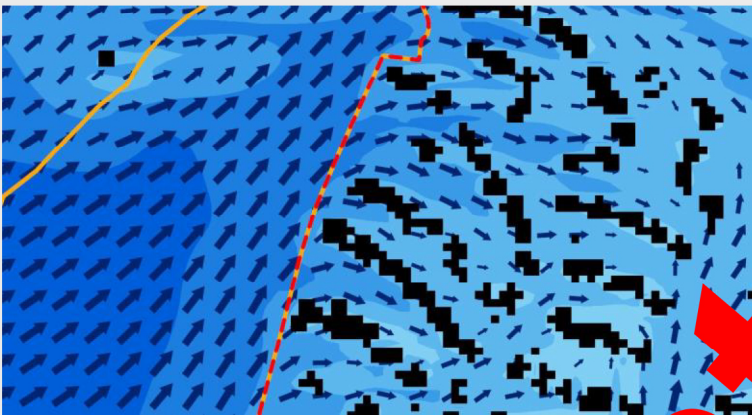
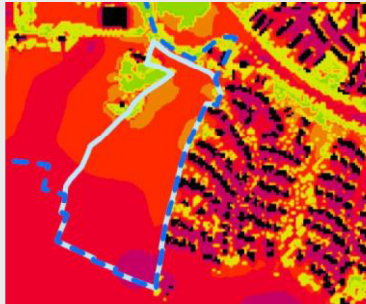


Klimaökologisches Gutachten zum Bebauungsplan „Am Burgerbergweg II“ in Andernach



Auftraggeberin:

Stadtverwaltung Andernach

Sachgebiet Stadtplanung

Läufstraße 1

56626 Andernach



GEO-NET Umweltconsulting

Große Pfahlstraße 5a

30161 Hannover

Tel. (0511) 3887200

FAX (0511) 3887201

www.geo-net.de



1.	Einleitung	2
2.	Grundlagen	3
2.1	B-Plan „Burgerbergweg II“	3
2.2	Untersuchungsansätze.....	4
3.	Methodik	5
3.1	Modelleingangsdaten	5
3.2	Wetterlage	7
4.	Ergebnisse	8
4.1	Lufttemperatur in der Nacht	8
4.2	Kaltluftprozessgeschehen in der Nacht.....	9
4.3	Wärmebelastung am Tag	11
5.	Schlussfolgerung und planerische Hinweise.....	13
6.	Quellen	18

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht zum Untersuchungsraum.....	2
Abbildung 2: Geltungsbereich des B-Plans „Am Burgerbergweg II“ in Andernach. Quelle: Stadt Andernach November 2024	3
Abbildung 3: Nutzungsstruktur im Untersuchungsgebiet	5
Abbildung 4: Geländehöhen im Umfeld des Plangebiets.	6
Abbildung 5: Ergebnisdarstellung der modellierten nächtlichen Lufttemperatur.	9
Abbildung 6: Prinzipskizze zum Kaltluftvolumenstrom.	9
Abbildung 7: Ergebnisdarstellung des modellierten nächtlichen Kaltluftvolumenstroms des Ist-Zustands.....	11
Abbildung 8: Ergebnisdarstellung der modellierten Wärmebelastung am Tag im Ist-Zustand.	12
Abbildung 9: Bodennahes Strömungsfeld und Kaltluftvolumenstrom	14

1. Einleitung

Die Stadt Andernach plant ein neues Wohngebiet mit dem B-Plan „Burgerbergweg II“. Das Areal befindet sich am südwestlichen Rand der Kernstadt. Im Osten des Gebiets liegt ein Wohngebiet. Im Norden befindet sich die B9 und der Rennweg sowie ein Gewerbegebiet und weitere Wohngebiete. Im Süden und Westen liegen Ackerflächen. Auch die B-Plan-Fläche selbst wird zurzeit vorwiegend ackerbaulich genutzt.

In der vorliegenden Expertise wird zunächst die Ist-Situation analysiert. Dabei wird die aktuelle klimaökologische Situation im Plangebiet detailliert betrachtet und beurteilt. Hierfür wird der Ist-Zustand anhand eines ca. 2,8 x 2,8 km großen Modellgebiets (**Abbildung 1**) in einem 5m-Raster modelliert und anschließend analysiert. Die Festlegung des Untersuchungsgebiets erfolgte unter Berücksichtigung der städtischen Strukturen, um alle die klimatische Situation kleinräumig beeinflussenden Faktoren zu erfassen. In einem weiteren Schritt erfolgt nach Konkretisierung der Planung auch eine Modellierung der Plan-Situation, um die Auswirkung des neuen Wohngebiets zu quantifizieren (nicht Teil dieses Gutachtens).

Die Relevanz der Berücksichtigung der klimatischen Situation und des Humanbioklimas 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.

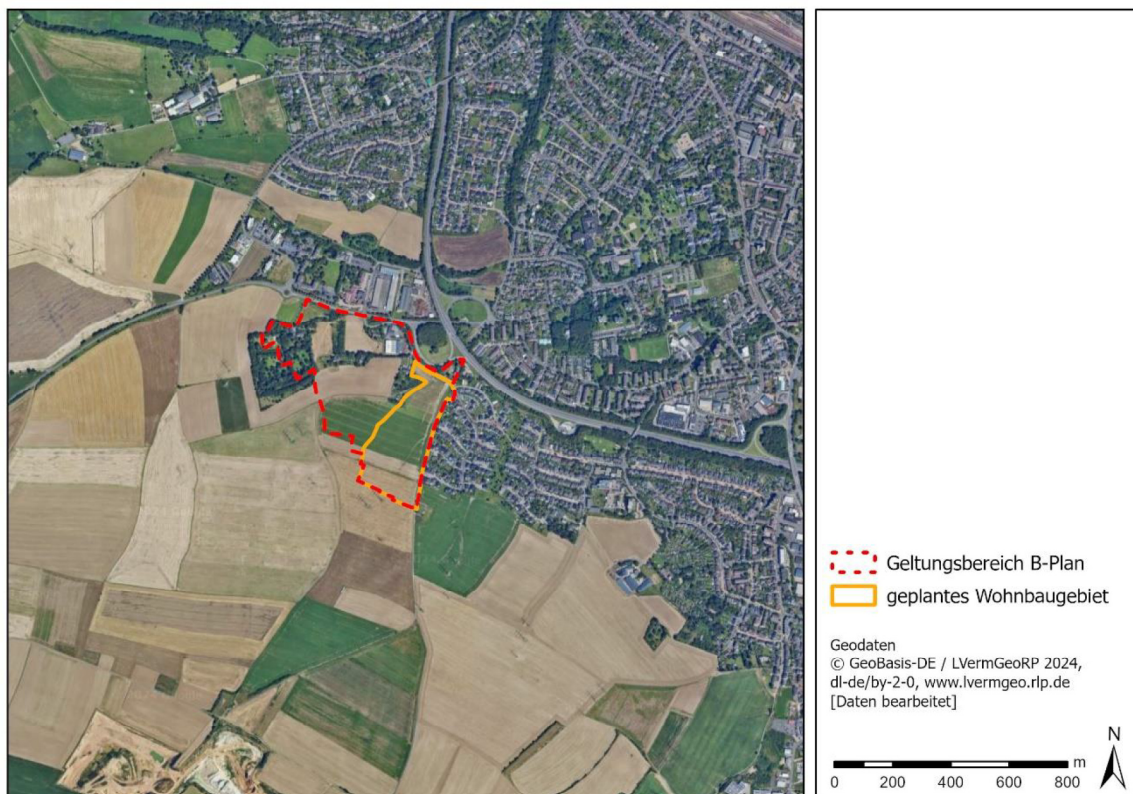


Abbildung 1: Übersicht zum Untersuchungsraum.

2. Grundlagen

2.1 B-Plan „Burgerbergweg II“

Für den B-Plan gibt es einen Aufstellungsbeschluss sowie den festgelegten Geltungsbereich (**Abbildung 2**). Dieser umfasst auch einen größeren Teil an Flächen, die in ihrer bisherigen Nutzung gesichert werden sollen. Dazu zählen Acker- bzw. Freiflächen sowie einige Bestandsgebäude, an denen nur geringfügige Erweiterungen möglich sein sollen. In den Karten in diesem Gutachten ist der Bereich markiert, in dem die Entwicklung eines neuen Wohngebiets vorgesehen ist. Die durch dieses Wohnbaugesamt entstehenden klimaökologischen Veränderungen werden untersucht.

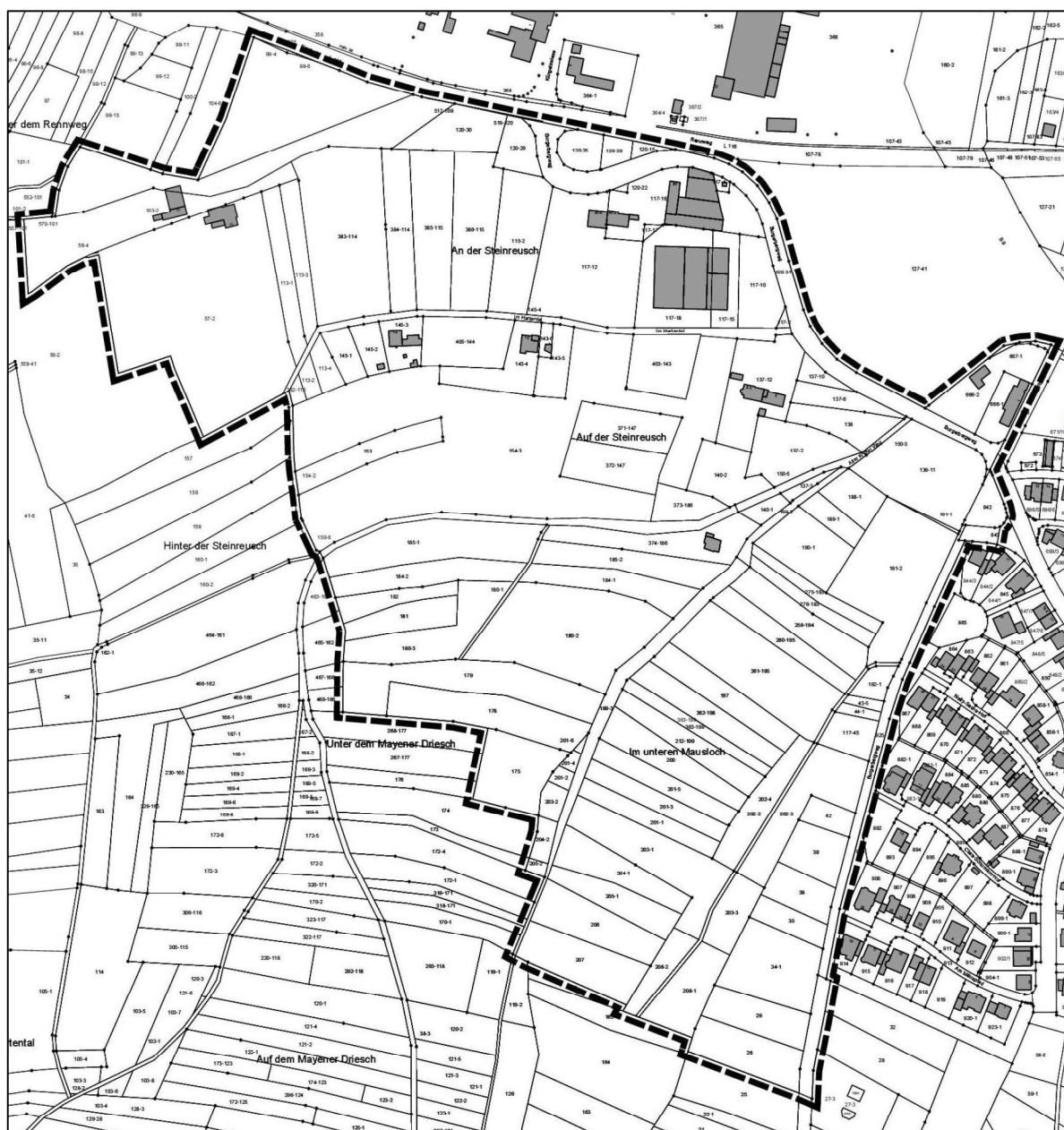


Abbildung 2: Geltungsbereich des B-Plans „Am Burgerbergweg II“ in Andernach. Quelle: Stadt Andernach November 2024



2.2 Untersuchungsansätze

Insgesamt werden 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. In diesem Teil des Gutachtens erfolgt zunächst nur die Betrachtung des Ist-Zustands.
2. den Plan-Zustand:
 - die modelltechnische Umsetzung des Planvorhabens erfolgt nach Konkretisierung der Planung (noch nicht Bestandteil des vorliegenden Gutachtens).

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 Modellrechnung wurde zunächst für den Status quo durchgeführt, um auf dieser Basis die klimaökologischen Auswirkungen des Planvorhabens auswerten und beurteilen zu können. Der Plan-Zustand folgt nach Konkretisierung der Planung in einem weiteren Gutachten. 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.

Bestimmungsgrundlage der Nutzungskategorisierung sowie der Strukturhöhe stellen frei verfügbare Daten wie die ALKIS-Gebäudeumrisse und ALKIS-Nutzung, ein digitales Gelände- und Oberflächenmodell sowie RGB-Luftbilder des Landes Rheinland-Pfalz unter Einbezug von Open-Street-Map-Daten dar. Die **Abbildung 3** zeigt die für das Modell umgesetzte Nutzung.

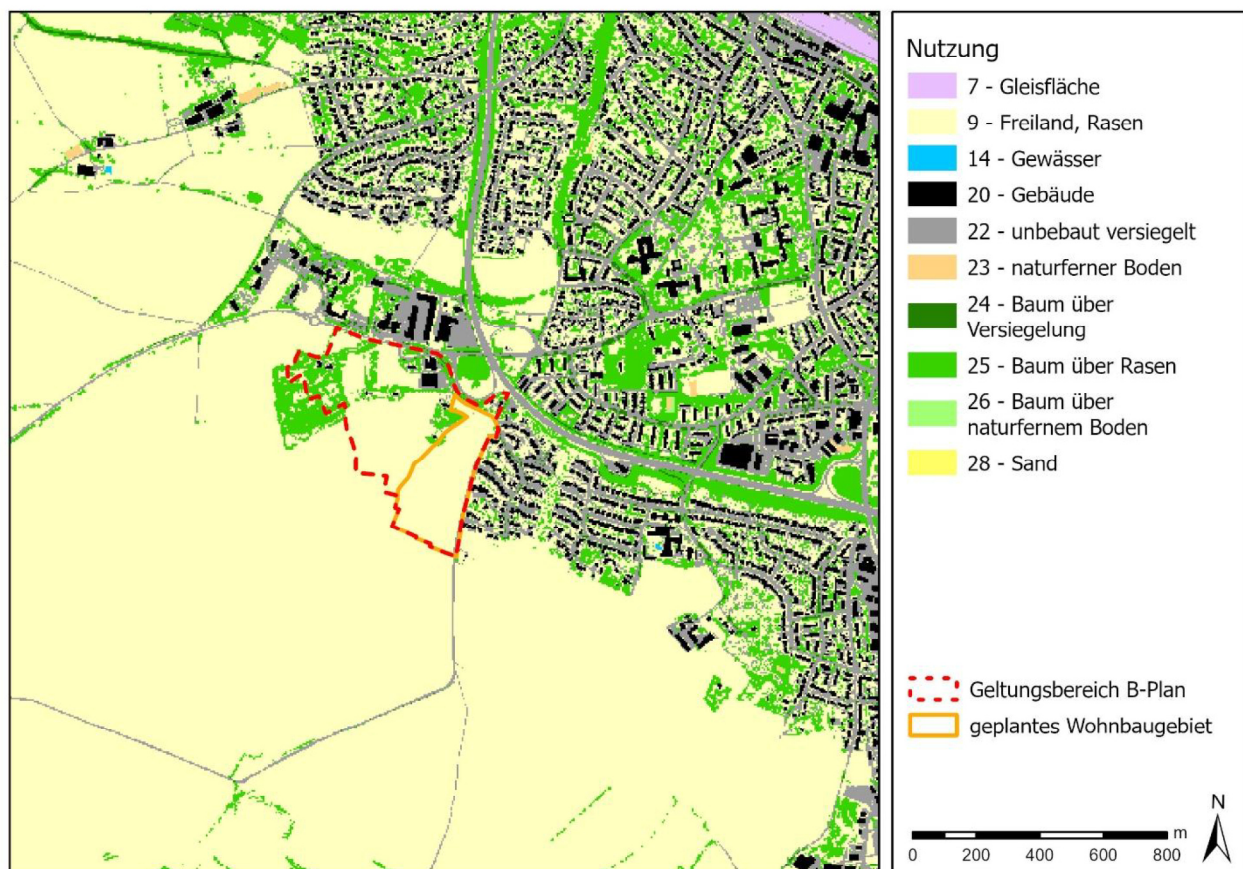


Abbildung 3: Nutzungsstruktur im Untersuchungsgebiet

Neben der Landnutzung stellt die Geländeoberfläche eine weitere wesentliche Modelleingangsgröße dar. Das Plangebiet liegt an einem Hang, an dem das Relief von Süden (ca. 160 m ü. NN) nach Nordosten (ca. 120 m ü. NN) abfällt (**Abbildung 4**). Das gesamte Untersuchungsgebiet weist ein Gefälle von Südwesten und Westen nach Nordost auf. Hier liegen die höchsten Werte bei etwa 208 m ü. NN und der niedrigste Punkt bei ca. 63 m ü. NN. 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.

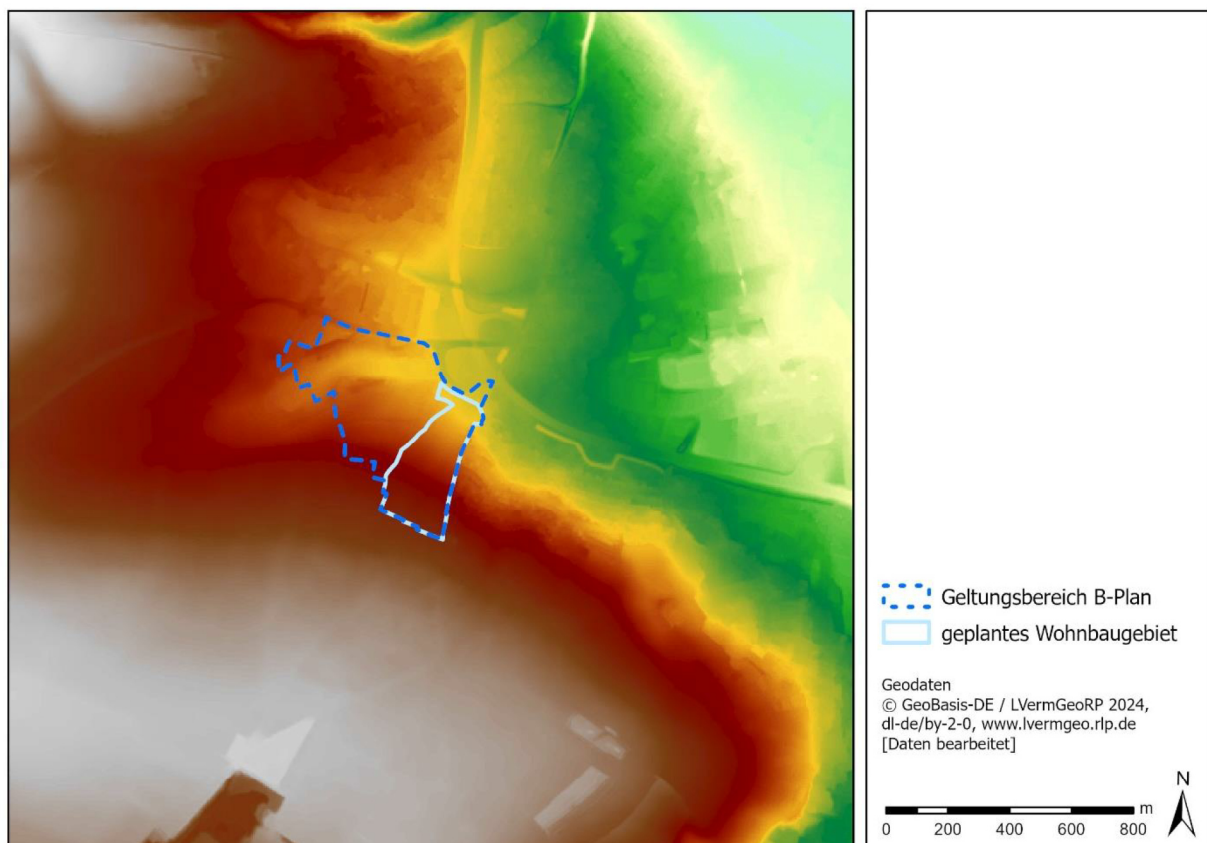


Abbildung 4: Geländehöhen im Umfeld des Plangebiets.



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 (autochthone) 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 wird durch das Relief unterstützt bzw. ergänzt, da kalte Luft über die Hänge in tiefer liegende Gebiete abfließt.

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 des Menschen 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 5** zeigt die Modellergebnisse des Ist-Zustandes im Untersuchungsgebiet in Form des nächtlichen Temperaturfeldes um 4 Uhr nachts in einer Höhe von 2 m über Grund. Im gegenwärtigen Zustand zeigt sich im Untersuchungsgebiet eine Spannweite von ca. 13,8 °C im Bereich von Frei- und Grünflächen und 20,6 °C im Bereich dichter versiegelter (Gewerbe-)gebiete. Diese stärker verdichteten und/oder versiegelten Bereiche weisen im gesamten Untersuchungsgebiet die höchsten Temperaturen um 19,0 °C und höher auf.

Mittlere Temperaturen um 16 bis 17 °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). Aber auch durchgrünte Siedlungsgebiete (insbesondere die Gartenbereiche) wie z.B. östlich der Planfläche fallen größtenteils in diese Wertespanne. Niedrigste Werte um 14 bis 15 °C zeigen sich dort, wo eine ungehinderte Wärmeausstrahlung in den Nachtstunden stattfinden kann. Dies sind unter anderem begrünte Freiflächen, wie die größeren Ackerflächen im Südwesten des Untersuchungsgebiets. Die Planfläche selbst wird zurzeit auch größtenteils ackerbaulich genutzt. Dies spiegelt sich in der mittleren nächtlichen Temperatur von 15,0 °C wider. Die Temperatur bezieht sich auf die markierte geplante Wohnbaufläche.

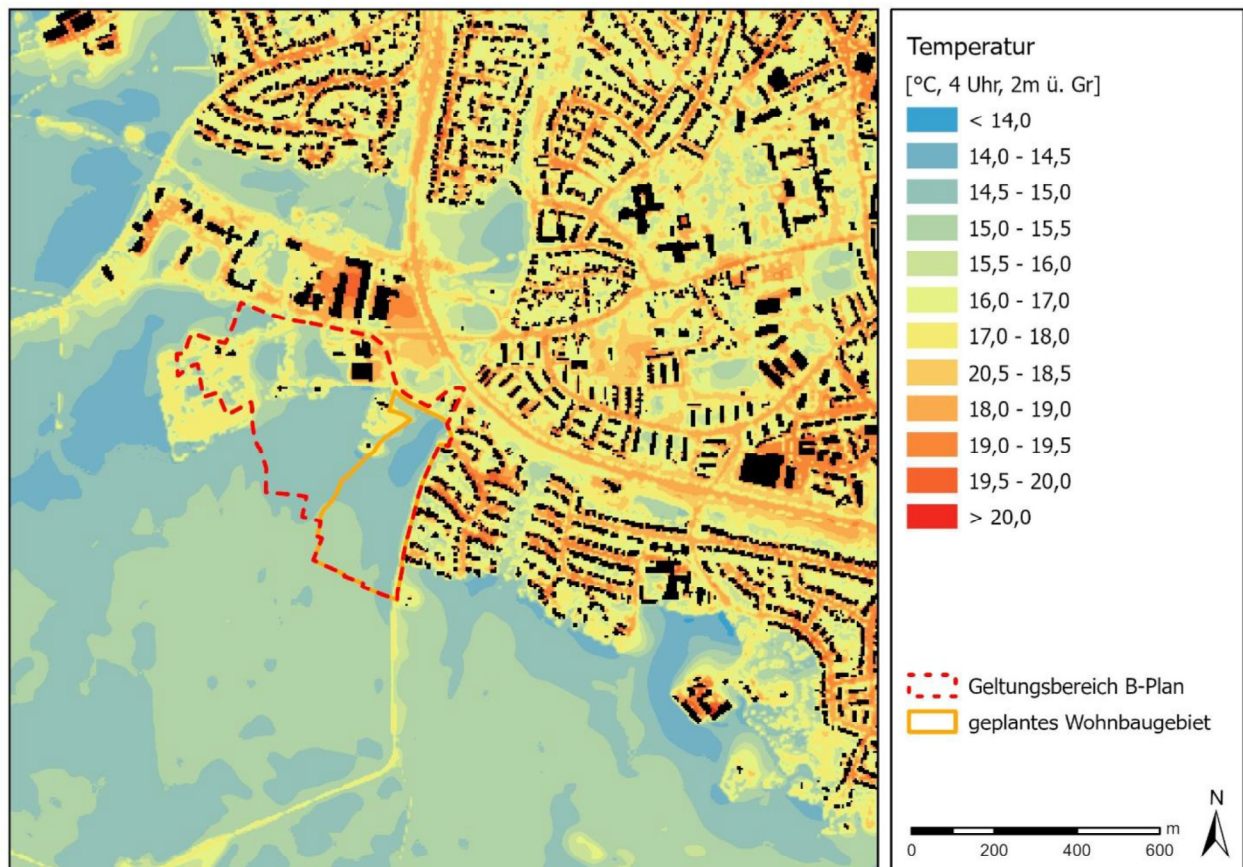


Abbildung 5: Ergebnisdarstellung der modellierten nächtlichen Lufttemperatur.

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 6**). 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

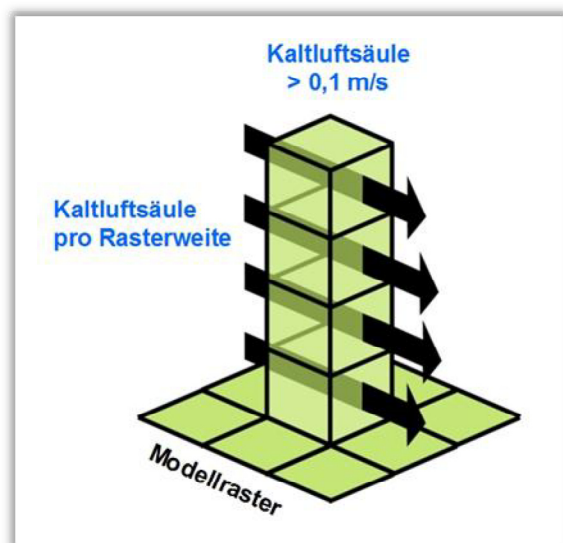


Abbildung 6: Prinzipskizze zum Kaltluftvolumenstrom.

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 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, sodass 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 der sogenannte Kaltluftvolumenstrom betrachtet.

Die **Abbildung 7** zeigt das Kaltluftströmungsgeschehen 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.

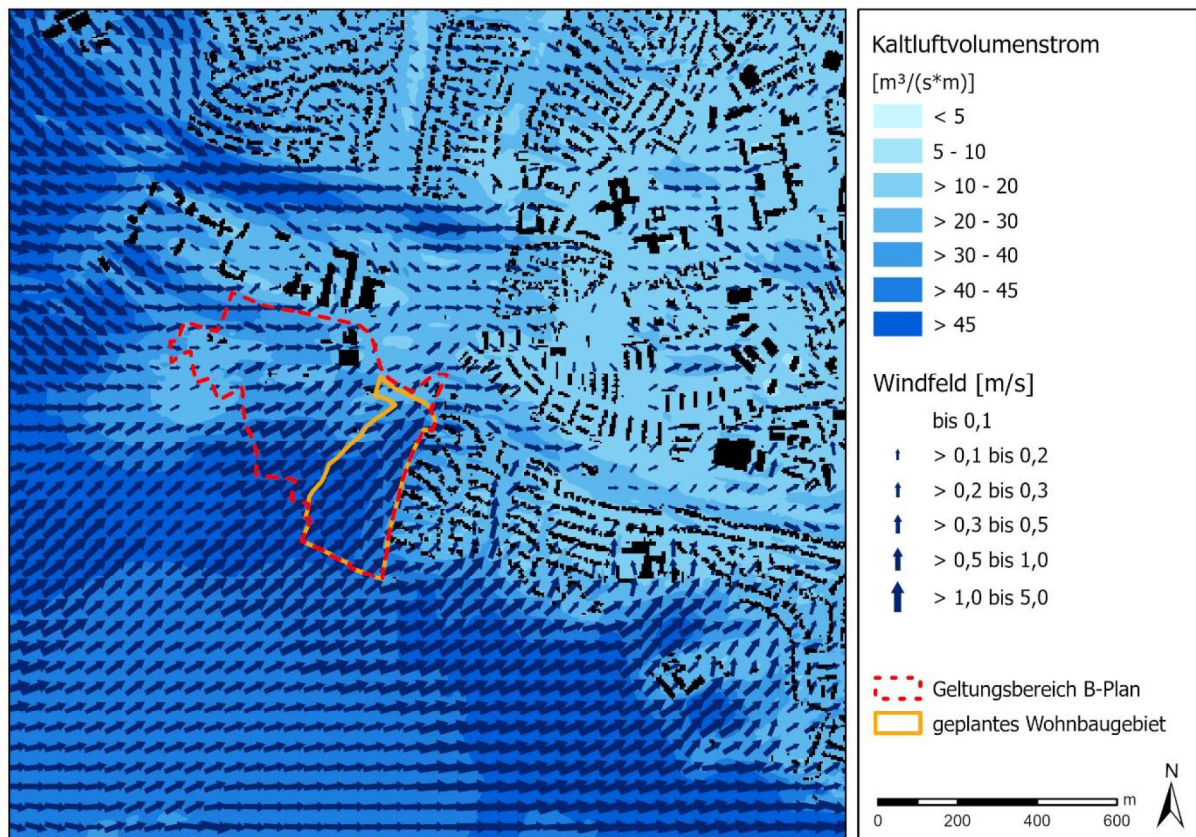


Abbildung 7: Ergebnisdarstellung des modellierten nächtlichen Kaltluftvolumenstroms des Ist-Zustands.

Die Ausprägung des Kaltluftvolumenstroms reicht im Untersuchungsgebiet von Werten unter $5 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ bis hin zu Werten von ca. $60 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$. Durch die Lage des Stadtgebiets im „Tal“ und die im Südwesten und Westen liegenden Hänge entwickelt sich eine große Kaltluftdynamik. Kaltluft strömt dem Gefälle folgend auf das Siedlungsgebiet zu. Die Planfläche wird von Südwesten überströmt. Die anströmende Kaltluft dringt zum Teil in das im Osten liegende Wohngebiet ein. Zudem strömt sie weiter in Richtung B9. Sie wird dort zum einen der Straße folgend nach Osten abgelenkt und zum anderen belüftet sie die nördlich der B9 liegende Wohnbebauung. Der mittlere Kaltluftvolumenstrom auf der geplanten Wohnbaufläche liegt bei $43,1 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$. Dies entspricht einem sehr guten Durchlüftungspotential.

4.3 Wärmebelastung am Tag

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

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.

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.

Die **Abbildung 8** zeigt die PET für den Ist-Zustand. Im gegenwärtigen Zustand weist die PET im Untersuchungsgebiet eine Spannweite von etwa 22 bis 46 °C auf. Die niedrigsten Werte (<27 °C) sind im Schattenbereich größerer Baumgruppen modelliert. Größere Gebäude zeigen einen Schattenbereich mit Werten um 33 bis 35 °C, während unbeschattete Freiflächen großflächig eine starke bis extrem starke Wärmebelastung (> 35 °C) aufweisen. Hierbei heizen sich am Tag (im Gegensatz zur Nacht) Grünflächen (ohne Baum- und Strauchstandorte) und versiegelte Flächen ähnlich stark auf. Höchste Werte (> 41 °C) und damit eine extreme Wärmebelastung sind im Bereich dichter Bebauung und großer Versiegelung sowie fehlender Schattenbereiche zu finden und auch beispielsweise im unbeschatteten Straßenraum der Wohngebiete. Die mittlere PET der geplanten Wohnbaufläche im Ist-Zustand beträgt 38,5 °C und spiegelt damit die starke Wärmebelastung auf den Ackerflächen wider, die den größten Teil des Areals ausmachen.

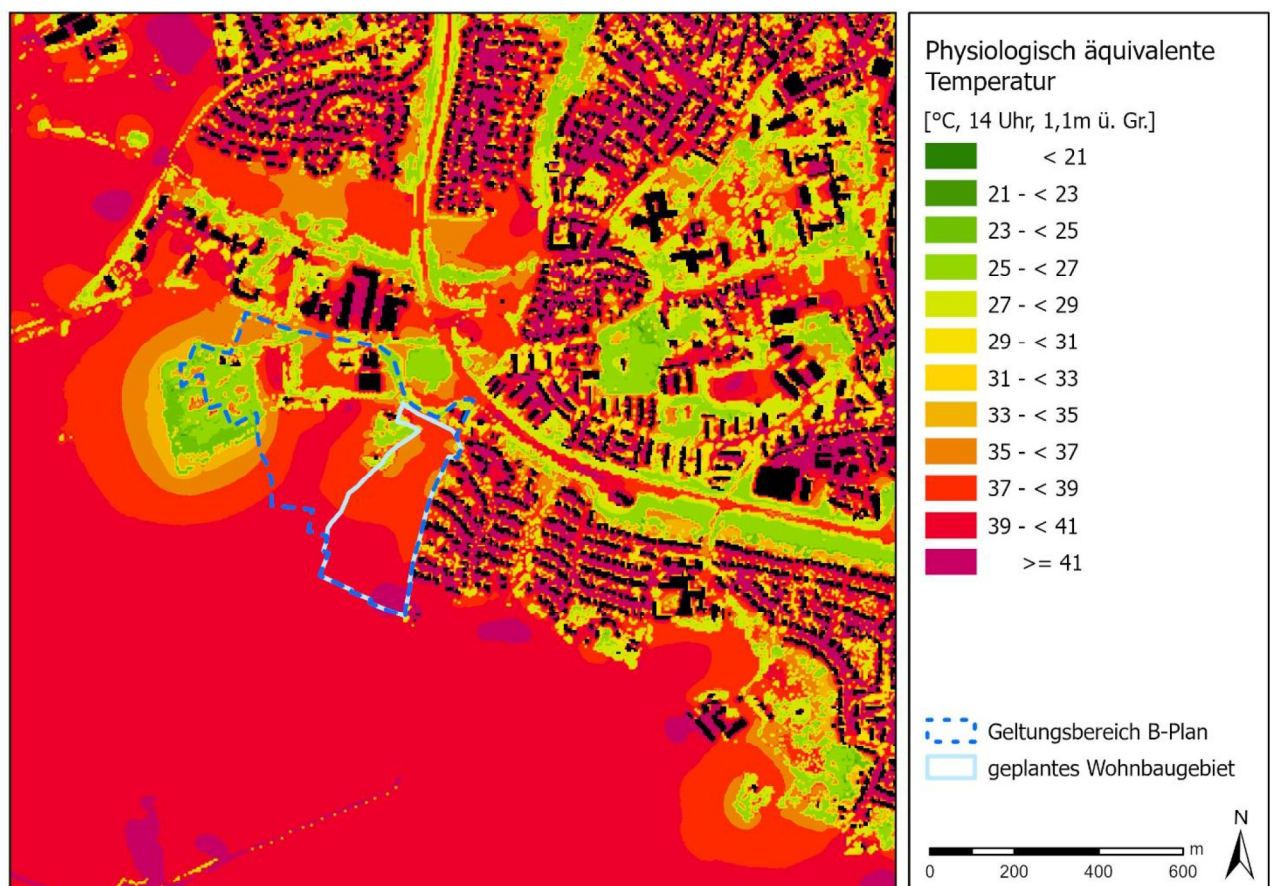


Abbildung 8: Ergebnisdarstellung der modellierten Wärmebelastung am Tag im Ist-Zustand.

5. Schlussfolgerung und planerische Hinweise

Durch die modellgestützte Analyse der Ist-Situation wurde die klimaökologische Ausgangssituation für das Umfeld des B-Plans „Burgerbergweg II“ in Andernach untersucht.

In der modellierten Ist-Situation zeigt das Plangebiet eine günstige humanbioklimatische Situation in der Nacht. Das Areal weist einen hohen Ackerflächenanteil auf, so dass es in den Nachtstunden gut auskühlen kann. Die Umgebung der Planfläche weist neben weiteren Ackerflächen vor allem lockere Siedlungsgebiete mit vornehmlich günstiger bioklimatischer Situation und vereinzelte stärker verdichtete Gewerbeareale mit entsprechend höheren nächtlichen Temperaturen auf.

Das bodennahe Strömungsfeld und der Kaltluftvolumenstrom im Untersuchungsgebiet wird großräumig vor allem durch das Abströmen von Kaltluft aus den im Südwesten und Westen liegenden Hängen dominiert, was zu einer großen Kaltluftdynamik führt. Das Plangebiet wird dementsprechend von Südwesten nach Nordosten überströmt und zeigt ein sehr gutes Durchlüftungspotential. Aus der Planfläche wird das im Osten angrenzende Wohngebiet belüftet. Zudem fließt die Kaltluft bis zur B9 und von dort in die nördlich angrenzende Bebauung sowie entlang der Straße nach Osten.

Am Tage zeigt sich ein heterogenes Bild der klimatischen Belastung. Unverschattete Flächen (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.

Auf der Planfläche ist für den an die bestehende Bebauung angrenzenden Teil die Ausweisung eines neuen Wohnbaugebiets geplant. Es ist davon auszugehen, dass es durch das größere Bauvolumen und die größere Versiegelung auf der Fläche nach Umsetzung der Planungen zu steigenden Temperaturen in der Nacht kommt. Die Gebäude und Straßen/Wege speichern tagsüber Wärme, die sie in den Nachtstunden abgeben. Gleichzeitig reduziert sich der Grünflächenanteil, der nachts schnell auskühlt, so dass die Kaltluftproduktion sinken wird.

Auch das lokale Strömungssystem wird sich durch die Neubebauung verändern. Die neuen Wohnhäuser werden die Strömung auf der Fläche ausbremsen und umlenken, so dass weniger Kaltluft in den angrenzenden Gebieten ankommen wird. Inwieweit dies zu signifikanten Veränderungen in den umliegenden Siedlungsgebieten führen wird, kann erst durch die Modellrechnung der Plan-Situation quantifiziert werden.

Tagsüber zeigt die Fläche des geplanten Wohnbaugebiets zurzeit eine starke Wärmebelastung. Auch nach der Umsetzung des B-Plans ist zum Teil eine starke und auch extrem starke Wärmebelastung zu erwarten ähnlich wie in den bereits bestehenden Wohngebieten, da durch die Bebauung neue versiegelte Bereiche ebenso wie Bauvolumen hinzukommen. Durch eine Überplanung der Fläche kommen einerseits Schattenflächen entlang der neuen Gebäude hinzu. Andererseits erhöht sich an sonnenexponierten Fassaden die Belastung durch Mehrfachreflexionen. Zudem wird es durch die Pflanzung von Bäumen in Gärten und im Straßenraum auch neue Schattenbereiche geben, in denen die PET entsprechend niedriger ausfällt.

Aus klimaökologischer Sicht muss der Fokus bei der Umsetzung des Wohnbaugebiets zum einen auf der Erhaltung einer möglichst guten Durchströmbarkeit des Gebiets und zum anderen auf die Schaffung eines Quartiers mit einem hohen Grünanteil in den Gärten aber auch im Straßenraum liegen. Ziel

sollte sein, die Durchlüftung der angrenzenden Wohngebiete nicht zu stark einzuschränken und gleichzeitig eine durchgrünte Siedlung mit einem günstigen Humanbioklima zu schaffen.

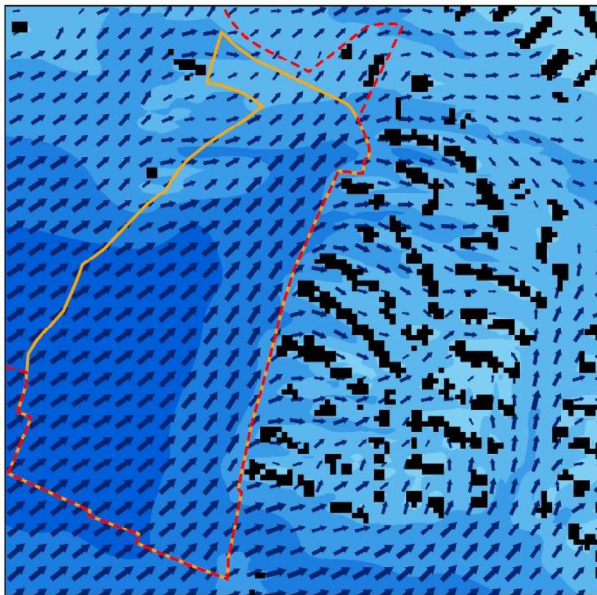


Abbildung 9: Bodennahes Strömungsfeld und Kaltluftvolumenstrom

Bei der Ausweisung von Grundstücken und der Festlegung der Straßenverläufe im neuen Wohnbaugebiet wird empfohlen, das Strömungsgeschehen mit zu berücksichtigen. **Abbildung 9** zeigt einen detaillierten Blick auf das Strömungsgeschehen im Bereich der geplanten Wohnbaufläche. Um den Zustrom in die Bestandswohnsiedlung nicht zu stark einzuschränken, ist es empfehlenswert den östlichen Rand der Wohnbaufläche, der an den Bestand grenzt, als einen gut durchströmbaren Grünstreifen zu erhalten. Dies kann z.B. als parkähnliche Ausgestaltung erfolgen (ähnlich wie zwischen den beiden Bestandsiedlungen im Osten der Abbildung erkennbar), um den Bereich gleichzeitig am Tage als Aufenthaltsort nutzbar zu machen. Auch der Zustrom der Kaltluft auf die Fläche

sollte nicht durch eine barriereartige Bebauung unterbunden werden. Ziel ist es das Einströmen der Kaltluft in die Planfläche und in die östlich angrenzende Bebauung zu ermöglichen. Idealerweise erfolgt hierzu eine strömungsparallele Bebauung der Fläche. Nach Norden in Richtung B9 sollte ebenfalls darauf geachtet werden, die Bebauung nicht barriereartig auszubilden, um das Ausströmen aus der Fläche auch weiterhin zu ermöglichen. Eine insgesamt lockere gut durchströmbare Anordnung der Gebäude ist empfehlenswert.

Die Wohnbaufläche selbst sollte einen möglichst großen Grünanteil aufweisen, um die Kaltluftproduktion und das nächtliche Auskühlen nicht zu stark abzumindern und eine gute Aufenthaltsqualität am Tage zu gewährleisten. Die Gartenflächen in Wohngebieten leisten zumeist den größten Beitrag zum Grünanteil. Hierbei kühlen freie Rasenflächen nachts schnell aus und produzieren Kaltluft. Für die Tagsituation sind schattenspendende Bäume ein gutes Mittel, um eine starke oder extrem starke Wärmebelastung (im Garten) zu vermeiden. Gleichzeitig ist es wichtig, auch den Versiegelungsgrad durch Straßen und Zuwegungen möglichst gering zu halten. Nötige Parkplatzflächen sollten mit einer Teilversiegelung (Rasengittersteine oder auch versickerungsfähiges Pflaster) versehen werden. Auch Fußwege können teilversiegelt gestaltet werden. Insbesondere für den Langsamverkehr ist es wichtig, dass ausreichend schattenspendende Elemente (Straßenbäume) vorhanden sind, die ein Fortkommen im Schatten ermöglichen. Spielplätze oder Parks bieten zusätzlich die Möglichkeit, den Grünanteil im Wohngebiet zu erhöhen und bieten Treffpunkt und Rückzugsort für die vor Ort lebende Bevölkerung. Es wird empfohlen, die Grünflächen vielfältig auszugestalten. Hier hat sich das „Savannenprinzip“ bewährt. Es sieht neben größere Freiflächen auch Baumstandorte für den Aufenthalt im Schatten an heißen Tagen vor und kann weitere Elemente zum Beispiel Brunnen oder Wasserspielplätze enthalten, die ebenfalls ausgleichend auf hohe Temperaturen am Tage wirken.

Für die Gebäude wird empfohlen die sonnenexponierten Fassaden zu beschatten. Dies kann idealerweise über Bäume erfolgen, aber auch technische Lösungen wie Markisen sind möglich. Außerdem



kann auch eine Fassadenbegrünung in Betracht gezogen werden, vor allem wenn die Pflanzung von Bäumen nicht möglich ist. Die Begrünung schützt die Gebäudehülle vor zu starker Erwärmung und trägt durch die Verdunstungskühlung ebenfalls zu einem besseren Humanbioklima am Tage bei. Auch die Dachbegrünung ist ein gutes Mittel, um die Gebäudehülle vor zu starker Erwärmung zu schützen. Die Effekte der (extensiven) Dachbegrünung sind je nach Gebäudehöhe in Bodennähe aber nicht mehr spürbar. Die oberen Geschosse profitieren aber durchaus. Des Weiteren wird empfohlen, für die Gestaltung der Fassaden und Bodenbeläge helle Farben zu nutzen, um die Wärmespeicherung am Tage gering zu halten.

Auf Grundlage der zurzeit vorliegenden Informationen ist davon auszugehen, dass unter Berücksichtigung der Hinweise ein Wohngebiet mit einer günstigen humanbioklimatischen Situation und gesunden Wohnverhältnissen geschaffen wird. Die Kaltluftversorgung der Fläche ist aufgrund der Lage in direkter Nähe von Kaltluftproduktionsflächen und im Bereich der anströmenden Kaltluft ist als gut bis sehr gut anzusehen. Wie stark die neue Bebauung die Kaltluft in den umliegenden Wohngebieten reduziert, lässt sich erst mit der zu einem späteren Zeitpunkt geplanten Modellierung der Plan-Situation quantifizieren. Die Bestandswohngebiete östlich der Planfläche und der angrenzenden Bebauung zeigen im Mittel ein gutes Durchlüftungspotential, so dass eine ähnliche Ausprägung auch für die Wohngebiete im direkten Umfeld der B-Planfläche erwartbar ist.

Zusammenfassend lässt sich festhalten:

Ist-Zustand:

- Das Plangebiet als vornehmlich Ackerfläche zeigt im Ist-Zustand eine günstige humanbioklimatische Situation in der Nacht.
- Die Umgebung der Planfläche ist vielfältig. Es sind sowohl humanbioklimatisch ungünstige Gebiete (vor allem Gewerbeflächen z.B. im Norden der B-Plan-Fläche) als auch Ausgleichsflächen (vor allem Ackerflächen) vorhanden. Wohngebiete haben eine lockere Struktur mit einem günstigen Humanbioklima.
- Die Wohnbaufläche wird von Kaltluft aus den im Südwesten liegenden Hängen erreicht und weist im unbebauten Zustand ein sehr gutes Durchlüftungspotenzial auf. Aus der Fläche werden zum Teil die im Osten angrenzende Siedlung sowie die nördlich gelegene Wohnbebauung belüftet.
- Tagsüber zeigt die PET im Untersuchungsgebiet eine heterogene Ausprägung mit wenig bis gar nicht belasteten Grünarealen bis zu stark belasteten Siedlungs- und Gewerbegebieten.

Hinweise für eine für eine möglichst klimaangepasste Umsetzung der Nachverdichtung:

- **Berücksichtigung der nächtlichen Strömungssituation:**
 - Keine barriereartige Bebauung, dichte Heckenpflanzung oder Pflanzung von dichten Baumgruppen auf der geplanten Wohnbaufläche, die das Einströmen in die Planfläche verhindern würden.
 - Idealerweise Freihaltung eines parkähnlichen Grünstreifens im Osten der Fläche, um die Belüftung der Bestandsbebauung zu erhalten.
 - Insgesamt lockere Bebauung der Wohnbaufläche.



- **Schaffung eines durchgrünten Quartiers, das in den Nachstunden gut auskühlt und tagsüber verschattete Rückzugsmöglichkeiten bietet:**
 - Großer Grünanteil mit Gartenflächen, Spielplätzen und Parkarealen.
 - Vielfältige Ausgestaltung der Freiflächen nach dem „Savannen-Prinzip“.
 - Einsatz von Straßenbäumen, vor allem für ein Fortkommen des Langsam-Verkehrs im Schatten.
 - Verringerung der Versiegelung z.B. durch versickerungsfähiges Pflaster oder Rasengittersteinen auf Parkplatzflächen.
- **Klimaangepasste Bauweise für Neubauten, um ein gutes Innenraumklima zu schaffen und die Wärmespeicherung gering zu halten:**
 - Beschattung der Südwestfassaden wo umsetzbar, vorzugsweise mit Bäumen, alternativ mit technischen Lösungen (z.B. Markisen) oder Fassadenbegrünung, um die Wärmespeicherung zu verringern.
 - Einsatz von Dachbegrünung zur Verringerung der Wärmespeicherung in der Gebäudehülle.
 - Einsatz heller Oberflächenbeläge (Fassaden und Bodenbeläge).

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/themenuebersicht/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 (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 04.12.2024

Erstellt von:



Eva Hohlfeld (Dipl. Geographie)

Geprüft von:



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.