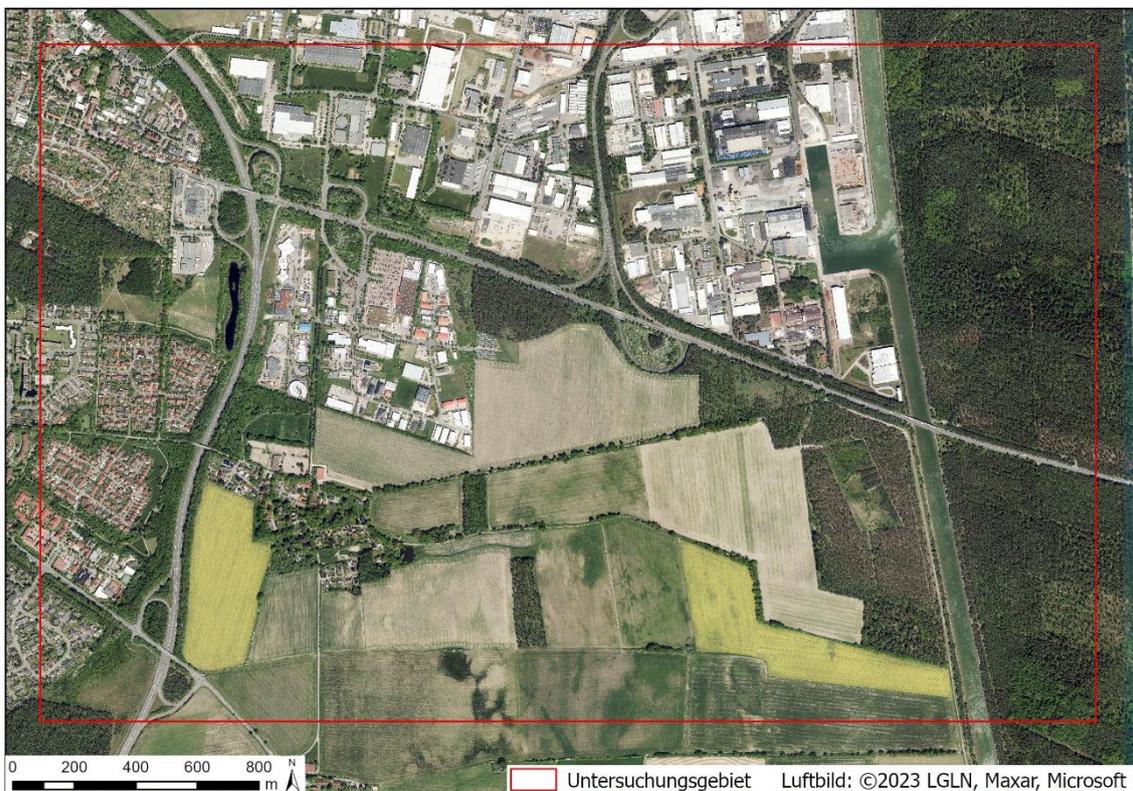


Abbildung 1: Übersicht zum Untersuchungsraum.



2. Grundlagen

2.1 Vorgesehene Planung

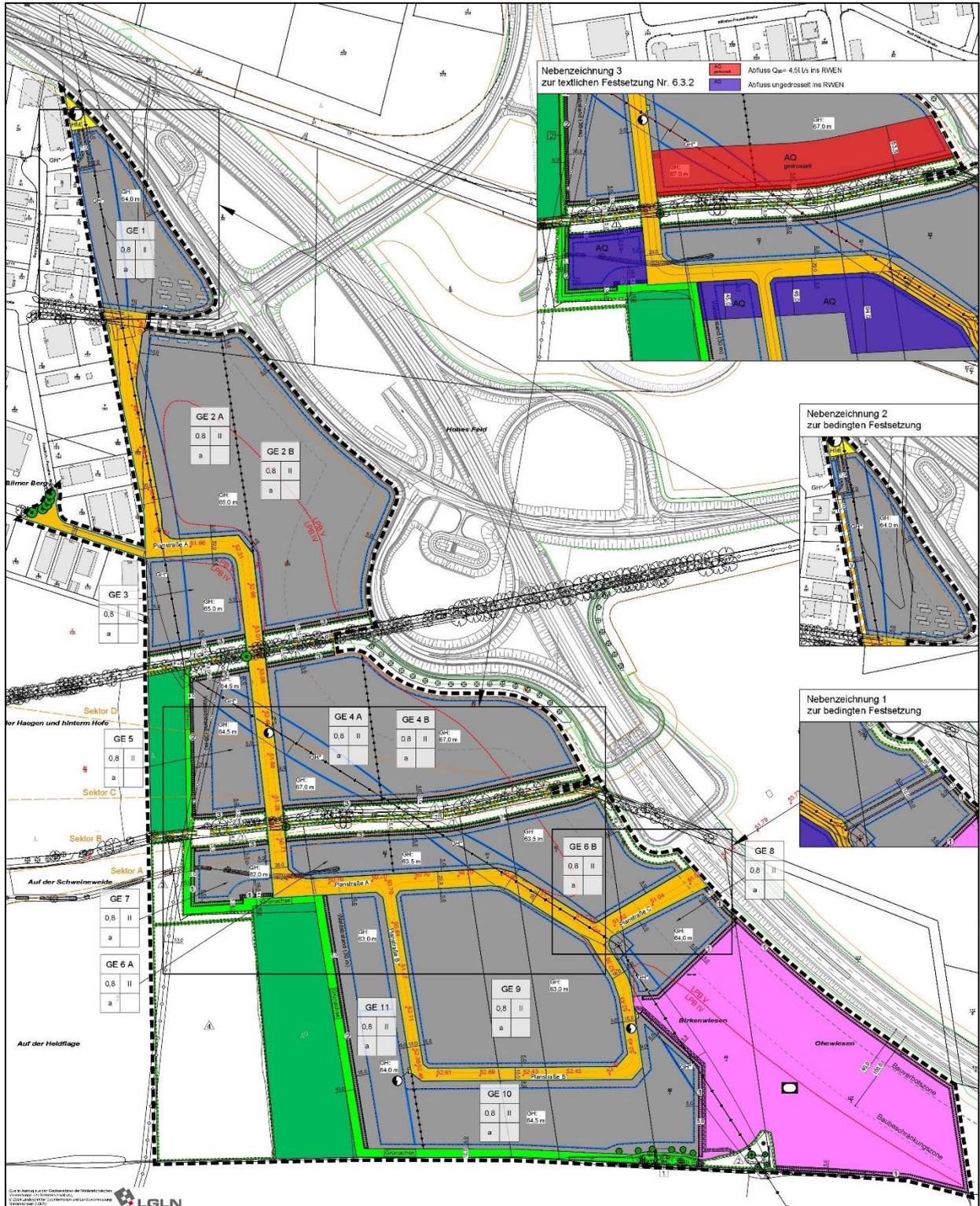


Abbildung 2: Ausschnitt aus dem B-Plan Nr. 103 / II „Bilmer Berg II“ mit Stand von Januar 2025. Quelle: Übermitteltes Material aus Januar 2025.



Abbildung 3: Grünplanung (Quelle: übermitteltes Material Januar 2025)

In diesem Gutachten sind die klimaökologischen Auswirkungen durch die geplante Gewerbeentwicklung und die begleitenden Ausgleichsmaßnahmen (B-Plan 103/II) im Fokus. Die Planung sieht vor, die Gewerbeflächen an die geplante BAB39 anzugliedern. Da die Umsetzung der neuen Autobahn aber noch nicht final feststeht, werden zwei Modellrechnungen (einmal mit und einmal ohne BAB39) durchgeführt, um das klimaökologische Geschehen auch ohne die neue Autobahn abzubilden und einordnen zu können.



Die **Abbildung 2** zeigt einen Ausschnitt aus dem B-Plan Nr. 103/II „Bilmer Berg II“ mit dem Stand vom September 2024. Für die Modellerstellung stand die Version des Plans von Mai 2024 (ohne die beiden bedingten Festsetzungen) und die Grünplanung (**Abbildung 3**) für die Modellerstellung zur Verfügung. Die durch die bedingten Festsetzungen geänderte Straßenführung stellt keine relevante Veränderung für die Aussagen des Gutachtens dar. Der B-Plan Nr. 103/II umfasst ca. 34 ha. Er erweitert das bestehende Gewerbegebiet Bilmer Berg I. Neben den Gewerbegrundstücken wird am südlichen Rand der Fläche auch ein Sportgelände mit mehreren Sportplätzen entstehen. Außerdem sind anschließend an das Areal eine Reihe von Ausgleichsflächen geplant.

2.2 Gesamtstädtische Klimaanalyse Lüneburg

Die **Abbildung 4** zeigt ausschnittsweise die Klimaanalysekarte aus dem Gutachten „Aktualisierung der Klimaanalyse Lüneburg“ das von Geo-Net im Jahr 2022 fertig gestellt wurde (Geo-Net 2022). Das Plangebiet liegt größtenteils auf Freiflächen, die als Kaltluftentstehungsgebiete gekennzeichnet sind. Des Weiteren gibt es im Bereich des Planareals einige Wegeverbindungen zum Teil mit Heckenpflanzungen und einzelne kleinere Waldstücke. Durch die kleinteilige Nutzung und auch das kleinteilige Relief im Plangebiet und der Umgebung bildet sich auf der Fläche ein Kaltluftvolumenstrom in verschiedene Richtungen aus. Von Osten und Süden findet ein Abströmen von kühlerer Luft über die Planfläche in Richtung der stärker überwärmten angrenzenden Gewerbegebiete statt. Auch Hagen, das insgesamt eine geringere Überwärmung aufweist, wird aus den umliegenden Freiflächen belüftet. Das Plangebiet liegt nicht in einem Leitbahnbereich und auch nicht in einem Kaltluftabflussbereich.

Wie genau sich die bioklimatische Situation auf der Planfläche selbst und in ihrer Umgebung verändern wird, ist Gegenstand dieses Gutachtens. Ziel ist es, die Veränderungen aufzuzeigen und wenn nötig Planungshinweise zu geben, um eine möglichst gute bioklimatische Situation im Plangebiet und der Umgebung zu erhalten.

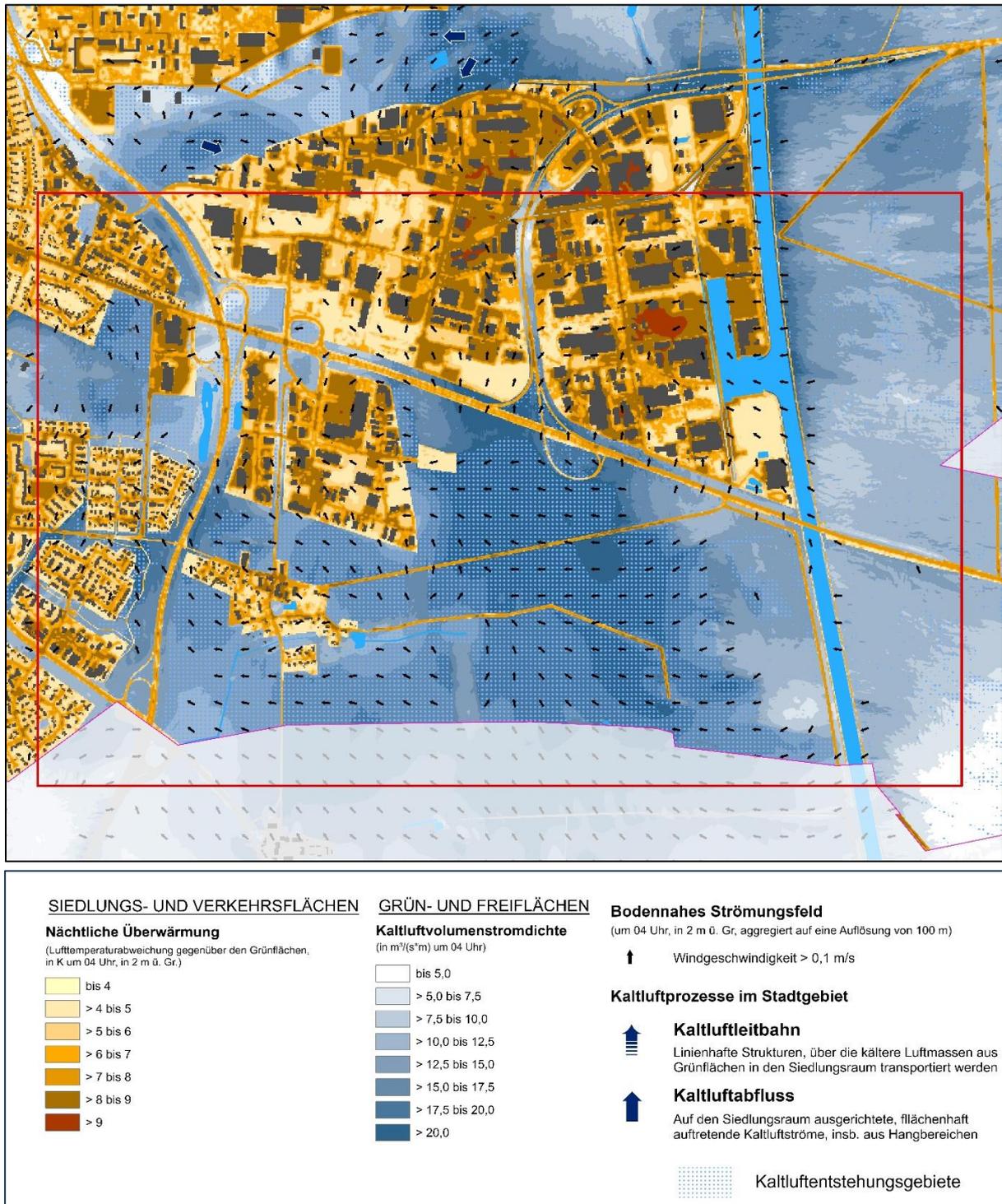


Abbildung 4: Ausschnitt der Klimaanalysekarte Nacht für die Stadt Lüneburg (GEO-NET 2022). Roter Umriss: Lage des Untersuchungsgebiets. Vollständige Legende: siehe Anhang.



2.3 Untersuchungsansätze

Insgesamt wurden hinsichtlich der Analyse der klimaökologischen Auswirkungen des Planvorhabens zwei Modellszenarien entwickelt und mit dem Modell FITNAH-3D modelliert. Hierbei handelt es sich um:

1. den Ist-Zustand:
 - Dieses Szenario dient der vertiefenden Einordnung des lokalen Kaltluftgeschehens im Areal selbst und im Umfeld des Plangebietes. Zudem dient es als Referenz gegenüber den klimaökologischen Auswirkungen durch die geplante Nutzungsänderung. Es bildet den aktuellen Zustand ab.
2. den Plan-Zustand 1 mit BAB 39:
 - Modelltechnische Umsetzung des Planvorhabens auf Grundlage des aktuellen Planungsstands unter Einbezug der geplanten BAB 39 (B-Plan Nr. 103/II und Grünplanung mit Stand von Juni 2024).
3. den Planzustand 2:
 - Modelltechnische Umsetzung des Planvorhabens auf Grundlage des aktuelle Planungsstands ohne Berücksichtigung der geplanten BAB 39.

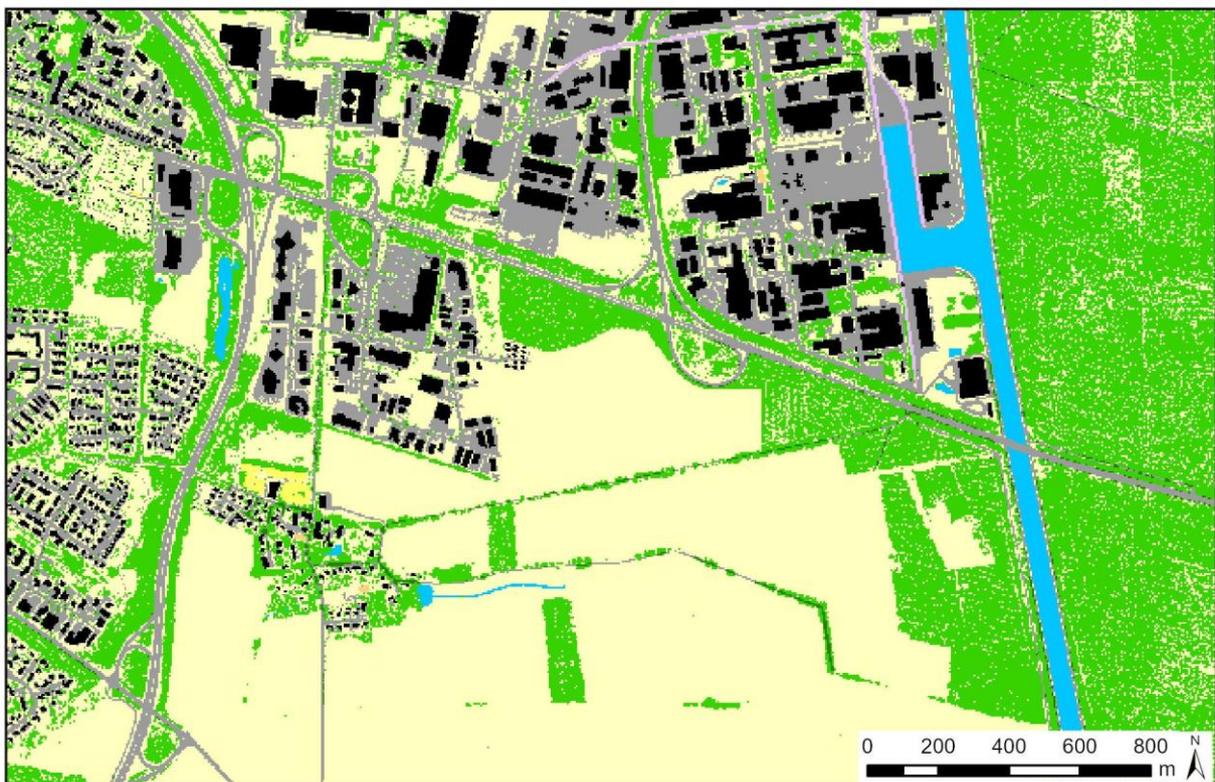


3. Methodik

3.1 Modelleingangsdaten

Bei numerischen Modellen wie FITNAH-3D 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 entscheidend beeinflusst wird.

Die Modellrechnungen wurden für den Status quo sowie für den Planzustand einmal mit der geplanten Autobahn BAB39 und einmal ohne die Autobahn durchgeführt, um auf dieser Basis die klimaökologischen Auswirkungen des Planvorhabens auswerten und beurteilen zu können. Mit der hohen räumlichen Auflösung von 5 m x 5 m ist es möglich, die Gebäudestrukturen sowie höhere Vegetation realitätsnah zu erfassen und ihren Einfluss auf den Luftaustausch abzubilden.



Nutzung		
7 - Gleisfläche	22 - unbebaut versiegelt	25 - Baum über Rasen
9 - Freiland, Rasen	23 - naturferner Boden	26 - Baum über naturfernem Boden
14 - Gewässer	24 - Baum über Versiegelung	28 - Sand
20 - Gebäude		

Abbildung 5: Klassifizierte Landnutzung des Ist-Zustandes in 5 m-Auflösung.

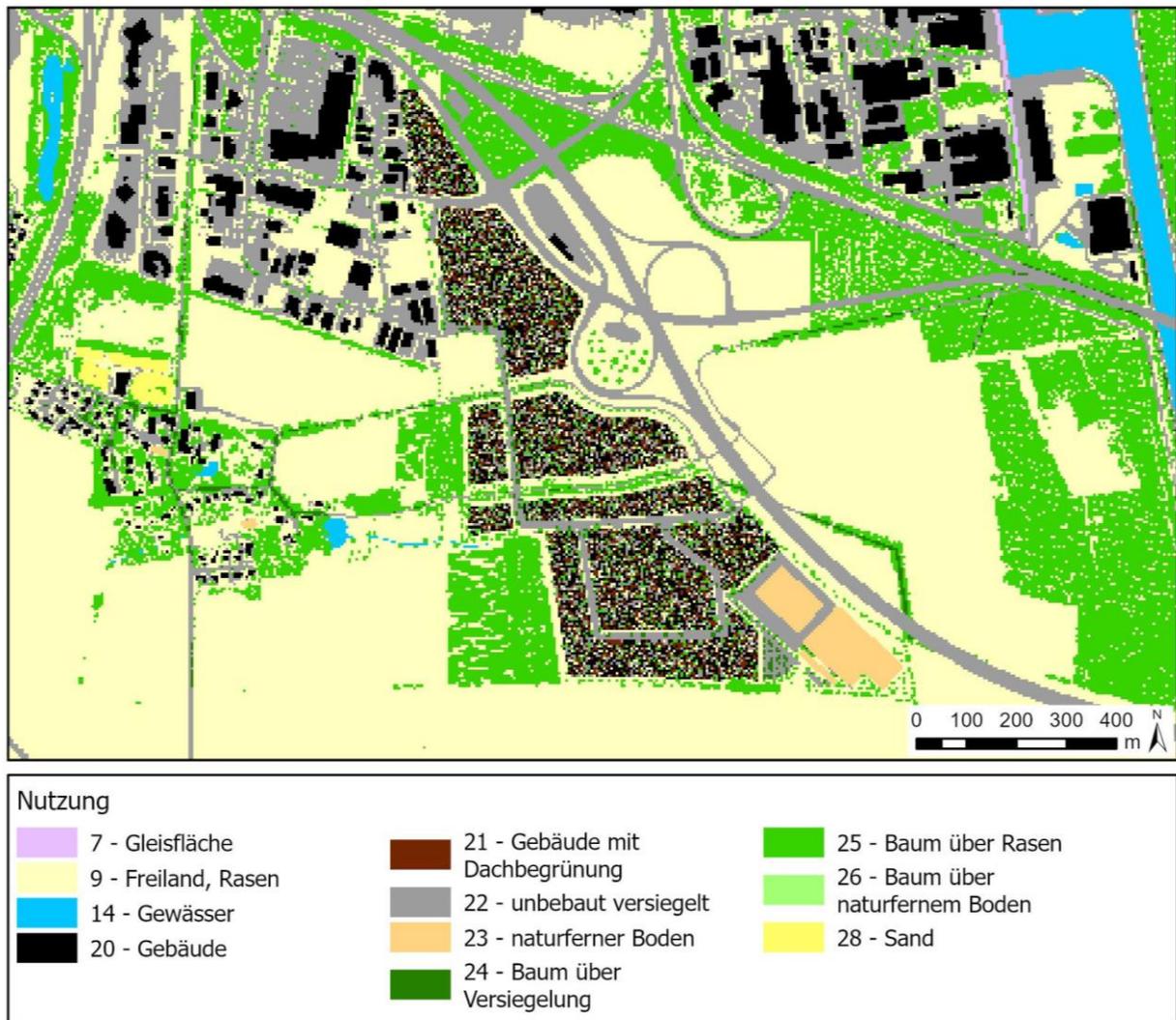


Abbildung 6: Klassifizierte Landnutzung des Plan-1-Zustandes in 5 m-Auflösung (gezoomte Ansicht).

Die **Abbildung 5**, **Abbildung 6** und **Abbildung 7** veranschaulichen die aufbereitete Flächennutzung der drei modellierten Szenarien. Bestimmungsgrundlage der Nutzungskategorisierung stellen neben den Planungsunterlagen (ausschließlich Plangebiet und BAB39) frei verfügbare Daten wie die ALKIS-Gebäudeumrisse und ALKIS-Nutzung, ein digitales Gelände- und Oberflächenmodell sowie RGB-Luftbilder des Landes Niedersachsen unter Einbezug von Open-Street-Map-Daten dar. Die Umsetzung des Planvorhabens erfolgte auf Grundlage des B-Plans Nr. 103/II (Stand Mai 2024) und der Grünplanung (Stand Juni 2024). Da für die jeweiligen Grundstücke des Gewerbegebiets keine genauen Gebäudeumrisse festgelegt werden können, wurde hier ein Mischpixel-Ansatz verwendet. Hierbei werden auf Grundlage des B-Plans und weiterer zur Verfügung stehender Informationen die Anteile der jeweiligen Nutzungsklassen für das Modell pro Grundstück angenommen und die Pixel dann zufällig über der Fläche verteilt. Hierbei diente die festgelegte GRZ (0,8 auf allen Flächen) als Basis. Die genauen Anteile können in **Tabelle 1** abgelesen werden. Des Weiteren ist für Gebäude mit einer Länge größer 50m eine Fassadenbegrünung angedacht. Dies kann modelltechnisch nicht berücksichtigt werden und findet daher verbal-argumentativ Eingang in diesem Gutachten.

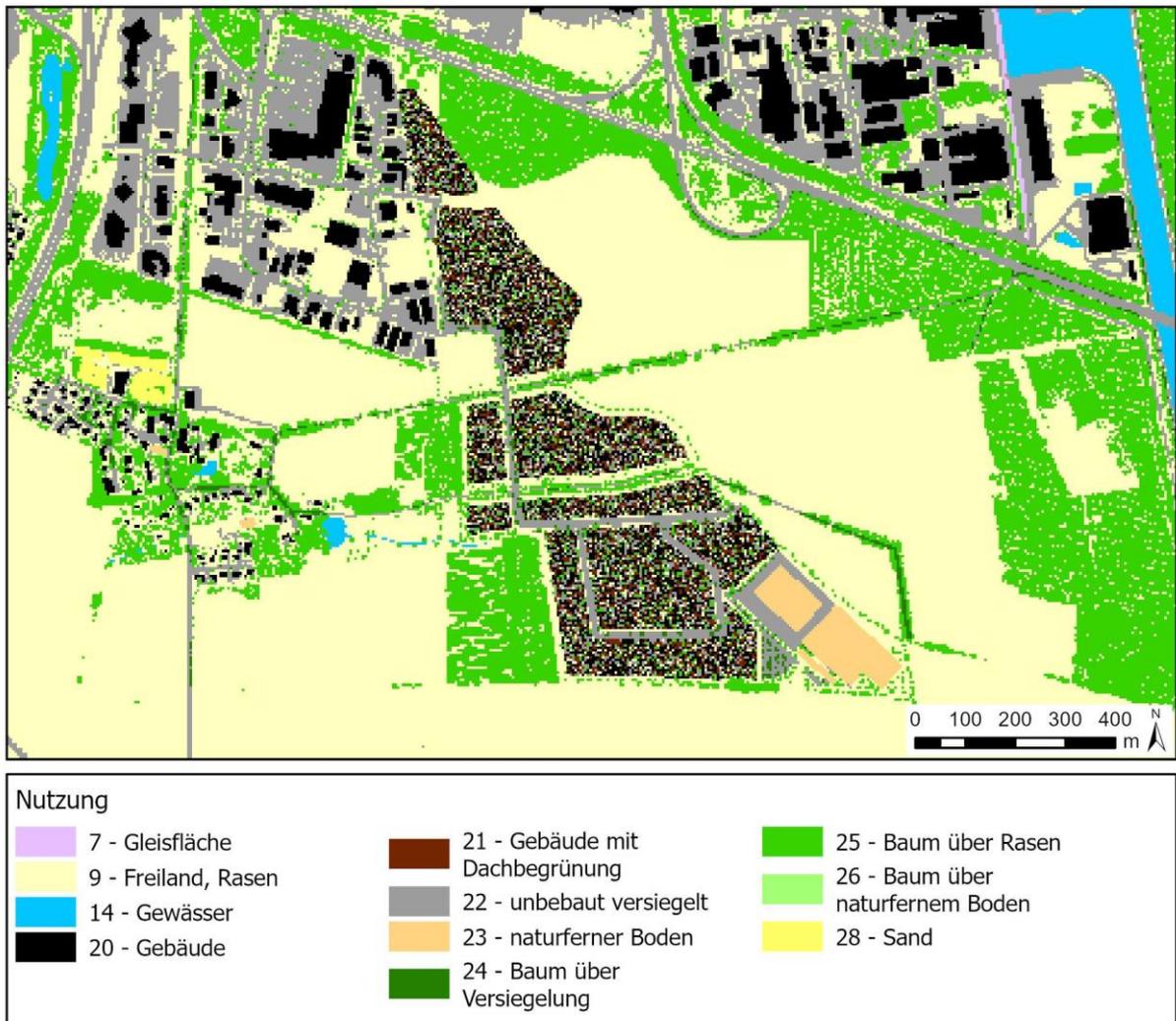


Abbildung 7: Klassifizierte Landnutzung des Plan-2-Zustandes in 5 m-Auflösung (gezoomte Ansicht).

Tabelle 1: Mischpixelanteile nach GRZ

GRZ	FITNAH-Klassen (Anteile in %)				
	20 - Gebäude	21 - Gebäude mit Gründach	22 - unbebaut versiegelt	9 - Freiland, Rasen	25 - Baum über Rasen
0,8	40	20	20	10	10

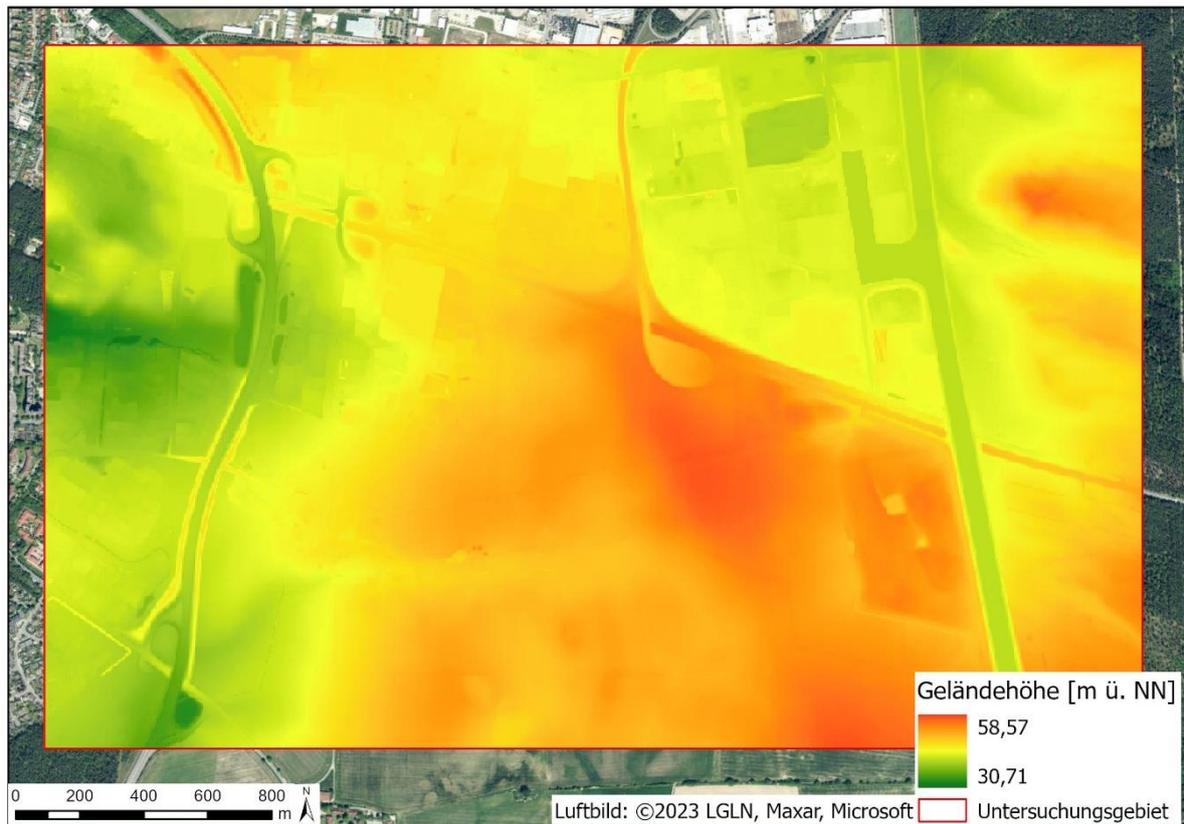


Abbildung 8: Geländehöhen im Untersuchungsgebiet.

Neben der Landnutzung stellt die Geländeoberfläche eine weitere wesentliche Modelleingangsgröße dar. Das Plangebiet liegt auf etwa 53 m ü. NN. Der höchste Punkt des Untersuchungsgebiets liegt im Südosten bei etwa 59 m ü. NN und der niedrigste Punkt (30 m ü. NN) ist im Westen zu finden (**Abbildung 8**). Insgesamt ist das Relief kleinteilig. Bei Umsetzung der BAB39 wird auch die Geländeoberfläche durch Aufschüttungen für Auffahrten etc. verändert. Aus diesem Grund wird für den Planfall 1 ein angepasstes DGM (**Abbildung 9**) für die Modellrechnung verwendet.

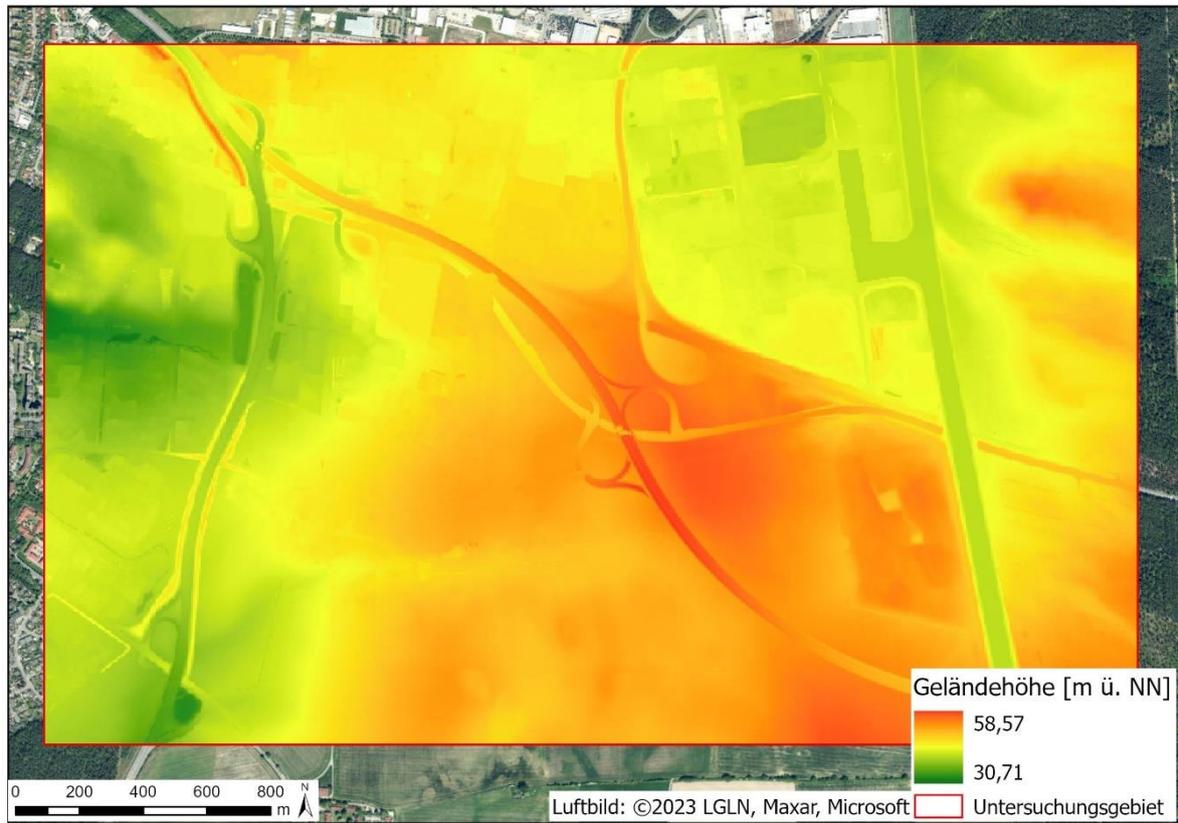


Abbildung 9: Geländehöhen im Untersuchungsgebiet für P1 (mit BAB39)



3.2 Wetterlage

Während sogenannter autochthoner („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. Bei den durchgeführten numerischen Simulationen wurden die großräumigen Rahmenbedingungen für eine sommerliche austauscharme Wetterlage wie folgt festgelegt:

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

Die vergleichsweise geringen Windgeschwindigkeiten bei einer austauscharmen Wetterlage bedingen einen herabgesetzten Luftaustausch in der bodennahen Luftschicht und tragen zur Anreicherung von Luftschadstoffen bei. In dieser Untersuchung wird eine sommerliche austauscharme Wetterlage herangezogen, da bei gleichzeitiger Wärmebelastung in den Siedlungsflächen sich lokal bioklimatische und lufthygienische Belastungsräume ausbilden können. Charakteristisch für diese (Hochdruck-)Wetterlage ist die Entstehung eigenbürtiger Kaltluftströmungen (Flurwinde), die durch den Temperaturgradienten zwischen kühlen Freiflächen und wärmeren Siedlungsräumen angetrieben werden und zu einem Abbau der Belastungen beitragen.

4. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Klimasimulation repräsentieren die Nachtsituation um 4 Uhr morgens bzw. die Tagsituation um 14 Uhr. Bei den modellierten Parametern handelt es sich um die bodennahe Lufttemperatur in 2 m Höhe, den Kaltluftvolumenstrom mit dem bodennahen Kaltluftströmungsfeld in 2 m Höhe (jeweils Nachtsituation) sowie die Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) in 1,1 m Höhe zur Bewertung der Wärmebelastung am Tag. Während der Nachtstunden ist davon auszugehen, dass sich der Großteil der Bevölkerung schlafend in ihren Wohnungen/Häusern befindet. Hier ist vornehmlich der Austausch mit der Innenraumluft entscheidend für das Wohlbefinden der Bevölkerung (siehe Kapitel 4.1). Die Tagsituation wiederum wird in 1,1 m Höhe ausgegeben, dem Aufenthaltsbereich der Menschen. Der zur Bewertung zugrunde liegende thermophysiologische Index PET wird in Kapitel 4.3 genauer erläutert.

Als meteorologische Rahmenbedingung wurde eine sommerliche austauscharme Wetterlage (vgl. Kapitel 3.2) zugrunde gelegt, da sich die stadtklimatisch belastenden Effekte vor allem während windschwacher Strahlungswetterlagen im Sommer entwickeln. Der 4 Uhr-Zeitpunkt wurde gewählt, da sich die Luftaustauschprozesse zwischen dem Umland und den Siedlungsflächen zu diesem Zeitpunkt vollständig ausgebildet haben und das Umland seine maximale Abkühlung erreicht. Für die Tagsituation wurde der Zeitpunkt 14 Uhr gewählt, da zu dieser Zeit im Mittel mit der höchsten Wärmebelastung zu rechnen ist.

4.1 Lufttemperatur in der Nacht

In der Nacht steht weniger der Aufenthalt im Freien, sondern die Möglichkeit eines erholsamen Schlafes im Innenraum im Vordergrund. Nach VDI-Richtlinie 3787, Blatt 2 besteht ein Zusammenhang zwischen Außen- und Innenraumluft, so dass die Temperatur der Außenluft die entscheidende Größe für die Beurteilung der Nachtsituation darstellt (VDI 2008). Als optimale Schlaftemperaturen werden gemeinhin 16 - 18 °C angegeben (UBA 2016), während Tropennächte mit einer Minimumtemperatur ≥ 20 °C als besonders belastend gelten.

Die **Abbildung 10** zeigt die Modellergebnisse des Ist-Zustandes in Form des nächtlichen Temperaturfeldes um 4 Uhr nachts in einer Höhe von 2 m über Grund im Untersuchungsgebiet. Im gegenwärtigen Zustand zeigt das Untersuchungsgebiet eine Spannweite von ca. 15 °C im Bereich von Frei- und Grünflächen und maximal etwa 21,6 °C im Bereich der verdichteten Gewerbegebiete. Diese stärker verdichteten und/oder versiegelten Bereiche weisen im gesamten Untersuchungsgebiet die höchsten Temperaturen um 19 bis 21°C auf.

Mittlere Temperaturen um 18 °C sind im Bereich dichter Vegetation insbesondere größerer Bäume und Waldareale zu finden, da die Baumkronen die nächtliche Ausstrahlung hemmen. Hier ist beispielsweise das Waldgebiet östlich des Elbe-Seitenkanals, oder auch die Waldstücke entlang der B216 zu nennen. Aber auch durchgrünte Siedlungsgebiete wie z.B. Hagen fallen größtenteils in diese Wertespanne. Niedrigste Werte um 16 °C zeigen sich dort, wo eine ungehinderte Wärmeausstrahlung in den Nachtstunden stattfinden kann. Dies ist unter anderem im zurzeit größtenteils ackerbaulich genutzten Plangebiet der Fall. Die mittlere nächtliche Temperatur auf dem Planareal liegt daher auch mit 16,7 °C im unteren Bereich der Wertespanne.

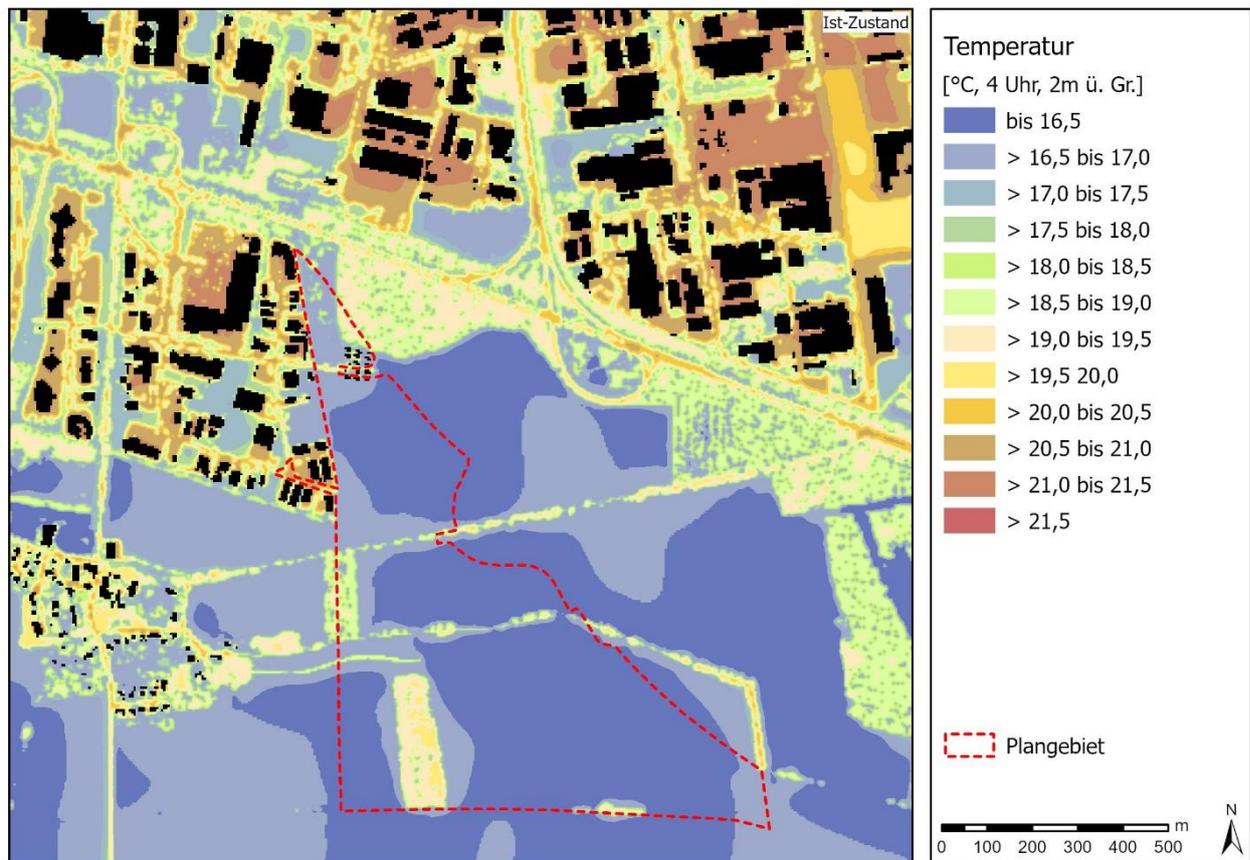


Abbildung 10: Ergebnisdarstellung der modellierten nächtlichen Lufttemperatur.

Der obere Teil der **Abbildung 11** oben stellt die modellierte nächtliche 2m-Lufttemperatur des Plan-1-Szenarios dar. Die im Plan-Szenario ausgeprägte Temperaturspanne entspricht dem Ist-Szenario. Die Veränderung der Temperaturen beschränkt sich auf das Plangebiet. Das zukünftig geplante Gewerbegebiet sorgt großflächig für eine große Erhöhung des Bauvolumens, gleichzeitig steigt durch Straßen und Zuwegung auch der Versiegelungsanteil. Dadurch sind entsprechend höhere Temperaturen in den Nachtstunden zu erwarten. Durch den gewählten Mischpixel-Ansatz sind die Temperaturen auf den Gewerbegrundstücken recht homogen verteilt und werden durch die herabgesetzte Durchströmbarkeit leicht überschätzt. Hinzu kommt die zunehmende Versiegelung durch die neue Autobahn, die ebenfalls mit höheren Temperaturen in der Nacht modelliert wird (bis knapp unter 21 °C). Die Gewerbeflächen weisen Spitzen mit bis zu 21,5 °C und darüber auf. Im Mittel ergibt sich für die Fläche des Plangebiets ein Wert von 18,7 °C. Dies schließt allerdings auch Freiflächen mit ein. Auf den Mischpixelflächen selbst ergibt sich eine höhere mittlere Temperatur von 19,7 °C.

Im Plan-2-Fall wird die Autobahn nicht berücksichtigt (**Abbildung 11** unten), so dass östlich des neuen Gewerbegebiets Freiflächen mit insgesamt relativ geringen Temperaturen bleiben. Auf die Temperaturen im Plangebiet selbst hat der Wegfall nur randlich eine Wirkung. Im Mittel bleiben die Temperaturen im geplanten Gewerbegebiet in beiden Planfällen gleich.

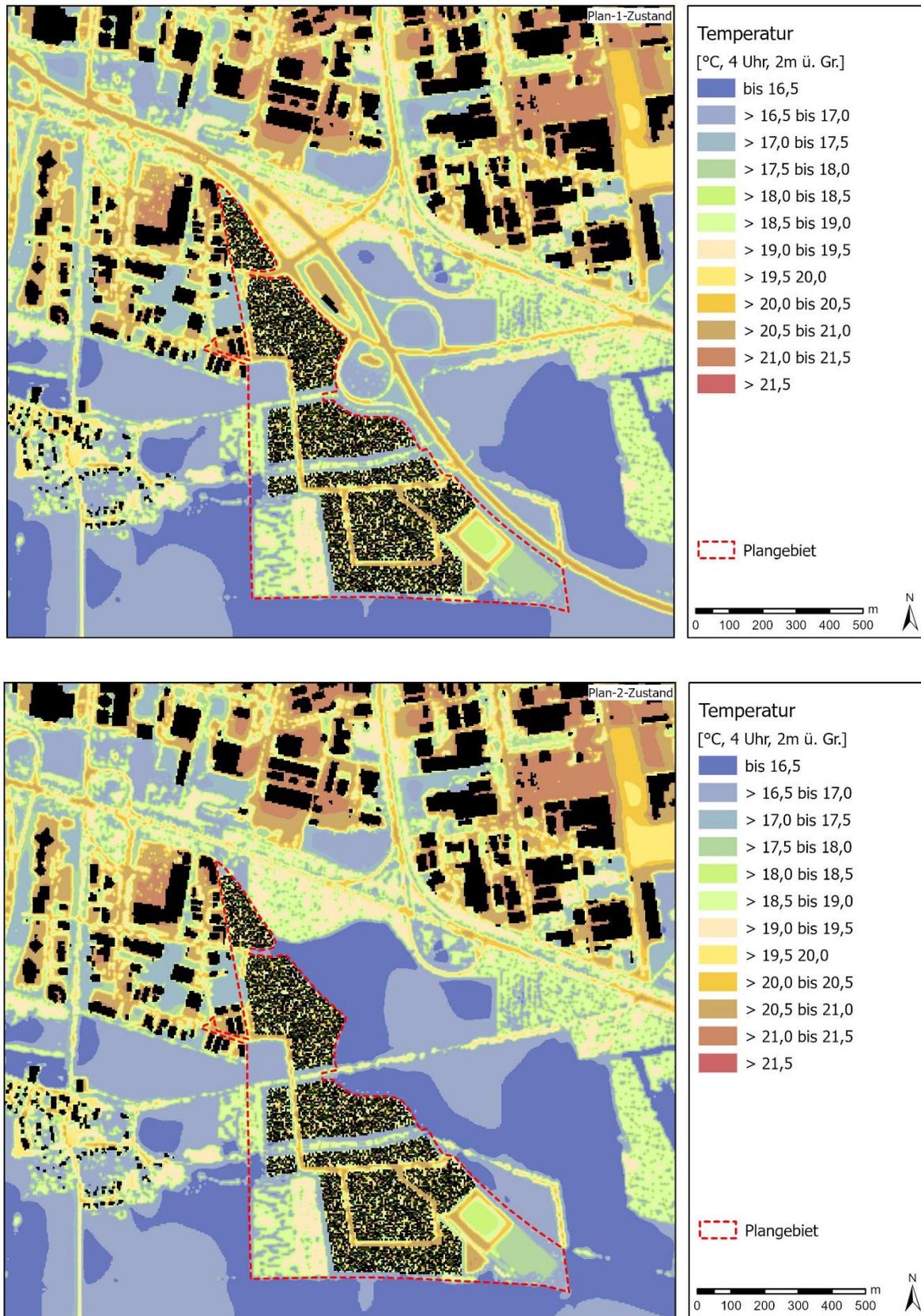


Abbildung 11: Nächtliche Temperatur (4 Uhr, 2m ü. Grund) im Plan-1-Zustand (oben) und Plan-2-Zustand (unten).

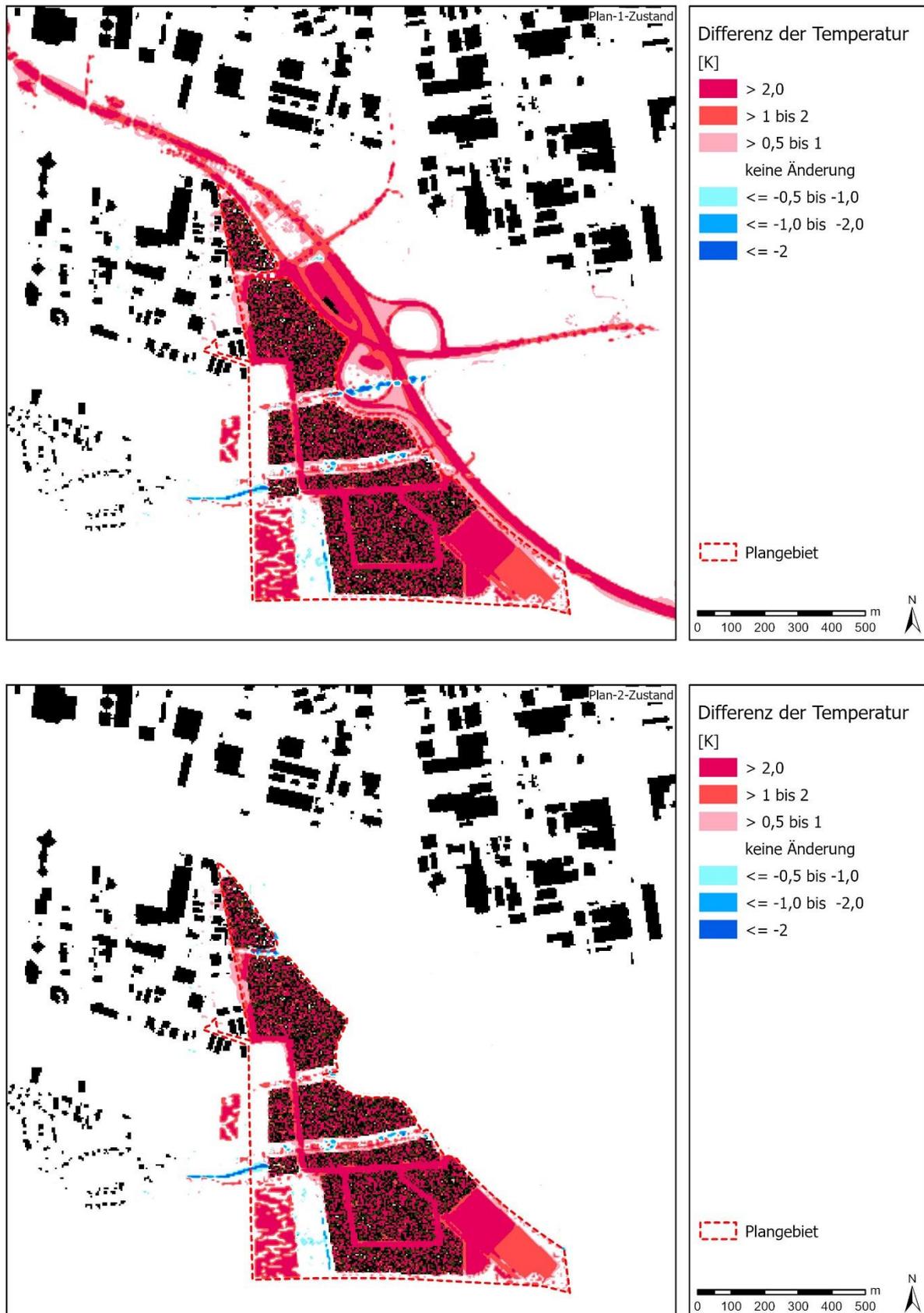


Abbildung 12: Differenzen der nächtlichen Temperaturen zum Ist-Zustand für den Plan-1-Fall (oben) und den Plan-2-Fall (unten)

Besser sichtbar werden die Veränderungen in Abbildung 12, in welcher Temperaturabnahmen anhand von Blautönen und Temperaturzunahmen anhand von Rottönen dargestellt werden und die Veränderungen vom Ist- zum jeweiligen Plan-Fall abgebildet sind. Durch das gestiegene Bauvolumen und die stärkere Versiegelung im neuen Gewerbegebiet kommt es zu einer Zunahme der Temperaturen um maximal 5,3 K. Auch die neue Autobahn sorgt für lokal höhere Temperaturen. Kleinere Werte als im Ist-Zustand sind dort zu finden, wo Bäume standen oder der Wasserlauf ursprünglich verlief. Im Mittel ergibt sich für das gesamte Plangebiet eine Erhöhung der Temperatur um 2 K. Das Umfeld des Planareals ist nur im Grenzbereich von Veränderungen betroffen.

4.2 Kaltluftprozessgeschehen in der Nacht

Den lokalen thermischen Windsystemen kommt eine besondere Bedeutung beim Abbau von Wärme- und Schadstoffbelastungen größerer Siedlungsräume zu. Weil die potenzielle Ausgleichsleistung einer Grünfläche als Kaltluftentstehungsgebiet 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 Beurteilung der klimatischen Ausgangssituation mit dem Kaltluftvolumenstrom ein weiterer Parameter herangezogen (**Abbildung 13**). 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 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 Kaltluftschicht bis hinab auf die Erdoberfläche reicht. Bestimmt man nun die Menge der pro Sekunde durch das Netz strömenden Luft, erhält man den rasterbasierten Kaltluftvolumenstrom. Der

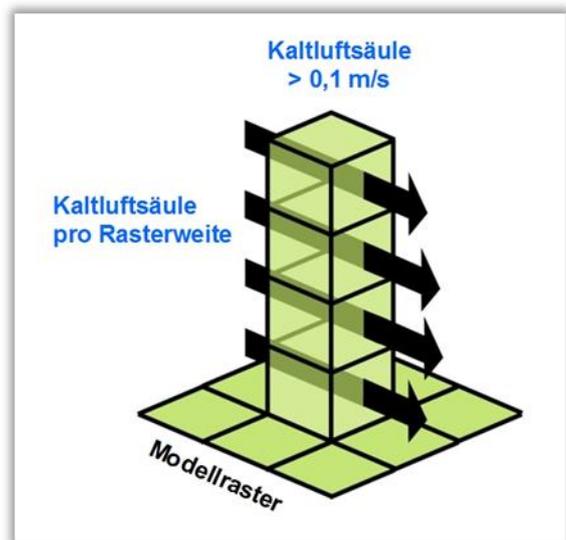


Abbildung 13: Prinzipskizze zum Kaltluftvolumenstrom.

Der Volumenstrom ist ein Maß für den Zustrom von Kaltluft und bestimmt somit, neben der Strömungsgeschwindigkeit, die Größenordnung des Durchlüftungspotenzials. Die Klassifizierung des Volumenstroms orientiert sich dabei am auftretenden Wertespektrum innerhalb des Untersuchungsgebietes.

Die variable bodennahe Lufttemperaturverteilung bedingt horizontale und vertikale Luftdruckunterschiede, die wiederum Auslöser für lokale thermische Windsysteme sind. Die wichtigsten nächtlichen Ausgleichsströmungen dieser Art sind Hangabwinde und Flurwinde. Mit ihrer (dichten) Bebauung stellen Stadtkörper ein Strömungshindernis dar, so dass deren Luftaustausch mit dem Umland eingeschränkt ist. Speziell bei austauschschwachen Wetterlagen wirkt sich dieser Faktor bioklimatisch zu meist ungünstig aus, wenn der Siedlungsraum schwach bis gar nicht mehr durchlüftet wird. Daher

können die genannten Strömungssysteme durch die Zufuhr kühlerer (und frischer) Luft eine bedeutende klimaökologische (und immissionsökologische) Ausgleichsleistung für Belastungsräume erbringen. Da die potenzielle Ausgleichsleistung einer grünbestimmten Fläche nicht allein aus der Geschwindigkeit der Kaltluftströmung resultiert, sondern zu einem wesentlichen Teil durch ihre Mächtigkeit mitbestimmt wird (d.h. durch die Höhe der Kaltluftschicht), wird auch der sogenannte Kaltluftvolumenstrom betrachtet.

Die **Abbildung 14** zeigt das Kaltluftströmungsgeschehen zunächst für den Ist-Zustand. Dabei wird der Parameter des Kaltluftvolumenstroms in seiner räumlichen Ausprägung über abgestufte Blautöne symbolisiert, wohingegen die bodennahe Strömungsgeschwindigkeit in 2 m über Grund anhand von Windpfeilen dargestellt wird. Die Windpfeile wurden zur besseren Übersicht auf 50 m aggregiert. So kann analysiert werden auf welche Weise ein Siedlungsraum im Allgemeinen sowie im besonders relevanten bodennahen Bereich durchlüftet wird.

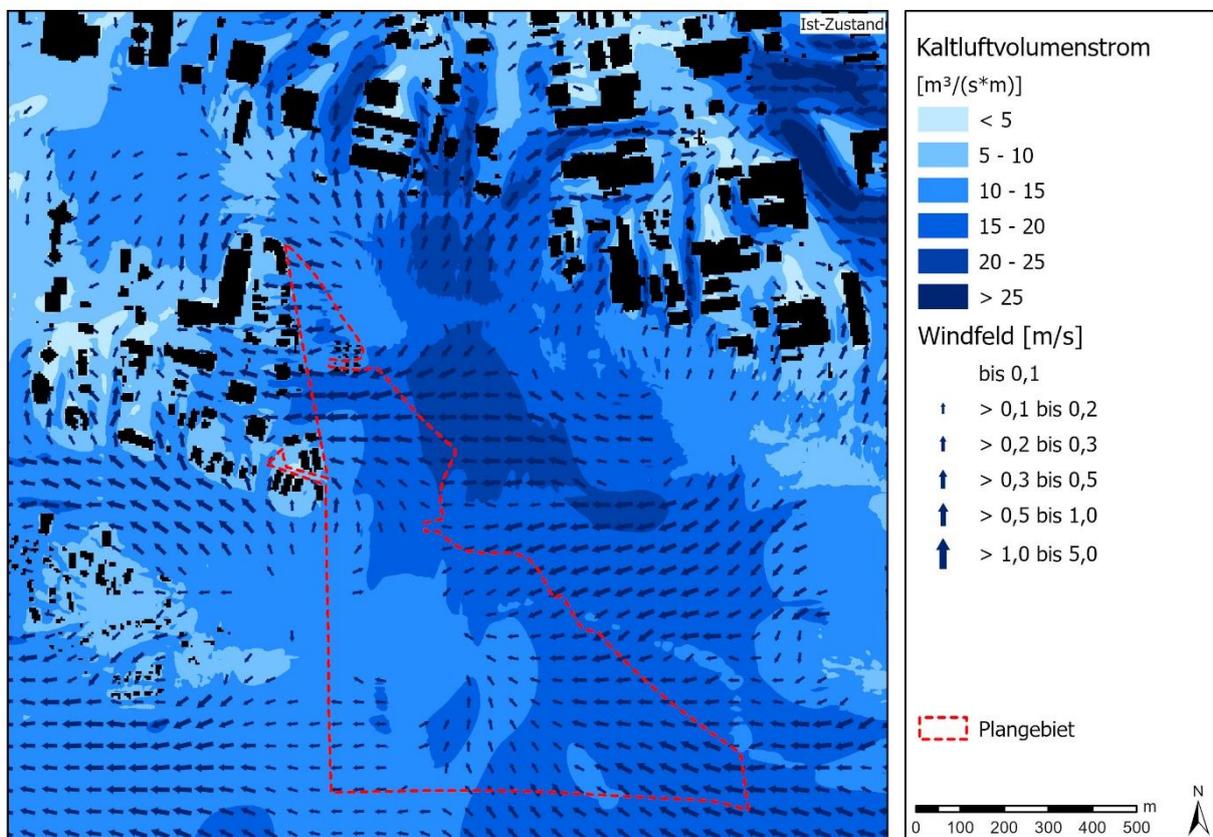


Abbildung 14: Ergebnisdarstellung des modellierten nächtlichen Kaltluftvolumenstroms des Ist-Zustands.

Die Ausprägung des Kaltluftvolumenstroms reicht im Untersuchungsgebiet von Werten unter $5 \text{ m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$ bis hin zu Werten knapp über $33 \text{ m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$. Der Kaltluftvolumenstrom und als Teil davon die bodennahe Strömung werden zum einen durch das Relief und zum anderen durch die in der Stadtlandschaft unterschiedlich ausgeprägten nächtlichen Temperaturen bestimmt. Östlich der Planfläche liegt der höchste Bereich des Untersuchungsgebiet. Über die Planfläche nimmt die Geländehöhe dann allmählich in Richtung Westen und der dort liegenden Bebauung ab. Die Strömung folgt grundsätzlich diesem Muster und wird aber durch kleinteilige Reliefunterschiede auf der Fläche ab- und umgelenkt.

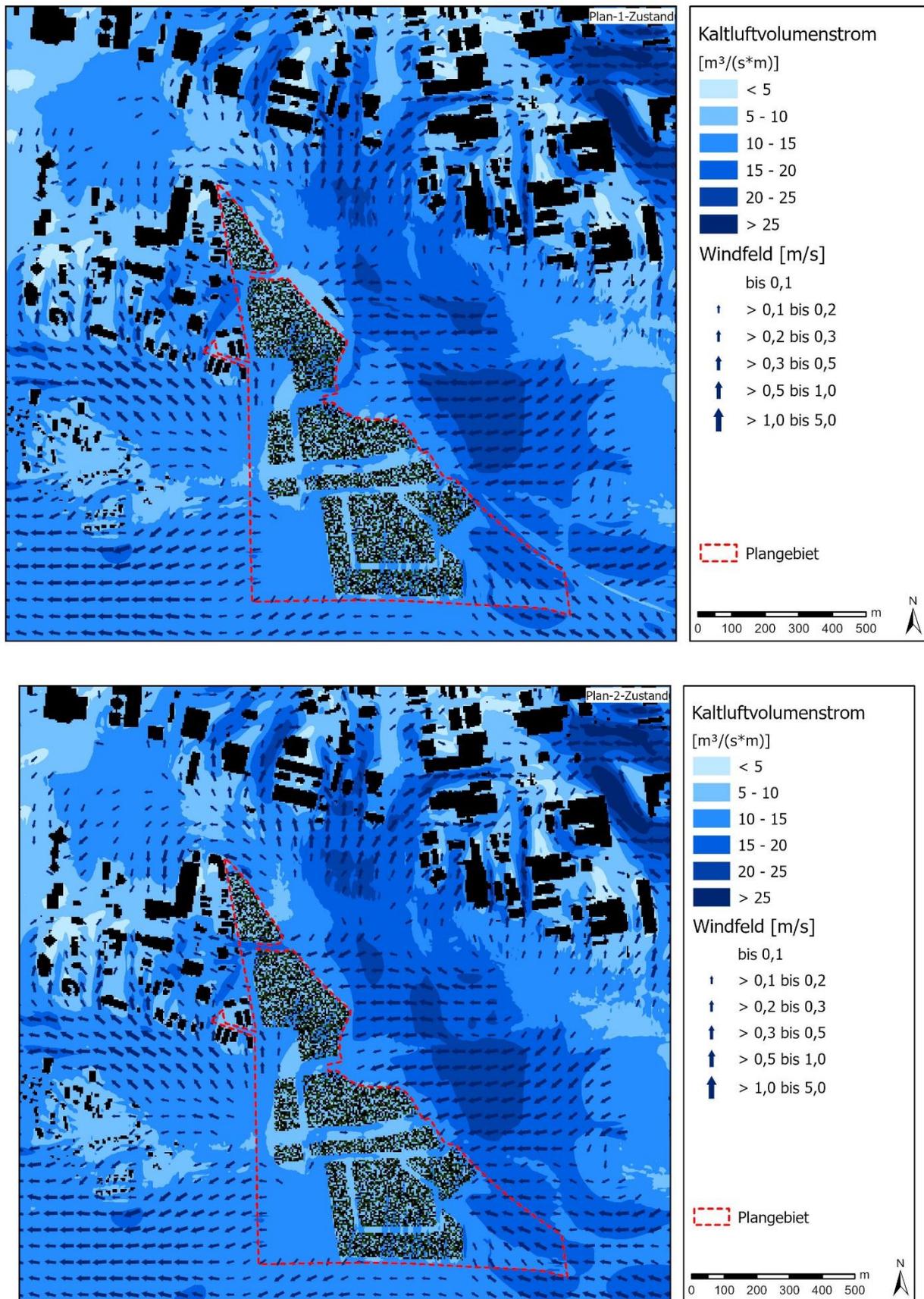


Abbildung 15: Ergebnisdarstellung des modellierten nächtlichen Kaltluftvolumenstroms des Plan-1-Zustands (oben) und Plan-2-Zustands (unten).

Das im Norden der Planfläche westlich angrenzende Gewerbegebiet wird über das Areal mit Kaltluftvolumenströmen mit etwa 16 bis 18 m³/(m*s) versorgt. Rund um Hagen sind schwächere Kaltluftvolumenströme vorzufinden mit Werten um 10 bis 12 m³/(m*s). Die im Norden des Untersuchungsgebiets liegenden Gewerbegebiete werden nicht von Kaltluft aus dem Planareal erreicht.

In **Abbildung 15** ist die Strömungssituation für die beiden Planfälle zu sehen. Die neu bebauten Gewerbeflächen stellen ein Hindernis für die Kaltluft dar. Allerdings findet lediglich im nördlichen Teil der Planfläche eine stringente Überströmung der Fläche in Richtung Bestandsbebauung statt. Hier wird die Kaltluftzufuhr in das angrenzende Gewerbegebiet durch die Neubebauung ausgebremst und verringert. Im südlichen Teil ist ein Kaltluftvolumenstrom in verschiedene Richtungen vorhanden. Die östlich vorgelagerte Autobahn im Planfall 1 stellt vor allem durch die Aufschüttungen ebenfalls ein Strömungshindernis dar, wenn auch weniger ausgeprägt als eine Bebauung. Dadurch kommt es zu einer Ausbremsung und Anstauung der aus Osten in Richtung Plangebiet fließender Kaltluftströme. Im Bereich der Mischpixelflächen kommt die Strömung in Bodennähe vollständig zum Erliegen. Hier wird durch die zufällige Anordnung der Nutzungspixel die Stauwirkung überschätzt. In Realität ist davon auszugehen, dass zwischen den später errichteten Gebäuden auch - je nach Anordnung - ein Einströmen und damit eine bessere Belüftung der Flächen möglich ist. Die Wegebeziehungen, die erhalten bleiben und das Plangebiet durchteilen und zum Teil mit Hecken und Bäumen bestanden sind, ermöglichen an diesen Stellen ein tieferes Eindringen der Kaltluft in das geplante Gewerbegebiet.

Um besser beurteilen zu können wie sich die neue Bebauung auf das Gebiet selbst und auch die angrenzende Bestandsbebauung auswirkt, können die Differenzenabbildungen zu Rate gezogen werden. In **Abbildung 16** werden die Differenzen für den Planfall 1 dargestellt. Oben ist die Veränderung der **absoluten** Werte zu sehen und unten ist die **prozentuale** Veränderung gezeigt.

Es wird deutlich, dass bei der Betrachtung der absoluten Werte und einer Darstellung der Veränderung von mindestens 2,5 m³/(m*s) die Abnahmen des Kaltluftvolumenstroms vor allem auf das Plangebiet selbst und den Staubereich im Osten davor zutreffen. Leicht betroffen ist außerdem das im Norden liegende Gewerbegebiet sowie das westlich angrenzende. Die nächste Wohnbebauung (Hagen) ist nicht von größeren Abnahmen des Kaltluftvolumenstroms betroffen.

Die VDI-Richtlinie 3787 Blatt 5 (VDI 2003) definiert eine Verringerung des Kaltluftvolumenstroms von zehn Prozent als „hohe vorhabenbedingte Auswirkung“ im Umfeld von **bioklimatisch belasteten Siedlungsgebieten**. **Abbildung 16** unten zeigt die prozentuale Veränderung des Kaltluftvolumenstroms. Es wird deutlich, dass prozentual betrachtet die Auswirkungen durch die geplante Bebauung weitreichender sind als in der absoluten Betrachtung. Neben Zunahmen vor allem im Nordwesten der Planfläche, die durch eine Umlenkung der Strömung auftreten und in absoluten Werten gering ist (größtenteils unter 2 m³/(m*s)), kommt es auf dem überplanten Areal selbst sowie angrenzend daran und in den nördlich und westlich gelegenen Siedlungsgebieten zu Abnahmen des Kaltluftvolumenstroms von über 10 %.

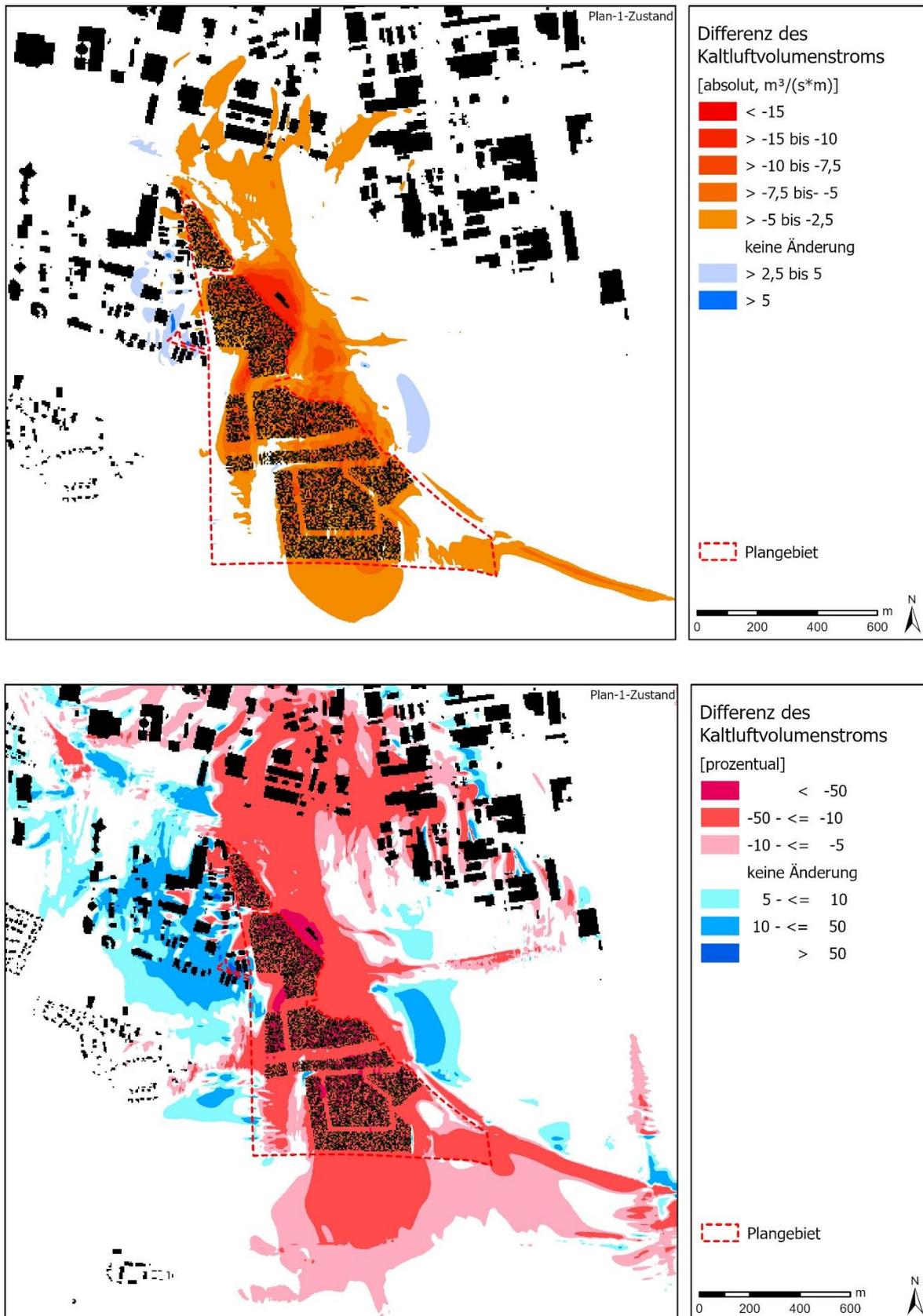


Abbildung 16: Differenz des Kaltluftvolumenstroms für den Plan1-Zustand. Oben absolute Werte, unten prozentualer Anteil.

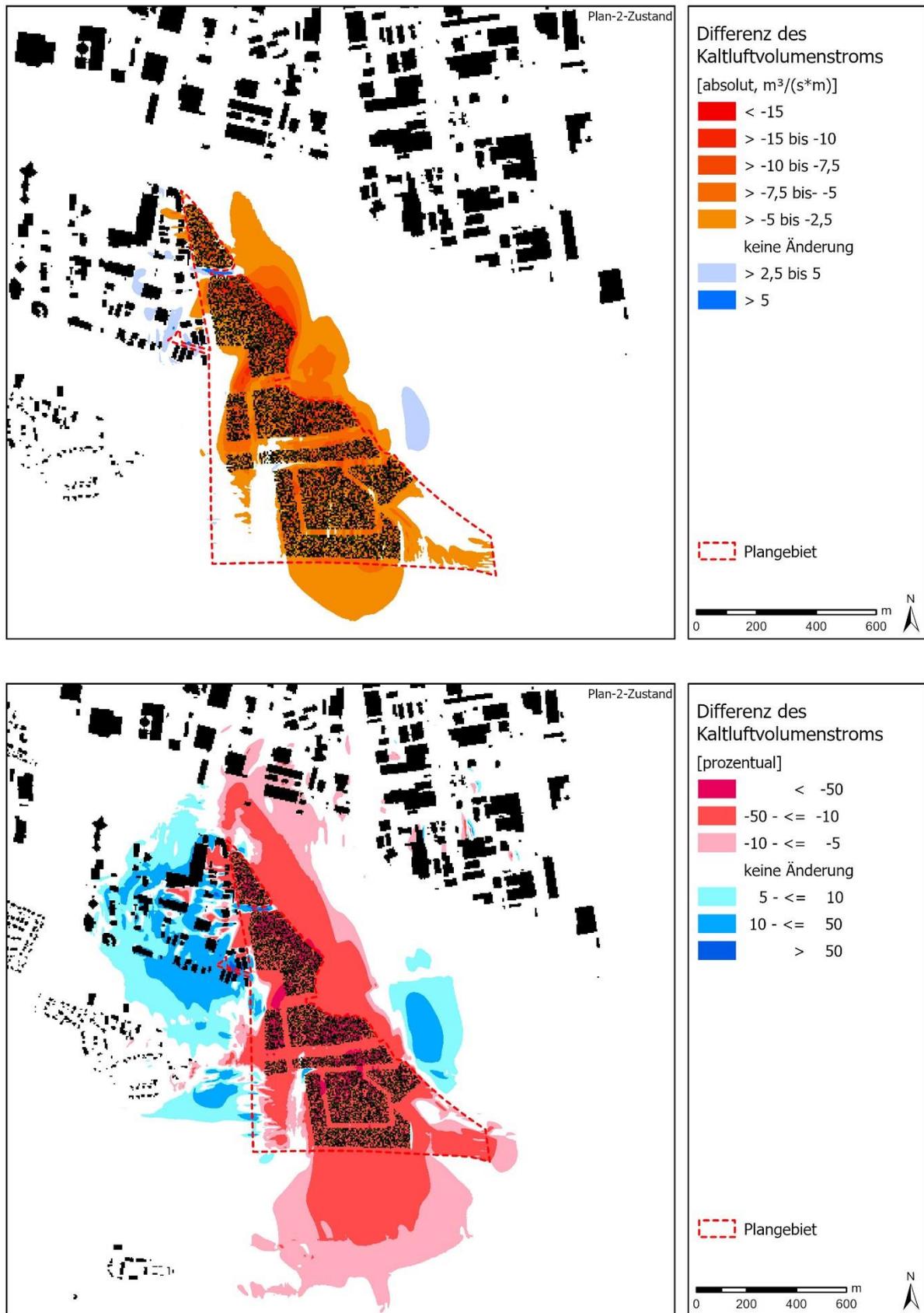


Abbildung 17: Differenz des Kaltluftvolumenstroms für den Plan-2-Zustand. Oben absolute Werte, unten prozentualer Anteil.



Bei der Betrachtung der **Abbildung 17**, die den Plan-2-Zustand darstellt, wird deutlich, dass die Abnahmen im Südosten und vor allem im Norden des Untersuchungsgebiets auf die neue Autobahn zurückzuführen sind.

Durch die Umsetzung des geplanten Gewerbegebiets sind also neben einigen Flächen ackerbaulicher Nutzung auch bebaute Gebiete von Abnahmen über 10 % betroffen. Hierbei handelt es sich um das Gewerbegebiet, das im Nordwesten an das Plangebiet grenzt und um die Ortschaft Hagen. In Hagen sind nur einzelne randliche Gebiete von einer Abnahme des Kaltluftvolumenstroms über 10 % betroffen und die Änderungen sind in absoluten Werten gering, so dass hier nicht von einer hohen vorhabenbedingten Auswirkung durch die Neuplanungen ausgegangen werden kann. Hinzukommt, dass es sich bei der Ortschaft nicht um eine bioklimatische belastete Siedlungsfläche handelt. Das Gewerbegebiet fällt ebenfalls nicht in den Bewertungsrahmen, da sich der Parameter Kaltluftvolumenstrom auf die Nachtstunden bezieht und davon ausgegangen werden kann, dass sich nur wenige Menschen nachts in diesen Gebieten aufhalten.

4.3 Wärmebelastung am Tag

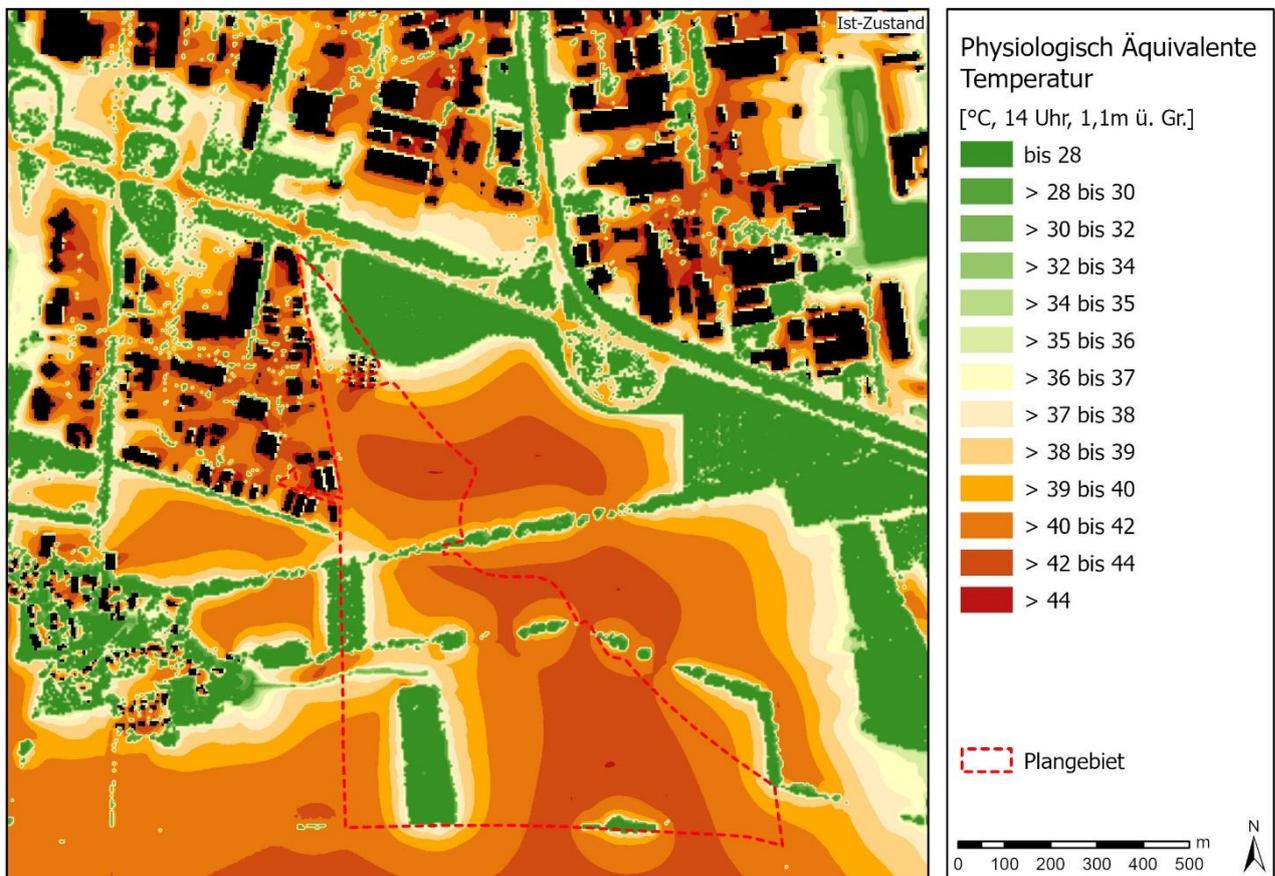


Abbildung 18: Ergebnisdarstellung der modellierten Wärmebelastung am Tag im Ist-Zustand.

Zur Bewertung der Wärmebelastung am Tage werden thermophysiologische Indizes verwendet, die Aussagen zur Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit sowie zu kurz- und langwelligen Strahlungsflüssen kombinieren. In Modellen wird der Wärmeaustausch einer „Norm-Person“¹ mit seiner Umgebung berechnet und die Wärmebelastung eines Menschen abgeschätzt. Zur Bewertung der Tagsituation wird der humanbioklimatische Index PET (Physiologisch Äquivalente Temperatur) um 14 Uhr herangezogen (Matzarakis und Mayer 1996). Für die PET existiert in der VDI-Richtlinie 3787, Blatt 9 eine absolute Bewertungsskala, die das thermische Empfinden quantifiziert (VDI 2004). Diese definiert eine PET ab 35 °C als starke Wärmebelastung. Ab 41 °C wird von einer extremen Wärmebelastung ausgegangen. Das individuelle Empfinden der Hitze und die Hitzeempfindlichkeit kann stark variieren. Insbesondere Kinder sind neben älteren Menschen Hitze gegenüber vulnerabler.

¹ Die „Norm-Person“ entspricht dem sog. „Klima-Michel“ (Jendritzky 1990). Dieser ist männlich, 35 Jahre alt, 1,75 groß und wiegt 75 kg. Er ist zudem dem Wetter angepasst gekleidet. Weitere „Norm-Personen“ bspw. für Kinder oder andere vulnerable Personengruppen gibt es nach heutigem Stand der Technik (noch) nicht.

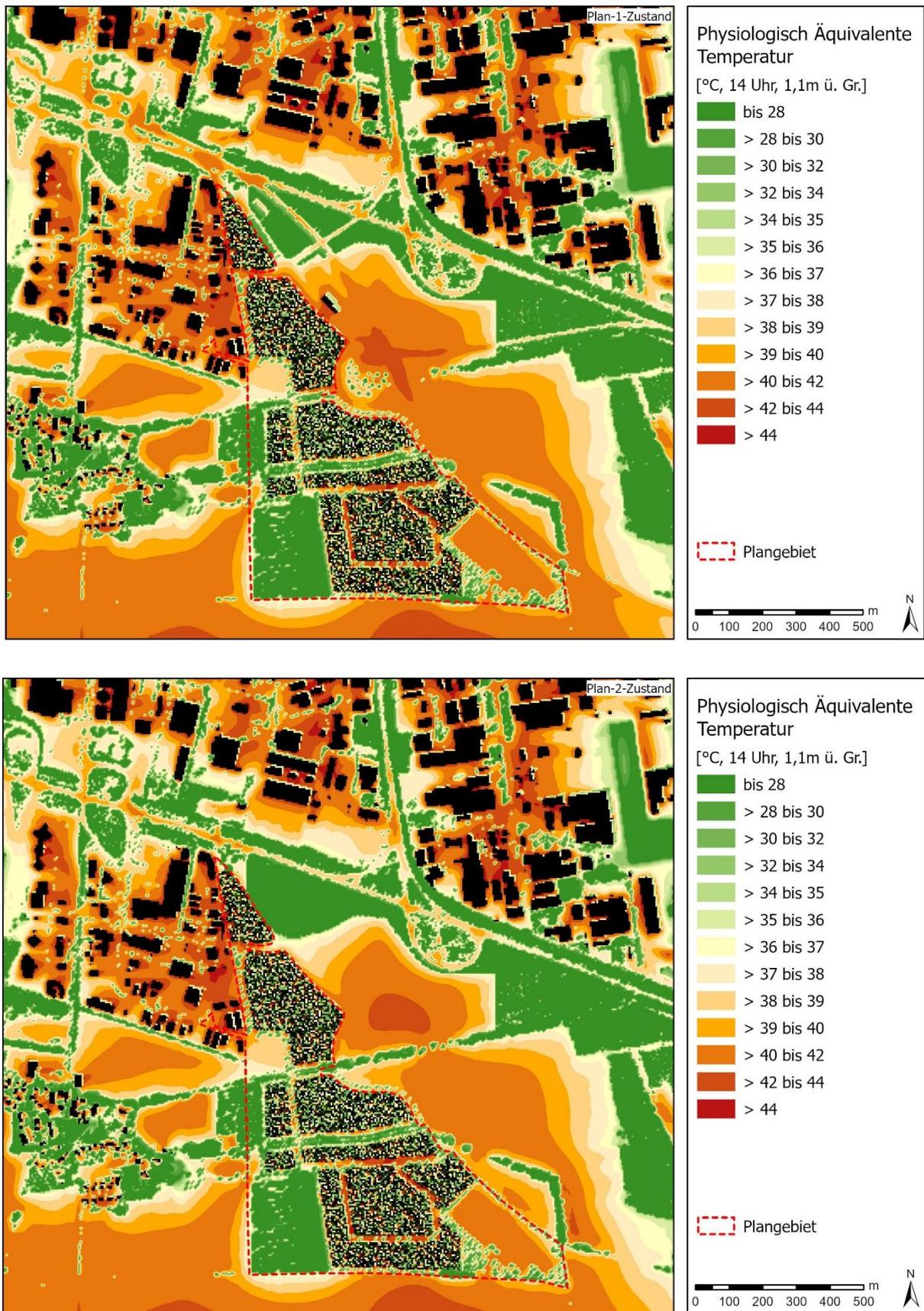


Abbildung 19: Modellerte Wärmebelastung am Tag (PET) im Plan-1-Zustand (oben) und Plan-2-Zustand (unten).



Die **Abbildung 18** zeigt die PET für den Ist-Zustand. Im gegenwärtigen Zustand weist das Untersuchungsgebiet eine Spannweite von etwa 18 bis knapp 46 °C auf. Die niedrigsten Werte (<27 °C) sind im Schattenbereich größerer Baumgruppen modelliert. Einzelne Bäume vor allem in ansonsten überwärmter Umgebung zeigen PET-Werte um 30 °C und größere Gebäude zeigen einen Schattenbereich mit Werten unter 35 °C, während unbeschattete Freiflächen großflächig eine starke bis extreme Wärmebelastung (> 35 °C) aufweisen. Hierbei heizen sich am Tag (im Gegensatz zur Nacht) Rasenflächen (ohne Baum- und Strauchstandorte) und versiegelte Flächen ähnlich stark auf. Höchste Werte sind im Bereich dichter Bebauung und großer Versiegelung sowie fehlender Schattenbereiche zu finden. Die mittlere PET des Plangebiets im Ist-Zustand beträgt 39,3 °C und liegt damit im Bereich einer starken Wärmebelastung, was insbesondere auf den hohen Freiflächenanteil auf dem Areal zurückzuführen ist.

Die **Abbildung 19** oben zeigt die Situation für den Plan-1-Zustand. Die PET-Verteilung folgt dem bereits beschriebenen Muster. Durch die Überplanung der Fläche kommt es zu lokalen Veränderungen der PET in diesem Bereich. Die Mischpixelflächen zeigen eine homogene Verteilung der Temperaturen. Hier ist zu beachten, dass durch die zufällige Verteilung der Nutzungen über dem Gebiet zum einen der Schattenwurf der Gebäudezellen überbewertet wird und zum anderen größere (sich stärker aufheizende) Freiflächen fehlen, so dass die mittleren PET-Werte der Mischpixelflächen insgesamt etwas niedriger ausfallen als bei einer gebäudescharfen Rechnung. Um einen Eindruck zu bekommen, wie die Ausprägungen der PET-Werte in einem Gewerbegebiet ausfallen können, können die Bestandsgebiete des Untersuchungsgebiets (z.B. im Norden) betrachtet werden. Deutlich erkennbar mit niedrigen PET-Werten (< 27 °C) sind die mit Bäumen bestandenen Feldwege/Grünstreifen, die das Gewerbegebiet durchlaufen. Die Straßenzüge zeigen dagegen hohe Werte (> 41 °C) dort wo keine Straßenbäume vorgesehen sind. Für das Plangebiet ergibt sich eine mittlere PET von 34,5 °C. Bei der reinen Betrachtung der Mischpixelflächen sind es 35,9 °C. Dies gilt für beide Planfälle. Die neue Autobahn führt teilweise zu einer Erhöhung der Temperaturen im Vergleich zum zuvor freien Feld. Dies macht auch **Abbildung 19** unten deutlich, in der der Plan-2-Fall dargestellt ist.

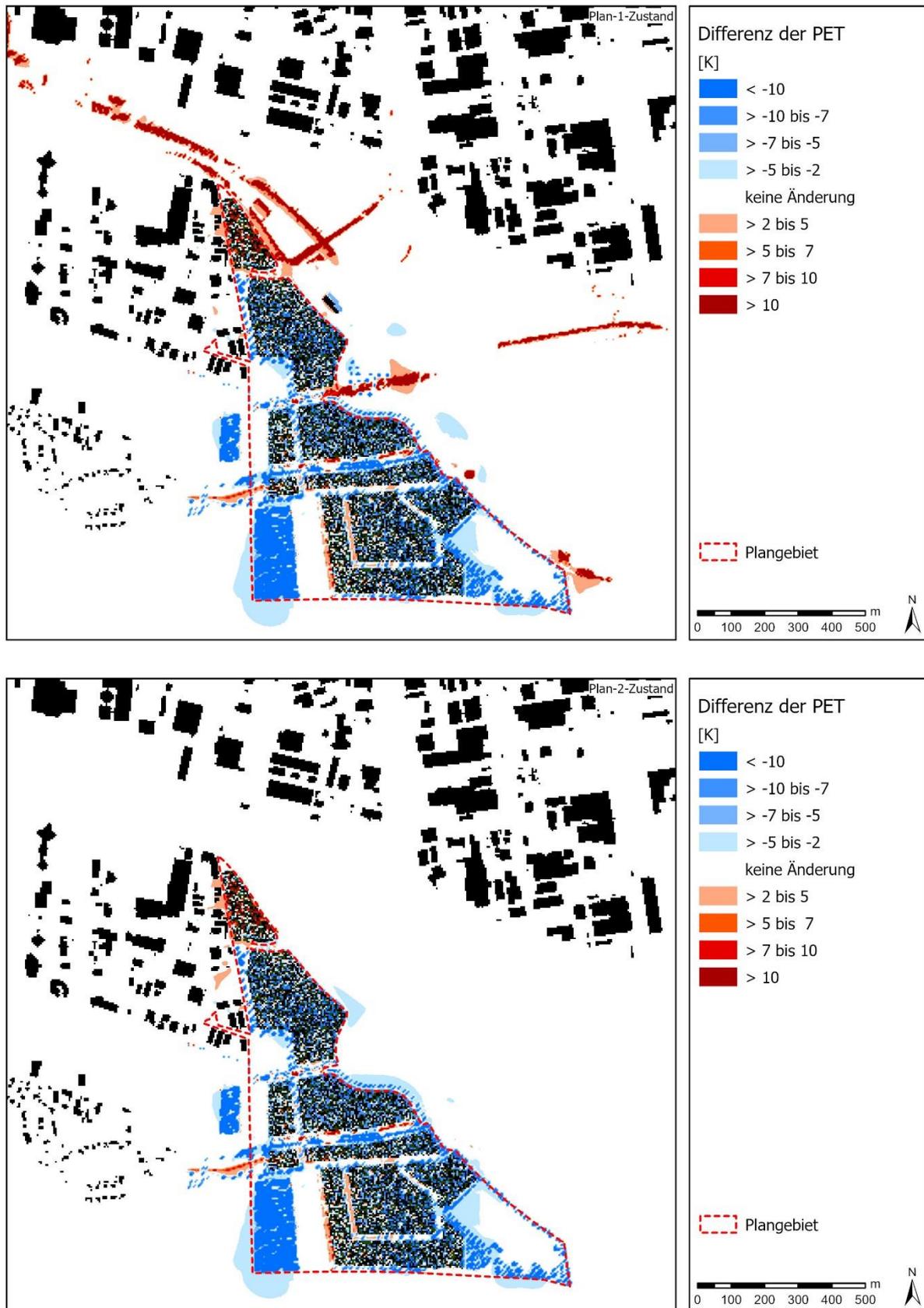


Abbildung 20: Differenz der Physiologisch Äquivalenten Temperatur (PET) für den Plan-1-Zustand (oben) und Plan-2-Zustand (unten).



Deutlicher werden die Veränderungen bei der Betrachtung der Differenzendarstellung in **Abbildung 20**. Im Vergleich zum freien Feld verzeichnen die Mischpixel-Flächen vor allem eine Abnahme der PET. Dies ist, wie bereits erwähnt, durch die zufällige Verteilung leicht überbewertet. Nichts destotrotz kommen durch die neue Bebauung und Pflanzung von Bäumen oder größeren Büschen Schattenflächen hinzu, die im Vergleich zum freien Feld kleinere Temperaturen mit sich bringen. Die neuen Waldstücke zeigen ebenfalls geringere Temperaturen. Im oberen Teil der Abbildung zeigt sich, dass es durch die neue Autobahn nur an einzelnen Stellen zu einer Erhöhung der Temperaturen kommt. Auch der Wegfall des ursprünglichen Wasserlaufs führt in dem Bereich zu einer Zunahme der Temperaturen. Im Schnitt sinkt die PET auf der Planfläche bei Umsetzung der Planung um 3,4 K. Die Veränderungen beschränken sich größtenteils auf die Planfläche selbst, lediglich im Norden kommt es zu einer kleinen Erhöhung der PET (max. 3,5 K) im westlich angrenzenden Gewerbegebiet.

5. Schlussfolgerung und planerische Hinweise

Durch die modellgestützte Analyse wurden die planungsbedingten Auswirkungen auf das Bioklima anhand einer Gegenüberstellung des Ist- und der 2 Planzustände (einmal mit und einmal ohne BAB39) für die „Gewerbeflächenentwicklung Bilmer Berg II“ (B-Plan Nr. 103/II) in Lüneburg untersucht.

In der Ist-Situation zeigt das Plangebiet eine günstige bioklimatische Situation in der Nacht. Die Fläche wird zurzeit hauptsächlich ackerbaulich genutzt. Die Umgebung der Planfläche weist neben weiteren Ackerflächen vor allem Gewerbestandorte und lockere Siedlungsgebiete sowie Wälder und den Elbe-Seitenkanal auf. Die bioklimatische Situation ist dementsprechend vielfältig ausgeprägt. Hohe nächtliche Temperaturen sind im Bereich dichter versiegelter (Gewerbe-)Standorte zu finden, während die Wohnsiedlungen kleinere Temperaturen mit einem guten Bioklima aufweisen. Grün- und Ackerflächen zeigen entsprechend die niedrigsten Temperaturen.

Das bodennahe Strömungsfeld und der Kaltluftvolumenstrom im Untersuchungsgebiet zeigen sich kleinteilig. Die Planfläche wird von Kaltluft aus Osten erreicht. Auf der Fläche selbst sind aufgrund des Reliefs Kaltluftströme in verschiedene Richtungen vorhanden. Im Norden der Fläche erfolgt eine Kaltluftzufuhr über das Planareal in das westlich angrenzende Gewerbegebiet.

Am Tage zeigt sich ein heterogenes Bild der klimatischen Belastung. Die Freiflächen (neben Rasenflächen vor allem versiegelte Flächen) und dichtere Siedlungsbereiche mit einem hohen Versiegelungsgrad weisen hohe bis sehr hohe PET-Werte auf, während in Bereichen im Schatten von Bäumen und vor allem größeren Baumgruppen die geringsten Werte dieses Parameters zu finden sind.

Durch die Umsetzung des B-Plans Nr. 103/II kommt es zu Modifikationen des lokalen Temperatur- und Windfeldes. Die Veränderungen beschränken sich für die Temperaturfelder größtenteils auf das Plangebiet selbst. Im Strömungsfeld sind auch darüber hinaus gehende Veränderungen festzustellen.

Die nächtlichen Temperaturen im Plangebiet zeigen bei Umsetzung der Planung größtenteils eine Erhöhung der Werte im Vergleich zur Ackerfläche des Ist-Zustands. Dies ist auf die stärkere Erwärmung der nun versiegelten Flächen und der zusätzlichen Baukörper, die ebenfalls tagsüber Wärme speichern, zurückzuführen. Durch die Nutzung des Mischpixelansatzes für die Gewerbegrundstücke kommt es zu einer homogenen Verteilung der nächtlichen Temperaturen in diesem Bereich. Die mittlere nächtliche Temperatur der Mischpixelflächen von 19,7 °C entspricht den zu erwartenden höheren Temperaturen eines verdichteten Gewerbeareals. Bereiche, die zuvor mit Büschen bzw. Bäumen bestanden waren und nach Umsetzung der Planung eine Freifläche sind, weisen niedrigere Werte als der Ist-Zustand auf,



da die Ausstrahlung aufgrund des Kronendachs gedämpft war. Andersherum steigen die Temperaturen in den nun mit Bäumen bestandenen Bereichen leicht an. Auch der Bereich des früheren Bachlaufs zeigt nun geringere Werte, da Wasser durch die hohe Wärmespeicherkapazität langsamer auskühlt. Auch die Autobahn, die nicht Teil der Planung für das Gewerbegebiet ist, zeigt durch die zunehmende Versiegelung höhere Werte, die auch hier auf das direkte Umfeld der Straße beschränkt sind.

Das nächtliche Strömungsgeschehen verändert sich durch die zukünftige Bebauung weitreichender. Die geplanten Gewerbeflächen stellen einerseits ein Strömungshindernis dar und „ziehen“ andererseits durch ihre höhere Temperatur Kaltluft an. Im Osten der Planfläche kommt es dadurch zu einem Abbremsen und Anstauen der ankommenden Kaltluft. Die Bremswirkung der Flächen wird durch den Mischpixelansatz überschätzt. In der Realität wird die Kaltluft besser in die Grundstücke zwischen die Gebäude eindringen können (in Abhängigkeit der Gebäudestellung) und sie zum Teil belüften. Eine komplette Durchströmung der Flächen ist aufgrund der geplanten dichten Bebauung nicht zu erwarten. In der Folge kommt es auch im Westen der Planfläche zu Abnahmen des Kaltluftvolumenstroms. Zunahmen sind ebenfalls möglich, dort wo es durch Kanalsierungen oder Umleitung zu Veränderungen kommt. Auch die geplante Autobahn hat zum Teil Auswirkungen auf das Strömungsgeschehen, da für ihren Bau Aufschüttungen/Wälle geplant sind. Dies ist vor allem in den Gewerbegebieten im Norden des Untersuchungsgebiets der Fall, wo Abnahmen des Kaltluftvolumenstroms zu verzeichnen sind.

Der in der VDI 3787 Blatt 5 (VDI 2003) festgelegte Schwellenwert einer Verringerung des Kaltluftvolumenstroms von 10 %, der eine „hohe vorhabenbedingte Auswirkung“ im Umfeld von bioklimatisch belasteten Siedlungsgebieten festlegt, wird für Wohngebiete nicht oder nur in vernachlässigbarem Umfang erreicht. Etwas größere Bereiche mit Abnahmen über 10 % des Kaltluftvolumenstroms durch die Umsetzung des neuen Gewerbegebiets sind lediglich in dem westlich an das Planareal angrenzenden Gewerbegebiet zu finden. Hier kann davon ausgegangen werden, dass in den Nachstunden keine Menschen vor Ort sind, die von der Abnahme des Kaltluftvolumenstroms betroffen sein könnten.

Tagsüber zeigt sich bei Umsetzung des Planvorhabens vor allem eine Abnahme der PET auf den Grundstücken, die zuvor Ackerfläche waren. Hier kommt es durch die neuen Schattenflächen (Bäume und Gebäude) zu einer Abnahme der Temperaturen. Durch den Mischpixelansatz wird die Schattenwirkung leicht überschätzt. In der Realität ist durchaus eine Abnahme durch die hinzukommenden Schattenflächen zu erwarten, während davon auszugehen ist, dass gleichzeitig auch Bereiche mit hoher bis sehr hoher PET vorhanden sind, da ein großer Anteil an versiegelter Freifläche vorgesehen ist, sowie auch Gebäude durch Strahlungsreflektion zu einer PET-Erhöhung beitragen können. Am nördlichen Ende der Planfläche zeigen sich Zunahmen der PET im Vergleich zum Ist-Zustand, da hier zurzeit einige Büsche vorhanden sind. Durch die Neuplanung kommt es in der im Westen angrenzenden Gewerbefläche zu einer leichten Erhöhung der PET-Werte, da durch die neue vorgelagerte Bebauung Luftbewegungen ausgebremst werden.

Bei Umsetzung des B-Plans ist eine Zunahme der Temperaturen in den Nachtstunden auf den Grundstücken des neuen Gewerbegebiets zu erwarten, die zu einer bioklimatisch weniger günstigen Situation führen. Auch tagsüber sind zum Teil sehr hohe PET-Werte zu erwarten. Dies ist für Gewerbeflächen typisch und kann durch den Einsatz von begrünten Freiflächen und in der Planung definierte Baumpflanzungen, wie teilweise bereits vorgesehen, gemindert werden. Nachts können die unversiegelten Flächen durch die Verdunstungsleistung die Temperaturen senken und tagsüber sind die Schattenflächen (insbesondere durch Bäume) entscheidend, um Bereiche weniger starker klimatischer Belastung zu schaffen. Die Wegführung im Gewerbegebiet sieht bereits einige Straßenbäume vor, die



tagsüber das Fortkommen im Schatten erleichtern und eine übermäßige Wärmespeicherung der versiegelten Flächen verhindern. Hier kann es in der Planung noch zu Änderungen der Baumstandorte kommen. Wichtig aus bioklimatischer Sicht ist eine Anordnung von Bäumen im gesamten Straßenraum, so dass gerade für den Langsamverkehr (Fußgänger und Fahrradfahrer) immer wieder Schattenflächen zur Verfügung stehen. Auch die Beschattung von Parkplätzen ist sinnvoll. Auf den Grundstücken kann die geplante Dachbegrünung die Gebäude selbst vor zu großer Wärmespeicherung schützen. Bei höheren Gebäuden ist allerdings keine Wirkung auf das Klima in Bodennähe zu erwarten. Die angedachte Fassadenbegrünung hat den gleichen Effekt, kann aber auch im Straßenraum für Abkühlung sorgen. Idealerweise werden Gebäude an ihren Süd-Westfassaden mit Begrünung versehen, vor allem wenn keine Beschattung der Fassaden und des Straßenraums durch Bäume in diesen Bereichen möglich ist. Auch eine Beschattung der Fassaden mit technischen Lösungen wie Markisen ist denkbar und der Einsatz heller Fassaden und Bodenbeläge kann ebenfalls zur Reduktion der Wärmespeicherung beitragen. Eine Verringerung des Versiegelungsanteils durch Rasengittersteine oder versickerungsfähiges Pflaster (bei Parkplatzflächen etc.) minimiert die Wärmespeicherung und Aufheizung zusätzlich. Für den Aufenthalt im Freien zum Beispiel als Pausenplatz für die vor Ort arbeitende Bevölkerung können Sitzplätze im Schatten angelegt werden und so kühlere Rückzugsorte geschaffen werden. Solche kleinen Pocket-Parks sollten mit sich abwechselnden begrünten Freiflächen und schattenspendenden Baum- bzw. Buschstandorten ausgestaltet werden.

Die B-Plan-Fläche liegt in einem im Ist-Zustand von Osten belüfteten Bereich. Auf der Fläche selbst kommt es durch das kleinteilige Relief zu Strömungen in unterschiedliche Richtungen. Durch die neue Bebauung wird das Einströmen der Kaltluft auf die neu bebauten Flächen abgebremst. Der Effekt wird durch den Mischpixelansatz überschätzt. Dennoch ist davon auszugehen, dass durch die geplante dichte Bebauung der Grundstücke zwar ein Einströmen in die Fläche möglich ist, eine komplette Durchströmbarkeit aber nicht gegeben. Die Planung sieht an drei Stellen den Erhalt von Wegebeziehungen zum Teil mit einem (Obst-)Baum- und Heckenbestand vor. An diesen Stellen kann die Kaltluft aus der Umgebung besser in das neue Gewerbegebiet eindringen. Vor allem die nördlichste Schneise, die als Zuwegung zur neuen Autobahn fungiert, kann hier zur Belüftung des westlich angrenzenden Bestands-gewerbegebiets beitragen. Aus klimaökologischer Sicht ist die Erhaltung dieser Belüftungswege daher zu empfehlen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten:

Ist-Zustand:

- Das Plangebiet mit hauptsächlich Ackerflächen im Ist-Zustand zeigt eine günstige bioklimatische Situation in der Nacht.
- Die Umgebung der Planfläche ist vielfältig. Es sind kleinräumig bioklimatisch ungünstige Gebiete (vor allem Gewerbeflächen) als auch Ausgleichsflächen (Ackerflächen) vorhanden. Siedlungsgebiete haben eine lockere Struktur mit einem günstigen Bioklima.
- Der Kaltluftvolumenstrom und das bodennahe Strömungsfeld zeigen eine Anströmung zur Planfläche vornehmlich von Osten mit einer mäßigen Ausprägung. Auf der Fläche selbst ergeben sich Strömungen in verschiedene Richtungen.
- Tagsüber zeigt die PET im Untersuchungsgebiet eine heterogene Ausprägung mit wenig bis gar nicht belasteten Grünarealen bis zu stark belasteten Siedlungs- und Gewerbegebieten sowie Ackerflächen.



Plan-Zustand:

- Durch die Umsetzung des B-Plans Nr. 103/II kommt es zu klimaökologischen Veränderungen.
- Die Veränderungen des nächtlichen Temperaturfelds und der Physiologisch Äquivalenten Temperatur am Tage sind vornehmlich auf das Plangebiet beschränkt.
- Durch das steigende Gebäudevolumen und den höheren Versiegelungsgrad kommt es fast überall zu einer Erhöhung der nächtlichen Temperaturen im Plangebiet. Die für ein Gewerbegebiet typische dichte Bebauung und der große Versiegelungsgrad führen zu einer bioklimatisch weniger günstigen Situation in der Nacht.
- Tagsüber sinkt die PET in Schattenbereichen im Vergleich zu zuvor freien Flächen. In nichtbeschatteten Bereichen sind hohe PET-Werte mit einer starken Wärmebelastung zu erwarten.
- Die Veränderungen im nächtlichen Strömungsfeld sind über das Plangebiet hinaus erkennbar.
- Angrenzende Wohngebiet sind nicht oder nur sehr kleinräumig von einer Absenkung des Kaltluftvolumenstroms über 10 % betroffen. Daher wird nicht von einer „hohen vorhabenbedingten Auswirkung“ ausgegangen. Die Kaltluftzufuhr im Bestand bleibt auch nach Umsetzung der Planung bestehen.
- Die Kaltluftzufuhr auf die Planfläche selbst erfolgt vor allem von Osten. Eine Durchströmung ist bei Umsetzung der dichten Bebauung voraussichtlich nicht möglich. Über die Wegebeziehungen des Bestands, die erhalten bleiben, erfolgt ein tieferes Einströmen der Kaltluft in die neue Gewerbefläche.

Daraus ergeben sich folgende Hinweise zur geplanten Umsetzung für eine möglichst klimaangepasste Ausgestaltung:

- Erhalt der bestehenden Wirtschaftswege und der Zufahrt zur BAB39 im Norden als Einströmbereiche.
- Flächendeckender Einsatz von Straßenbäumen.
- Begrünte Freiflächen und Baum-/Buschstandorte auch auf den Grundstücken (z.B. als Pausenorte).
- Wo möglich Beschattung von Südwestfassaden vorzugsweise mit Bäumen, alternativ mit technischen Lösungen (z.B. Markisen) oder Fassadenbegrünung, um die Wärmespeicherung zu verringern.
- Umsetzung der angedachten Dach- und Fassadenbegrünung.
- Wo möglich Verringerung der Versiegelung z.B. durch versickerungsfähiges Pflaster oder Rasengittersteine auf Parkplatzflächen.
- Einsatz heller Oberflächenbeläge (Fassaden und Bodenbeläge) wo möglich.
- Mikroklimatisch vielfältige Ausgestaltung von Freiflächen mit Wiesenfläche, Bäumen und Baumgruppen.



Im Folgenden werden die aus bioklimatischer Sicht wichtigen Planungshinweise in allgemeiner Form genauer erläutert.

Planungshinweise

Entsiegelung, mikroklimatische Vielfalt

Wege, Plätze, Parkplätze und Randbereiche der Rad- und Fußwege sollten möglichst wenig versiegelt werden, um die Oberflächentemperaturen zu reduzieren und Verdunstungskühle zu ermöglichen. Für die Gestaltung der Parkierungsflächen und Nutzflächen gibt es viele Möglichkeiten, wie Pflasterrasen, Rasengittersteine oder Schotterrassen.

Zwischen den Gebäuden liegende Freiflächen können mit gut wasserversorgten Wiesenflächen und kleinen Baumgruppen gestaltet werden, die mit offenen multifunktionalen Wasserflächen (z.B. Retentionsraum für Starkregenereignisse), künstlich geschaffenen kleinteiligem Relief („Hügellandschaft“), verschatteten Wegen und Sitzgelegenheiten sowie weiteren Strukturmerkmalen (Beete, Blumenwiesen, Sukzessionsflächen) angereichert sind. Dieser vielfältige „Savannentyp“ ermöglicht die Ausbildung eines optimalen Bioklimas sowohl am Tag als auch in der Nacht.

Verschattung von Straßen, Wegen, Stellflächen und Aufenthaltsbereichen

Eine intensive Begrünung mit Bäumen steigert die Aufenthaltsqualität im Freien beträchtlich, da somit große beschattete Bereiche geschaffen werden. Vor allem Fußgängerwege sowie Fahrradwege bedürfen im Sommer guter Verschattung. Ebenso sollten Fahrzeugstellplätze sowie Aufenthaltsbereiche soweit möglich durch Bäume und Sträucher beschattet werden. Um die nächtliche Abkühlung durch einen zu dichten Baumbestand nicht zu sehr einzuschränken, sollten neben verschatteten Bereichen aber auch offene Grünflächen vorgehalten werden. Ein Baumbestand von ca. 30 % einer Grünfläche gilt hier als zielführend. Bei der Auswahl der Bäume sollte auf deren Trockenheits- und Hitzeresistenz geachtet werden. Die GALK-Broschüre „Zukunftsbäume für die Stadt“ (GALK 2023) kann in diesem Zusammenhang als Orientierung dienen.

Verschattung von Gebäuden

Die Verschattung von Gebäuden und Freiflächen durch Bäume oder auch durch bautechnische Maßnahmen (Ausführungsbeispiele hierfür sind Vordächer, Vertikallamellen, Markisen und Sonnensegel) ist eine gute Maßnahme der Hitzevorsorge. Das primäre Ziel ist es, die direkte Aufheizung sowie die Wärmespeicherung der Gebäude über die Gebäudehülle (Dach, Fassade, Fenster) oder auch der befestigten Erschließungsflächen zu verringern. Sonnenexponierte Gebäudeseiten sind dabei von besonderer Bedeutung und sollten verschattet werden. Laubbäume mit weiten Kronen sind gegenüber Nadelbäumen zu bevorzugen, da sie im Winter einen vergleichsweise geringeren Einfluss auf die Einstrahlung ausüben und dadurch zu einer Reduktion von ggfs. Heizenergie und damit von Heizkosten und Treibhausgasemissionen führen können.

Erhöhung der Oberflächenalbedo (Reflexion)

Die Anwendung von geeigneten Baumaterialien und hellen Anstrichen kann dazu beitragen, der Aufheizung von versiegelten Oberflächen und Gebäuden am Tage entgegenzuwirken, so dass sie nachts weniger Wärme an ihre Umgebung abgeben. Gleiches gilt für die Dachbegrünung sowie für Fassadenbegrünung. Letztere wirkt sogar zweifach positiv auf einen Gebäudebestand ein, da einerseits durch die Schattenspende die Wärmeeinstrahlung am Tage reduziert wird und andererseits die Verduns-



tungskälte des Wassers an Pflanzenbestandteilen einen abkühlenden Effekt auf umgebende Luftmassen hat. Anwendungsschwerpunkte sollten auch in diesem Fall die nach Süden ausgerichteten Gebäudefassaden sein.



6. Quellen

GEO-NET (2022): Aktualisierung der Klimaanalyse Lüneburg.

GALK (2023): Zukunftsbäume für die Stadt. <https://www.galk.de/arbeitskreise/stadtbaeume/themenubersicht/zukunftsbaeume-fuer-die-stadt>. (06.02.2023)

JENDRITZKY, G. ET AL. (1990): Methodik zur raumbezogenen Bewertung der thermischen Komponente im Bioklima des Menschen (Fortgeschriebenes KlimaMichel-Modell). Beitr. Akad. Raumforsch. Landesplan. Nr. 114.

MATZARAKIS, A. UND H. MAYER 1996: Another kind of environmental stress: Thermal stress. WHO Newsletter No. 18: 7-10.

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

VDI (2004): Richtlinie VDI 3787 Blatt 9 Umweltmeteorologie – Berücksichtigung von Klima und Lufthygiene in räumlichen Planungen. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf.

VDI (2008): VDI-Richtlinie 3787 Blatt 2. Umweltmeteorologie. Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung. Teil I: Klima, Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf.

UBA (2016): Heizen, Raumtemperatur, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/umweltbewusstleben/heizen-raumtemperatur (05.08.2020).



GEO-NET Umweltconsulting GmbH
Hannover, den 28.06.2024

Erstellt von:

E. Hohlfeld

Eva Hohlfeld (Dipl. Geographie)

Robert von Tils

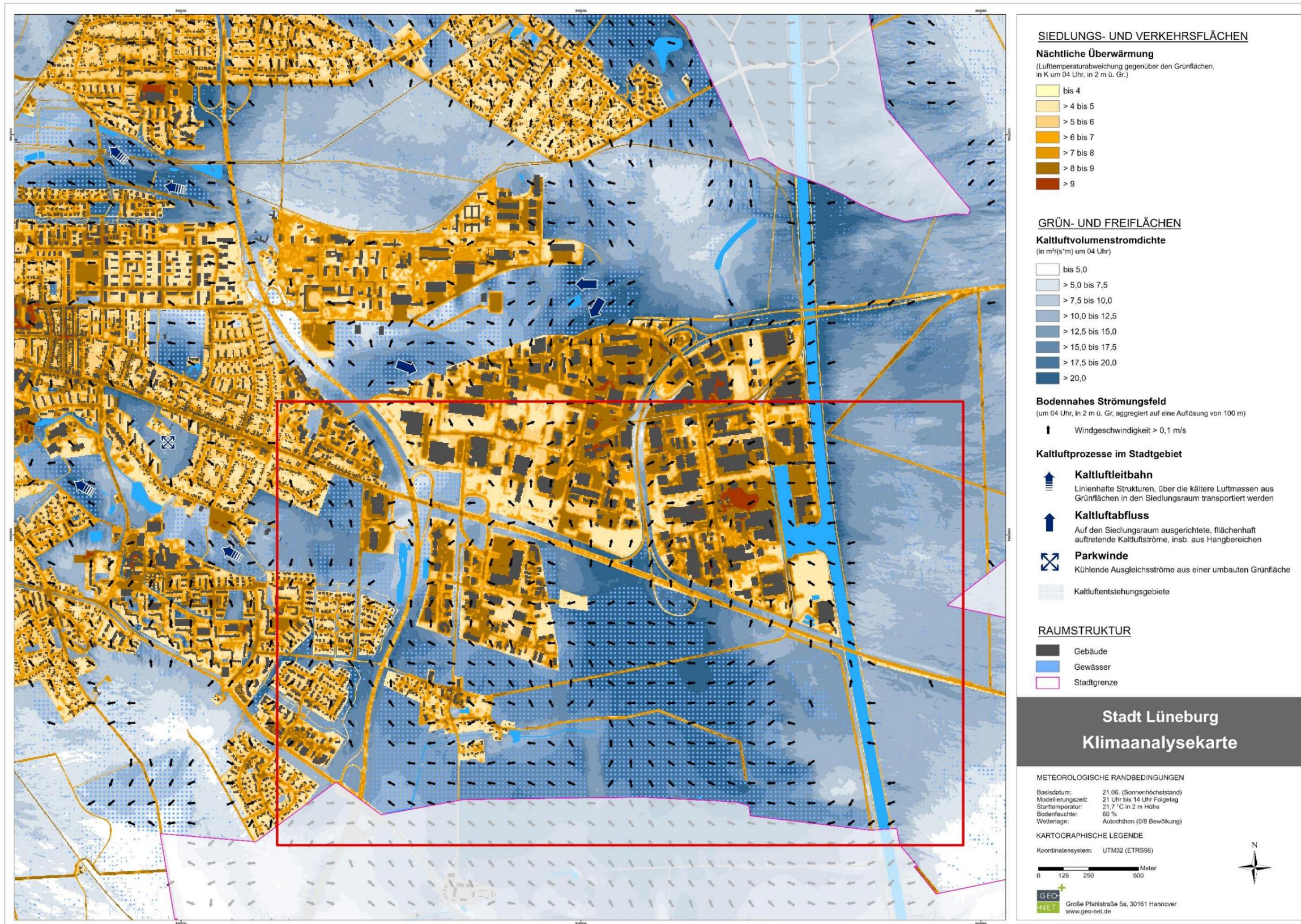
Dr. Robert von Tils (m. Sc. Meteorologie)

Geprüft von:

Jana Caase

Jana Caase (M. Sc. Geoökologie)

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 den Auftraggebern.



Anhang 1: Ausschnitt aus der Klimaanalysekarte Lüneburg (Geo-Net 2022). Roter Umriss: Untersuchungsgebiet.