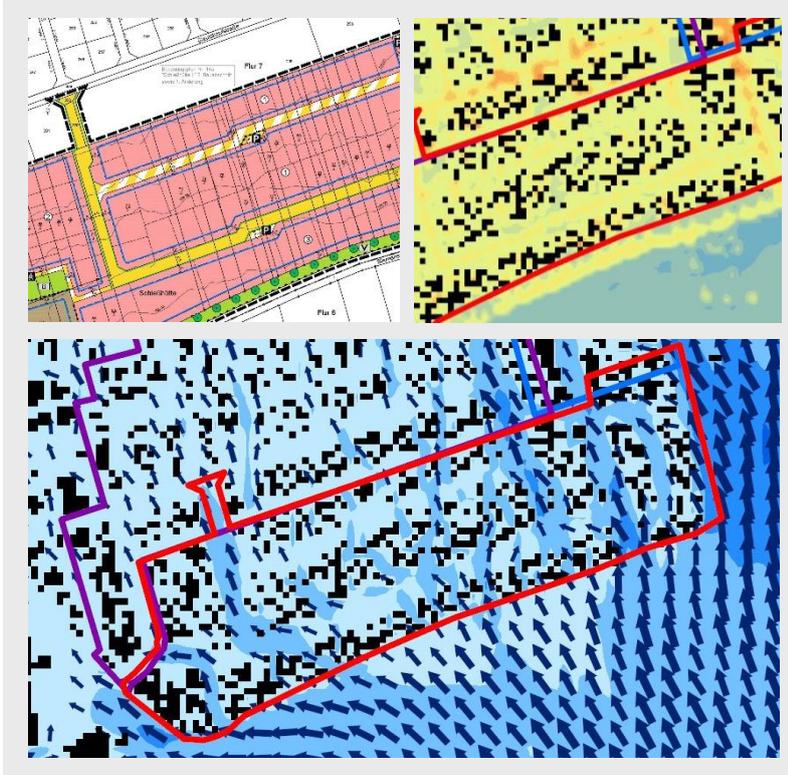


Klimaökologisches Gutachten zum Bebauungsplan Nr. 14a „Schießhütte II“ 3. Bauabschnitt in Ober-Mörlen



Auftraggeberin:

GEG Ober-Mörlen mbH
Frankfurter Straße 16-20
61239 Ober-Mörlen



GEO-NET Umweltconsulting GmbH
Große Pfahlstraße 5a
30161 Hannover
Tel. (0511) 3887200
FAX (0511) 3887201
www.geo-net.de

Hannover, April 2024



1.	Einleitung	1
2.	Grundlagen	2
2.1	Vorgesehene Planung	2
2.2	Untersuchungsansätze.....	4
3.	Methodik	5
3.1	Modelleingangsdaten	5
3.2	Wetterlage	8
4.	Ergebnisse	9
4.1	Lufttemperatur in der Nacht.....	9
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 B-Plan 14a „Schießhütte II“ 3. Bauabschnitt vom 20.10.2023. Quelle: Übermitteltes Material aus Dezember 2023.	2
Abbildung 3:	Ausschnitt aus dem B-Plan 14a „Schießhütte II“ 1. und 2. Bauabschnitt vom 08.03.2019 und 24.01.2022. Quelle: Übermitteltes Material aus Dezember 2023.	3
Abbildung 4:	Klassifizierte Landnutzung des Ist-Zustandes in 5 m-Auflösung (Ausschnitt).....	5
Abbildung 5:	Klassifizierte Landnutzung des Plan-Zustandes in 5 m-Auflösung (gezoomte Ansicht)...	6
Abbildung 6:	Geländehöhen im Untersuchungsgebiet.	7
Abbildung 7:	Ergebnisdarstellung der modellierten nächtlichen Lufttemperatur.....	10
Abbildung 8:	Nächtliche Temperatur (4 Uhr) im Plan-Zustand (oben). Differenz zwischen Ist- und Plan-Zustand bei der nächtlichen Temperatur (unten).	12
Abbildung 9:	Prinzipskizze zum Kaltluftvolumenstrom.	13
Abbildung 10:	Ergebnisdarstellung des modellierten nächtlichen Kaltluftvolumenstroms des Ist-Zustands.....	14



Abbildung 11: Ergebnisdarstellung des modellierten nächtlichen Kaltluftvolumenstroms des Plan-Zustands..... 15

Abbildung 12: Differenz des Kaltluftvolumenstroms. Oben absolute Werte, unten prozentualer Anteil..... 16

Abbildung 13: Ergebnisdarstellung der modellierten Wärmebelastung am Tag im Ist-Zustand..... 18

Abbildung 14: Modellierte Wärmebelastung am Tag (PET) im Ist-Zustand (oben). Differenz der Physiologisch Äquivalenten Temperatur (unten). 19

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Mischpixelanteile nach GRZ..... 6

1. Einleitung

In Ober-Mörlen ist die Umsetzung des Bebauungsplans Nr. 14a „Schießhütte II“ 3. Bauabschnitt geplant. Es handelt sich um eine Fläche im Süden Ober-Mörlens, die aktuell landwirtschaftlich genutzt wird. Nördlich und westlich angrenzend an den 3. Bauabschnitt befinden sich die Flächen des 1. und 2. Bauabschnitts, die sich bereits in der Umsetzung befinden.

In der vorliegenden Expertise wird analysiert, inwieweit die spätere Umsetzung des 3. Bauabschnitts die bioklimatische Situation vor Ort und in der benachbarten Bebauung beeinflusst. Dabei werden 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. 9,4 x 6,3 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 des Reliefs, 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 zu häufigeren und länger andauernden Hitzeperioden führen wird. Mit dem Wissen der klimatischen Situation vor Ort nach Umsetzung des Planvorhabens kann eine – auch aus fachlicher und rechtlicher Sicht gebotene – Anpassung an die zu erwartende Änderung des Klimas erfolgen.

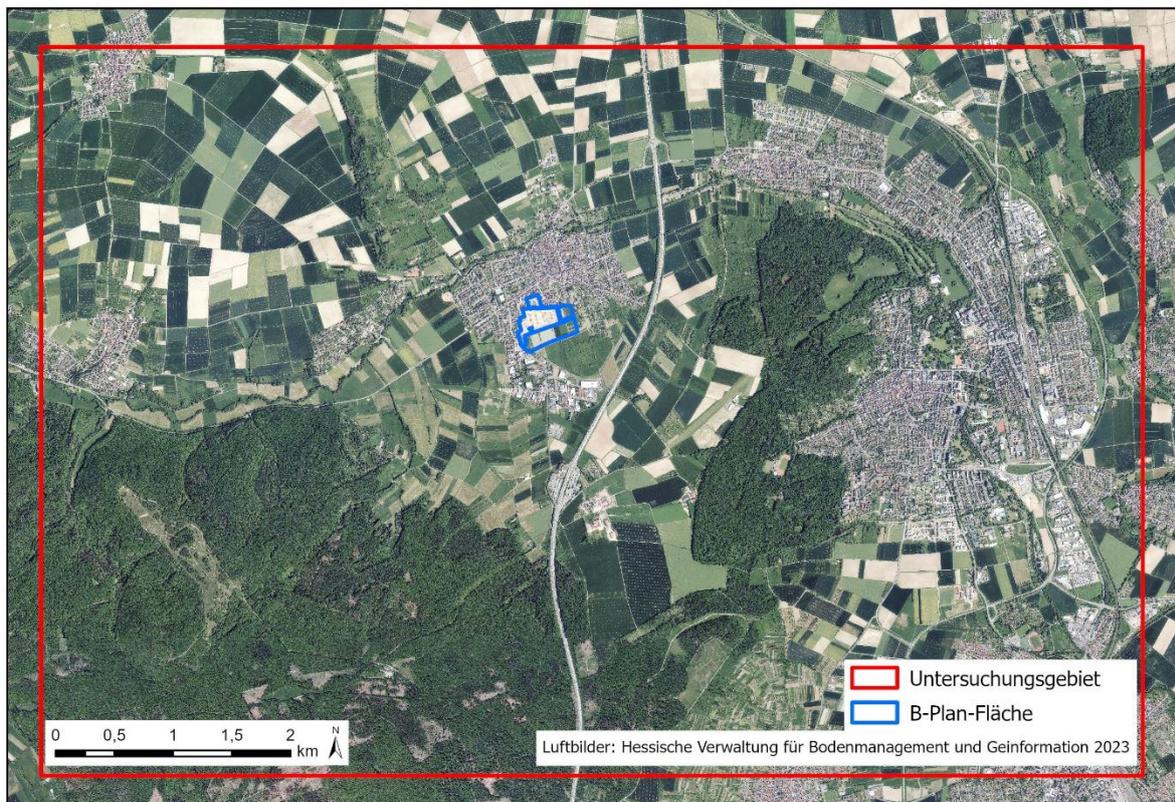


Abbildung 1: Übersicht zum Untersuchungsraum.



2. Grundlagen

2.1 Vorgesehene Planung

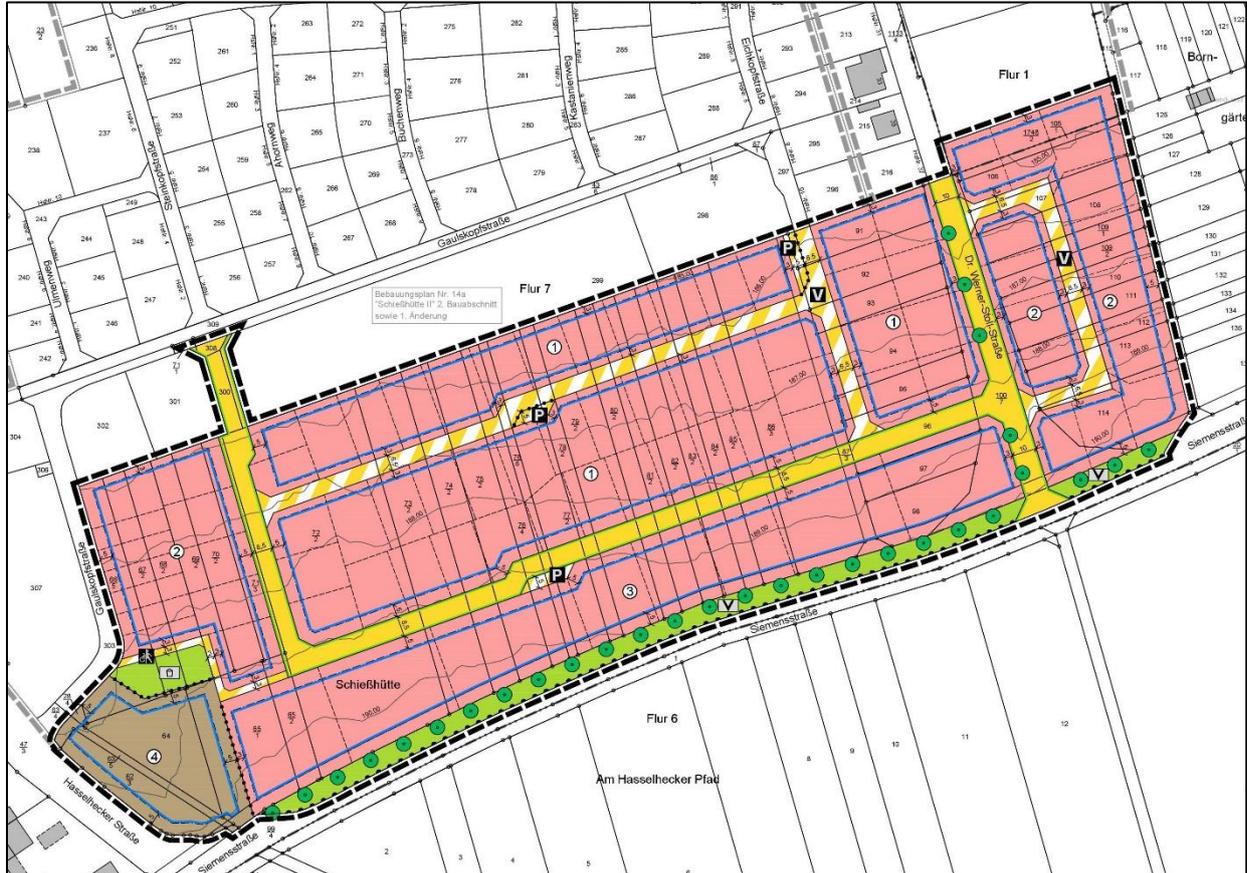


Abbildung 2: Ausschnitt aus dem B-Plan 14a „Schießhütte II“ 3. Bauabschnitt vom 20.10.2023. Quelle: Übermitteltes Material aus Dezember 2023.

Die **Abbildung 2** zeigt einen Ausschnitt aus dem B-Plan 14a „Schießhütte II“ 3. Bauabschnitt, der für die Modellerstellung zur Verfügung stand. Der B-Plan sieht eine hauptsächliche Nutzung als Wohngebiet vor. Geplant sind ein großer Grünanteil und eine Ausstattung mit Bäumen und Gehölzen von mindestens 15% auf den jeweiligen Grundstücken.

Die Bauabschnitte 1 und 2 des B-Plans 14a (vgl. **Abbildung 3**) befinden sich bereits in der Umsetzung. Auch hier ist hauptsächlich eine Wohnnutzung vorgesehen. Für die vorliegende Modellrechnung wurden die ersten beiden Bauabschnitte als bereits fertiggestellt angenommen (siehe Kapitel 3.1).



Abbildung 3: Ausschnitt aus dem B-Plan 14a „Schießhütte II“ 1. und 2. Bauabschnitt vom 08.03.2019 und 24.01.2022. Quelle: Übermitteltes Material aus Dezember 2023.



2.2 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 und im Umfeld des Plangebietes. Zudem dient es als Referenz gegenüber den klimaökologischen Auswirkungen durch die geplante Nutzungsänderung. Hierbei wurde neben dem tatsächlichen Ist-Zustand auch die Umsetzung der ersten beiden Bauabschnitte des B-Plans 14a „Schießhütte II“ über einen Mischpixelansatz aufgenommen.

2. den Plan-Zustand:

- modelltechnische Umsetzung des Planvorhabens (siehe auch Kapitel 3.1) auf Grundlage des aktuellen Planungsstand (B-Plan 14a „Schießhütte II“ 3. Bauabschnitt vom 20.10.2023) mit einem Mischpixelansatz.

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 (inkl. B-Plan 14a „Schießhütte II“ Bauabschnitt 1 und 2) 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.

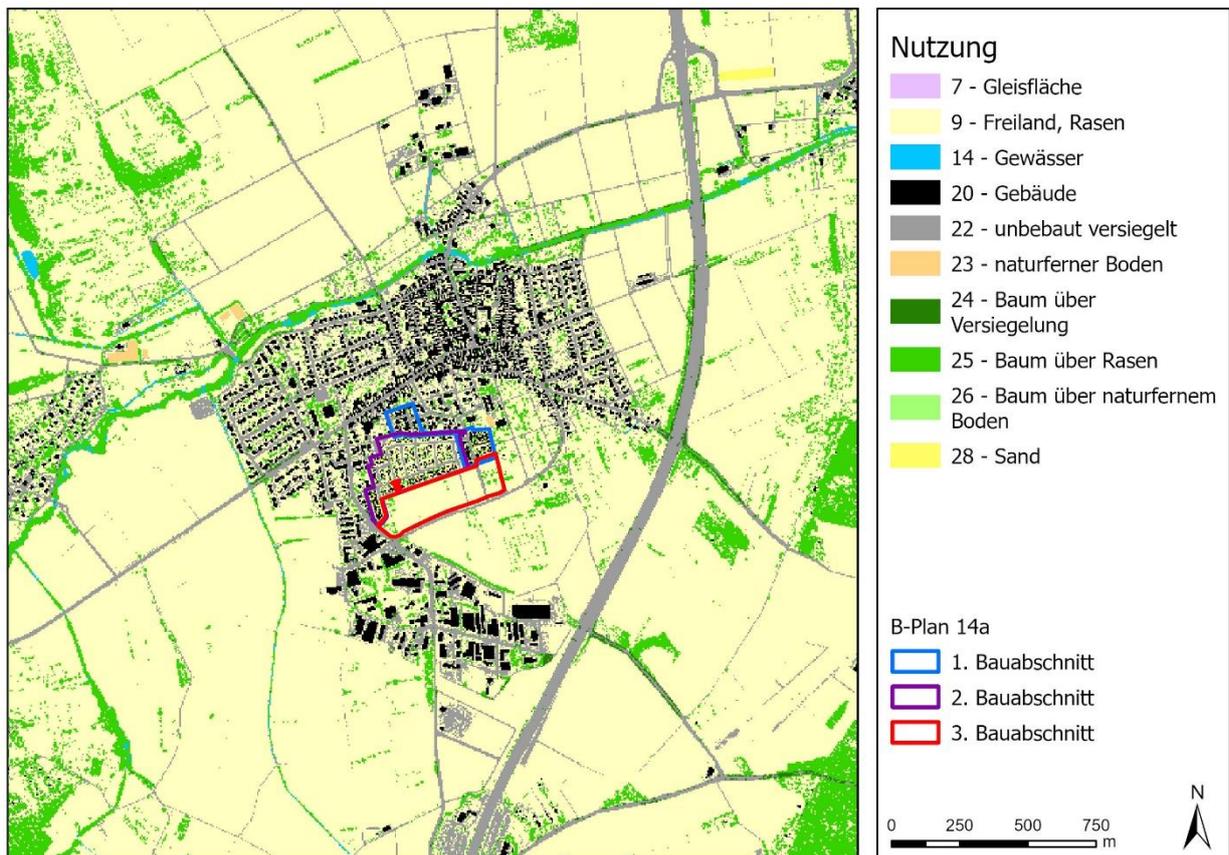


Abbildung 4: Klassifizierte Landnutzung des Ist-Zustandes in 5 m-Auflösung (Ausschnitt).

Die **Abbildung 4** und **Abbildung 5** veranschaulichen die aufbereitete Flächennutzung der beiden modellierten Szenarien. Bestimmungsgrundlage der Nutzungskategorisierung stellen neben den Planungsunterlagen (ausschließlich Plangebiet und Bauabschnitt 1 und 2 des B-Plans 14a) frei verfügbare Daten wie Landnutzungsdaten aus dem Amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS) und LoD1-Gebäudedaten, ein digitales Gelände- und Oberflächenmodell, RGB-Luftbilder des Landes



Hessen sowie zur Ergänzung Geodaten von OpenStreetMap (OSM) dar. Nach Überführung in die modellspezifischen Nutzungsklassen wurde die Landnutzung zudem hinsichtlich ihrer Plausibilität mittels aktueller Luftbilder abgeglichen.

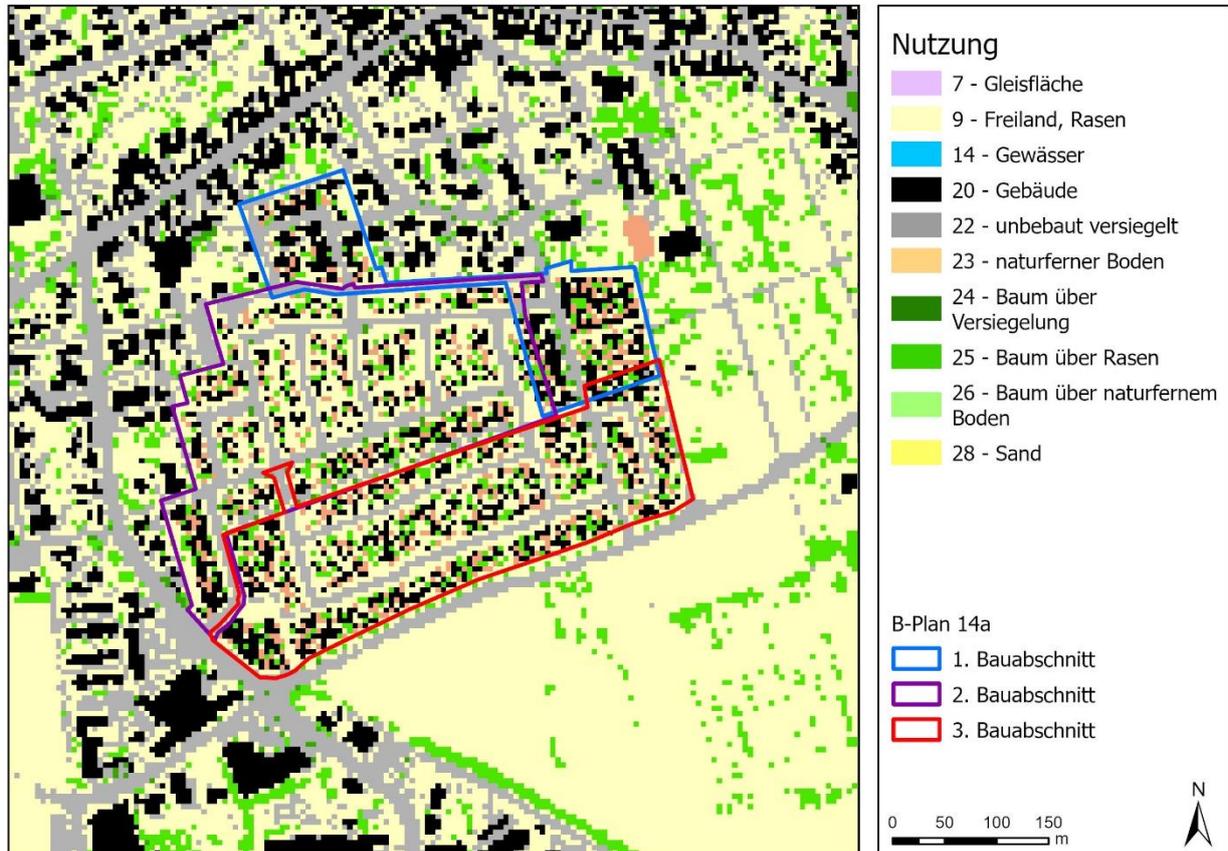


Abbildung 5: Klassifizierte Landnutzung des Plan-Zustandes in 5 m-Auflösung (gezoomte Ansicht).

Für die Flächen des Bebauungsplans wurde ein Mischpixelansatz genutzt, um die Vorgaben des Plans abzubilden, da hier keine konkreten Gebäudestandorte und versiegelten Bereiche (z.B. Zuwegungen auf den Grundstücken) im Vorfeld bekannt sind. Hierbei werden der Bauabschnitt 1 und 2 bereits im Ist-Zustand als umgesetzt angenommen. Im Planfall kommt dann der Bauabschnitt 3 hinzu. Für die Verteilung der Mischpixel-Klassen wurde in Absprache mit dem Auftraggeber die in **Tabelle 1** dargestellte Matrix auf Basis der GRZ verwendet.

Tabelle 1: Mischpixelanteile nach GRZ

GRZ	FITNAH-Klassen (Anteile in %)			
	20 - Gebäude	23 - naturferner Boden	25 - Baum über Rasen	9 - Freiland-Rasen
0,3	30	15	15	40
0,4	40	20	15	25
0,5	50	25	15	10
0,6	60	20	15	5

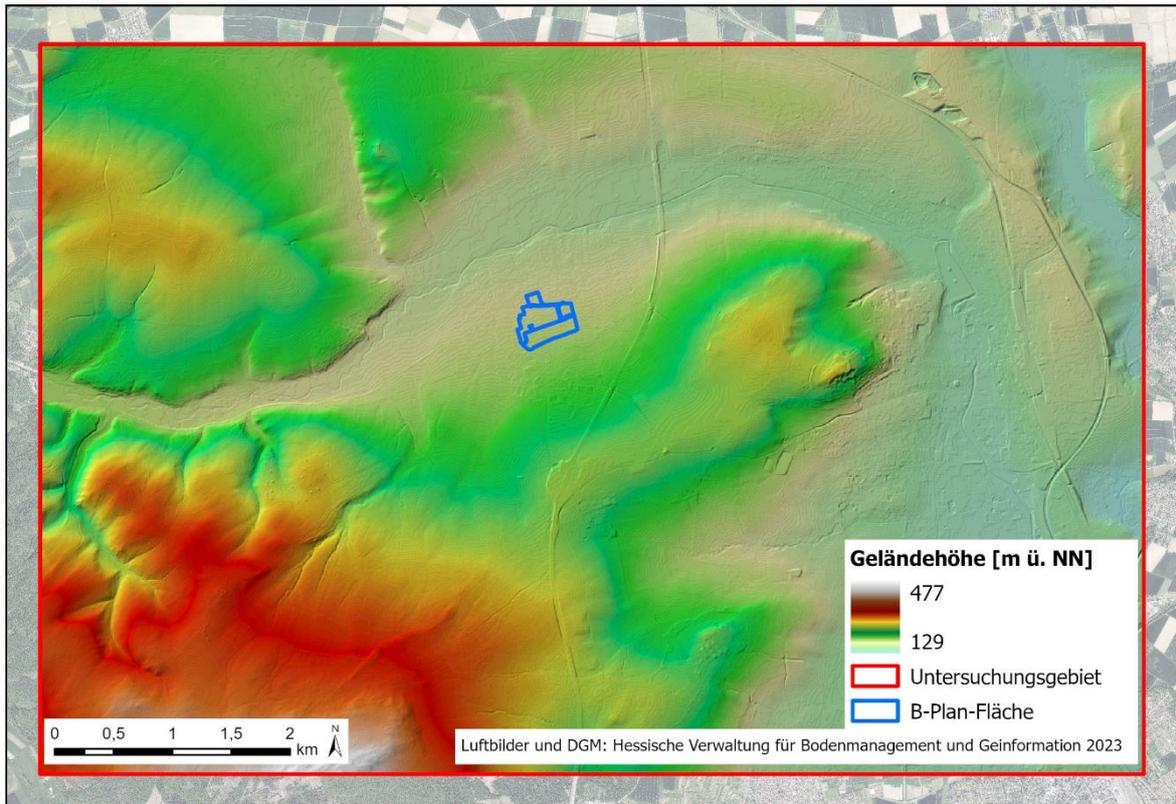


Abbildung 6: Geländehöhen im Untersuchungsgebiet.

Neben der Landnutzung stellt die Geländeoberfläche eine weitere wesentliche Modelleingangsgröße dar. Im Untersuchungsgebiet ist ein Gefälle etwa von Südwesten nach Nordosten zu erkennen. Der höchste Punkt des Untersuchungsgebiets liegt hierbei auf 477 m ü. NN, während der niedrigste Punkt bei 129 m ü. NN zu finden ist. Das Plangebiet liegt im Talbereich der Usa auf etwa 180 m Höhe und ist von kleineren und größeren Erhebungen umgeben. Das Relief hat einen großen Einfluss auf das nächtliche Strömungsgeschehen (Kaltluftabflüsse in Richtung der tieferen Lagen.)



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 stadtklimatischen Effekte vor allem während windschwacher Strahlungswetterlagen im Sommer entwickeln. Auslöser dieser Prozesse sind die Temperaturunterschiede zwischen den überwärmten Siedlungsräumen und den kühleren vegetationsgeprägten bzw. un bebauten Flächen. 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 7** 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. 12,4 °C im Bereich von Frei- und Grünflächen (insbesondere im Umfeld der größeren Waldgebiete, außerhalb des in Abbildung 7 abgebildeten Ausschnitts) und maximal ca. 20,2 °C im Bereich der verdichteten Gewerbe- und Wohngebiete. Stark verdichtete und/oder versiegelte Bereiche weisen im gesamten Untersuchungsgebiet die höchsten Temperaturen um 19 bis 20 °C auf, wie zum Beispiel der stärker verdichtete Ortskern von Ober-Mörlen.

Mittlere Temperaturen um 15 bis 17 °C sind im Bereich dichter Vegetation insbesondere der Waldgebiete zu finden, da diese die nächtliche Ausstrahlung hemmen. Im dargestellten Ausschnitt sind es zum Beispiel die Park-/Baumstandorte rund um die Usatalhalle oder die Wintersteinschule. Aber auch durchgrünte Siedlungsgebiete zum Beispiel nördlich der Usinger Straße im Westen des Ortes und die Bauabschnitte 1 und 2 des B-Plans 14a fallen größtenteils in diese Wertespanne. Niedrigste Werte um 14 °C zeigen sich dann dort, wo eine ungehinderte Wärmeausstrahlung in den Nachtstunden stattfindet.

den kann. Dies ist vor allem im Bereich der (größeren) Ackerflächen der Fall. Das Plangebiet (3. Bauabschnitt) weist im Ist-Zustand als größtenteils Ackerfläche eine mittlere nächtliche Temperatur von 15,0 °C auf.

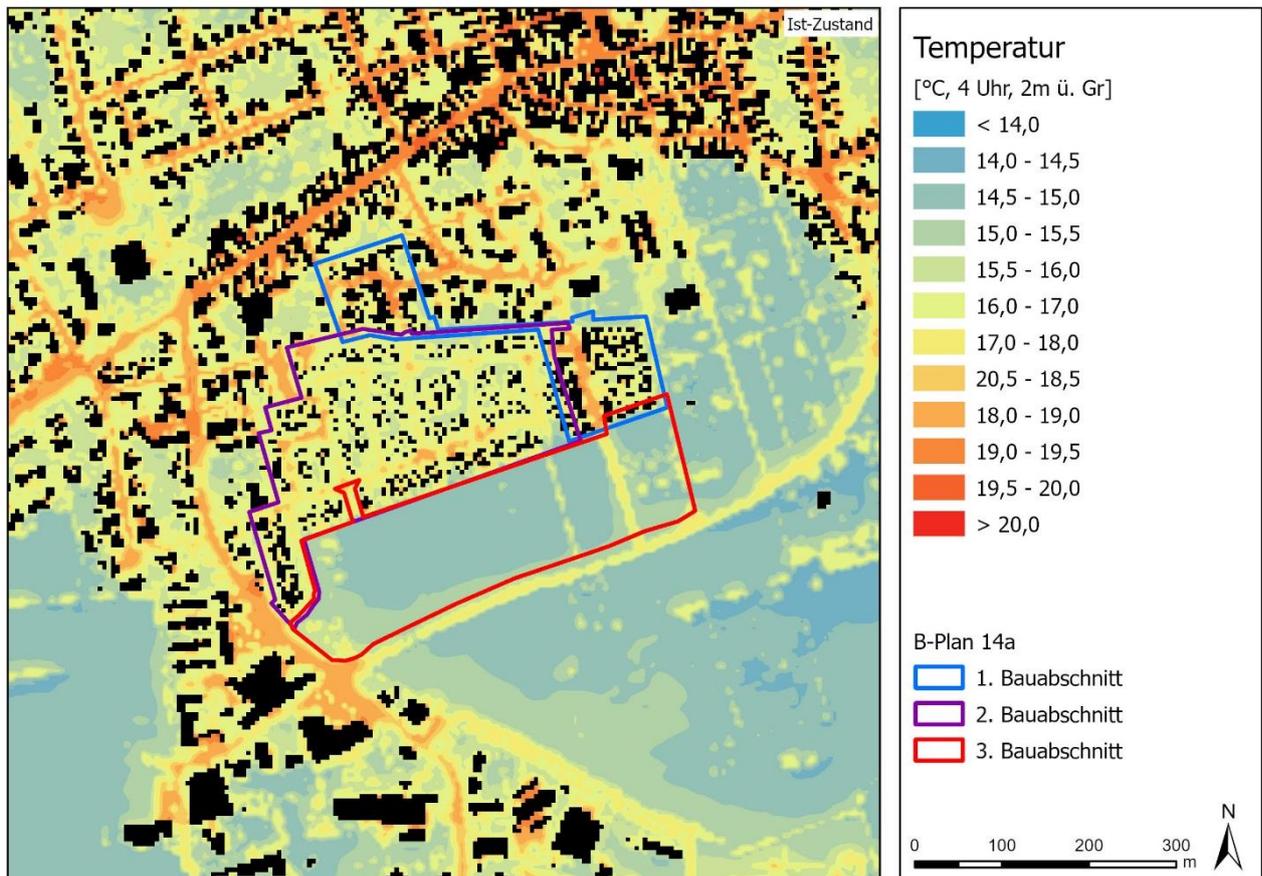


Abbildung 7: Ergebnisdarstellung der modellierten nächtlichen Lufttemperatur.

Der obere Teil der **Abbildung 8** 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 weitestgehend 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 entsprechend höhere Temperaturen in den Nachtstunden zu erwarten.

Die zufällige Verteilung der Nutzung durch den Mischpixelanteil führt zu einer gleichmäßigen Verteilung der Temperaturen in dem Gebiet. Straßenräume stechen dadurch weniger stark hervor als im Bestand. Der geplante große Grünanteil in dem Areal führt zu den angesprochenen niedrigen Temperaturen (um 15 bis 17 °C) wie in einem lockeren Wohngebiet zu erwarten und gewünscht, wenn auch die Temperaturen höher sind als über dem zuvor freien Feld. Die gute Lage am Rande der Ortschaft in direkter Nähe zu großen Freiflächen unterstützt die nächtliche Auskühlung des Gebiets zusätzlich. Die mittlere nächtliche Temperatur im Plangebiet (Bauabschnitt 3) beträgt im Planzustand 16,7 °C.

Besser sichtbar werden die Veränderungen in **Abbildung 8** unten, in welcher Temperaturabnahmen anhand von Blautönen und Temperaturzunahmen anhand von Rottönen dargestellt werden und die



Veränderungen vom Ist- zum Plan-Fall abgebildet sind. Durch das gestiegene Bauvolumen und die stärkere Versiegelung im Umfeld der Gebäude kommt es zu einer Zunahme der Temperaturen um maximal 3,8 K. Die Verteilung der Nutzung durch den Mischpixelansatz führt dazu, dass die Erhöhung der Temperaturen relativ gleichmäßig für das gesamte Gebiet stattfindet. Erkennbar mit der größten Zunahme der Temperaturen sind die feststehenden Straßenräume. Insgesamt ist der festgelegte Straßenanteil recht klein und schmal im Vergleich zum Bestand, da hier weitere versiegelte Bereiche wie Zufahrten oder Fußwege nicht berücksichtigt werden. In Summe ergibt sich für das gesamte Plangebiet eine Erhöhung der Temperatur um 1,7 K. Das Umfeld des Planareals ist nur im Grenzbereich von Veränderungen betroffen.

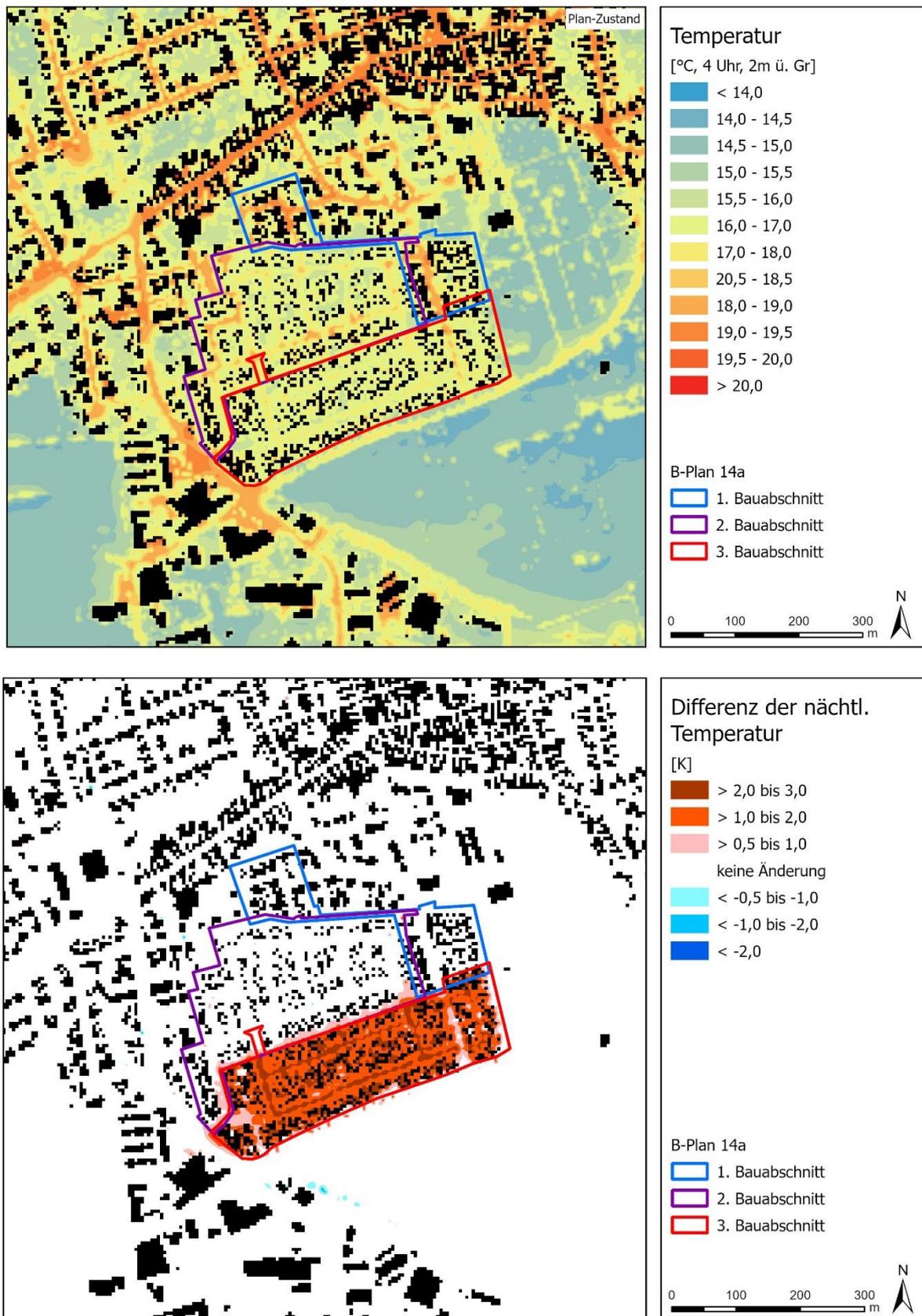


Abbildung 8: Nächtliche Temperatur (4 Uhr) im Plan-Zustand (oben). Differenz zwischen Ist- und Plan-Zustand bei der nächtlichen Temperatur (unten).

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 9**). 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. 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 10** 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

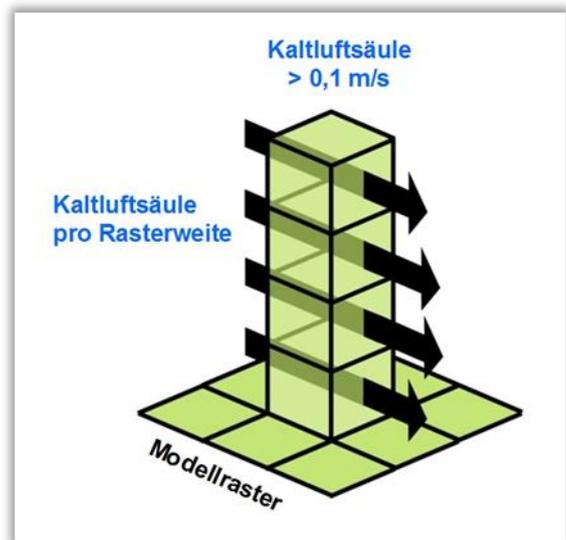


Abbildung 9: Prinzipskizze zum Kaltluftvolumenstrom.

Windpfeilen dargestellt wird. Die Windpfeile wurden zur besseren Übersicht auf 20 m aggregiert. So kann analysiert werden, auf welche Weise ein Siedlungsraum im Allgemeinen sowie im besonders relevanten bodennahen Bereich durchlüftet wird.

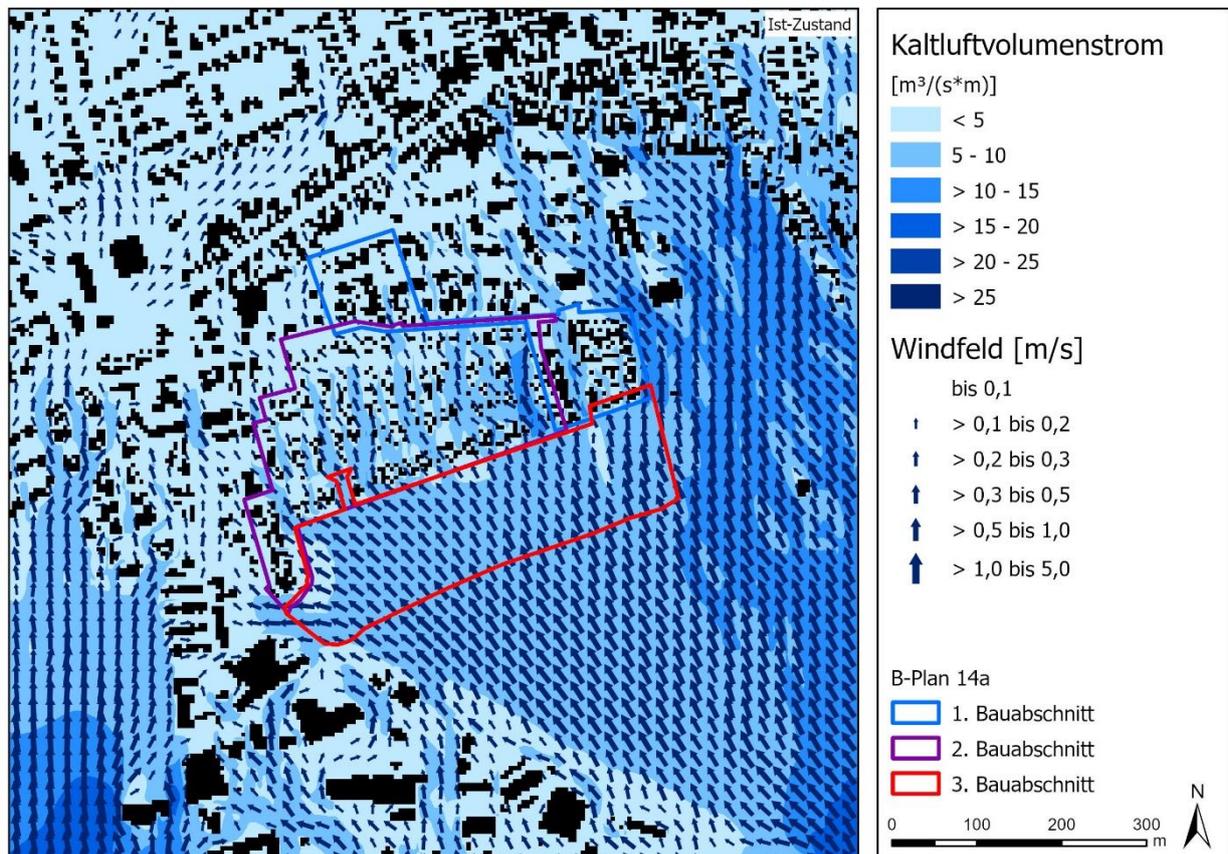


Abbildung 10: Ergebnisdarstellung des modellierten nächtlichen Kaltluftvolumenstroms des Ist-Zustands.

Die Ausprägung des Kaltluftvolumenstroms reicht im Untersuchungsgebiet von Werten unter $5 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ bis hin zu Werten knapp unter $60 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$. Die Bereiche mit dem größten Kaltluftvolumenstrom sind nicht Teil der Abbildung 10. Sie sind vor allem in Hangbereichen zu finden, wo Kaltluft zum Beispiel aus Waldbereichen ausströmen kann. 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. Dies wird vor allem sichtbar in der sehr kleinräumig vielfältigen Strömung in Bodennähe. Durch die Lage Ober-Mörlens im Tal der Usa kommt es zu einem Zustrom von Kaltluft auf den Ort zu aus den umliegenden Hängen vor allem von Nordwesten und Südosten. So wird das Plangebiet im Ist-Zustand von einem Kaltluftstrom aus südöstlicher Richtung überströmt. Durch das südwestlich vorgelagerte Gewerbegebiet und das in diesem Bereich nur noch schwach abfallende Gelände liegt der Kaltluftvolumenstrom im Plangebiet in einem niedrigen Bereich von etwa $6 \text{ bis } 7 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{s})$.

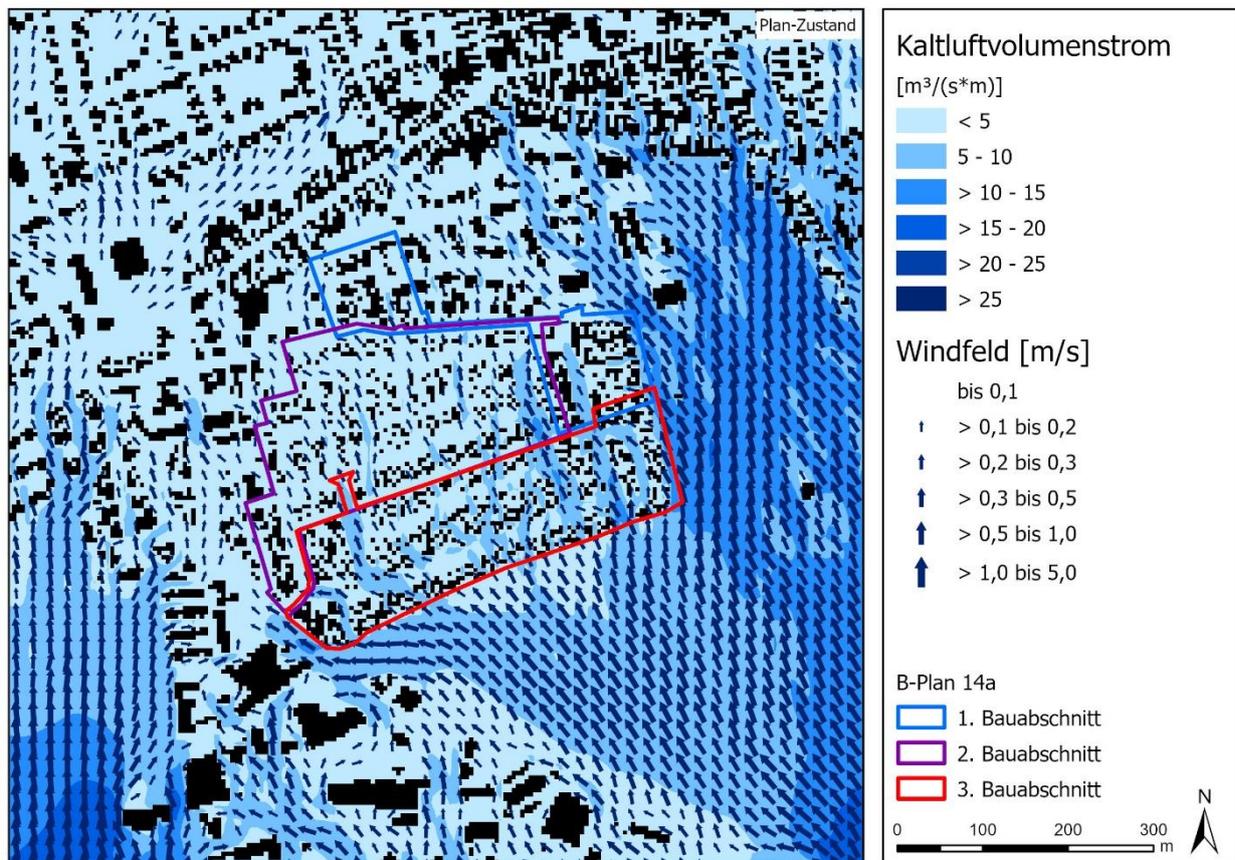


Abbildung 11: Ergebnisdarstellung des modellierten nächtlichen Kaltluftvolumenstroms des Plan-Zustands.

In **Abbildung 11** ist die Strömungssituation im Planfall zu sehen. Deutlich zu erkennen, ist die abbrem-sende Wirkung der neuen Bebauung. Lediglich die in Strömungsrichtung ausgerichteten Straßenberei-che und einzelne Areale zwischen der Bebauung können weiterhin mit einem Kaltluftvolumenstrom über 5 m³/(m*s) überströmt werden. Durch den Mischpixelansatz sind die Gebäudezellen willkürlich über die Fläche verteilt, so dass die abbrem-sende Wirkung der Gebäude hier großflächiger auftritt, als sie in Realität sein wird, wenn beispielsweise zusammenhängende Gartenflächen entstehen und Hin-dernisse (Gebäude) an einzelne Stellen konzentriert sind. Die Bremswirkung der Bebauung wird also im Modell leicht überschätzt.

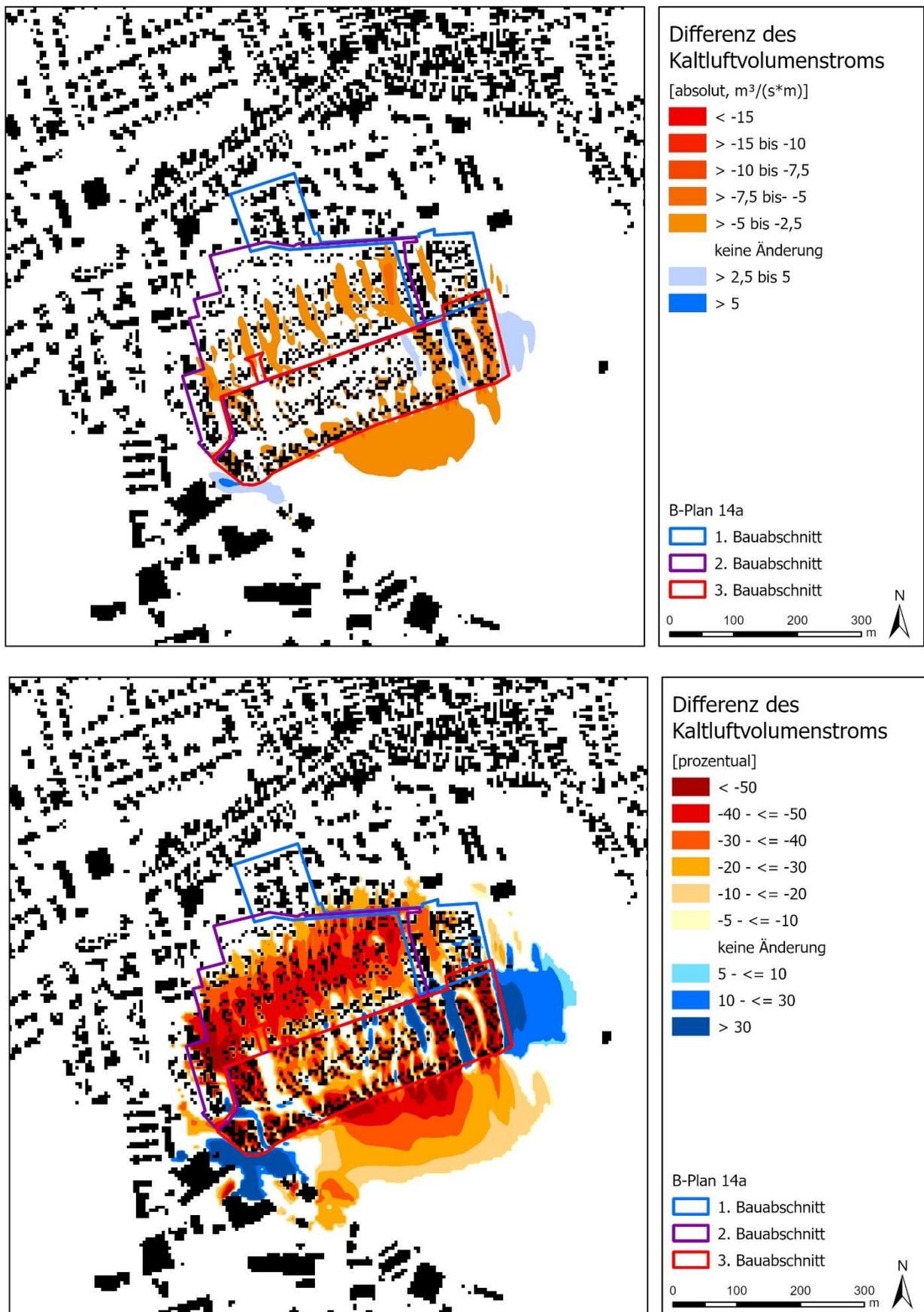


Abbildung 12: Differenz des Kaltluftvolumenstroms. Oben absolute Werte, unten prozentualer Anteil.



Durch die geplante Umsetzung des Bauabschnitts 3 des B-Plans 14a kommt es zu Veränderungen in der Strömung. Diese Veränderung der Strömungssituation wird durch die Differenzendarstellung in **Abbildung 12** verdeutlicht. Oben ist die Veränderung der **absoluten** Werte zu sehen und unten ist die **prozentuale** Veränderung¹ gezeigt.

Insgesamt ist der Kaltluftvolumenstrom im Umfeld des Plangebiets aufgrund der Lage im Tal, in dem sich die Kaltluft sammelt, gering ausgeprägt. Dies wird auch durch die Betrachtung der oberen Differenzenabbildung deutlich. Veränderungen des Kaltluftvolumenstroms über $2,5 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ sind nur kleinräumig zu erkennen. Südlich vor der Planfläche kommt es zu einer Stauwirkung durch die neuen Gebäude, so dass hier ein Rückgang des Kaltluftvolumenstroms zu verzeichnen ist. Ebenso ist im Bauabschnitt 2 ein Rückgang des Kaltluftvolumenstroms in den Straßenräumen zu erkennen sowie auf der Planfläche selbst.

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 12** 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 östlich und westlich der Planfläche dominieren vor allem die Abnahmen des Kaltluftvolumenstroms. Hierbei ist ein Großteil der Bauabschnitte 1 und 2 von Abnahmen über 10 % betroffen. Weitere Bestands-Wohnbebauung ist nicht bzw. nur in einem kleinen Umfang von einer Verringerung des Kaltluftvolumenstroms über 10 % betroffen. Die Areale weisen auch im Ist-Zustand einen nur kleinen Kaltluftvolumenstrom von großflächig unter $10 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ auf, so dass eine Änderung um 10 % hier bereits bei kleinen absoluten Änderungen erreicht wird. Ein genauerer Blick auf die Abbildung zeigt sehr große Abnahmen von 50 % und darüber hinaus vor allem auf der Planfläche selbst und kleinräumig im Bauabschnitt 2. Um die Signifikanz der Verminderung des Kaltluftvolumenstroms durch die geplanten Neubebauungen beurteilen zu können, muss daher auch ein Blick auf die bioklimatische Situation in der betroffenen Fläche selbst geworfen werden. Hier wird die nächtliche Temperatur um 4 Uhr morgens als Parameter herangezogen. Die mittlere Temperatur im Bauabschnitt 1 und 2 zeigt sowohl im Ist-Zustand (durchschnittliche nächtliche Temperatur 4 Uhr morgens: Bauabschnitt 1: $17,1 \text{ }^\circ\text{C}$; Bauabschnitt 2: $16,8 \text{ }^\circ\text{C}$) als auch im Plan-Zustand (durchschnittliche nächtliche Temperatur 4 Uhr morgens: Bauabschnitt 1: $17,2 \text{ }^\circ\text{C}$; Bauabschnitt 2: $16,9 \text{ }^\circ\text{C}$) eine günstige bioklimatische Situation. Die in absoluten Werten kleinen Veränderungen des Kaltluftvolumenstroms haben also auf die bioklimatische Situation im Bestand nur einen sehr geringen Einfluss. Hier zeigt sich, dass die vorgesehene gute Grünausstattung in den Quartieren entscheidend für die Ausbildung eines positiven Bioklimas ist, da sich sowohl im Ist- als auch im Plan-Zustand geringe Kaltluftvolumenstromwerte im Umfeld der Planfläche ausbilden. Abschließend kann daher festgehalten werden, dass nach der VDI-Richtlinie 3787 keine „hohen vorhabenbedingte Auswirkungen“ auf die bioklimatische Situation relevanter Siedlungsgebiete festgestellt werden können.

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

4.3 Wärmebelastung am Tag

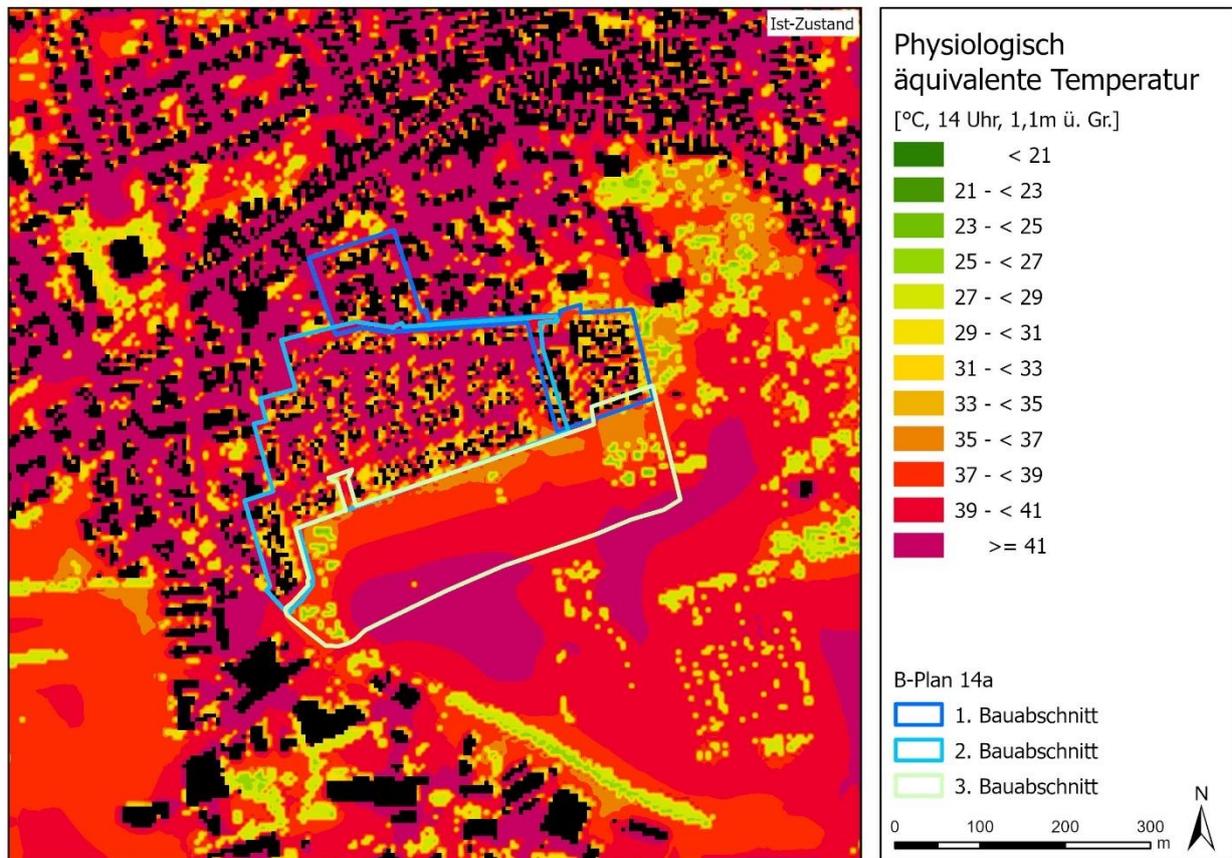


Abbildung 13: Ergebnisdarstellung der modellierten Wärmebelastung am Tag im Ist-Zustand.

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“² 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.

² 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.

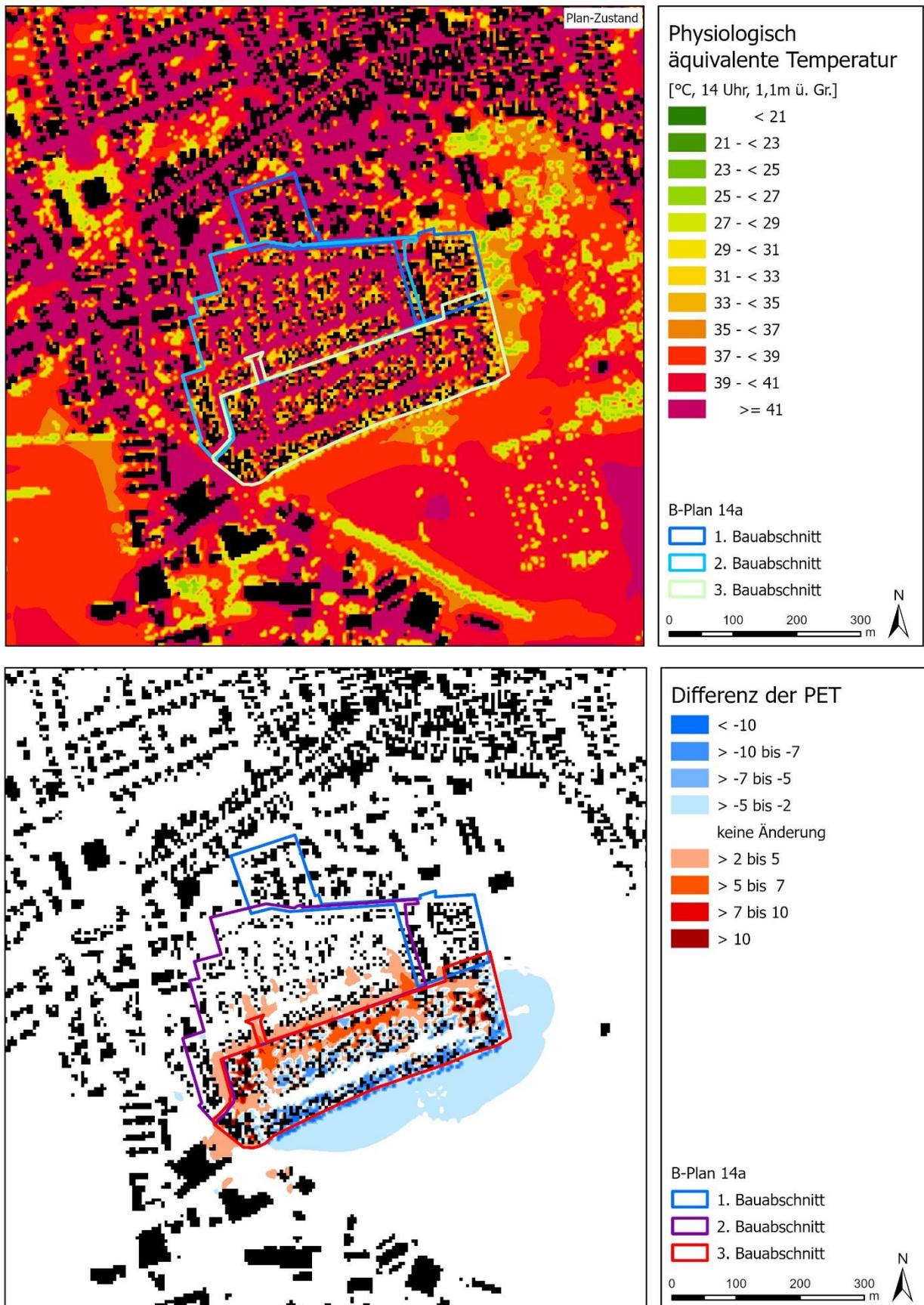


Abbildung 14: Modellierter Wärmebelastung am Tag (PET) im Ist-Zustand (oben). Differenz der Physiologisch Äquivalenten Temperatur (unten).

Die **Abbildung 13** zeigt die PET für den Ist-Zustand. Im gegenwärtigen Zustand weist das Untersuchungsgebiet eine Spannweite von etwa 16 bis knapp 46 °C auf. Die niedrigsten Werte (< 27 °C) sind im Schattenbereich der Waldstücke (außerhalb der Abbildung) und größerer Baumgruppen sowie am Lauf der Usa modelliert. Größere Gebäude zeigen einen Schattenbereich mit Werten unter 34 °C, während unbeschattete Freiflächen großflächig eine starke bis extreme Wärmebelastung (> 35 °C) aufweisen. Hierbei heizen sich sowohl vegetationsbestandene als auch versiegelte Flächen auf. Höchste Werte (> 41 °C) und damit eine extreme Wärmebelastung sind im Bereich dichter Bebauung und großer Versiegelung, aber auch über den großen Freiflächen des Umlands zu finden. Die mittlere PET des Plangebiets im Ist-Zustand beträgt 38,5 °C und liegt damit im Bereich einer starken Wärmebelastung, wie für eine Freifläche zu erwarten.

Die **Abbildung 14** oben zeigt die Situation für den Planzustand. Die PET-Verteilung folgt dem bereits beschriebenen Muster. Durch die Überplanung des Areals kommt es zu kleinräumigen Veränderungen der PET in diesem Bereich. Der Mischpixelansatz führt zu einer sehr heterogenen Verteilung der Werte in den Flächen. Es kann aber ein Überblick über die zu erwartende Werteausprägung gewonnen werden. Durch die Verteilung einzelner Gebäude-Pixel auf den Flächen muss angenommen werden, dass der Schattenwurf der Gebäude leicht überschätzt wird. Deutlich zu erkennen ist die geplante Straßenführung mit sehr hohen PET-Werten. Für die gesamte Planfläche ergibt sich eine mittlere PET von 38,7 °C und damit leicht über der mittleren PET des Ist-Zustands. Betrachtet man lediglich die Mischpixelflächen und klammert die Straßenflächen aus, ergibt sich ein mittlerer Wert von 31,1 °C und damit eine deutlich niedrigere PET. Dies ist neben dem Schattenwurf der Gebäude vor allem auf den verhältnismäßig großen Anteil an höherer Vegetation (15%) und dem damit einhergehenden Schattenflächen zurückzuführen.

Deutlicher werden die Veränderungen bei der Betrachtung der Differenzendarstellung in **Abbildung 14** unten. Während im Bereich der Straßen Rottöne für steigende Werte oder weiß für keine Veränderung dominieren, zeigen die eigentlichen Grundstücke mit überwiegend blauen Farbtönen eine Abnahme der PET. Die Veränderungen beschränken sich größtenteils auf die Planfläche selbst. Lediglich im Straßenraum und direkt angrenzend an die Planfläche ist eine leichte Erhöhung der PET außerhalb des Areals zu erkennen.

5. Schlussfolgerung und planerische Hinweise

Durch die modellgestützte Analyse wurden die planungsbedingten Auswirkungen auf das Bioklima anhand einer Gegenüberstellung des Ist- und Planzustandes für die Umsetzung des B-Plans 14a „Schießhütte II“ 3. Bauabschnitt in Ober-Mörlen untersucht.

In der Ist-Situation zeigt das Plangebiet größtenteils eine günstige bioklimatische Situation in der Nacht. Der Fläche wird zurzeit ackerbaulich genutzt. Die Umgebung der Planfläche weist vielfältige Nutzungen auf. Im Norden schließen sich Wohngebiete des Ortes Ober-Mörlen an, während im Südwesten ein Gewerbegebiet liegt. Im Süden befinden sich weitere Ackerflächen und im Westen schließen Kleingartenanlagen an. Die bioklimatische Situation ist dementsprechend auch vielfältig ausgeprägt. Hohe nächtliche Temperaturen sind im Bereich des dichteren Ortskerns zu erwarten, während die kleinsten Werte über dem Freiland modelliert werden. Die Wohngebiete ordnen sich je nach Dichte der Bebauung bioklimatisch dazwischen ein.



Das bodennahe Strömungsfeld und der Kaltluftvolumenstrom im Untersuchungsgebiet werden vor allem durch das Relief bestimmt. So findet ein Zustrom von Kaltluft aus den umliegenden Hängen ins Usatal und auf Ober-Mörlen zu statt. Größte Werte des Kaltluftvolumenstroms sind im Bereich des größten Gefälles zu finden. Das Plangebiet weist verhältnismäßig kleine Kaltluftvolumenströme ($< 10 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{s})$) auf und wird von Südosten überströmt.

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 und wenig höherer Vegetation weisen hohe bis sehr hohe PET-Werte auf, während in Bereichen im Schatten von Bäumen und in Waldarealen die geringsten Werte dieses Parameters zu finden sind.

Durch die Umsetzung des B-Plans 14a 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 Brachfläche des Ist-Zustands. Dies ist auf die stärkere Erwärmung der nun versiegelten Flächen und der zusätzlichen Baukörper, die ebenfalls tagsüber Wärme speichern, zurückzuführen. Durch den verwendeten Mischpixelansatz kommt es zu einer gleichmäßigen Steigerung der Temperaturen auf allen Grundstücken. Der Straßenraum zeigt die höchsten Werte im Plangebiet. Insgesamt bildet sich in den neuen Quartieren aber ein günstiges Bioklima aus. Sie profitieren vor allem von den vorgesehenen Grünflächen und Baumstandorten innerhalb der Bebauung.

Das nächtliche Strömungsgeschehen verändert sich durch die zukünftige Bebauung weitreichender. Die geplanten Gebäude stellen ein Strömungshindernis dar. Die von Süden ankommende Kaltluft wird ausgebremst und kann die Planfläche nur noch in geringerem Ausmaß überströmen. Durch den Mischpixelansatz und die zufällige Verteilung der Gebäudepixel kommt es hier zu einer leichten Überbewertung der Hinderniswirkung. Vor allem die Bauabschnitte 1 und 2 des B-Plans 14a sind von einer größeren Absenkung des Kaltluftvolumenstroms betroffen. Insgesamt wird deutlich, dass der Kaltluftvolumenstrom sowohl im Ist- als auch im Plan-Zustand eher geringe Werte aufweist und die Grünausstattung der Flächen selbst entscheidend ist für die Ausprägung des günstigen Bioklimas.

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 den Bauabschnitt 1 und 2 erreicht. Die 10-Prozent-Schwelle wird auch aufgrund der insgesamt im Untersuchungsgebiet vorhandenen weniger stark ausgeprägten Strömung schnell erreicht. Insbesondere die in absoluten Werten gering ausgeprägte Strömung macht es nötig, neben dem Strömungsgeschehen an sich auch die bioklimatische Situation in den betroffenen Flächen für eine Beurteilung der Situation zu betrachten. Die vorliegende Analyse zeigt ein günstiges Bioklima im Bereich der ersten beiden Bauabschnitte, das auch von der Verringerung des Kaltluftvolumenstroms nicht entscheidend beeinflusst wird, so dass keine „hohen vorhabenbedingte Auswirkung“ durch seine Reduzierung festzustellen ist.

Tagsüber zeigt sich bei Umsetzung des 3. Bauabschnitts des B-Plans 14a ein heterogenes Bild. Schattenbereiche insbesondere von Bäumen führen zu niedrigen PET-Werten, während Freiflächen unversiegelt aber insbesondere versiegelt hohe PET-Werte zeigen. Die Grundstücksflächen des 3. Bauabschnitts zeigen daher niedrige PET-Werte aufgrund des vorgesehenen Baumanteils. Hier führt der



Mischpixelansatz zu einer leichten Überbewertung der Schatteneffekte. Der Straßenraum hingegen zeigt aufgrund fehlender Schattenbereiche sehr hohe PET-Werte.

Bei Umsetzung des B-Plans bildet sich in den Nachtstunden insgesamt eine bioklimatisch günstige Situation im Plangebiets aus. Der auf den Grundstücken vorgesehene relativ große Grünanteil führt zu einem guten Auskühlen in der Nacht. Hierbei sind begrünte Freiflächen besonders effektiv. Tagsüber führen die schattenspendenden Bäume zu niedrigen PET-Werten auf den Grundstücken, während im unbeschatteten Straßenraum sehr hohe Werte vorherrschen.

Entscheidend für das günstige Bioklima in der Planfläche beziehungsweise auf den Grundstücken ist also vor allem die Grünausstattung. Zusätzlich ist auch der Einsatz von Dachbegrünung zu befürworten. Auch Fassadenbegrünung leistet einen guten Beitrag zur Verbesserung des Bioklimas. Die Dachbegrünung sorgt weniger für eine Verbesserung des Klimas in Bodennähe, sondern schützt die Gebäude selbst vor zu großer Aufheizung und Wärmespeicherung, ebenso wie die Fassadenbegrünung, die aber zusätzlich einen positiven Effekt auf das Klima des Straßenraums hat. Des Weiteren kann die Beschattung von Süd-West-Fassaden mit Bäumen oder technischen Lösungen (z.B. Markisen) das zu starke Aufheizen der Gebäudehülle verhindern. Der Einsatz heller Fassaden und Bodenbeläge kann ebenfalls zur Reduktion der Wärmespeicherung beitragen. Eine Verringerung des Versiegelungsanteils durch Rausengittersteine oder versickerungsfähiges Pflaster minimiert die Wärmespeicherung und Aufheizung zusätzlich.

Um die klimatische Situation im Straßenraum vor allem am Tage aufzuwerten, wird empfohlen, Straßenbäume vorzusehen. (Straßen-)Bäume sorgen mit ihren Schattenbereichen und der Verdunstungskühlung tagsüber für ein positives Klima. Gerade für Fußgänger oder Radfahrer ist ein Fortkommen im Schatten durch die Siedlung von großer Wichtigkeit. Parkähnliche Aufenthaltsbereiche im Freien sollten nach dem „Savannenprinzip“ mit sich abwechselnden Wiesenflächen und schattenspendenden Baum- bzw. Buschstandorten sowie weiteren Elementen (z.B. Wasserspiele oder Brunnen) ausgestaltet werden. Eine Beschattung von Spielgeräten und Sitzplätzen ist sinnvoll.

Die B-Plan-Fläche wird im Planfall aus Südosten mit Kaltluft aus den angrenzenden Freiflächen belüftet. Hierbei stellen insbesondere die Gebäude Hindernisse dar, die die Strömung ausbremsen. Durch die willkürliche Verteilung der Gebäudezellen beim Mischpixelansatz wird diese Stauwirkung leicht überschätzt. Dennoch ist davon auszugehen, dass die Strömung am Rande der Siedlung nach Umsetzung des B-Plans deutlich ausgebremst wird. Hier könnten Öffnungen zwischen den Grundstücken (im Idealfall in einer Linie mit den durchströmbaren Straßenräumen) ein besseres Einströmen ermöglichen. Wichtig ist aber vor allem die Kaltluftproduktion innerhalb der Fläche, die durch die geplante gute Grünausstattung schon weitestgehend gegeben ist, da der im Umfeld des Plangebiets mäßig ausgeprägte Kaltluftvolumenstrom nicht allein zur Kaltluftversorgung der Fläche dienen kann. Eine „grüne“ Ausgestaltung des (halb-)öffentlichen Raums (Straßen, Spielplätze etc.) mit Bäumen, Rasenflächen oder Rabatten etc. leistet hier zusätzlich einen wichtigen Beitrag.



Zusammenfassend lässt sich festhalten:

Ist-Zustand:

- Das Plangebiet als Ackerfläche im Ist-Zustand zeigt eine günstige bioklimatische Situation in der Nacht.
- Die Umgebung der Planfläche ist vielfältig. Es sind sowohl bioklimatisch ungünstigere Gebiete (vor allem Gewerbeflächen oder der verdichtete Ortskern) als auch große Ausgleichsflächen (die Siedlung umgebende Ackerflächen) vorhanden.
- Der Kaltluftvolumenstrom und das bodennahe Strömungsfeld folgen dem Relief ins Usatal und fließen von Nordwesten und Südosten auf den Ort zu.
- Tagsüber zeigt die PET im Untersuchungsgebiet eine heterogene Ausprägung mit wenig bis gar nicht belasteten Baum- und Waldstandorten bis zu stark belasteten Siedlungs- und Gewerbegebieten.

Plan-Zustand:

- Durch die Umsetzung des B-Plans 14a 3. Bauabschnitt 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 bioklimatische Situation in der Nacht in den geplanten Siedlungsflächen ist durch die gute Grünausstattung als günstig anzusehen.
- Tagsüber sinkt die PET in den Grundstücksflächen durch die neuen Schattenbereiche 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.
- Der angrenzende 1. und 2. Bauabschnitt des B-Plans 14a sowie sehr kleinräumig weitere Bestandsbebauung sind von einer Absenkung des Kaltluftvolumenstroms über 10 % betroffen. Durch die günstige bioklimatische Situation in den Wohngebieten, die auch bei Umsetzung der Planung bestehen bleibt, wird nicht von einer „hohen vorhabenbedingten Auswirkung“ ausgegangen.
- Die Kaltluftzufuhr auf die Planfläche selbst erfolgt vor allem von Südosten und über die angrenzenden Ackerflächen. Die Strömung erreicht nicht das gesamte Quartier, so dass eine gute Grünausstattung in der Fläche selbst von großer Bedeutung ist.

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

- Umsetzung der geplanten guten Durchgrünung des Areals (Festlegung des Baumanteils, keine Steingärten, Gründächer wenn möglich etc.).
- Wo möglich Beschattung der Wege und Straßen, Spiel- und Aufenthaltsflächen mit Bäumen sowie Verringerung der Versiegelung z.B. durch versickerungsfähiges Pflaster oder Rasengittersteine.



- Einsatz heller Oberflächenbeläge (Fassaden und Bodenbeläge) wo möglich.
- Mikroklimatisch vielfältige Ausgestaltung von Freiflächen mit ausreichend Wiesenfläche, Bäume und Baumgruppen, Wasserspielplätzen etc.

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 Verdunstungskälte 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/themenuuebersicht/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 19.04.2024

Erstellt von:

E. Hohlfeld

Eva Hohlfeld (Dipl. Geographie)

Gepprüft von:

Lara Wichmann

Lara Wichmann (M.Sc. Landschaftswissenschaften)

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.