

Klimatische Stellungnahme

Vorgang: Aufstellungsbeschluss potenzieller
klimaresilienter Gewerbegebiete in
Groß-Gerau

Dezember 2024

Auftraggeber (AG)

Stadtplanung und Bauverwaltung
Groß-Gerau
Am Marktplatz 1
D – 64521 Groß-Gerau



Kreisstadt
Groß-Gerau

Ansprechpartner

Michael Kirschning
Tel. +49 6152 7166121
E-Mail: michael.kirschning@gross-gerau.de

Auftragnehmer (AN)

Burghardt und Partner, Ingenieure (BPI)
Am Sonnenhang 4
D – 34128 Kassel



BPI
Burghardt und Partner, Ingenieure

Ansprechpartner

Dr.-Ing. René Burghardt
Tel. +49 561 9698861
E-Mail: info@lp-kassel.de

Bearbeitung

Frederik Hilden (M.Sc.)
René Burghardt (Dr.-Ing.)

Gestattungserklärung

Hiermit überträgt der Auftragnehmer dem Auftraggeber die Nutzungsrechte hinsichtlich der nachfolgenden Ausarbeitung

Klimatische Stellungnahme

Aufstellungsbeschluss potenzieller klimaresilienter Gewerbegebiete in Groß-Gerau
uneingeschränkt, zur öffentlichen Verwendung.

Bei Weitergabe oder Veröffentlichung der klimatischen Stellungnahme bzw. von zugehörigen Textauszügen hat der Auftraggeber Sorge zu tragen, dass diese Inhalte nicht fehlinterpretiert werden können.

Dr.-Ing. René Burghardt

BPI

Burghardt und Partner, Ingenieure
Am Sonnenhang 4, D - 34128 Kassel
fon: +49 561 76678963 | fax: +49 561 9698855
info@lp-kassel.de | www.lp-kassel.de

Kassel, den 12.12.2024

Inhaltsverzeichnis

1.	Untersuchungsgegenstand	2
2.	Bewertungsaspekte.....	3
2.1.	Regionaltypische Windverhältnisse.....	3
2.2.	Nächtliche lokale Kaltluftsituation.....	4
	Nullfall (2024) der nächtlichen Ventilation und Kaltluftversorgung.....	5
2.3.	Nullfall (2024) der nächtlichen Abkühlung und täglichen Oberflächentemperaturen 11	
2.4.	Planfall	11
2.5.	Anpassungsmaßnahmen	16
3.	Zusammenfassung	18
4.	Verzeichnisse.....	19
	Quellenverzeichnis	19
	Abbildungsverzeichnis.....	20

1. Untersuchungsgegenstand

Der Auftragnehmer (AN) „Burghardt und Partner Ingenieure“ wurde im Zuge des Magistratsbeschlusses zur Vorlage 196/2024 von der Stadt Groß-Gerau (Auftraggeberin (AG)) aufgefordert, ein Klimagutachten in Form einer klimatischen Stellungnahme für zwei perspektivische Gewerbeentwicklungsflächen zu verfassen.

Der Untersuchungsgegenstand wird in der Anlage 1 definiert und umfasst die Entwicklungsflächen zweier potenzieller Gewerbegebiete. Bei der Konzeptionierung der Gewerbegebiete soll laut AG das Schutzgut Klima prioritär behandelt werden mit dem Ziel einer möglichst geringen Beeinflussung der angrenzenden Flächen und der Stadt Groß-Gerau. Die klimatische Stellungnahme betrachtet, entsprechend dem Ziel, welche klimatische Relevanz die Flächen im aktuellen Nullfall für das Siedlungsgebiet haben und welche Implikationen die Veränderungen der Landnutzung im Planfall auf das Schutzgut Klima besitzen. Abschließend werden Hinweise mit Hinblick auf die weitere Entwicklung formuliert. Aufgrund der nichtvorhandenen Gebäude- und Landnutzungsstrukturen sind diese Hinweise als allgemeine Handlungsorientierung zu verstehen, die auf der Abschätzung der Auswirkungen des Planfalls auf die unmittelbare Umgebung basiert.

Die Untersuchungsräume werden im vorliegenden Bericht als Untersuchungsgebiet Nord (UGN) und Untersuchungsgebiet Süd (UGS) definiert, um eine differenzierte Betrachtung zu gewährleisten.

Das UGN umfasst eine Fläche von ca. 6 ha in Nordsüdausrichtung entlang der Waldstraße. Im Süden grenzt sie an die Autobahn 67 an, im Osten an das Gewerbe- und Wohngebiet „Münchener Str./Am Hermannsberg“. Zurzeit befindet sich hier eine landwirtschaftliche Nutzung der Fläche.

Das UGS erstreckt sich südlich des Gewerbegebietes „Odenwaldstraße“ entlang der Bahntrasse. Im Westen grenzt das Siedlungsgebiet „Jakob-Hess-Straße“ an. Ein signifikanter Teil der Fläche wird aktuell als Abstellplatz für Kraftfahrzeuge genutzt und ist daher mit Asphalt versiegelt. Umfasst wird die Abstellfläche mit einer doppelten Baumreihe. Der übrige Anteil ist landwirtschaftlich genutzt.

2. Bewertungsaspekte

Entsprechend des Vorhabens und der Lage im Raum werden die Bewertungskriterien der regionaltypischen Windverhältnisse sowie der nächtlichen Kaltluftsituation näher beleuchtet. Die Modellierungsergebnisse fußen auf der Stadtklimaanalyse für den Landkreis Groß-Gerau, welche mit Daten aus den Jahren 2023 und 2024 berechnet und ebenfalls durch den AN erarbeitet wurde (BPI 2024). Die Berichte und Geodaten liegen der Kreisverwaltung sowie den einzelnen Kommunen vor.

2.1. Regionaltypische Windverhältnisse

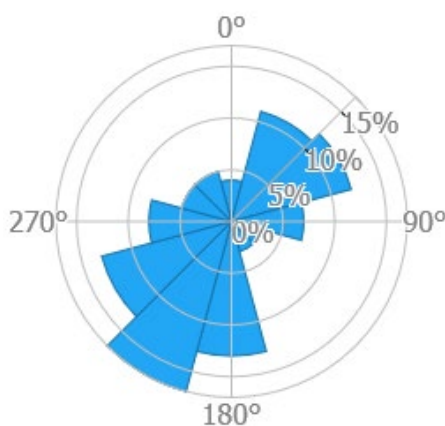


Abbildung 1 Windverhältnisse mit Anströmungsrichtung und -frequenz (GWA 2024).

Die regionaltypischen Windverhältnisse umfassen die langjährig gemittelten Bedingungen der Anströmungen durch bodennahe Luftschichten in 10 m über dem Grund. Dargestellt werden diese mittels einer sog. Windrose, welche die Windrichtung visualisiert, angelehnt an die Form eines Kompasses. Somit lassen sich nicht nur die Windgeschwindigkeiten, sondern auch die Häufigkeit der Windrichtung darstellen.

Für das Untersuchungsgebiet lässt sich eine ausgeprägte Südsüdwest-Komponente feststellen. Aus Nordost sind ebenfalls vermehrte Anströmungen festgehalten (siehe Abbildung 3).

In Abbildung 4 werden die langjährigen Windgeschwindigkeiten (m/s) für die Gemarkung Groß-Gerau sowie den Kreis Groß-Gerau dargestellt. Die Windgeschwindigkeiten liegen innerhalb der kommunalen Verwaltungsgrenzen bei durchschnittlich 2,9 m/s, wobei zu erwähnen ist, dass die Geschwindigkeiten kleinräumig variieren können. Einflussgrößen sind insbesondere die Topografie und Orographie. In der Landnutzung bestehen ferner anthropogene Einflüsse, etwa durch die Bebauung in Siedlungskontexten. Innerhalb von Städten liegt daher das Mittel der Windgeschwindigkeiten niedriger als im Umland (vgl. Sedlmeier, Birger 2023).

Die Siedlungsflächen in Groß-Gerau werden entsprechend mit ca. 2 m/s geringer überströmt als die unbeeinflusste Umgebung, dargestellt durch eine türkise Einfärbung (siehe Abbildung 4). Durch ihre Verortung am nördlichen und südöstlichen Siedlungsrand besitzen beide Flächen keine Fernwirkung auf die Kernstadt Groß-Gerau. Unter der Annahme der regionaltypischen Anströmungsverhältnisse aus der Hauptkomponente Südsüdwest und aus der Nebenkompente Nordost, beeinflussen die Landnutzungen auf den Untersuchungsgebiete im Nullfall keine größeren Siedlungsflächen der Stadt Groß-Gerau.

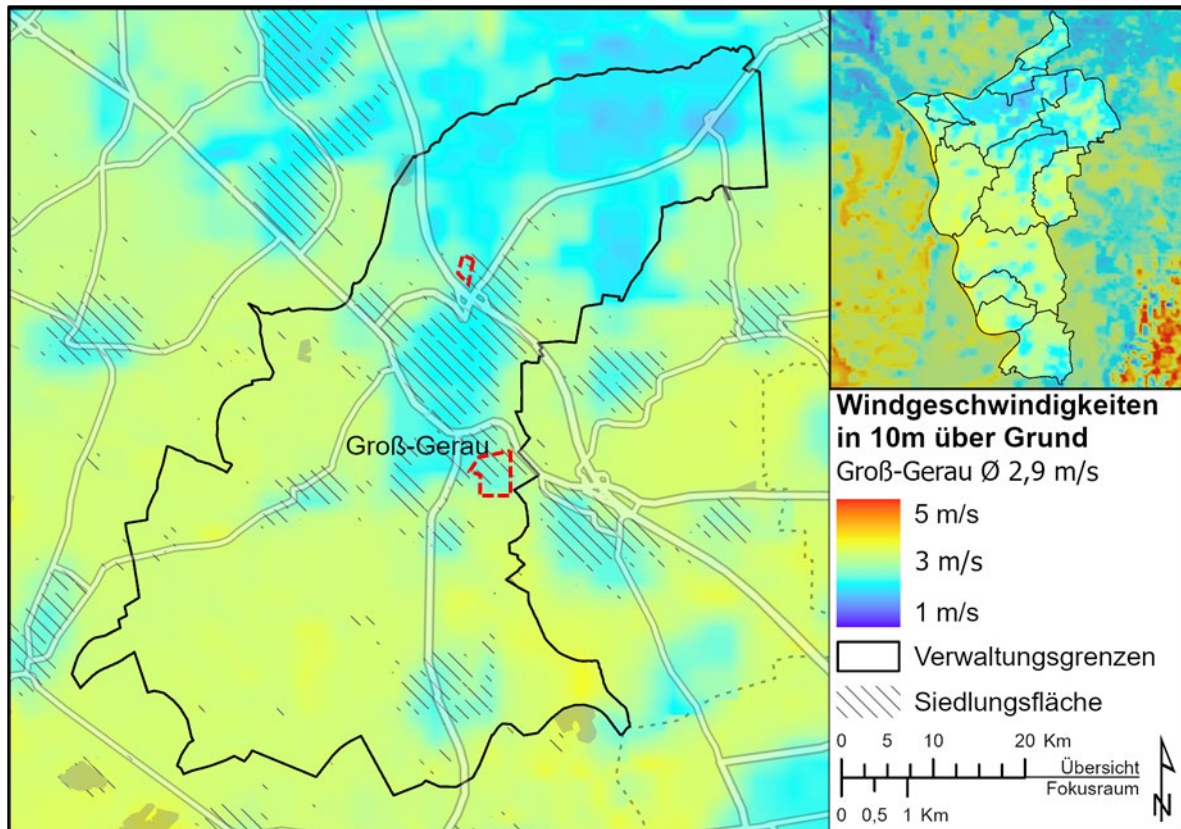


Abbildung 2 Windgeschwindigkeiten im Ausschnitt Trebur mit dem Landkreis Groß-Gerau in der Übersicht. Die Planungsgebiete sind mit einer roten gestrichelten Kontur abgebildet (BPI 2024).

2.2. Nächtliche lokale Kaltluftsituation

Während im Laufe des Tages die Sonneneinstrahlung der wesentliche Treiber in der Entstehung von Windverhältnissen ist, wird die nächtliche Ventilation (bei einer sommerlich typischen austauscharmen Wetterlage, ohne regionale Überströmung) durch die Abkühlung der erwärmten Oberflächen in der Landnutzung bestimmt. Vegetationsflächen kühlen sich generell schneller ab als versiegelte Flächen, da sich diese am Tag weniger stark aufheizen. Die Wärme wird im Auskühlungsprozess an die bodennahe Luftschicht abgegeben. Ist der Prozess abgeschlossen, entsteht eine sog. Kaltluftschicht.

Das unterschiedliche Tempo in der Auskühlung von Flächen ist eine Konsequenz der physikalischen Oberflächeneigenschaften der Wärmespeicherkapazität. Versiegelnde Infrastrukturen und Wasserflächen besitzen eine höhere Wärmespeicherkapazität als vergleichsweise offene Grasflächen. Die lokalräumlich differente Auskühlung der Oberflächen erzeugt überdies die Ausbildung eines wärmeinduzierten bodennahen Druckgefälles. Überwärmte Flächen geben ihre tagsüber aufgenommene Energie nach Sonnenuntergang an die bodennahe Luftschicht ab, welche infolge der Erwärmung aufsteigt und einen lokalen Unterdruck erzeugt. Angrenzende ausgekühlte Luft, sog. Kaltluft, fließt in Richtung des Tiefdruckgebietes und kühlt hierdurch die wärmere Oberfläche (Oke et al 2017). Der Druckausgleich durch das nächtliche Windfeld intensiviert sich im Laufe der Nacht, was anhand der Anströmungsgeschwindigkeit und der Kaltluftschichtdicke deutlich wird.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass topographische Gegebenheiten die nächtliche Ventilation und Auskühlungsprozesse beeinflussen, indem Erhebungen als Strömungshindernisse im Abfluss fungieren. Entscheidend sind jedoch die Lage, Ausrichtung und Höhe der Hindernisse. In der Betrachtung des Untersuchungsgebietes liegt der Fokus dementsprechend auf den bestehenden Verhältnissen der nächtlichen Ventilation. Die Auswirkungen der Planungen werden auf dieser Basis abgeschätzt und bewertet.

Nullfall (2024) der nächtlichen Ventilation und Kaltluftversorgung

Die Geländeeigenschaften der Untersuchungsgebiete im Nullfall sind überwiegend flach mit einer Höhe von ca. 88 m über NHN (UGN) und 86/87 m über NHN (UGS). Auf dem UGN befinden sich derzeit nur geringfügig höhere Vegetations- oder Gebäudestrukturen über 5 m, die Oberflächenrauigkeit ist entsprechend gering. Lediglich am westlichen Rand befindet sich eine höhere Baumreihe.

Das UGS ist aufgrund der unterschiedlichen Landnutzung ebenfalls heterogener in Bezug auf die Oberflächenrauigkeit. Es existieren drei Bestandsgebäude. Das Parkhaus entlang der Bahntrasse ist mit vier Vollgeschossen und den länglichen Ausmaßen von ca. 160 m die deutlichste Erhebung auf dem Gelände. Die Baumstrukturen führen ebenfalls zu erkennbaren Oberflächenerhöhungen.

Die Abbildungen 5-8 geben die modellierten Zeitschnitte für die nächtliche Ventilation und Kaltluftentstehung nach 15 Minuten, 1 Stunde, 2 Stunden und 3 Stunden nach Sonnenuntergang, wieder. Die Untersuchungsgebiete sind mit einer Schraffur bzw. mit einer roten Umrandung in den Fokuskarten dargestellt. Mittels der Zeitschnitte wird erkennbar, wie die Oberflächen und bodennahen Luftschichten beginnen, sich mit unterschiedlicher Geschwindigkeit auszukühlen, was zu einer Produktion von Kaltluft führt (vgl. MVIBW 2012). Städtische Einflüsse der Bebauung usw. verursachen eine lokale Überwärmung von Flächen, welche in Konsequenz langsamer auskühlen als das Umland.

Nach 15 Minuten (siehe Abbildung 5) wird zunächst erkennbar, wie das unbelastete Umland auskühlt und eine Kaltluftschicht entsteht. Während die Kaltluftschichtdicke hier bereits bei um die 6 Meter liegt, sind städtische versiegelte Flächen zu diesem Zeitpunkt noch überhaupt nicht von einer Kaltluftschicht erfasst.

Da die Abkühlung erst nach Sonnenuntergang einsetzt, entwickelt sich auch erst ab diesem Zeitpunkt ein bodennahes Windfeld. In der Phase der ersten Abkühlung kommt es zunächst zur lokalen Produktion von Kaltluft. Im ersten Zeitschnitt, 15 Minuten nach Sonnenuntergang, ist das Windfeld aus diesem Grund noch nicht eindeutig ausgebildet, verdeutlicht durch die Vektorpfeile. Eine allgemeine Tendenz der Ventilation hin zum Siedlungsgebiet von Groß-Gerau kann jedoch bereits identifiziert werden (siehe Abbildung 3).

Die Untersuchungsgebiete befinden sich im Nullfall nach 15 Minuten in Übergangsbereichen zwischen kaltluftproduzierenden Flächen und überwärmten städtischen Flächen. Es kommt also zu einem Transfer von Kaltluft über die beiden Untersuchungsgebiete. Insbesondere die Fläche des UGS transportiert Kaltluft aus dem südlichen Umland (erkennbar durch die nördlich gerichteten Vektoren) und ist darüber hinaus selbst ein lokales Kaltluftentstehungsgebiet (erkennbar durch die nach außen gerichteten Vektoren nordwestlich im Gebiet). Die versiegelte Abstellfläche sticht durch die Abwesenheit von Kaltluft infolge ihrer Überwärmung deutlich

heraus. Die kleinräumige heterogene Auskühlung auf dem UGS äußert sich des Weiteren in einem ausgeprägten bodennahen Windfeld mit bis zu 0,1 m/s.

Der zweite Zeitschnitt nach einer Stunde zeigt, wie sich der lokalräumliche Transport der Kaltluft ausrichtet. Infolge der Abkühlung im unbebauten Offenland, dominiert hier bereits eine Kaltluftschichtdicke von ca. 15 Metern.

Der Transport von Kaltluft verläuft nach einer Stunde über die Fläche des UGN, wodurch diese, für die Erschließung der nördlichen Siedlungsränder Groß-Geraus, an Bedeutung in der nächtlichen Ventilation gewinnt. Die Kaltluft überströmt das UGN mit einer vertikalen Ausdehnung von 11 m. Die unmittelbar angrenzenden Siedlungsflächen sind nach einer Stunde nahezu vollkommen mit Kaltluft überströmt. Die Windvektoren des nächtlichen Windfeldes richten sich daher, dem Druckgefälle folgend, nach Süden gen Kernstadt aus. Der Wind beschleunigt sich auf 0,5 m/s im südlichen Bereich des UGN.

Auch im UGS sind Veränderungen erkennbar. Die versiegelte KFZ-Abstellfläche wurde überströmt, was zu einer Homogenisierung des UGS mit einer Kaltluftschichtdicke von 13 m führt. Das Windfeld entwickelt daher eine dominante Nordausrichtung zum angrenzenden Gewerbegebiet „Odenwaldstr.“. Des Weiteren zieht es die Kaltluft gen Kernstadt über die Freiflächen im Nordwesten des UGS. Ein Kanalisationseffekt, ausgelöst durch die Oberflächenbeschaffenheit, verursacht eine höhere Fließgeschwindigkeit der Kaltluft um die 0,5 m/s. Der Transfer über die Fläche ist als wesentlich für die nächtliche Kühlung der Kernstadt Groß-Geraus zu bewerten.

Zwei Stunden nach Sonnenuntergang liegt das allgemeine Niveau der Kaltluftschicht im unbeeinflussten Außenbereich bei ca. 25 m. Der Siedlungsraum Groß-Gerau wird ebenfalls zunehmend von Kaltluft erfasst, wobei das Stadtzentrum noch nicht erschlossen ist.

Das UGN weist weiterhin eine klare Südausrichtung in der nächtlichen Ventilation auf. Erhebungen der Autobahnbrücke werden zu diesem Zeitpunkt überströmt. Die Bedeutung für den Transport der Kaltluft über das Gebiet hinaus wird in der Übersichtskarte sichtbar. Die höheren Windgeschwindigkeiten zeigen den Fluss in den trichterförmigen Freiraum am nördlichen Siedlungsraum.

Das UGS behält auch nach zwei Stunden seine hohe Bedeutung für den Transport von Kaltluft in Richtung Stadtgebiet. Windgeschwindigkeiten bis zu 0,75 m/s im nordwestlichen Bereich unterstreichen dies.

Nach drei Stunden kommt es zu einer Normalisierung der Kaltluftschichtdicke für den Großteil des Siedlungsgebietes mit Ausnahme des Stadtkerns von Groß-Gerau. Im bodennahen Windfeld besteht aus diesem Grund weiterhin eine Anströmung, welche auf der Fläche des UGS ausgeprägt ist. Im Gegensatz dazu verlangsamt sich der Kaltluftstrom im UGN infolge einer flächigen Überströmung der nördlichen Siedlungsbereiche (siehe Abbildung 6).

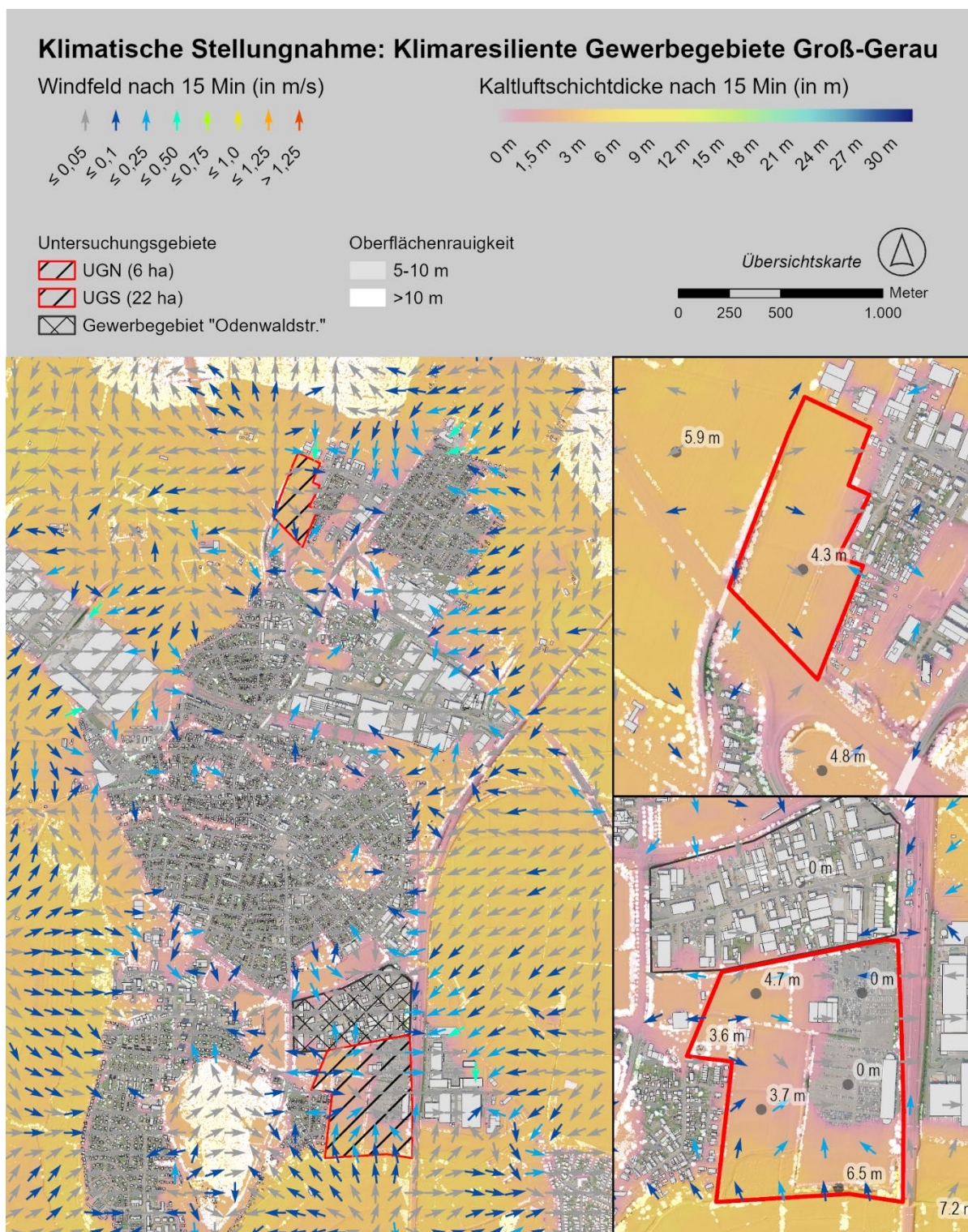


Abbildung 3 Situation des nächtlichen bodennahen Windfeldes nach 15 Minuten nach Sonnenuntergang, mit Fokus auf die Untersuchungsgebiete.

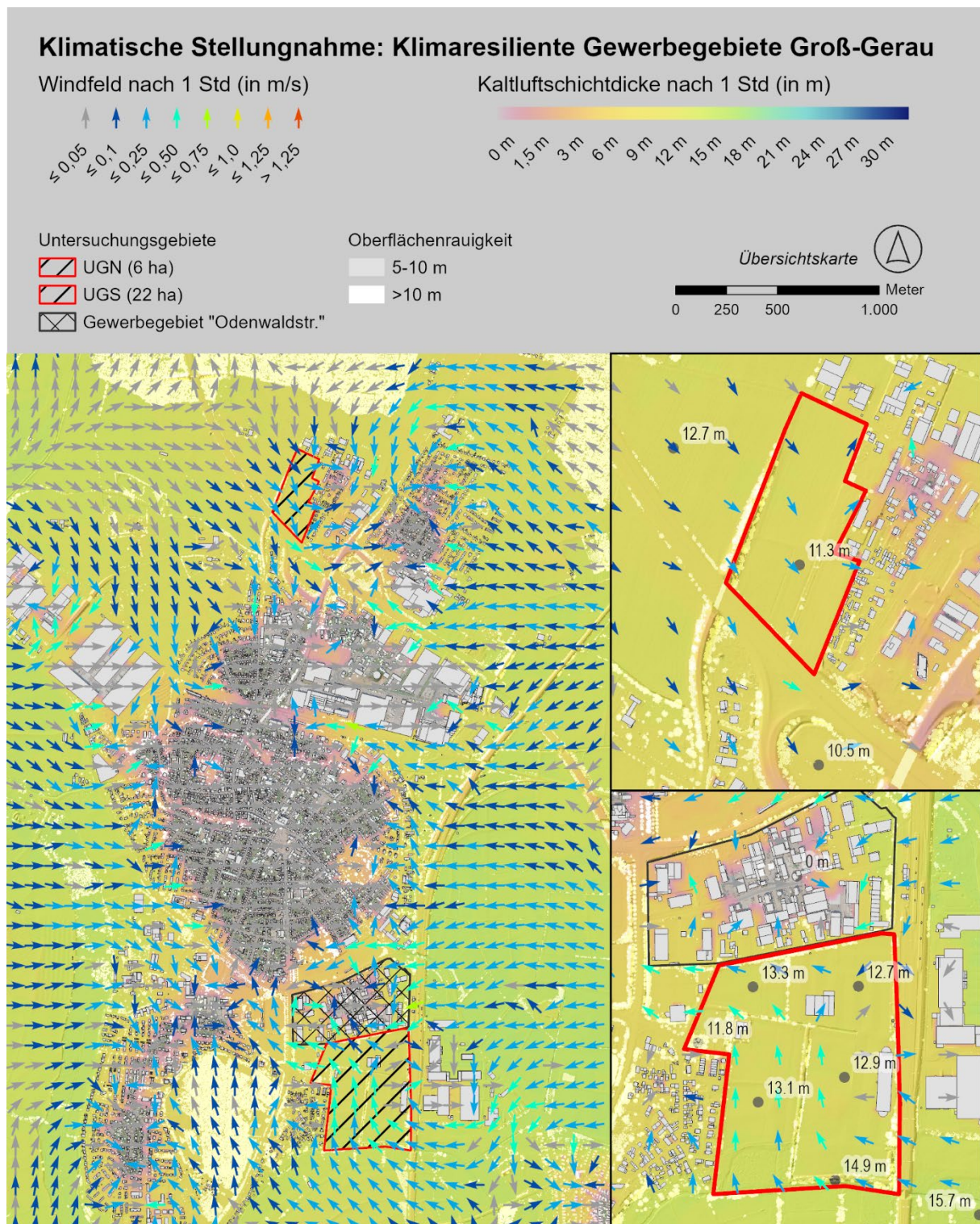


Abbildung 4 Situation des nächtlichen bodennahen Windfeldes nach 1 Stunde nach Sonnenuntergang, mit Fokus auf die Untersuchungsgebiete.

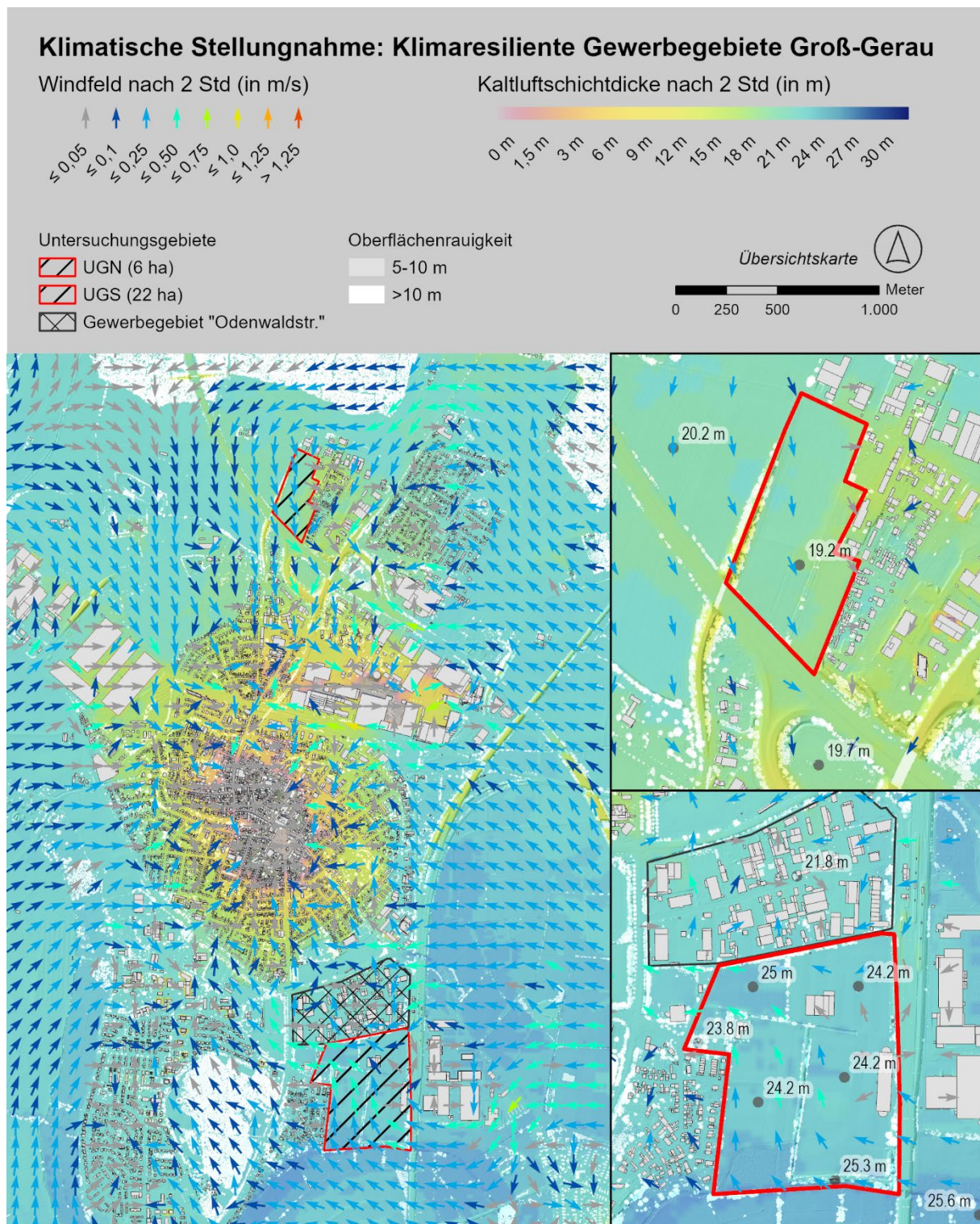


Abbildung 5 Situation des nächtlichen bodennahen Windfeldes nach 2 Stunden nach Sonnenuntergang, mit Fokus auf die Untersuchungsgebiete.

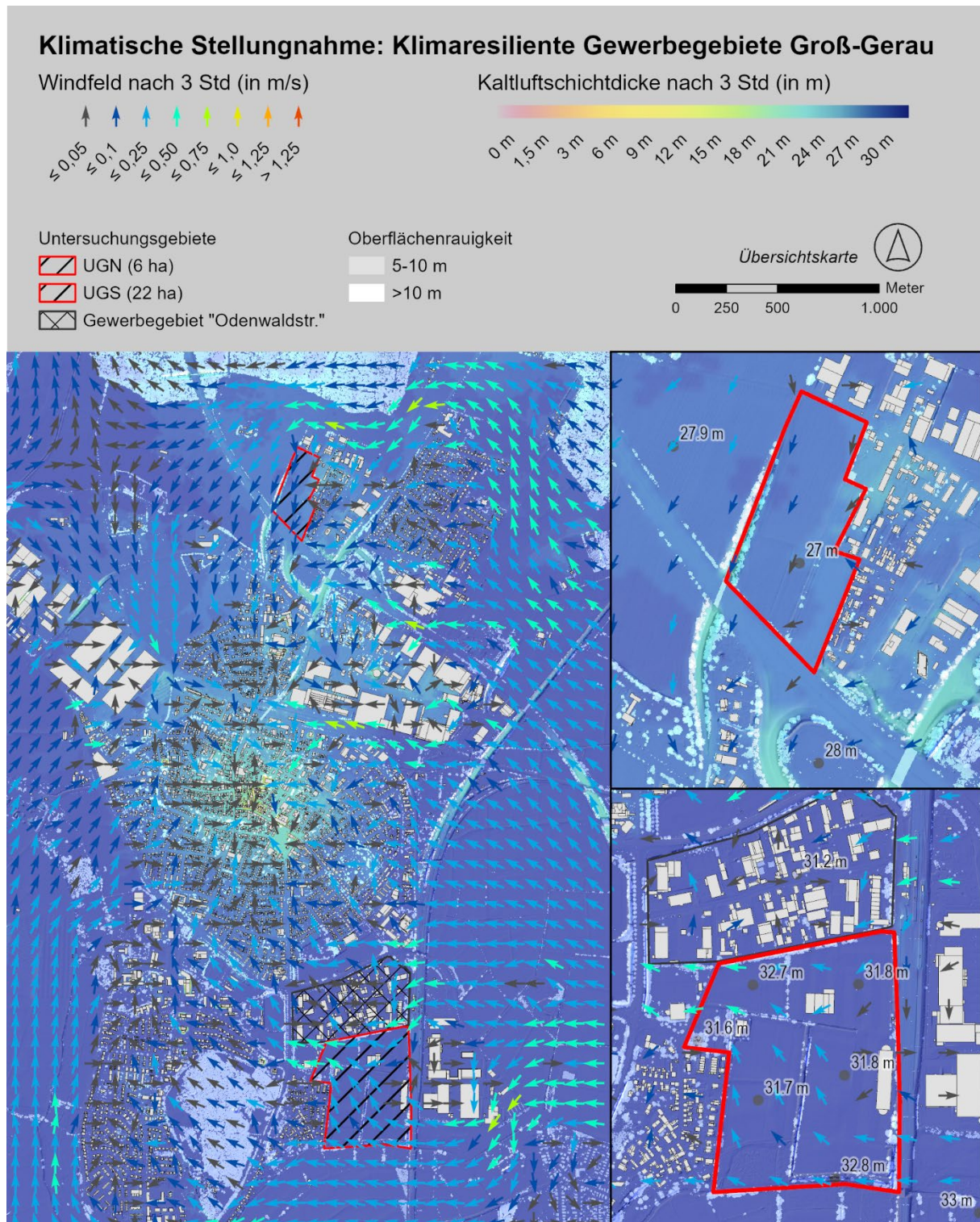


Abbildung 6 Situation des nächtlichen bodennahen Windfeldes nach 3 Stunden nach Sonnenuntergang, mit Fokus auf die Untersuchungsgebiete.

2.3. Nullfall (2024) der nächtlichen Abkühlung und täglichen Oberflächentemperaturen

Die folgenden Abbildungen 7 und 8 beziehen sich auf das thermische Verhalten der Oberflächen und Landnutzungen zum Stand der maximalen nächtlichen Abkühlung und zu den Verhältnissen der thermischen Erwärmung an Tagen besonderer Hitzebelastung.

Wie zuvor erläutert, führt das Auskühlen der Oberflächen dazu, dass sich Kaltluft bildet und in Richtung überwärmter Flächen strömt. Dieser Prozess beschleunigt das Abkühlen der überwärmten Gebiete, ein vollumfassender Angleich der Lufttemperaturen ist jedoch auch zum Zeitpunkt der maximalen Auskühlung (gegen 4:00 Uhr morgens) nicht der Fall. Die Untersuchungsgebiete sind zum aktuellen Stand unterschiedlich stark überwärmt. Das UGS weist durch die großflächige Versiegelung im östlichen Bereich höhere bodennahe Lufttemperaturen auf. Innerhalb des UGS kommt es zu Differenzen von 3,5 °C. Nach dem Zeitpunkt der maximalen Auskühlung gegen 4:00 Uhr, steigt die allgemeine Lufttemperatur wieder an. Der Temperaturunterschied zeigt, dass sich auch Flächen in den Randbereichen der Siedlungsgebiete nicht vollkommen von der Erhitzung am Tag erholen.

Ergänzend werden die täglichen Oberflächentemperaturen betrachtet. Die dargestellten Verhältnisse spiegeln die Bedingungen an einem Heißen Tag wider, also Tage mit einer maximalen Lufttemperatur von 30 °C oder höher. Die Messpunkte zeigen die lokalen Unterschiede bei der Erwärmung infolge der Sonneneinstrahlung. Im UGS können bereits in den Morgenstunden um 10:15 Uhr Temperaturunterschiede von bis zu 10 °C in unmittelbarer räumlicher Nähe entstehen. Die Versiegelung der Abstellflächen in der östlichen Hälfte führt zu einer langfristigeren Aufnahme von Wärmeenergie, zum anderen gibt sie diese auch merkbar ab. Hingegen äußern sich die kühlenden Effekte des Bachverlaufs an der südlichen Grenze des Gebietes mit 33 °C.

2.4. Abschätzung der klimatischen Auswirkungen im Planfall

Der Planfall (PF) charakterisiert sich durch die Annahme der Änderung der Landnutzung vom Status Quo hin zu Gewerbegebieten auf den Flächen der beiden Untersuchungsgebiete UGN und UGS. Ziel der Gemeinde Groß-Gerau ist eine Einschätzung bezüglich der Auswirkungen einer derartigen Veränderung auf das Schutzgut Klima zu erhalten. Als weiteren Schritt sollen mögliche Anpassungsmaßnahmen betrachtet werden, welche die Auswirkungen des Planfalls mitigieren.

Zunächst sind die klimatischen Charakteristika eines allgemeintypischen Gewerbegebietes darzustellen. Große Gebäudevolumen und ein hoher Anteil an versiegelten Freiflächen bei gleichzeitig geringem Grünanteil führen häufig zum Auftreten der thermisch am stärksten belasteten Räume in der Stadt. Die Oberflächen wärmen sich ohne die kühlenden Elemente der blaugrünen Infrastruktur und der Verschattung intensiv auf und geben diese Wärmeenergie nachts an die bodennahen Luftschichten ab. Zusätzliche Wärmequellen stellen etwaige Industrieprozesse dar.

Konkret beobachtbar ist die Überwärmung der Gewerbegebiete anhand der Oberflächentemperatur an einem regionaltypischen HEIßEN TAG (Abbildung 9). Trotz der größeren Freiräume zwischen den Gebäudevolumina, stechen die Gewerbegebiete in Groß-Gerau in ihrer

Überwärmung heraus. Die teilweise deutlich kompaktere Kernstadt erwärmt sich selbst im Zentrum nicht derartig umfassend, was primär durch den höheren Grad der Verschattung erklärt werden kann. Der größte Kontrast besteht bei Wald- und Grünflächen, welche um ca. 7 °C niedriger liegen als die Gewerbeflächen (vgl. Messpunkt in Abbildung 9).

Die tagsüber aufgenommene Wärmeenergie wirkt sich auf die bodennahe Lufttemperatur aus, verdeutlicht in Abbildung 8. Trotz der Randlage des Gewerbegebietes „Odenwaldstr.“ liegen die Lufttemperaturen zum Zeitpunkt maximaler Abkühlung ca. 4 °C über dem Niveau der angrenzenden Freifläche. Je größer ein zusammenhängendes Gewerbegebiet ist, von desto intensiveren Temperaturgefällen kann ausgegangen werden. In der Stadtklimatologie spricht man in diesem Fall vom „städtischen Wärmeinseleffekt“ (Oke et al. 2017).

In der vorliegenden klimatischen Stellungnahme wurde im Kapitel 2.1. die regionaltypischen Windverhältnisse betrachtet. Es wurde festgestellt, dass die beiden Untersuchungsgebiete mit ihrer Landnutzung im Nullfall die Anströmung auf das Siedlungsgebiet Groß-Gerau nicht beeinträchtigen. Im Planfall ist das Verhältnis zur regionaltypischen Anströmung neu zu bewerten. Durch die Bebauung zur Gewerbenutzung des UGS würde die dominante Südanströmung erheblich gebremst werden mit unmittelbaren Folgen für die Ventilierung des nördlichen Bestandsgewerbegebietes „Odenwaldstraße“. Insbesondere an Tagen mit sog. Schwachwindsituationen würde dies eine thermische Mehrbelastung für den Aufenthalt im Gewerbegebiet „Odenwaldstr.“ bedeuten. Die wesentliche Bedeutung einer hinreichenden Belüftung des Stadtgebietes wird in der Betrachtung des bioklimatischen Empfindens in Form des PET sichtbar. Windgeschwindigkeiten von 0,5 m/s haben bereits einen kühlenden Effekt auf den menschlichen Körper von 6 °C (vgl. Katschner 2019). Bei hohen Lufttemperaturen hilft die Luftzirkulation also, Stadtregionen und ihre Bevölkerung zu entlasten.

Das UGN kann indes vor dem Hintergrund der regionaltypischen Ventilierung als unbedenklich bewertet werden. Die Lage im Norden des Siedlungsraums verursacht auch bei einer regionaltypischen Anströmung aus Nordost keine Windschatteneffekte, sollte die Fläche als Gewerbegebiet entwickelt werden.

Die Windgeschwindigkeiten sind am Tag höher als in der Nacht. Bei näherungsweiser Windstille bei gleichzeitig keinem solaren thermischen Energieeintrag kommt es zur ungestörten Ausbreitung der Kaltluft und zu einem bodennahen wärmeinduzierten Windfeld. Wie bereits gezeigt wurde, befinden sich die beiden Untersuchungsgebiete an Schlüsselpositionen für den Transport von Kaltluft in Richtung der überwärmten Stadtgebiete. Die Bebauung könnte sich in zwei Aspekten potenziell negativ auf den Kaltluftstrom auswirken.

Zum einen geht die Bebauung mit einer Erhöhung der Oberflächenrauigkeit einher. Das bodennahe Windsystem der Kaltluft kann sich nicht uneingeschränkt ausbreiten, sondern wird durch die Baukörper behindert. Das führt zur Stauung und Streuung von Kaltluft und reduziert den gerichteten Transport hin zu überwärmten Siedlungsbereichen.

Der zweite Aspekt ist, dass sich die Fläche im Fall der Bebauung stärker erwärmt und die nächtliche Kaltluft auf dem Weg in Richtung des Stadtzentrums in ihrer Kühlleistung abgeschwächt wird. Erst wenn sich das Temperaturgefälle zwischen der Oberfläche und der bodennahen Luftschicht im Laufe der Nacht angleicht, hat sich das gesamte Kühlpotenzial der Kaltluft entfaltet.

Wie anhand der Bestands-gewerbegebiete erkannt werden kann, kommt es bereits unter den aktuellen Bedingungen nicht zu einem Temperatúrausgleich. Da jedoch ein Korridor über das UGS besteht, der den Transport unbelasteter Kaltluft zur Kernstadt Groß-Gerau ermöglicht, besitzen die thermischen Belastungen im Gewerbegebiet „Odenwaldstr.“ keine klimatisch raumbedeutsamen Implikationen für das zentrale Siedlungsgebiet. Der Planfall ginge mit einer erheblichen Störung des Transportes einher, da der Korridor infolge der veränderten Bebauungsmorphologie behindert würde.

Ein vergleichbarer Effekt kann im Planfall auf der Fläche des UGN vorausgesehen werden. Die Kaltluft strömt aus nördlicher Richtung über das Gebiet hin zum südlichen Siedlungsgebiet. Aufgrund der Randlage mit angrenzenden Freiflächen würde hier allerdings ein Transport über die Autobahn erhalten bleiben. Dieser Korridor würde indes den Transport lediglich im reduzierten Umfang erhalten.

Im Endeffekt verursacht die Bebauung also eine verzögerte Kühlung. Beide genannten Effekte sind bei Überplanung der Untersuchungsgebiete erwartbar, da sich die Flächen in sensiblen Überströmungslagen der Kaltluft befinden. Im Planfall würde sich die Entwicklung auf das städtische nächtliche Windfeld und somit die Kühlung der Kernstadt Groß-Geraus auswirken.

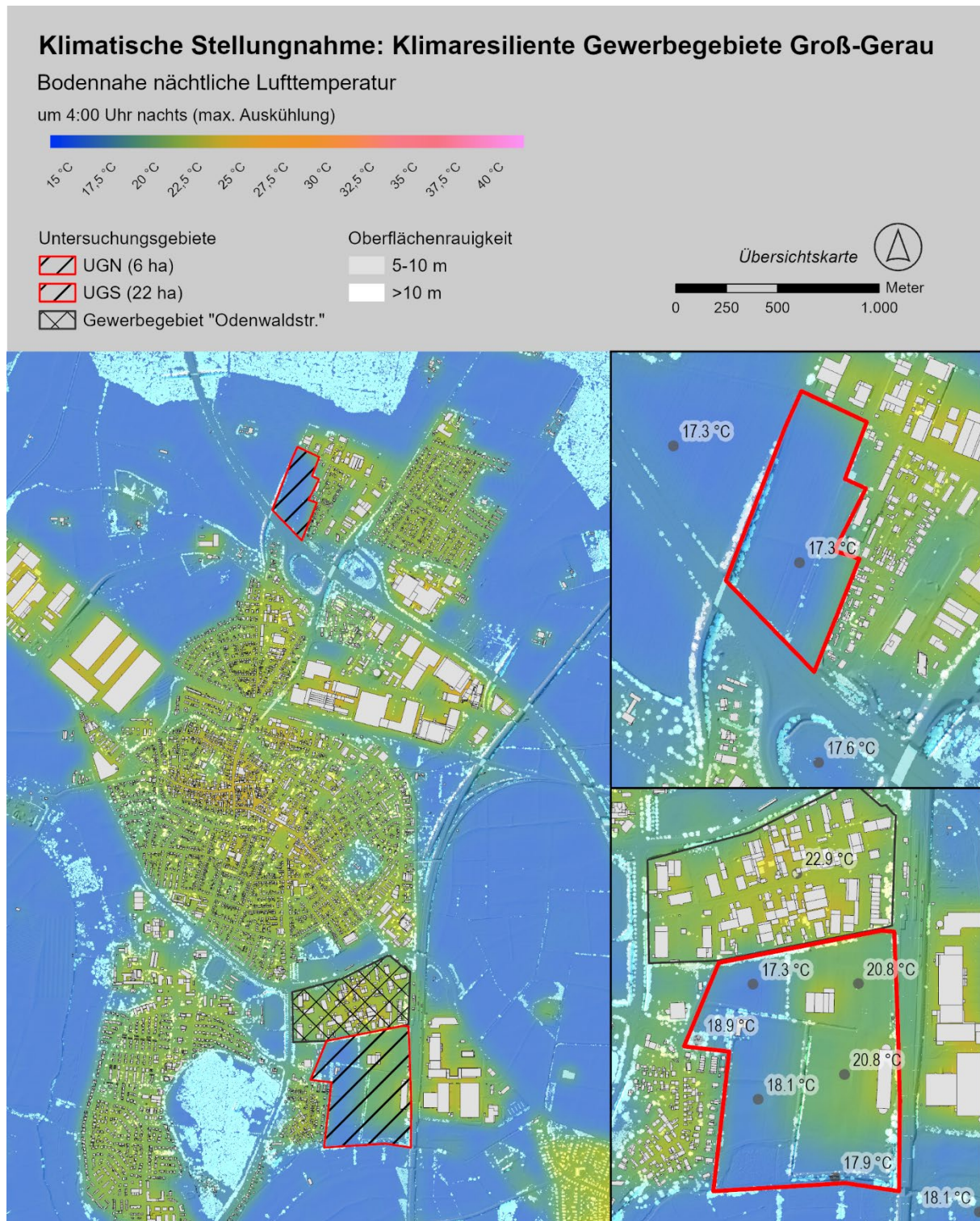


Abbildung 7 Die modellierte bodennahe Lufttemperatur nach der maximalen Auskühlung, ca 4 Uhr nachts.

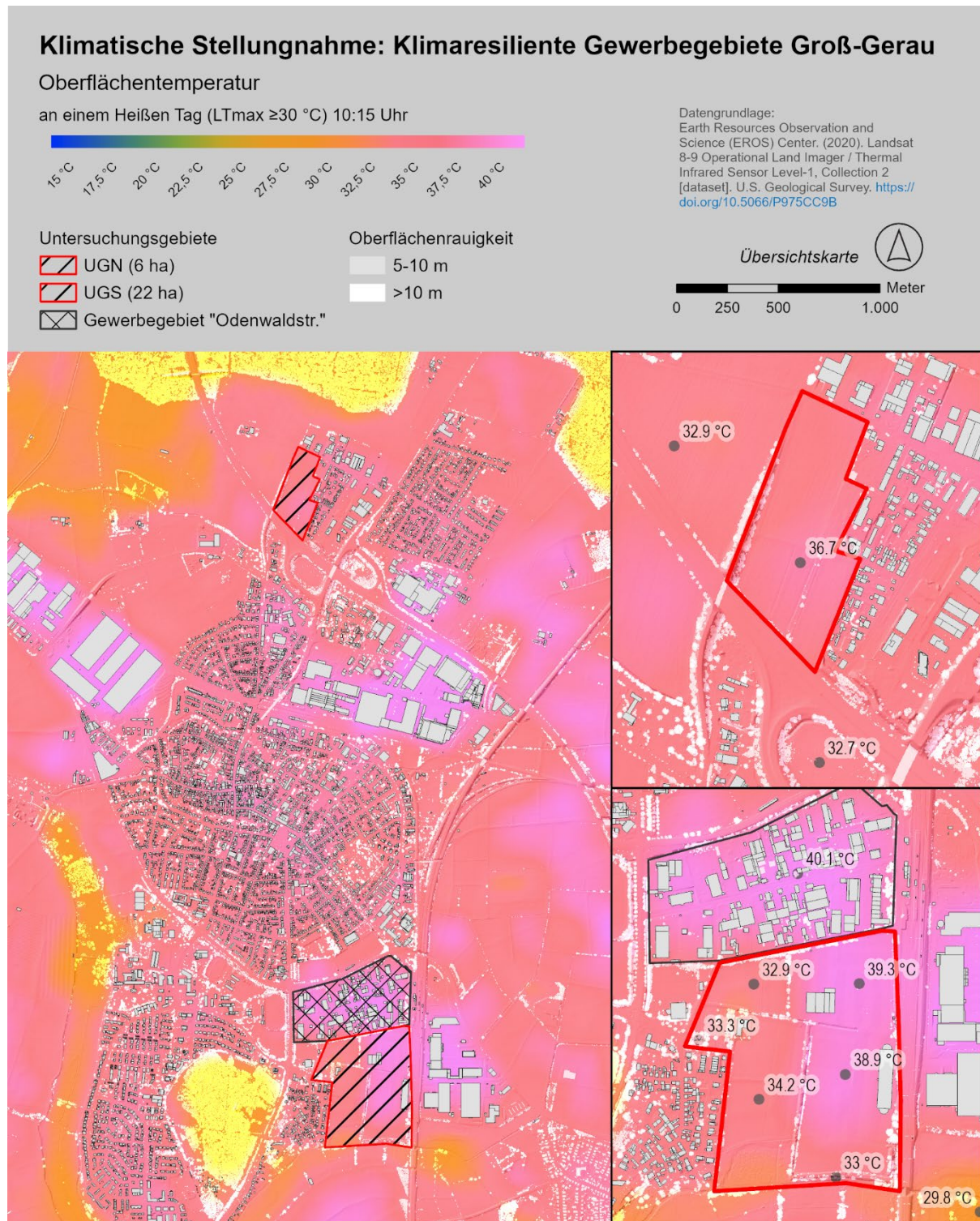


Abbildung 8 Die mittlere Oberflächentemperatur an einem heißen Tag, gemessen um 10:15 Uhr morgens (Quelle: Eigene Darstellung mit Daten von EROS 2020).

2.5. Anpassungsmaßnahmen

Aufgrund der sensiblen Lage der potenziellen Gewerbegebiete ist eine Betrachtung des Schutzgutes KLIMA in die Planung zu integrieren. Konkrete Maßnahmen zur klimaresilienten Entwicklung von Gewerbegebieten wurden bereits in verschiedenen Veröffentlichungen als Handreichung für Kommunen entwickelt¹. Diese behandeln insbesondere das Thema der mikroklimatischen Anpassung. Durch die Auswertung der stadtklimatischen Verhältnisse in Groß-Gerau konnte jedoch v.a. die zentrale Rolle der Ventilation für den Stadtraum herausgestellt werden. Im Folgenden beschränkt sich daher die Darstellung auf Maßnahmen der Erhaltung der Ventilationsleistung auf den jeweiligen Flächen.

Wind spielt in der Stadt eine maßgebliche Rolle in Bezug auf mikro- und mesoklimatische Verhältnisse. Die Beeinflussung vollzieht sich auf zwei Ebenen. Durch die Anströmung von außen kommt es zu einem Austausch der Luftschichten, durch den es zu einer Aufwertung der lufthygienischen Verhältnisse kommen kann. Wärmere, belastete Luftschichten werden durch unbelastete Luft aus dem Stadtumland verdrängt. Gleichzeitig kommt es durch Wind zum sog. „Wind-Chill-Effekt“. Dieser beschreibt das thermische Empfinden des menschlichen Körpers bei Wind. Die gefühlte Temperatur liegt infolgedessen niedriger als die gemessene Temperatur. Wind ist daher ein Faktor, der in der Beschreibung der gefühlten Temperatur im Physiological Equivalent Temperatur (PET) einbezogen wird (Siedlmeier und Tinz 2023).

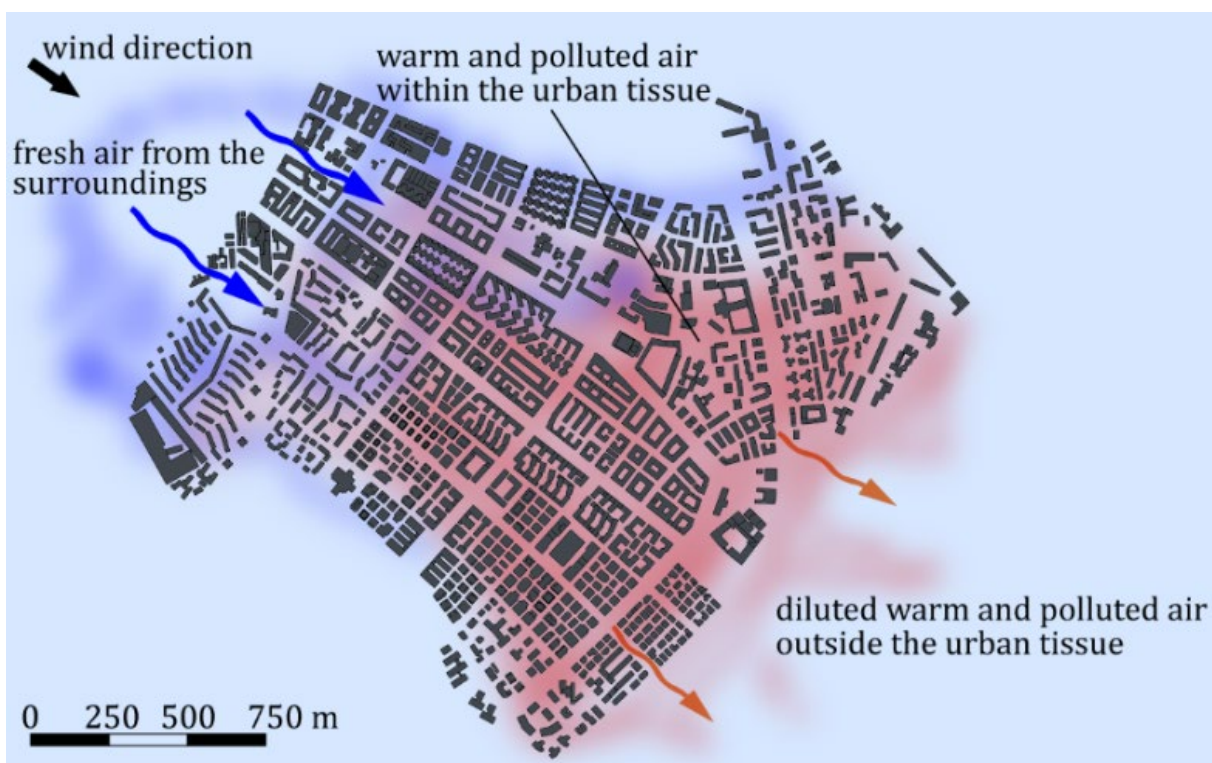


Abbildung 9 Konzeptionelle Darstellung der städtischen Ventilation (Palusci, Cecere 2022).

Die allgemeine Aufmerksamkeit von lokalen Windverhältnissen und der Einfluss der Stadtmorphologie vor dem Hintergrund der Planung, ist in den vergangenen Jahren sowohl international als auch innerhalb von Deutschland merklich gestiegen (vgl. Palusci und Cecere 2022; Siedlmeier und Tinz 2023). Analysen in deutschen Städten zeigen, dass in Abhängigkeit der

¹ HLNUG (2019 u. 2021), IHK (2021)

Rauigkeitslänge und der baulichen Offenheit (Sky View Factor) die Windgeschwindigkeit bis zu 40 % niedriger liegt als im Umland. Luftleitbahnen in Form von Freiflächen sind daher elementar für den Austausch der Luftschichten, wodurch eine Verbesserung der thermischen Verhältnisse und der Lufthygiene innerhalb der Stadt erreicht wird (Palusci und Cecere 2022) (siehe Abbildung 9).

Die Untersuchungsgebiete stellen besagte Luftleitbahnen dar. Anhand der Kaltluftsimulationen zeigt sich die Bedeutung der Freiflächen für den Transport der Kaltluft aus dem Umland zum Siedlungsgebiet von Groß-Gerau. In der Planung der Gewerbegebiete sollte ein erhöhtes Augenmerk auf die Gewährleistung des Lufttransportes gelegt werden. Die Abbildung 10 verdeutlicht den Einfluss der Gebäudeanordnung und -ausrichtung auf die bodennahen Luftschichten. Wie zu erkennen, ermöglicht die entsprechende Ausrichtung entlang der Durchlüftungssachse (c) den Transport in Form eines Kanalisierungseffektes. Gleichzeitig kommt es hierdurch zu lokal erhöhten Windgeschwindigkeiten, die die thermische Aufenthaltsqualität auf Fußgängerebene beeinträchtigen. In der Planung gilt es abzuwägen, in welchem Verhältnis der Transport der bodennahen Luftschichten in Richtung Stadtzentrum zum mikroklimatischen Komfort steht.

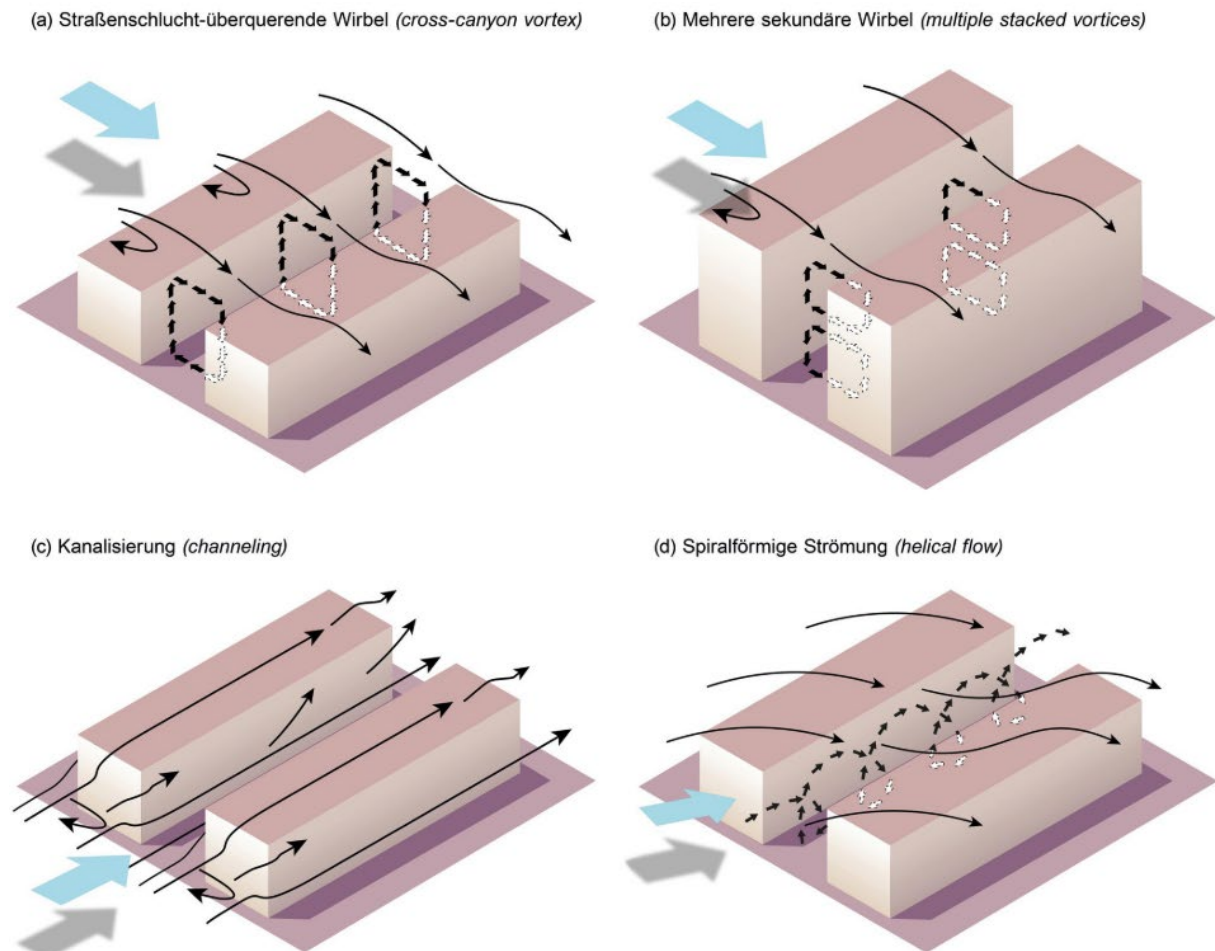


Abbildung 10 Typische Strömungsregime innerhalb der Urbanen Grenzschicht (Sedlmeier und Tinz 2023, nach Oke 2017).

3. Zusammenfassung

Mit dem Wissen über das nächtliche Windfeld und über die thermischen Einflüsse im Bereich des Untersuchungsgebietes lassen sich im Folgenden die klimatischen Auswirkungen des Vorhabens zusammenfassend bewerten.

Das Untersuchungsgebiet Nord (UGN) befindet sich nördlich des Autobahnkreuzes an einer Übergangslage der nächtlichen Kaltluft. Insbesondere in den ersten Zeitschnitten nach Sonnenuntergang konnte der Transport von kalter Luft aus dem Umland in Richtung der Siedlungsgebiete festgestellt werden. Die Entwicklung der Fläche zum Gewerbegebiet würde den Transport von Nord nach Süd beeinträchtigen. Mit Blick auf den Zeitschnitt 3 Stunden nach Sonnenuntergang ist dennoch anzumerken, dass es bis dahin zu einer flächenhaften Überströmung des nördlichen Stadtgebietes bis zur Bahntrasse kommt. Die Bebauungsstrukturen eines Gewerbegebietes würden absehbar zu einer verzögerten Kühlung der angrenzenden Flächen führen, den Ausgleich der Lufttemperaturen jedoch nicht komplett verhindern.

Das Untersuchungsgebiet Süd (UGS) befindet sich ebenfalls in einer Übergangslage, flankiert von Siedlungsstrukturen im Westen und Industriebebauung im Osten. Die Bebauung der Fläche würde den aktuell stattfindenden Transport von Kaltluft erheblich beeinflussen. Die Bestandsbebauung bewirkt bereits im Nullfall einen Kanalisierungseffekt am nordwestlichen Rand des UGS. Dem Erhalt des Kaltlufttransportes aus Süden und aus Westen sollte bei der Planung eine hohe Bedeutung zuteilwerden, da ansonsten der nächtliche Kühlungsprozess aus südlicher Richtung noch umfassender gestört werden würde. Des Weiteren ist die Fläche für die Ventilation am Tag von Relevanz. Die Analyse der regionaltypischen Windverhältnisse ergab eine ausgeprägte Südanströmung. Wie in Kapitel 2.5. erläutert, bremst die Bebauung im Kontext von Siedlungsgebieten die bodennahen Windgeschwindigkeiten aus. Die Errichtung von großen Bauvolumina würde die südliche Anströmung durch die Veränderung der Strömungsregime beeinträchtigen (siehe Abbildung 10). Dies würde sich auch auf das Gewerbegebiet „Odenwaldstr.“ auswirken.

Die Ergebnisse der klimatischen Stellungnahme sind in ihrer Belastbarkeit begrenzt. Für den Planfall wurden typische Gewerbegebiete als Maßstab genommen, um die Auswirkungen abzuwägen. Empfehlenswert sind daher tiefergehende klimatische Begutachtungen der lokal-räumlichen Bedingungen innerhalb der Untersuchungsgebiete während des zukünftigen Planungs- und Entwurfsprozess. Die vorliegenden Ergebnisse entstammen numerischen Modellierungen des Nullfalls, denen zwar regionaltypische Messwerte hinterlegt wurden, die jedoch die Auswirkungen der geplanten Bebauung nur abschätzen lassen.

Unter Annahme der gegebenen klimatischen Voraussetzungen ist **für den Planfall** (basierend auf der Planungsdarstellung und der schriftlichen Erläuterung durch den AG am 07.08.2024) von einer planungsrelevanten klimatischen Einflussnahme für das Siedlungsgebiet Groß-Gerau auszugehen. Planerische Abwägungen sind hinsichtlich der Bebauungsdichte, -höhe und -ausrichtung, sowie zur Freiraumgestaltung zu treffen.

4. Verzeichnisse

Insofern nicht anders angegeben gilt für alle Abbildungen und Tabellen als Quelle
BPI - Burghardt und Partner, Ingenieure (2024)

Quellenverzeichnis

BPI – Burghardt und Partner (2024): Stadtklimaanalyse für den Kreis Groß-Gerau.

EROS - Earth Resources Observation and Science Center (2020): Landsat 8-9 Operational Land Imager / Thermal Infrared Sensor Level-1, Collection 2 [dataset]. U.S. Geological Survey. <https://doi.org/10.5066/P975CC9B>

GWA – Global Wind Atlas (2024): Global Wind Atlas 3.0. <https://globalwindatlas.info/en> (Zugriff: 13.09.2024).

HLNUG – Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (2019): Handlungsleitfaden zur kommunalen Klimaanpassung in Hessen – Hitze und Gesundheit. https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/klima/klimprax/KLIMPRAXStadtklima2019/L-Handlungsleitfaden2019_Einzelseiten.pdf.

HLNUG – Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (2021): Gewerbegebiete – klimaangepasst und fit für die Zukunft!. https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/klima/klimprax/Gewerbegebiete-klimaangepasst_und_fit_web.pdf.

IHK – Industrie- und Handelskammer Darmstadt (2021): Gewerbegebiete klimaresilient entwickeln. <https://www.ihk.de/darmstadt/produktmarken/standpunkte/raumordnung/perform-zge-handlungsfeld-klimaresilienz-5080688>. Darmstadt.

Katzschner, Lutz (2019): Bedeutung der Kaltluft und Ventilation in Städten. In: Lozán, José L.; Breckle, Siegmund-Walter; Graßl, Hartmut; Kuttler, Wilhelm; Matzarakis, Andreas (Hrsg.): Warnsignal Klima: Die Städte. Wissenschaftliche Fakten. Warnsignal Klima. Hamburg.

Kuttler, Wilhelm (2011): Climate change in urban areas. Part 2, Measures. Environmental Sciences Europe, 23. Jg. (1).

MVIBW – Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg (2012): Städtebauliche Klimafibel. Hinweise für die Bauleitplanung. Zugriff: <https://www.staedtebauliche-klimafibel.de/pdf/Klimafibel-2012.pdf>.

Oke, T. R.; Mills, Gerald; Christen, Andreas; Voogt, James A. (2017): Urban climates. Cambridge. <https://doi.org/10.1017/9781139016476>.

Palusci, Olga; Cecere, Carlo (2022): Urban Ventilation in the Compact City: A Critical Review and a Multidisciplinary Methodology for Improving Sustainability and Resilience in Urban Areas. Sustainability, 14. Jg. (7), S. 3948.

Sedlmeier, Katrin; Tinz, Birger (2023): Wind in der Stadt. promet, (106), 2023, S. 39–49.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Windverhältnisse mit Anströmungsrichtung und -frequenz (GWA 2024).....	3
Abbildung 2 Windgeschwindigkeiten im Ausschnitt Trebur mit dem Landkreis Groß-Gerau in der Übersicht. Die Planungsgebiete sind mit einer roten gestrichelten Kontur abgebildet (BPI 2024).....	4
Abbildung 3 Situation des nächtlichen bodennahen Windfeldes nach 15 Minuten nach Sonnenuntergang, mit Fokus auf die Untersuchungsgebiete.....	7
Abbildung 4 Situation des nächtlichen bodennahen Windfeldes nach 1 Stunde nach Sonnenuntergang, mit Fokus auf die Untersuchungsgebiete.....	8
Abbildung 5 Situation des nächtlichen bodennahen Windfeldes nach 2 Stunden nach Sonnenuntergang, mit Fokus auf die Untersuchungsgebiete.....	9
Abbildung 6 Situation des nächtlichen bodennahen Windfeldes nach 3 Stunden nach Sonnenuntergang, mit Fokus auf die Untersuchungsgebiete.....	10
Abbildung 7 Die modellierte bodennahe Lufttemperatur nach der maximalen Auskühlung, ca 4 Uhr nachts.....	14
Abbildung 8 Die mittlere Oberflächentemperatur an einem Heißen Tag, gemessen um 10:15 Uhr morgens (Quelle: Eigene Darstellung mit Daten von EROS 2020).....	15
Abbildung 9: Konzeptionelle Darstellung der städtischen Ventilation (Palusci, Cecere 2022).	16
Abbildung 10: Typische Strömungsregime innerhalb der Urbanen Grenzschicht (Sedlmeier und Tinz 2023, nach Oke 2017).....	17