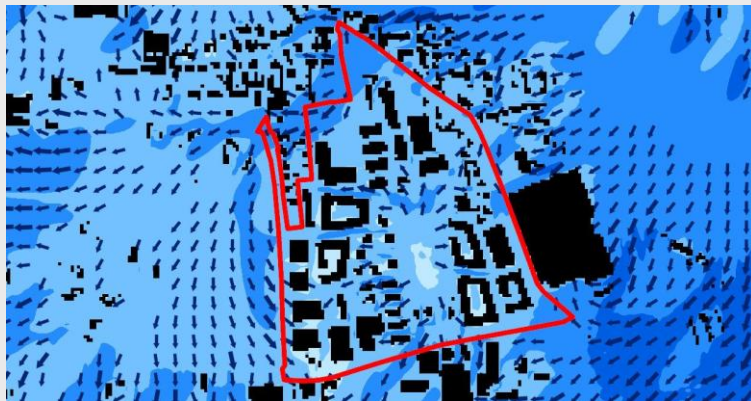
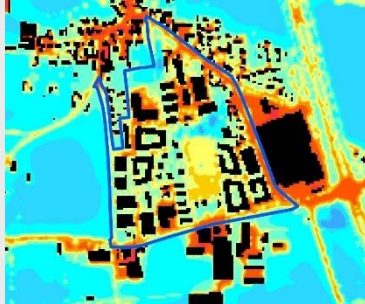


Klimaökologisches Gutachten zum B-Plan Nr. 4675 Buch Süd in Nürnberg



Auftraggeberin:

DHW Immobilien GmbH
Muggenhofer Str. 135
90429 Nürnberg



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 Nürnberg.....	3
2.3	Untersuchungsansätze.....	5
3.	Methodik	6
3.1	Modelleingangsdaten	6
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	17
5.	Schlussfolgerung und planerische Hinweise.....	20
6.	Quellen	26

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht zum Untersuchungsraum.....	1
Abbildung 2: Ausschnitt aus dem Vorentwurf des Rahmenplans „Beim BAST“ vom 19.12.2024. Quelle: COLOURED FIELDS, GEHL 2024	2
Abbildung 3: Planungshinweiskarte für einen Ausschnitt des Nürnberger Stadtgebiets (GEO-NET 2014). Roter Umriss: Lage des Plangebiets.	4
Abbildung 4: Kaltluftvolumenstrom und Windfeld aus dem Stadtklimagutachten für die Stadt Nürnberg (Ausschnitt) (GEO-NET 2014). Roter Umriss: Lage des Plangebiets.	5
Abbildung 5: Klassifizierte Landnutzung des Ist-Zustandes (oben) und des Plan-Zustandes (unten, gezoomte Ansicht) in 5 m-Auflösung.	7
Abbildung 6: Geländehöhen im Umfeld des Plangebiets.	8
Abbildung 7: Ergebnisdarstellung der modellierten nächtlichen Lufttemperatur für den Ist-Zustand.	11
Abbildung 8: Nächtliche Temperatur (4 Uhr, 2m ü. Grund)) 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: Modellierter Wärmebelastung am Tag (PET) im Plan-Zustand (oben). Differenz der Physiologisch Äquivalenten Temperatur (unten).....	19
Abbildung 15: Jahresmitteltemperaturen von 1881 bis 2022 in Nürnberg (oben) und Prognose der Anzahl heißer Tage bis 2100 in Nürnberg, Referenzperiode 1971-2000 (unten).	22

1. Einleitung

Die DHW Immobilien GmbH beabsichtigt die Umsetzung des B-Plans Nr. 4675 Buch Süd in Nürnberg. Auf dem Gelände eines ehemaligen Hefewerks soll ein multifunktionales Quartier entstehen. Das Areal befindet sich im ländlichen geprägten Stadtteil Buch im Norden Nürnbergs.

In der vorliegenden Expertise wird analysiert, inwieweit die Umsetzung des B-Plans Nr. 4675 die humanbioklimatische 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 1720 x 1780 m 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. In Kapitel 5 werden die für Nürnberg und Buch zu erwartenden Änderungen des Klimas kurz erläutert und eingeordnet. 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.

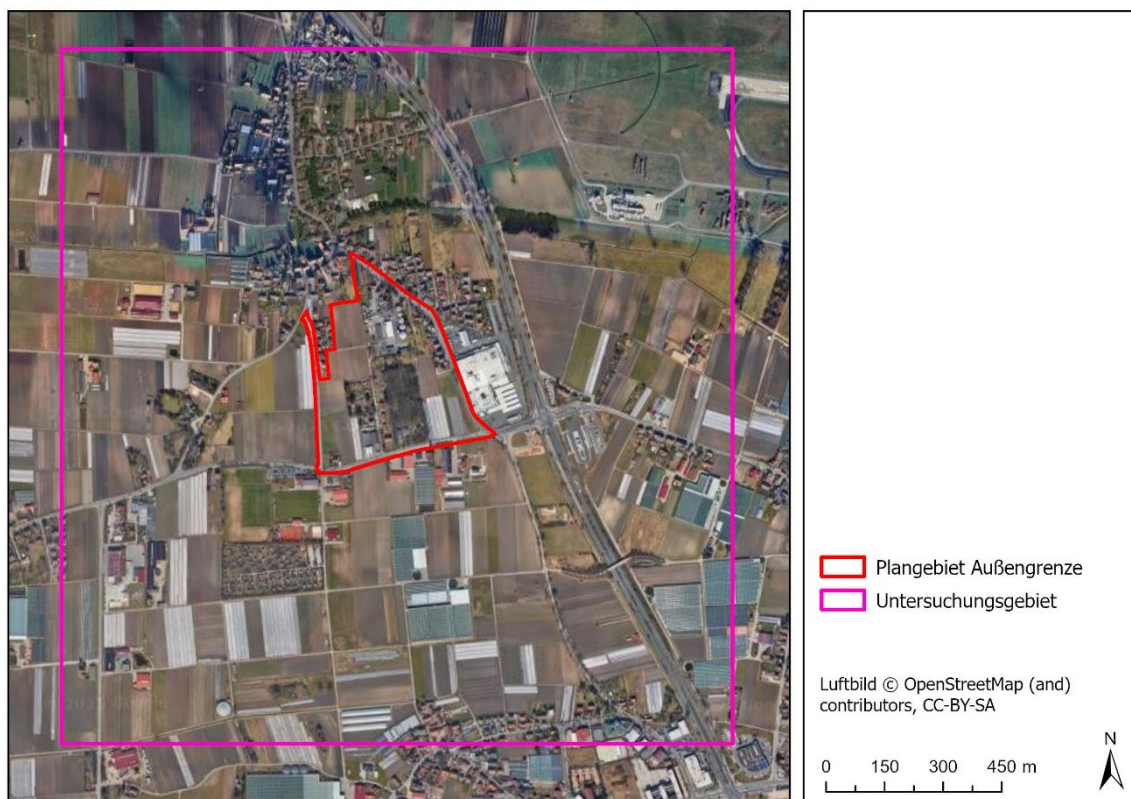


Abbildung 1: Übersicht zum Untersuchungsraum.

2. Grundlagen

2.1 Vorgesehene Planung

Die **Abbildung 2** zeigt einen Ausschnitt aus dem vorläufigen Rahmenplan von Dezember 2024. Die Planung sieht die teilweise Erhaltung und Umnutzung des alten Hefewerks im nördlichen Teil des Geländes vor. Hier erfolgt eine gewerbliche Nutzung, da aufgrund des Fluglärms keine Wohnnutzung möglich ist. Im südlichen Teil des Areals ist dahingegen hauptsächlich Wohnnutzung in unterschiedlicher Ausgestaltung (Reihenhäuser, Blockbebauung und Punkthäuser) vorgesehen. Das kleine Wäldchen im Plangebiet soll erhalten bleiben und zur Erholungsnutzung ausgestaltet werden. Das Viertel wird größtenteils autofrei gestaltet. Der ruhende Verkehr findet in verschiedenen Quartiersgaragen Platz. Die Reihenhäuser haben eigene Carports, deren Dächer als Garten genutzt werden können. Alle neuen Gebäude werden mit einer Dachbegrünung geplant.



Abbildung 2: Ausschnitt aus dem Vorentwurf des Rahmenplans „Beim BAST“ vom 19.12.2024.

Quelle: COLOURED FIELDS, GEHL 2024

2.2 Gesamtstädtische Klimaanalyse Nürnberg

Die **Abbildung 3** zeigt ausschnittsweise die Planungshinweiskarte aus dem Gutachten „Stadtklimagutachten - Analyse der klimaökologischen Funktionen für das Stadtgebiet von Nürnberg“ das von Geo-Net im Jahr 2014 fertig gestellt wurde (Geo-Net 2014).

Das Plangebiet liegt ländlich im Stadtteil Buch. Es schließt Siedlungsflächen mit einer sehr günstigen und günstigen bioklimatischen Situation ein. Diese Flächen haben eine mittlere Empfindlichkeit gegenüber einer Nutzungsintensivierung. Eine Nachverdichtung ist unter Berücksichtigung klimaökologischer Aspekte möglich. Die im Planareal eingeschlossenen Freiflächen haben eine geringe bioklimatische Bedeutung und damit eine geringe Empfindlichkeit gegenüber einer Nutzungsintensivierung. Lediglich das kleine Wäldchen (welches auch in Zukunft erhalten bleiben soll) zeigt eine mittlere bioklimatische Bedeutung.

Abbildung 4 zeigt einen Ausschnitt der Karte des Kaltluftvolumenstroms und des bodennahen Windfelds aus dem gesamtstädtischen Gutachten von 2014 zur Verdeutlichung der Strömungssituation. Die Planfläche weist im nördlichen Teil einen sehr hohen Kaltluftvolumenstrom auf, während das restliche Areal vornehmlich von einem hohen Kaltluftvolumenstrom geprägt ist. Die übergeordnete Strömungsrichtung im Areal ist von Nordosten nach Südwesten. Zu beachten ist, dass in der Klimaanalyse mit einer Auflösung von 25m keine Gebäude oder Einzelbäume als Hindernis aufgelöst werden konnten.

In der vorliegenden Untersuchung mit einer Auflösung von 5m können auch diese „kleinen“ Hindernisse abgebildet werden. Sie klärt die Frage, inwieweit die geplante Bebauung die Strömung beeinflusst und, ob Auswirkungen auf die umliegenden Siedlungsgebiete zu erwarten sind. Außerdem wird die bioklimatische Situation auf der Planfläche beurteilt.



Wirkungsräume

Siedlungsflächen

Ungünstige bioklimatische Situation

Siedlungsräume mit hoher bioklimatischer Belastung. Sehr hohe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Keine weitere Verdichtung, Verbesserung der Durchlüftung und Erhöhung des Vegetationsanteils, Erhalt aller Freiflächen, Entsiegelung und ggf. Begrünung von Blockinnenhöfen.

Weniger günstige bioklimatische Situation

Siedlungsräume mit mäßiger bioklimatischer Belastung. Hohe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Möglichst keine weitere Verdichtung, Verbesserung der Durchlüftung und Erhöhung des Vegetationsanteils, Erhalt aller Freiflächen, Entsiegelung und ggf. Begrünung von Blockinnenhöfen.

Günstige bioklimatische Situation

Siedlungsstruktur mit geringer bioklimatischer Belastung und günstigeren Bedingungen. Mittlere Empfindlichkeit gegenüber nutzungsintensivierenden Eingriffen bei Beachtung klimaökologischer Aspekte. Baukörperstellung beachten, Bauhöhen möglichst gering halten.

Sehr günstige bioklimatische Situation

Vorwiegend offene Siedlungsstruktur mit guter Durchlüftung. Günstiges Bioklima erhalten. Mittlere Empfindlichkeit gegenüber nutzungsintensivierenden Eingriffen bei Beachtung klimaökologischer Aspekte. Baukörperstellung beachten, Bauhöhen möglichst gering halten.

— Höhenlinien 10m-Abstand

— Straßen- und Gleisflächen

— Gewässer

Ausgleichsräume

Grün- und Freiflächen

Geringe bioklimatische Bedeutung

Freiflächen mit geringem Einfluss auf Siedlungsgebiete. Geringe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung.

Mittlere bioklimatische Bedeutung

Freiflächen mit mittlerem Einfluss auf Siedlungsgebiete. Mittlere Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Maßvolle Bebauung, die den lokalen Luftaustausch nicht wesentlich beeinträchtigt, ist möglich.

Hohe bioklimatische Bedeutung

Hohe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Luftaustausch mit der Umgebung erhalten. Bei Eingriffen Baukörperstellung beachten sowie Bauhöhen möglichst gering halten.

Sehr hohe bioklimatische Bedeutung

Sehr hohe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Vermeidung von Austauschbarrieren gegenüber bebauten Randbereichen, Emissionen reduzieren.

Einwirkungsbereiche der Kaltluftentstehungsgebiete

— Wirkungsbereich der lokal entstehenden Strömungssysteme innerhalb der Bebauung

Luftaustausch

↑ Kaltluftleitbahn

Hauptströmungsrichtung der Flurwinde in den Grün- und Freiflächen

Volumenstrom

↑ Mäßig

↑ Hoch

↑ Sehr hoch

Bevölkerungsdaten

— Bioklimatisch ungünstige Siedlungsflächen mit hoher Einwohnerdichte

— Bioklimatisch ungünstige Siedlungsflächen mit hoher Einwohnerdichte und einem hohen Anteil sehr junger und/oder alter Menschen

Abbildung 3: Planungshinweiskarte für einen Ausschnitt des Nürnberger Stadtgebiets (GEO-NET 2014). Roter Umriss: Lage des Plangebiets.

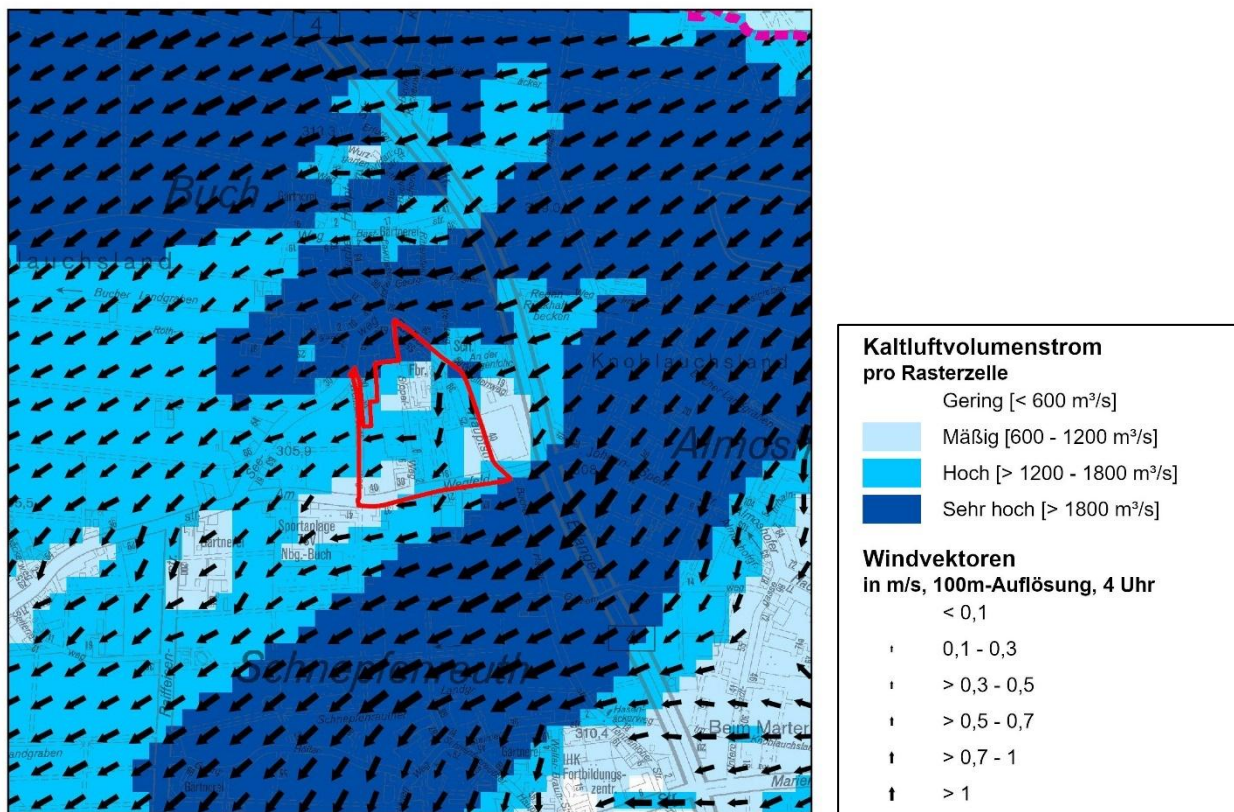


Abbildung 4: Kaltluftvolumenstrom und Windfeld aus dem Stadtklimagutachten für die Stadt Nürnberg (Ausschnitt) (GEO-NET 2014). Roter Umriss: Lage des Plangebiets.

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.
2. den Plan-Zustand:
 - modelltechnische Umsetzung des Planvorhabens auf Grundlage des aktuellen Planungsstands (Rahmenplanvorentwurf des B-Plans Nr. 4675 Buch Süd (Stand 19.12.2024)).



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 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.

Bestimmungsgrundlage der Nutzungskategorisierung stellen neben den Planungsunterlagen (ausschließlich Plangebiet) frei verfügbare Daten wie die ALKIS-Gebäudeumrisse und ALKIS-Nutzung, ein digitales Gelände- und Oberflächenmodell sowie RGB-Luftbilder des Landes Bayern unter Einbezug von Open-Street-Map-Daten dar. Die Umsetzung des Planvorhabens erfolgte auf Grundlage des Rahmenplanvorentwurfs des B-Plans Nr. 4675 Buch Süd (Stand Dezember 2024). Die in die Modellierung eingegangenen Eingangsdaten zeigt die **Abbildung 5**.

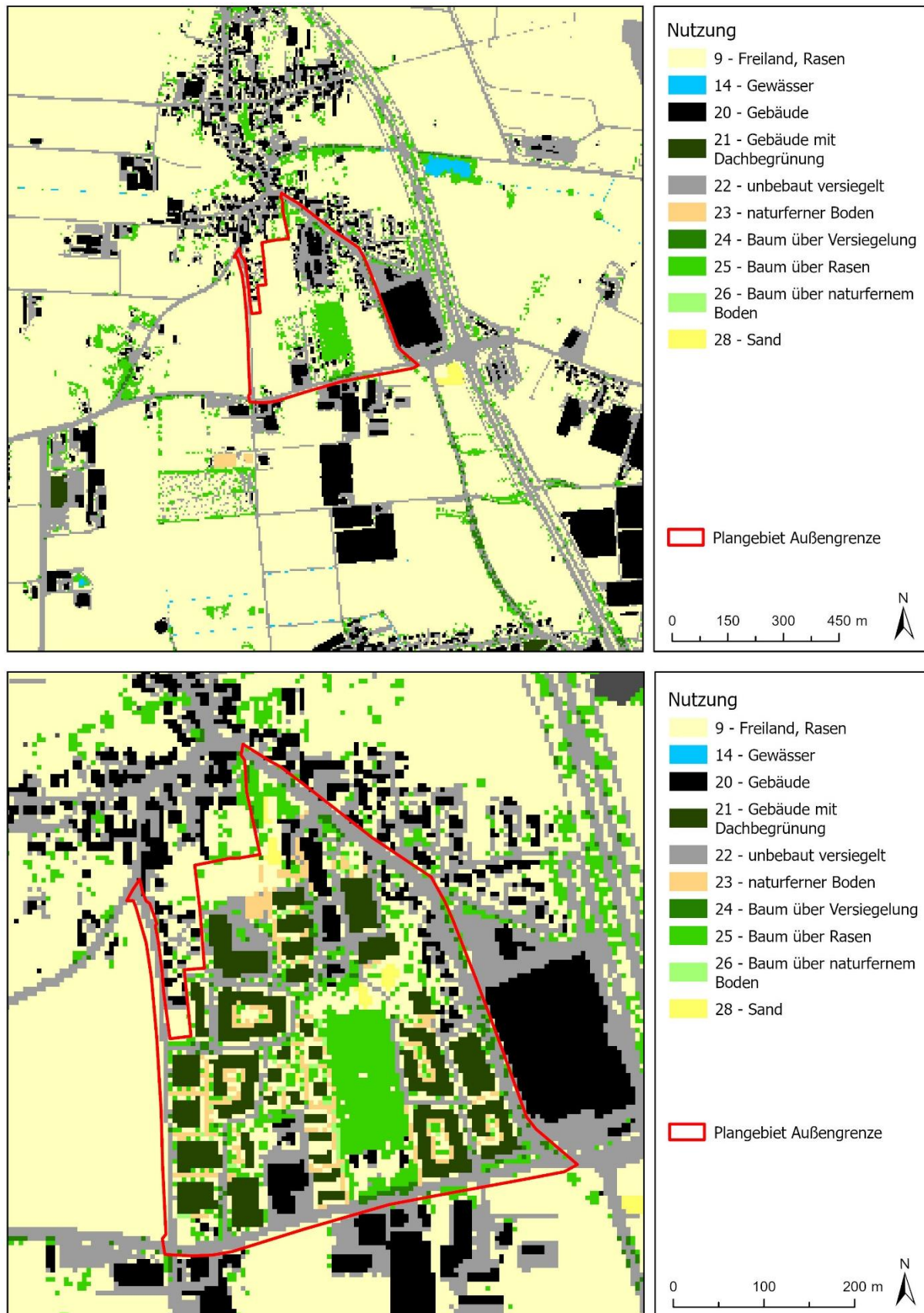


Abbildung 5: Klassifizierte Landnutzung des Ist-Zustandes (oben) und des Plan-Zustandes (unten, gezoomte Ansicht) in 5 m-Auflösung.

Neben der Landnutzung stellt die Geländeoberfläche eine weitere wesentliche Modelleingangsgröße dar. Das Plangebiet liegt auf etwa 306 m ü. NN (**Abbildung 6**). Das Untersuchungsgebiet ist kleinteilig mit der höchsten Erhebung im Norden und Südosten bei etwa 311 m ü. NN. Der niedrigste Bereich mit etwa 301 m ü. NN befindet sich im Südwesten und Westen. Dazwischen ergeben sich kleinteilige Erhöhungen. 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 Rechnung.

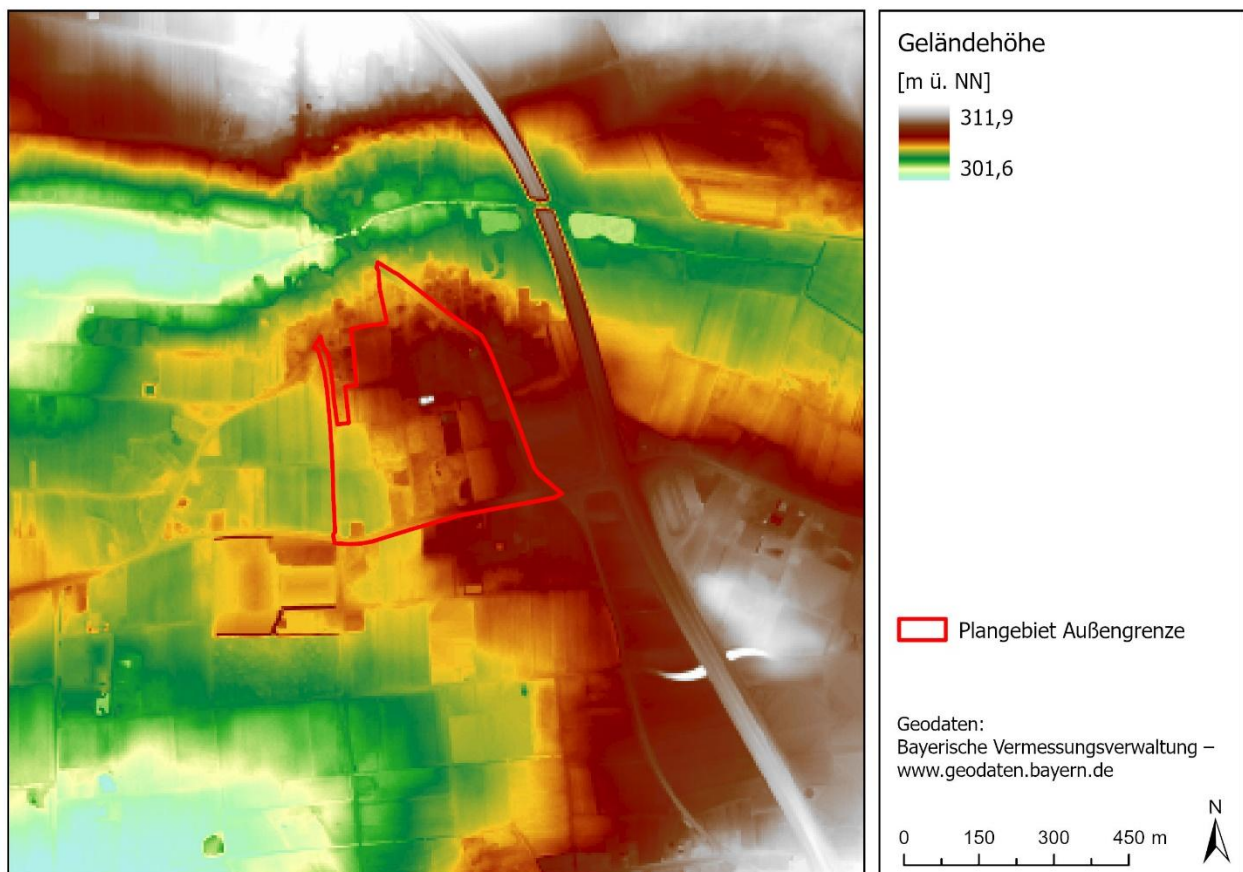


Abbildung 6: Geländehöhen im Umfeld des Plangebiets.



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 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 sich bei gleichzeitiger Wärmebelastung in den Siedlungsflächen 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 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 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. 14,5 °C im Bereich der großen Ackerflächen und über 20 °C vor allem in stark versiegelten Arealen (Dorfkern Buch, Metro). Diese Bereiche ohne nennenswerten Grünanteil 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 (Wald auf dem Planareal) 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). Auch Gartenflächen und lockere Siedlungsgebiete fallen in diese Temperaturspanne. Niedrigste Werte um 15 °C zeigen sich dann im Bereich der großen Ackerflächen. Die mittlere nächtliche Temperatur auf dem Planareal liegt bei 17,0 °C und spiegelt die Heterogenität der Fläche mit freien Ackerflächen, Waldgebiet, Siedlungs- und Gewerbeflächen wider.

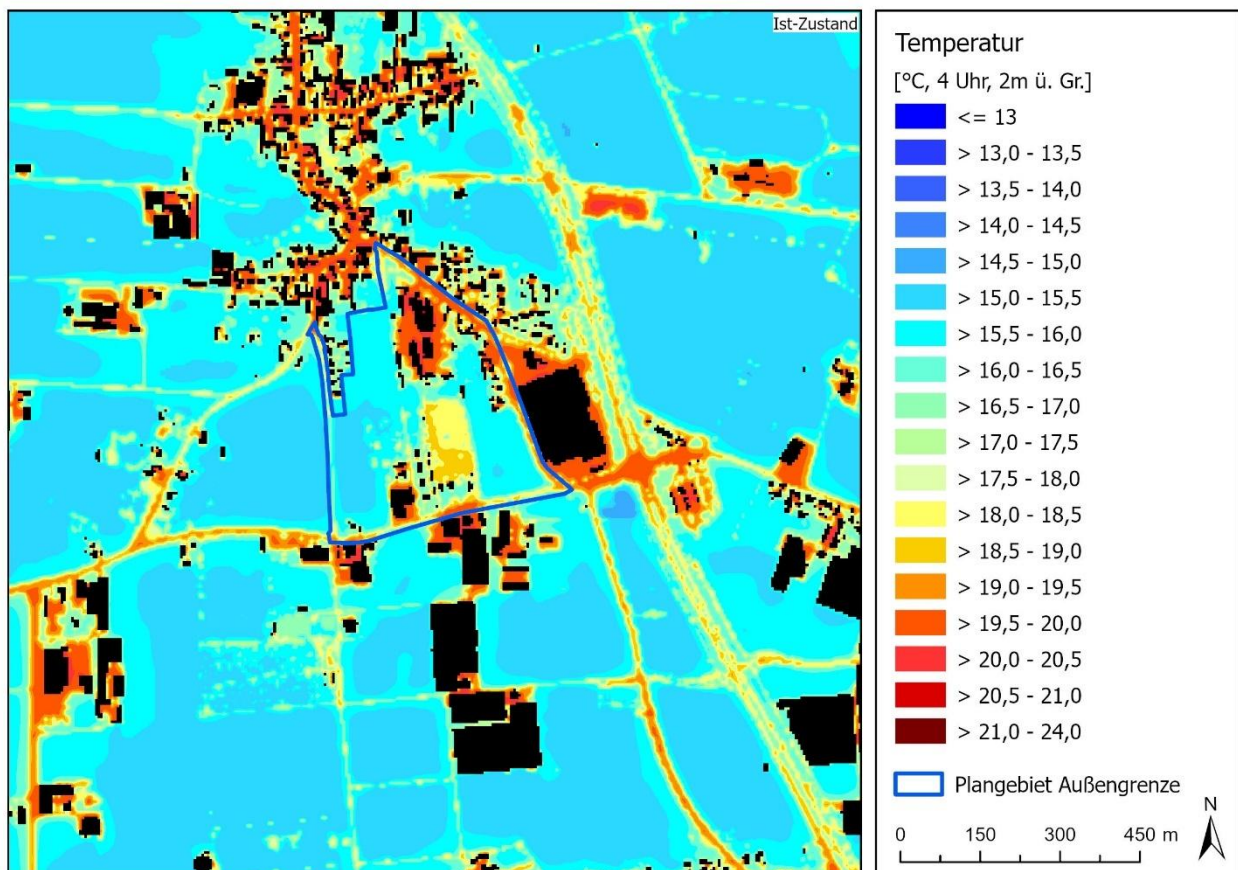


Abbildung 7: Ergebnisdarstellung der modellierten nächtlichen Lufttemperatur für den Ist-Zustand.

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 auf das direkte Umfeld des Plangebiets. Auf den jetzigen Freiflächen kommen einige neue Gebäude hinzu, die für eine Erhöhung der Temperaturen in diesem Bereich sorgen. Das Umfeld der neuen Gebäude wird mit einer guten Grünausstattung geplant. Zusätzlich werden viele Wege teilversiegelt. Dadurch kann sich die für lockere, durchgrünte Siedlungsgebiete typische gute humanbioklimatische Situation fast überall einstellen. Eine Ausnahme ist das Schulgelände im Norden. Hier liegt noch keine konkrete Planung vor und es wurde bisher ein relativ hoher Versiegelungsanteil vorgesehen, der in den Nachtstunden für erhöhte Temperaturen sorgt. Durch sensible Nutzung „Schule“ ist hier für die zukünftige Planung ein besonderes Augenmerk auf einen hohen Grünanteil wichtig. Im nördlichen Teil des Planareals wird Gewerbe angesiedelt und das ehemalige Hefewerk zum Teil umgenutzt. Im Vergleich zum Ist-Zustand wird die Versiegelung rund um das Werk etwas aufgelockert, aber insgesamt bleibt der Versiegelungsgrad wie für Gewerbeareale typisch höher mit den entsprechend höheren Temperaturen. Die mittlere nächtliche Temperatur im Plangebiet beträgt im Planzustand 17,9 °C und ist damit leicht gestiegen im Vergleich zum Ist-Zustand.

Besser sichtbar werden die Veränderungen durch die neuen Planungen in **Abbildung 8** 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 4,8 K. Im Mittel ergibt sich für das Plangebiet eine Erhöhung der Temperatur um 0,9 K. Die Veränderungen beschränken sich auf das Plangebiet selbst und befinden sich in einem moderaten Rahmen.

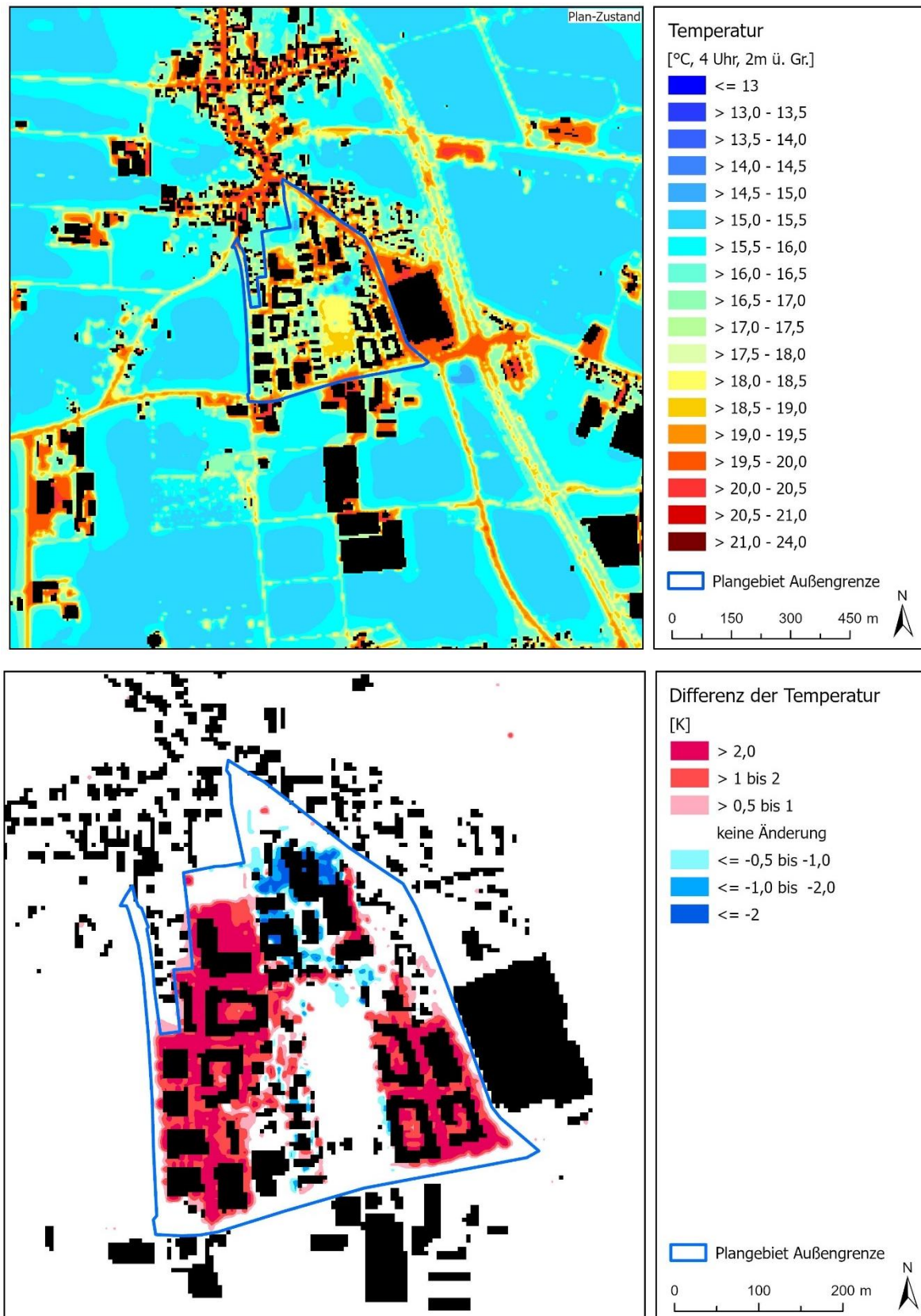


Abbildung 8: Nächtliche Temperatur (4 Uhr, 2m ü. Grund)) im Plan-Zustand (oben). Differenz zwischen Ist- und Plan-Zustand bei der nächtlichen Temperatur (unten).

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 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.

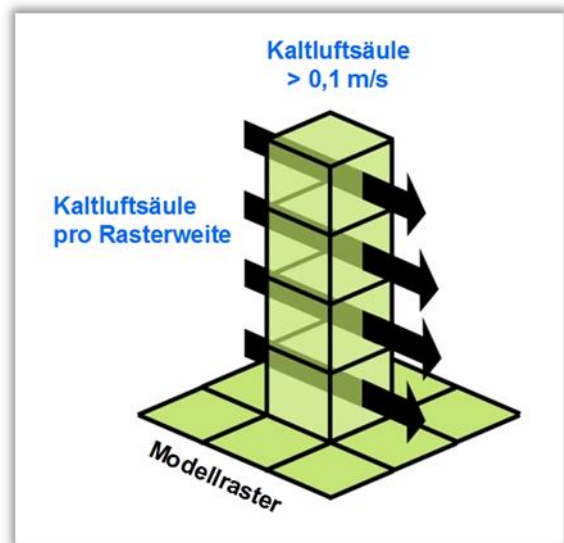


Abbildung 9: Prinzipskizze zum Kaltluftvolumenstrom.

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 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 Windpfeilen dargestellt wird. Die Windpfeile wurden zur besseren Übersicht auf 30 m aggregiert. So

kann analysiert werden auf welche Weise ein Siedlungsraum im Allgemeinen sowie im besonders relevanten bodennahen Bereich durchlüftet wird.

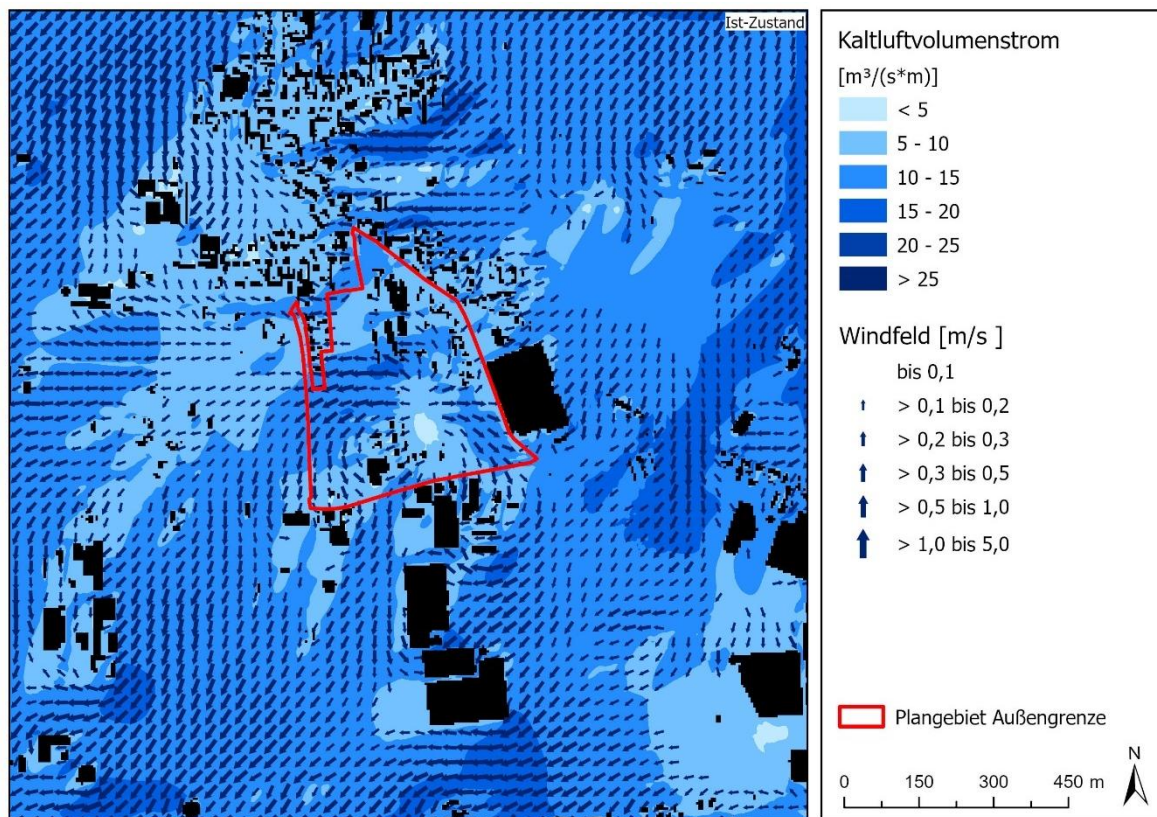


Abbildung 10: Ergebnisdarstellung des modellierten nächtlichen Kaltluftvolumenstroms des Ist-Zustands.

Die Ausprägung des Kaltluftvolumenstroms reicht im Untersuchungsgebiet von Werten unter $5 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ bis hin zu Werten von knapp über $20 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$. Das großräumige Strömungsgeschehen im Umfeld von Buch zeigt ein Abströmen von Kaltluft aus Nordosten nach Südwesten in Richtung des Zentrum Nürnbergs. Lokal wird die Strömung durch die Siedlung abgelenkt. Das Planareal wird im südlichen Teil mit Kaltluft aus dem kleinen Wald versorgt. Hier findet ein kreisförmiges Ausströmen in alle Himmelsrichtungen statt, da Wärmepunkte wie die Metro aber auch das Hefewerk Kaltluft anziehen. Gleichzeitig findet auch aus dem Planareal ein Abströmen nach Südwesten statt. Der Norden der Fläche wird von Kaltluft aus Nordosten erreicht. Im Mittel ergibt sich für die Planfläche ein Kaltluftvolumenstrom von $9,5 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$, was einem mäßigen Kaltluftdurchlüftungspotential entspricht.

In **Abbildung 11** ist die Strömungssituation im Planfall zu sehen. Grundsätzlich bleibt das Strömungsgeschehen auf der Planfläche erhalten. Das heißt, dass weiterhin ein Ausströmen der Kaltluft aus dem Wäldchen stattfindet und nun die neue Wohnbebauung belüftet. Durch die eher locker angeordneten Punkthäuser im Westen des Walds kann die Kaltluft das ganze bebaute Areal erreichen. Lediglich einige Innenhofbereiche zeigen Kaltluftvolumenstromwerte unter $5 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$. Da die Bereiche mit einem großen Grünanteil geplant sind, können sie aber selbst Kaltluft produzieren, was sich auch in den vergleichsweise niedrigen nächtlichen Temperaturen wiederfindet. Der nördliche Teil der Planfläche wird auch weiterhin vor allem von Kaltluft aus dem Nordosten erreicht. Hier liegt beispielsweise auch das Grundstück für den geplanten Schulstandort, der mit einem Kaltluftvolumenstrom von etwa $9 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ umströmt wird, was einem mäßigen Durchlüftungspotential entspricht. Da die Nutzung der

Schule auf die Tagstunden beschränkt ist, hat die Ausprägung der nächtlichen Parameter aber insgesamt weniger Relevanz für die Beurteilung des Standorts. Insgesamt nimmt der Kaltluftvolumenstrom durch die Hinderniswirkung der neuen Gebäude auf der Planfläche auf $7,4 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ im Mittel ab und liegt damit an der eines mäßigen Durchlüftungspotentials.

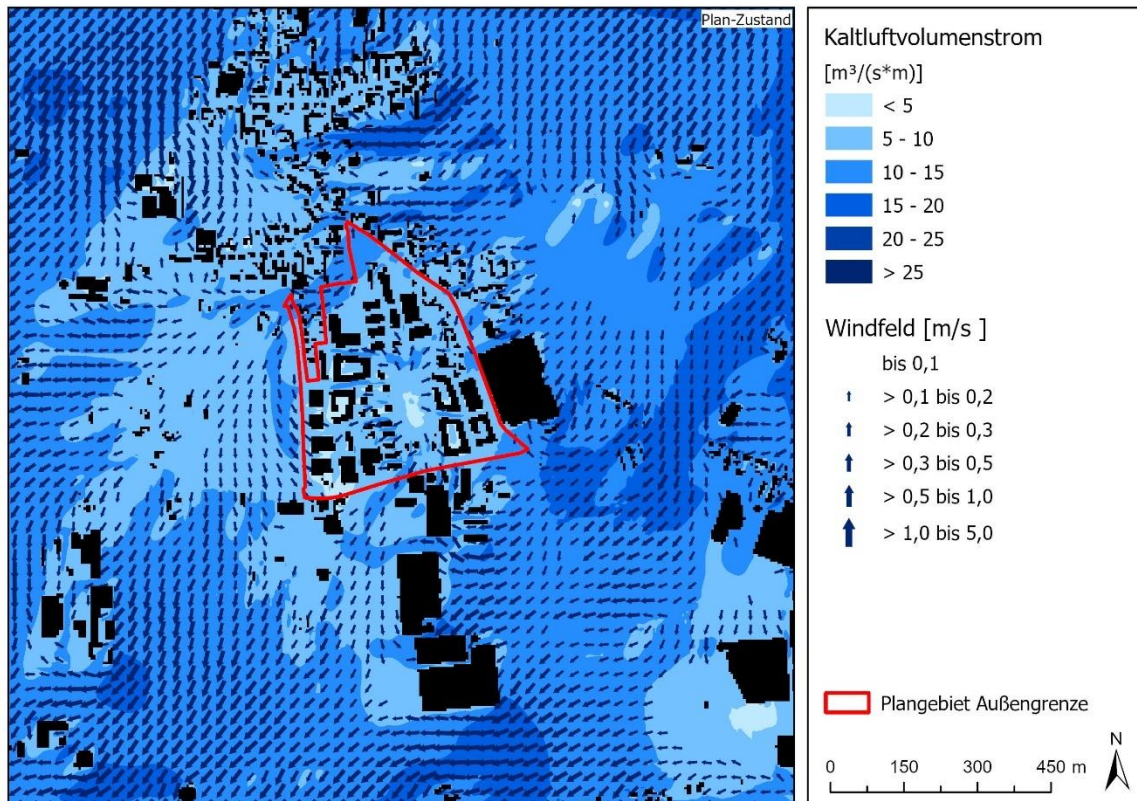


Abbildung 11: Ergebnisdarstellung des modellierten nächtlichen Kaltluftvolumenstroms des Plan-Zustands.

Durch die neuen Gebäude kommt es zu Veränderungen in der Strömung, die durch die Differenzendarstellung in **Abbildung 12** verdeutlicht wird. Oben ist die Veränderung der **absoluten** Werte zu sehen und unten ist die **prozentuale** Veränderung gezeigt. Die absoluten Veränderungen des Kaltluftvolumenstroms zeigen Veränderungen ab $2,5 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$. Die Veränderungen beschränken sich vor allem auf das Plangebiet selbst. Dies liegt auch daran, dass das Kaltluftvolumenstrom insgesamt mäßig ausgeprägt ist und daher auch in der Ist-Situation keine sehr hohen Werte vorliegen. Die größten Abnahmen finden sich dort, wo durch die neuen Gebäude eine große Hinderniswirkung vorliegt. Dies ist vor allem im Bereich der in Westen liegenden Blockrandbebauung der Fall. Hier sinkt der Kaltluftvolumenstrom kleinräumig bis über $10 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$.

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 des Kaltluftvolumenstrom vor allem im nördlich und östlich des Plangebiets (in absoluten Werten größtenteils vernachlässigbar unter $1 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ und durch lokale Effekte durch die Neubebauung hervorgerufen), kommt es auf dem überplanten Areal selbst und westlich und südlich darüber hinaus zu Abnahmen des Kaltluftvolumenstroms von über 10 %. Die betroffenen Bereiche sind größtenteils Ackerflächen, aber auch Kleingartenanlagen

und ein Sportplatz mit Vereinsheim gehören dazu. Im Westen liegen zudem einige Einzelhöfe, die aber nur randlich von den Abnahmen betroffen sind und zudem eine sehr gute humanbioklimatische Situation aufweisen.

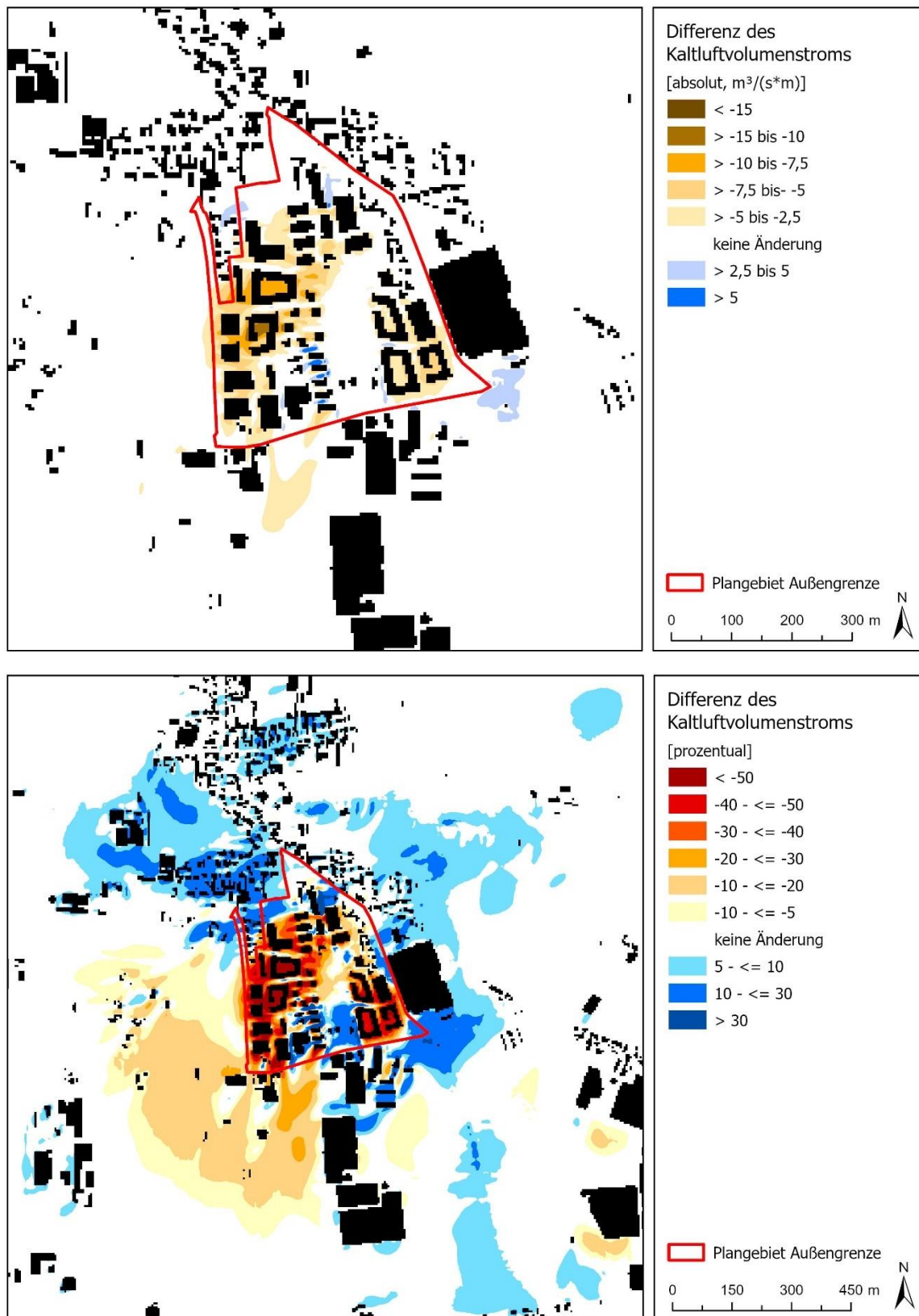


Abbildung 12: Differenz des Kaltluftvolumenstroms. Oben absolute Werte, unten prozentualer Anteil.

Große Abnahmen des Kaltluftvolumenstroms über 20 % sind vor allem auf das direkte Umfeld der neuen Bauten beschränkt und betreffen daher größtenteils die Planfläche selbst. Die Bestandsbebauung auf der Fläche (vor allem im westlichen Teil) ist, ebenso wie Wohnbebauung außerhalb des Plangebiets (Einzelhöfe im Westen), nur randlich von größeren Abnahmen des Kaltluftvolumenstroms betroffen. Zusätzlich zeigen diese Bereiche eine günstige humanbioklimatische Situation in der Ist- und der Plan-Situation, so dass es durch die Neuplanungen auf dem Areal des ehemaligen Hefewerks zu keiner klimaökologisch relevanten Reduzierung des Kaltluftvolumenstroms in Siedlungsgebieten kommt. Nach der VDI-Richtlinie 3787 können also keine „hohen vorhabenbedingten Auswirkungen“ auf die humanbioklimatische Situation relevanter Siedlungsgebiete festgestellt werden. Hinweis: Die VDI-Richtlinie 3787 Blatt 5 wird zurzeit überarbeitet und demnächst in überarbeiteter Form erscheinen.

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 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 2 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 13** zeigt die PET für den Ist-Zustand. Im gegenwärtigen Zustand weist die PET im Untersuchungsgebiet eine Spannweite von etwa 20 bis knapp 46 °C auf. Die niedrigsten Werte (<28 °C) sind im Schattenbereich größerer Baumgruppen (z.B. Wäldchen auf der Planfläche) und im Bereich des kleinen Teichs im Osten der Planfläche modelliert. Größere Gebäude zeigen einen Schattenbereich mit Werten unter 35 °C, während unbeschattete Freiflächen (z.B. Ackerflächen) großflächig eine starke bis extrem starke Wärmebelastung (> 35 °C) aufweisen. Hierbei heizen sich am Tag (im Gegensatz zur Nacht) Rasenflächen (ohne Baum- und Strauchstandorte) und versiegelte Flächen ähnlich stark auf. Höchste Werte (> 41 °C) und damit eine extreme Wärmebelastung sind auch im Bereich dichter Bebauung und großer Versiegelung sowie fehlender Schattenbereiche zu finden (z.B. im Bereich der Dorfstraße in Buch). Die mittlere PET des Plangebiets im Ist-Zustand beträgt 36,9 °C und liegt damit im Bereich einer starken Wärmebelastung.

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.

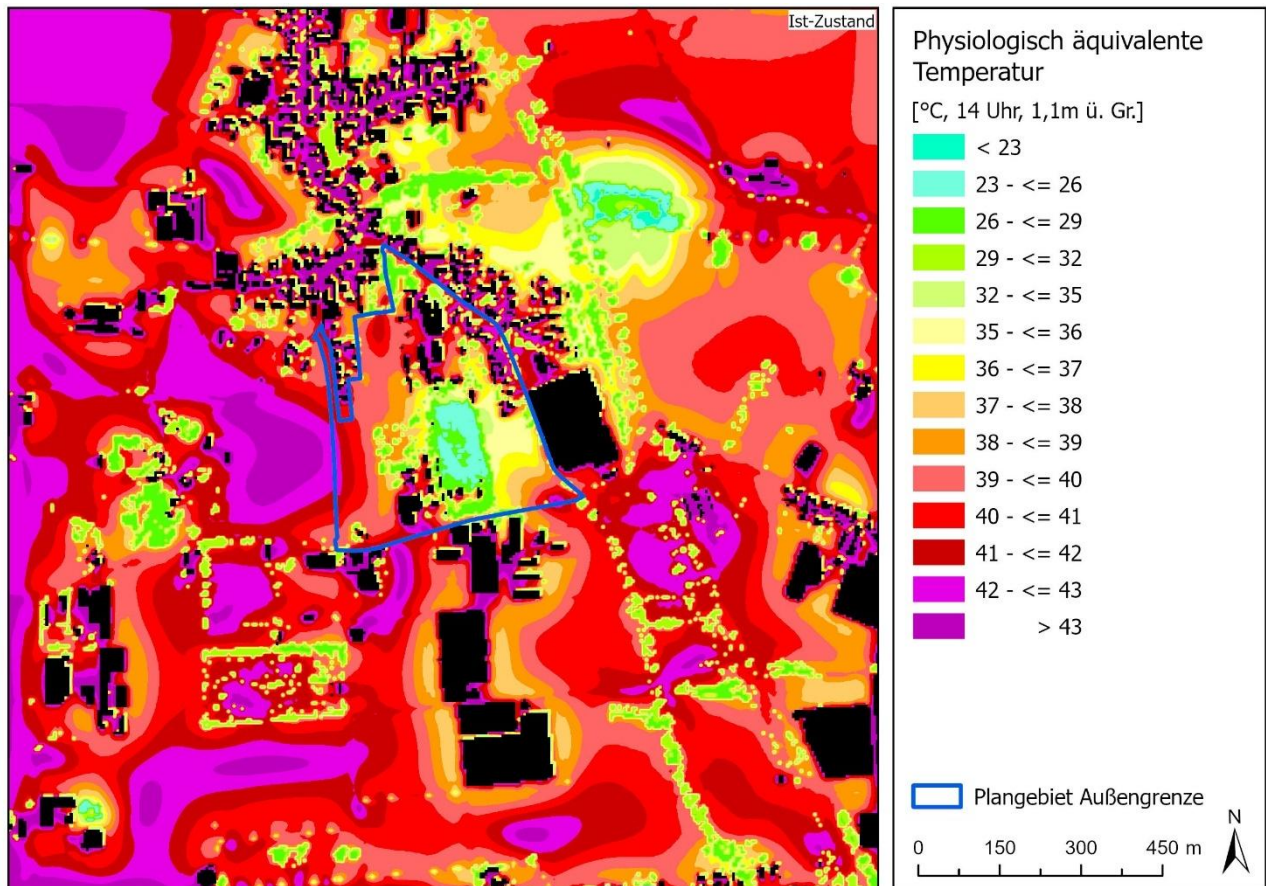


Abbildung 13: Ergebnisdarstellung der modellierten Wärmebelastung am Tag im Ist-Zustand.

Die **Abbildung 14** 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. Wo neue Schattenflächen entstehen (z.B. durch Gebäude und Baumpflanzungen) sinken die Temperaturen. Dort wo Vegetation wegfällt, kommt es auch zu einer Erhöhung der PET-Werte.

Deutlicher werden die Veränderungen bei der Betrachtung der Differenzendarstellung in **Abbildung 14** unten. Die überplanten Areale zeigen kleinräumig Abnahmen aber auch Zunahmen der PET je nachdem welche Planungen vorgesehen sind. Die mittlere PET für das Plangebiet ist durch die Zunahme von Schattenflächen mit 35,7 °C mehr als 1 °C niedriger als im Ist-Zustand.

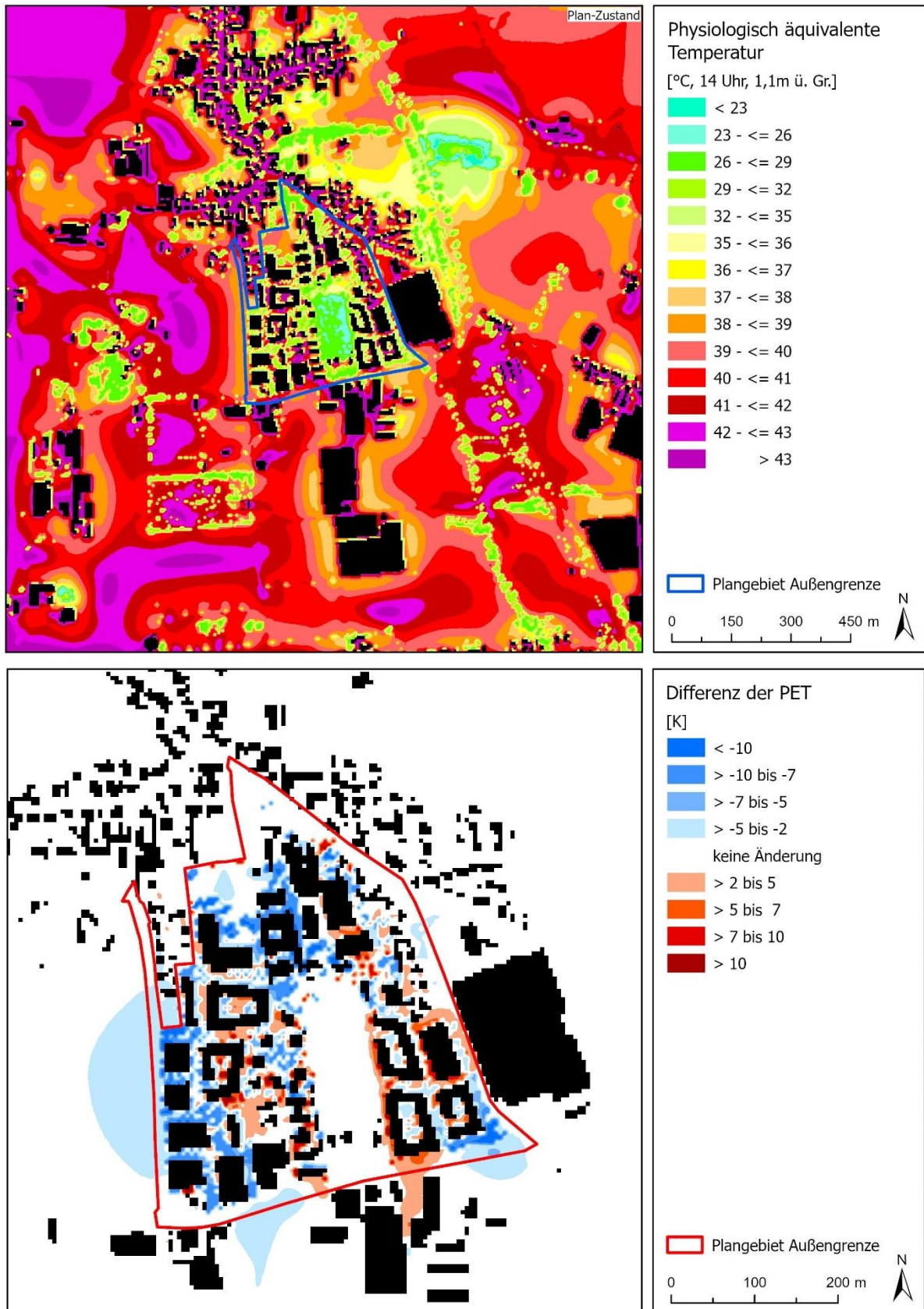


Abbildung 14: Modellierter Wärmebelastung am Tag (PET) im Plan-Zustand (oben). Differenz der Physiologisch Äquivalenten Temperatur (unten).

5. Schlussfolgerung und planerische Hinweise

Durch die modellgestützte Analyse wurden die planungsbedingten Auswirkungen auf das Humanbioklima anhand einer Gegenüberstellung des Ist- und Planzustandes für die Planungen „Beim BAST“ in Nürnberg-Buch untersucht.

In der Ist-Situation zeigt das Plangebiet eine heterogene Temperaturverteilung in der Nacht. Es gibt gut auskühlende Acker- bzw. Freiflächen sowie den Wald, der im Stammraum leicht höhere Temperaturen zeigt, und auch Areale mit Wohnbebauung mit einer günstigen humanbioklimatischen Situation. Gleichzeitig sind stärker verdichtete und versiegelte Areale wie das ehemalige Hefewerk mit einer ungünstigen humanbioklimatischen Situation zu finden. Die Umgebung der Planfläche ist in seiner thermischen Situation ebenfalls vielfältig ausgeprägt und wird vor allem von größeren nachts auskühlenden Ackerflächen dominiert. Im Norden liegt Buch mit seinen dörflichen Strukturen und vornehmlich günstiger humanbioklimatischer Situation. Die im Osten an das Plangebiet angrenzende Metro, aber auch teilweise die versiegelten Hofareale und die Dorfstraße zeigen eine weniger günstige humanbioklimatische Situation.

Das bodennahe Strömungsfeld und der Kaltluftvolumenstrom zeigen eine übergeordnete Strömung aus Nordosten. Durch das vorgelagerte Dorf wird nur der nördliche Teil des Plangebiets von dieser Strömung erreicht. Im südlichen Teil kann sich eine Ausströmung der Kaltluft aus dem Wald alle Richtungen ausbilden. Der Kaltluftvolumenstrom zeigt im Plangebiet ein mäßiges Durchlüftungspotential.

Am Tage zeigt sich ein heterogenes Bild der klimatischen Belastung. Die Freiflächen (Straßenräume und andere versiegelte Bereiche, aber auch Rasenflächen) 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 und in Wassernähe die geringsten Werte dieses Parameters zu finden sind.

Durch die Neubebauung des Grundstücks kommt es zu Modifikationen des lokalen Temperatur- und Windfeldes. Die Veränderungen beschränken sich für die Temperaturfelder auf das direkte Umfeld der neuen Gebäude. Im Strömungsfeld sind auch darüber hinaus gehende Veränderungen festzustellen.

Bei Umsetzung der Planung verändern sich die nächtlichen Temperaturen nur sehr kleinräumig, dort wo gebaut bzw. die Nutzung verändert wird. Sie zeigen eine lokale Erhöhung der Werte, dort wo zukünftig eine Bebauung auf den jetzigen Ackerflächen entsteht. Rund um das Hefewerk wird die Versiegelung aufgelockert, so dass hier teilweise niedrigere Temperaturen als im Ist-Zustand zu erwarten sind.

Das nächtliche Strömungsgeschehen verändert sich durch die zukünftige Bebauung etwas weitreichender. Die neue Bebauung wird im nördlichen Teil aus Nordosten belüftet und im südlichen Teil aus der Waldfläche. Durch die Hinderniswirkung der neuen Gebäude kommt es auf der Fläche selbst und südlich und westlich davon zu einer Abnahme des Kaltluftvolumenstroms auch über 10 %. Der in der VDI-Richtlinie 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 vornehmlich Ackerflächen, das Sportheim im Süden der Planfläche und Kleingartenanlagen von höheren Abnahmen betroffen sind. Bestandswohngebäude werden nur randlich von größeren Abnahmen erreicht und weisen allesamt im Ist- und Plan-Zustand eine günstige humanbioklimatische Situation auf.

Tagsüber zeigt sich bei Umsetzung der Planung vielerorts eine Abnahme der PET, da neue Schattenflächen von Gebäuden und Bäumen hinzukommen. Dort wo Schattenflächen wegfallen oder Mehrfachreflexionen (zum Beispiel von den Fassaden der neuen Gebäude) hinzukommen, steigt die PET.

Im Bereich der neuen Wohngebäude im Süden des Plangebiets entsteht eine günstige humanbioklimatische Situation in der Nacht. Hier ist eine hoher Grünflächen- und Baumanteil angedacht und zusätzlich sollen die meisten (Fuß)-wege teilversiegelt werden, so dass eine gute Auskühlung gegeben ist. Gleichzeitig werden die Areale von Kaltluft aus dem Wäldchen versorgt. Tagsüber sind viele Schattenflächen (von Gebäuden und Bäumen) vorhanden, so dass so gut wie überall ein Fortkommen und Aufenthalt im Schatten möglich ist. Im Norden der Planfläche liegt neben gewerblich genutzten Gebäuden auch eine Schule. Hier liegt der Fokus besonders auf der Tagsituation, da in der Regel keine Nutzung der Gebäude in den Nachstunden stattfindet. Auch für diesen Teil der Planfläche sind (Straßen)-bäume geplant, so dass ausreichend Schattenflächen vorhanden sind. Das Schulgelände sollte vor allem auch mit Hinblick auf die durch den Klimawandel steigenden und bereits gestiegenen Temperaturen geplant werden. Für den Aufenthalt auf dem Schulhof am Tage sind also vor allem ausreichend Schattenareale (am besten durch Vegetation) entscheidend. Zudem ist ein Schutz der (Süd- und Südwest-)Fassaden vor zu starker Erwärmung (z.B. durch Fassadenbegrünung oder Beschattung) sowie Dachbegrünung empfehlenswert. Der Einsatz von Fassadenbegrünung auch im restlichen Quartier (z.B. an Quartiersgaragen oder anderen Gebäuden) kann zusätzlich die humanbioklimatische Situation vor Ort verbessern vor allem dort, wo keine Beschattung der Fassaden durch Bäume möglich ist. Die geplante Dachbegrünung wirkt bei höheren Gebäuden nicht mehr in Bodennähe. Sie kann aber die Gebäudehülle vor zu starker Erwärmung schützen und zum Beispiel das Klima in den oberen Geschossen positiv beeinflussen und erfüllt weitere Zwecke wie Regenrückhaltung, Schadstoffbindung und Lebensraum für Pflanzen und Tiere. Eine helle Ausgestaltung der Fassaden und der Bodenbeläge ist aus klimaökologischer Sicht zu befürworten, da so weniger Wärme gespeichert wird.

Die im oberen Abschnitt empfohlenen Maßnahmen sollen auch dazu beitragen, die zukünftig steigende Hitzebelastung durch den Klimawandel abzufangen. Um die Folgen des Klimawandels genauer abschätzen zu können, wurde im Rahmen Fortschreibung der gesamtstädtischen Klimaanalyse für Nürnberg (aktuell Erarbeitung durch Geo-Net) eine CDA-Analyse erstellt, die die frei verfügbaren Daten des Deutschen Wetterdienstes zum beobachteten und erwarteten Klimawandel für Nürnberg auswertet und unter anderem in verschiedenen Grafiken aufbereitet. Die **Abbildung 15** oben zeigt die Entwicklung der Jahresmitteltemperaturen von 1881 bis 2022. Die rote gestrichelte Linie macht die steigende Tendenz der Jahresmitteltemperaturen deutlich. Auch in Zukunft wird sich das Klima weiter erwärmen (**Abbildung 15** unten), wie die steigende Anzahl an heißen Tagen zeigt. Ohne effektive Gegenmaßnahmen ist das Eintreffen des RCP-Szenarios 8.5 zurzeit am wahrscheinlichsten, es ist das sogenannte „Weiter-wie-bisher-Szenario“.

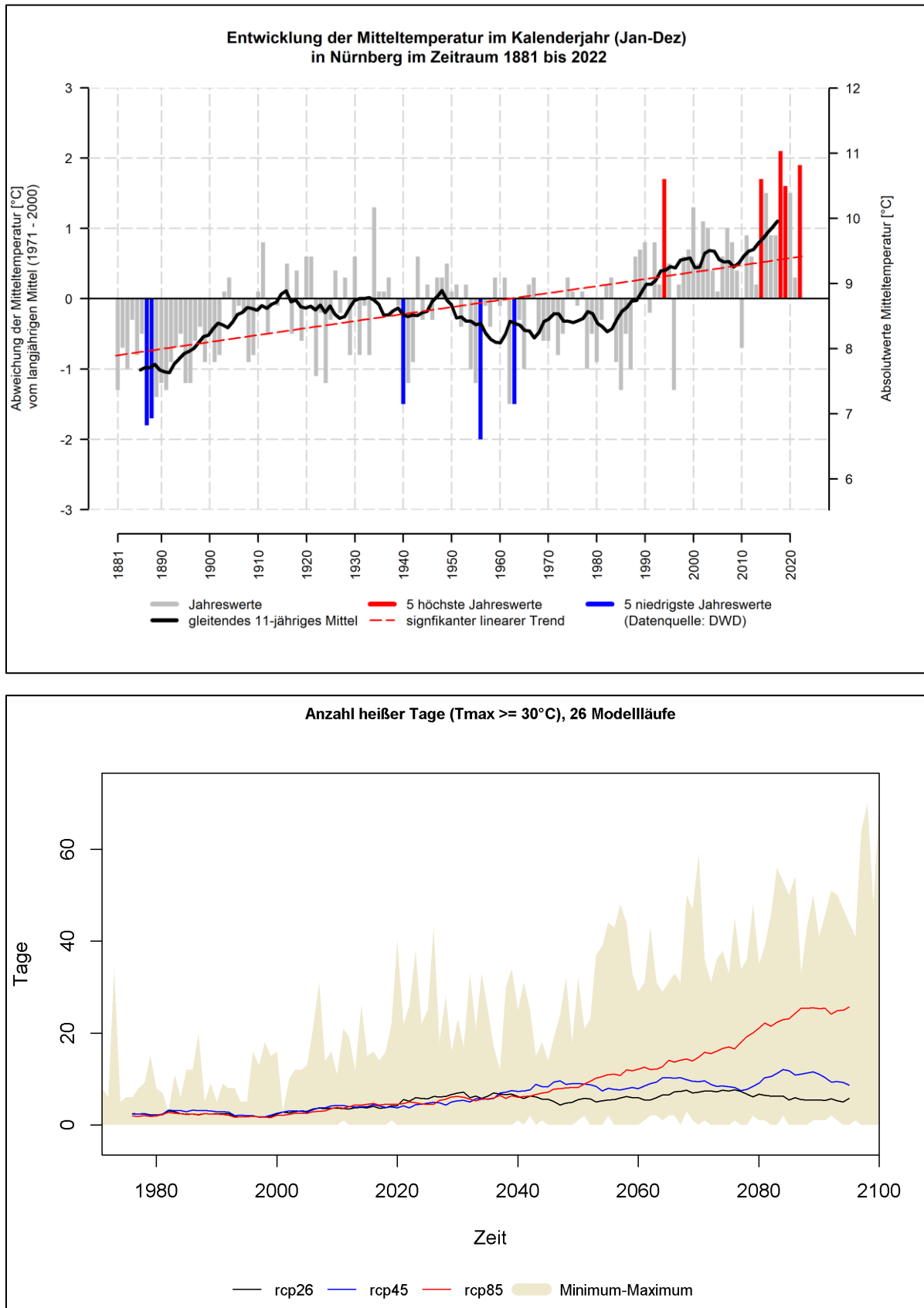


Abbildung 15: Jahresmitteltemperaturen von 1881 bis 2022 in Nürnberg (oben) und Prognose der Anzahl heißer Tage bis 2100 in Nürnberg, Referenzperiode 1971-2000 (unten).

Es ist also davon auszugehen, dass der Klimawandel zukünftig unter anderem höhere Temperaturen im Sommer und auch längere und häufigere Hitzewellen mit sich bringt. Umso wichtiger ist es, mit dem Wissen um die steigenden Temperaturen Anpassungsmaßnahmen flächendeckend umzusetzen und so überall im Plangebiet klimaökologische Rückzugsorte zu schaffen und das Lokalklima insgesamt so positiv wie möglich zu gestalten. Hierbei ist insbesondere ein möglichst hoher Grünanteil im gesamten Quartier für eine gute Auskühlung in der Nacht nötig. Tagsüber sind ausreichend Schattenflächen und vor allem auch eine Beschattung von (Fuß-)Wegeverbindungen im Idealfall durch Bäume entscheidend, um die Hitzebelastung zu minimieren.

Die angedachte Planung „Beim BAST“ sieht bereits viele sinnvolle Klimaanpassungsmaßnahmen vor. Durch die geplanten und empfohlenen (Grün)-Maßnahmen wird sich ein lebenswertes Quartier entwickeln, dass eine gute humanbioklimatische Situation mit sich bringt und auch für den kommenden Klimawandel bestmöglich gewappnet ist.

Zusammenfassend lässt sich festhalten:

Ist-Zustand:

- Das Plangebiet liegt ländlich südlich des Ortes Buch und ist zurzeit von vielfältigen Nutzungen geprägt. Im Mittel ergibt sich eine günstige humanbioklimatische Situation in der Nacht.
- Die Umgebung der Planfläche ist geprägt von größeren Ackerflächen, die nachts gut auskühlen, aber auch dörfliche Struktur mit vereinzelt Gewerbebauten (Metro) sind zu finden. Hier variiert das Humanbioklima von günstig bis weniger günstig.
- Der Kaltluftvolumenstrom und das bodennahe Strömungsfeld sind im Umfeld der Planfläche mäßig ausgeprägt und zeigen eine übergeordnete Strömung aus Nordosten. Aus dem Wald auf der Planfläche findet ein Ausströmen von Kaltluft in alle Richtungen statt.
- Tagsüber zeigt die PET im Untersuchungsgebiet eine heterogene Ausprägung mit wenig belasteten Grünarealen mit Schattenflächen bis zu stark belasteten Siedlungs-, Acker- und Straßenbereichen.

Plan-Zustand:

- Durch die Umsetzung des B-Plans Nr. 4675 „Buch Süd“ kommt es zu klimaökologischen Veränderungen.
- Die Veränderungen des nächtlichen Temperaturfelds und der Physiologisch Äquivalenten Temperatur am Tage sind auf das direkte Umfeld der Neuplanung beschränkt.
- Durch die Bebauung der bisherigen Freiflächen kommt es aufgrund des steigenden Gebäudevolumens und zusätzlicher Versiegelung zu einer leichten Erhöhung der nächtlichen Temperaturen in diesem Bereich. Im Bereich der Wohnbebauung stellt sich in der Nacht ein günstiges Humanbioklima ein. Das Umfeld des ehemaligen Hefewerks wird teilweise entsiegelt, so dass hier geringere Temperaturen als im Ist-Zustand zu erwarten sind.
- Tagsüber sinkt die PET in Bereichen mit neuen Baumpflanzungen und steigt dort, wo Schattenflächen wegfallen oder Mehrfachreflexionen (z.B. an Fassaden neuer Gebäude) hinzukommen.
- Die Veränderungen im nächtlichen Strömungsfeld sind auch über das Plangebiet hinaus erkennbar.



- Wohnflächen (vor allem Einzelhöfe) sind nur randlich von einer Absenkung des Kaltluftvolumenstroms über 10 % betroffen. Abnahmen außerhalb des Plangebiets sind vor allem auf Acker- und Sportflächen im Süden und Osten des Planareals und im Bereich der südlich gelegenen Kleingartenanlage zu verzeichnen. „Hohe vorhabenbedingte Auswirkungen“ auf bestehende Siedlungsgebiete sind nicht zu erwarten.
- Die Planfläche selbst wird im südlichen Teil weiterhin aus dem Wald belüftet sowie im Norden von der Kaltluft aus Nordosten.

Schlussfolgerungen:

- Bei der Umsetzung des B-Plan Nr. 4675 „Buch Süd“ ist die Entstehung eines aus klimaökologischer Sicht gut angepassten Viertels zu erwarten.
- Die Planung sieht bereits einige Maßnahmen vor, die aus klimaökologischer Sicht zu befürworten und beizubehalten sind:
 - Erhalt des Waldes (bzw. Hains) als Kaltluftproduzent
 - Insgesamt hoher Grünanteil mit parkartiger Ausgestaltung
 - Begrünte und wenig bis gar nicht versiegelte Innenhöfe
 - Extensive Dachbegrünung
 - Intensive Dachbegrünung mit Ausgestaltung als nutzbarer Dachgarten zwischen den Reihenhäusern
 - Pflanzungen von Bäumen an Straßen und auf Plätzen und Freiflächen, für ein Fortkommen des Langsamverkehrs im Schatten
 - Teilversiegelung eines großen Teils der Wegeverbindungen
- Weitere mögliche Maßnahmen zur zusätzlichen Optimierung der Planung
 - Einsatz heller Oberflächenbeläge (Fassaden und Bodenbeläge)
 - Fassadenbegrünung an sonnenexponierten Fassaden
 - Mikroklimatisch vielfältige Ausgestaltung von Freiflächen (z.B. auch Schulgelände/Spielbereiche) 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 und Innenhöfe 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 (Spielbereiche, Schulgelände) 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

COLOURED FIELDS, GEHL (2024): Beim BAST, Rahmenplan (Stand 19.12.2024).

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

GEO-NET (2014): Stadtklimagutachten – Analyse der klimaökologischen Funktionen für das Stadtgebiet von Nürnberg.

GEO-NET (2025): Stadtklimaanalyse 2024 – Aktualisierung und Fortschreibung der Stadtklimaanalyse Nürnberg (Veröffentlichung Mai 2025).

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 2. Umweltmeteorologie. Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung der thermischen Komponente des Klimas. 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 19.03.2025

Erstellt von:

E. Hohlfeld

Eva Hohlfeld (Dipl. Geographie)

Geprüft von:

Dirk Funk

Dirk Funk (Dipl. Geographie)

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.