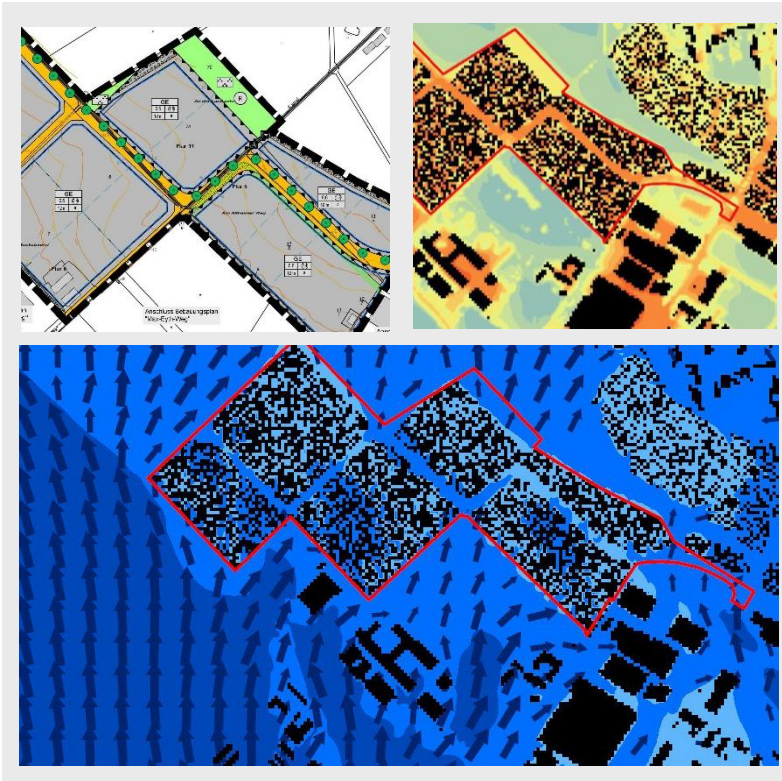


Klimaökologisches Gutachten zum Bebauungsplan „Gewerbegebiet West“ in Groß-Umstadt



Auftraggeberin:

planungsbüro für städtebau
görlinger_hoffmann_bauer
Im rauhen See 1
64846 Groß Zimmern



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 Groß-Umstadt	3
2.3	Untersuchungsansätze	4
3.	Methodik	5
3.1	Modelleingangsdaten	5
3.2	Wetterlage	9
4.	Ergebnisse	10
4.1	Lufttemperatur in der Nacht	10
4.2	Kaltluftprozessgeschehen in der Nacht	13
4.3	Wärmebelastung am Tag	18
5.	Schlussfolgerung und planerische Hinweise.....	20
6.	Quellen	26

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht zum Untersuchungsraum.....	1
Abbildung 2: Ausschnitt aus dem Vorentwurf für den Bebauungsplan „Gewerbegebiet West“ in Groß-Umstadt von Januar 2024. Quelle: Übermittelt vom Auftraggeber im August 2024.....	2
Abbildung 3: Leitbahnsystem der Kernstadt Groß-Umstadts. Quelle: Geo-Net 2016a	3
Abbildung 4: Mischpixelflächen mit dazugehörigen Nummern (siehe Tabelle 1).	6
Abbildung 5: Klassifizierte Landnutzung des Ist-Zustandes in 5 m-Auflösung	6
Abbildung 6: Klassifizierte Landnutzung des Plan-Zustandes in 5 m-Auflösung (gezoomte Ansicht)..	7
Abbildung 7: Geländehöhen im Umfeld des Plangebiets.	7
Abbildung 8: Ergebnisdarstellung der modellierten nächtlichen Lufttemperatur.	11
Abbildung 9: Nächtliche Temperatur (4 Uhr, 2m ü. Grund)) im Plan-Zustand (oben). Differenz zwischen Ist- und Plan-Zustand bei der nächtlichen Temperatur (unten).....	12
Abbildung 10: Prinzipskizze zum Kaltluftvolumenstrom.	13



Abbildung 11: Ergebnisdarstellung des modellierten nächtlichen Kaltluftvolumenstroms des Ist-Zustands.....	14
Abbildung 12: Ergebnisdarstellung des modellierten nächtlichen Kaltluftvolumenstroms des Plan-Zustands.....	15
Abbildung 13: Differenz des Kaltluftvolumenstroms. Oben absolute Werte, unten prozentualer Anteil.....	16
Abbildung 14: Ergebnisdarstellung der modellierten Wärmebelastung am Tag im Ist-Zustand.	18
Abbildung 15: Modellierte Wärmebelastung am Tag (PET) im Plan-Zustand (oben). Differenz der Physiologisch Äquivalenten Temperatur (unten).....	19

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Mischpixelanteile nach GRZ.	5
---	---

1. Einleitung

Die Stadt Groß-Umstadt beabsichtigt den Bebauungsplan „Gewerbegebiet West“ aufzustellen. Das fast 19 ha große Plangebiet liegt am westlichen Rand der Kernstadt größtenteils umgeben von Ackerflächen. Südwestlich der Fläche grenzt ein bereits bestehendes Gewerbegebiet an. Bislang werden die zukünftigen Gewerbegebietsflächen als Ackerflächen genutzt. Nordöstlich liegt in einiger Entfernung ein Siedlungsgebiet, das zulünftig erweitert werden soll (göringer_hoffmann_bauer 2024).

In der vorliegenden Expertise wird analysiert, inwieweit die Umsetzung des B-Plan „Gewerbegebiet West“ 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 die Planvariante anhand eines ca. 3,0 x 2,5 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 kleinräumig 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 der weiteren Planung an die zu erwartende Änderung des Klimas erfolgen.

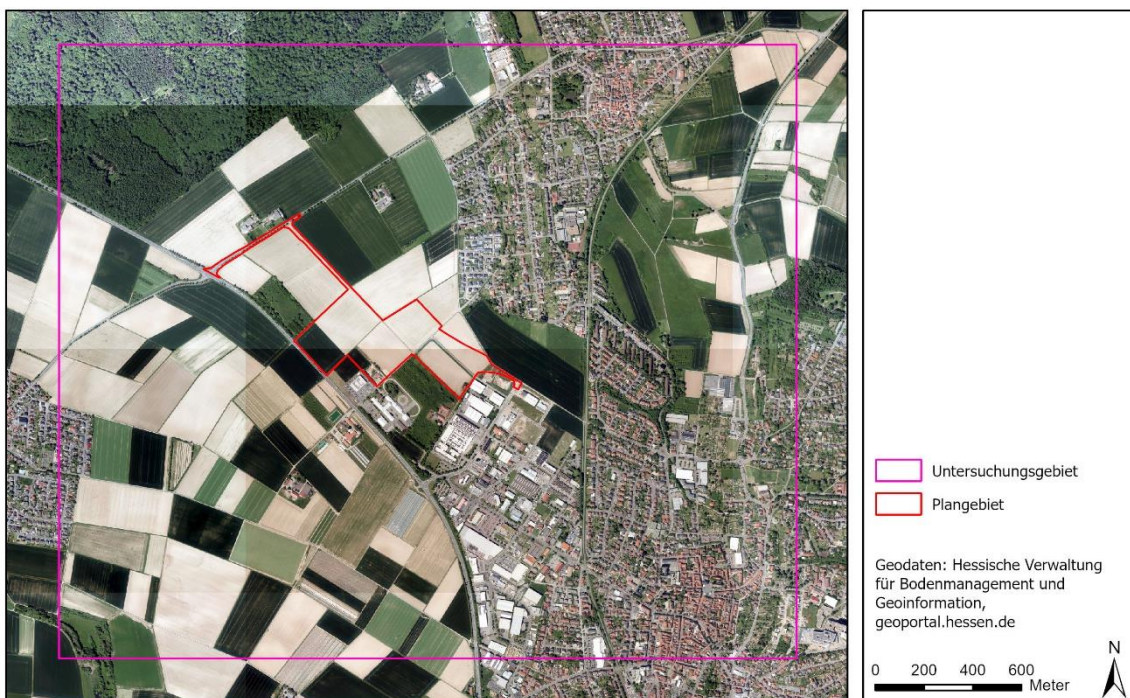


Abbildung 1: Übersicht zum Untersuchungsraum.

2. Grundlagen

2.1 Vorgesehene Planung

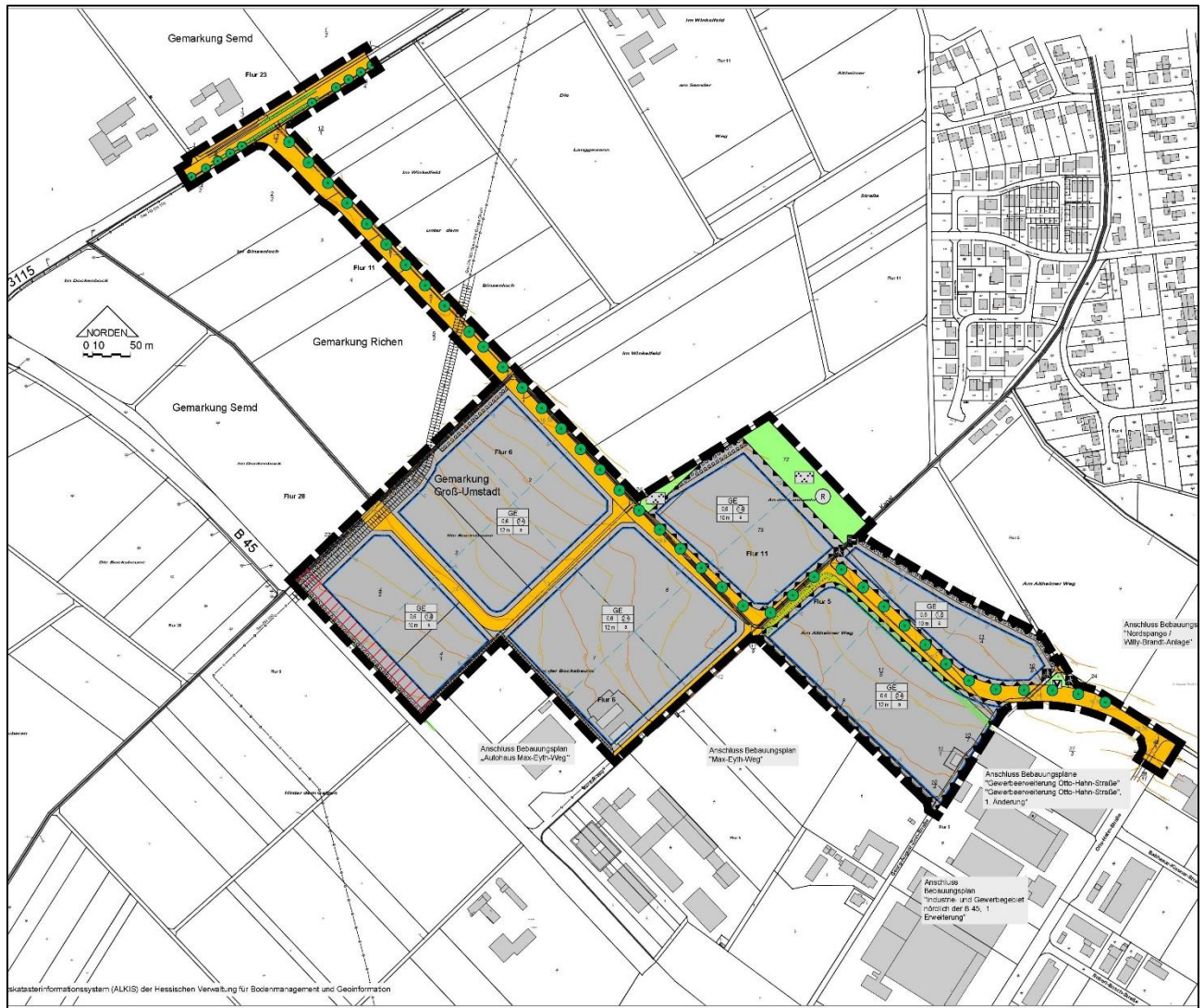


Abbildung 2: Ausschnitt aus dem Vorentwurf für den Bebauungsplan „Gewerbegebiet West“ in Groß-Umstadt von Januar 2024. Quelle: Übermittelt vom Auftraggeber im August 2024.

Die **Abbildung 2** zeigt einen Ausschnitt aus dem Vorentwurf für den Bebauungsplan „Gewerbegebiet West“, der für die Modellerstellung zur Verfügung stand.

Der B-Planvorentwurf sieht mehrere große Baufelder vor. Für die Haupteerschließungsstraße sind Straßenbäume vorgesehen. Zusätzlich gibt es im Osten der Fläche Areale, in denen eine Bepflanzung mit Büschen vorgesehen ist.

2.2 Gesamtstädtische Klimaanalyse Groß-Umstadt

Die **Abbildung 3** zeigt das im Zuge der gesamtstädtischen Klimaanalyse für Groß-Umstadt festgestellte Leitbahnsystem (Geo-Net 2016 und Geo-Net 2016a). Über die blaue Pfeilsignatur wird das aus dem Kaltluftströmungsfeld abgeleitete Leitbahnsystem dargestellt. Über diese Leitbahnen kann während einer autochthonen (Belastungs-)Lage Kaltluft in Richtung der Innenstadt transportiert werden. Aufgrund des von Osten bzw. Süden dominierten Strömungsgeschehens in Groß-Umstadt sind keine Kaltluftleitbahnen im Westen des Stadtgebiets vorzufinden. Allerdings sind auch hier Strukturen vorhanden, die bei entsprechender Anströmung einen bodennahen Luftaustausch in belasteten Gebieten ermöglichen. Diese Bahnen sind in der **Abbildung 3** mit roten Pfeilen gekennzeichnet. Sie sind also nur dann aktiv, wenn keine autochthone Wetterlage vorherrscht, sondern eine übergeordnete Strömung aus Westen bzw. Nordwesten und Südwesten.

Das Plangebiet liegt am Rande der nördlichsten Ventilationsbahn. Im Bereich dieser Ventilationsbahnen sind in den letzten Jahren bereits Bauvorhaben umgesetzt und die Siedlungsgebiete erweitert worden. Außerdem sind weitere größere Siedlungsgebiete in der Planung. Die vorliegende Untersuchung bezieht die bereits umgesetzten sowie die zukünftig entstehende Wohngebiete mit ein und kann so die Funktion der Ventilationsbahn zum aktuellen Planungsstand sowie nach Umsetzung des geplanten Gewerbegebiets beurteilen.

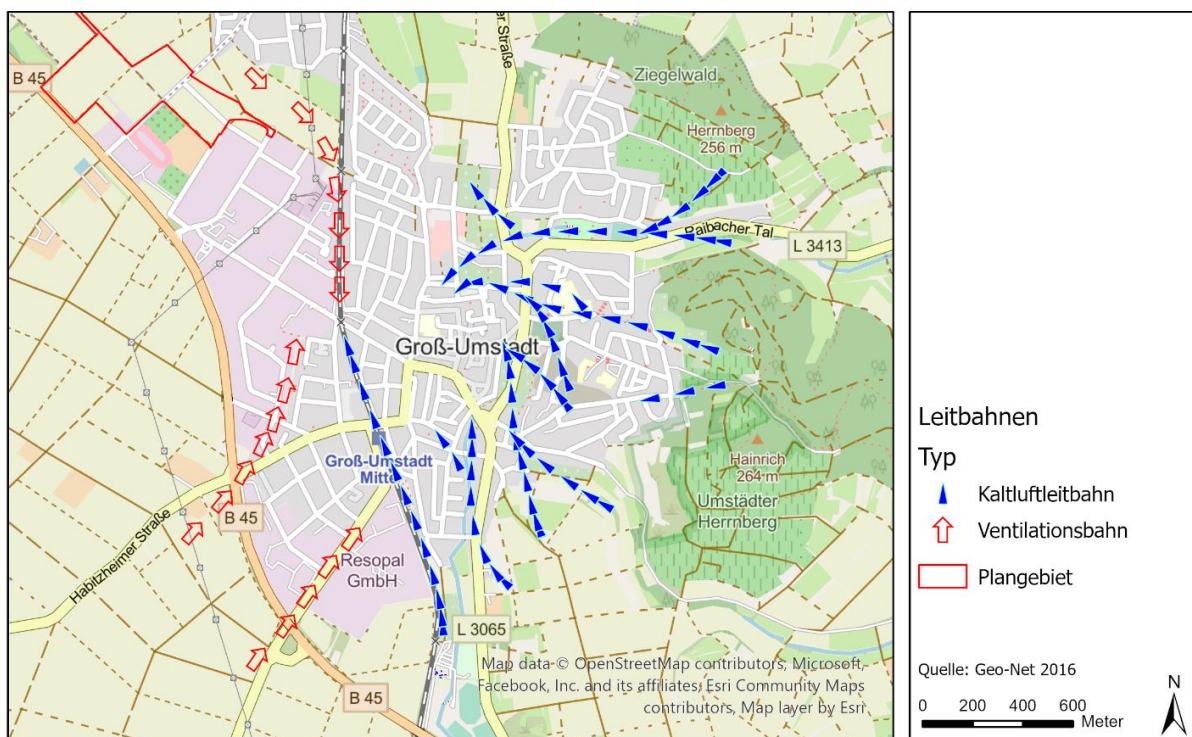


Abbildung 3: Leitbahnsystem der Kernstadt Groß-Umstadts. Quelle: Geo-Net 2016a



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. Hierbei werden auch bereits beschlossene aber noch nicht umgesetzte Planungen im Osten des Gewerbegebiets berücksichtigt.
2. den Plan-Zustand:
 - modelltechnische Umsetzung des Planvorhabens auf Grundlage des aktuellen Planungsstands (Bebauungsplan Vorentwurf von Januar 2024).



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 (inklusive der bereits festgesetzten Entwicklung der Wohngebiete östlich des Planareals, der die Umsetzung eines Schulstandorts beinhaltet (Bebauungsplan „Nordspange/Willi-Brandt-Anlage“)) sowie für den Planzustand 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. Da für den Bebauungsplan „Nordspange/Willi-Brandt-Anlage“ und „Gewerbegebiet West“ keine raumkonkrete Planung vorliegt, wird hier ein „Mischpixel-Ansatz“ verwendet.

Bestimmungsgrundlage der Nutzungskategorisierung stellen neben den Planungsunterlagen (ausschließlich Plangebiet und Nordspange/Willy-Brandt-Anlage) frei verfügbare Daten wie die ALKIS-Gebäudeumrisse und ALKIS-Nutzung, ein digitales Gelände- und Oberflächenmodell sowie RGB-Luftbilder des Landes Hessen unter Einbezug von Open-Street-Map-Daten dar. Die Umsetzung des Planvorhabens erfolgte auf Grundlage des B-Plans „Gewerbegebiet West“ (Vorentwurf, Stand Januar 2024) und B-Plan „Nordspange/Willy-Brandt-Anlage“ (Entwurf, Stand März 2021) sowie weiteren Planungen wie dem möglichen Schulstandort und Erweiterungsflächen (**Abbildung 5** und **Abbildung 6**). Die **Abbildung 4** zeigt die Flächen im Untersuchungsgebiet für die ein Mischpixel-Ansatz gewählt wurde. Hierbei werden auf Grundlage der B-Pläne und weiterer zur Verfügung stehender Informationen die Anteile der jeweiligen Nutzungsklassen für das Modell pro Fläche angenommen und die Pixel dann zufällig über der Fläche verteilt. Hierbei diente die festgelegte GRZ als Basis. Die genauen Anteile können in **Tabelle 1** abgelesen werden.

Tabelle 1: Mischpixelanteile nach GRZ.

Nr.	GRZ	FITNAH-Klassen (Anteile in %)					Gebäude- höhe
		20 - Gebäude	21 - Gebäude mit Gründach	22 - unbebaut versiegelt	9 - Freiland, Rasen	25 - Baum über Rasen	
1000	0,6	18	42	20	10	10	12
1001	0,6	18	42	20	10	10	10
1002	0,6	12	48	20	10	10	12
1004	0,4	8	32	20	20	20	10
1005	0,4	24	16	20	20	20	10
1008	0,7	21	49	22,5	5	2,5	12
1009	0,6	12	48	20	10	10	12
1010	0,6	18	42	20	10	10	10

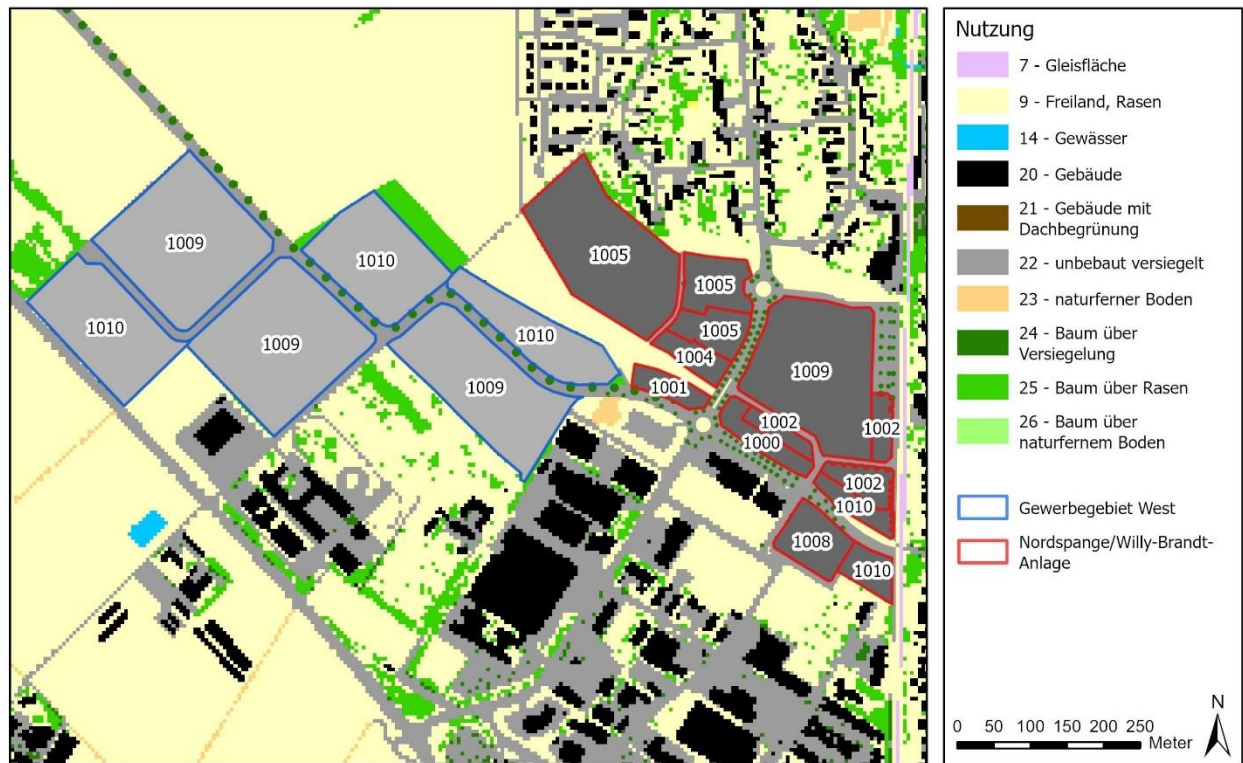


Abbildung 4: Mischpixelflächen mit dazugehörigen Nummern (siehe Tabelle 1).

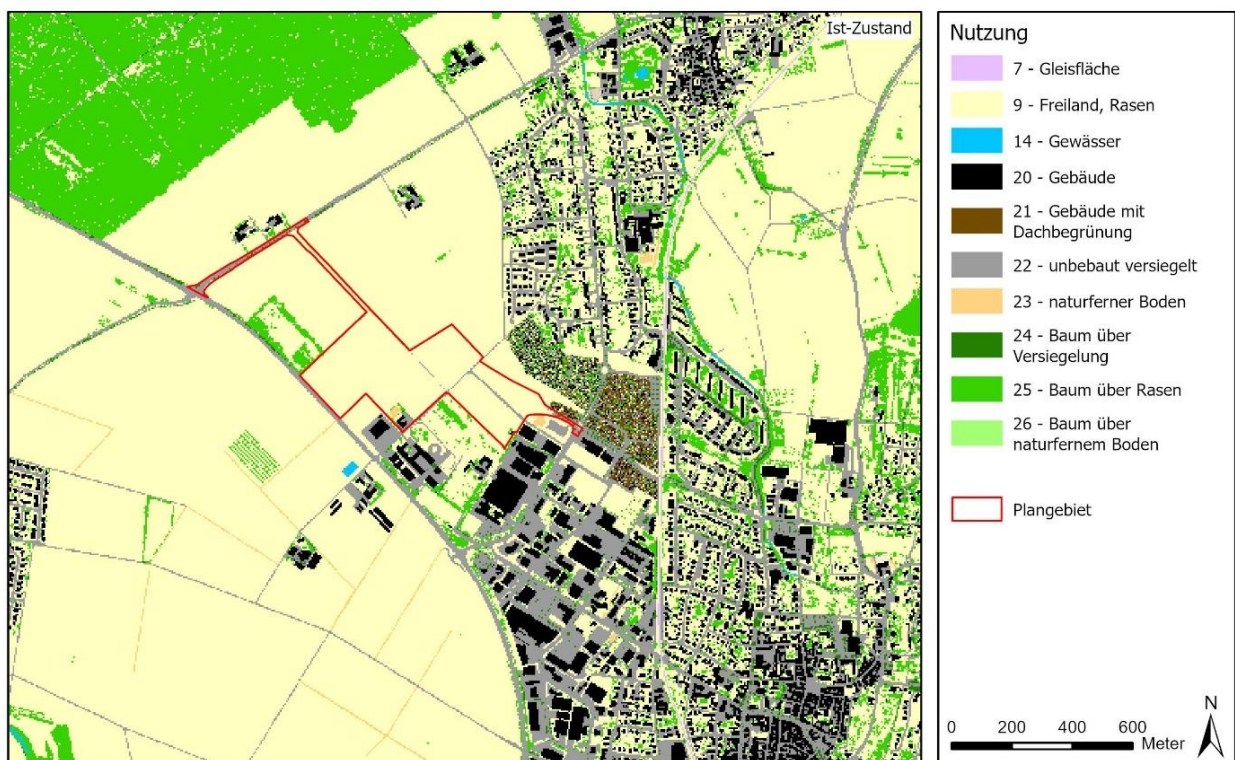


Abbildung 5: Klassifizierte Landnutzung des Ist-Zustandes in 5 m-Auflösung.

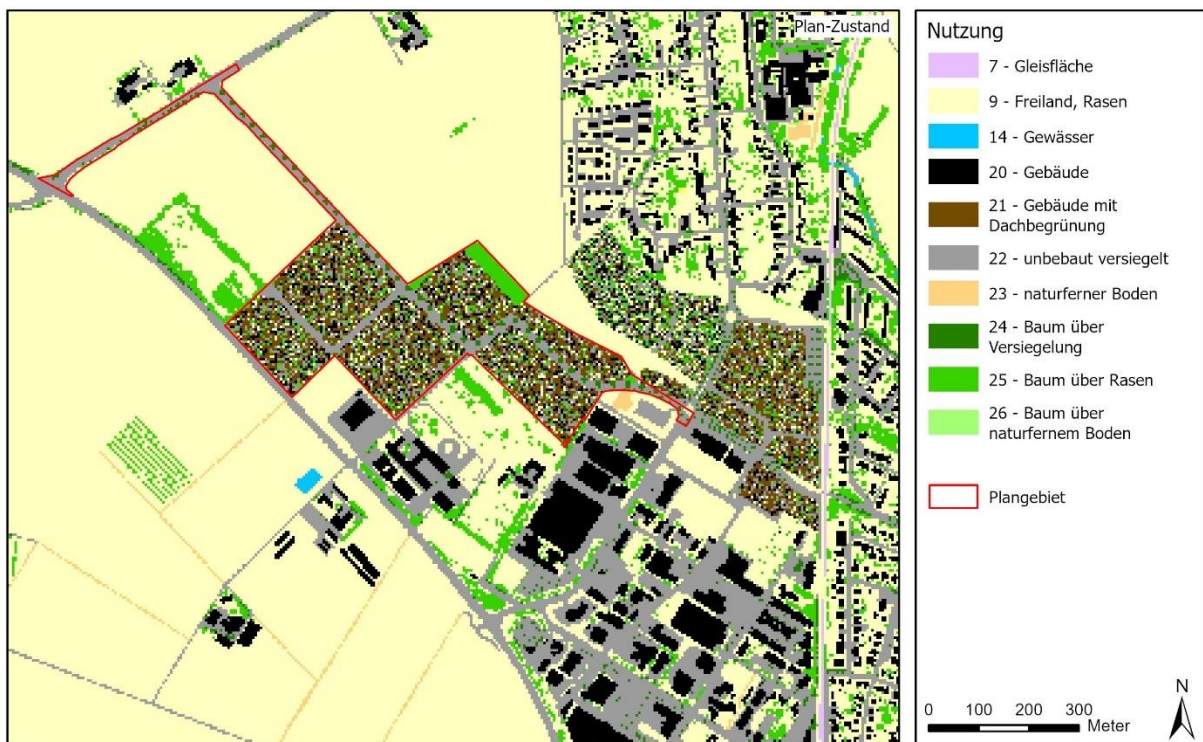


Abbildung 6: Klassifizierte Landnutzung des Plan-Zustandes in 5 m-Auflösung (gezoomte Ansicht).

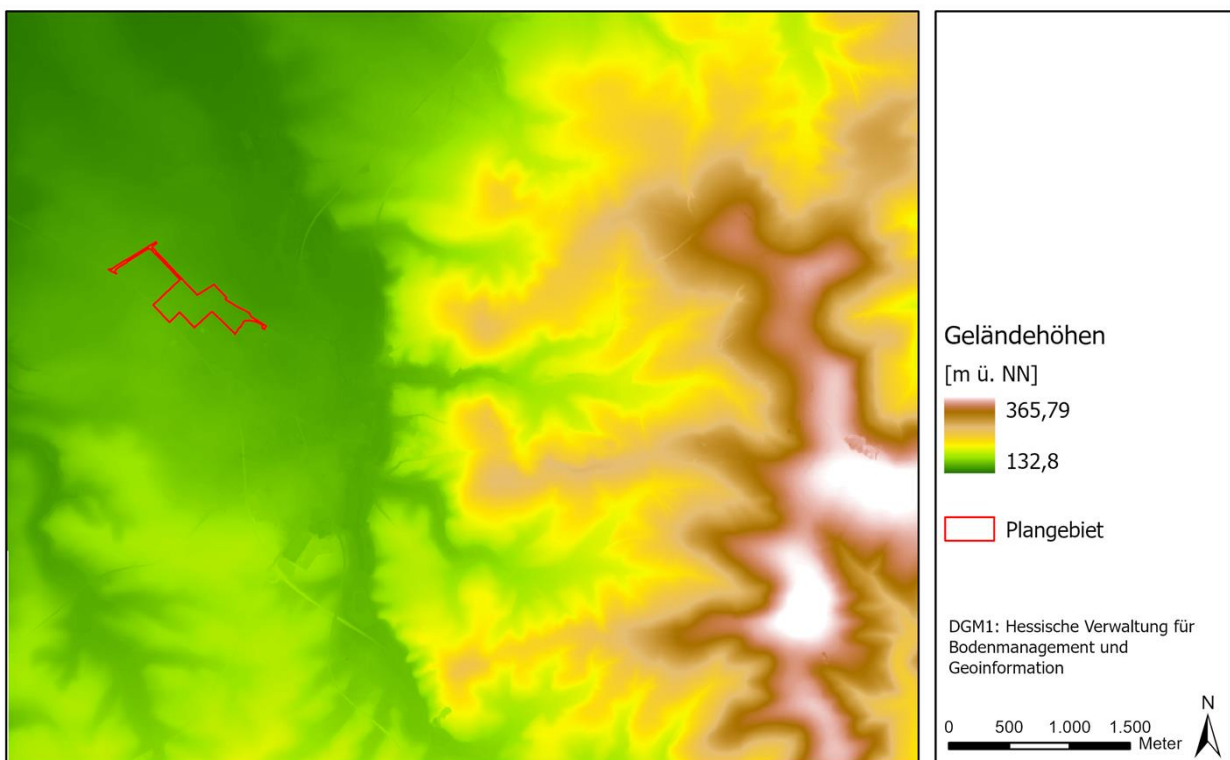


Abbildung 7: Geländehöhen im Umfeld des Plangebiets.



Neben der Landnutzung stellt die Geländeoberfläche eine weitere wesentliche Modelleingangsgröße dar. Das Plangebiet liegt auf etwa 160 m ü. NN. Auch die Stadt Groß-Umstadt liegt in einer Ebene bei etwa 150 bis 160 m ü. NN. Südöstlich der Stadt beginnen die Ausläufer des Odenwalds, die bis auf eine Höhe von etwa 350 m ü. NN ansteigen. Das Relief hat einen großen Einfluss auf das nächtliche Strömungsgeschehen (Kaltluftabflüsse in Richtung der tieferen Lagen.) Um das großräumige Strömungsgeschehen mit in der Modellierung erfassen zu können, erfolgte eine Nestung in eine von Geo-Net erstellte deutschlandweite Modellierung.



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. Dieser Effekt kann durch das Relief unterstützt bzw. ergänzt werden, da kalte Luft über die Hänge in tiefer liegende Gebiete abfließt und die Dynamik so in diesen Bereichen verstärkt wird, so dass es zu einer Verstärkung des Kaltluftvolumenstroms kommt.

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 stadtklimatischen 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 hat. 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 8** 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. 14 °C im Bereich von Frei- und Grünflächen und knapp über 20 °C im Bereich der verdichteten Gewerbe- und Wohngebiete. Diese stärker verdichteten und/oder versiegelten Bereiche weisen im gesamten Untersuchungsgebiet die höchsten Temperaturen um 19 bis 20°C auf.

Mittlere Temperaturen um 16 bis 18 °C sind im Bereich dichter Vegetation insbesondere größerer Bäume zu finden, da diese die nächtliche Ausstrahlung und somit Abkühlung hemmen (Hinweis: im Gegensatz zur Tagsituation, in der Bäume über Kühlung durch Verdunstung und Schattenwurf einen wertvollen Beitrag zur Abkühlung leisten). Hier ist beispielsweise die Waldfläche im Nordwesten des Untersuchungsgebiets zu nennen. Aber auch durchgrünte Siedlungsgebiete wie z.B. nördlich der Planfläche fallen größtenteils in diese Wertespanne. Niedrigste Werte um 14 bis 15 °C zeigen sich dann 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 15,2 °C im unteren Bereich der Wertespanne.

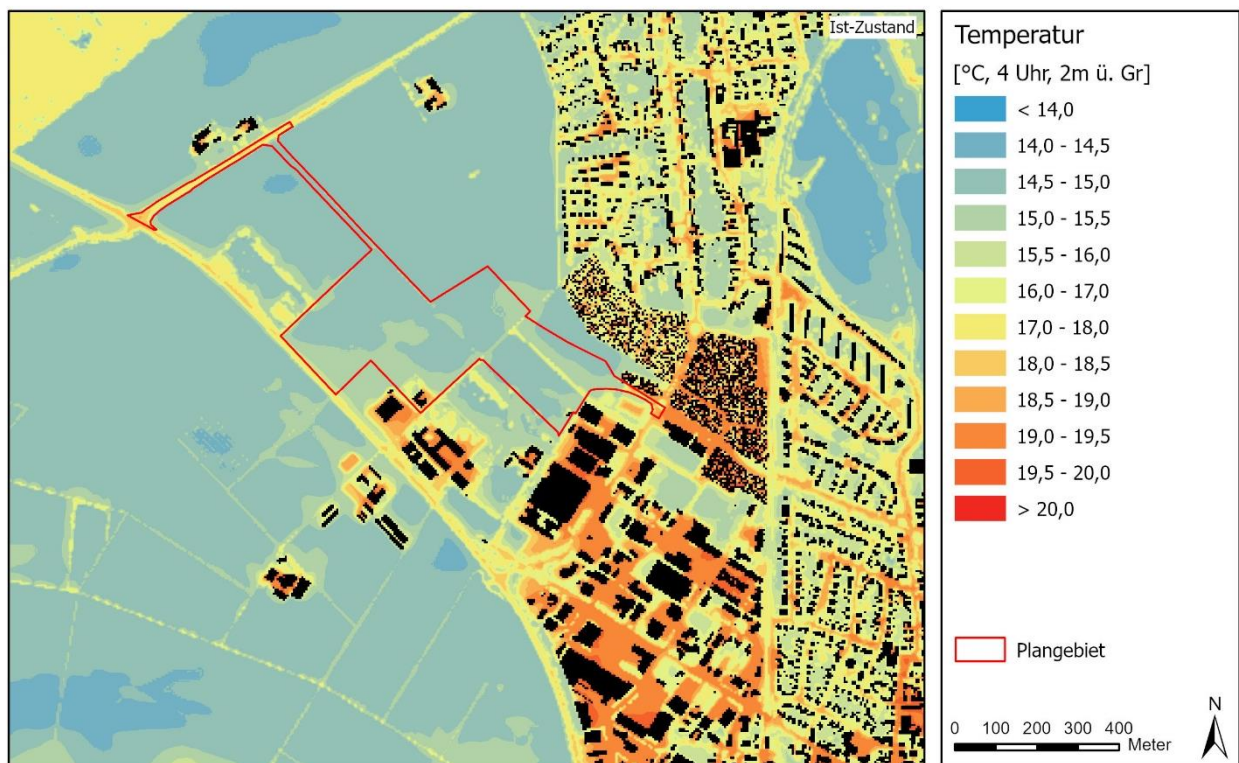


Abbildung 8: Ergebnisdarstellung der modellierten nächtlichen Lufttemperatur.

Der obere Teil der **Abbildung 9** stellt die modellierte nächtliche 2m-Lufttemperatur des Plan-Szenarios dar. Die im Plan-Szenario ausgeprägte Temperaturspanne entspricht dem Ist-Szenario. Die Veränderung der Temperaturen beschränkt sich auf das Plangebiet. Die zukünftig geplante Bebauung sorgt großflächig für eine große Erhöhung des Bauvolumens, gleichzeitig steigt durch Straßen und Zuwegung auch der Versiegelungsanteil. Dadurch sind höhere Temperaturen in den Nachtstunden zu erwarten. Durch den Mischpixel-Ansatz sind die einzelnen Klassen recht homogen über die Fläche verteilt, so dass auch die Temperaturen entsprechend ausfallen. Die für Gewerbeflächen typischen größeren versiegelten Flächen, die sich am Tage stärker erwärmen und diese Wärme in der Nacht langsam abgeben, können über den Mischpixelansatz nicht dargestellt werden. Mit Temperaturen um 19 °C sind die Straßenflächen als versiegelte Bereiche erkennbar. Deutlich geringere Temperaturen (ca. 17,2 °C) werden für die mit Büschen bestandenen Freiflächen am Rande des Gebiets modelliert. Die mittlere nächtliche Temperatur im Plangebiet beträgt im Planzustand 18,4 °C.

Besser sichtbar werden die Veränderungen durch die Bebauung des Planareals in **Abbildung 9** unten, in der die Veränderungen vom Ist- zum Plan-Fall abgebildet sind und Temperaturabnahmen anhand von Blautönen und Temperaturzunahmen anhand von Rottönen dargestellt sind. Durch das gestiegene Bauvolumen und die stärkere Versiegelung kommt es zu einer Zunahme der Temperaturen um maximal 5 K. Im Nordosten zeigt sich eine leichte Erhöhung der Werte über die Grenzen des Plangebiets hinaus, die aber kein Siedlungsgebiet betrifft. In Summe ergibt sich für das gesamte Plangebiet eine Erhöhung der Temperatur um 3,2 K.

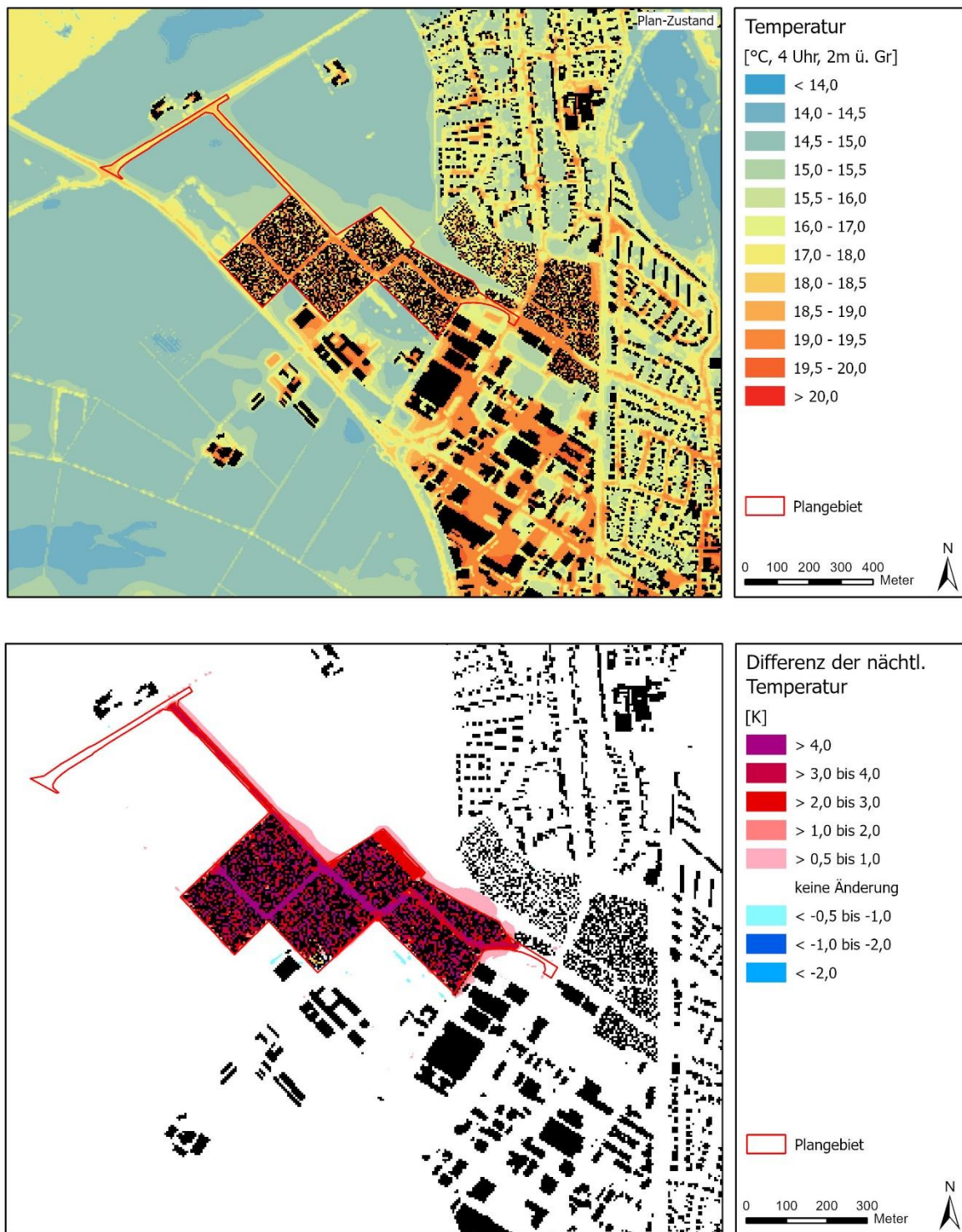


Abbildung 9: Nächtliche Temperatur (4 Uhr, 2m ü. Grund)) im Plan-Zustand (oben). Differenz zwischen Ist- und Plan-Zustand bei der nächtlichen Temperatur (unten).

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 10**). 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 Volumenstrom ist ein Maß für den Zustrom von Kaltluft und bestimmt somit, neben der Strömungsgeschwindigkeit, die Größenordnung des Durchlüftungspotenzials.

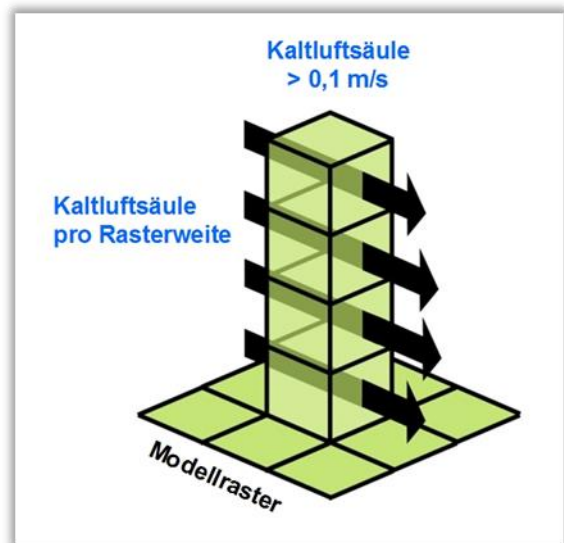


Abbildung 10: Prinzipskizze zum Kaltluftvolumenstrom.

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 11** 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.

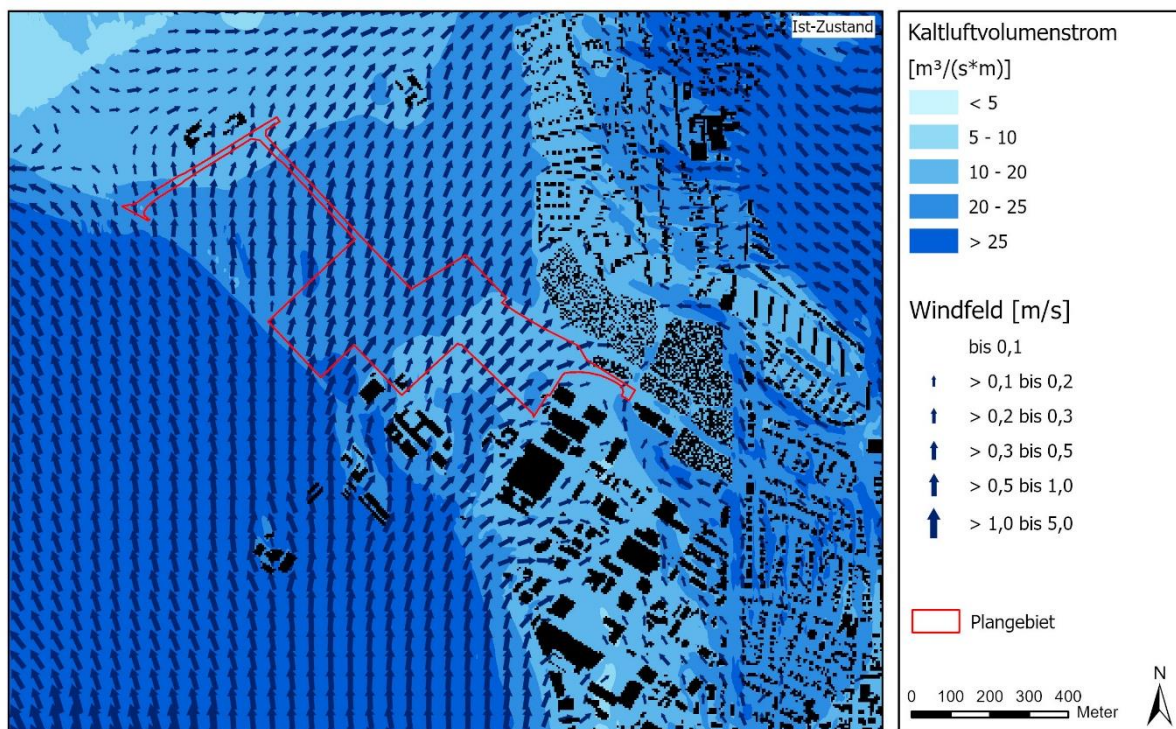


Abbildung 11: Ergebnisdarstellung des modellierten nächtlichen Kaltluftvolumenstroms des Ist-Zustands.

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 $45 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$. In Groß-Umstadt wird das großräumige Strömungsgeschehen vor allem durch das Relief und die umliegenden Erhöhungen des Odenwalds bestimmt. Die Planfläche wird dem leicht abfallenden Relief folgend von Südosten nach Nordwesten mit etwa $20 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ überströmt. Dieser Wert entspricht einem guten Durchlüftungspotential. Im weiteren Verlauf wird über die nordöstlich vom Plangebiet liegenden Freiflächen auch das dort angrenzende Siedlungsgebiet Groß-Umstadts belüftet. Über die Grünachse zwischen der geplanten Siedlungserweiterungsflächen und dem Gewerbegebiet West erfolgt ebenfalls ein Einstromen der Kaltluft. Dies ist auch der Bereich einer Ventilationsbahn, die bei einer Westwindlage aktiv ist. Durch die neue Bebauung (Nordspange/Willy-Brandt-Anlage) ist sie deutlich verkürzt. Der Großteil des Stadtgebiets wird allerdings von der aus Osten und Südosten anströmenden Kaltluft aus dem Odenwald belüftet (Nur randlich im dargestellten Ausschnitt erkennbar.). Insgesamt lässt sich das Durchlüftungspotential im Untersuchungsgebiet als größtenteils gut bis sehr gut einordnen.

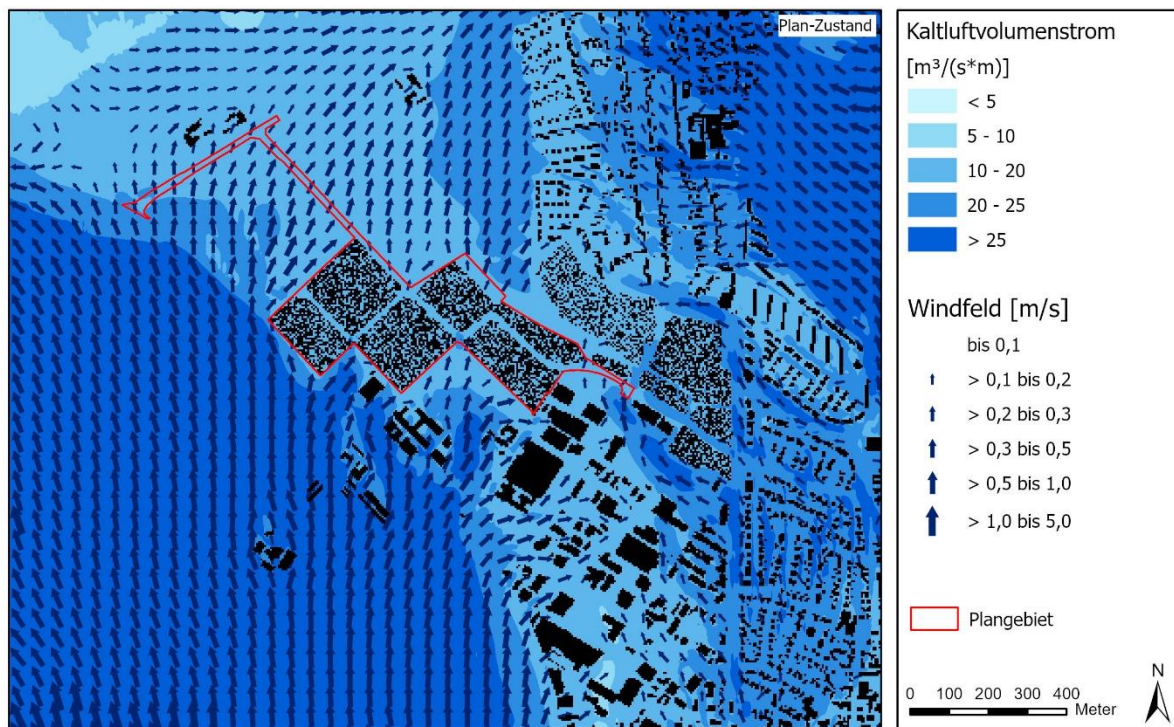


Abbildung 12: Ergebnisdarstellung des modellierten nächtlichen Kaltluftvolumenstroms des Plan-Zustands.

In **Abbildung 12** ist die Strömungssituation im Planfall zu sehen. Die neue Bebauung stellt ein Strömungshindernis dar, so dass auf dem Planareal die Strömung ausgebremst wird. Durch die Mischpixelstruktur wird die Stauwirkung überschätzt, da die Gebäudepixel überall über die Fläche verteilt sind. Die letztendliche Struktur wird ein besseres Einströmen in die Fläche ermöglichen. Durch die insgesamt gute Kaltluftversorgung in dem Gebiet bleibt der Kaltluftvolumenstrom auch im Planfall im gesamten Gebiet oberhalb von 10 m³/(s*m). Die nordöstlich angrenzenden Freiflächen werden weiterhin überströmt.

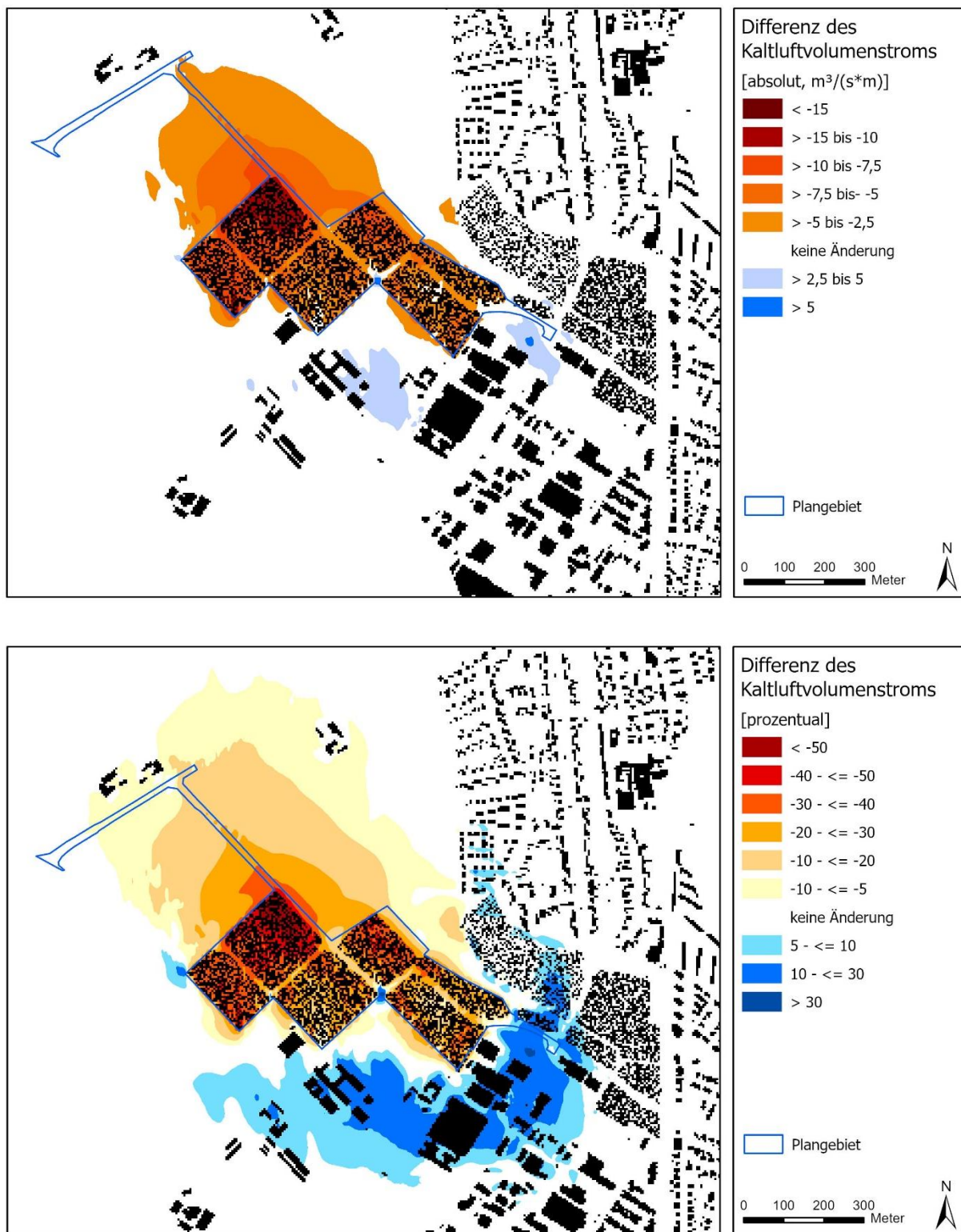


Abbildung 13: Differenz des Kaltluftvolumenstroms. Oben absolute Werte, unten prozentualer Anteil.

Durch die geplante Bebauung des Geländes kommt es zu Veränderungen in der Strömung, die durch die Differenzendarstellung in **Abbildung 13** verdeutlicht wird. Oben ist die Veränderung der **absoluten** Werte zu sehen und unten ist die **prozentuale** Veränderung gezeigt.



Die absoluten Veränderungen des Kaltluftvolumenstroms zeigen Abnahmen im Plangebiet selbst sowie im Bereich der nördlich angrenzenden Freiflächen bei einer Darstellung der Änderungen über $2,5 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$. Im südwestlich angrenzenden Bestandsgewerbegebiet sind leichte Erhöhungen des Kaltluftvolumenstroms modelliert, die aus der Ablenkung der anströmenden Kaltluft an den Baukörpern resultieren.

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 13** 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 südöstlich angrenzenden Bestandsgewerbegebiet und zum Teil auch in den Wohngebieten der Nordspange/Willy-Brandt-Anlage, kommt es auf dem überplanten Areal selbst und im Bereich der nordöstlich angrenzenden Ackerflächen zu Abnahmen des Kaltluftvolumenstroms von über 10 %. (Wohn-)bebauung ist von Abnahmen des Kaltluftvolumenstroms nicht betroffen. Hinweis: Die VDI-Richtlinie 3787 Blatt 5 wird zurzeit überarbeitet und wird voraussichtlich im Laufe des Jahres 2024 in überarbeiteter Form erscheinen.

Abschließend kann daher festgehalten werden, dass nach der VDI-Richtlinie 3787 keine „hohen vorhabenbedingten Auswirkungen“ auf die bioklimatische Situation relevanter Siedlungsgebiete festgestellt werden können.

4.3 Wärmebelastung am Tag

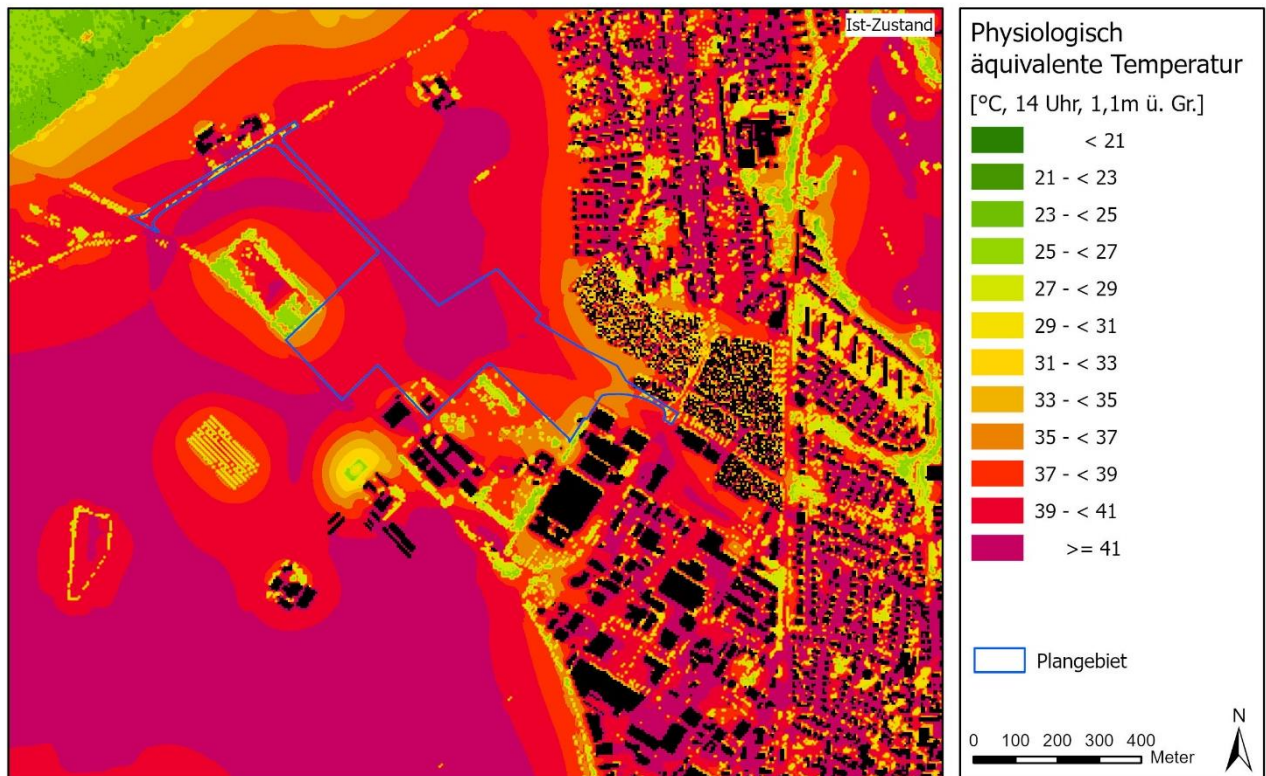


Abbildung 14: Ergebnisdarstellung der modellierten Wärmebelastung am Tag im Ist-Zustand.

Zur Bewertung der Wärmebelastung 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 2022). Diese definiert einen PET ab 35 °C als starke Wärmebelastung. Ab 41 °C wird von einer extrem starken 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.

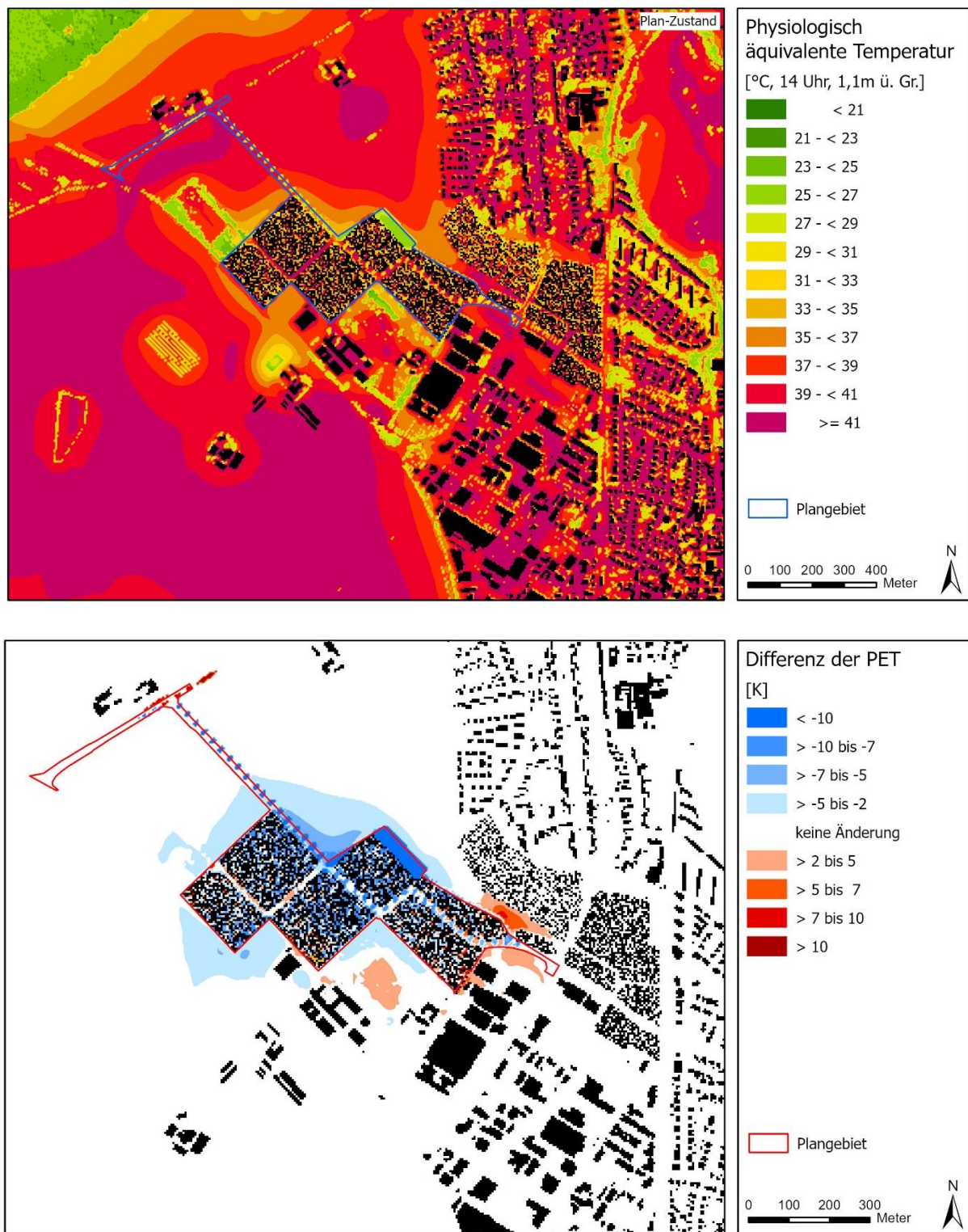


Abbildung 15: Modellerte Wärmebelastung am Tag (PET) im Plan-Zustand (oben). Differenz der Physiologisch Äquivalenten Temperatur (unten).

Die **Abbildung 14** zeigt die PET für den Ist-Zustand. Im gegenwärtigen Zustand weist die PET im Untersuchungsgebiet eine Spannweite von etwa 19 bis knapp 46 °C auf. Die niedrigsten Werte (<27 °C) sind im Schattenbereich größerer Baumgruppen oder Wasserflächen modelliert. Größere Gebäude zeigen

einen Schattenbereich mit Werten um 33 °C, während unbeschattete Freiflächen großflächig eine mäßige bis extreme Wärmebelastung (> 33 °C) aufweisen. Hierbei heizen sich am Tag (im Gegensatz zur Nacht) Rasenflächen (ohne Baum- und Strauchstandorte) und versiegelte Flächen ähnlich stark auf. Höchste Werte (> 41 °C) und damit eine extreme Wärmebelastung sind auch im Bereich dichter Bebauung und großer Versiegelung sowie fehlender Schattenbereiche zu finden. Die mittlere PET des Plangebiets im Ist-Zustand beträgt 39,6 °C und liegt damit im Bereich einer starken Wärmebelastung, was insbesondere auf den hohen Freiflächenanteil auf dem Areal zurückzuführen ist.

Die **Abbildung 15** oben zeigt die Situation für den Planzustand. Die PET-Verteilung folgt dem bereits beschriebenen Muster. Durch die Überplanung der Fläche kommt es zu Veränderungen der PET in diesem Bereich. Der Mischpixelansatz führt hier zu einer geringeren Ausprägung der PET-Werte, da größere unbeschattete Flächen fehlen, auf denen sich hohe Werte einstellen würden. Die Schattenwirkung der einzelnen Gebäudezellen wird überschätzt. Die Straßenflächen und insbesondere die kühlende Wirkung der Straßenbäume lassen sich gut erkennen.

Deutlicher werden die Veränderungen bei der Betrachtung der Differenzendarstellung in **Abbildung 15** unten. Es kommt zu einer Abnahme der PET im Planareal. Im Vergleich zum Ist-Zustand gibt es auf der Fläche nun wesentlich mehr Schattenflächen, die die PET senken. Durch die neuen Schattenflächen sinkt die mittlere PET auf der Planfläche um 3,6 K auf 36,0 °C. Die kühlenden Effekte wirken sich auch auf die umliegenden Ackerflächen aus. Auf der schmalen Grünfläche zwischen Nordspange/Willy-Brandt-Anlage und Gewerbegebiet West kommt es allerdings durch die neue Bebauung zu einer Erhöhung der PET um bis zu 7 K. So wie im geringeren Ausmaß auch im angrenzenden Gewerbegebiet.

5. Schlussfolgerung und planerische Hinweise

Durch die modellgestützte Analyse wurden die planungsbedingten Auswirkungen auf das Bioklima anhand einer Gegenüberstellung des Ist- und Planzustandes für den B-Plan „Gewerbegebiet West“ in Groß-Umstadt 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 lockere Siedlungsgebiete und Gewerbestandorte sowie Waldflächen auf. Die bioklimatische Situation ist dementsprechend auch vielfältig ausgeprägt. Hohe nächtliche Temperaturen sind im Bereich dichter versiegelter (Gewerbe-)Standorte zu finden, während die Wohnsiedlungen geringere Temperaturen mit einem guten Bioklima aufweisen. Grün- und Ackerflächen zeigen entsprechend die niedrigsten Temperaturen.

Das bodennahe Strömungsfeld und der Kaltluftvolumenstrom im Untersuchungsgebiet wird vor allem durch das Abströmen von Kaltluft aus den umliegenden Höhenzügen des Odenwalds dominiert. Die Planfläche wird von Süden von Kaltluft überströmt. Im weiteren Verlauf werden die nördlich der Planfläche liegenden Wohngebiete auch von der Kaltluft aus den angrenzenden Ackerflächen erreicht. Die Belüftung der Stadt Groß-Umstadt erfolgt aber größtenteils von Osten bzw. Südosten mit Kaltluft aus dem Odenwald.

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 „Gewerbegebiet West“ kommt es zu Modifikationen des lokalen Temperatur- und Windfeldes. Die Veränderungen beschränken sich für die Temperaturfelder größtenteils auf das Plangebiet selbst und die direkte Umgebung. Siedlungsfläche des Bestands ist nicht betroffen. 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. Die Verwendung des Mischpixelansatzes führt hierbei zu einer eher homogenen Verteilung der Temperatur. Höhere Werte sind in den Straßenbereichen zu finden.

Das nächtliche Strömungsgeschehen verändert sich durch die zukünftige Bebauung weitreichender. Die auf dem gesamten Areal verteilten Gebäudepixel stellen ein Strömungshindernis dar, so dass der Kaltluftvolumenstrom im Bereich des Planareals deutlich verringert wird, aber nicht komplett zum Erliegen kommt. Über die Planfläche hinaus kommt es auch in den im Windschatten angrenzenden Ackerflächen zu größeren Abnahmen des Kaltluftvolumenstroms. Durch die Stauwirkung und Umlenkung kommt es zudem zu einer Erhöhung des Kaltluftvolumenstroms im Bereich der Bestands-Gewerbegebiet und der Nordspange/Willy-Brandt-Anlage.

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, greift nicht, da keine Siedlungsbiete von den Abnahmen des Kaltluftvolumenstroms betroffen sind.

Tagsüber zeigt sich bei Umsetzung des B-Plans „Gewerbegebiet West“ im Schnitt eine Abnahme der Wärmebelastung. Dies ist vor allem auf die neu hinzukommenden Schattenflächen durch die Umsetzung der Gebäude und Bäume zurückzuführen. Der Mischpixelansatz führt zu einer leichten Überschätzung der Schattenflächen, da die Gebäudepixel hier einzeln über die Fläche verteilt sind. Durch Mehrfachreflexionen und die lokal veränderten Windströmungen kommt es auf der Freifläche zwischen Nordspange/Willy-Brandt-Anlage und dem Gewerbegebiet West sowie im Gewerbegebiet des Bestands stellenweise zu einer Erhöhung der PET-Werte.

Bei Umsetzung des B-Plans zeigt sich ein für ein Gewerbegebiet typisches Bild. Durch das große Bauvolumen und den relativ geringen Grünanteil sind die nächtlichen Temperaturen verhältnismäßig hoch. Tagsüber verbessert sich die Situation gegenüber dem zuvor freien Feld durch die neuen Schattenflächen. Insgesamt ist aber auch hier eine für Gewerbegebiete typische sehr hohe Wärmebelastung zu erwarten. Ausgleichend wirken sowohl am Tage als auch in der Nacht der festgesetzte Grünanteil und die zu pflanzenden Bäume und Sträucher. Am Tage sind gerade für den Langsamverkehr (Fußgänger, Radfahrer, etc.) verschattete Areale und Wegebeziehungen wichtig. Dies ist durch die vorgesehenen Straßenbäume für einen Großteil des Straßenraums gegeben. Ebenfalls positiv sind die geplanten Gründächer. Durch die Höhe der Gebäude sind die Effekte zwar in Bodennähe kaum spürbar, die Gründächer schützen aber die Gebäudehülle vor zu starker Erwärmung und können so das Innenraumklima positiv beeinflussen. Außerdem ist für das Gewerbegebiet West der Einsatz heller Fassaden und Bodenbeläge vorgesehen. Dies trägt ebenfalls zur Reduktion der Wärmespeicherung und somit der Überwärmung der Umgebung in der Nacht bei. In Arealen mit tagsüber hohen PET-Werten ist eine zusätzliche Beschattung von Süd-West-Fassaden zu empfehlen. Neben den zu bevorzugenden Bäumen kann auch auf technische Lösungen (z.B. Markisen) oder auch Fassadenbegrünung zurückgegriffen werden.

Unversiegelte Freiflächen sorgen nachts für eine gute Auskühlung. Eine Verringerung des Versiegelungsanteils durch Rasengittersteine oder versickerungsfähiges Pflaster ist eine gute Möglichkeit auch in Gewerbegebieten für einen geringeren Versiegelungsgrad zu sorgen und somit die Wärmespeicherung und Aufheizung zusätzlich zu minimieren. Die im B-Plan festgelegten Grünareale sollten idealerweise als nutzbare Rückzugorte zum Beispiel als beschattete Pausenplätze für die vor Ort arbeitende Bevölkerung geplant werden.

Die B-Plan-Fläche selbst liegt in einem im Ist-Zustand gut belüfteten Bereich. Durch die neue Bebauung wird die Strömung ausgebremst. Der Kaltluftvolumenstrom bleibt trotz der neuen Bebauung weiterhin in einem Bereich über mindesten $5 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{s})$ und kommt nicht komplett zum Erliegen. Hierbei wird der Bremseffekt durch den Mischpixelansatz überschätzt. Es ist davon auszugehen, dass das Einströmen der Kaltluft in der letztendlichen Umsetzung der Bebauung besser erfolgen kann. Außerhalb der Planfläche sind außerdem Ackerflächen von einer Verringerung des Kaltluftvolumenstroms über 10 % betroffen. In bestehenden Siedlungsgebieten zeigt sich keine Verringerung der Kaltluftströmung. Südlich und südwestlich der Planfläche kommt es durch die Ablenkung der Strömung zu einer Erhöhung des Kaltluftvolumenstroms im Siedlungsgebiet.

Das geplante Gewerbegebiet West liegt am Beginn einer Ventilationsbahn (Geo-Net 2016a), die mit der Umsetzung der Nordspange/Willy-Brandt-Anlage deutlich verkürzt wird. Bestehen bleibt lediglich der Grünzug bis zur Verlängerung der Hans-Kudlich-Straße. Die Ventilationsbahn ist vornehmlich bei West- bzw. Nordwestwindwetterlagen aktiv. Im Ist-Zustand erfolgt aber auch bei der modellierten autochthonen Wetterlage ein Einströmen der Kaltluft über die Freiflächen. Durch das neue Gewerbegebiet verlagert sich die Kaltluftzufuhr bei einer autochthonen Wetterlage hier mehr nach Südwesten über die Freiflächen des bestehenden Gewerbegebiets. Insgesamt sind die Veränderungen der Strömung im Bereich des Grünzugs gering. Es ist davon auszugehen, dass bei einer Westwindlage, die mit einer übergeordneten Strömung und größeren Strömungsgeschwindigkeiten einhergeht, das Einströmen in den Grünzug auch bei Umsetzung des Gewerbegebiets West ebenfalls möglich ist.

Teile des Grünzugs zeigen durch das neue Gewerbegebiet erhöhte PET-Werte am Tage, die bei der Planung bzw. Umsetzung der Parkanlage des Grünzugs mitbedacht werden sollten. In diesen Bereichen ist schattenspendende Vegetation und/oder kühlende Wasserflächen, die die höheren PET-Werte abmildern, empfehlenswert. Gleichzeitig muss darauf geachtet werden, keine höhere riegelhafte Vegetation zu errichten, die das nächtliche Einströmen der Kaltluft verhindern würde.

Abschließend soll nicht unerwähnt bleiben, dass die klimaangepasste Ausgestaltung der Quartiere insbesondere mit Hinblick auf den zu erwartenden Klimawandel von großer Wichtigkeit ist. Neben einem Anstieg der mittleren Temperaturen ist auch von einer größeren Anzahl an Hitzeperioden im Sommer auszugehen, die zudem länger andauern können.

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 Überströmung der Planfläche von Süden nach Nordwesten mit einem guten Durchlüftungspotential. Die Kernstadt Groß-Umstadts wird vornehmlich von Osten und Südosten aus den umliegenden Höhenzügen belüftet.
- Tagsüber zeigt die PET im Untersuchungsgebiet eine heterogene Ausprägung mit wenig bis gar nicht belasteten Grünarealen bis zu stark belasteten Siedlungs- und Gewerbegebieten.

Plan-Zustand:

- Durch die Umsetzung des B-Plans „Gewerbegebiet West“ kommt es zu klimaökologischen Veränderungen.
- Die Veränderungen des nächtlichen Temperaturfelds und der Physiologisch Äquivalenten Temperatur am Tage sind hauptsächlich auf das Plangebiet und die nähere Umgebung beschränkt.
- Durch das steigende Gebäudevolumen und den höheren Versiegelungsgrad kommt es fast überall zu einer Erhöhung der nächtlichen Temperaturen im Plangebiet und so zu einer für Gewerbegebiete typischen bioklimatischen Situation.
- Tagsüber sinkt die PET durch die neuen Schattenflächen im Vergleich zu den freien Ackerflächen des Ist-Zustands. Der angrenzende Grünzug zeigt durch kleinräumige Strömungsänderungen in Teilen eine Erhöhung der PET.
- Die Veränderungen im nächtlichen Strömungsfeld sind über das Plangebiet hinaus erkennbar.
- Siedlungsflächen sind nicht von einer Absenkung des Kaltluftvolumenstroms über 10 % betroffen.
- Die Kaltluftzufuhr auf die Planfläche selbst erfolgt vor allem von Süden. Die Strömung wird durch die neue Bebauung ausgebremst, kommt aber nicht zum Erliegen.

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

- Planungsrechtliche Sicherung und Umsetzung der geplanten Dachbegrünung, festgelegten Grünanteile je Grundstück und Verwendung heller Oberflächenbeläge.
- Umsetzung der geplanten Straßenbäume. Wenn möglich, flächendeckender Einsatz auch zur Beschattung von Parkplatzflächen.
- Zusätzliche Beschattung der Südwestfassaden wo umsetzbar, vorzugsweise mit Bäumen, alternativ mit technischen Lösungen (z.B. Markisen) oder Fassadenbegrünung, um die Wärmespeicherung zu verringern.
- Verringerung der Versiegelung z.B. durch versickerungsfähiges Pflaster oder Rasengittersteine auf Parkplatzflächen.
- Mikroklimatisch vielfältige Ausgestaltung von Freiflächen, um beispielsweise Pausenplätze für die vor Ort arbeitende Bevölkerung zu schaffen.
- Mikroklimatische vielfältige Ausgestaltung des Grünzugs zwischen Gewerbegebiet West und der Siedlungsfläche, um die tagsüber im Vergleich zum Ist-Zustand durch die Planung erhöhten PET-Werte auszugleichen.



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 geschaffenem 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

- GALK (2023): Zukunftsbäume für die Stadt. <https://www.galk.de/arbeitskreise/stadtbaeume/themenuebersicht/zukunftsbaeume-fuer-die-stadt>. (06.02.2023)
- GEO-NET (2016): Analyse der klimaökologischen Funktionen und Prozesse für das Stadtgebiet von Groß-Umstadt – Kernstadt. Auftraggeberin: Stadt Groß-Umstadt. Hannover.
- GEO-NET (2016a): 1. Ergänzung zur Analyse der klimaökologischen Funktionen und Prozesse für das Stadtgebiet von Groß-Umstadt – Kernstadt. Auftraggeberin: Stadt Groß-Umstadt. Hannover.
- görringer_hoffmann_bauer (2023): Flächennutzungsplan Stadt Groß-Umstadt, 2. Änderung. Übermitteltes Material aus April 2023.
- görringer_hoffmann_bauer (2024): Vorentwurfskonzept B-Plan „Gewerbegebiet West“ in Groß-Umstadt (Stand Januar 2024). Übermitteltes Material aus August 2024.
- görringer_hoffmann_bauer (2024): Entwurf B-Plan „Nordspange / Willy-Brand-Anlage“ in Groß-Umstadt (Stand März 2021). Übermitteltes Material aus September 2024.
- 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 (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.
- VDI (2022): Richtlinie VDI 3787 Blatt 9 Umweltmeteorologie – Berücksichtigung von Klima und Lufthygiene in räumlichen Planungen. 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 02.10.2024

Erstellt von:

E. Hohlfeld

Eva Hohlfeld (Dipl. Geographie)

Geprüft von:

K. Mendzigall

Katja Mendzigall (M.Sc. Meteorologie)

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.