

Meteorologische Forschung und Dienstleistungen  
Ingenieurbüro für Meteorologie

# Stadtklimatische Untersuchung Ostfeld Wiesbaden

## Durchlüftung und Kaltluftsystem

im Auftrag der Stadt Wiesbaden



**LEAD** Mag. Matthias Ratheiser

**TEAM** Dipl.-Ing. Sebastian Kupski (INKEK GmbH)

**TEAM** MSc Maria Feichtinger

**TEAM** DI Magdalena Holzer

+43 1 522 37 29 **TEL**

info@weatherpark.com **MAIL**

11. Oktober 2023 **DATE**

**Bearbeitung:**

Weatherpark GmbH Meteorologische Forschung und Dienstleistungen  
Ingenieurbüro für Meteorologie  
Lindengasse 5/5  
A-1070 Wien  
Tel. A: +43 1 522 37 29  
Tel. D: +49 152 02 07 91 50  
[info@weatherpark.com](mailto:info@weatherpark.com)  
[www.weatherpark.com](http://www.weatherpark.com)

INKEK GmbH  
Schillerstraße 50  
34253 Lohfelden  
Tel.: 05608 95875 11  
Fax: 05608 95875 12  
[info@inkek.de](mailto:info@inkek.de)  
[www.inkek.de](http://www.inkek.de)

**Auftraggeber:**

Landeshauptstadt Wiesbaden  
Umweltamt und Stadtplanungsamt  
Gustav-Stresemann-Ring  
65189 Wiesbaden

# Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung .....	5
1.1. Einleitung Stadtentwicklungsprojekt „Ostfeld“ .....	5
1.2. Allgemeines zur Untersuchung.....	7
1.3. Beschreibung des Untersuchungsgebiets.....	8
1.4. Planstände Ist-Zustand .....	10
1.5. Planstände Nachher-Zustand .....	11
2. Klimatologie.....	13
2.1. Häufigkeit von windschwachen Strahlungsnächten .....	13
2.2. Beschreibung der Windklimatologie .....	14
2.3. Voraussichtliche Auswirkungen des projizierten Klimawandels.....	15
3. Computersimulationen Kaltluftsystem .....	17
3.1. Das Kaltluftabflussmodell KLAM_21 .....	17
3.2. Beschreibung der Simulation.....	17
3.2.1. Landnutzungsdaten.....	18
3.2.2. Höhendaten.....	19
3.2.3. Planstand .....	20
3.2.4. Meteorologische Rahmenbedingungen.....	22
3.2.5. Untersuchungszeitraum.....	22
3.2.6. Methodische Vereinfachungen .....	22
3.3. Methode der Auswertung und Erklärung der Abbildungen.....	22
3.3.1. Betrag und Richtung der Fließgeschwindigkeit .....	23
3.3.2. Kaltlufthöhe .....	23
3.3.3. Kaltluftvolumenstrom .....	23
3.3.4. Differenzkarten.....	24
4. Auswertungen Kaltluftsystem .....	25
4.1. Ergebnisse der Kaltluftsimulation für den Ist-Zustand .....	25
4.1.1. Kaltluftentstehung und -fluss .....	25
4.1.2. Wirkungsräume der Kaltluft .....	48
4.1.3. Situation im Ostfeld.....	48
4.2. Ergebnisse der Kaltluftsimulation für den Nachher-Zustand .....	49
4.3. Fazit Kaltluft.....	65
5. Computersimulationen Durchlüftung.....	67

5.1. Das strömungsmechanische Computermodell.....	67
5.2. Probekörper eines Bebauungsszenarios Ostfeld .....	69
5.3. Randbedingung des CFD-Modells aus dem Kaltluftabflussmodell KLAM .....	70
5.4. Methode der Auswertung und Erklärung der Abbildungen.....	72
5.4.1. Karten mit Stromlinien.....	72
6. Auswertung Durchlüftung .....	73
7. Computersimulationen Temperaturfeld.....	76
7.1. Beschreibung der Simulation.....	76
7.2. Ergebnisse bodennahe nächtliche Lufttemperatur .....	77
7.3. Ergebnisse bodennahe Lufttemperatur Tagesgang.....	79
9. Vergleich mit Vorarbeiten .....	82
10. Reaktionen zu den Planungshinweisen aus dem Zielabweichungsverfahren.....	85
11. Beurteilung planerische Auswirkungen auf Kaltluftflüsse.....	86
12. Empfehlungen für die Wettbewerbsauslobung.....	91
13. Fazit .....	96
14. Haftungseinschränkung.....	97

# 1. Einleitung

## 1.1. Einleitung Stadtentwicklungsprojekt „Ostfeld“

Mit dem Stadtentwicklungsprojekt „Ostfeld“ plant die Landeshauptstadt Wiesbaden (LH Wiesbaden) die Schaffung eines eigenständigen, innovativen, urbanen und vor allem lebenswerten und nachhaltigen neuen Stadtteils im Osten von Wiesbaden. Hierzu hat die Stadtverordnetenversammlung der LH Wiesbaden im September 2020 die Anwendung einer städtebaulichen Entwicklungsmaßnahme beschlossen.

Durch Umsetzung der städtebaulichen Entwicklungsmaßnahme will die LH Wiesbaden insbesondere den strukturell erhöhten Bedarf an Wohn- und Arbeitsstätten decken und ihrer Funktion als Oberzentrum und als Standort von bedeutenden Bundes- und Landesbehörden auch in der Zukunft gerecht werden.

Der Entwicklungsbereich Ostfeld umfasst einen Bereich von ca. 450 Hektar. Die städtebauliche Entwicklungsmaßnahme „Ostfeld“ zeichnet sich durch die Schaffung von zwei räumlich getrennt liegenden Baufeldern aus. Im Norden des Entwicklungsbereiches soll westlich der B455 auf der Höhe der Ortslage Wiesbaden-Erbenheim auf einer Gesamtfläche von ca. 27 Hektar ein neuer zentraler Behördenstandort für das Bundeskriminalamt perspektivisch für bis zu 7.000 Mitarbeitende entstehen.

Im Süden des Entwicklungsbereiches soll rund um das Biehler Wäldchen/ Fort Biehler ein kompaktes, nachhaltiges, urbanes, klimasensibles und lebenswertes neues Stadtquartier für mindestens 10.000 Menschen entstehen. Damit leistet die LH Wiesbaden einen wesentlichen Beitrag für die Wohnraumversorgung.

Der Großteil des Entwicklungsbereiches soll neben den für die Siedlungsentwicklung erforderlichen Infrastrukturen als Landschaftsraum erhalten und gestärkt werden.

Die Entwicklung des neuen Stadtteils ist an die Berücksichtigung bestimmter naturräumlicher und infrastruktureller Rahmenbedingungen sowie an die angemessene Beachtung der Umweltfaktoren geknüpft. So bestehen für den Umweltfaktor Klima auf regionalplanerischer sowie städtischer Ebene bereits politische Zielvorgaben. Auf städtischer Ebene wurde mit Beschluss der Stadtverordnetenversammlung vom 19.06.2019 der Klimanotstand beschlossen. Im Rahmen der Zustimmung der Regionalversammlung Südhessen zur Zielabweichung „Ostfeld“ vom 07.05.2021 wurden Bezüge zum Themenfeld Klima sowohl als Maßgabe gefasst als auch in die dem Bescheid beigefügten Planungshinweisen aufgenommen.

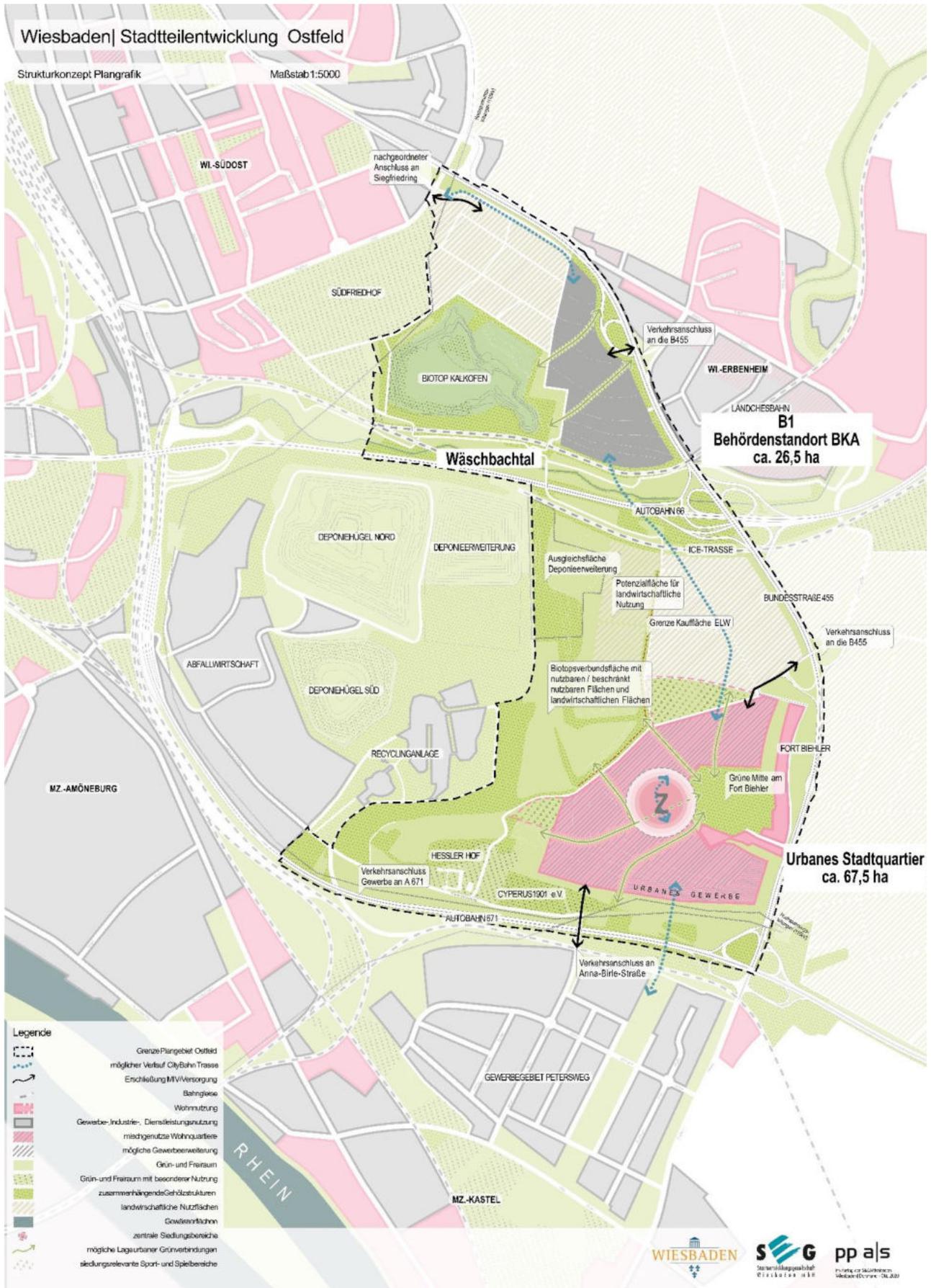


Abb. 1.1: Stadtteilentwicklung Ostfeld, Wiesbaden.

## 1.2. Allgemeines zur Untersuchung

Der vorliegende Bericht beschreibt eine vertiefende stadtklimatische Untersuchung für den Entwicklungsbereich Ostfeld in Wiesbaden, sowie die Modellierung der stadtklimatischen Auswirkungen der Gebietsentwicklungen im Ostfeld auf mikroklimatischer Ebene.

Diese Detailuntersuchung ist Teil einer aktuellen gesamtstädtischen Klimastudie der Landeshauptstadt Wiesbaden. Da sich die unterschiedlichen klimatischen Ebenen von der mesoskaligen Ebene (Regionalklima bis Stadtklima) bis zur mikroklimatischen Ebene (Lokalklima) erstrecken und die jeweils übergeordnete räumliche Ebene Einfluss auf die darunter befindliche Ebene ausübt, konnte die stadtklimatische Lage des Ostfelds korrekt eingeordnet werden. Wichtige Wirkzusammenhänge auf allen Maßstabsebenen wurden somit berücksichtigt und in die Auswertung mit aufgenommen, so dass ein vollumfängliches Bild der stadtklimatischen Vorgänge ermittelt werden konnte.

Drei Aspekte sind Inhalte der Detailuntersuchung, welche mit drei unterschiedlichen Werkzeugen untersucht wurden: das Kaltluftgeschehen (siehe Kapitel 3 & 4), die Durchlüftung des Areals und dessen Umgebung (siehe Kapitel 5 & 6) sowie das Temperaturregime (siehe Kapitel 7).

Die Berücksichtigung von Kaltluftsystemen in der Stadtplanung ist insofern relevant, als dass Kaltluft bei windschwachen, wolkenarmen Wetterlagen potenziell zu lufthygienischen Verbesserungen führen und zur nächtlichen Abkühlung von bebauten Gebieten und damit zur Erholung der Bevölkerung vor allem während Hitzeperioden beitragen kann. So besteht die Chance bzw. die Notwendigkeit, die positive Wirkung der Kaltluft bei Bautätigkeiten aufrechtzuerhalten bzw. negative Auswirkungen auf das Kaltluftsystem zu minimieren. Die Entstehung und der Abfluss von nächtlicher Kaltluft wurden mit dem Kaltluftmodell KLAM simuliert.

Als Ergänzung zur Kaltluftmodellierung wurde ein strömungsmechanisches Computermodell (CFD-Modell) verwendet, um die Ausbreitung des in KLAM definierten Kaltluftsystems im Ostfeld zu simulieren. Dieses Werkzeug hat den Vorteil, dass – im Gegensatz zu KLAM – komplett dreidimensional gerechnet wird und mehr Details an Gebäuden und Orographie berücksichtigt werden können.

Zur Einschätzung der bioklimatischen Auswirkungen wurde das nächtliche Lufttemperaturfeld in Bodennähe modelliert. Dabei wurden die stadtklimatischen Rahmenbedingungen für den Betrachtungsbereich aus der gesamtstädtischen Klimaanalyse der Landeshauptstadt Wiesbaden übernommen und in einer horizontalen Rasterauflösung von 8 Meter verfeinert. Leitfrage ist der Effekt einer Temperaturerhöhung in der direkten Nachbarschaft und in weiter entfernten Siedlungsräumen mit Wohnnutzung (sog. vulnerable Stadträume hinsichtlich Hitze).

In allen Fällen wurden Computersimulationen für den Ist-Zustand (inkl. Berücksichtigung der Annahme der vollständigen Umsetzung von rechtsverbindlichen Bebauungsplänen im Untersuchungsraum) und einem Szenario der baulichen Entwicklung („Nachher-Zustand“) durchgeführt, um die durch eine Bebauung im Entwicklungsbereich Ostfeld hervorgerufenen Veränderungen quantifizieren zu können. Die Ergebnisse der Computersimulationen dienten den am Projekt beteiligten Stadtklimatolog\*innen als Grundlage dafür, ein Bild von der nächtlichen Strömungssituation im Untersuchungsgebiet zu erlangen. Wichtige Grundlage dafür ist auch ein Lokalausweis, der am Montag, den 14. Februar 2022 im gesamten Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung durchgeführt wurde.

Bei der Analyse der klimatischen Ist-Situation konnte außerdem auf bereits vorhandene Studien und Untersuchungen für das Stadtgebiet Wiesbadens sowie den Entwicklungsbereich Ostfeld zurückgegriffen werden (siehe Kapitel 8), die einen wertvollen Anknüpfungs- und Ausgangspunkt für die hier durchgeführten, ergänzenden Untersuchungen liefern.

Anhand der Ergebnisse aller Untersuchungen und Arbeitspakete wurden Handlungsempfehlungen und spezifische Hinweise für die Formulierung des Klimaökologischen Leitbildes „Ostfeld“ für die Wettbewerbsauslobung erarbeitet. Das Klimaökologische Leitbild „Ostfeld“ bildet die Grundlage für das Wettbewerbsverfahren. Das Leitbild wird in diesem Rahmen u.a. durch einen zu beauftragenden Klimaexperten inhaltlich vertieft.

Ansprechpartnerin für INKEK und Weatherpark bei der Stadt Wiesbaden war Frau Frauke Dorsch.

### **1.3. Beschreibung des Untersuchungsgebiets**

Abb. 1.2 zeigt in einem Stadtplanausschnitt der Stadt Wiesbaden und ihrer Umgebung die Lage und Größe des städtebaulichen Entwicklungsbereichs Ostfeld (schwarzer Umring).

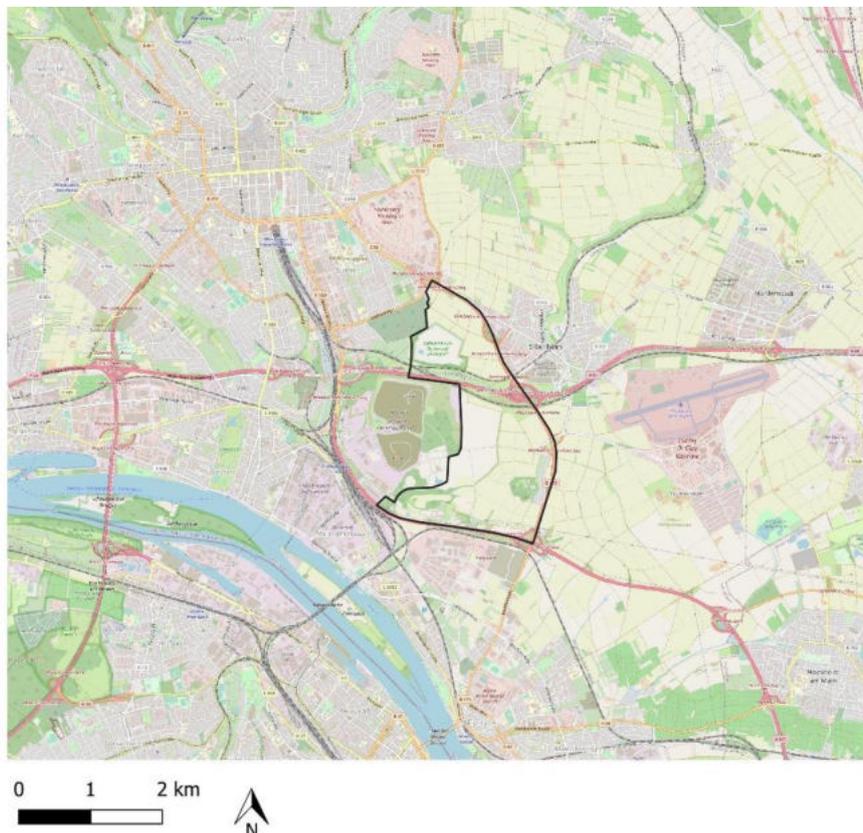


Abb. 1.2: Stadtplanausschnitt der Stadt Wiesbaden mit dem städtebaulichen Entwicklungsbereich Ostfeld innerhalb der schwarzen Markierung (Kartengrundlage: OpenStreetMap<sup>1</sup>).

Die stadtklimatischen Untersuchungen der Detailuntersuchung wurden für ebendiesen Entwicklungsbereich durchgeführt. In den Simulationsmodellen wird nicht nur das Untersuchungsgebiet nachgebaut, sondern auch die weiter entfernte Umgebung. Dies ist einerseits notwendig, um Wirkungszusammenhänge korrekt abbilden zu können, andererseits werden so störende Randeffekte

<sup>1</sup> © Open Street Map contributors.

in den Simulationsergebnissen vermieden, die das Ergebnis verfälschen und seine Aussagekraft mindern würden. Im Folgenden wird daher zwischen dem „Entwicklungsbereich Ostfeld“, d.h. dem Projektgebiet, in dem eine städtebauliche Entwicklung vorgesehen ist, und dem „Simulationsgebiet“, d.h. jenem Gebiet, das im Simulationsmodell nachgebaut wurde, unterschieden.

Da insgesamt drei verschiedene stadtklimatische Aspekte (Kaltluft, Durchlüftung und Temperaturregime) Inhalte der Detailuntersuchung sind, sich unterschiedliche klimatische Phänomene von der mesoskaligen Ebene (Regionalklima bis Stadtklima) bis zur mikroklimatischen Ebene (Lokalklima) erstrecken und die jeweils übergeordnete räumliche Ebene Einfluss auf die darunter befindliche Ebene ausübt, variieren Methoden, Werkzeuge und damit auch die Größe der Simulationsgebiete in Abhängigkeit der unterschiedlichen Fragestellungen und deren Modellierungen. Die Detailuntersuchung gliedert sich in die aktuelle gesamtstädtische Klimaanalyse Wiesbaden ein.

Abb. 1.3 verdeutlicht genau diese Beziehung der unterschiedlichen Simulationsgebiete und stellt Lage und Größe der unterschiedlichen Simulationsgebiete dar: Der größte Rahmen (orange) zeigt das Simulationsgebiet der gesamtstädtischen Kaltluftsimulation, der nächstkleinere Rahmen (rot) das Simulationsgebiet der Kaltluftsimulation für den Wirkraum Ostfeld (siehe Kapitel 3 und 4) und der kleinste Rahmen (gelb) das Simulationsgebiet der Temperatur- und Durchlüftungssimulationen (siehe Kapitel 5, 6 und 7).

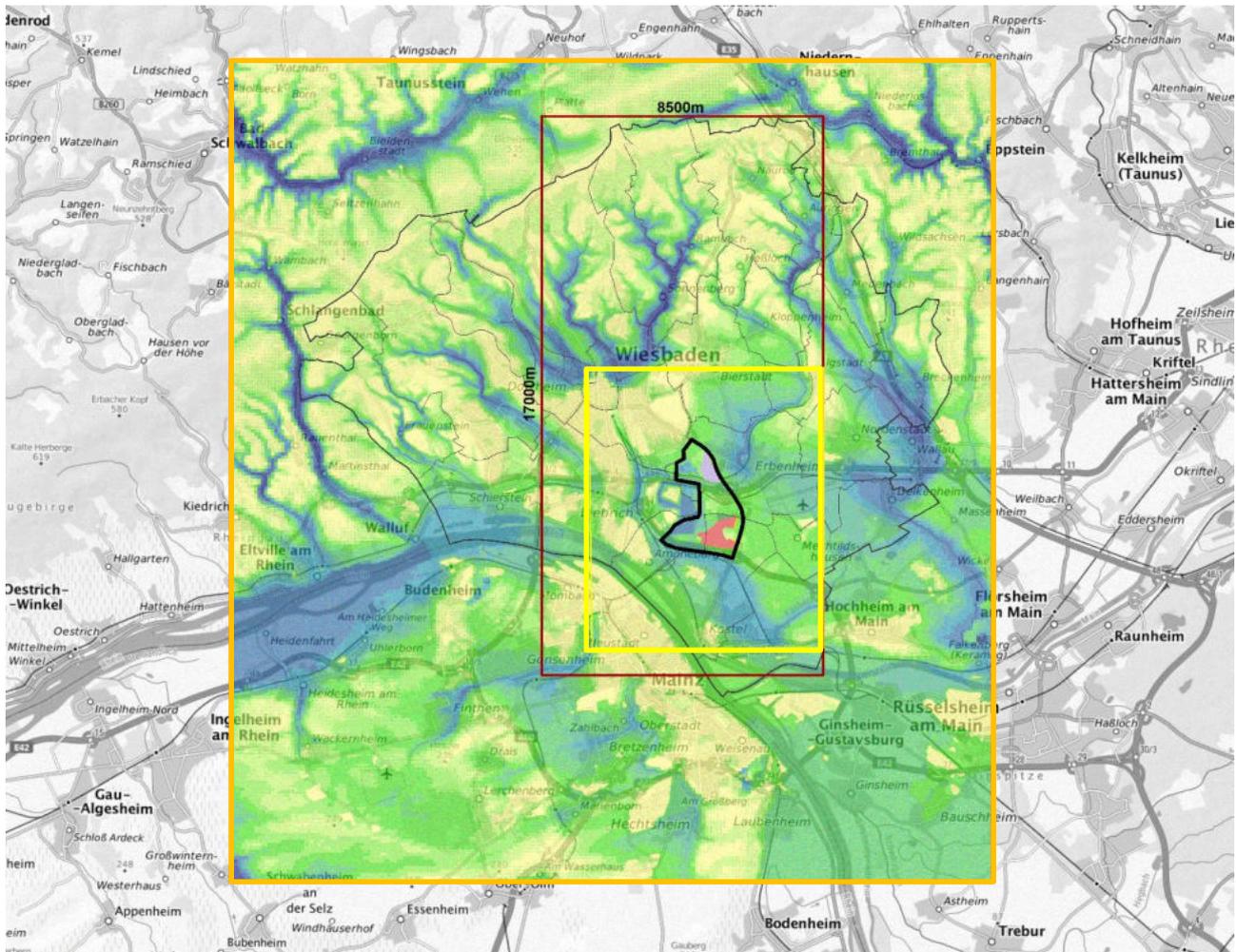


Abb. 1.3: Kartenausschnitt Wiesbaden und Umgebung ohne Maßstab. Die drei Rahmen zeigen die unterschiedlich großen Simulationsgebiete für unterschiedliche Computersimulationsmodelle in Abhängigkeit der untersuchten klimatischen Phänomene. Orange: Simulationsgebiet der gesamstädtischen Kaltluftuntersuchung (KLAM\_21), rot: Simulationsgebiet der Kaltluftuntersuchung für den Wirkraum Ostfeld (KLAM\_21), gelb: Simulationsgebiet der Temperatur- (mod\_GIS) und Durchlüftungssimulationen (STAR CCM+). Der Entwicklungsbereich Ostfeld liegt innerhalb der schwarzen Markierung (Kartengrundlage: TopPlusOpen<sup>2</sup>).

## 1.4. Planstände Ist-Zustand

Der „Ist-Zustand“ ist die Bebauung des Areal und dessen Umgebung, wie sie im Frühling 2022 zu beobachten war. Außerdem wurden die rechtsverbindlichen Bebauungspläne in der Umgebung des Entwicklungsbereichs Ostfeld als vollständig bebaut angenommen. Dazu zählen u.a. die Bautätigkeiten im Bereich Erbenheim-Süd, die Wohnbebauung Bierstadt-Nord und die Fertigstellung des Gewerbegebiets Petersweg südlich angrenzend an den Entwicklungsbereich Ostfeld.

<sup>2</sup> © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie: <https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/webdienste/topplus-produkte.html?p=1>.

## **1.5. Planstände Nachher-Zustand**

Der „Nachher-Zustand“ berücksichtigt zusätzlich zum Ist-Zustand eine bauliche Entwicklung des Ostfelds. Berücksichtigt wurden die Nutzungsintensivierungen im Norden (geplanter Behördenstandort des Bundeskriminalamts) und Süden (urbanes Stadtquartier) des Areals. Dabei wurden Umrisse der Flächen zur Verfügung gestellt, und Entwicklungen und Nutzungsgrade (etwa hinsichtlich Flächenparametrisierung, Durchlässigkeit u.ä.) in einem Prozess mit dem Auftraggeber (Stadtplanungsamt und Umweltamt der Stadt Wiesbaden) abgestimmt. Dabei handelt es sich bei der angenommenen Entwicklung um einen konservativen Ansatz ohne dezidierte Ausrichtung der Planung auf die klimaökologischen Belange. Dies diente der Ableitung des klimaökologischen Leitbildes (Kapitel 11), welches räumlich hochaufgelöste und verortete Planungshinweise für eine klimasensible Bebauung vorgibt.

Außerdem wurde die Entwicklung der Deponie in Form zweier zusätzlicher Deponiehügel (mit einer maximalen Höhe von 160 m u. NN) östlich der aktuellen Deponiegrenzen berücksichtigt.

Abb. 1.4 zeigt eine Ansicht dieser abgestimmten Nutzungsintensivierung zweier Standorte im Norden und Süden des Ostfelds. Im Norden wurde der angenommene Pufferbereich von 35 Meter rund um den Behördenstandort berücksichtigt. Der Pufferbereich von 35 m wurde vorbehaltlich noch ausstehender artenschutzfachlicher Gutachten, als vorläufiger Annahmewert für die Modellierung verwendet und kann sich auf Basis der Gutachtenergebnisse noch ändern. Eine maximale Höhe von 22 Meter der Bauwerke wurde ebenfalls im Modell hinterlegt. Der südliche Standort besteht aus einer parkähnlichen Struktur (grün) im Norden des urbanen Quartiers, einer dichteren Bauungsstruktur (gelb) und einer dichten gewerblichen Struktur (rot) am südlichen Rand, parallel zur BAB 671.

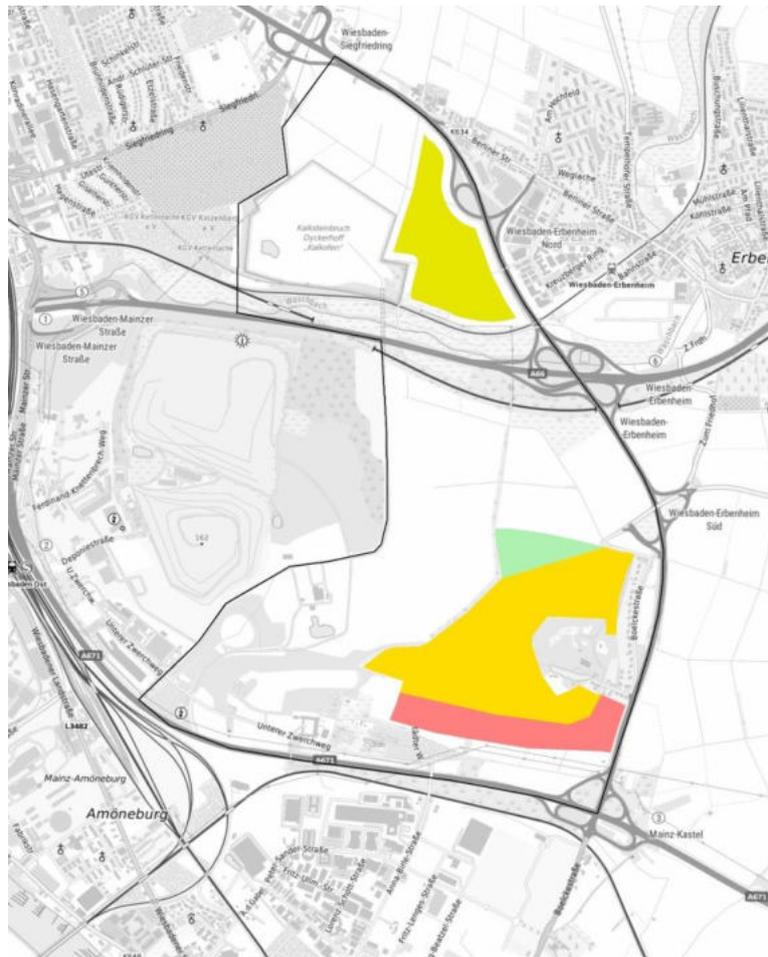


Abb. 1.4: Darstellung der abgestimmten Nutzungsintensivierung Ostfeld. Der südliche Standort besteht aus einer parkähnlichen Struktur (grün), einer dichteren Bebauungsstruktur (gelb) und einer dichten gewerblichen Struktur (rot) am südlichen Rand. Der nördliche Standort ist als Behördenstandort, und somit Büronutzung vorgesehen.

## 2. Klimatologie

Im folgenden Kapitel werden einerseits die relevanten meteorologischen Bedingungen und Eingangsdaten für den Standort für die Simulationen beschrieben sowie andererseits auf die voraussichtlichen Auswirkungen des Klimawandels für das Projektgebiet eingegangen.

### 2.1. Häufigkeit von windschwachen Strahlungsnächten

Kaltluftsysteme bilden sich am besten in windarmen, klaren (hohe Ausstrahlung) Nächten aus. Die Ermittlung der Anzahl der Nächte, in denen Kaltluft produziert wird, wurde im Rahmen des Projekts „KLIMPRAX-Stadtklima“ (Noppel, 2017) anhand der jährlichen und monatlichen Häufigkeit windschwacher Strahlungsnächte im nahegelegenen Frankfurt am Main abgeschätzt (siehe Tabelle 1). Dazu wurden an der Station Frankfurt/Main Flughafen für den Zeitraum 1981-2010 stündliche Beobachtungen der Windgeschwindigkeit und Wolkenbedeckung ausgewertet und eine windschwache Strahlungsnacht definiert als eine Nacht (Zeitraum des Tages mit einer Sonnenhöhe  $< 5^\circ$ ) mit einer Wolkenbedeckung  $< 4$  Achtel und Windgeschwindigkeiten  $< 2,6$  m/s.

Die Auswertungen zeigen, dass an der Station Frankfurt/Main Flughafen im Zeitraum 1981-2010 durchschnittlich 79,4 solcher windschwacher Strahlungsnächte pro Jahr auftraten. Demnach war „im Mittel mehr als jede fünfte Nacht (21,8 %) eine durch geringe Bewölkung und schwachen Wind definierte Strahlungsnacht. Dabei ist die mittlere Anzahl der Strahlungsnächte aber nicht gleichförmig auf das Jahr verteilt: in den Monaten April bis September ist mehr als jede vierte Nacht eine windschwache Strahlungsnacht, von Mai bis September sogar etwa jede dritte Nacht. Gerade in den Sommermonaten ist also relativ häufig mit der Ausbildung lokaler, nächtlicher Windsysteme zu rechnen. Diese tragen vor allem in Perioden mit hoher Wärmebelastung durch hohe Temperaturen, geringen Wind und einer hohen solaren Einstrahlung zu einer verstärkten nächtlichen Abkühlung und damit zu einer Entlastung bei. In den Wintermonaten sind die windschwachen Strahlungsnächte und die sich dann ausbildenden lokalen Windsysteme seltener, treten dann aber bevorzugt bei sehr austauscharmen Hochdruckwetterlagen auf. In diesen Situationen können Kaltluftabflüsse eine signifikante Verbesserung der Durchlüftung und damit der Luftqualität bewirken“ (Noppel 2017, 73).<sup>3</sup>

Die Auswertung lässt den Schluss zu, dass in Wiesbaden von einer hohen Relevanz von Kaltluftsystemen in warmen Sommernächten ausgegangen werden kann.

Tabelle 1: Mittlere monatliche und jährliche Anzahl windschwacher Strahlungsnächte an der Station Frankfurt/Main Flughafen (1981-2010) (Quelle: Noppel 2017, 73).

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
3,1	4,8	5,8	6,9	9,2	7,9	10,1	11,1	9,4	5,8	2,8	2,5	<b>79,4</b>

<sup>3</sup> Noppel, Heike (Hrsg.: Deutscher Wetterdienst): Modellbasierte Analyse des Stadtklimas als Grundlage für die Klimaanpassung am Beispiel von Wiesbaden und Mainz. Abschlussbericht zum Arbeitspaket 3 des Projekts KLIMPRAX Wiesbaden/Mainz - Stadtklima in der kommunalen Praxis. - Offenbach am Main: Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, 2017 (Berichte des Deutschen Wetterdienstes; 249).

## 2.2. Beschreibung der Windklimatologie

Für die vorliegende Untersuchung wurden statistische Auswertungen der 20-jährigen Windmessreihe (2000 - 2019) der Klimastation Wiesbaden Süd verwendet. Die Station befindet sich in der Nähe westlich des Entwicklungsbereichs Ostfeld.

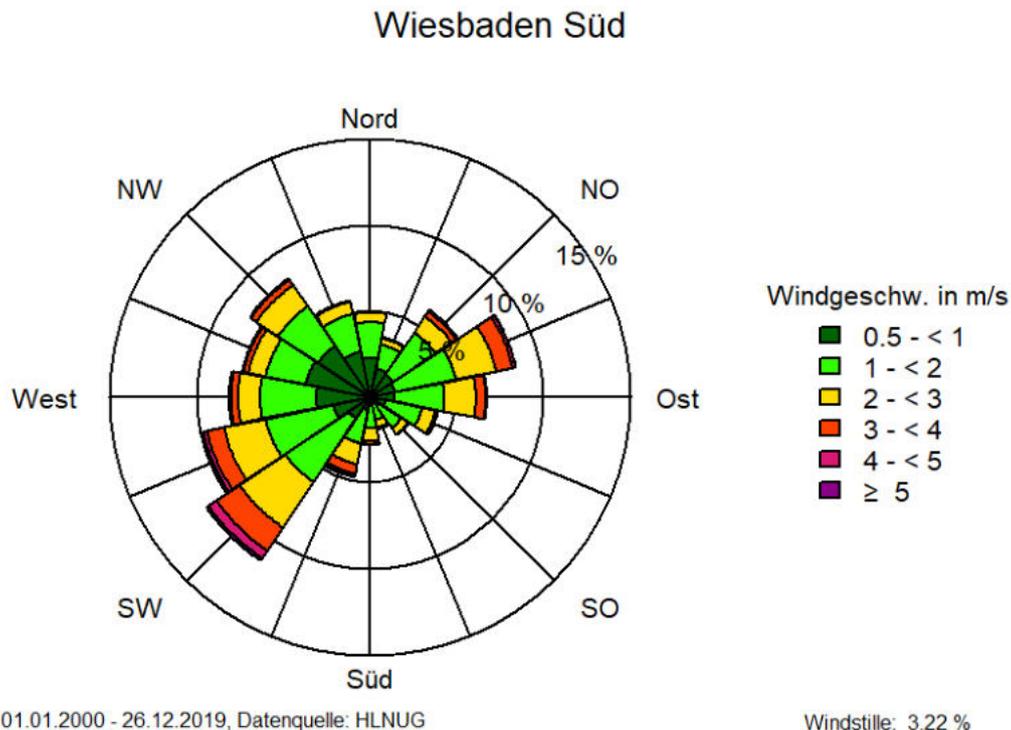


Abb. 2.1: Verteilungen der Häufigkeiten der Richtungen der mittleren Windgeschwindigkeiten für die Klimastation Wiesbaden Süd. Die Länge der Segmente gibt über die Häufigkeit der jeweiligen Windrichtung in % Auskunft. Die Farben zeigen die Häufigkeit der Windgeschwindigkeitsklassen.

Die Windrose in Abb. 2.1 zeigt, dass die Hauptwindrichtungen aufgrund großräumiger Windsysteme hauptsächlich im Sektor Südwest zu verorten sind. Ein sekundäres Maximum befindet sich im Sektor Nordost. Das sind Winde mit höheren mittleren Geschwindigkeiten (orange und rote Farben, 2-5 m/s).

Schwachwindlagen (grüne Farben, unter 2 m/s) treten über eine Spanne von rund 200° zwischen Südwest und Ost auf. Es ist davon auszugehen, dass diese verschiedene Ausprägungen des Kaltluftabflusses Richtung Rhein sind. Die nordöstlichen Komponenten zeigen den lokalen Beitrag und ggf. den Beitrag aus dem Salzachtal, die nordwestlichen Komponenten den Beitrag aus dem Mosbachtal. Die schwachen Winde aus südwestlichen Richtungen sind schwachen Anteilen der großräumigen Windsysteme zuzurechnen.

Insgesamt bestätigt die Windrose die Ergebnisse der Kaltluftsimulationen in gegenständlicher Untersuchung und aus früheren Studien. Am Standort sind neben den großräumigen Windsystemen auch die lokalen Kaltluftabflüsse zu beobachten, die im Wesentlichen von Nord nach Süd gerichtet sind.

## 2.3. Voraussichtliche Auswirkungen des projizierten Klimawandels

### Temperaturbezogene Auswirkungen des Klimawandels

Im gesamten Stadtgebiet Wiesbadens ist eindeutig mit einer Zunahme der Klimaindizes (Kenntage) zu rechnen. Dieser Trend bildet sich in der gesamten Rhein-Main-Region ab und führt generell bei dichter Bebauung und intensiver Versiegelung zu einer deutlichen Erwärmung, während locker bebaute Landnutzungsklassen, bzw. Naturräume in naher Zukunft (2031-2060) von etwas weniger starken Temperaturerwärmung betroffen sein werden.

Der Deutsche Wetterdienst (Projekt KLIMPRAX Stadtklima) prognostiziert folgende Veränderungen der klimatischen Kennwerte für das Gebiet um die Klimamessstation „Wiesbaden Süd“ wie folgt:<sup>4</sup>

Sommertage (Tmax: $\geq 25$ °C):	
• 1971 – 2000 (Messung)	47,5 Tage
• 2031 – 2060 (Simulation)	59,7 bis 70,8 Tage (+12,2 bis +23,3 Tage)
Heiße Tage (Tmax: $\geq 30$ °C):	
• 1971 – 2000 (Messung)	10,8 Tage
• 2031 – 2060 (Simulation)	12,4 bis 24,9 Tage (+1,6 bis +14,1 Tage)
Tropennächte (Tmin: $\geq 20$ °C):	
• 1971 – 2000 (Messung)	0,9 Nächte
• 2031 – 2060 (Simulation)	5,1 bis 16,2 Nächte (+4,2 bis +15,3 Nächte)

Für die Bearbeitung wurde das Stadtklimamodell MUKLIMO\_3 (DWD) eingesetzt. Mit Geodaten in Form von Landnutzungsinformationen bzw. Bauungsstrukturen und Geländehöhe wurde das Modell erstellt und die Stadtklimasimulationen durchgeführt. Um die Auswirkungen des projizierten Klimawandels darzustellen, wurden neben den gemessenen Klimazeitreihen (Simulation Gegenwart) ebenso Zeitreihen aus Klimaprojektionen verwendet, die auf regionaler Ebene vorliegen. „Für die Betrachtung des Klimas der Zukunft wurde in KLIMPRAX-Stadtklima der Zeitraum 2031-2060 festgesetzt“<sup>4</sup>.

In Abbildung 2.2 sind die Ergebnisse abgebildet. Dargestellt wurde für den Großraum Ostfeld die Absolute Differenz der Heißen Tage im Vergleich zwischen zukünftigem Klima und dem Klima der Gegenwart. Dabei zeigt die Anzahl die Tage auf, die sich im Zeitraum 2031-2060 zusätzlich im Raum der Landeshauptstadt ergeben werden. So ist auch unter Berücksichtigung vorhersagebedingter Variabilität eine Zunahme von bis zu 14 zusätzlichen Hitzetagen vor allem in den bebauten Gebieten in Zukunft wahrscheinlich.

<sup>4</sup> Noppel, H. (Hrsg.: Deutscher Wetterdienst): Modellbasierte Analyse des Stadtklimas als Grundlage für die Klimaanpassung am Beispiel von Wiesbaden und Mainz. Abschlussbericht zum Arbeitspaket 3 des Projekts KLIMPRAX Wiesbaden/Mainz - Stadtklima in der kommunalen Praxis. Offenbach am Main: Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, 2017. (Berichte des Deutschen Wetterdienstes; 249). S. 31-51

Daraus ist zu folgern, dass mit einer deutlichen Erhöhung der thermischen Belastung in Zukunft zu rechnen ist. Dies ist bereits lediglich unter Betrachtung der aktuellen Bebauung der Fall. Wird die Bebauung erst intensiviert oder neue Baugebiete werden geplant, gilt es umso mehr eine intensive Anpassung an die zukünftige Situation im Plangebiet anzustreben und vor allem die bestehenden Gebiete nur im geringstmöglichen Maß zusätzlich zu belasten.

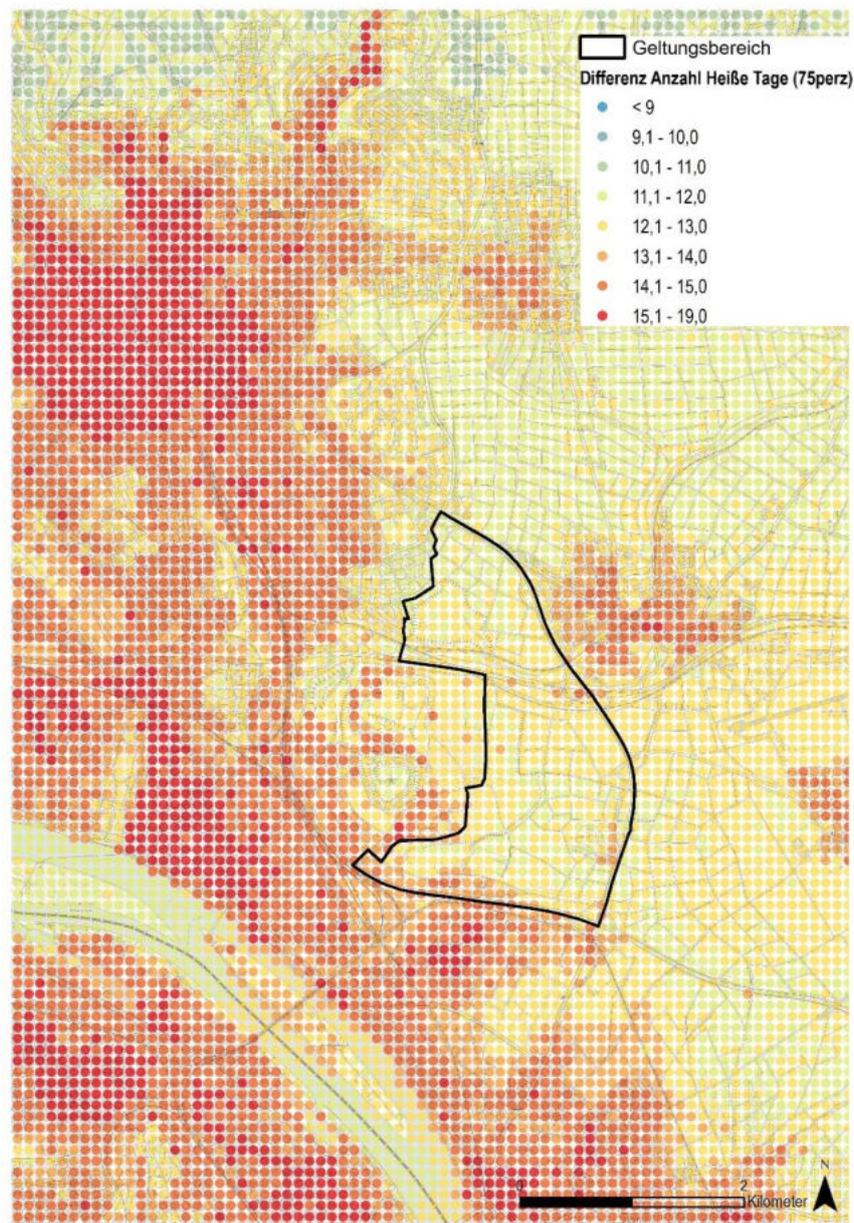


Abb. 2.2: Absolute Differenz der Heißen Tage (Zukunft 2031-2060 < > Gegenwart).

## 3. Computersimulationen Kaltluftsystem

Computergestützte Simulationen des Kaltluftgeschehens für den Bestand und ein Bebauungsszenario helfen dabei, die Charakteristika des für den Untersuchungsstandort relevanten Kaltluftsystems darstellen zu können. Durch den Vorher-Nachher Vergleich wird der Einfluss des Stadtentwicklungsszenarios am Ostfeld auf das Kaltluftsystem (Kaltlufthöhe und Kaltluftabfluss) für das Projektgebiet und dessen Nachbarschaft quantifiziert.

Außerdem dienen die Ergebnisse der Kaltluftsimulationen als Randbedingungen für die CFD-Simulationen (siehe Kapitel 5 und 6).

### 3.1. Das Kaltluftabflussmodell KLAM 21

Für die Modellberechnungen wurde das Kaltluftabflussmodell KLAM\_21 Version 2.012 des Deutschen Wetterdienstes (DWD) verwendet. Dieses ermöglicht die Simulation der nächtlichen Kaltluftsysteme bei Hochdruckwetterlagen auch in topographisch komplexem Gelände. Dabei werden die Kaltluftsysteme mit einer hohen räumlichen Auflösung simuliert.

Durch die Interpretation der Modellergebnisse können u.a. folgende bioklimatisch und stadtplanerisch relevante Fragestellungen beantwortet werden: Entstehungszonen der für ein Stadtgebiet relevanten Kaltluft, Identifikation von Kaltluftleitbahnen, Wirkungsbereiche der Kaltluft, Verringerung der Wärmebelastung durch Kaltluftzufuhr, Kaltluftstau, Einflüsse von Änderungen in der Bebauung auf die lokalen klimatischen Verhältnisse, u.ä..

Für die Simulationen wird eine neutral geschichtete, trockene und ruhende Atmosphäre angenommen. Die Rate der Kälteproduktion bzw. des Wärmeverlustes ist konstant und nur von der Landnutzung abhängig. Für den Kaltluftfluss sind Gravitations- und Reibungskräfte verantwortlich. Hindernisse (etwa in Form von Baukörpern) sind explizit simulierbar. Die vereinfachte Modellphysik erfordert keine Unterscheidung zwischen turbulenter und strahlungsbedingter Abkühlung der Kaltluftschicht. Durch die konstante Kaltluftbildungsrate können zeitliche Änderungen der lokalen Kältebildung oder des Regionalwinds nicht simuliert werden. Ebenso ist keine Simulation der Lufttemperatur möglich. Als Kaltluft bezeichnet man Luft, die auf Grund des Energieumsatzes an der Erdoberfläche im Entstehungsgebiet eine niedrigere Temperatur aufweist als an der Obergrenze der entsprechenden Bodeninversion. Dabei handelt es sich um eine relative, und nicht um eine absolute Angabe. Das Phänomen der lokalen Kaltluft ist nur qualitativ beschrieben. Konkrete Festlegungen über die Mindesttemperaturdifferenz zwischen Kaltluft und Umgebung gibt es bisher nicht (VDI RL 3787/5). Während über absolute Temperaturen keine Aussage gemacht werden kann, spielt für die Abkühlung des Stadtgebiets der Temperaturunterschied zwischen einfließender Kaltluft und wärmerer Stadtluft eine Rolle. Der Fokus ist auf die Entstehung und den Transport der Kaltluft gerichtet.

### 3.2. Beschreibung der Simulation

Als Input-Daten benötigt KLAM\_21 für das betrachtete Gebiet und in dessen Umgebung die Geländehöhen, die Landnutzung und eventuelle Einzelgebäude, die explizit von der Simulation erfasst werden sollen. Alle Eingangsdaten werden dem Modell auf einem 5 x 5 m Gitter zur Verfügung gestellt. Pro Gitterzelle (5 x 5 m) wird dem Modell ein Wert für jeden Parameter vorgegeben, der für die gesamte Gitterzelle gilt.

Die Simulation des lokalen Kaltluftsystems sowie die Auswertung der Ergebnisse erfolgt in Form eines Vorher-Nachher-Vergleichs (siehe Kapitel 1.4 und 1.5 für eine detaillierte Beschreibung der beiden Bebauungszustände).

### 3.2.1. Landnutzungsdaten

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden innerhalb der Stadtgrenzen Landnutzungsdaten der Biotopkartierung Wiesbaden verwendet. Außerhalb der Stadtgrenze wurde auf Landnutzungsdaten des Urban Atlas (Stand 2018)<sup>5</sup> zurückgegriffen.

Das Modell KLAM\_21 interpretiert die Landnutzungsdaten in Hinblick auf bestimmte Flächenparameter (z.B. Rauigkeitslänge) und Strahlungsbedingungen (z.B. Ausstrahlung/Kälteproduktionsrate), die von der Oberflächenbeschaffenheit der Landbedeckung abhängen. Dafür wird die Landnutzung 7 Kategorien zugeordnet, die vom KLAM\_21 Modell erkannt und ausgewertet werden können. Zusätzlich wurde die Bebauungsstruktur in Form von Einzelgebäuden explizit aufgelöst. Dafür wurde das Baukörpermodell der Stadt Wiesbaden verwendet.

Die im Modell verwendeten Landnutzungskategorien und ihre räumliche Verteilung im Simulationsgebiet sind in Abb. 3.1 zu sehen.

---

<sup>5</sup> <https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas/urban-atlas-2018>.

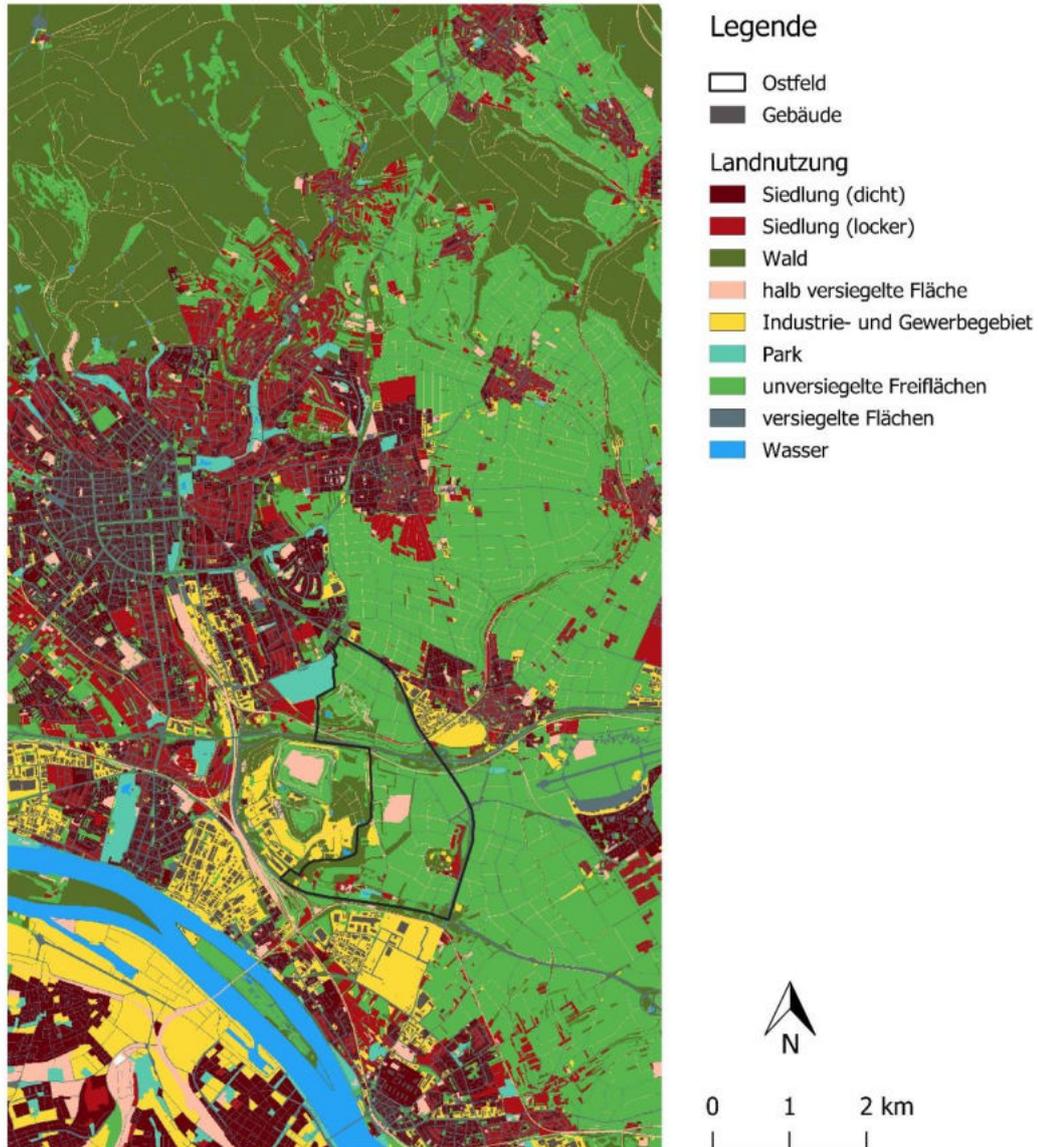


Abb. 3.1: Landnutzungsdaten Ist-Zustand. Der Entwicklungsbereich Ostfeld ist mit der schwarzen Markierung gekennzeichnet. Die dargestellten Landnutzungskategorien wurden manuell angepasst und entsprechen nicht den Standard-KLAM\_21 Kategorien, wurden hier jedoch zur Verständlichkeit der Abbildung gewählt.

### 3.2.2. Höhendaten

Zur Aufbereitung der Geländeinformationen konnte auf ein digitales Geländemodell in der Auflösung von 1 x 1 m innerhalb der Stadtgrenze und 10 x 10 m außerhalb der Stadtgrenze zurückgegriffen werden. Die Geländeinformation, die vom Modell verarbeitet wird, ist der Höhenwert des Mittelpunktes einer Gitterzelle (siehe Abb. 3.2). Die gesamte Gitterzelle wird dann als Ebene betrachtet, die sich in der entsprechenden Höhe befindet. Die Geländehöhen liefern dem Modell die Höhenunterschiede im Simulationsgebiet, woraus dieses den Gravitationsantrieb für den Kaltluftabfluss berechnet.

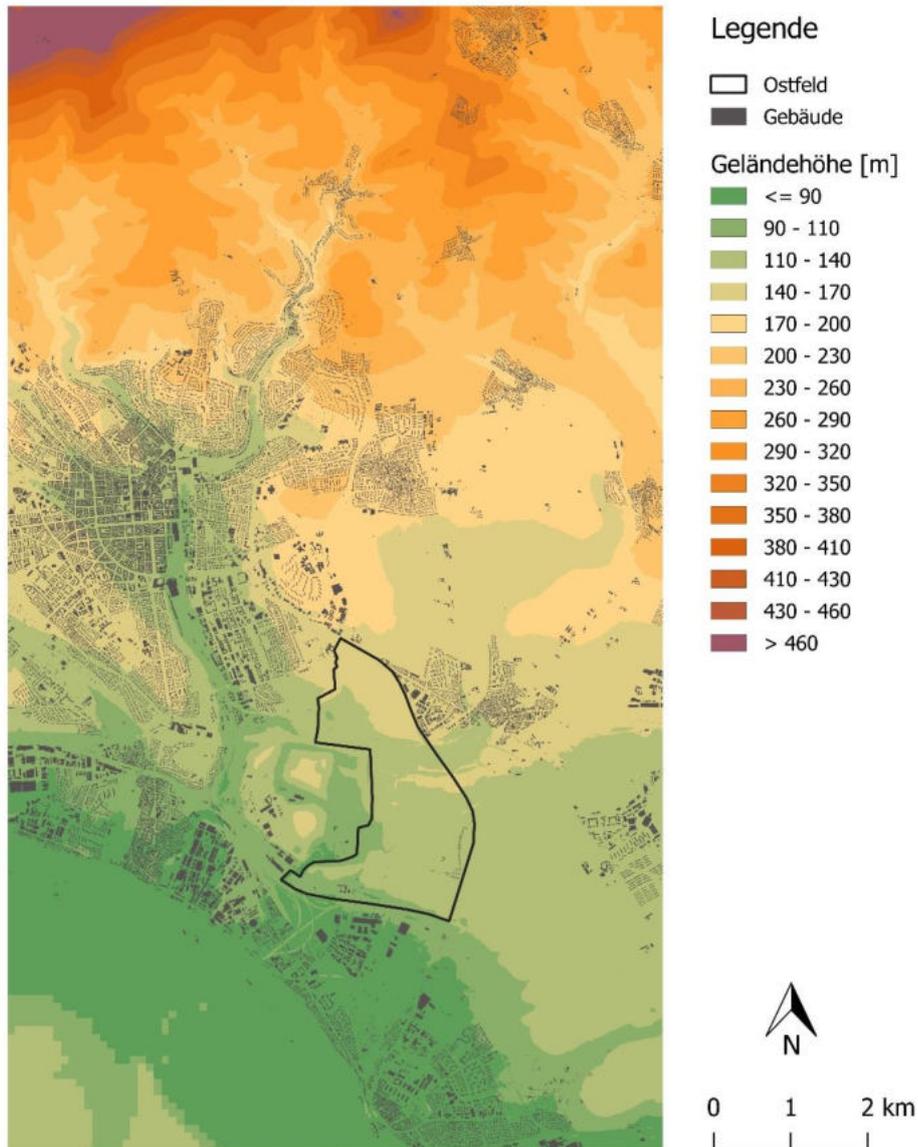


Abb. 3.2: Höhendaten Ist-Zustand. Der Entwicklungsbereich Ostfeld ist mit der schwarzen Markierung gekennzeichnet.

### 3.2.3. Planstand

Um den Einfluss einer veränderten Bebauung auf das Kaltluftgeschehen am Ostfeld bzw. die Auswirkungen auf dessen untermittelbare Nachbarschaft und den Wirkungsraum der Kaltluft abschätzen zu können, wurde in einer zweiten Simulationsrunde der „Nachher-Zustand“, also die skizzierte Verbauung im Norden und Süden des Untersuchungsareals berücksichtigt und die Landnutzungsklassen entsprechend adaptiert. Zusätzlich wurde die Entwicklung der Deponie in Form zweier zusätzlicher Deponiehügel östlich der aktuellen Deponiegrenzen berücksichtigt (siehe Kapitel 1.5 für eine detaillierte Beschreibung der Planstände).

Abb. 3.3 und Abb. 3.4 zeigen die Planstände der Flächennutzung und der Geländehöhe im Modell im Detailausschnitt.

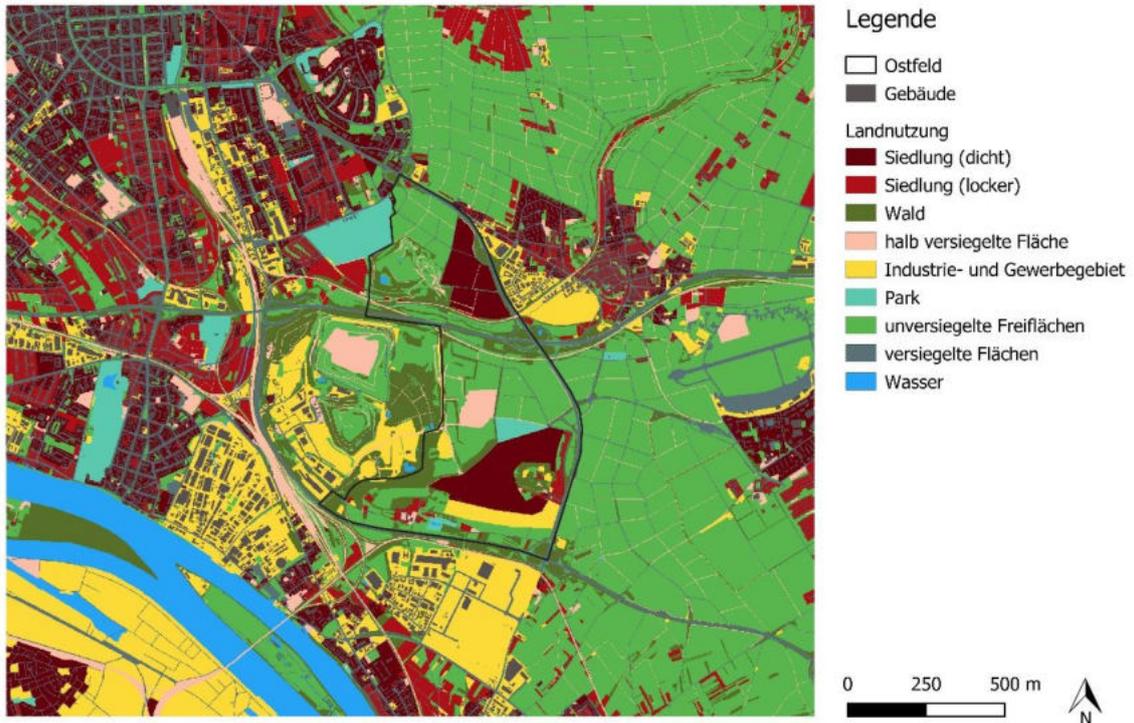


Abb. 3.3: Nachher-Zustand mit der skizzierten Flächennutzung. Der Entwicklungsbereich Ostfeld ist mit der schwarzen Markierung gekennzeichnet.

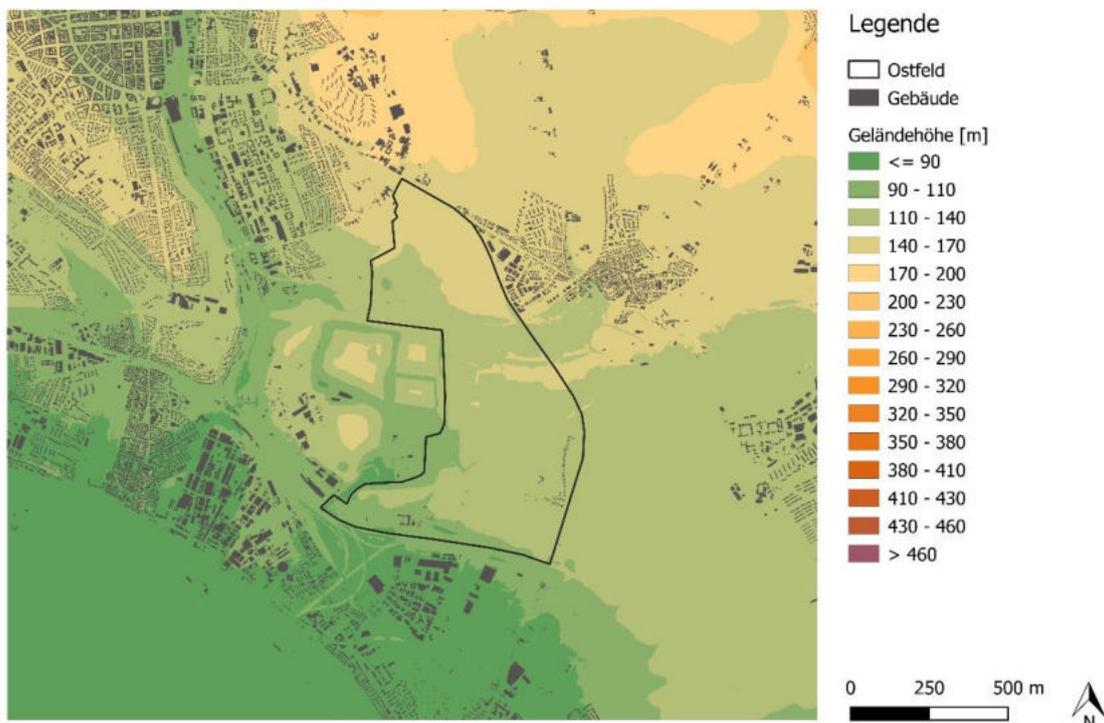


Abb. 3.4: Nachher-Zustand der Geländehöhe unter Berücksichtigung der östlichen Deponieerweiterung. Der Entwicklungsbereich Ostfeld ist mit der schwarzen Markierung gekennzeichnet.

#### 3.2.4. Meteorologische Rahmenbedingungen

Es wird eine Simulation der nächtlichen Durchlüftung bei Schwachwindwetterlagen durchgeführt, da sich lokale thermische Windsysteme nur bei derartigen Wetterlagen ausprägen. Ansonsten werden sie an der Entstehung gehindert bzw. von großräumigen Strömungen überlagert. Im Computermodell werden meteorologische Bedingungen vorgegeben, die eine Schwachwindlage repräsentieren. Zunächst wird festgelegt, dass weder Bewölkung noch Hochnebel vorliegen. Dadurch kommt es zu ungehinderter Einstrahlung tagsüber. Nachts kann durch das Fehlen der Bewölkung eine ungehinderte langwellige Abstrahlung und somit Abkühlung erfolgen. Zusätzlich wird der übergeordnete Umgebungswind mit 0 m/s angesetzt.

#### 3.2.5. Untersuchungszeitraum

Als Simulationsdauer wurden 8 Stunden gewählt. Der Simulationszeitraum von acht Stunden entspricht der mittleren Andauer einer Sommernacht (etwa 21:30 bis 5:30 Uhr), während der keine Einstrahlung erfolgt. Aufgrund der langen Tagesdauer im Sommer ist der maximale Zeitraum, in dem sich eine Kaltluftschicht ausbilden kann, auf diese Zeitspanne beschränkt.

#### 3.2.6. Methodische Vereinfachungen

Das Modell und die Eingangsdaten sind mit einigen methodischen Annahmen und Vereinfachungen behaftet, deren Kenntnis erst eine korrekte Interpretation der Modellergebnisse ermöglicht. Um Simulationen mit einem Computermodell in einer überschaubaren Zeit und mit vertretbarem (Rechen-) Aufwand durchführen zu können, müssen in der Modellphysik solche Vereinfachungen und Idealisierungen vorgenommen werden. Ebenso ist es erforderlich, die verfügbaren Eingangsdaten durch bestimmte Annahmen und Vereinfachungen möglichst unkompliziert in das Modell zu übernehmen.

Das Modell liefert eine Simulation unter idealisierten Bedingungen. Es werden keine Mehrschichtenprozesse (z.B. Schwerewellen) abgebildet. Die Berechnungen erfolgen wie schon weiter oben beschrieben unter Annahme einer innerhalb der jeweiligen Landnutzungsclassen konstanten Kaltluftbildungsrate (siehe hierzu Kapitel 3.1). Das Modell ist zweidimensional und berechnet die Strömung nicht höhenaufgelöst. Informationen über Windströmungen in verschiedenen Höhen können jedoch unter der Berücksichtigung des angenommenen Höhenprofils (Dreieckprofil) abgeleitet werden.

Da es sich bei KLAM\_21 um ein Kaltluftabflussmodell handelt, können kleinskalige mikroklimatische Effekte von Begrünungen (z.B. Bäume, Rasenflächen, Dach- und Fassadenbegrünung) auf die Kaltluftproduktion nicht entsprechend abgebildet werden. Die Simulation berücksichtigt also nur den Einfluss der Landnutzung und der Baukörper auf die Entstehung, Ausbreitung und Mächtigkeit der Kaltluft und nicht den potenziell günstigen Einfluss von Bepflanzungen oder Dach- und Fassadenbegrünungen.

### **3.3. Methode der Auswertung und Erklärung der Abbildungen**

Für die Auswertung und Interpretation der Ergebnisse der Modellsimulationen werden die Strömungsgeschwindigkeit, die Richtung der Strömung, die Schichtdicke der Kaltluft (in m über Grund) und der aus diesen Größen resultierende Kaltluftvolumenstrom herangezogen. All diese Informationen liegen in unterschiedlichen Zeitschritten vor. Eine Interpretation der Ergebnisse erfolgt im Rahmen dieser Untersuchung jeweils nach 2 h und 4 h nach Sonnenuntergang, um sowohl das lokale

Kaltluftgeschehen zu Beginn der Nacht abbilden als auch die weitere Entwicklung während der ersten Nachtstunden analysieren zu können. Die Betrachtung dieser beiden Zeitschritte ist aus bioklimatischer Sicht besonders relevant, zeigt sich in den Ergebnisabbildungen nach 2 h bzw. 4 h Simulationsdauer doch, welche Bereiche früher von der Kaltluftströmung erfasst werden und wo diese demnach länger wirken kann. Auswertungen nach 6 h bzw. 8 h Simulationsdauer seien diesem Bericht der Vollständigkeit halber ebenfalls beigelegt, wenngleich sie auch nicht Gegenstand ausführlicher Interpretationen sind.

### 3.3.1. Betrag und Richtung der Fließgeschwindigkeit

Die Strömungsgeschwindigkeit (in m/s) ist die Geschwindigkeit, mit der die entstandene Kaltluft fließt. Sie ist im Wesentlichen abhängig von der Geländeform (Hangneigung) und dem Reibungswiderstand der überströmten Fläche, der sich aufgrund der Landnutzung ergibt. Typische Strömungsgeschwindigkeiten bewegen sich zwischen 0,5 und 3 m/s. Die Auswertungen des Strömungsfeldes (Betrag und Richtung der Strömung) erfolgen in 2 verschiedenen Auswertehöhen: in 2 bzw. 10 m über Grund. Dabei sind die Ergebnisse in 2 m Höhe relevant, um Aussagen über die Verhältnisse auf Fußgängerniveau treffen zu können, während die Auswertehöhe in 10 m Höhe über der unmittelbaren, bodennahen Reibungsschicht liegt und dem internationalen Standardniveau für Windmessungen entspricht.

Diese Abbildungen (Abb. 4.10 bis Abb. 4.17) zeigen das Strömungsfeld in Form von schwarzen Vektoren (aggregiert im Abstand von 200 m) für die jeweilige Bezugshöhe von 2 m bzw. 10 m über Grund sowie die Strömungsgeschwindigkeit (in m/s) als Farbflächen für den angegebenen Zeitschritt. Die Höhenlinien sind zur besseren Orientierung eingezeichnet.

### 3.3.2. Kaltluflthöhe

Die Schichtdicke der Kaltluft (in m über Grund) gibt an, bis in welche Höhe der Strom kalter Luft reicht (Höhe der Inversion). Am Beginn des Kaltluftstroms beträgt die Dicke der Kaltluft nicht mehr als wenige Meter. Eine ausgeprägte Strömung in einem Tal kann mehrere Dekameter dick sein.

Diese Abbildungen (Abb. 4.2 bis Abb. 4.9) zeigen für den angegebenen Zeitschritt das Strömungsfeld in Form von schwarzen Vektoren (aggregiert im Abstand von 200 m) für eine Bezugshöhe von 2 m bzw. 10 m über Grund und dieses Mal die Kaltluftdicke als Farbflächen (in m über Grund). Die Höhenlinien sind zur besseren Orientierung eingezeichnet.

### 3.3.3. Kaltluftvolumenstrom

Im Unterschied zu den bisher vorgestellten Darstellungen, die das Strömungsfeld jeweils in einer bestimmten Höhe über Grund zeigen, erfolgt hier eine Betrachtung des Kaltluftvolumenstroms über die gesamte Höhe der Kaltluftschicht an einem Ort hinweg (Abb. 4.18 bis Abb. 4.21). Der Kaltluftvolumenstrom ist das Produkt aus Geschwindigkeit und Schichtdicke und gibt an, wie viel Kaltluft pro Zeiteinheit (s) durch einen 1 m breiten Querschnitt (normal zur Flussrichtung, von der Erdoberfläche bis zur Kaltluftobergrenze) strömt (VDI 3787/5). Die dargestellten Windpfeile (Richtung) und Farbflächen (Betrag) entsprechen damit der über die Höhe der Kaltluftschicht integrierten Strömungsgeschwindigkeit in  $\text{m}^3/\text{s}$  pro Querschnittsfläche. Der Kaltluftvolumenstrom bestimmt das Durchlüftungspotential.

### 3.3.4. Differenzkarten

Um die Unterschiede zwischen Ist-Zustand und Nachher-Zustand besser darstellen zu können, gibt es Abbildungen der Differenzfelder. Für diese Abbildungen werden die beiden Felder (Ist-Zustand und Nachher-Zustand) desselben Parameters (z.B. Kaltlufthöhe) voneinander abgezogen (Nachher - Ist). Das Differenzenbild wird anschließend graphisch dargestellt. Die Legende am rechten Bildrand liefert Informationen über die Größenordnung der Veränderung (Zu- bzw. Abnahme) (Abb. 4.22 bis Abb. 4.37).

## 4. Auswertungen Kaltluftsystem

In den folgenden Kapiteln werden die Ergebnisabbildungen der Kaltluftsimulation zuerst für den Ist-Zustand (Kapitel 4.1) und anschließend für den Nachher-Zustand (Kapitel 4.2) interpretiert.

### 4.1. Ergebnisse der Kaltluftsimulation für den Ist-Zustand

Anhand unterschiedlicher Ergebnisabbildungen lassen sich Aussagen über die Charakteristik des Kaltluftsystems für den Ist-Zustand treffen.

Abb. 4.2 und Abb. 4.3 zeigen die Kaltfluthöhe als Farbflächen und das Strömungsfeld (Wind ist durch schwarze Vektoren dargestellt) für eine Bezugshöhe von 2 m nach 2 h und 4 h Simulationsdauer (Integrationsdauer). Abb. 4.6 und Abb. 4.7 zeigen analog zu den beiden vorherigen Abbildungen die Kaltfluthöhe und das Strömungsfeld, diesmal für eine Bezugshöhe von 10 m nach 2 h bzw. 4 h Simulationszeit.

Abb. 4.11 und Abb. 4.15 und zeigen abermals das Strömungsfeld in Form von schwarzen Vektoren und diesmal die Strömungsgeschwindigkeit als Farbflächen für die beiden Auswertungsebenen nach 4 h Simulationsdauer.

Diese Abbildungen verdeutlichen die Entwicklung des Kaltluftgeschehens über die erste Nachthälfte. Auswertungen nach 6 h bzw. 8 h Simulationsdauer seien diesem Bericht der Vollständigkeit halber ebenfalls beigelegt, wenngleich sie auch – auf Grund ihrer untergeordneten Relevanz für die bioklimatische Wirksamkeit der Kaltluft – in dieser Studie nicht Gegenstand ausführlicher Interpretationen sind.

#### 4.1.1. Kaltluftentstehung und -fluss

Bereits kurz nach Sonnenuntergang bildet sich auf den bewaldeten Hängen im Norden der Stadt (Hoher Taunus) sowie den offenen Freiflächen und landwirtschaftlichen Nutzflächen im Osten der Stadt – und somit auch im Entwicklungsbereich Ostfeld – lokale Kaltluft.

Aus zahlreichen Voruntersuchungen und der gesamtstädtischen Klimastudie mit umfangreicher Kaltluftsimulation ist folgendes Bild bekannt: Die Kaltluft, die im Norden der Stadt an den Hangkuppen und Hangzonen des Taunus gebildet wird, kann sich topografiebedingt nicht halten. Die kühlere und damit schwerere Luft fließt sofort nach deren Entstehung hangabwärts ab. In den oberen Hanglagen ist die Strömung demnach – so wie auch in weiten Teilen der Hangzonen – noch eher flach. Die Schichtdicke der Kaltluft beträgt in den oberen Hanglagen max. 5 m, in den Hangzonen bis zu 9 m. In diesen Lagen ist die Produktion von Kaltluft bedeutender als die Volumenströme. Die von den Hängen abfließende Kaltluft sammelt sich und wird in den Tälern kanalisiert. Die Kaltfluthöhen in den Tälern sind somit entsprechend höher als jene in den Hanglagen (siehe Abb. 4.2 bis Abb. 4.5).

Für das Innenstadtgebiet von Wiesbaden sind vor allem die Kaltluftströme aus den Taunustälern im Norden und dem Wellritzal im Westen des Stadtgebiets relevant. So fungiert einerseits das Nerothal (Tal des Schwarzbachs) als Kaltluftzubringer, andererseits verläuft ein zweiter Zubringer etwas weiter östlich, wo sich nördlich von Sonnenberg Kaltluftströmungen aus dem Goldsteinbachtal und dem Rambachtal vereinigen und weiter entlang des Kurparks und des Salzbachs Richtung Stadtzentrum fließen (siehe Übersicht Bäche Abb. 4.1).

Für den Entwicklungsbereich Ostfeld sind die aus Norden kommenden Kaltluftströme dieser genannten Taunus-Täler jedoch von untergeordneter Bedeutung, fließen sie doch vereinigt und kanalisiert entlang der Wilhelmstraße und des Gleiskörpers rund um den Hauptbahnhof und erreichen dabei die Wiesbadener Stadtteile Mitte, Westend und Südost. Diese Kaltluftströme werden von einer Entwicklung des Ostfelds nicht beeinträchtigt.

Wichtiger Kaltluftzubringer für das Ostfeld sind das Wäschbachtal sowie die als Kaltluftproduktionsflächen fungierenden (landwirtschaftlichen) Freiflächen und Hänge im Nordosten und Osten der Stadt. Das dort stattfindende Kaltluftgeschehen ist – nun im Gegensatz zu den Kaltluftströmungen der nördlich der Innenstadt gelegenen Taunustäler – weniger für die Wiesbadener Innenstadt (Stadtteile Mitte, Westend, Südost), dafür aber umso mehr für den Entwicklungsbereich Ostfeld und die Stadtteile Biebrich, Mainz-Amöneburg, Mainz-Kastel und Mainz-Kostheim relevant.

An den von Freiflächen eingenommenen Hängen im Osten Wiesbadens zwischen Bierstadt, Igstadt, Nordenstadt und Erbenheim (östlich der B455 und entlang des Wäschbachtals) bildet sich Kaltluft. Nach 2 h Simulationsdauer werden hier großflächig Kaltlufthöhen zwischen 20 und 40 m erreicht, im Ostfeld selbst betragen die Kaltlufthöhen rund 10 bis 20 m (siehe Abb. 4.2), punktuell topographiebedingt auch deutlich höher. Die im Osten Wiesbadens auf den Freiflächen gebildete Kaltluft fließt in Richtung Süden östlich an der Wiesbadener Innenstadt vorbei. Die Kaltluftströmung Wäschbachtal wird im Bereich Erbenheim geteilt. Westlich von Erbenheim überquert ein Teil der Strömung den Nordteil des Ostfelds bis hinunter zum Salzbachtal. Ein anderer Teil durchströmt das Ostfeld direkt und fließt weiter in Richtung Amöneburg. Östlich von Erbenheim folgt die Strömung dem Gefälle nach Süden und strömt westlich der Lucius D. Clay Kaserne über die B455 ebenso zurück ins Ostfeld. Diese Kaltluftströme bilden sich und erreichen das Ostfeld bereits innerhalb der ersten Nachthälfte. Danach wird es relativ gleichmäßig durchströmt. (siehe Abb. 4.2 und Abb. 4.3 sowie Abb. 4.6 und Abb. 4.7). Am Südrand des Ostfelds ist im Nachtverlauf ein Rückgang der Windgeschwindigkeit im Strömungsfeld sowohl in 2 m als auch in 10 m Höhe zu erkennen (siehe Abb. 4.10 bis Abb. 4.17). Gründe dafür sind, dass sich in den topographisch niedriger gelegenen Bereichen hin zum Rhein zunehmend Kaltluft sammelt, wodurch der Antrieb reduziert wird. Mit zunehmender Schichtdicke des Kaltluftstroms wird die Höhe des Geschwindigkeitsmaximums der Kaltluftströmung mehr und mehr angehoben.

Strömungen, die das Ostfeld durchlaufen, sowie Strömungen, die weiter östlich verlaufen, fließen weiter nach Mainz-Amöneburg, Mainz-Kastel und Mainz-Kostheim (siehe Abb. 4.18 bis Abb. 4.21). Auch durch das Tal des Käsbachs wird Kaltluft Richtung Mainz-Kostheim transportiert. Es zeigt sich das Bild des Rheindurchbruchs als Leitbahn (zur Bedeutung des Rheins als Luftleitbahn siehe Kapitel 11).

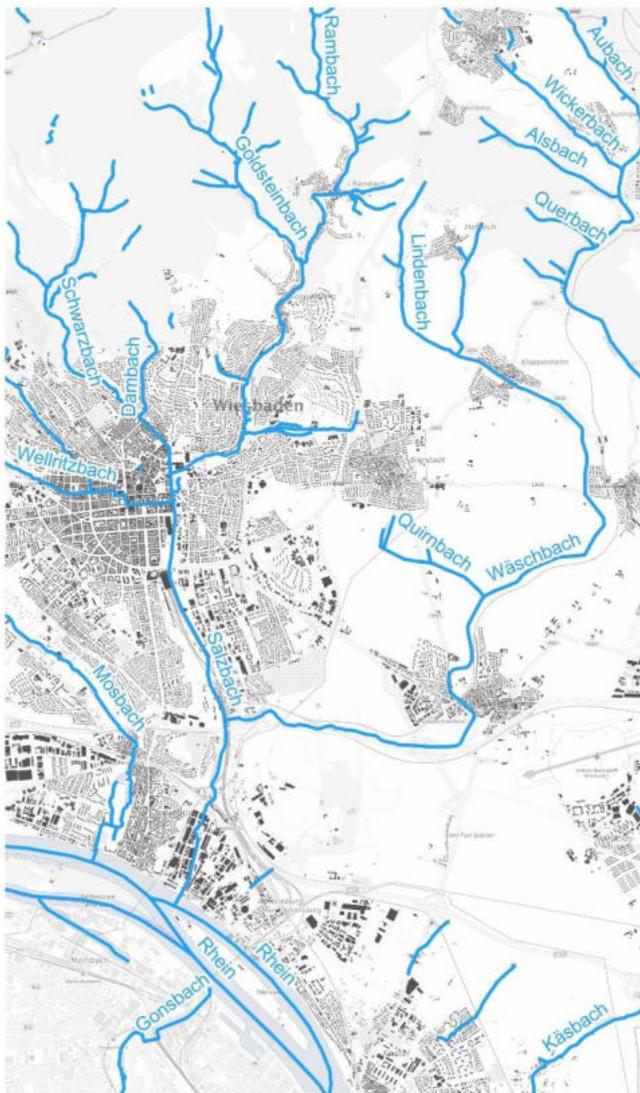
Betrachtet man die Fließgeschwindigkeiten in 2 m und in 10 m Höhe über Grund zeigen sich unterschiedliche Ausprägungen und Verteilungen:

Die Fließgeschwindigkeiten in Bodennähe (2 m Höhe über Grund, siehe Abb. 4.10 bis Abb. 4.13) sind aufgrund der Bodenrauigkeit über die gesamte Simulationsdauer hinweg gering: In den Hangzonen oder Zonen mit horizontalen Kanalisierungseffekten bis max. 1 m/s, stellenweise max. 2 m/s, in flacheren Bereichen max. 0,5 m/s. Hier sei erwähnt, dass Windgeschwindigkeiten von 0,2 bzw. 0,5 m/s bei Windmessungen je nach Messgerät sogar unter der Messschwelle liegen und als Kalmen, d.h. Windstille ausgewiesen werden.

In 10 m Höhe (Abb. 4.14 und Abb. 4.15) sind die Fließgeschwindigkeiten mit bis zu 2 m/s in den Kaltluftleitbahnen (Taunustäler, Durchlüftungsbahn Gleisanlagen Hauptbahnhof) und großflächig 2 m/s und punktuell 3 m/s über den kaltluftproduzierenden Freiflächen im Osten Wiesbadens höher als in 2 m Höhe. Im Innenstadtgebiet Wiesbadens selbst sind die Kaltfluthöhen und die Fließgeschwindigkeiten (sowohl in 2 m als auch in 10 m Höhe) gering. In größeren Höhen nimmt die Strömungsgeschwindigkeit wieder ab, bis sie am Oberrand der Kaltluftschicht auf null zurückgeht. Man spricht in diesem Zusammenhang von einem „Jet“, also einer Luftströmung, die in der Mitte das Geschwindigkeitsmaximum hat und oben und unten langsamer strömt.

Abb. 4.18 und Abb. 4.19 zeigen außerdem den Kaltluftvolumenstrom nach 2 h und 4 h Simulationsdauer. Im Unterschied zu den oben aufgeführten Darstellungen, die jeweils nur einen Schnitt in einer bestimmten Höhe über Grund (2 m bzw. 10 m) zeigen, erfolgt hier eine Betrachtung über die gesamte Höhe der Kaltluftschicht an einem Ort hinweg. Der Gesamteindruck deckt sich mit den bisher analysierten Ergebnissen. Die schon erläuterten Effekte bezüglich der Charakteristika der Kaltluftströme (z.B. räumliche Verteilung der Strömungsgeschwindigkeiten) zeigen sich nicht nur in spezifischen Höhen, sondern recht konstant über die Gesamthöhe der Kaltluftschicht hinweg. Es können sich innerhalb der ersten Nachthälfte großflächige Volumenströme ausbilden (Abb. 4.18 und Abb. 4.19).

Da in diesem Kapitel öfters auf die Bachtäler Wiesbadens in ihrer Funktion als Kaltluftzubringer und -leitbahnen Bezug genommen wird, sei hier zur besseren Orientierung in Abb. 4.1 eine Karte der Lage und Verläufe ebendieser Wiesbadener Bäche innerhalb des Untersuchungsgebiets ergänzt.



### Klimaanalyse Wiesbaden Detailuntersuchung Ostfeld

Übersicht Bäche Wiesbaden

Abb. 4.1: Übersicht über Bachverläufe<sup>6</sup> im Untersuchungsgebiet (Hintergrundkarte: WMS TopPlusOpen Light Grau<sup>7</sup>, © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2023).

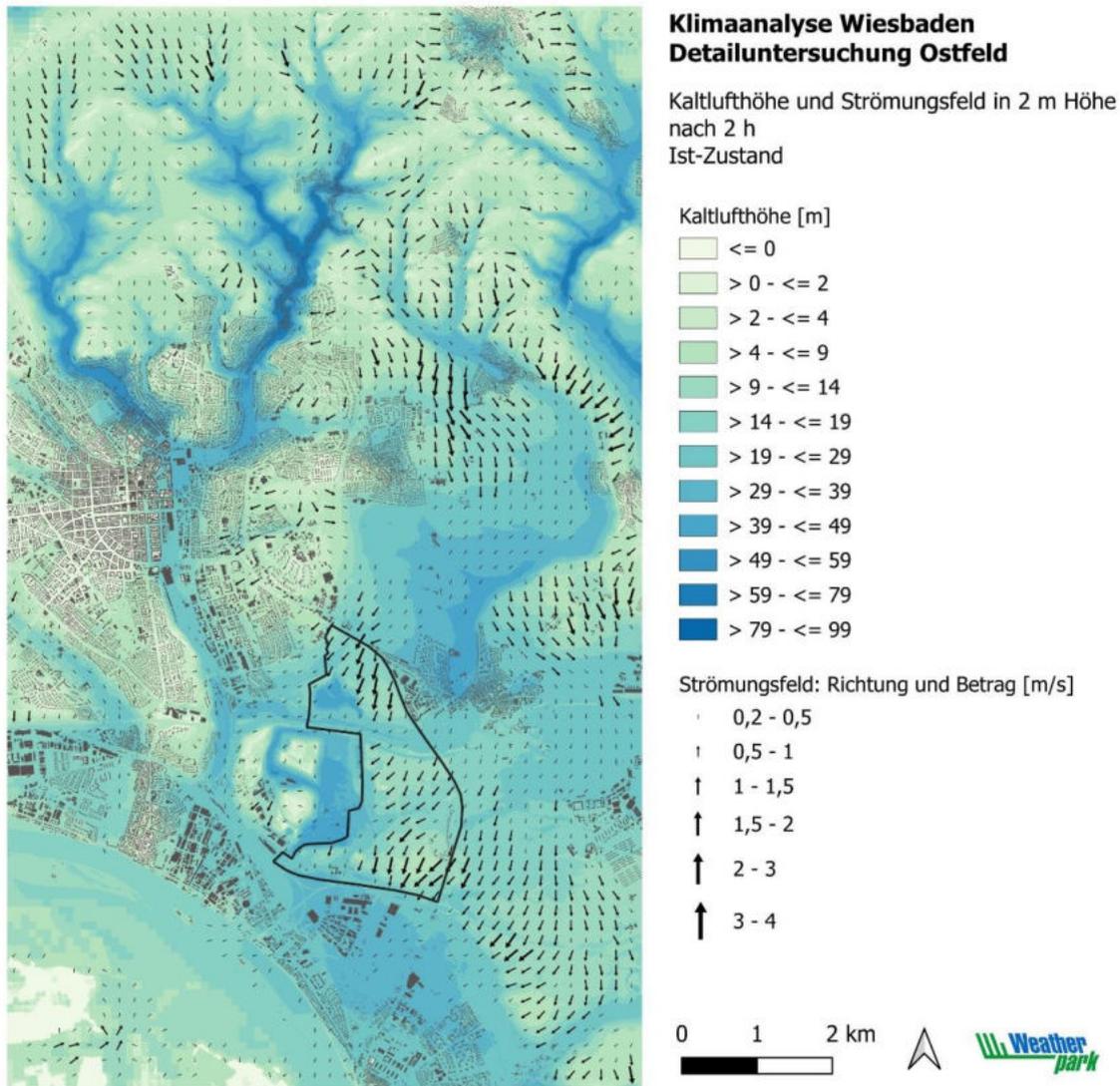


Abb. 4.2: Kaltluflufthöhe (Farbflächen) über Bodenniveau und Strömungsfeld (Vektoren) in 2 m Höhe über dem Gelände im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung nach 2 h Simulationsdauer für den Ist-Zustand.

<sup>6</sup> [https://www.wiesbaden.de/medien-zentral/dok/leben/umwelt-naturschutz/KARTE-BaecheWiesbaden\\_UebersichtC1\\_500dpi.pdf](https://www.wiesbaden.de/medien-zentral/dok/leben/umwelt-naturschutz/KARTE-BaecheWiesbaden_UebersichtC1_500dpi.pdf).

<sup>7</sup> <http://www.bkg.bund.de>.

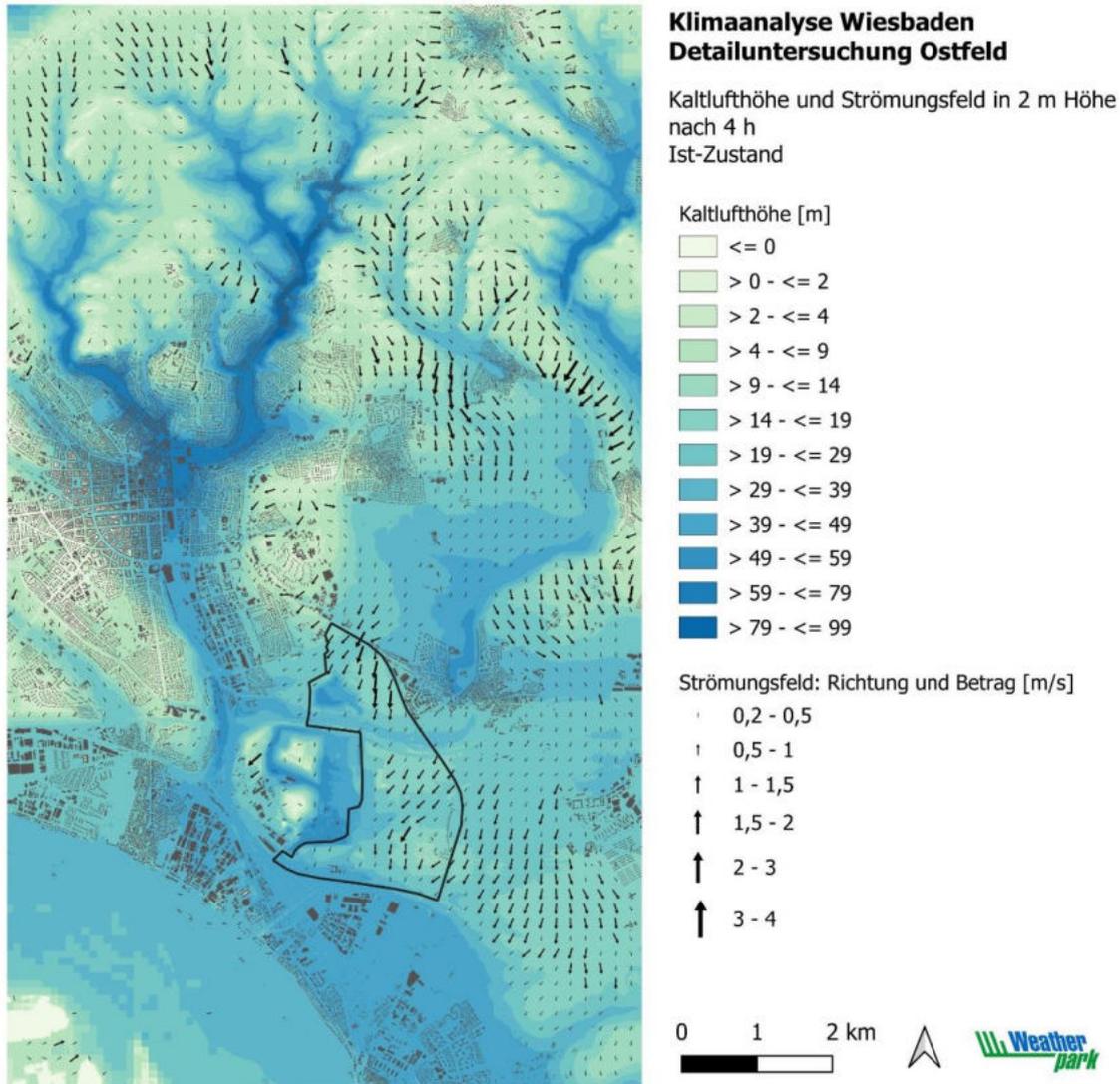


Abb. 4.3: Kaltlufthöhe (Farbflächen) über Bodenniveau und Strömungsfeld (Vektoren) in 2 m Höhe über dem Gelände im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung nach 4 h Simulationsdauer für den Ist-Zustand.

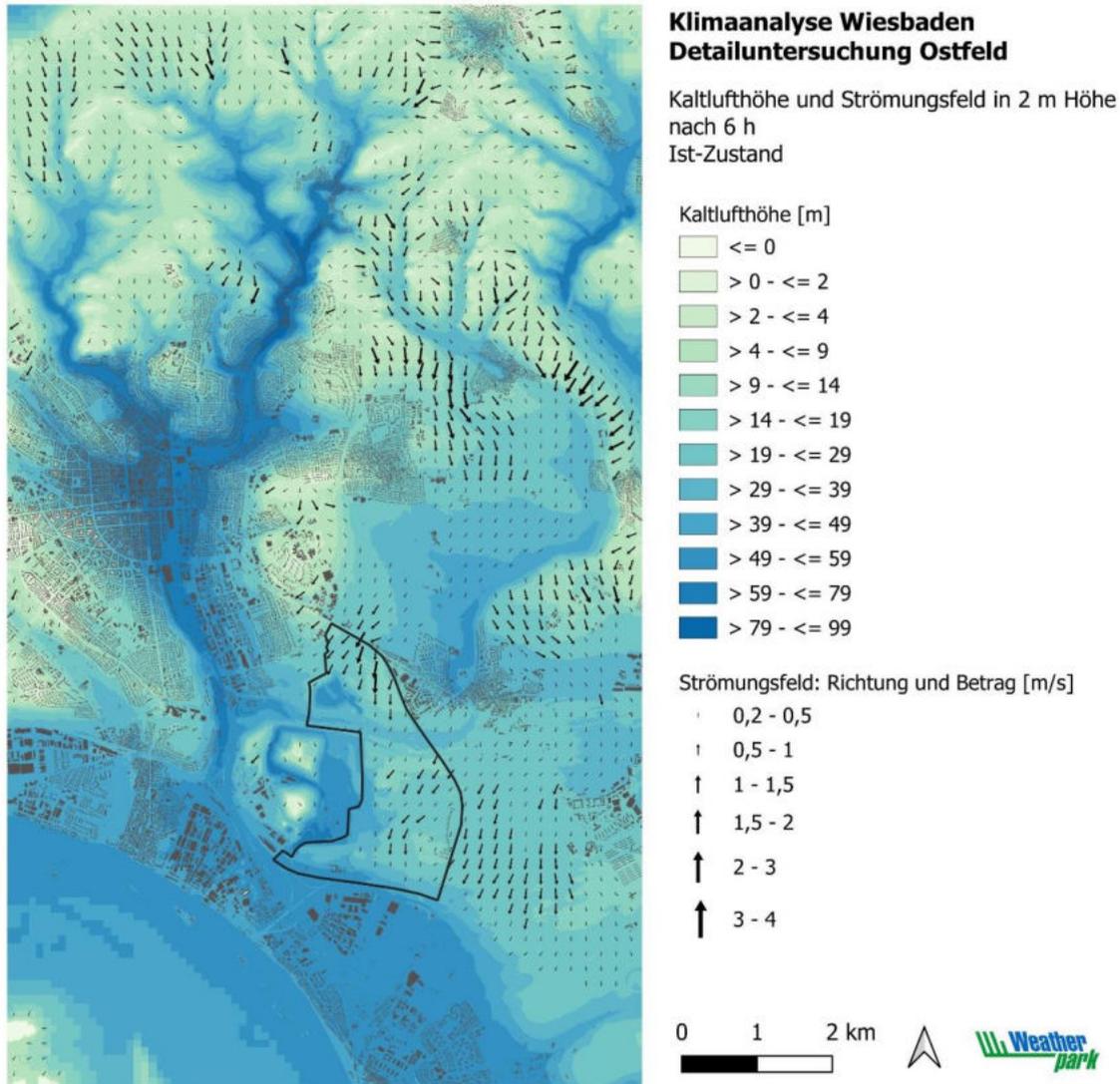


Abb. 4.4: Kaltluflthöhe (Farbflächen) über Bodenniveau und Strömungsfeld (Vektoren) in 2 m Höhe über dem Gelände im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung nach 6 h Simulationsdauer für den Ist-Zustand.

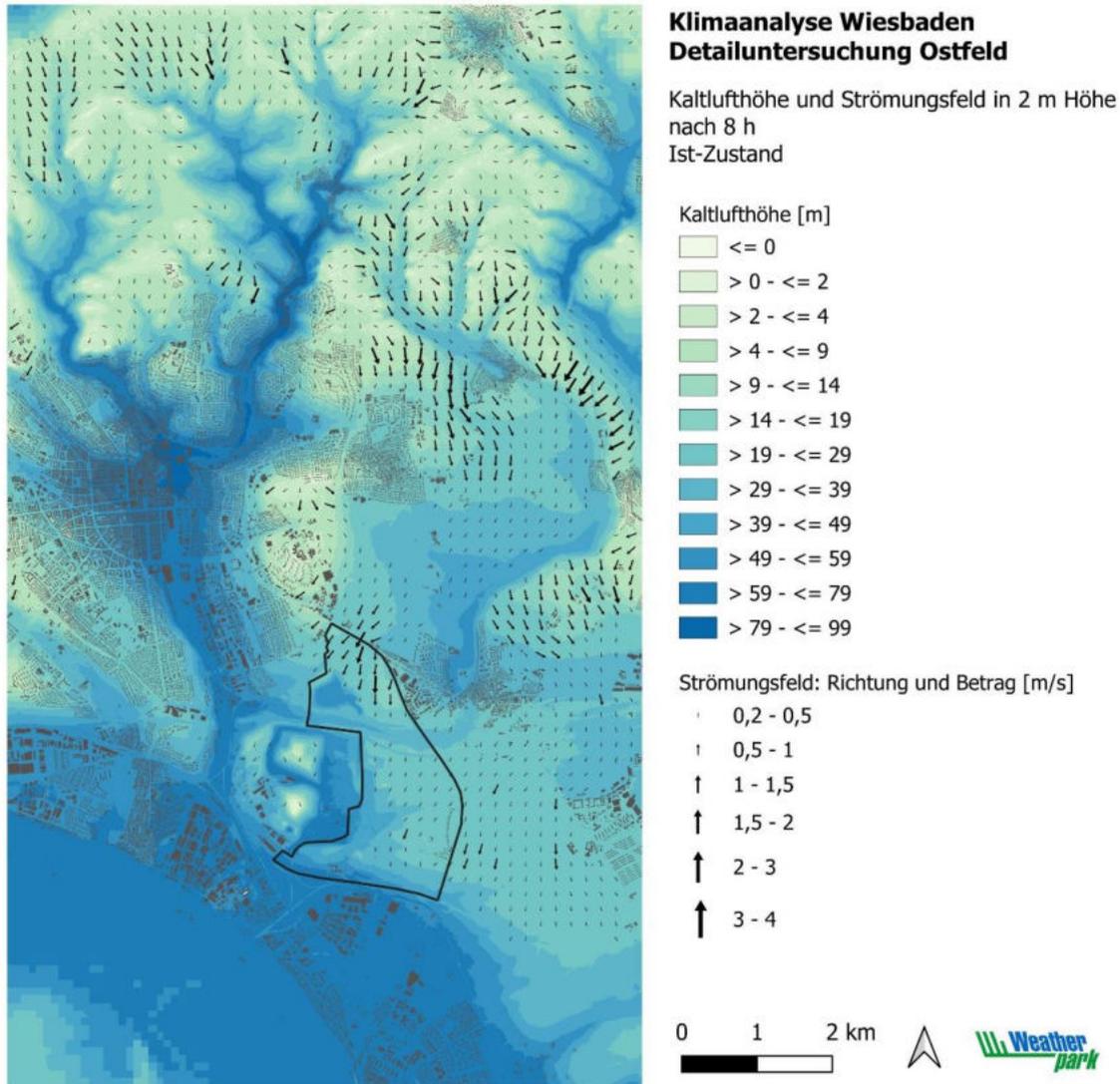


Abb. 4.5: Kaltluflthöhe (Farbflächen) über Bodenniveau und Strömungsfeld (Vektoren) in 2 m Höhe über dem Gelände im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung nach 8 h Simulationsdauer für den Ist-Zustand.

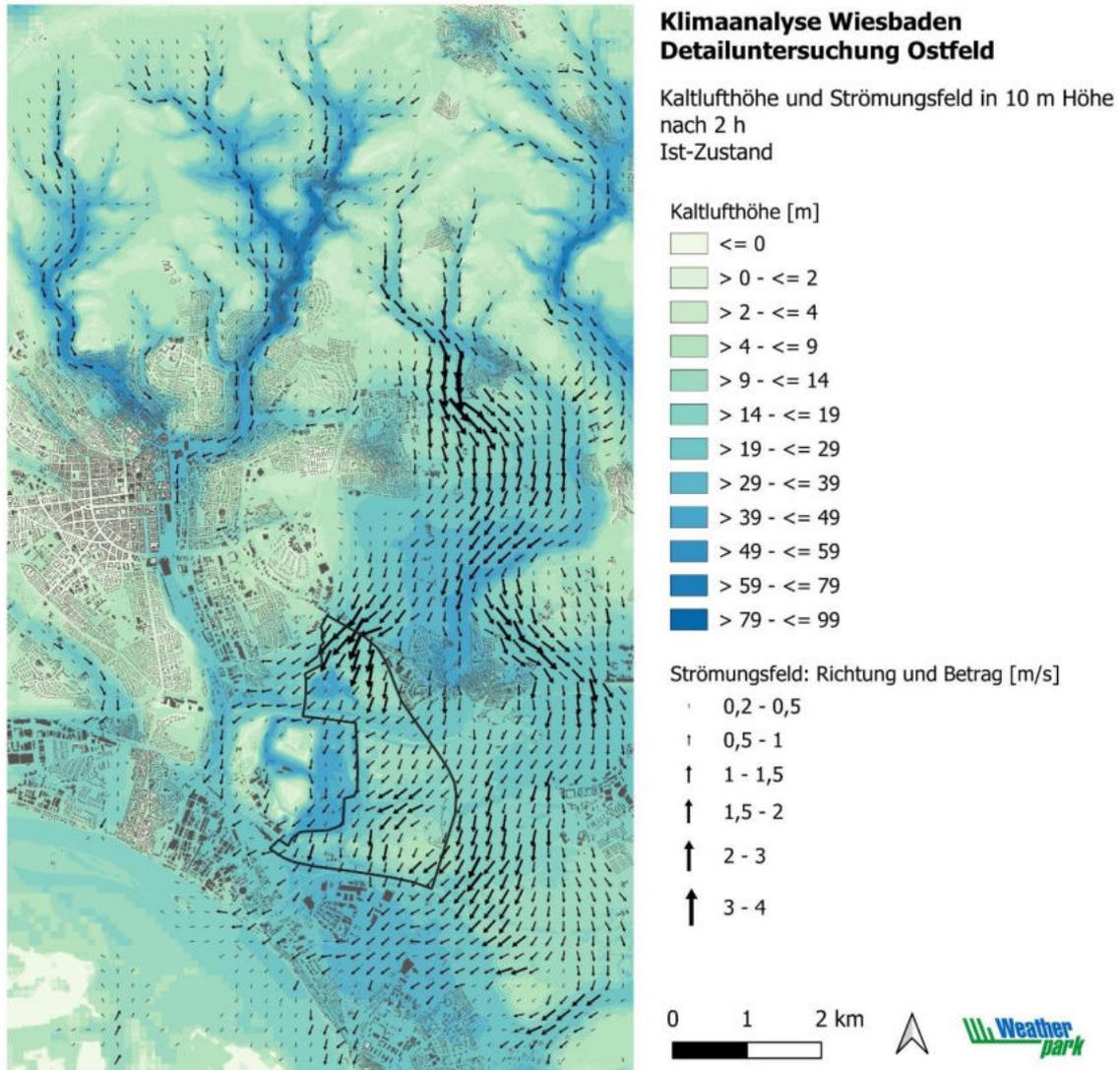


Abb. 4.6: Kaltluflthöhe (Farbflächen) über Bodenniveau und Strömungsfeld (Vektoren) in 10 m Höhe über dem Gelände im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung nach 2 h Simulationsdauer für den Ist-Zustand.

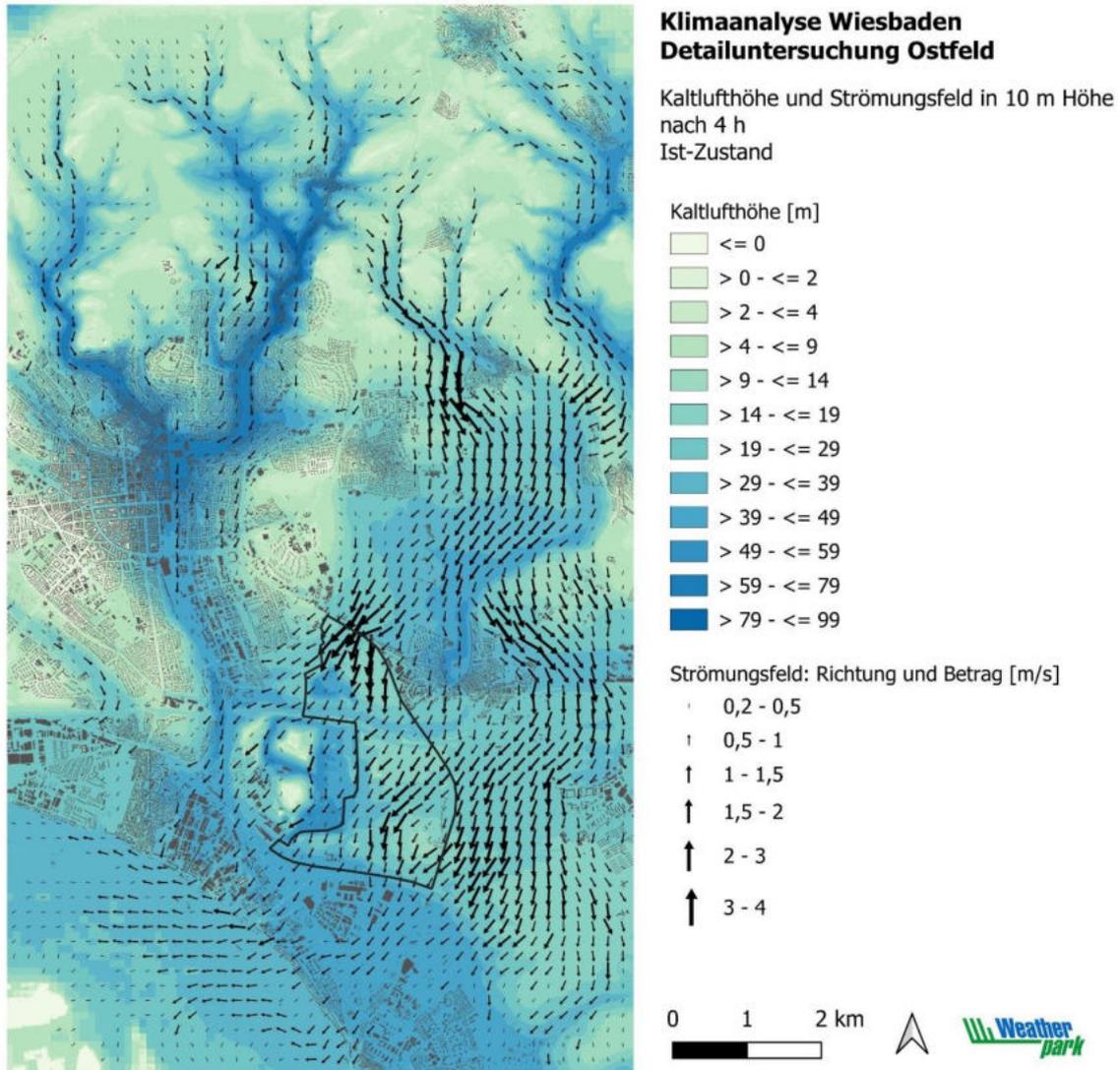


Abb. 4.7: Kaltluflthöhe (Farbflächen) über Bodenniveau und Strömungsfeld (Vektoren) in 10 m Höhe über dem Gelände im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung nach 4 h Simulationsdauer für den Ist-Zustand.

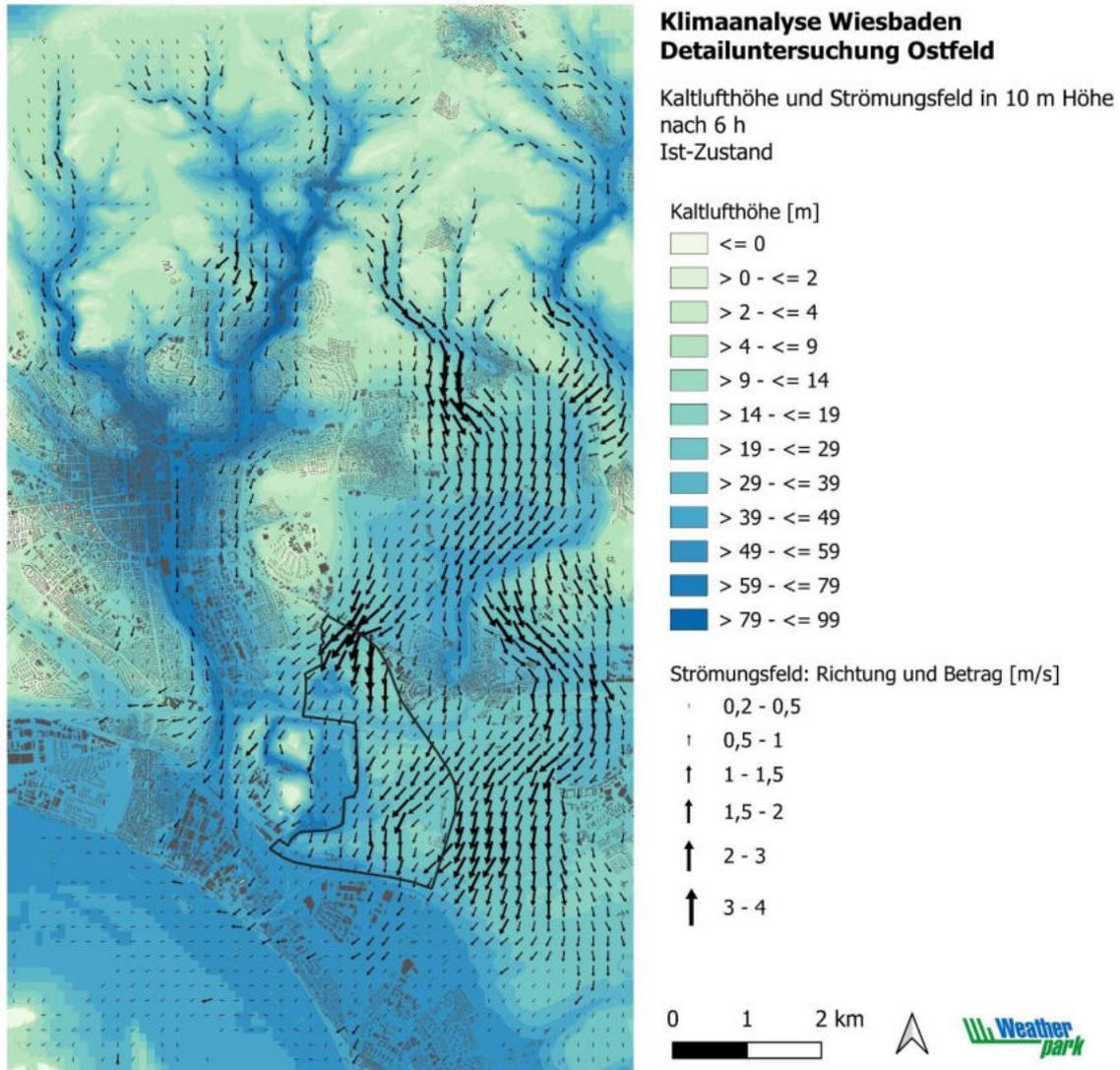


Abb. 4.8: Kaltluflthöhe (Farbflächen) über Bodenniveau und Strömungsfeld (Vektoren) in 10 m Höhe über dem Gelände im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung nach 6 h Simulationsdauer für den Ist-Zustand.

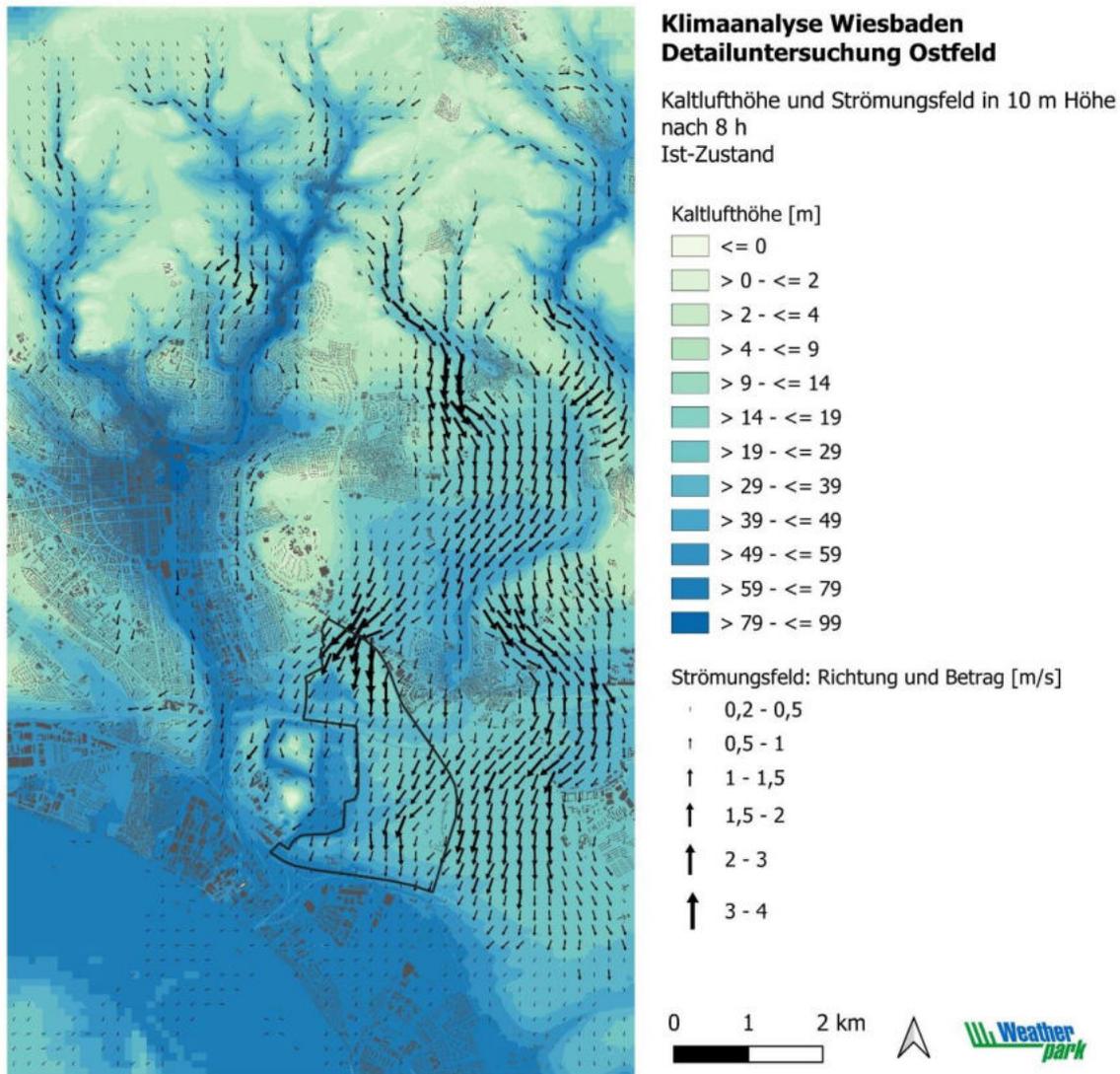
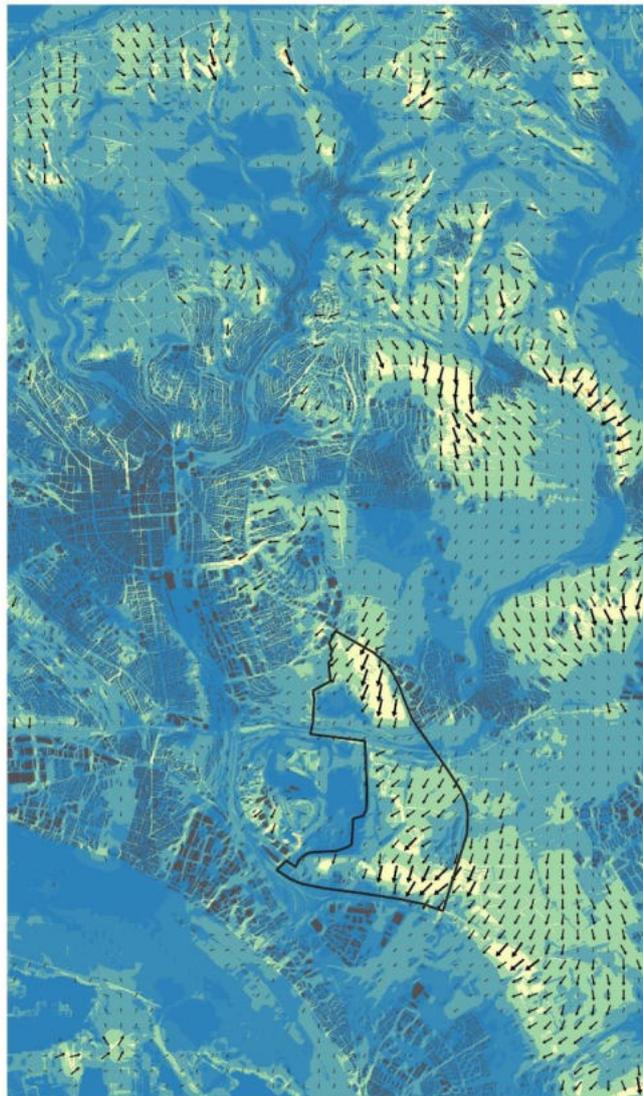


Abb. 4.9: Kaltluflthöhe (Farbflächen) über Bodenniveau und Strömungsfeld (Vektoren) in 10 m Höhe über dem Gelände im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung nach 8 h Simulationsdauer für den Ist-Zustand.



### Klimaanalyse Wiesbaden Detailuntersuchung Ostfeld

Fließgeschwindigkeit und Strömungsfeld in 2 m Höhe  
nach 2 h  
Ist-Zustand

Fließgeschwindigkeit [m/s]

- ≤ 0.1
- > 0.1 - 0.2
- > 0.2 - 0.5
- > 0.5 - 1.0
- > 1.0 - 2.0
- > 2.0 - 3.0
- > 3.0 - 4.0

Strömungsfeld: Richtung und Betrag [m/s]

- ↘ 0,2 - 0,5
- ↘ 0,5 - 1
- ↑ 1 - 1,5
- ↑ 1,5 - 2
- ↑ 2 - 3
- ↑ 3 - 4

0 1 2 km



Abb. 4.10: Fließgeschwindigkeit (Farbflächen) und Strömungsfeld (Vektoren) in 2 m Höhe über dem Gelände im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung nach 2 h Simulationsdauer für den Ist-Zustand.

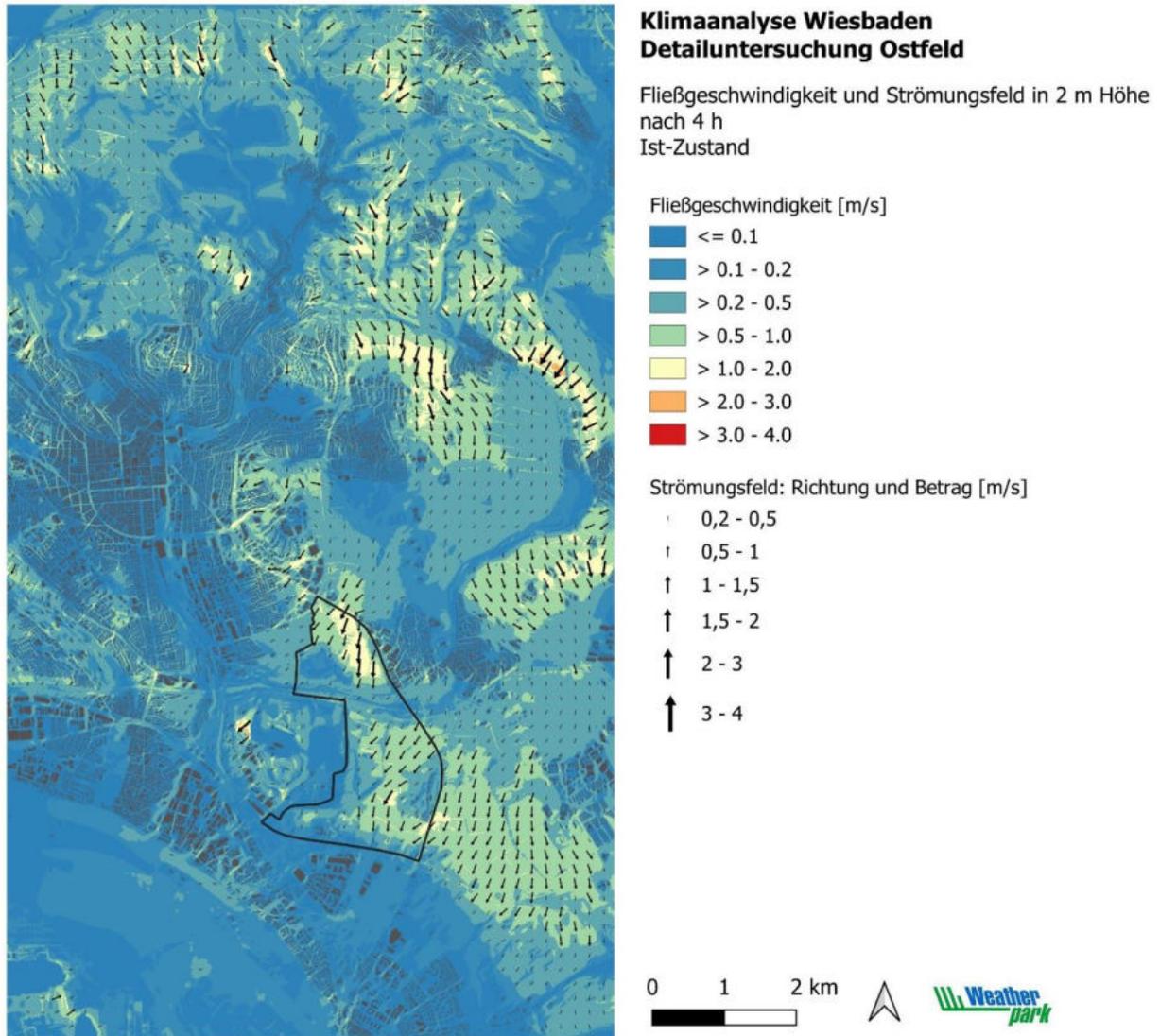
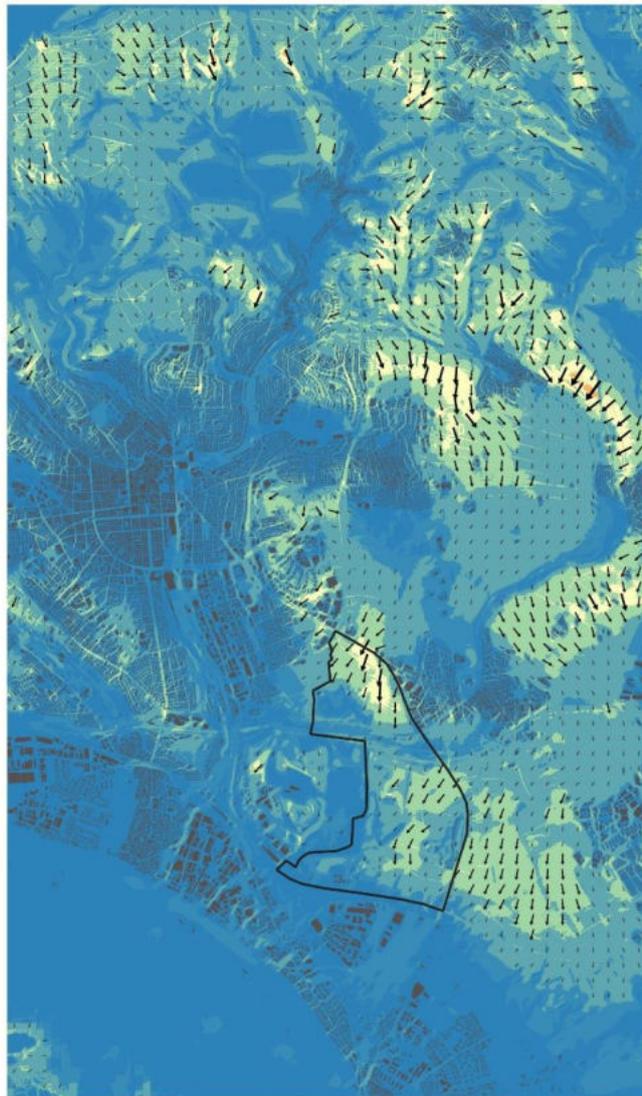


Abb. 4.11: Fließgeschwindigkeit (Farbflächen) und Strömungsfeld (Vektoren) in 2 m Höhe über dem Gelände im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung nach 4 h Simulationsdauer für den Ist-Zustand.



### Klimaanalyse Wiesbaden Detailuntersuchung Ostfeld

Fließgeschwindigkeit und Strömungsfeld in 2 m Höhe  
nach 6 h  
Ist-Zustand

Fließgeschwindigkeit [m/s]

- ≤ 0.1
- > 0.1 - 0.2
- > 0.2 - 0.5
- > 0.5 - 1.0
- > 1.0 - 2.0
- > 2.0 - 3.0
- > 3.0 - 4.0

Strömungsfeld: Richtung und Betrag [m/s]

- ↘ 0,2 - 0,5
- ↖ 0,5 - 1
- ↑ 1 - 1,5
- ↑ 1,5 - 2
- ↑ 2 - 3
- ↑ 3 - 4

0 1 2 km



Abb. 4.12: Fließgeschwindigkeit (Farbflächen) und Strömungsfeld (Vektoren) in 2 m Höhe über dem Gelände im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung nach 6 h Simulationsdauer für den Ist-Zustand.

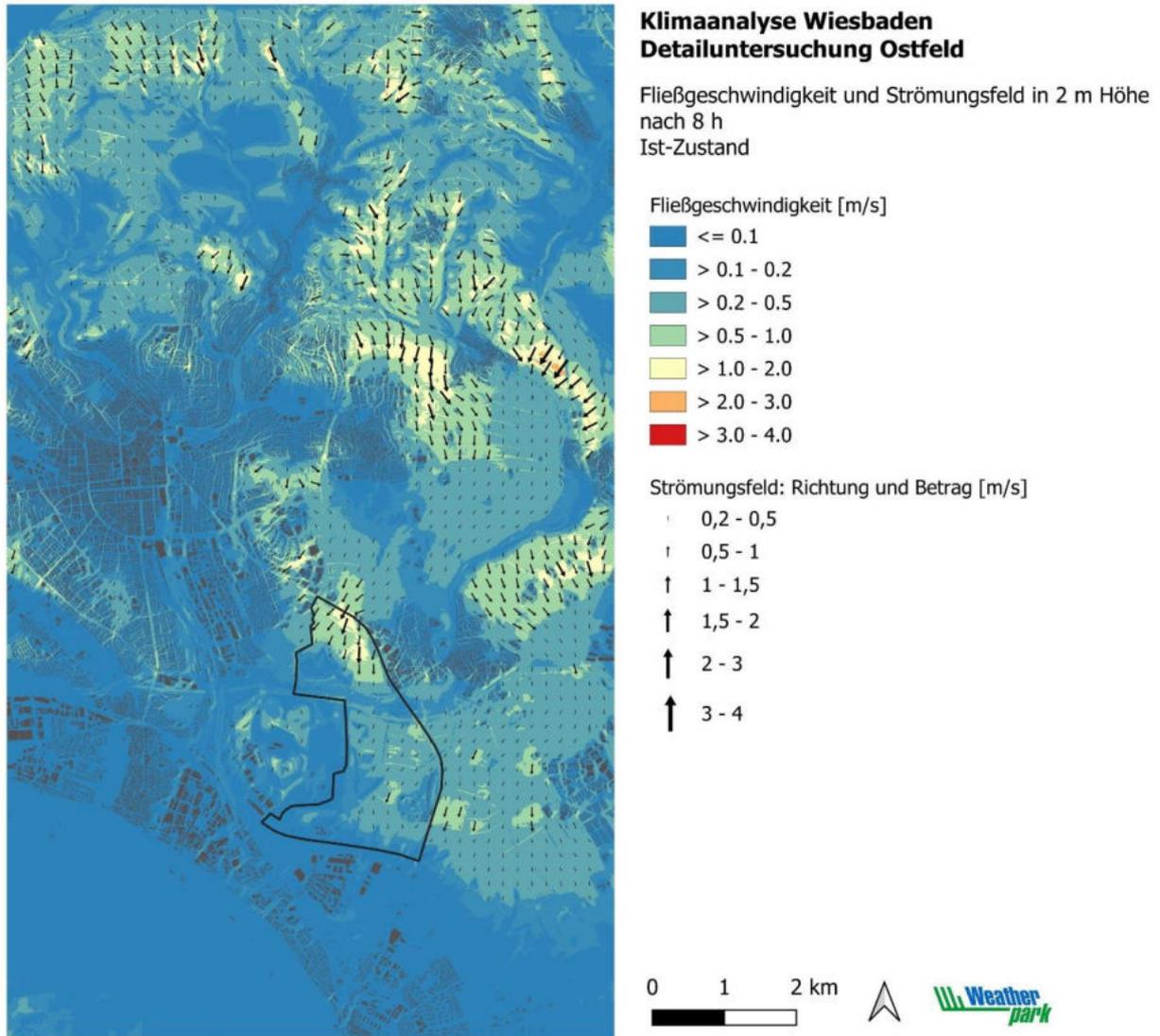
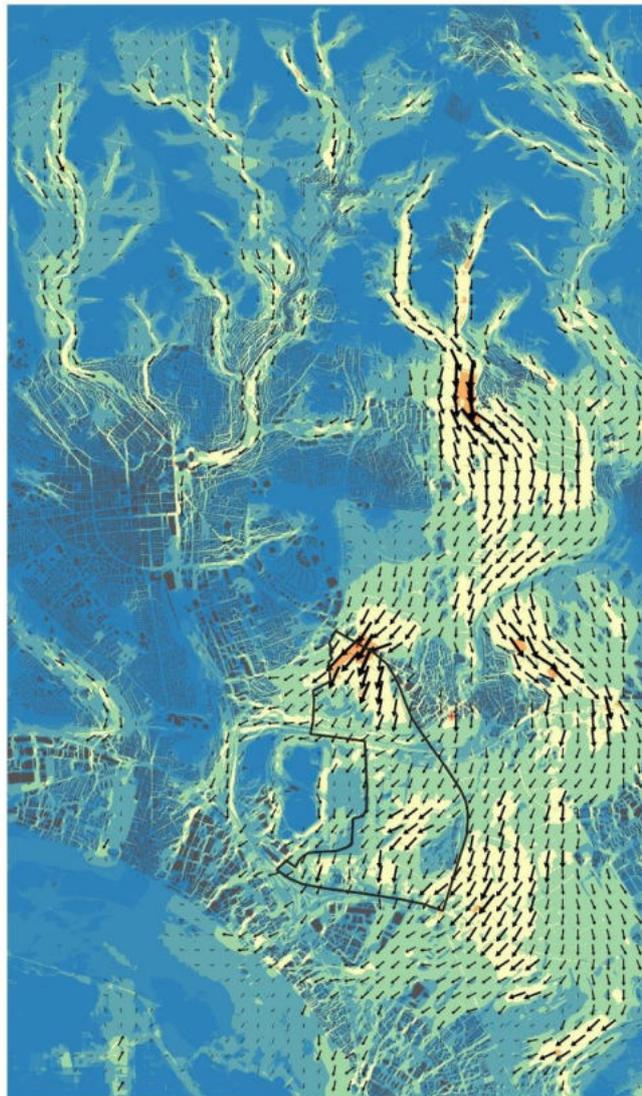


Abb. 4.13: Fließgeschwindigkeit (Farbflächen) und Strömungsfeld (Vektoren) in 2 m Höhe über dem Gelände im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung nach 8 h Simulationsdauer für den Ist-Zustand.



**Klimaanalyse Wiesbaden  
Detailuntersuchung Ostfeld**

Fließgeschwindigkeit und Strömungsfeld in 10 m Höhe  
nach 2 h  
Ist-Zustand

Fließgeschwindigkeit [m/s]

- ≤ 0.1
- > 0.1 - 0.2
- > 0.2 - 0.5
- > 0.5 - 1.0
- > 1.0 - 2.0
- > 2.0 - 3.0
- > 3.0 - 4.0

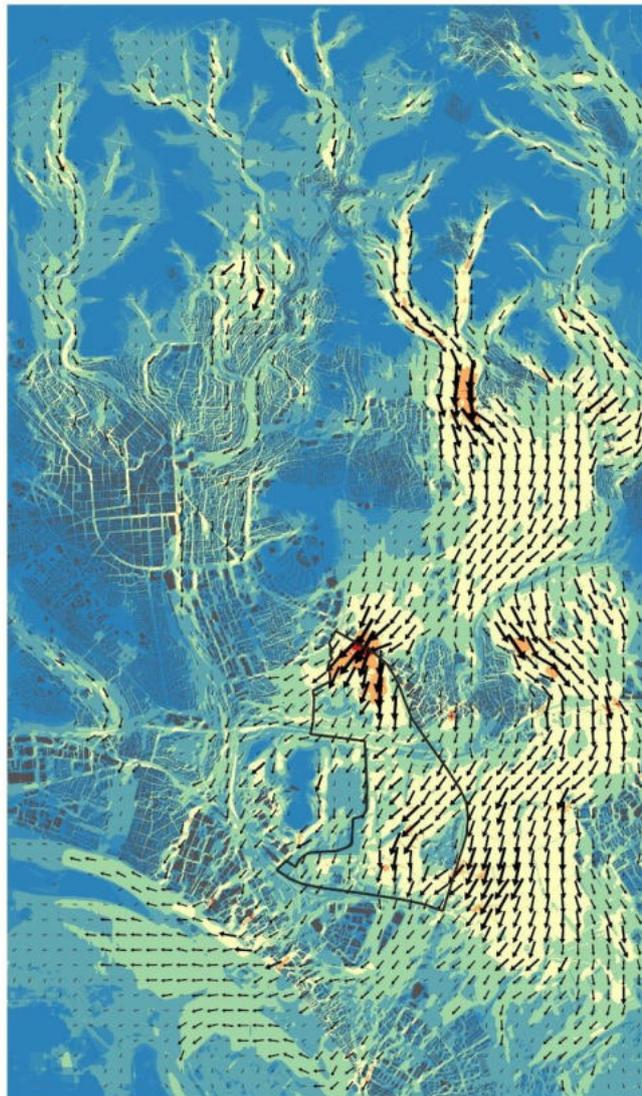
Strömungsfeld: Richtung und Betrag [m/s]

- ↘ 0,2 - 0,5
- ↖ 0,5 - 1
- ↑ 1 - 1,5
- ↑ 1,5 - 2
- ↑ 2 - 3
- ↑ 3 - 4

0 1 2 km



Abb. 4.14: Fließgeschwindigkeit (Farbflächen) und Strömungsfeld (Vektoren) in 10 m Höhe über dem Gelände im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung nach 2 h Simulationsdauer für den Ist-Zustand.



### Klimaanalyse Wiesbaden Detailuntersuchung Ostfeld

Fließgeschwindigkeit und Strömungsfeld in 10 m Höhe  
nach 4 h  
Ist-Zustand

Fließgeschwindigkeit [m/s]

- ≤ 0.1
- > 0.1 - 0.2
- > 0.2 - 0.5
- > 0.5 - 1.0
- > 1.0 - 2.0
- > 2.0 - 3.0
- > 3.0 - 4.0

Strömungsfeld: Richtung und Betrag [m/s]

- ↖ 0,2 - 0,5
- ↖ 0,5 - 1
- ↑ 1 - 1,5
- ↑ 1,5 - 2
- ↑ 2 - 3
- ↑ 3 - 4

0 1 2 km



Abb. 4.15: Fließgeschwindigkeit (Farbflächen) und Strömungsfeld (Vektoren) in 10 m Höhe über dem Gelände im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung nach 4 h Simulationsdauer für den Ist-Zustand.

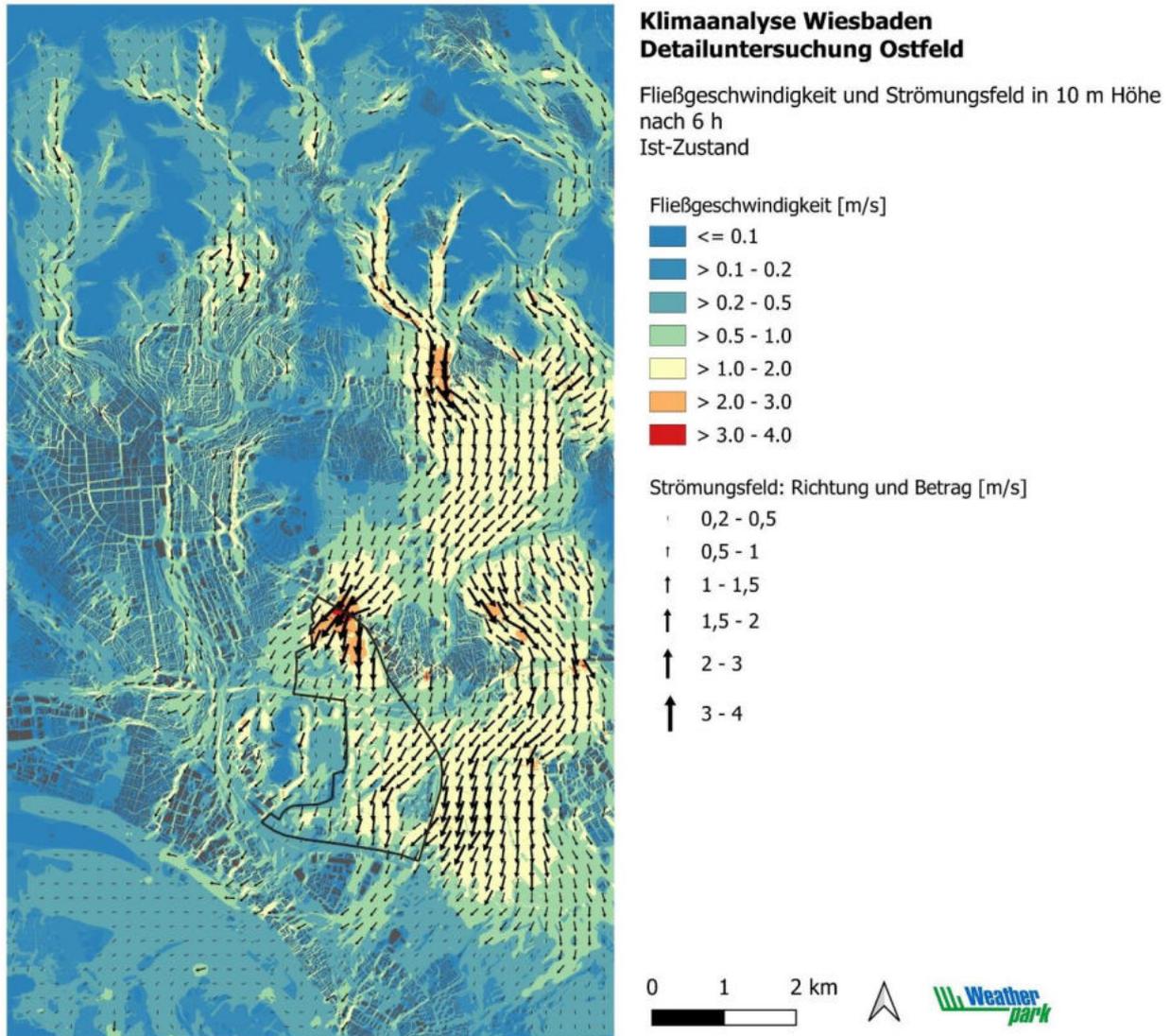


Abb. 4.16: Fließgeschwindigkeit (Farbflächen) und Strömungsfeld (Vektoren) in 10 m Höhe über dem Gelände im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung nach 6 h Simulationsdauer für den Ist-Zustand.

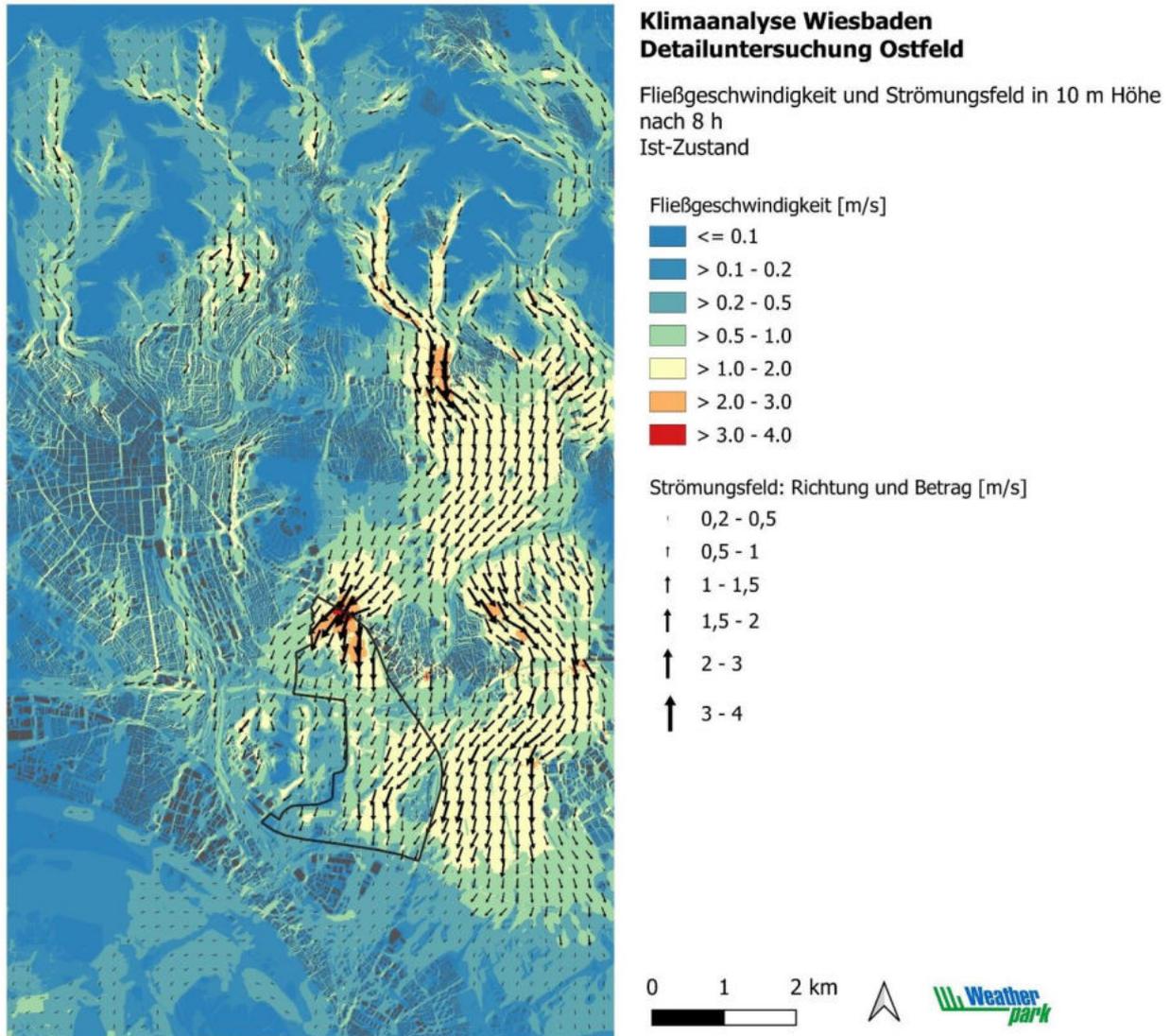


Abb. 4.17: Fließgeschwindigkeit (Farbflächen) und Strömungsfeld (Vektoren) in 10 m Höhe über dem Gelände im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung nach 8 h Simulationsdauer für den Ist-Zustand.

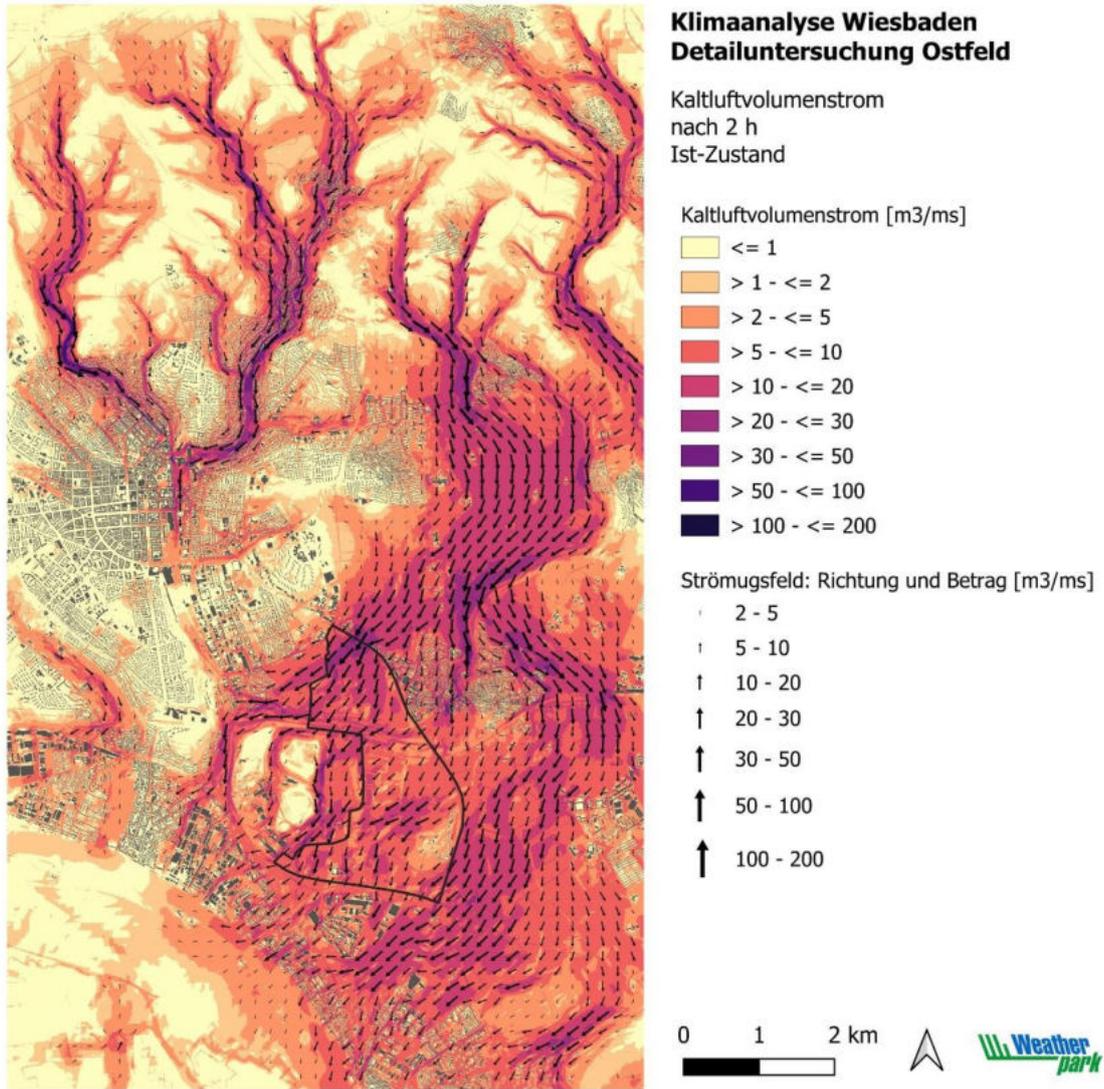


Abb. 4.18: Betrag und Richtung des Kaltluftvolumenstromes nach 2 h Simulationsdauer im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung für den Ist-Zustand.

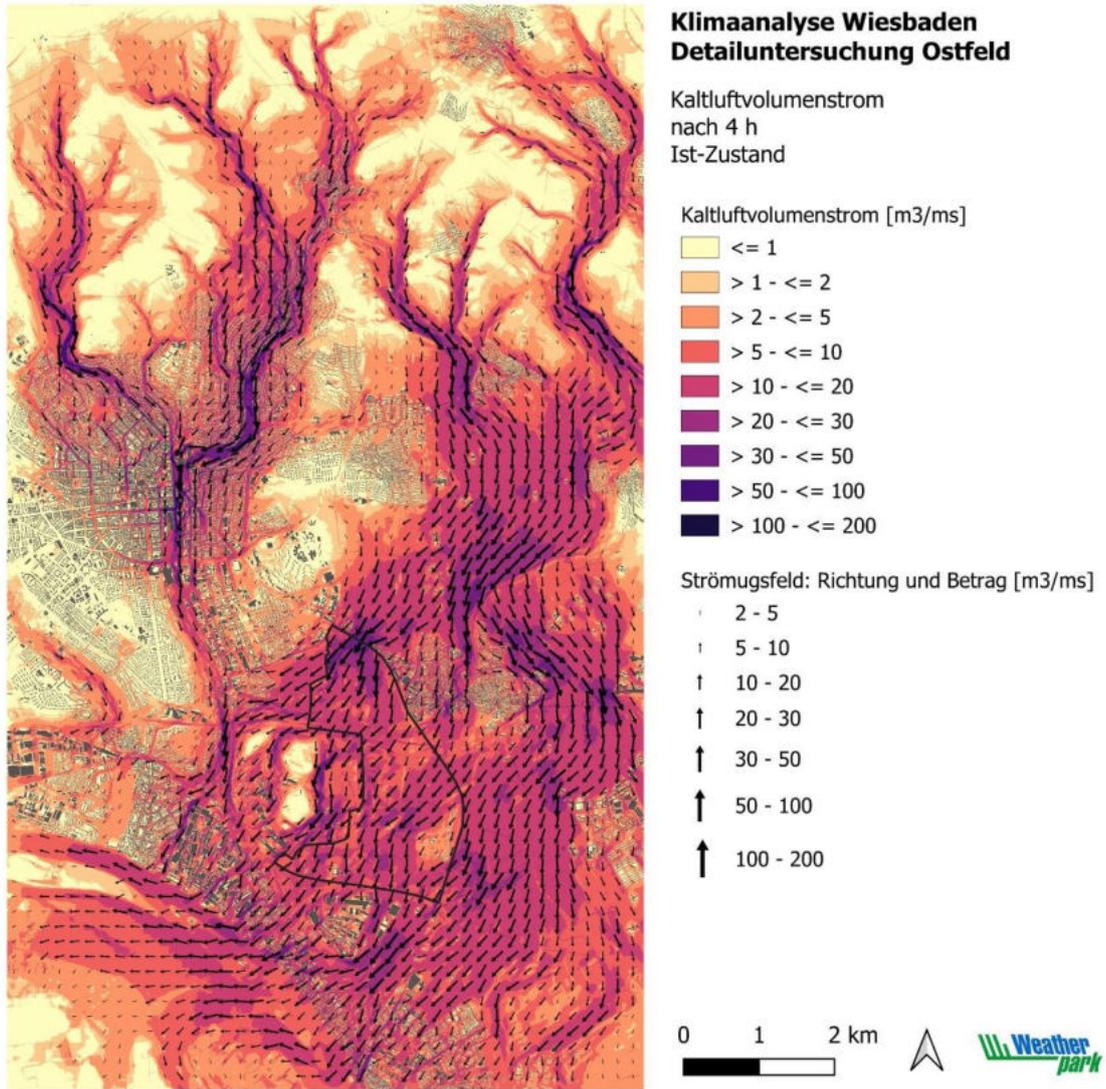


Abb. 4.19: Betrag und Richtung des Kaltluftvolumenstromes nach 4 h Simulationsdauer im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung für den Ist-Zustand.

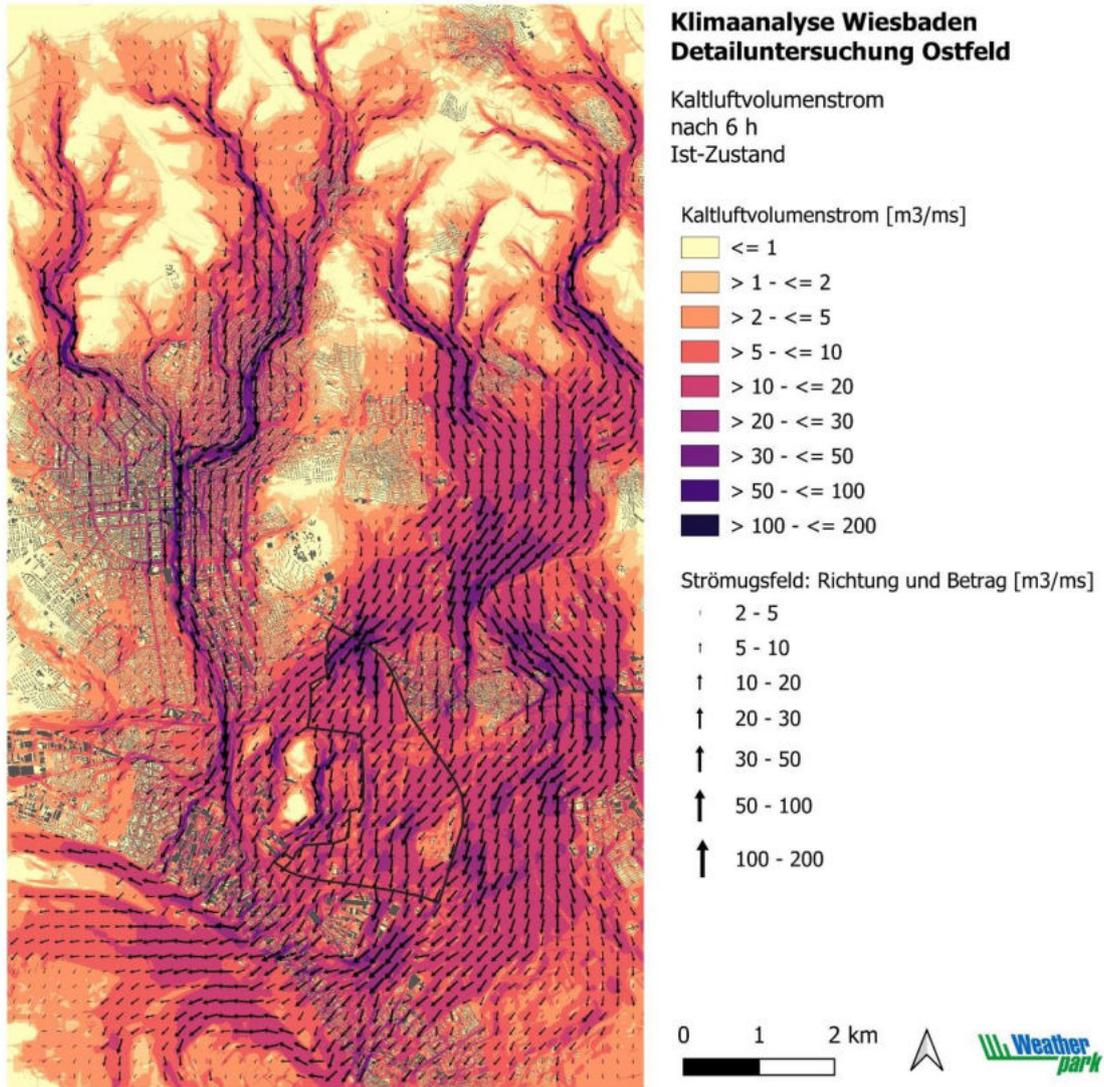


Abb. 4.20: Betrag und Richtung des Kaltluftvolumenstromes nach 6 h Simulationsdauer im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung für den Ist-Zustand.

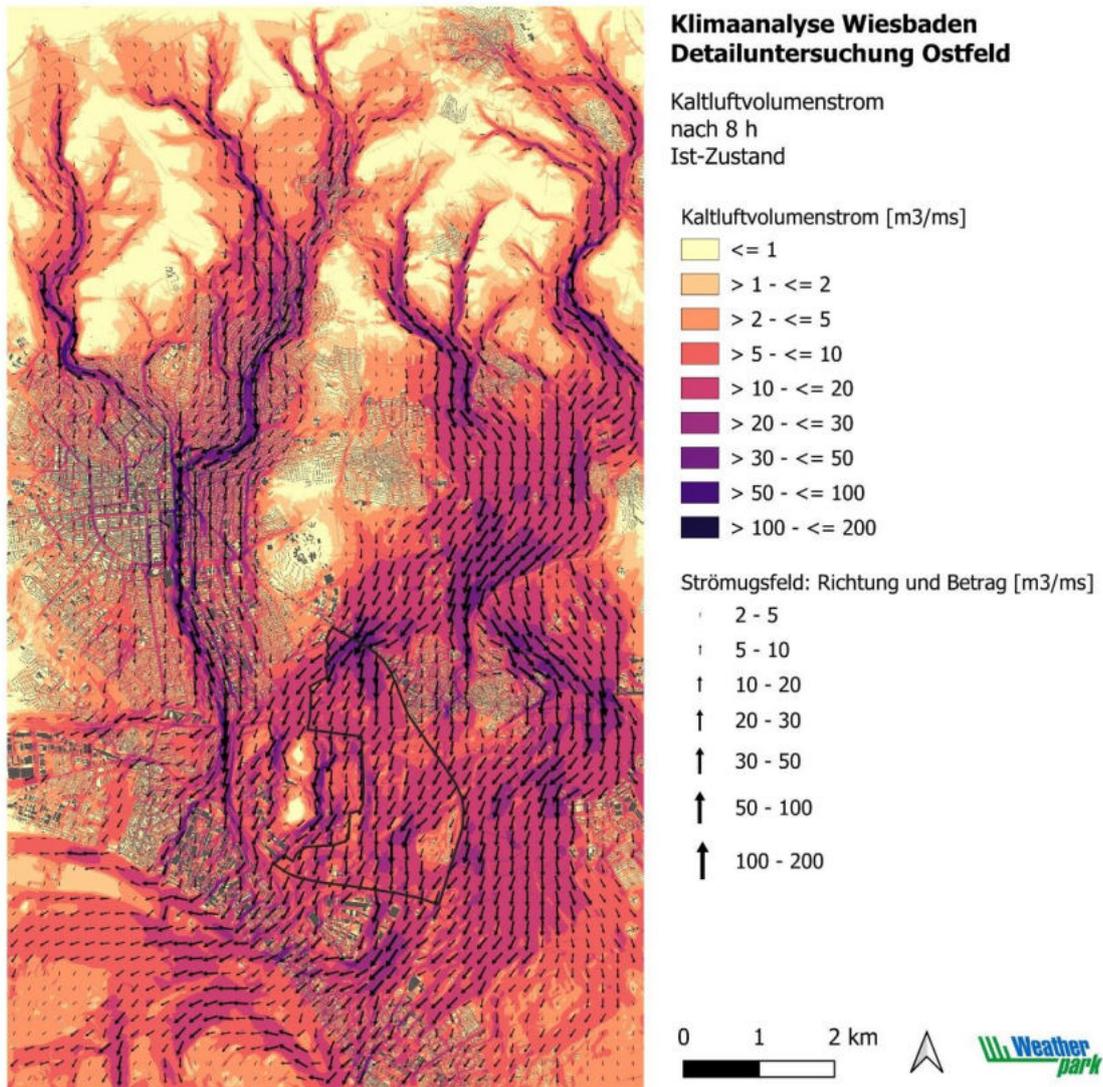


Abb. 4.21: Betrag und Richtung des Kaltluftvolumenstromes nach 8 h Simulationsdauer im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung für den Ist-Zustand.

#### 4.1.2. Wirkungsräume der Kaltluft

Die klimatische Wirksamkeit der nächtlichen Kaltluft ist sowohl von deren Fließgeschwindigkeit als auch von deren Mächtigkeit (Höhe der Kaltluftschicht) abhängig.

Die gesamtstädtische Analyse zeigt, dass der Wirkungsraum des gesamten Kaltluftsystems groß ist. Der Wirkungsraum erstreckt sich großflächig über die Siedlungsgebiete nördlich des Rheins (Mainz-Amöneburg, Mainz-Kastel, Mainz-Kostheim).

Auch das Kaltluftsystem Wäschbachtal, das in den Ergebnisabbildungen Abb. 4.2 bis Abb. 4.19 zu sehen ist, macht deutlich, dass die Kaltluft im Laufe der Nachtstunden bis zum Rhein vordringt.

#### 4.1.3. Situation im Ostfeld

Das Ostfeld – im derzeit unverbauten Zustand – wirkt im großflächigen Kaltluftsystem zum einen als Kaltluftproduktionsgebiet und zum anderen als hindernisarmes Kaltluftüberströmungsgebiet und verbindendes Element zwischen den Kaltluftproduktionsbereichen im Osten Wiesbadens und

den Wirkungsbereichen der Kaltluft im Süden (Mainz-Amöneburg, Mainz-Kastel, Mainz-Kostheim). Durch diese Doppelfunktion ist das Ostfeld ein wesentlicher Bestandteil des Kaltluftgeschehens im Osten Wiesbadens.

Nach 2 h Simulationsdauer werden im Entwicklungsbereich Ostfeld über weite Bereiche Kaltluflhöhen zwischen rund 10 und 20 m erreicht. Im Wäschbachtal liegen die Kaltluflhöhen bei rund 20-30 m und auch im Bereich des ehemaligen Steinbruchs Kalkofen sind die Kaltluflhöhen mit rund 40 bis 50 m höher als in anderen Bereichen des Entwicklungsbereichs Ostfeld. Gleichzeitig wird das Ostfeld nach Sonnenuntergang, sobald sich das Kaltluftsystem östlich von Wiesbaden ausbildet, von den in Kapitel 4.1.1 beschriebenen Kaltluftströmungen erfasst und von diesem Zeitpunkt an im Nachtverlauf gleichmäßig durchströmt. Die höchsten Strömungsgeschwindigkeiten werden im Norden des Ostfelds erreicht. Dort liegen die Werte in 2 m Höhe nach 2 h Simulationsdauer zwischen 1 und 2 m/s, in 10 m Höhe punktuell bei 2 bis 3 bzw. max. 4 m/s. In den von Osten angeströmten Bereichen liegen die Werte in 2 m Höhe zwischen 0,5 und 1 m/s, in 10 m Höhe zwischen 0,5 und 2 m/s.

## **4.2. Ergebnisse der Kaltluftsimulation für den Nachher-Zustand**

Um den Einfluss und die Auswirkungen der skizzierten Nutzungsintensivierung auf das bestehende Kaltluftsystem quantifizieren zu können, wurden die Kaltluftentstehung und der resultierende Kaltluftabfluss erneut mit dem Kaltluftabflussmodell KLAM\_21 simuliert. Der „Nachher-Zustand“ berücksichtigt zusätzlich zum Ist-Zustand (Bebauung des Areals und dessen Umgebung Stand Frühling 2022, sowie rechtsverbindliche Bebauungspläne im Bereich Erbenheim-Süd, Bierstadt-Nord, Nordenstadt Hainweg und Gewerbegebiet Petersweg) eine bauliche Entwicklung des Ostfelds. Berücksichtigt wurden die Nutzungsintensivierungen im Norden (geplanter Behördenstandort des Bundeskriminalamts) und Süden (urbanes Stadtquartier) des Areals. Ebenfalls berücksichtigt wurde die Deponieerweiterung (siehe Kapitel 1.5 für eine detaillierte Erläuterung der angenommenen Bauungen und Planstände des Nachher-Zustands).

Gut sichtbar werden die Veränderungen im Kaltluftgeschehen anhand von Differenzenabbildungen zwischen Ist-Zustand und Nachher-Zustand.

Abb. 4.22 zeigt die Veränderungen der Kaltluflhöhe in und um den Entwicklungsbereich Ostfeld nach 2 h Simulationsdauer. In jenen Bereichen, die zusätzlich versiegelt werden, kommt die eigene Kaltluftproduktion der Fläche zum Erliegen. Die Kaltluflhöhe am Standort der geplanten Nutzungsintensivierung im Norden reduziert sich um 1 bis 5, punktuell bis 10 m. Im Bereich des „Urbanen Quartiers“ reduziert sich die Kaltluflhöhe um 5 bis 15 m. Auch stromabwärts dieser beiden Bereiche reduziert sich die Kaltluflhöhe um 1 bis 5 m, während sie stromaufwärts durch Staueffekte an beiden Standorten etwas erhöht wird (in der Größenordnung von 1 bis 5 m, am nördlichen Standort bis zu 10 m).

Im Nachtverlauf, wenn der Entwicklungsbereich Ostfeld von den aus Norden und Osten kommenden Strömungen durchströmt wird und ein Kaltlufteintrag erfolgt, verschieben sich die Reduktionen dem Weg der Strömung folgend Richtung Süden und Südwesten. Zu Beginn der Nacht sind die Auswirkungen zunächst noch kleinräumiger, dafür zeigen sich stärkere Reduktionen der Kaltluflhöhe in ebendiesen Bereichen, später breitet sich das Feld großräumiger aus, die Reduktionen sind aber geringer (großflächig 1 bis 5 m).

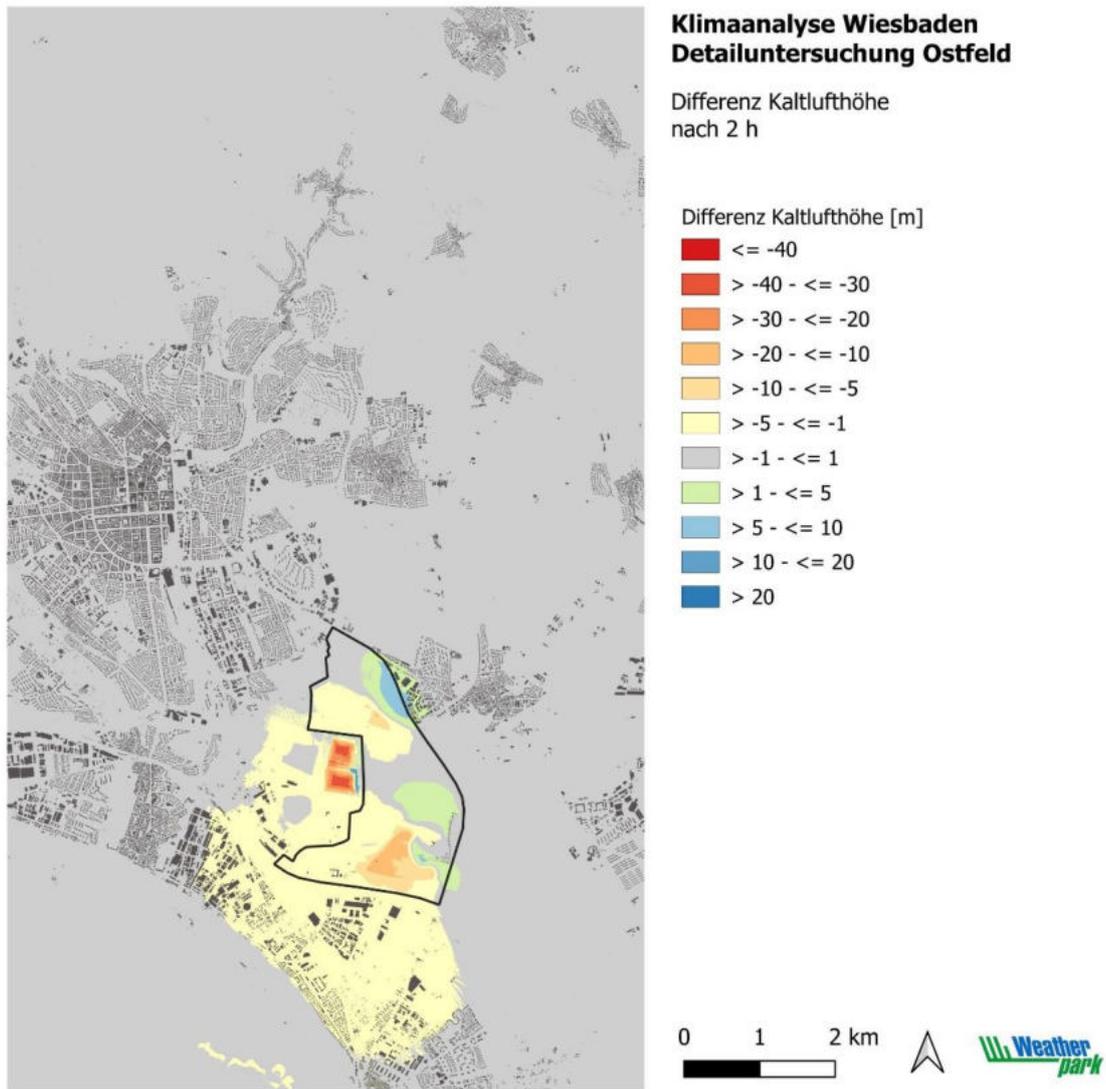


Abb. 4.22: Differenz (Nachher-Ist) der Kaltlufthöhe (Farbflächen) nach 2 h Simulationsdauer im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung.

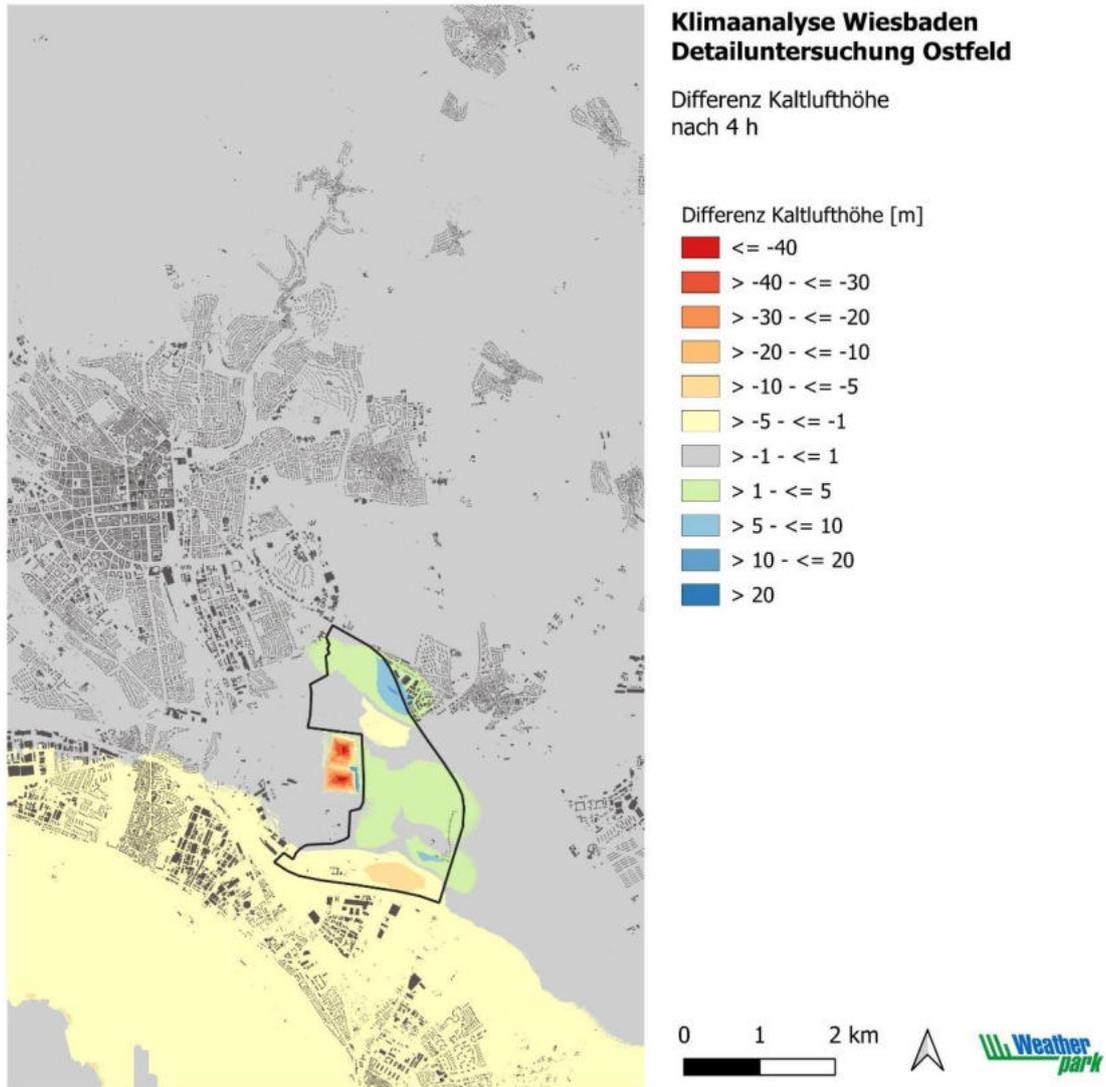


Abb. 4.23: Differenz (Nachher-Ist) der Kaltlufthöhe (Farbflächen) nach 4 h Simulationsdauer im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung.

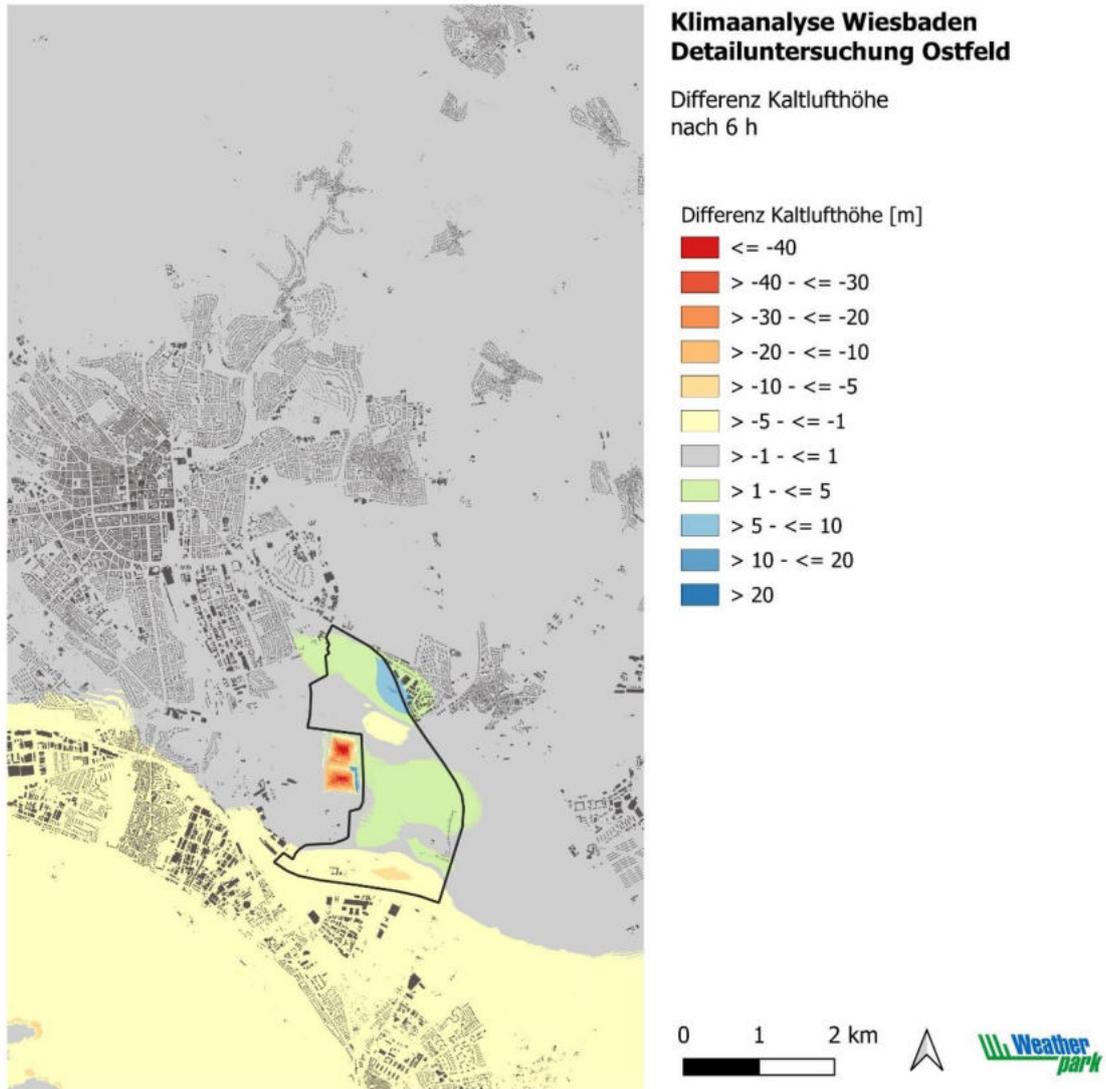


Abb. 4.24: Differenz (Nachher-Ist) der Kaltlufthöhe (Farbflächen) nach 6 h Simulationsdauer im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung.

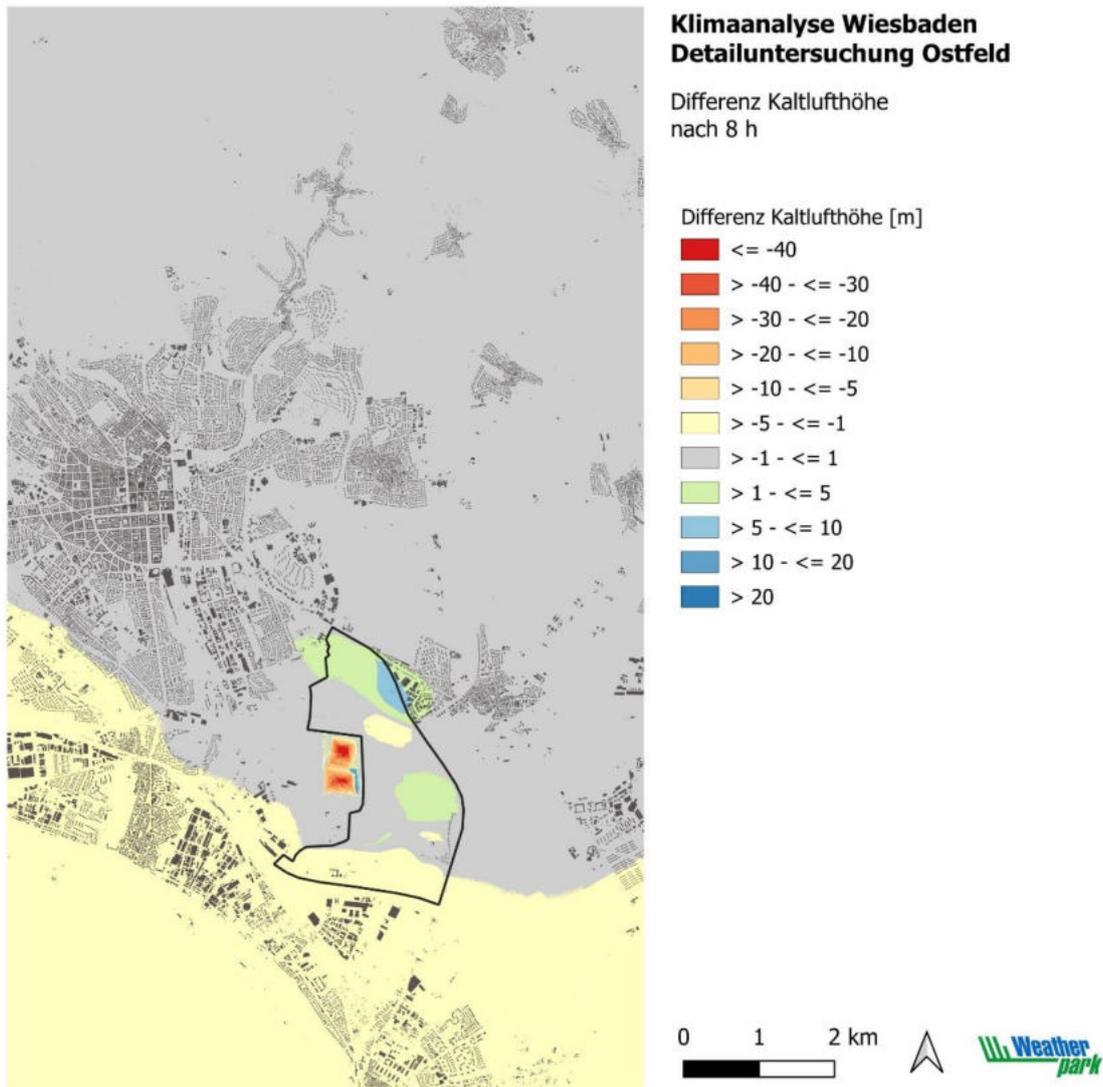


Abb. 4.25: Differenz (Nachher-Ist) der Kaltlufthöhe (Farbflächen) nach 8 h Simulationsdauer im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung.

Abb. 4.26 und Abb. 4.27 zeigen die Differenzen der **Fließgeschwindigkeiten** zwischen dem Ist-Zustand und dem Nachher-Zustand in einem Ausschnitt rund um das Projektgebiet in 2 m Höhe über dem Gelände nach 2 h bzw. 4 h Simulationsdauer. Abb. 4.30 und Abb. 4.31 zeigen analog dazu die Differenzen der Fließgeschwindigkeiten in 10 m Höhe. Der farbige Bereich, der sich im Umfeld der Bebauung zeigt, markiert deren Einflussbereich, in dem die Fließgeschwindigkeit der Kaltluft verändert wird.

Im Strömungsfeld des Nachher-Zustandes führt die Bebauung zu einer Reduktion der Fließgeschwindigkeiten über dem Entwicklungsbereich Ostfeld. Die stärksten Reduktionen zeigen sich erwartungsgemäß über den beiden Standorten der Nutzungsintensivierung im Norden (Behördenstandort) und Süden („Urbanes Quartier“), sowie teilweise südlich und südwestlich des Entwicklungsbereichs Ostfeld.

Neben den beschriebenen Reduktionen treten in beiden Bezugshöhen auch Erhöhungen der Fließgeschwindigkeiten auf (grüne und blaue Farbtöne), die durch Verdrängungseffekte erklärbar sind.

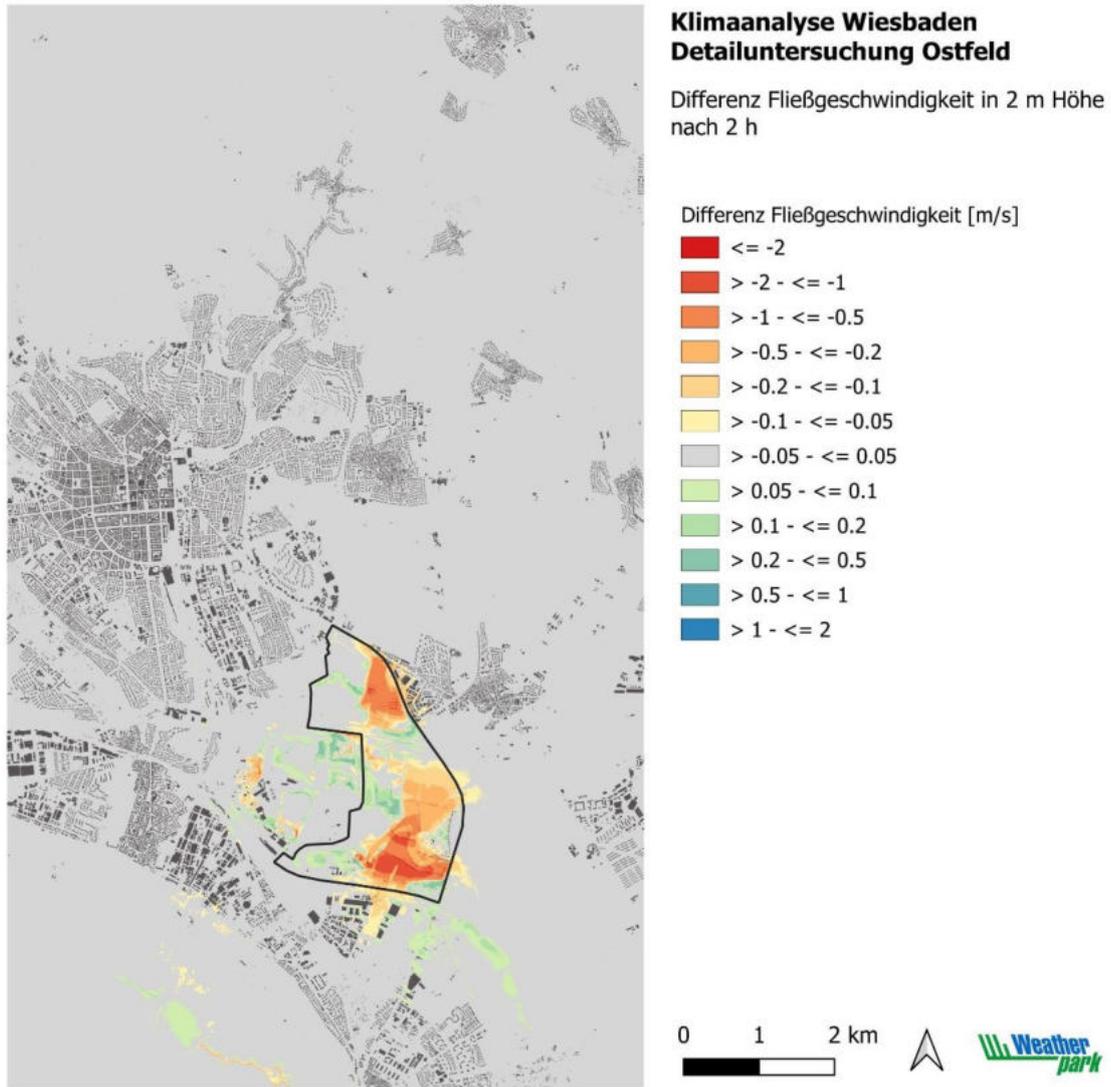


Abb. 4.26: Differenz (Nachher-Ist) der Fließgeschwindigkeiten (Farbflächen) in 2 m Höhe über Grund nach 2 h Simulationsdauer im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung.

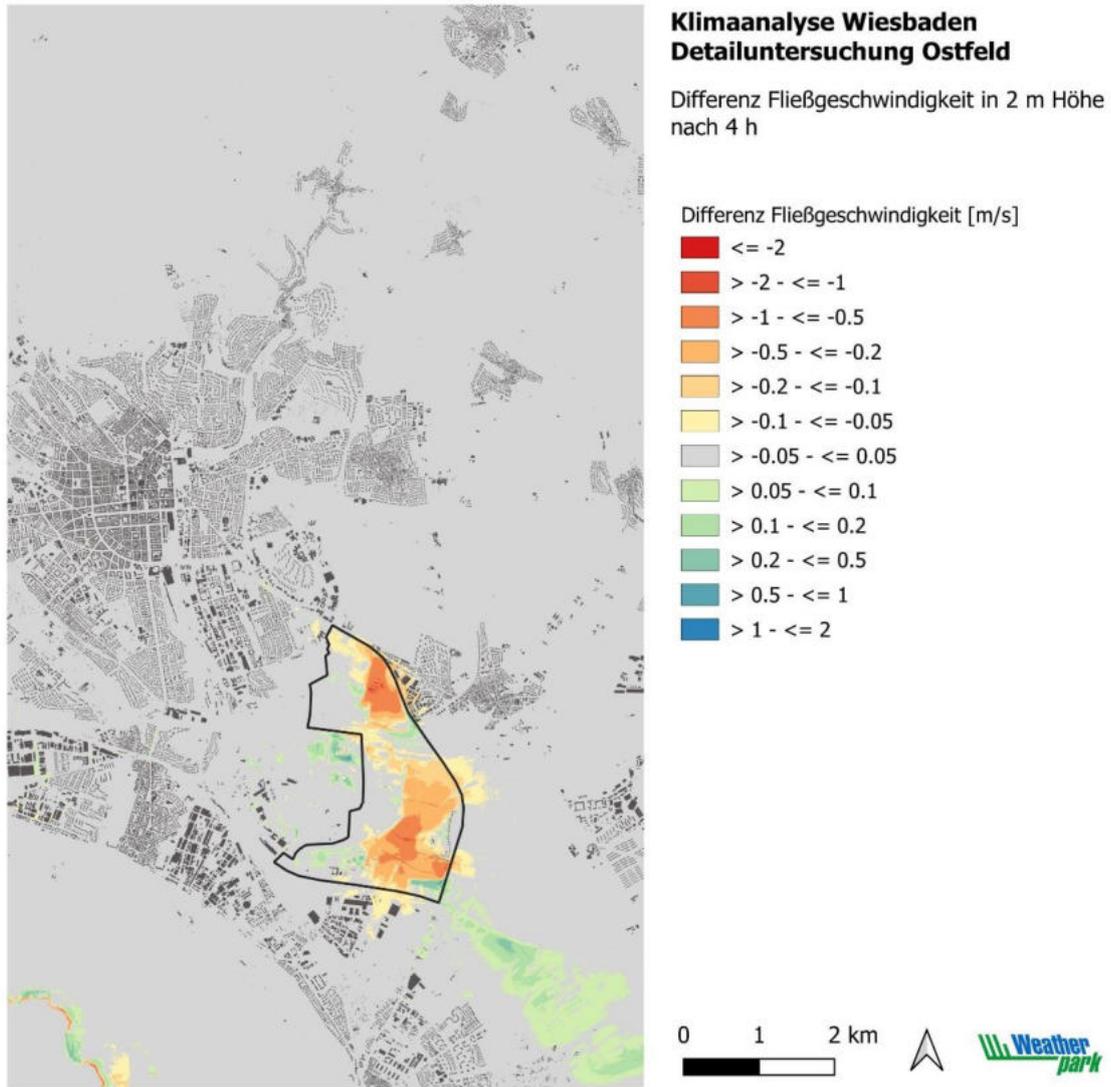


Abb. 4.27: Differenz (Nachher-Ist) der Fließgeschwindigkeiten (Farbflächen) in 2 m Höhe über Grund nach 4 h Simulationsdauer im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung.

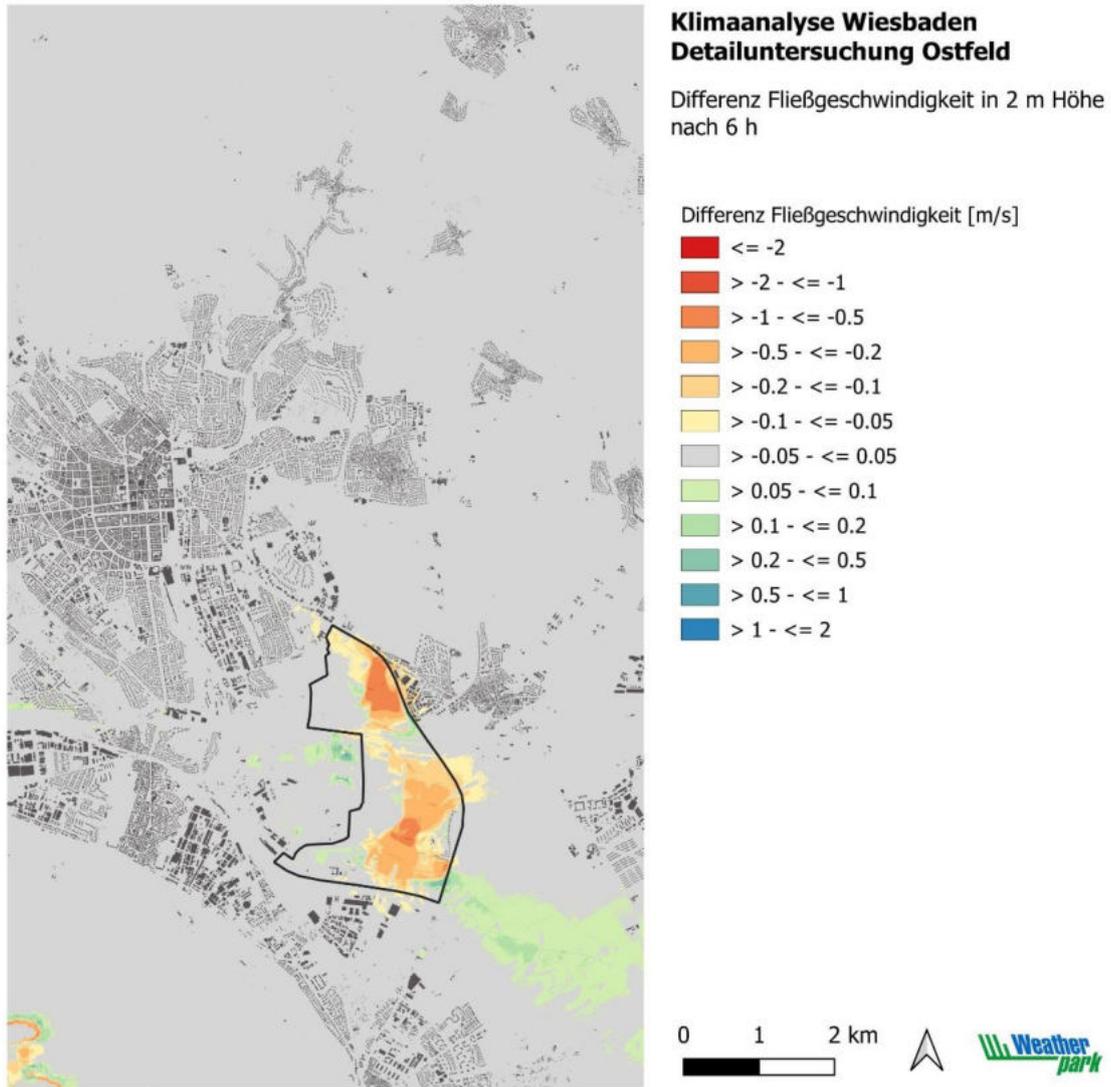


Abb. 4.28: Differenz (Nachher-Ist) der Fließgeschwindigkeiten (Farbflächen) in 2 m Höhe über Grund nach 6 h Simulationsdauer im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung.

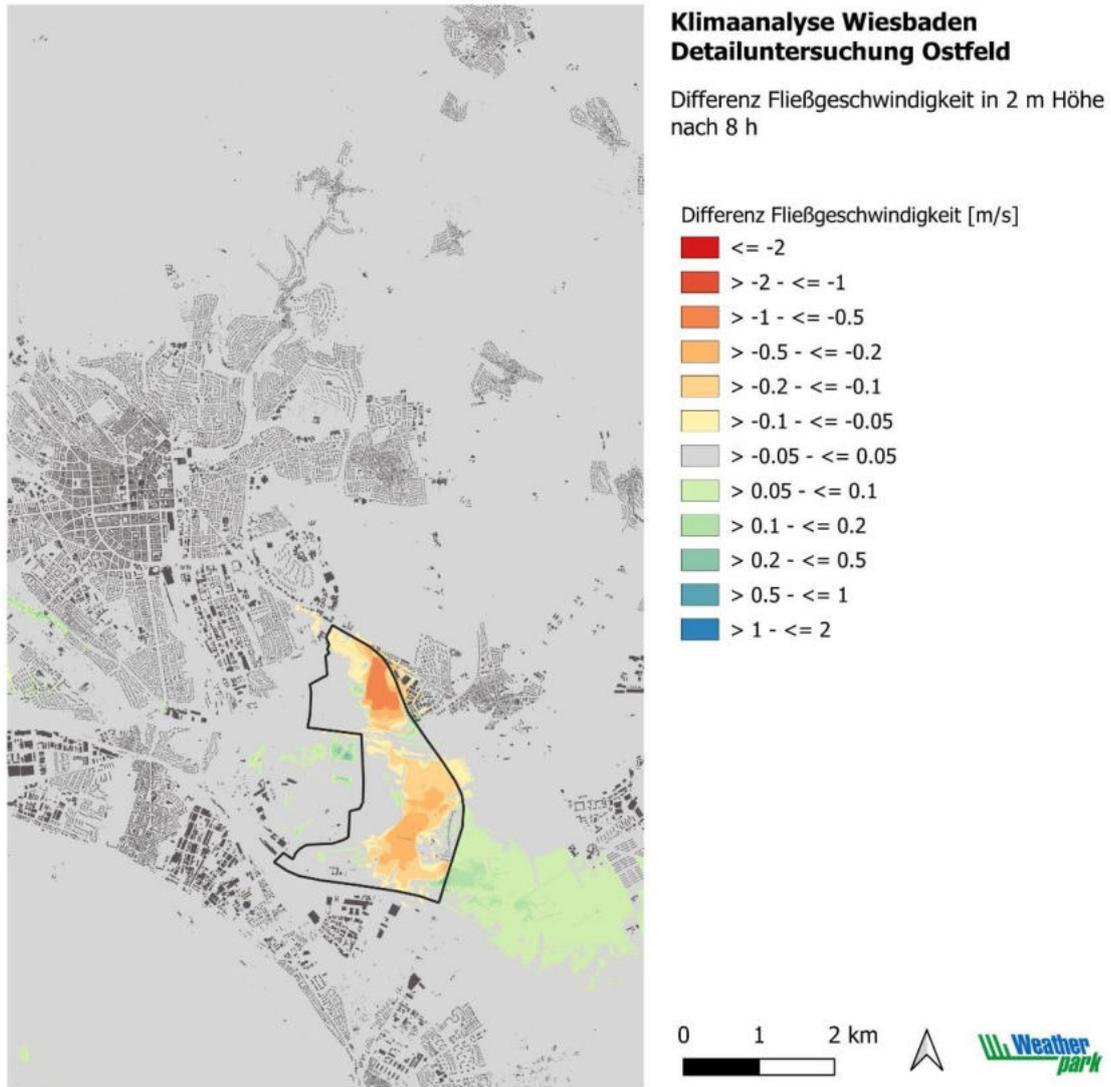


Abb. 4.29: Differenz (Nachher-Ist) der Fließgeschwindigkeiten (Farbflächen) in 2 m Höhe über Grund nach 8 h Simulationsdauer im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung.

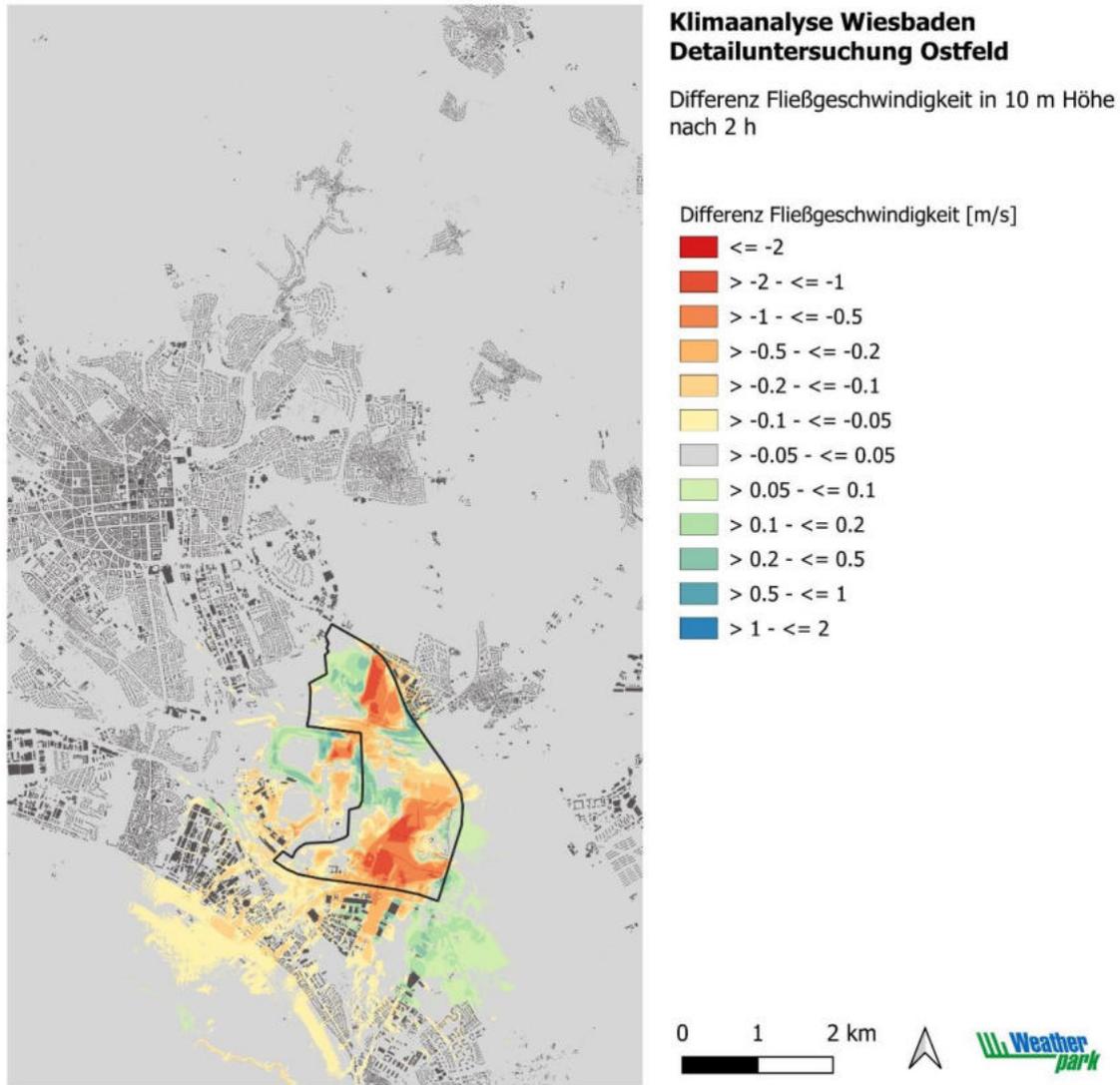


Abb. 4.30: Differenz (Nachher-Ist) der Fließgeschwindigkeiten (Farbflächen) in 10 m Höhe über Grund nach 2 h Simulationsdauer im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung.

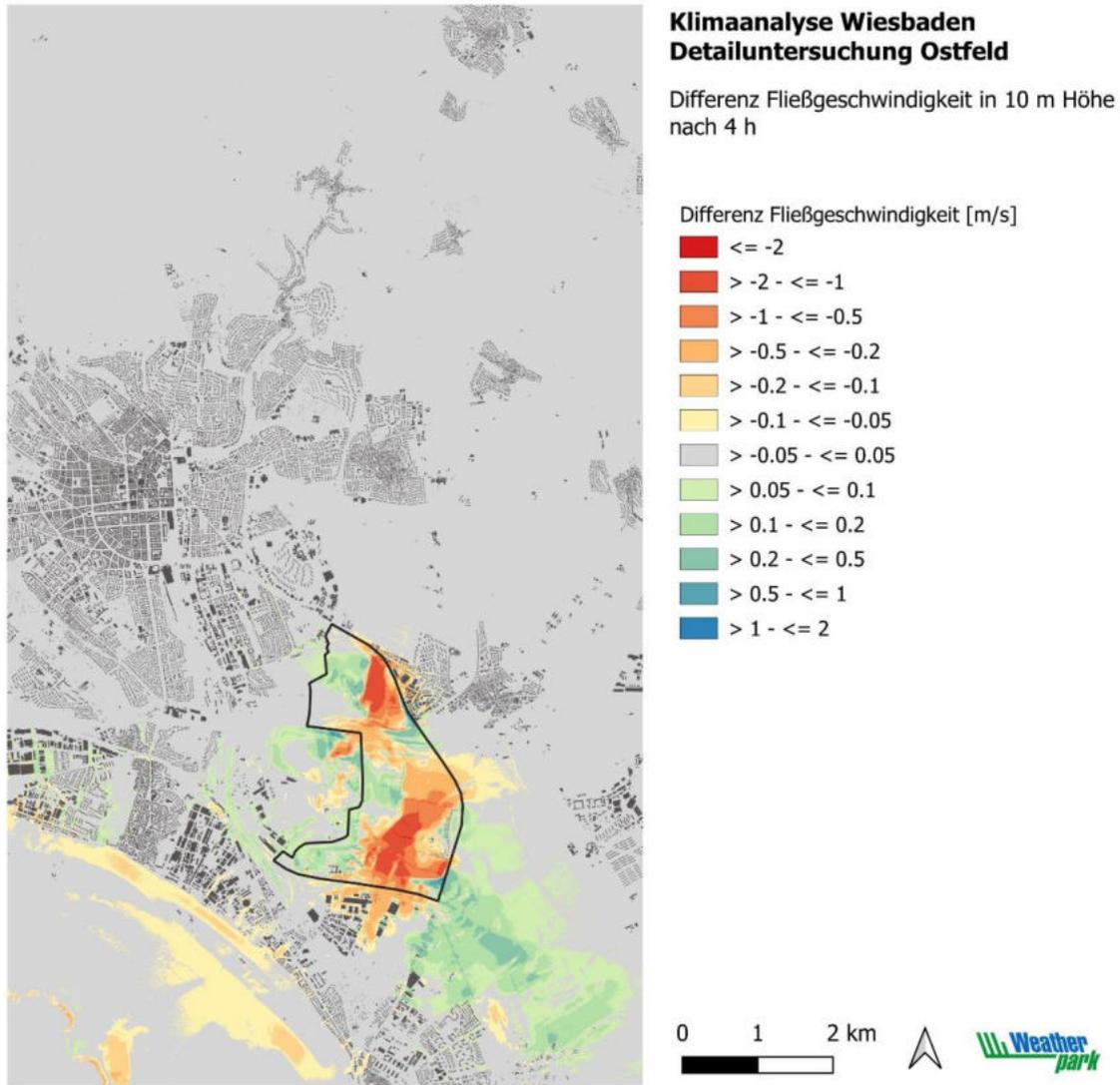


Abb. 4.31: Differenz (Nachher-Ist) der Fließgeschwindigkeiten (Farbflächen) in 10 m Höhe über Grund nach 4 h Simulationsdauer im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung.

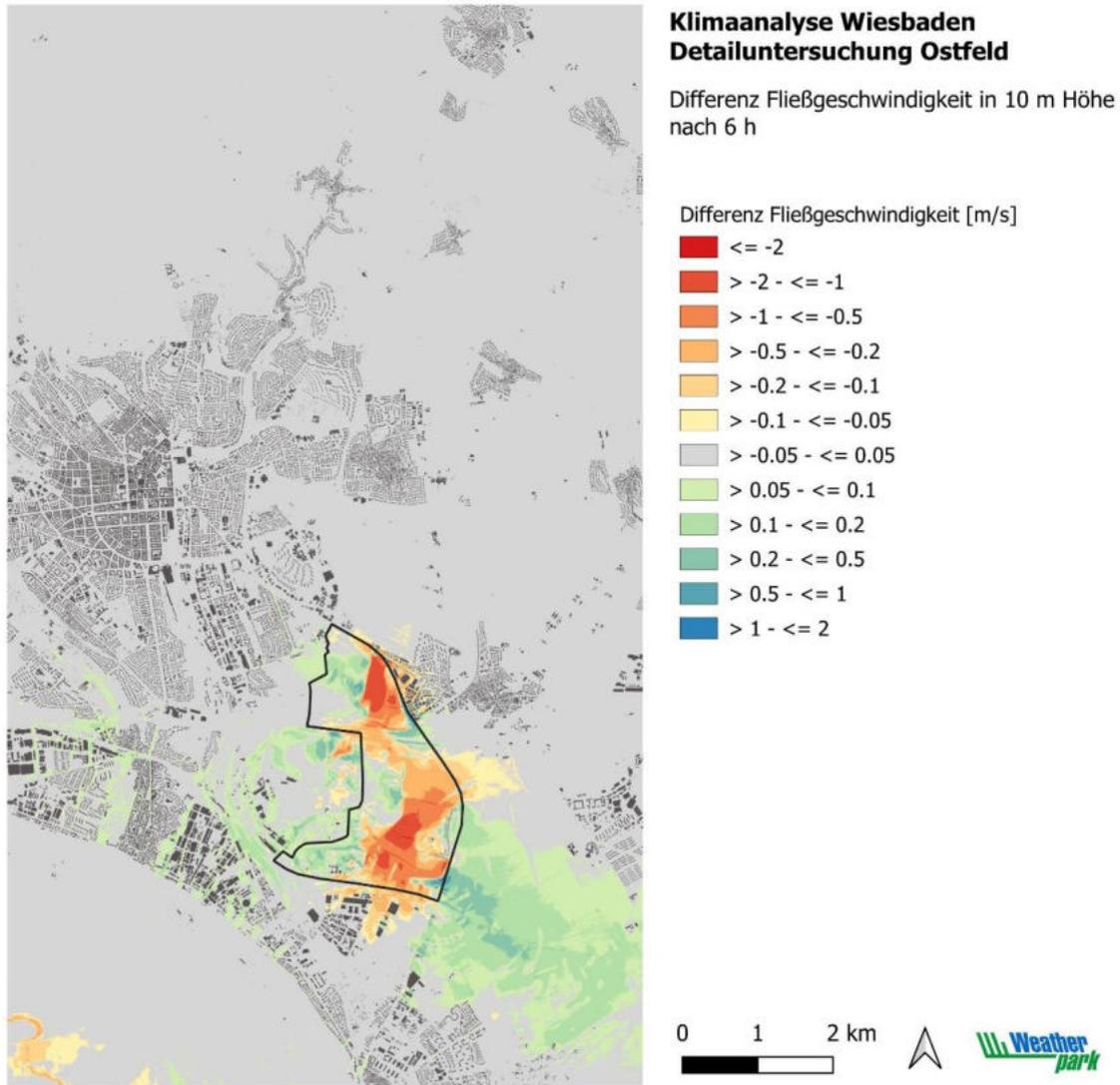


Abb. 4.32: Differenz (Nachher-Ist) der Fließgeschwindigkeiten (Farbflächen) in 10 m Höhe über Grund nach 6 h Simulationsdauer im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung.

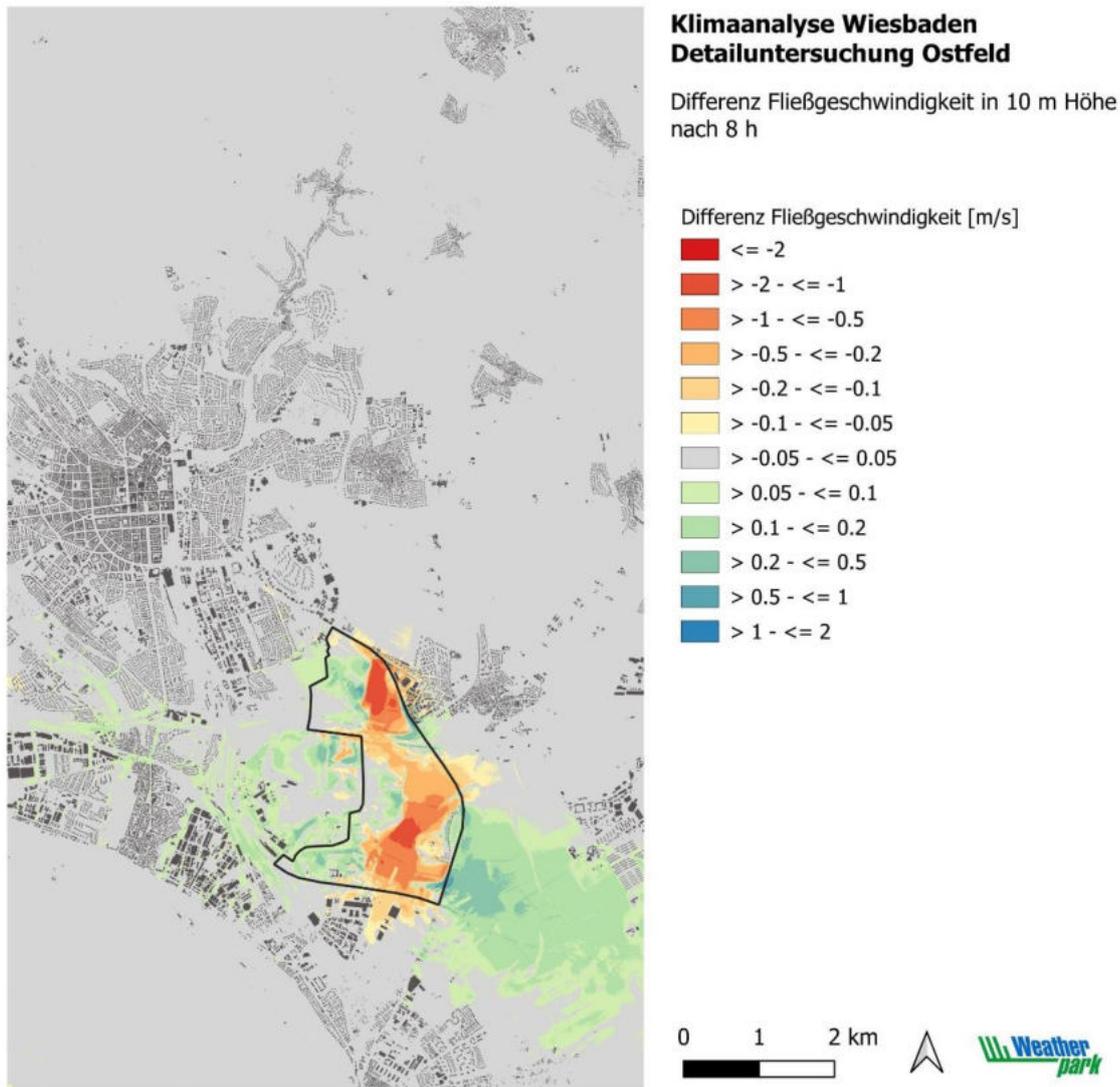


Abb. 4.33: Differenz (Nachher-Ist) der Fließgeschwindigkeiten (Farbflächen) in 10 m Höhe über Grund nach 8 h Simulationsdauer im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung.

Betrachtet man die Veränderungen des **Kaltluftvolumenstroms** nach 2 h (Abb. 4.34) und 4 h (Abb. 4.35) Simulationsdauer zeigen sich Reduktionen über den beiden Standorten der Nutzungsintensivierung (in der Größenordnung von 1 bis 20 m<sup>3</sup>/ms im Vergleich zum Ist-Zustand) sowie stromabwärts (in der Größenordnung von 1 bis 5 m<sup>3</sup>/ms im Vergleich zum Ist-Zustand) (zum Vergleich: Kaltluftvolumenstrom im Entwicklungsbereich Ostfeld Ist-Zustand nach 4 h: rund 5 bis 30 m<sup>3</sup>/s pro Laufmeter).

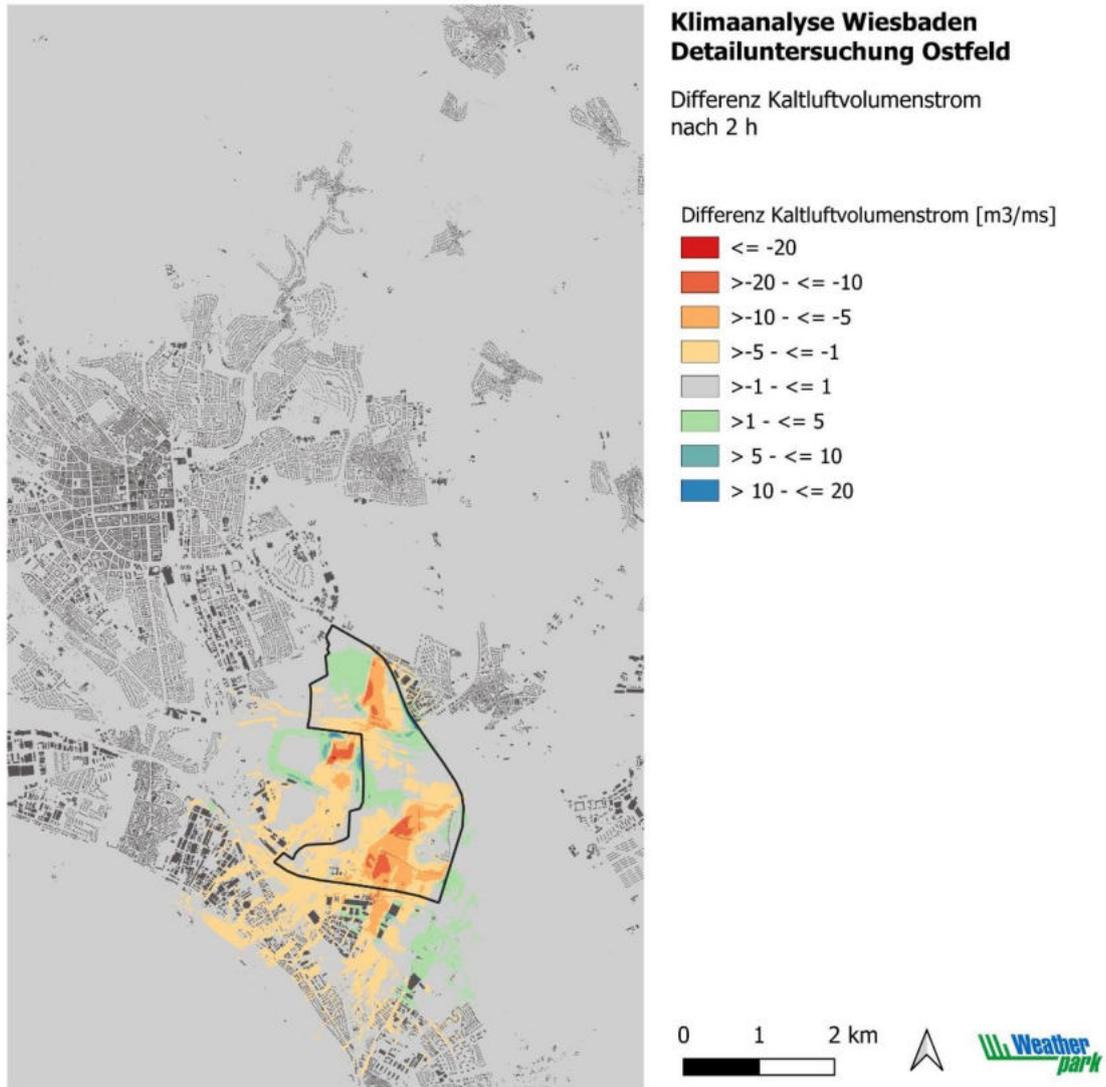


Abb. 4.34: Differenz (Nachher-Ist) des Kaltluftvolumenstroms (Farbflächen) nach 2 h Simulationsdauer im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung.

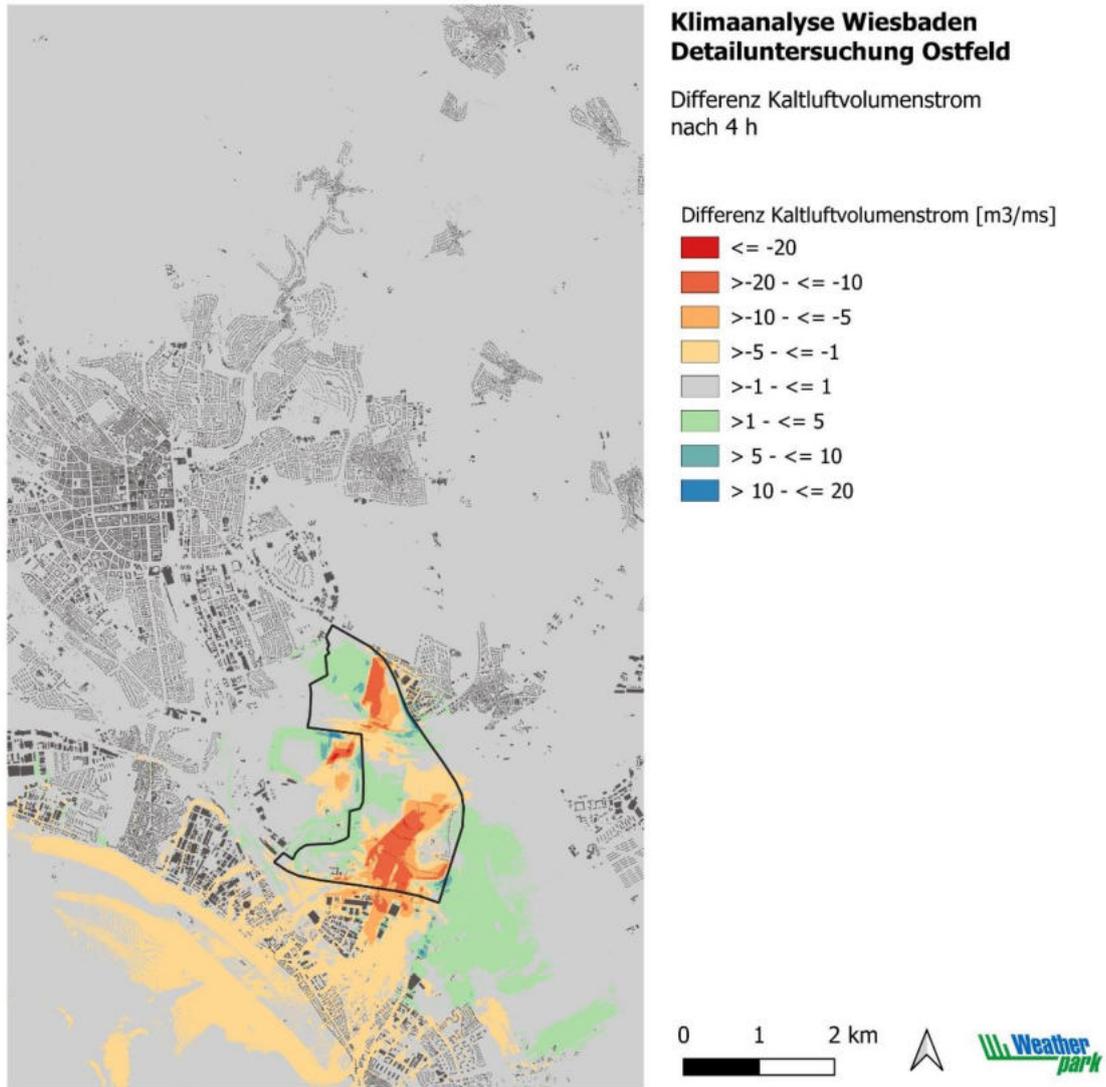


Abb. 4.35: Differenz (Nachher-Ist) des Kaltluftvolumenstroms (Farbflächen) nach 4 h Simulationsdauer im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung.

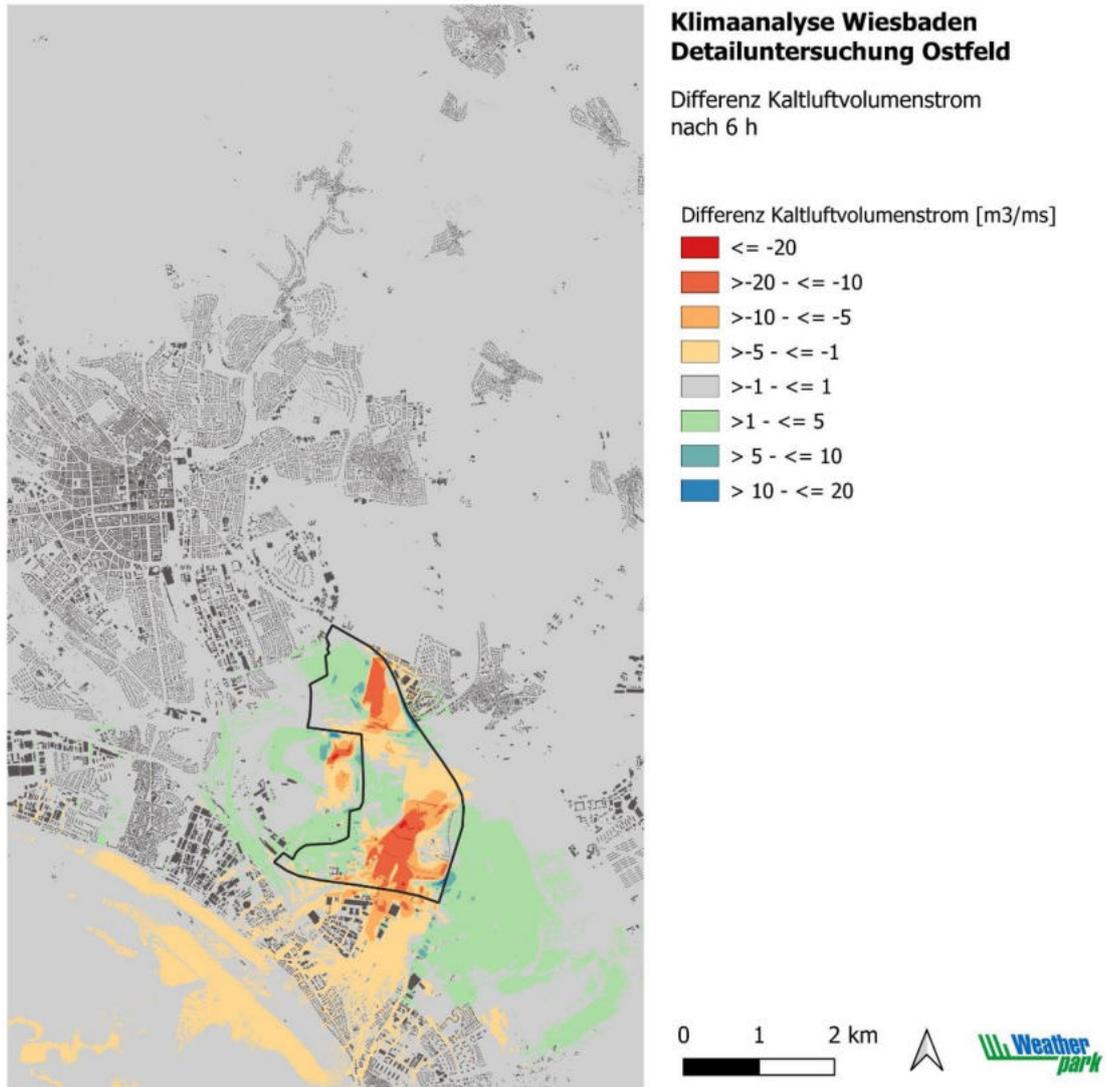


Abb. 4.36: Differenz (Nachher-Ist) des Kaltluftvolumenstroms (Farbflächen) nach 6 h Simulationsdauer im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung.

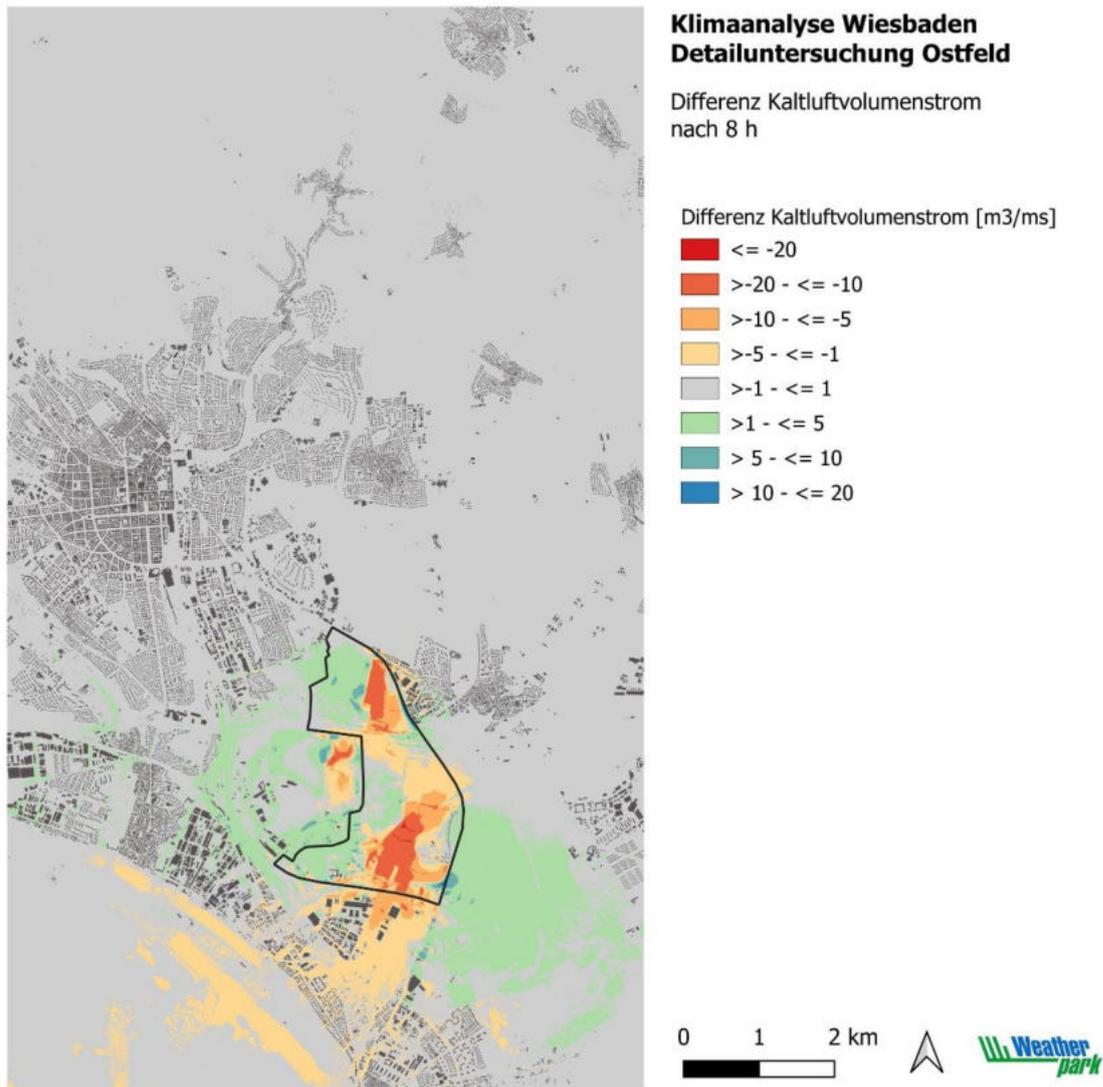


Abb. 4.37: Differenz (Nachher-Ist) des Kaltluftvolumenstroms (Farbflächen) nach 8 h Simulationsdauer im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung.

### 4.3. Fazit Kaltluft

Bebauung kann grundsätzlich zwei Effekte auf ein Kaltluftsystem haben: zum einen kann ein Kaltluftfluss durch die Hindernisse abgebremst bzw. kanalisiert werden, zum anderen wird die Kaltluftproduktion durch die Bebauung tendenziell verringert. Durch diese Effekte kann die Versorgung mit Kaltluft von Gebieten im Wirkungsraum des Kaltluftsystems beeinflusst werden. Diese Wirkungsmechanismen wurden in der vorliegenden Detailuntersuchung anhand des vorgelegten Nachher-Zustandes analysiert.

Aus den Ergebnissen der Computersimulationen und aus unserer stadtklimatischen Expertise können folgende Aussagen abgeleitet werden:

- Wichtige Kaltluftproduktionsflächen für den Entwicklungsbereich Ostfeld sind die (landwirtschaftlichen) Freiflächen und Hänge im Nordosten und Osten der Stadt, wo sich großflächig

stärkere Volumenströme ausbilden (Abb. 4.18 und Abb. 4.19). Die auf den Freiflächen zwischen Bierstadt, Igstadt, Nordenstadt und Erbenheim (östlich der B455 und entlang des Wäschbachtals) gebildete Kaltluft fließt in Richtung Südwesten östlich der Wiesbadener Innenstadt vorbei.

- Die Kaltluftströmung Wäschbachtal ist für das Ostfeld relevant. Die Strömung ist als Jet organisiert mit einem Maximum der Windgeschwindigkeit von rund 2 m/s in 15 m Höhe.
- Diese Strömung wird im Bereich Erbenheim geteilt und strömt in zwei Ästen über das Ostfeld:
  - Westlich von Erbenheim überquert ein Teil der Strömung den Nordteil des Ostfelds bis hinunter zum Salzbachtal,
  - Östlich von Erbenheim folgt die Strömung dem Gefälle nach Süden und strömt westlich der Lucius D. Clay Kaserne über die B455 wieder zurück ins Ostfeld.
- Auch auf den im Ist-Zustand unversiegelten Freiflächen des städtebaulichen Entwicklungsbereichs Ostfeld entsteht im Ist-Zustand nächtliche Kaltluft.
- Das Kaltluftsystem verändert sich durch das Bebauungsszenario und die Gebiete mit Nutzungsintensivierung. Die Veränderungen können folgendermaßen charakterisiert werden:
  - In jenen Bereichen, die zusätzlich versiegelt werden, kommt die eigene Kaltluftproduktion der Fläche zum Erliegen. Die **Kaltluflthöhen** am Standort der geplanten Nutzungsintensivierung im Norden reduzieren sich, während sie stromaufwärts durch Staueffekte an beiden Standorten etwas erhöht werden. Im Nachtverlauf, wenn der Entwicklungsbereich Ostfeld von den aus Norden und Osten kommenden Strömungen durchströmt wird und ein Kaltlufteintrag erfolgt, verschieben sich die Reduktionen dem Weg der Strömung folgend Richtung Süden und Südwesten. Zu Beginn der Nacht sind die Auswirkungen zunächst noch kleinräumiger, dafür zeigen sich stärkere Reduktionen der Kaltluflthöhe in ebendiesen Bereichen, später breitet sich das Feld großräumiger aus, die Reduktionen sind aber geringer (großflächig 1 bis 5 m).
  - Im Strömungsfeld des Nachher-Zustandes führt die Bebauung zu einer Reduktion der **Fließgeschwindigkeiten** über dem Entwicklungsbereich Ostfeld, sowohl in 2 m als auch in 10 m Höhe. Die stärksten Reduktionen zeigen sich erwartungsgemäß über den beiden Standorten der Nutzungsintensivierung im Norden (Behördenstandort) und Süden („Urbanes Quartier“). Sind die Reduktionen in 2 m Höhe auf den Entwicklungsbereich Ostfeld beschränkt, so zeigen sich in 10 m Höhe nach 2 bzw. 4 h Simulationsdauer Reduktionen auch südlich und südwestlich des Entwicklungsbereichs Ostfeld. Neben den beschriebenen Reduktionen treten in beiden Bezugshöhen auch Erhöhungen der Fließgeschwindigkeiten auf (grüne und blaue Farbtöne), die durch Verdrängungseffekte erklärbar sind.
  - Der **Kaltluftvolumenstrom**, und somit die Menge der Luft, die transportiert wird, reduziert sich über den beiden Standorten der Nutzungsintensivierung sowie stromabwärts dieser Bereiche und des gesamten Entwicklungsbereichs Ostfeld. Von dieser Reduktion sind auch die Siedlungsgebiete am Rhein betroffen.

## 5. Computersimulationen Durchlüftung

Aufbauend auf den Ergebnissen der Kaltluftsimulationen (siehe Kapitel 4) wurden mit einem strömungsmechanischen Computermodell vertiefende Strömungsuntersuchungen für den Entwicklungsbereich Ostfeld durchgeführt. Dabei handelte es sich um einen direkten Vorher-Nachher-Vergleich der Strömungsverhältnisse im Bereich Ostfeld. „Vorher“ entspricht dem aktuellen Ist-Zustand der Bebauung plus jenen Projekten in der Umgebung des Ostfelds, die bereits rechtlich verbindlich sind (durch den B-Plan). Im „Nachher-Zustand“ kommt die bauliche Entwicklung im Entwicklungsbereich Ostfeld hinzu.

In die Untersuchung der Durchlüftung gehen das Geländemodell sowie das 3D-Modell der Baukörper (LOD 2) der Stadt Wiesbaden für den relevanten Bereich rund um den Entwicklungsbereich Ostfeld ein. Bäume, Büsche und sonstige Vegetation wurden vernachlässigt, da deren Maßstab unter jenem der Untersuchung liegt.

Mit Hilfe dieser vergleichenden Simulationen sind die Auswirkungen des Nachher-Zustandes auf die Durchlüftung des Entwicklungsbereich Ostfeld und der Umgebung sichtbar. Im Gegensatz zum Kaltluftabflussmodell KLAM\_21 ist es mit dem CFD-Modell nicht möglich, die Entstehung des Kaltluftsystems zu simulieren. Stattdessen wird ein vollständig ausgebildeter Kaltluftstrom am Rande des – im Vergleich zum KLAM\_21-Simulationsgebiet kleineren – Simulationsgebietes vorgegeben. Der Weg der Luftpakete durch den Entwicklungsbereich Ostfeld und darüber hinaus wird im CFD-Modell genauer berechnet, da die Netzauflösung und der Detailgrad der Hindernisse (Gebäude) und der Topographie höher sind. Die Ergebnisse werden mit jenen des Kaltluftsystems verglichen und liefern so weitere Aufschlüsse über die zu erwartenden Veränderungen des Strömungsfeldes durch den Nachher-Zustand Ostfeld.

### 5.1. Das strömungsmechanische Computermodell

Das Computational Fluid Dynamics (CFD, dt. strömungsmechanische) Computermodell STAR-CCM+ wurde verwendet, um das Strömungsfeld der Kaltluft aus dem Wäschbachtal zu simulieren. Es handelt sich dabei um eine volle dreidimensionale, zeitlich gemittelte (reynolds-averaged) Simulation des Strömungsfeldes (Navier-Stokes-Gleichungen) und des Temperaturfeldes.

In Abb. 5.1 ist das Simulationsgebiet für den Ist-Zustand erkennbar. Die weiße Markierung zeigt den Entwicklungsbereich Ostfeld: die bestehenden Gebäude und jene des B-Plans sind orange dargestellt, die Topographie ist dunkelgrau. Rechts oben befindet sich die Einlassfläche, durch die die Kaltluftströmung in das Gebiet hineinfließt.

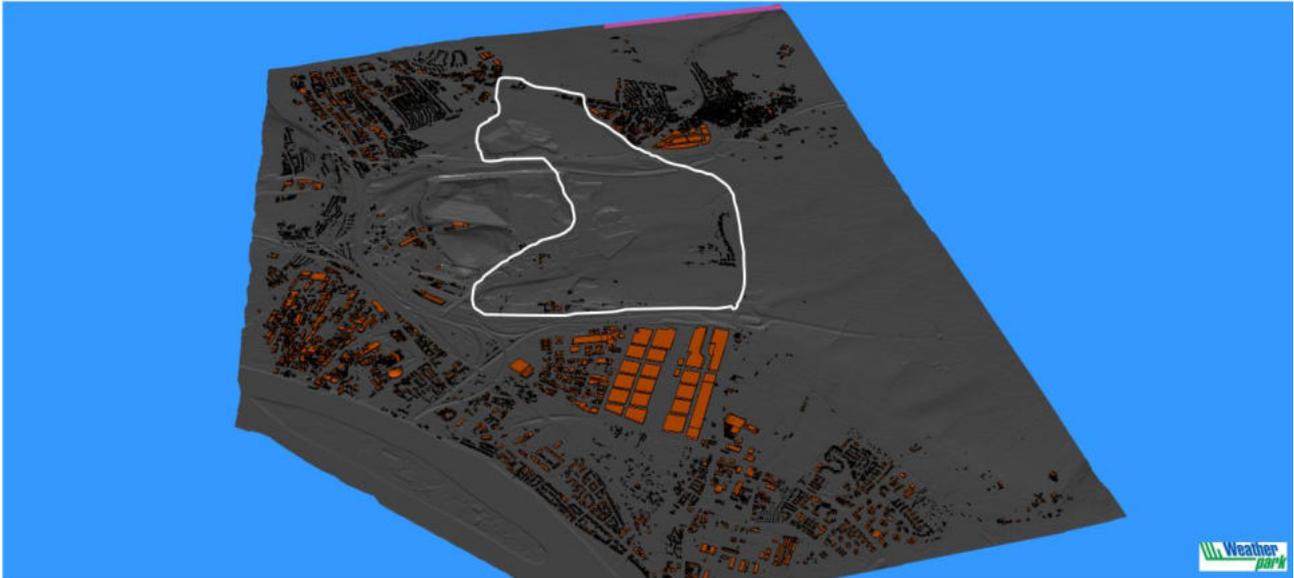


Abb. 5.1: Perspektive der Geometrie (Ist-Zustand) im Computermodell in Blickrichtung Norden. Die weiße Markierung begrenzt den Entwicklungsbereich Ostfeld. Die rote Fläche im nordöstlichen Eck ist die Einlassfläche für die Kaltluftströmung.

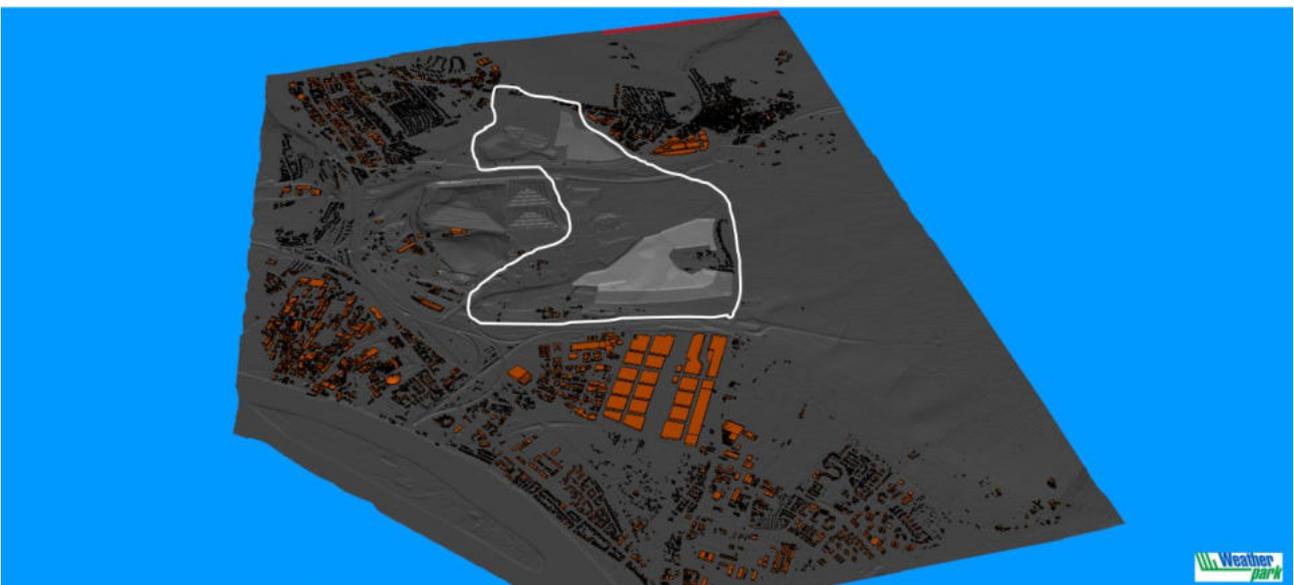


Abb. 5.2: Perspektive der Geometrie (Nachher-Zustand) im Computermodell in Blickrichtung Norden. Die hellgrauen Strukturen innerhalb des Entwicklungsbereichs Ostfeld sind die Probekörper eines Bebauungsszenarios. Die rote Fläche im nordöstlichen Eck ist die Einlassfläche für die Kaltluftströmung.

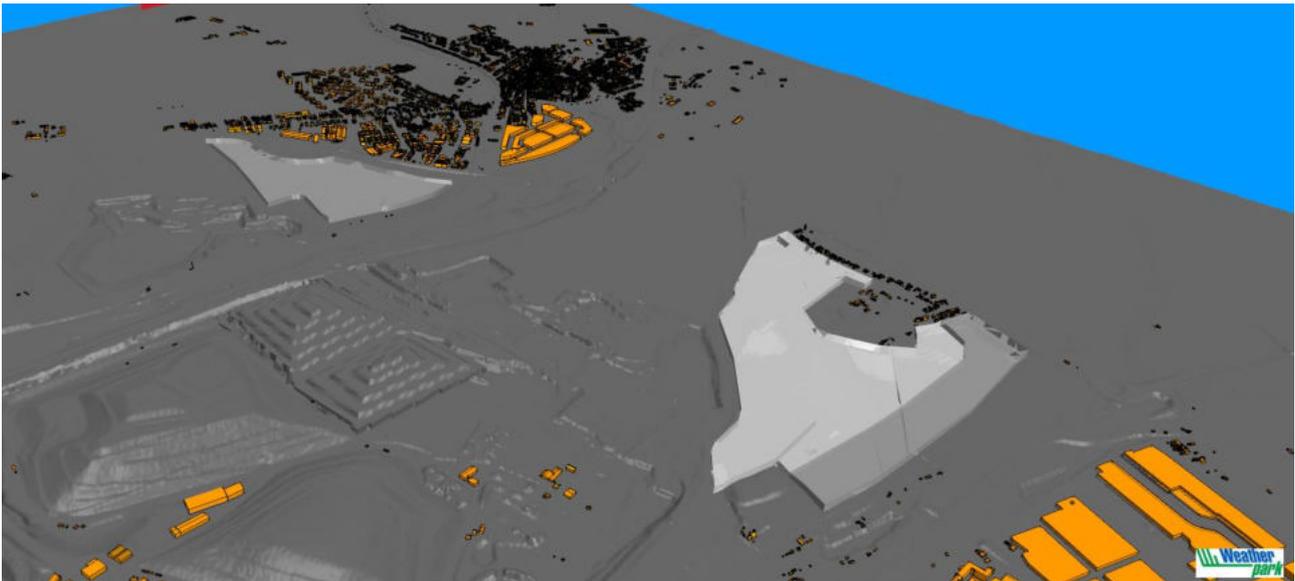


Abb. 5.3: Wie Abb. 5.2 mit Detailansicht in Blickrichtung Nordosten. Erläuterung der Probekörper siehe Kapitel 5.2.

Abb. 5.2 und Abb. 5.3 zeigen das Simulationsgebiet mit den Probekörpern eines Bebauungsszenarios Ostfeld.

Der Luftraum um die Gebäude wurde mit einem dreidimensionalen Gitter mit variabler Genauigkeit versehen. Alle Oberflächen (Erdboden, Gebäudeoberflächen, Domänengrenzen) erhielten ein zweidimensionales Gitter. An jedem Gitterpunkt wurden zweimal (Ist-Zustand & Nachher-Zustand) je 16 Werte von Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Temperatur berechnet. Das Modellgebiet ist 7.000 m x 6.000 m x 500 m groß. Die Abstände der Gitterpunkte im Modell betragen unmittelbar an den Gebäuden rund 2,0 m und in den ersten eineinhalb Metern von den Böden und Wänden entfernt 0,4 m. Bis zum Rand des Modellgebiets und in höheren Luftschichten vergrößert sich der Gitterabstand bis auf 30 m. Das Gitter umfasst rund 28 Mio. Zellen.

## **5.2. Probekörper eines Bebauungsszenarios Ostfeld**

Wie in Abb. 5.2 und Abb. 5.3 dargestellt, wurden in das Szenario „Nachher-Zustand“ Probekörper für ein Bebauungsszenario für das Ostfeld eingefügt. Die Größe, Form und Position wurden in enger Abstimmung mit dem Auftraggeber (Stadtplanungsamt und Umweltamt der Stadt Wiesbaden) festgelegt. Es wurde bewusst vermieden, für den Nachher-Zustand ein konkretes Raster aus Straßen und Häuserblöcken vorzugeben, um dem geplanten europaweiten städtebaulichen und landschaftsplanerischen Wettbewerb nicht vorzugreifen. Daher ist das Bebauungsszenario in Form von teilweise luftdurchlässigen Volumina im Modell berücksichtigt worden. Das bedeutet, dass die Volumina der Strömung einen Widerstand entgegenbringen und somit abbremsen, aber ein Teil der Strömung hindurchfließt. Der Grad der Abbremsung wurde experimentell in eigenen CFD-Modellläufen bestimmt. Dafür wurde getestet, welchen Strömungswiderstand zwei unterschiedlich dichte Siedlungsbereiche in Wiesbaden aufweisen (siehe Abb. 5.4).

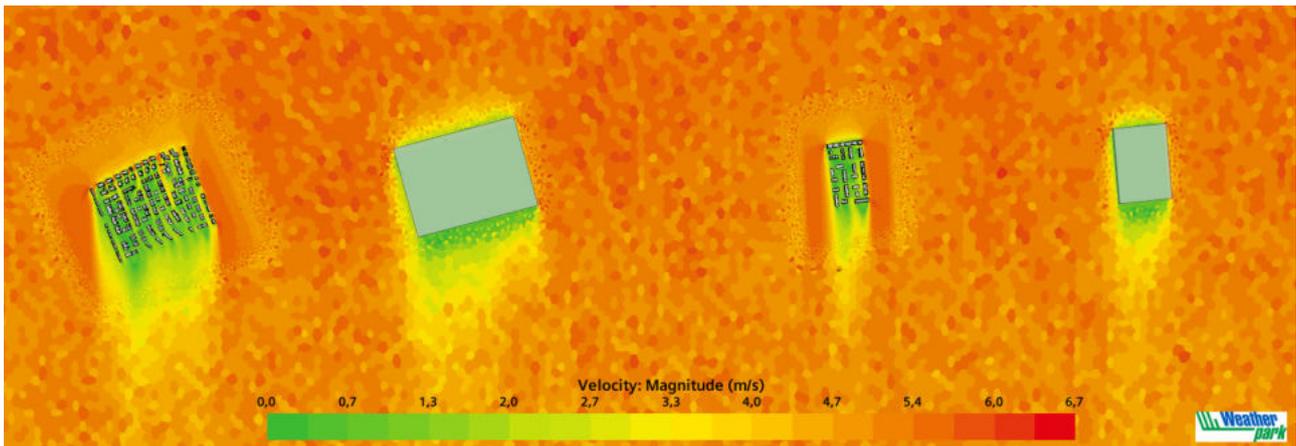


Abb. 5.4: Experimentelle Strömungssimulationen zur Bestimmung der modellinternen Widerstandsparameter für zwei unterschiedlich dichte Stadtviertel.

In der Abbildung links ist ein Stadtviertel mit hoher Dichte dargestellt, in der Abbildung rechts eines mit mittlerer Dichte. Die Blöcke sind, die oben erwähnten, teilweise durchlässigen Strömungshindernisse, die die Widerstandswirkung der Stadtviertel nachahmen. Die Höhe der Blöcke beträgt 20 m in Anlehnung an die Höhe der Gebäude in den beispielgebenden Stadtvierteln. Die Widerstandswirkungen der Blöcke, die am besten jener der Stadtviertel entsprechen, kommen durch einen Hindernisfaktor von 0,1 für die lockere Bebauung (rechts in Abb. 5.4) und 0,4 für die dichtere Bebauung (links in Abb. 5.4) zu Stande. Der Hindernisfaktor gibt den Flächenanteil von Gebäuden an der Gesamtfläche eines vertikalen Schnitts durch die Blöcke quer zur Strömungsrichtung an.

Die beiden experimentell bestimmten Widerstandswerte wurden den Volumina in der Strömungssimulation zugewiesen. In Abb. 5.3 ist das durch zwei unterschiedliche Grautöne gekennzeichnet: Das südliche Gebiet mit Nutzungsintensivierung im Entwicklungsbereich Ostfeld weist durchwegs eine mittlere Dichte auf (hellgrau). Nur der südliche Rand weist eine hohe Dichte auf (dunkelgrau). Das nördliche Gebiet mit Nutzungsintensivierung im Entwicklungsbereich Ostfeld weist durchwegs eine hohe Dichte auf.

Wenn (zusätzliche) Hindernisse sehr stark von dem angenommenen Muster abweichen (z.B. Lärmschutzwände), kann es räumlich beschränkt zu höherer Blockadewirkung kommen.

### **5.3. Randbedingung des CFD-Modells aus dem Kaltluftabflussmodell KLAM**

Wie oben erwähnt, ist das CFD-Modell nicht in der Lage, die Entstehung des Kaltluftstroms zu simulieren. Der ausgebildete Kaltluftstrom wird daher am Rand des Simulationsgebiets des CFD-Modells vorgegeben. In Abb. 5.5 ist eines der Ergebnisfelder aus Kapitel 4 dargestellt. Zu sehen ist die Strömungsgeschwindigkeit (Pfeile und Farben). Der von Norden nach Süden strömende Kaltluftstrom Wäschbachtal wird am Rand des Simulationsgebiets des CFD-Modells nördlich von Erbenheim vorgegeben (rote Linie). Aus den Ergebnissen dreier KLAM\_21-Simulationen in 2 m, in 10 m und in 15 m Höhe ist zu entnehmen, dass der Kaltluftstrom eine Jet-Struktur hat. Das bedeutet, dass die Geschwindigkeit mit der Höhe zunächst zunimmt und dann wieder abnimmt. Das ergibt ein so genanntes Windprofil, das in Abb. 5.6 dargestellt ist. Die KLAM\_21-Simulation in 15 m Höhe wurde rein zum Zweck der Abschätzung des Windprofils durchgeführt. Die Ergebnisse sind nicht Teil der Kaltluftuntersuchung in Kapitel 4 und daher in diesem Bericht auch nicht ausführlicher be-

schrieben. Sie dienen aber in Kombination mit stadtklimatischer Expertise über typische Windprofile von Kaltluftflüssen, dem Zweck der Annäherung und Abschätzung des Vertikalprofils der Kaltluftströmung als Input für das CFD-Modell.

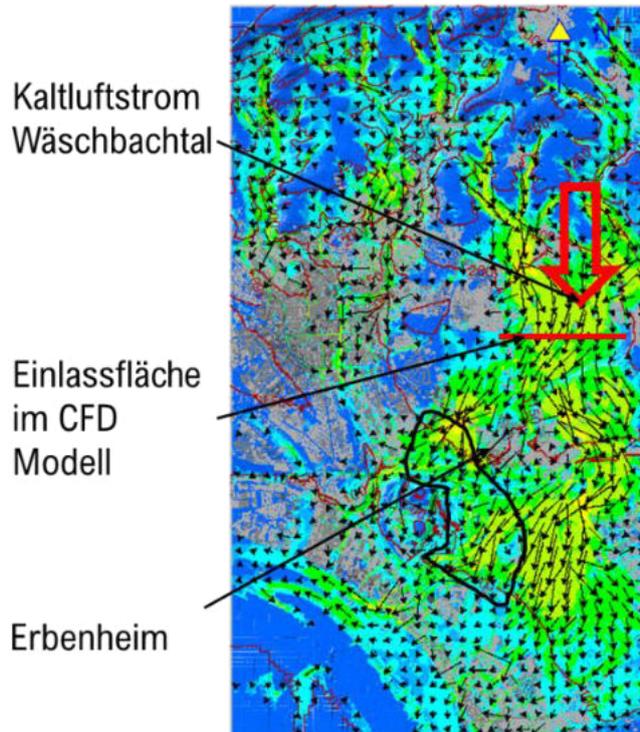


Abb. 5.5: Ergebnis aus den Kaltluftsimulationen aus Kapitel 4. An der Position des roten Strichs wird das Windprofil der Kaltluftströmung als Input für das CFD-Modell herangezogen.

Das Windprofil wird im CFD-Modell als Randbedingung an der roten Fläche in Abb. 5.5 vorgegeben. Dafür wurde mittels stadtklimatologischer Expertise ein typisches Windprofil unter Berücksichtigung der im Wäschbachtal simulierten Kaltfluthöhe und Strömungsgeschwindigkeiten in 2 m, 10 m und 15 m Höhe abgeleitet. Hier eine Zusammenfassung der meteorologischen Eingangswerte im CFD-Modell:

- Annahme einer warmen Sommernacht
- Kein großräumiges Windsystem, wolkenlos
- Voll entwickeltes Kaltluftsystem einige Stunden nach Sonnenuntergang
- Kaltluftströmung: Windprofil an der Einlassfläche nördlich von Erbenheim
- Keine Grundströmung
- $T_{\text{Kaltluft}} = 17^{\circ}\text{C}$ ;  $T_{\text{Warmluft}} = 20^{\circ}\text{C}$ ;  $T_{\text{Boden}} = 15^{\circ}\text{C}$ ;  $T_{\text{Gebäude}} = 25^{\circ}\text{C}$

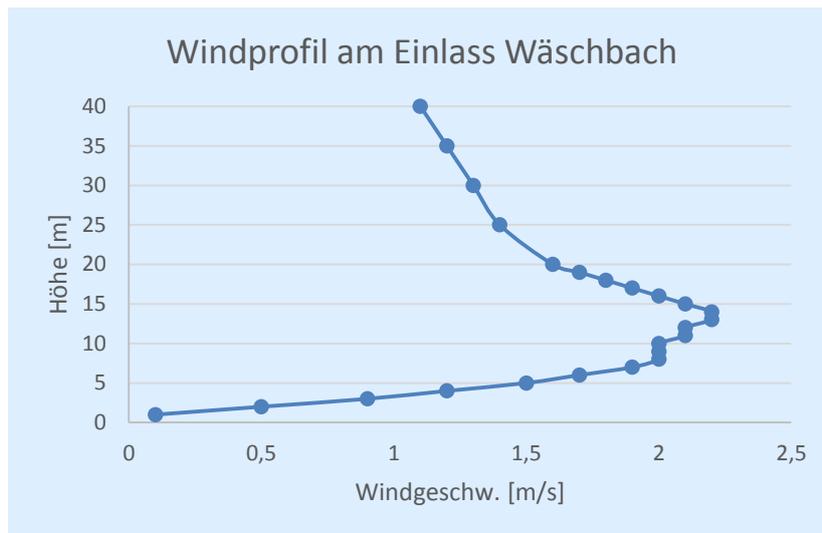


Abb. 5.6: Windprofil der Kaltluftströmung an der Position der roten Linie in Abb. 5.5. Dieses bildet die Randbedingung im CFD-Modell an der roten Fläche in Abb. 5.1.

#### 5.4. Methode der Auswertung und Erklärung der Abbildungen

Die Auswertung erfolgt mittels eines qualitativen Vergleichs der Strömungsfelder im Ist-Zustand und im Nachher-Zustand für den Entwicklungsbereich Ostfeld in einem horizontalen Schnitt in 10 m über Grund.

Mit Hilfe der beschriebenen Gegenüberstellungen der Strömungsfelder im Ist-Zustand und im Nachher-Zustand können qualitative, beschreibende Vergleiche der Strömungsfelder durchgeführt und so Unterschiede in den Auswirkungen zwischen Ist-Zustand und skizzierter Verbauung herausgearbeitet werden.

In den Abbildungen in Kapitel 6 ist neben dem Geschwindigkeitsfeld die Bebauung in hellgrau zu sehen. Die Abbildungen sind Ansichten mit einer Legende am linken Bildrand, die den Farben die entsprechenden Geschwindigkeiten zuordnet. Das Windfeld wird in Form von Pfeilen dargestellt, welche die Windrichtung (Orientierung des Pfeils) und Windgeschwindigkeit (Länge und Farbe) an der Position des Pfeils angeben. Der zweidimensionale Schnitt mit den Vektoren befindet sich in einem konstanten Abstand 10 m über dem Erdboden.

##### 5.4.1. Karten mit Stromlinien

Das Windfeld wird in einer dreidimensionalen Ansicht in Form von Linien dargestellt. Diese Linien beschreiben den Weg, den die Luft durch das Untersuchungsgebiet nimmt, nachdem sie am Einlass der Strömung im Nordosten gestartet sind.

## 6. Auswertung Durchlüftung

Die folgenden Abbildungen zeigen die Kaltluftströmungsfelder für den Ist-Zustand und den Nachher-Zustand. Die Windvektoren befinden sich auf terrainfolgenden Schnitten in einer Höhe von 10 m über dem Boden, also dort, wo die Kaltluftströmung am stärksten ausgeprägt ist.

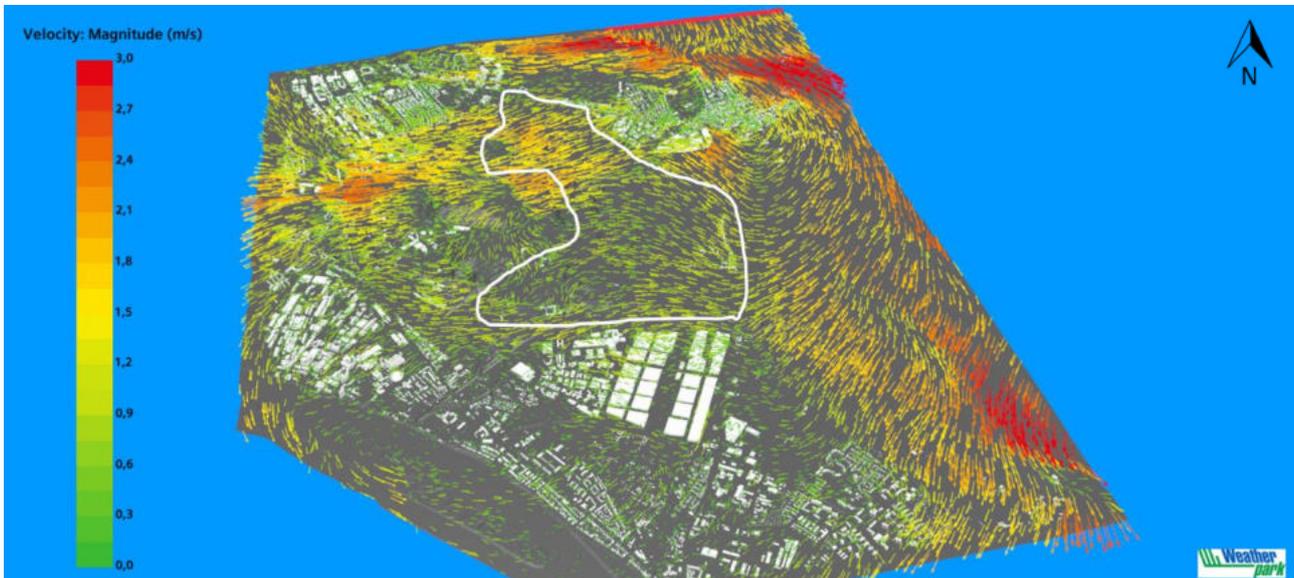


Abb. 6.1: Kaltluftströmung für den Ist-Zustand in 10 m Höhe über dem Boden. Die Farben zeigen die Strömungsgeschwindigkeit. Der Entwicklungsbereich Ostfeld ist mit der weißen Markierung gekennzeichnet. In der nordöstlichen Ecke befindet sich die Einlassfläche des Kaltluftsystems Wäschbachtal (rote Linie).

In Abb. 6.1 ist die Strömung für den Ist-Zustand unter Einbeziehung von rechtskräftigen B-Plänen zu sehen. Vom Einlass nördlich von Erbenheim strömt die Kaltluft nach Süden. Die Geschwindigkeit beträgt zwischen 2 und 3 m/s. Der Siedlungskörper von Erbenheim stellt ein deutliches Hindernis für die Strömung dar. Sie teilt sich in einen westlichen und einen östlichen Ast. Westlich von Erbenheim überquert ein Teil der Strömung den Nordteil des Ostfelds und folgt dem Gefälle bis hinunter zum Salzbachtal. Die Pfeile am westlichen Rand des hier dargestellten Simulationsgebiets westlich des Salzbachtals sind ein Randeffect, der aufgrund der fehlenden Gegenströmung zu Stande kommt. Die Ergebnisse sind daher nur bis zum Salzbachtal zu interpretieren.

Östlich von Erbenheim folgt die Strömung dem Gefälle nach Süden und strömt westlich der Lucius D. Clay Kaserne über die B455 wieder zurück ins Ostfeld. Am Südrand des Ostfelds kommt die Strömung größtenteils zum Erliegen.

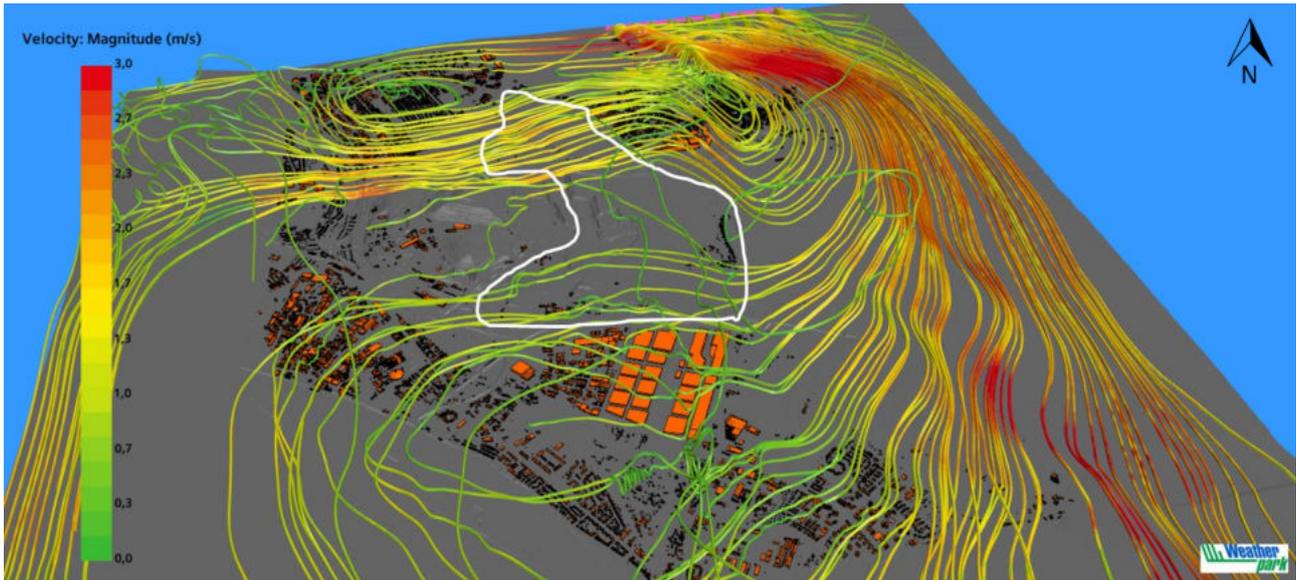


Abb. 6.2: Kaltluftströmung für den Ist-Zustand in Form von Stromlinien. Diese beginnen an der Einlassfläche des Kaltluftsystems Wäschbachtal im Nordosten (rote Linie) und zeigen den Weg der Luft durch das Simulationsgebiet. Die Farben zeigen die Strömungsgeschwindigkeit. Der Entwicklungsbereich Ostfeld ist mit der weißen Markierung gekennzeichnet.

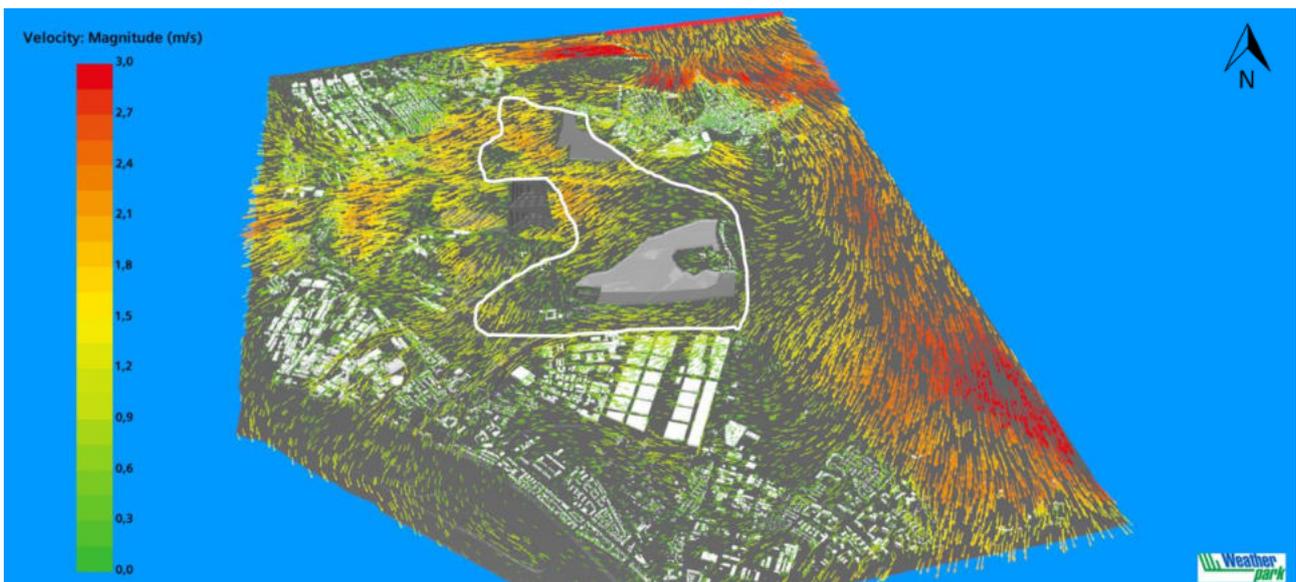


Abb. 6.3: Kaltluftströmung für den Nachher-Zustand in 10 m Höhe über dem Boden. Die Farben zeigen die Strömungsgeschwindigkeit. Der Entwicklungsbereich Ostfeld ist mit der weißen Markierung gekennzeichnet. In der nordöstlichen Ecke befindet sich die Einlassfläche des Kaltluftsystems Wäschbachtal (rote Linie).

Durch die beiden Gebiete mit Nutzungsintensivierung im Entwicklungsbereich Ostfeld kommt es zu einer teilweisen Umlenkung der Kaltluftströmungen. Jene westlich von Erbenheim und jene im südlichen Ostfeld werden verdrängt, was zu einer teilweisen leichten Verstärkung dieser Strömung zwischen den Gebieten mit Nutzungsintensivierung führt. Dieser Effekt bewegt sich im Bereich weniger Zehntel m/s. Die Strömungsmuster verändern sich stellenweisen, zu einer Abblockung der Strö-

mungen kommt es jedoch nicht. Dies liegt an der angenommenen Durchlässigkeit der Entwicklungsgebiete (siehe Kapitel 5.3 und Abb. 5.4 für eine Beschreibung der Annahmen der Durchlässigkeit des Plangebietes).

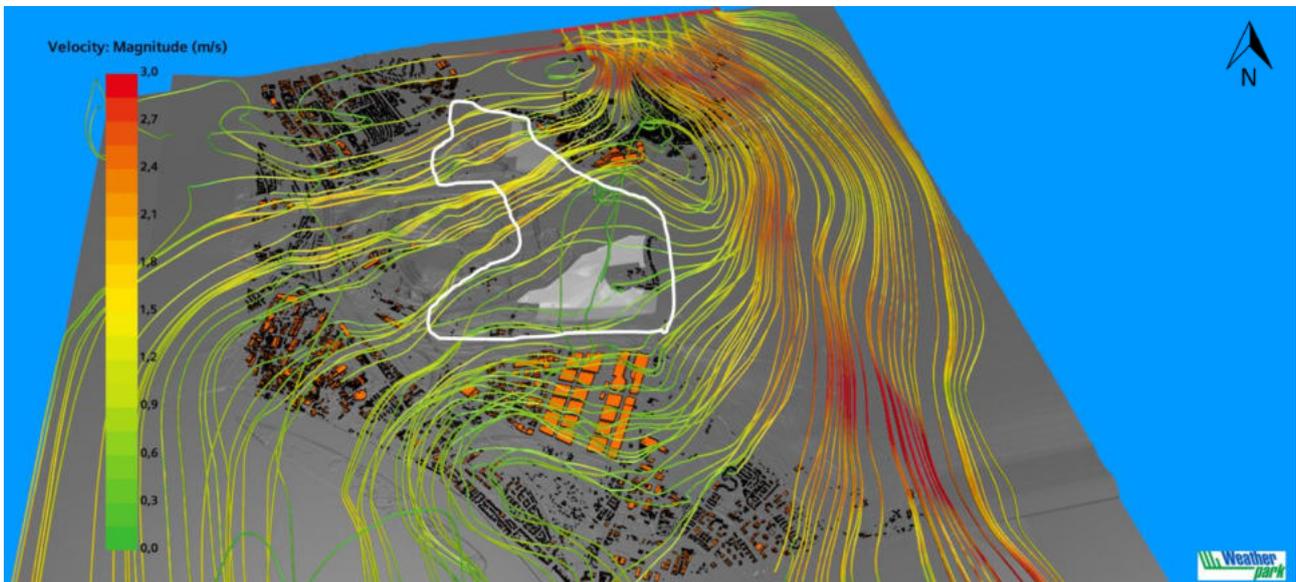


Abb. 6.4: Kaltluftströmung für den Nachher-Zustand in Form von Stromlinien. Diese beginnen an der Einlassfläche des Kaltluftsystems Wäschbachtal im Nordosten und zeigen den Weg der Luft durch das Simulationsgebiet. Die Farben zeigen die Strömungsgeschwindigkeit. Der Entwicklungsbereich Ostfeld ist mit der weißen Markierung gekennzeichnet.

## 7. Computersimulationen Temperaturfeld

Zur Einschätzung der bioklimatischen Auswirkungen wurde das nächtliche Lufttemperaturfeld in Bodennähe modelliert. Dabei wurden die stadtklimatischen Rahmenbedingungen für den Betrachtungsbereich aus der gesamtstädtischen Klimaanalyse der Landeshauptstadt Wiesbaden übernommen und in einer horizontalen Rasterauflösung von 8 Meter verfeinert. Leitfrage ist der Effekt einer Temperaturerhöhung in der direkten Nachbarschaft und in weiter entfernten Siedlungsräumen mit Wohnnutzung (sog. vulnerable Stadträume hinsichtlich Hitze).

### 7.1. Beschreibung der Simulation

Ausgangslage bildet eine sommerliche Hochdruckwetterlage, die auch Grundlage der gesamtstädtischen Klimaanalyse darstellt. Geprägt von einem ausgeprägten Tagesgang der Lufttemperatur mit dem Maximum zum Nachmittag und dem Minimum kurz vor Sonnenaufgang. Die thermischen Bedingungen und die mittlere nächtliche Abkühlung sind maßgeblich von der Flächennutzung, vom Bebauungsgrad und von dem dynamischen Prozess der nächtlichen Kaltluft abhängig. Das eingesetzte Modell der gesamtstädtischen Klimaanalyse (*mod\_GIS*) kann durch die Kopplung der modellierten Kaltluftdaten und der statistischen Auswertung der thermischen Bedingungen die entsprechende potenzielle Lufttemperatur abbilden. Je nach Uhrzeit und in Abhängigkeit der räumlichen Lage hat die Kaltluft das Potenzial auch überwärmte Bereiche abzukühlen.

In der Untersuchung wurden zwei Zustände untersucht. Im Bestand wurde der Untersuchungsraum im derzeitigen Ist-Zustand modelliert. Ausnahme bildet das Gewerbegebiet Petersweg und sämtliche im Einzugsgebiet befindliche rechtskräftige Bebauungspläne, welche als vollständig bebaut in das Modell eingepflegt wurden. Analog dazu wurde der Nachher-Zustand modelliert. Dabei wurde auf die bereits beschriebenen Baukörper für die Entwicklung im Ostfeld zurückgegriffen (siehe Kapitel 1.5). Außerdem wurden die Deponiererweiterungen ebenfalls berücksichtigt.

## 7.2. Ergebnisse bodennahe nächtliche Lufttemperatur

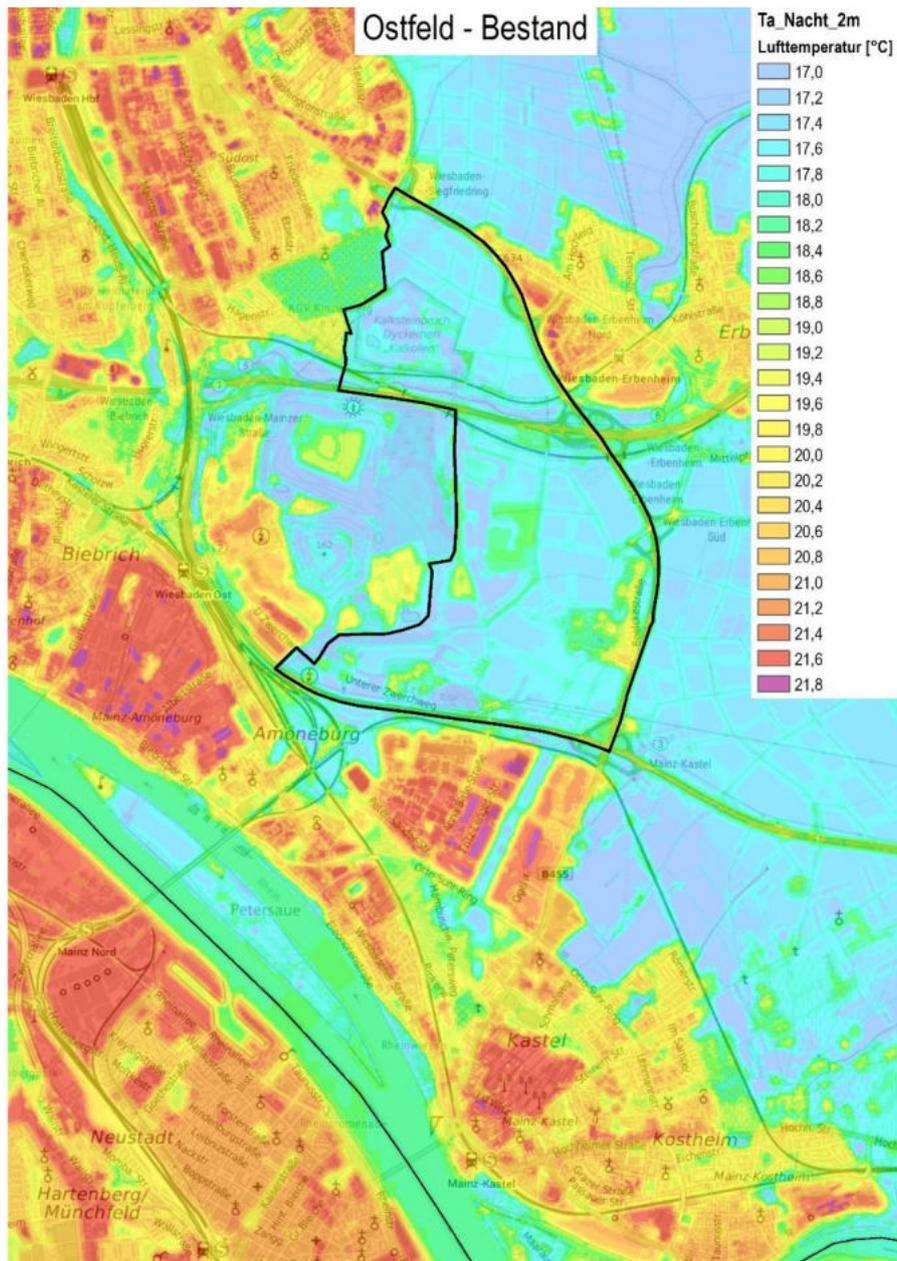


Abb. 7.1: Nächtliche Lufttemperatur (kurz vor Sonnenaufgang) in 2 m über dem Boden für den Bestand.

Die Ergebnisse ergeben eine Spannweite von etwa 5 Kelvin im gesamten Untersuchungsraum. Für die kühlestn Bereiche kurz vor Sonnenaufgang wurden ca. 17 °C berechnet, die wärmsten Bereiche (Überwärmungsgebiete) erreichen über 21,8 °C. Die modellierte Temperaturerhöhung findet im Nachher-Zustand erwartungsgemäß im Entwicklungsbereich Ostfeld selbst statt. Sowohl auf der nördlichen Fläche der Behördenstandorte als auch auf der südlichen Fläche des urbanen Stadtquartiers. Dabei tritt ein flächiger, homogener Effekt ein, der durch die Flächenparametrisierung der zukünftigen Bebauungssituation entsteht. Die starke Erhöhung in diesen Bereichen resultiert durch die Nutzungsintensivierung der Fläche. Die klimaaktiven landwirtschaftlichen Flächen, die sich stark auskühlen und somit im Bestand als kühl dargestellt sind, sind im Nachher-Zustand bebaut mit einer hohen Wärmespeicherkapazität und Rauigkeit als Belüftungsbarriere.

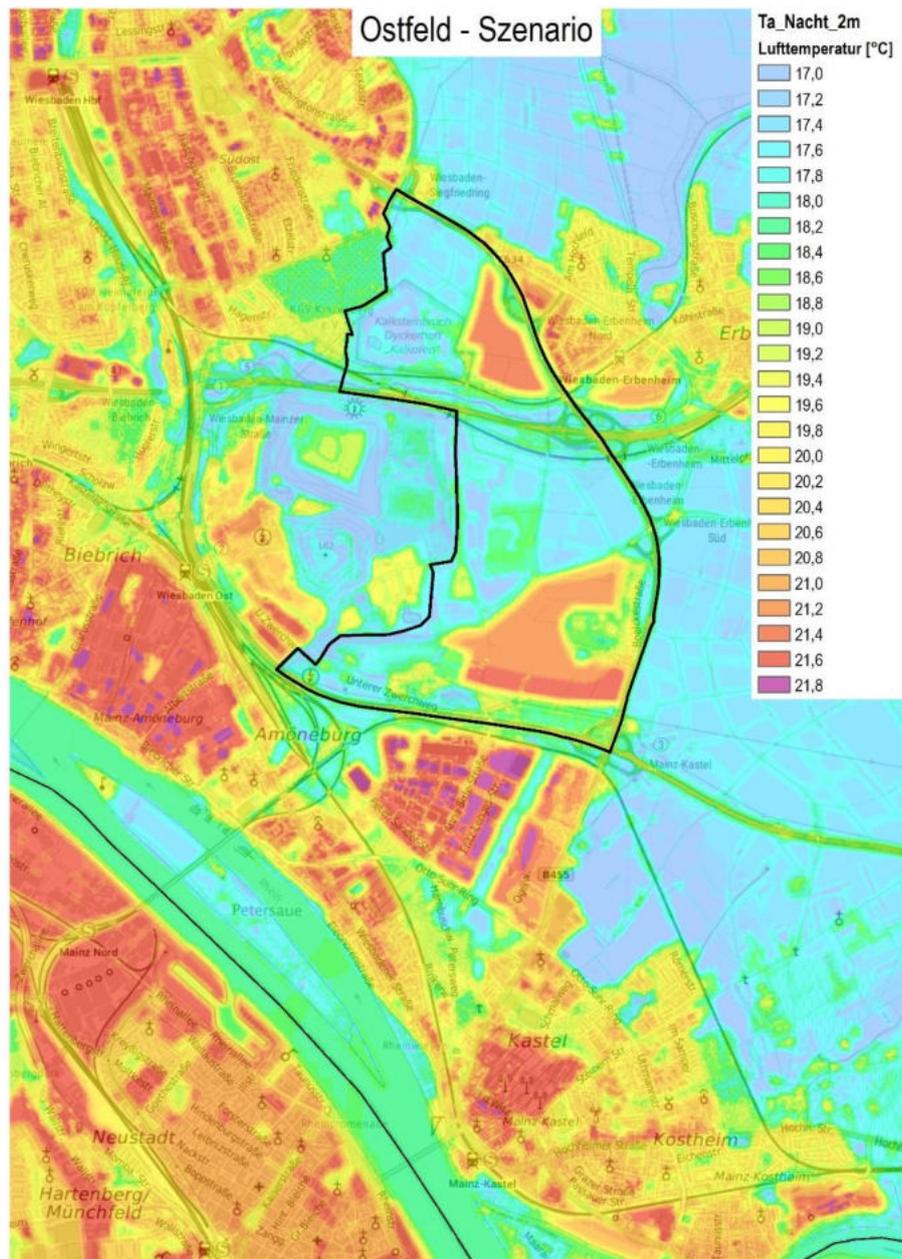


Abb. 7.2: Nächtliche Lufttemperatur (kurz vor Sonnenaufgang) in 2 m über dem Boden für den Nachher-Zustand Ostfeld.

Sehr wichtig ist zudem die Betrachtung der Temperaturerhöhung im Umfeld des Entwicklungsbereichs Ostfeld und in den weiter entfernten Siedlungsbereichen:

Für die nördliche Fläche ist festzustellen, dass sich die Temperaturerhöhung nur auf das direkte Umfeld bezieht. Vor allem im südlichen Bereich des parallel verlaufenden Wäschbachs kommt es zu einer leichten Erhöhung, die durch die hohe Ausgleichsleistung dieser Klimatope sehr schnell kompensiert wird. Die Auswirkungen im südlichen Bereich auf die Nachbarschaft sind deutlicher. Vor allem für die nördlichen Bereiche des Gewerbegebietes Petersweg wurde eine flächige Temperaturerhöhung von etwa 0,5 K ermittelt, in kleinen Bereichen bis zu 1 K. Demgegenüber steht die Nutzung, die im Falle eines Gewerbegebietes als nicht vulnerabel eingeschätzt wird. Für die als vulnerabel eingestuft Siedlungsbereiche mit Wohnnutzung in Rheinnähe wurde keine signifikante Erhöhung der nächtlichen Lufttemperatur ermittelt.

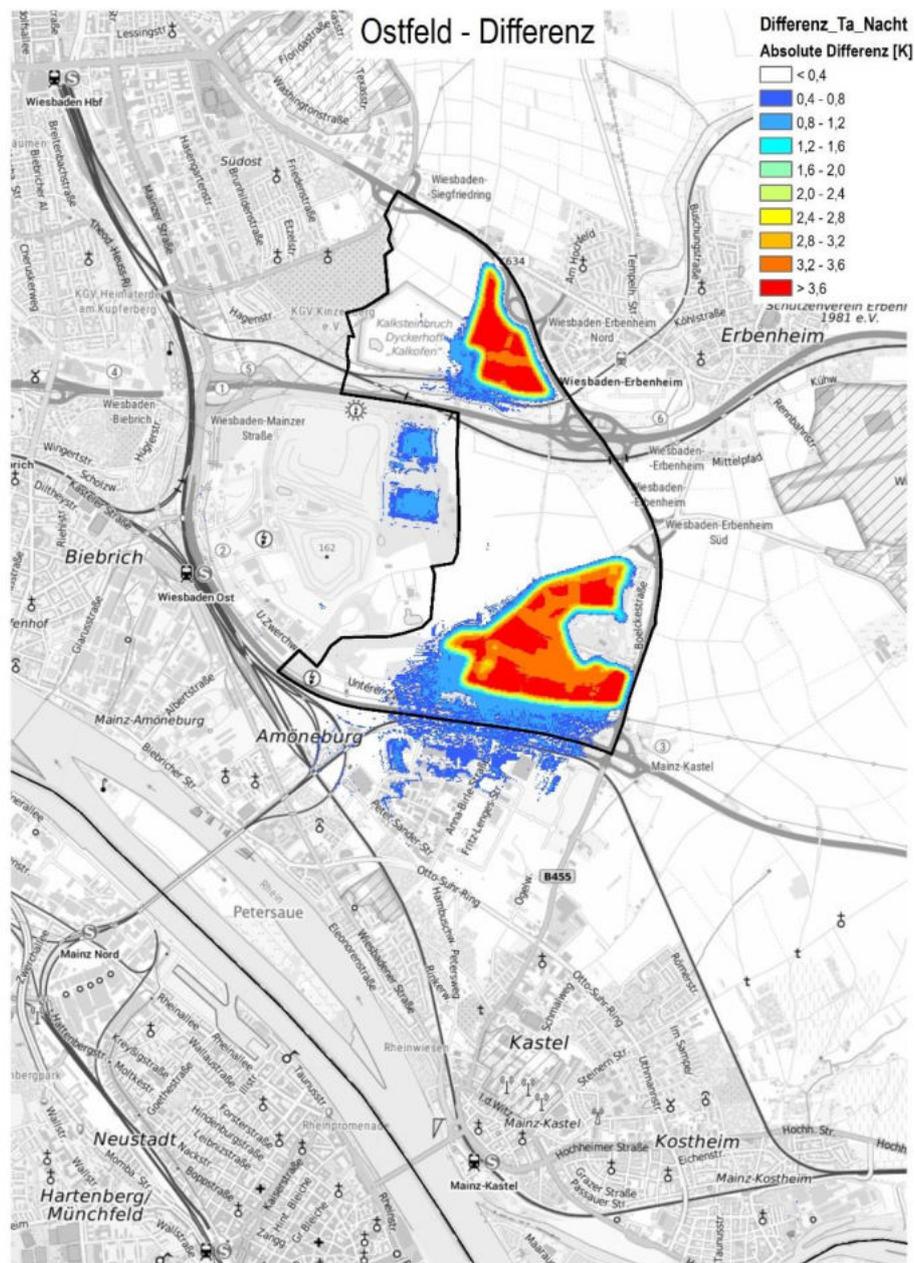


Abb. 7.3: Differenz der nächtlichen Lufttemperatur (kurz vor Sonnenaufgang) in 2 m über dem Boden.

### 7.3. Ergebnisse bodennahe Lufttemperatur Tagesgang

Aus stadtklimatischer Sicht ist die Lufttemperatur am Tag ein ungeeigneter Parameter, um Räume zu charakterisieren und bioklimatische Rückschlüsse oder Empfehlungen daraus abzuleiten. Da das Phänomen der urbanen Wärmeinsel am stärksten in der Nacht hervortritt (DWD, 2023<sup>8</sup>), wird eine Einordnung der potenziellen Lufttemperaturen anhand des Tagesgangs unterschiedlicher Standorte vorgenommen.

<sup>8</sup> Deutscher Wetterdienst (DWD), 2023. Stadtklima - die städtische Wärmeinsel [online]. Verfügbar in: [https://www.dwd.de/DE/forschung/klima\\_umwelt/klimawirk/stadtpl/projekt\\_waermeinseln/projekt\\_waermeinseln\\_node.html](https://www.dwd.de/DE/forschung/klima_umwelt/klimawirk/stadtpl/projekt_waermeinseln/projekt_waermeinseln_node.html)

In der Literatur sind die Tagesgänge während einer autochthonen sommerlichen Wetterlage lange erforscht und demnach geeignet, die Einordnung vorzunehmen. Zudem kann auf die umfangreichen Messdaten, die während der gesamtstädtischen Klimastudie der Landeshauptstadt Wiesbaden erhoben wurden, zurückgegriffen werden, um den räumlichen Bezug herzustellen.

Abbildung 7.4 zeigt den idealisierten Tagesgang der Oberflächentemperaturen unterschiedlicher Oberflächen, die sich unterschiedlichen Nutzungsstrukturen zuordnen lassen. Die Temperaturkurven sind jeweils ohne Verschattung dargestellt und zeigen das typische Verhalten hinsichtlich der Absorption der Wärme am Tage. Hier tritt vor allem die Asphaltfläche deutlich hervor, die tags zu sehr hohen Temperaturen neigt und durch die hohe Wärmespeicherung diese Wärme in Form von langwelliger Abstrahlung in der Nacht an die Umgebung abgibt. Im direkten Vergleich dazu führt die Vegetation einer Wiese und der unversiegelte Boden zu deutlich geringeren Temperaturen und einer sehr starken nächtlichen Abkühlung. Im Kontrast zu diesen ausgeprägten Tagesgängen bildet der See durch das Wärmespeichervermögen eine gewisse Trägheit aus, so dass die Erwärmung / Abkühlung jeweils zeitversetzt beginnt und gemäßigt ausfällt.

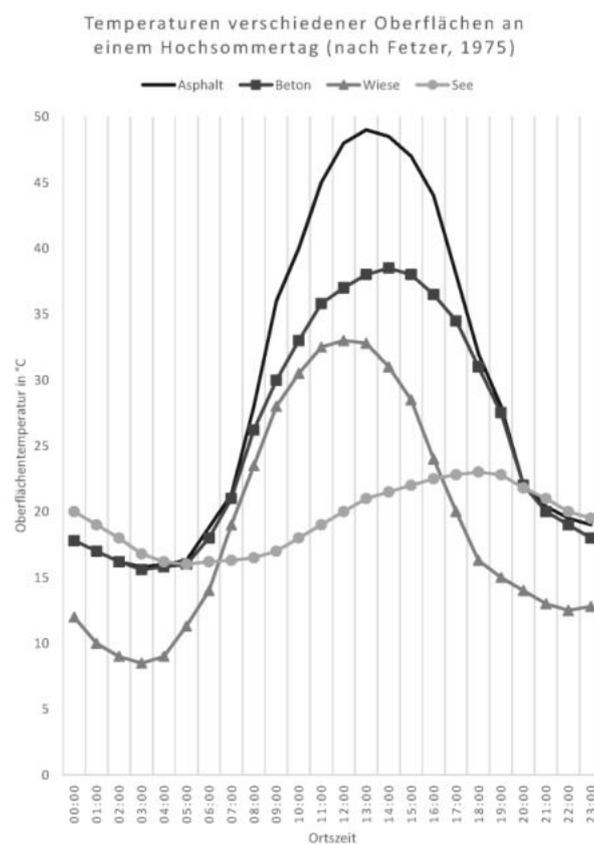


Abb. 7.4: Oberflächentemperaturen verschiedener Oberflächen im Tagesgang (Fetzer, 1975<sup>9</sup>).

Neben diesen allgemeinen Beschreibungen der Oberflächentemperaturen kann auf Messdaten vom 15. und 16.06.2022 zurückgegriffen werden.

Ausgewählte Messdaten, die im Umfeld des Entwicklungsbereichs Ostfeld erhoben wurden, sind in Abb. 7.5 aufgeführt. Neben den kontinuierlichen Messdaten konnte die Auswertung mit temporären Messungen während einer Messkampagne ergänzt werden. Der Datensatz „INKEK Mobil“

<sup>9</sup> Fetzer F., 1975. Lokalklimatische Interpretation von Thermal-Luftbildern in Bildmessung und Luftbildwesen, S. 152-158.

wurde mit einer mobilen Wetterstation im Bereich des südlichen Ostfelds für die Uhrzeiten 16:00 Uhr, 22:15 Uhr und 04:15 Uhr erhoben.

Insgesamt werden die theoretischen Annahmen bestätigt. Die höchsten Nachttemperaturen werden in der Innenstadt (Ringkirche) und im Bereich der hochversiegelten Gewerbegebiete (Amöneburg) gemessen. Während die höchsten Lufttemperaturen am Tag nicht in der Innenstadt zu finden sind, sondern in eher offenen Grünflächen (Messstation Umweltamt, Brunhildenstraße/ Parkanlage Weidenborn) und „INKEK Mobil“ (Ostfeld).

Durch die fehlende Verschattung stellt sich dieser Unterschied zum Teil als „negativer Wärmeinselleffekt“ ein und deutet darauf hin, dass es am Tag unter Umständen zu höheren Temperaturen im Außenbereich im Vergleich zu innerstädtischen Bereichen kommen kann.

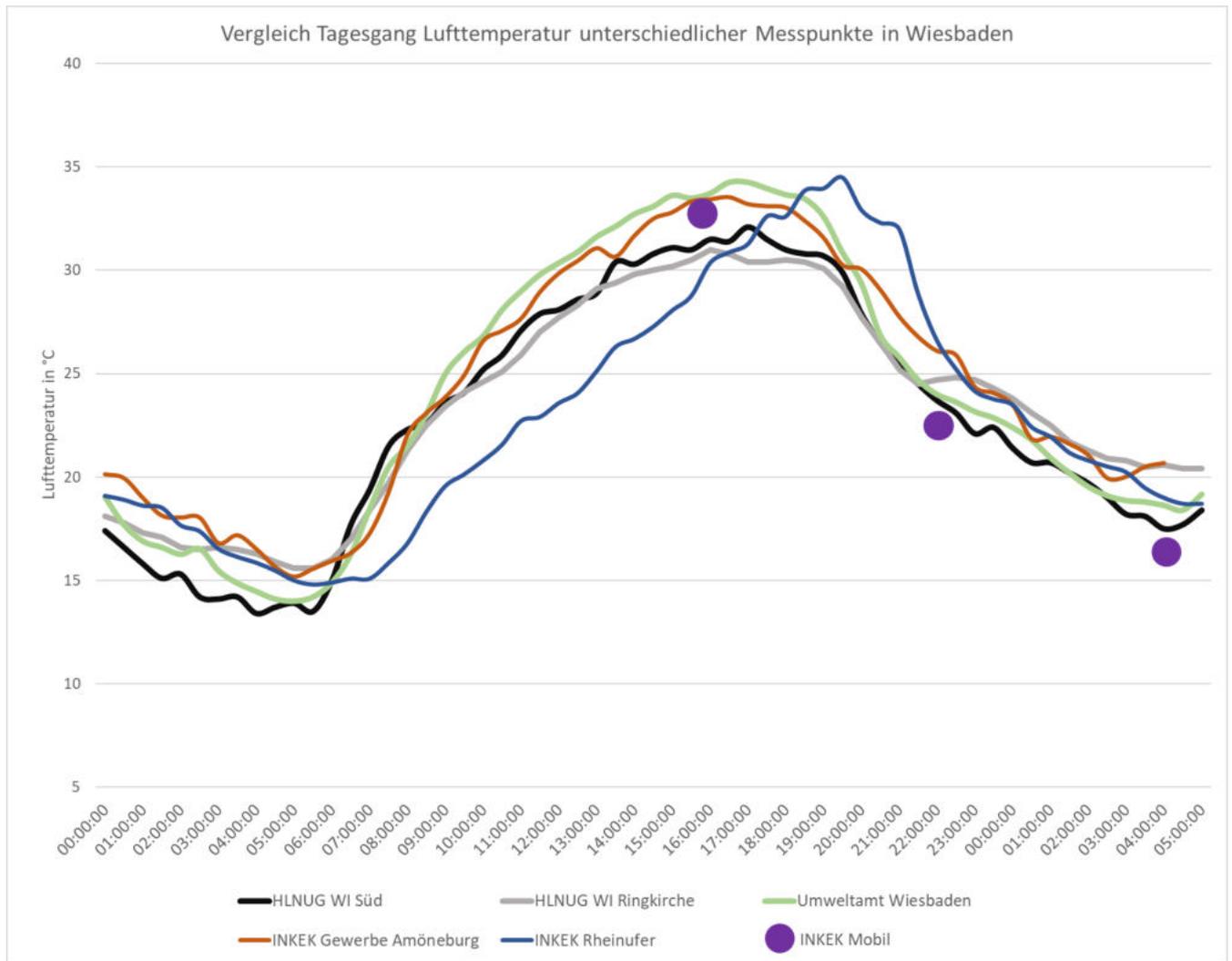


Abb. 7.5: Vergleich Tagesgang Lufttemperatur unterschiedlicher Messpunkte Wiesbaden am 15. und 16.06.2022.

## 9. Vergleich mit Vorarbeiten

Bei der Analyse der klimatischen Ist-Situation konnte auf bereits vorhandene Studien und Untersuchungen für das Stadtgebiet Wiesbadens sowie den Entwicklungsbereich Ostfeld zurückgegriffen werden. Diese Studien untersuchen zum Teil ähnliche oder dieselben Phänomene wie die hier vorgelegte Studie, unterscheiden sich jedoch mitunter in der Wahl der Simulationsmodelle und Werkzeuge. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die vorhandenen Studien sowie die Anknüpfungspunkte und Weiterführungen der bereits vorhandenen Daten mit den hier erhobenen Ergebnissen.

Im Rahmen der Zustimmung der Regionalversammlung Südhessen zur Zielabweichung „Ostfeld“ vom 07.05.2021 wurden für das Thema Klima Maßgaben und Planungshinweise formuliert.

Unter anderem sind im "Anhang II" folgende Planungshinweise zum Schutz von Kaltluft- und Entstehungsgebieten aufgelistet:

I. Im weiteren Planungsprozess ist der Tatsache Rechnung zu tragen, dass die im Rahmen von KLIMPRAX Stadtklima durchgeführten (wesentlich weiträumigeren) Untersuchungen zeigen, dass das zu betrachtende Kaltluftentstehungsgebiet deutlich größer ist als der in den Anlagen 5 und 6 zum Abweichungsantrag betrachtete Raum, und dass klimatische Ausgleichsprozesse in einem größeren Raum stattfinden. Die Ergebnisse der demnächst vorliegenden landesweiten Klimaanalyse sind dabei zu berücksichtigen.

II. Eine Verschlechterung bereits überwärmter Gebiete am Rhein ist zu vermeiden.

Tabelle 2: Vergleich mit Vorarbeiten.

Jahr	Studie	Durchgeführt von	Inhalt der Studie	Vergleichbarkeit
2019	Deponieerweiterung Dyckerhoffbruch – Auswirkungen auf das Lokalklima <sup>10</sup>	iMA Immissionen Meteorologie Akustik  Richter & Röckle GmbH	<u>Inhalt:</u> FITNAH 3D-Analyse der Veränderungen der Strömungsverhältnisse und des Luftaustauschs sowie der Verschattung durch die geplante östliche Erweiterung der Deponie Dyckerhoffbruch in Form eines zusätzlichen Deponiehügels.  <u>Fazit:</u> Effekte sind nur im unmittelbaren Umfeld der geplanten Deponieerweiterung zu erwarten, Fernwirkungen auf Siedlungsbereiche sind nicht zu erwarten.	In Ergänzung zur Einzelbetrachtung der Effekte eines zusätzlichen Deponiehügels werden in den hier durchgeführten Analysen die Effekte zweier zusätzlicher Deponiehügel sowie einer Nutzungsintensivierung im Ostfeld zusammen untersucht.
2019	Fachgutachten Klima zur baulichen Entwicklung im Gebiet Ostfeld /Kalkofen der Landeshauptstadt Wiesbaden –	GEO-NET Umweltconsulting GmbH	<u>Inhalt:</u> FITNAH 3D-Modellierung zu den meteorologischen Parametern Lufttemperatur in 2 m Höhe, bodennahes Strömungsfeld, Kaltluftvolumenstrom, Kalt-	Ähnlich wie bei der Studie von GEO-NET wird auch in der hier durchgeführten Studie ein Vorher-Nachher-Vergleich verschiedener Kaltluftparameter bei

<sup>10</sup> Röckle, R.; Ketterer, C., 2019. Deponieerweiterung Dyckerhoffbruch – Auswirkungen auf das Lokalklima.

	Modellgestützte Analyse zum Einfluss der Neugestaltung auf das Schutzgut Klima <sup>11</sup>		<p>luftproduktionsrate für 3 Stadtentwicklungsszenarien im Ostfeld / Kalkofen mit einer Zellgröße von 20 m.</p> <p>Ergebnisse werden dargestellt für 4 Uhr morgens.</p> <p><u>Fazit:</u> Durch die Nutzungsintensivierung gehen klimaaktive Flächen verloren, die Kaltluftversorgung wird verringert, aber durch lokale Kaltluftproduktion teilweise kompensiert. Auf das Kaltluftsystem ist bei der Entwicklung besonderes Augenmerk zu richten. Auswirkungen jenseits des Rheins werden nicht erwartet.</p>	<p>einer Nutzungsintensivierung am Ostfeld durchgeführt.</p> <p>Unterschiede bestehen in der Wahl des Modells (KLAM_21 vs. FITNAH 3D), in der expliziten Auflösung der Umgebungsbebauung (die in der hier durchgeführten Untersuchung berücksichtigt wurde), in der Betrachtung der Ergebnisse für unterschiedliche Zeitschritte (erste vs. zweite Nachthälfte) und in den meteorologischen Rahmenbedingungen des Modell-Setups (hier kein Regionalwind statt Antrieb aus Nord in der zweiten Nachthälfte).</p>
2017	KLIMPRAX AP3: Modellbasierte Analyse des Stadtklimas als Grundlage für die Klimaanpassung am Beispiel von Wiesbaden und Mainz <sup>12</sup>	Deutscher Wetterdienst (DWD)	<p><u>Inhalt:</u> Bereitstellung quantitativer Ergebnisse zum Stadtklima und zu Klimawandelfolgen mit MUKLIMO_3 etwa hinsichtlich der Entwicklung und der räumlichen Verteilung ausgewählter Klimaindizes (Sommertage, Hitzetage, Tropennächte) sowie der gefühlten Temperatur am Beispiel der Städte Mainz und Wiesbaden.</p> <p>Aus den Simulationsergebnissen – und für diese Studie als Anknüpfungspunkt relevant – wurden außerdem Kaltluftparameter (Kaltluftproduktion, Volumendichten, mittlere Temperatur von Kaltluftflüssen) zur Beurteilung der Relevanz von Kaltluftflüssen berechnet.</p> <p><u>Fazit:</u> Im gesamten Gebiet ist mit einer Zunahme der Klimaindizes zu rechnen, wobei ein Zusammenhang zwischen der Landnutzung und der Änderung der Klimaindizes besteht. Die Beschreibung der Charakteristika</p>	<p>Kein Bezug zum Ostfeld.</p> <p>Explizite Berücksichtigung des Klimawandels mittels eines physikalischen Modells.</p> <p>Berücksichtigung vieler Prozesse und deren Wechselwirkung innerhalb eines physikalischen Modells.</p> <p>Trajektorien werden explizit an Quell- und Zielgebieten orientiert.</p>

<sup>11</sup> Fachgutachten Klima zur baulichen Entwicklung im Gebiet Ostfeld /Kalkofen der Landeshauptstadt Wiesbaden – Modellgestützte Analyse zum Einfluss der Neugestaltung auf das Schutzgut Klima.

<sup>12</sup> Noppel, H. (Hrsg.: Deutscher Wetterdienst): Modellbasierte Analyse des Stadtklimas als Grundlage für die Klimaanpassung am Beispiel von Wiesbaden und Mainz. Abschlussbericht zum Arbeitspaket 3 des Projekts KLIMPRAX Wiesbaden/Mainz - Stadtklima in der kommunalen Praxis. Offenbach am Main: Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, 2017. (Berichte des Deutschen Wetterdienstes; 249).

			der Wiesbadener Kaltluftsysteme deckt sich mit den Einschätzungen aller hier angeführten Untersuchungen.	
	Landesweite Klimaaanalyse 2022 <sup>13</sup>	iMA Richter & Röckle	<p><u>Inhalt:</u> Klimaaanalyse für das Bundesland Hessen vor dem Hintergrund der Ermittlung der durch den Träger der Regionalplanung festzulegenden „Vorbehaltsgebiete und Vorranggebiete für besondere Klimafunktionen“.</p> <p>FITNAH 3D-Modellierung zu den meteorologischen Parametern Lufttemperatur in 2 m Höhe für 22:00 Uhr und 04:00 Uhr, Windrichtung und Windgeschwindigkeit bodennah (5 m über Grund) und im Überdachniveau (28 m über Grund), Kaltluftvolumenstromdichte in unterschiedlichen Höhen, Kaltluftproduktionspotentiale und PET in 1,1 m über Grund. Außerdem Anzahl der Sommertage.</p> <p><u>Fazit:</u></p> <p>Kaltluft: Taunus als ein Strömungssystem mit hoher Volumenstromdichte identifiziert.</p> <p>Lufttemperatur: in Südhessen in den Siedlungsgebieten im Rheingraben und entlang des Mains hessenweit am höchsten.</p> <p>Thermische Betroffenheit: Die höchsten Werte der thermischen Betroffenheit kommen in Südhessen entlang des Rheins und im Ballungsraum Frankfurt/Rhein-Main vor.</p>	<p>Auflösung von 200 x200 m</p> <p>Kaltluftproduktionspotentiale [kWh/m<sup>3</sup>] werden über die Landnutzung abgeschätzt: Integration des fühlbaren Wärmestroms zwischen Boden und Atmosphäre zwischen 22:00 Uhr und 04:00 Uhr.</p> <p>Unterschiede bestehen in der Wahl des Modells (KLAM_21 vs. FITNAH 3D), in der expliziten Auflösung der Umgebungsbebauung (die in der hier durchgeführten Untersuchung berücksichtigt wurde), und vor allem in der horizontalen Auflösung. In der landesweiten Analyse wurde ein 200 m Raster gewählt, um Gesamthessen abzubilden. Dadurch gehen kleinräumige Gegebenheiten (schmale Bachläufe etc.) verloren.</p> <p>Die Grundaussagen sind vergleichbar, die Details und damit die Nähe zur Realität sind in der Detailuntersuchung deutlich höher.</p>

Es zeigen sich ähnliche Ergebnisse. An die Ergebnisse der Vorarbeiten kann daher angeknüpft werden. Hervorzuheben ist, dass unterschiedliche computergestützte Verfahren zu sehr vergleichbaren Ergebnissen der klimaökologischen Vorgänge führen. Daraus wird abgeleitet, dass von den Ergebnissen eine hohe Eintrittswahrscheinlichkeit erwartet werden kann. Die Funktionen im Bestand und unter Annahme des Szenarios sind somit bekannt und können im weiteren Planverfahren auf diesen Grundlagen aufgebaut werden, um eine weitere Optimierung zu erzielen und die negativen Auswirkungen weiter zu minimieren.

<sup>13</sup> Ketterer, C., Nielinger, J., Hasel, M., Röckle, R., 2022. Erstellung einer landesweiten Klimaaanalyse/Kaltluftströmungssituation unter Berücksichtigung des klimawandelbedingten Temperaturanstiegs. Datengrundlage für die Regionalplanung / Regionale Flächennutzungsplanung. Wiesbaden. Verfügbar in: <https://landesplanung.hessen.de/klima/landesweite-klimaaanalyse> [Abgerufen am 14.04.2022].

## 10. Reaktionen zu den Planungshinweisen aus dem Zielabweichungsverfahren

Die großräumigen Kaltluftsysteme zwischen Taunus und Rhein wurden berücksichtigt: einerseits durch den Vergleich der Ergebnisse mit jenen aus der KLIMPRAX Studie, andererseits durch die Kaltluftsimulation des gesamten Stadtraums. Für die kleinräumigere CFD-Simulation wurden als Eingangsdaten die Ergebnisse der großräumigen Simulationen verwendet.

Es konnte gezeigt werden, dass das **Kaltluftsystem Wäschbachtal für das Ostfeld relevant** ist. Es wird von den Siedlungsbereichen Erbenheims geteilt und umgelenkt. Die umgelenkten Ströme durchqueren an zwei Stellen den Entwicklungsbereich Ostfeld und dringen im Laufe der Nachtstunden bis zum Rhein vor. Das Ostfeld – im derzeit unverbauten Zustand – wirkt im großflächigen Kaltluftsystem zum einen als Kaltluftproduktionsgebiet und zum anderen als hindernisarmes Kaltluftüberströmungsgebiet und verbindendes Element zwischen den Kaltluftproduktionsbereichen im Osten Wiesbadens und den Wirkungsbereichen der Kaltluft im Süden (Mainz-Amöneburg, Mainz-Kastel, Mainz-Kostheim). Durch diese Doppelfunktion ist das Ostfeld ein wesentlicher Bestandteil des Kaltluftgeschehens im Osten Wiesbadens.

Durch eine Nutzungsintensivierung im Entwicklungsbereich Ostfeld gehen klimaaktive Flächen verloren, die vor allem der nächtlichen Kaltluftproduktion zuzuordnen sind, was zu einer Reduktion der Kaltfluthöhen führt. Außerdem reduzieren sich Fließgeschwindigkeiten und der Kaltluftvolumenstrom und somit die Menge der Luft, die transportiert wird, über den beiden Standorten der Nutzungsintensivierung sowie stromabwärts dieser Bereiche und des gesamten Entwicklungsbereichs Ostfeld. Von dieser Reduktion sind auch die Siedlungsgebiete am Rhein betroffen (Amöneburg, Kostheim, Kastel). Aus der Strömungssimulation geht hervor, dass das Bebauungsszenario die Strömung nicht vollständig blockiert, sondern umleitet und lokal – im Bereich des Entwicklungsbereichs Ostfeld – verändert.

Durch die allgemeine Reduzierung der Versorgung mit Kaltluft im Zusammenhang mit der Nutzungsintensivierung kommt es ebenfalls zu einer Veränderung der nächtlichen Lufttemperatur, da die abkühlende Wirkung der Kaltluft erst verzögert ankommt. Dies zeigen die Auswertungen in Kapitel 7. Allerdings führt dies zu keiner signifikanten Temperaturerhöhung in den südlichen Gebieten am Rhein.

Um die beschriebenen mikroklimatischen **Auswirkungen möglichst gering zu halten, wurden in vorliegender Untersuchung Maßnahmen**, wie z.B. für den geplanten europaweiten städtebaulichen und freiraumplanerischen Wettbewerb, **empfohlen**. Diese sind in Kapitel 11 beschrieben.

Die Diskussion der Auswirkungen in Kapitel 11 hilft zusätzlich, die Auswirkungen korrekt einzuordnen. Durch die scharfen und detaillierten Auflagen im klimaökologischen Leitbild sollen die Auswirkungen bestmöglich reduziert werden. Dadurch können sich Verbesserungen ergeben, und nur so sind die Entwicklungen des Standortes und die Veränderungen im Kaltluftgeschehen hinnehmbar.

Grundsätzlich wird die Kaltluftproduktion/der Kaltluftabfluss durch die unabwendbaren Auswirkungen des Klimawandels, wie Temperaturerhöhung, nicht in seiner Wirksamkeit beeinträchtigt. Dadurch leistet dieser in Zukunft eine noch höhere klimaökologische Ausgleichsleistung.

## 11. Beurteilung planerische Auswirkungen auf Kaltluftflüsse

Die VDI-Richtlinie 3787 Blatt 5 „Umweltmeteorologie: Lokale Kaltluft“ (2003) soll bei Planungen eine objektive Einschätzung ermöglichen, um die Auswirkungen des Planvorhabens auf die Entstehung, Dynamik und Wirkung lokaler Kaltluft einschätzen zu können.

Dies erfordert einen Bewertungsmaßstab, der sich in der Richtlinie auf die prozentuale Änderung der Kaltluftflüsse im Planfall gegenüber dem Ist-Zustand ergibt. Hierzu werden die folgenden Kategorien genannt:

**≤5 %** entspricht der Auswirkung „**gering**“

**≤10 %** entspricht der Auswirkung „**mäßig**“

**>10 %** entspricht der Auswirkung „**hoch**“

Daraus lässt sich ableiten, dass die Auswirkungen einer Entwicklung, die den Kaltluftvolumenstrom um mehr als 10 % gegenüber dem aktuellen Bestand reduziert, als „hoch“ eingestuft werden sollen. Allerdings fehlen in der Richtlinie entscheidende Parameter, die für die Umsetzung des Vergleichs notwendig sind. So wird nicht erwähnt, an welchem Ort oder zu welchem Zeitpunkt (in der ersten oder zweiten Nachthälfte oder im Mittel über die gesamte Nacht) die Reduzierung untersucht werden soll. Außerdem wird nicht darauf eingegangen, wie mit Situationen umgegangen werden sollte, die durch ein komplexes Kaltluftsystem geprägt sind und somit mehrere Kaltluftabflüsse mit gegenseitiger Beeinflussung und u.U. Kompensation aufweisen.

Im Fall der Landeshauptstadt Wiesbaden mit dem komplexen lokalen Kaltluftströmungssystem von den nördlichen Taunushängen ergibt sich durch dieses Verfahren ein unterschiedlich zu bewertendes Bild. Bei der Entwicklungsmaßnahme Ostfeld wird die geplante Bebauung hauptsächlich in das Kaltluftsystem „Wäschbachtal“ und „Ostfeld“ verortet. Somit findet bei der Beurteilung der oben angegebenen Bewertungsstufen der Vergleich bezogen auf diese beiden Systeme statt. Es wird aber nicht das Gesamtsystem betrachtet, welches ebenfalls Einfluss nimmt.

Um dies zu erläutern wurden weitere Kartendarstellungen angefertigt:

Abb. 11.1 stellt die prozentuale Abnahme des Kaltluftvolumenstroms, hervorgerufen durch die geplante Entwicklung dar. Grundlage bildet der Kaltluftvolumenstrom drei Stunden nach Sonnenuntergang. Die Differenz wird aus dem Ist-Zustand und dem Nachher-Zustand gebildet. Diese wird als prozentuale Angabe abgebildet, um eine Beurteilung der planerischen Auswirkungen auf Kaltluftflüsse laut VDI-Richtlinie durchzuführen. Dafür wurden die oben aufgeführten Kategorien verwendet.

Die Einteilung der Farblegende orientiert sich an den Kategorien der VDI-Richtlinie und ist entsprechend eingefärbt. Blaue Bereiche zeigen eine Intensivierung / Verstärkung des Kaltluftvolumenstroms auf, was durch einen Verdrängungs- / Umlenkungseffekt verursacht wird. Die Werte zwischen 1 bis -1 % werden aufgrund der Modellungenauigkeit und den damit verbundenen möglichen Fehlinterpretationen nicht dargestellt. Die grünlichen Flächen fallen in die Bewertungsstufe „gering“, die gelben Flächen entsprechen der Stufe „mäßig“, alle Rottöne ab Orange sind als hoch einzuordnen.

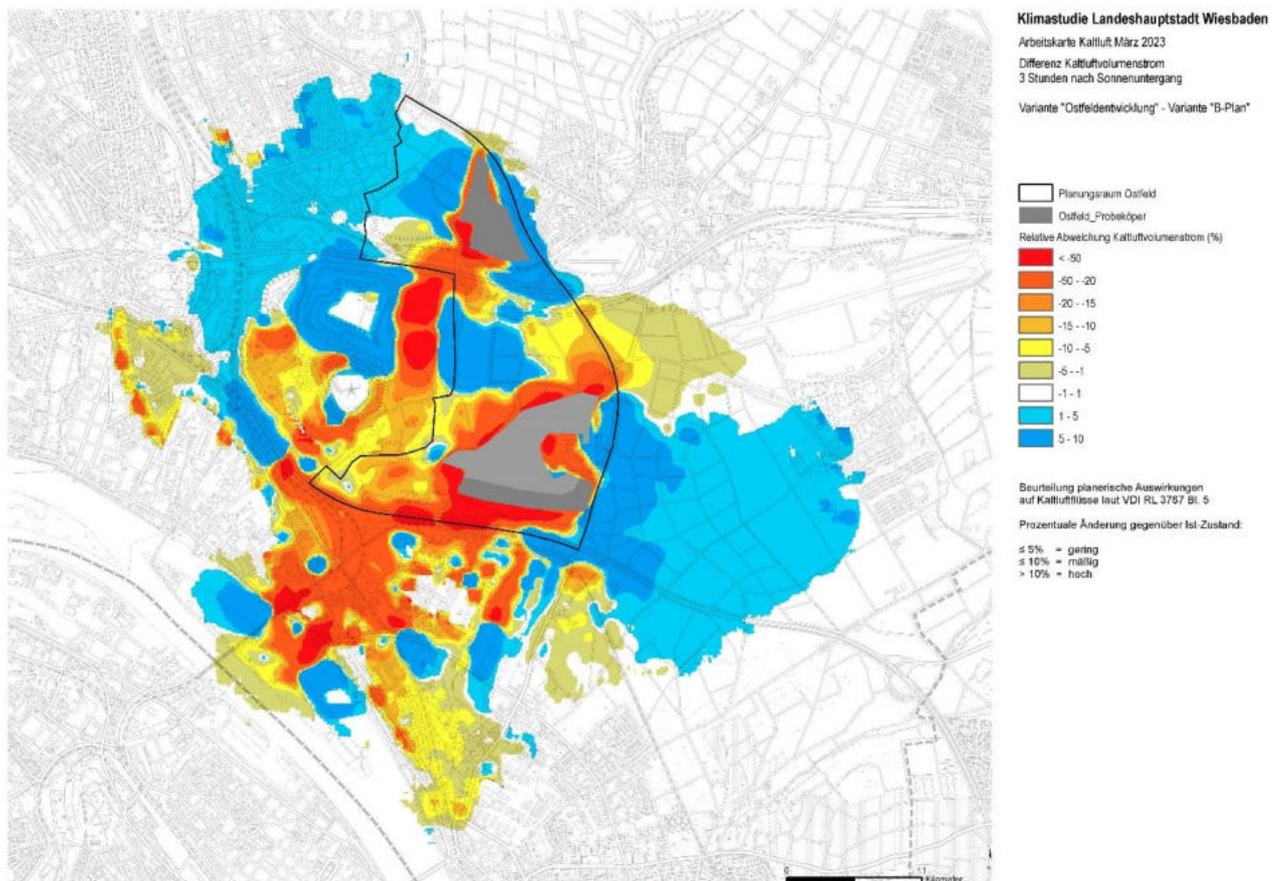


Abb. 11.1: Prozentuale Differenz (Nachher-Ist-Zustand) des Kaltluftvolumenstroms (Farbflächen) nach 3 Std. Simulationsdauer im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung.

Wie oben beschrieben sind die Auswirkungen bezogen auf die beiden Kaltluftsysteme „Wäschbachtal“ und „Ostfeld“ in der bisherigen Untersuchung (Kapitel 4) fachgerecht und zielgerichtet durchgeführt. Da das restliche Stadtgebiet aber auch von weiteren Kaltluftsystemen versorgt wird, wurde für dieses Kapitel 11 die Gesamtstadt berechnet (siehe Abb. 1.3 – orangener Rahmen), so dass bei der Beurteilung der Kaltluflhöhe nicht nur die Abnahme durch die beiden Systeme „Wäschbachtal“ und „Ostfeld“ Berücksichtigung findet. Auf diese Weise entsteht eine großräumigere Gesamtanalyse.

Abb. 11.2 und Abb. 11.3 stellen jeweils die Kaltluflhöhe im Ist-Zustand und im Nachher-Zustand dar. Im Gegensatz zu den Abbildungen in Kapitel 4 wurde die Gesamtstadt in einer Auflösung von 10 Meter und (im Vergleich zu den Simulationen Kapitel 4) ohne explizite Gebäude berechnet. Dieser Schritt ist notwendig, um die Ansätze der VDI-Richtlinie entsprechend zu berücksichtigen.

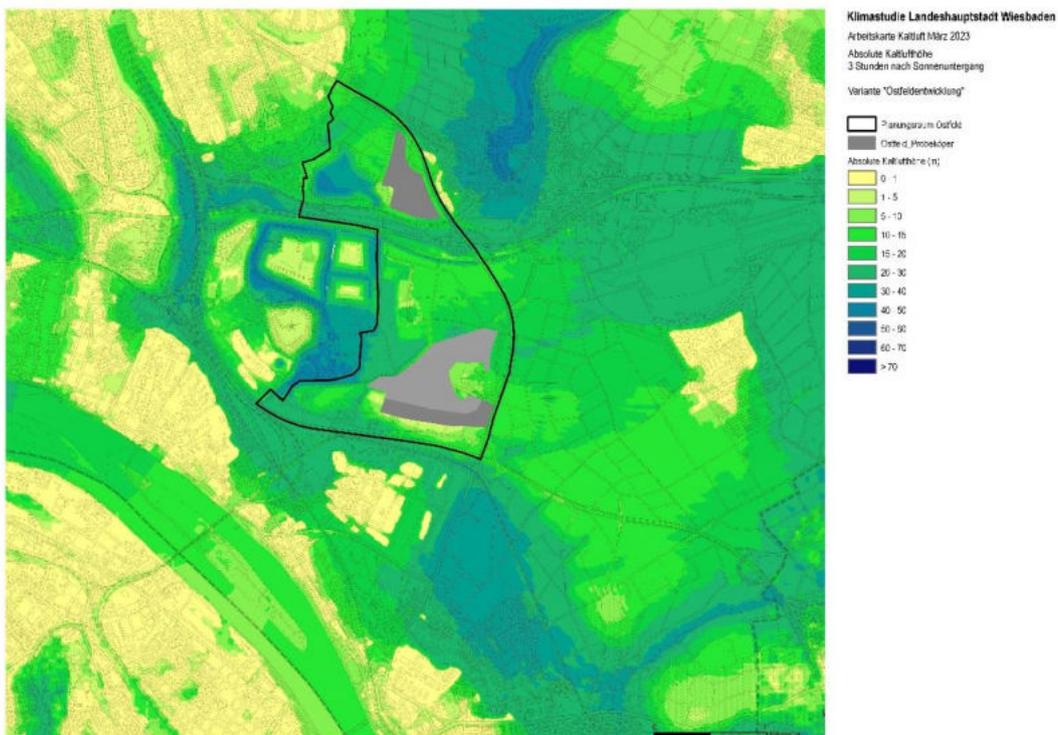
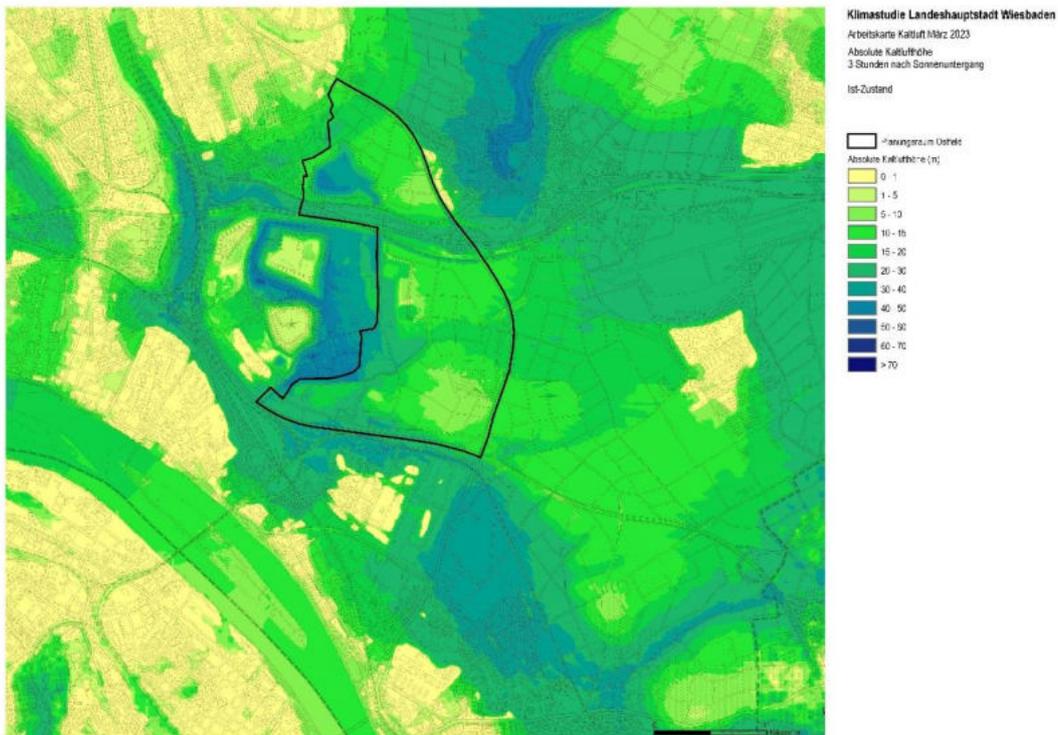


Abb. 11.2 (oben): Kaltluflhöhe über Bodenniveau im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung nach 3 Std. Simulationsdauer für den Ist-Zustand.

Abb. 11.3 (unten): Kaltluflhöhe über Bodenniveau im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung nach 3 Std. Simulationsdauer für den Nachher-Zustand.

Aus den Daten der Abb. 11.2 und Abb. 11.3 lassen sich die absoluten Abweichungen der Kaltluflhöhe ermitteln, die relevant sind, um die Bewertung des Eingriffs auf bestehende Wohnsiedlungen

anzuwenden. Im konkreten Fall sind vor allem der Stadtteil Mainz-Amöneburg und die Wohngebiete im Bereich der Melanchthonstraße betroffen. Die Darstellung in Abb. 11.4 zeigt die absolute Abweichung der Kaltfluthöhe nach drei Stunden in der absoluten Differenz (Nachher - Ist-Zustand).

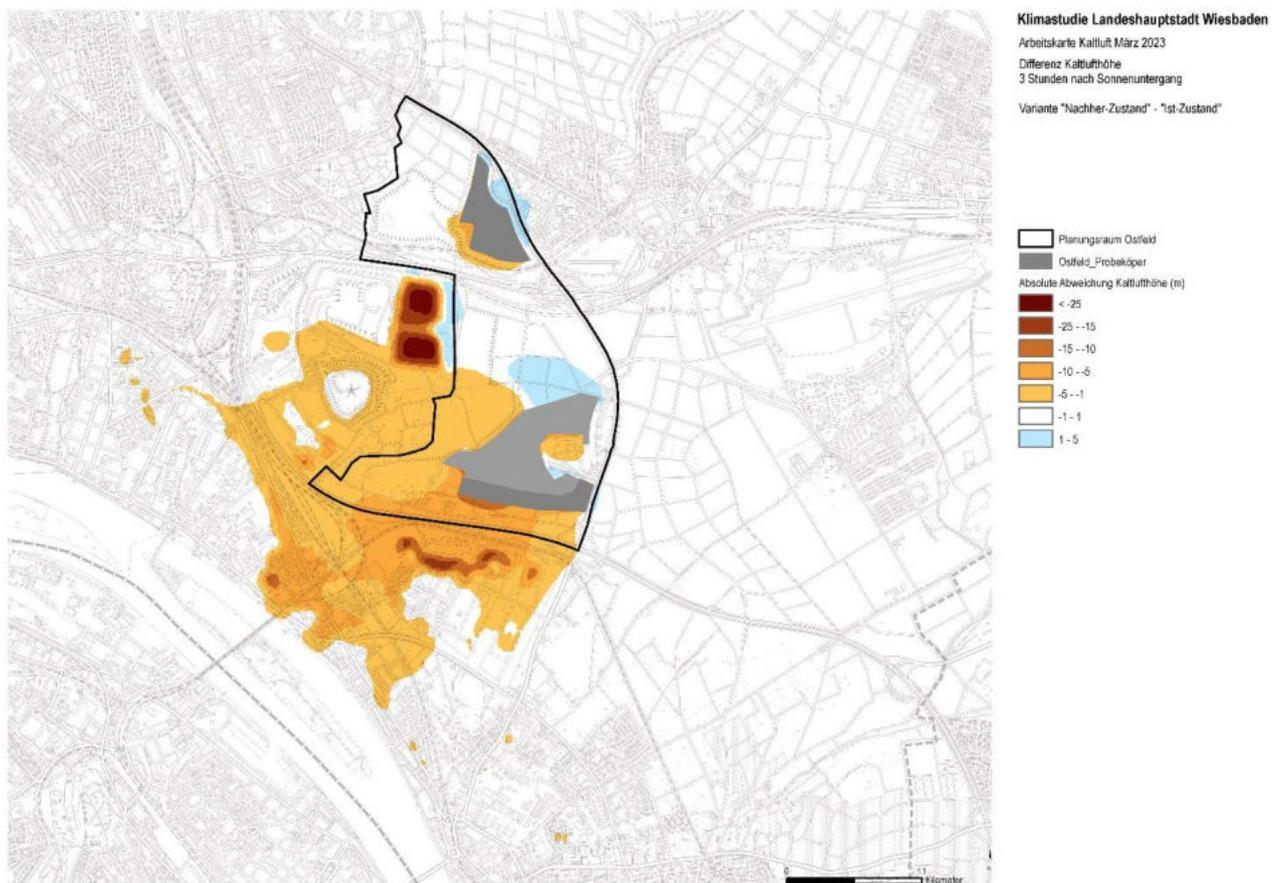


Abb. 11.4: Absolute Differenz (Nachher-Ist) der Kaltfluthöhe (Farbflächen) nach 3 Std. Simulationsdauer im Entwicklungsbereich Ostfeld und dessen Umgebung.

Analog zur Karte in Abb. 11.1 ergibt sich ein vergleichbares Verteilungsmuster. Es gibt Bereiche, in denen die Kaltfluthöhe ansteigt. Diese sind jeweils in den vorgelagerten Zonen der Entwicklungsbereiche zu finden. Im Lee der Entwicklungsbereiche sind die Auswirkungen in Form einer Reduzierung der Kaltfluthöhe sichtbar. Im Bereich der nachgelagerten Wohngebiete Amöneburgs tritt eine Reduzierung der Kaltfluthöhe zwischen 6 m bis 11 m ein, bei einer Gesamthöhe von 21 m (Ist-Zustand) und 16 m (Planungs-Zustand).

Die Kaltluftversorgung bzw. -höhe in den beschriebenen Gebieten in Rheinnähe wird durch unterschiedliche Zuflüsse des gesamten Wiesbadener Stadtgebiets bewirkt. Eine Verstärkung findet im weiteren Verlauf der Nacht statt, da zu einem späteren Zeitpunkt die Kaltluftabflüsse aus dem Norden den Rhein erreicht haben und somit zu einem Anstieg der Kaltluft im gesamten Bereich führen.

Diese Erkenntnisse beruhen auf den Simulationsergebnissen und beziehen sich rein auf den nächtlichen Kaltluftabfluss aus nördlichen Richtungen. Um die Versorgung mit kühleren Luftmassen, bzw. die Belüftungsverhältnisse allgemein beurteilen zu können, ist ein weiterer stadtklimatischer Parameter mit in die Betrachtung aufzunehmen. Die Rheinzirkulation stellt eine sogenannte Luftleitbahn dar. Laut VDI-Richtlinie 3787 Blatt 1 sind „... Luftleitbahnen vor allem bei Schwachwindlagen von

großer Bedeutung für die klimatische Entlastung innerstädtischer Gebiete...". „Das Relief kann die Funktion als Luftleitbahn unterstützen. Effiziente Luftleitbahnen werden z. B. durch breite Flussauen gebildet.“ Laut der synthetischen Klimafunktionskarte der LHW (2009) bildet sich am Rhein eine Luftleitbahn „mit lokaler und regionaler Bedeutung“ aus, die als Gewässerklima durch „Wechselwirkungen zu den benachbarten Klimaräumen zirkulationsfördernd wirkt“.

Dieses Phänomen kann aus modelltechnischen Gründen nicht in einer Detailbetrachtung ausreichend abgebildet werden und soll in diesem verbal-argumentativen Schritt ebenfalls in die Gesamtbetrachtung aufgenommen werden (siehe schematische Darstellung Abb. 7.5).

Die belüftende Wirkung einer Luftleitbahn in der Größe und Dimension des Rheins kann bis weit in die Bebauung hineinreichen. Im Fall der topografischen Anordnung und der flussbegleitenden Bebauung ist davon auszugehen, dass die ersten Häuserblocks von dieser Belüftung in der Nacht profitieren. Dies ist somit für den Stadtteil Amöneburg relevant, der durch die Entwicklungsmaßnahme Ostfeld zusätzlich belastet wird. Diese Wechselwirkung beginnt in der Regel in der frühen Nachthälfte, so dass der Verzögerung des Kaltluftabflusses aus Norden, hervorgerufen durch die neuen Barrieren des Ostfeldes, entgegengewirkt wird.

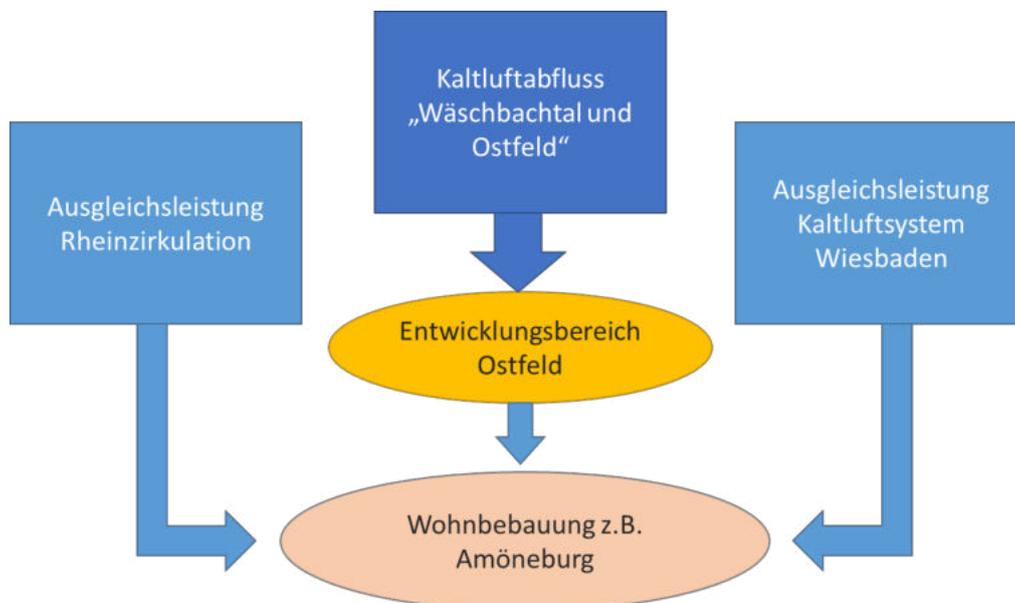


Abb. 11.5: Schematische Abbildung der Belüftungsverhältnisse im Bereich der Entwicklungsmaßnahme Ostfeld.

Die Situation, die unter Zusammenwirkung aller aufgeführten Faktoren, die die Belüftung der Wohngebiete in Amöneburg am Rhein betreffen, wird aus gutachterlicher Sicht als hinnehmbar eingeordnet. Dies gilt jedoch nur, wenn die Entwicklungsmaßnahme Ostfeld unter den strengen klimaökologischen Gesichtspunkten (Klimaökologisches Leitbild siehe Kapitel 12) umgesetzt wird. Nur so können die negativen Auswirkungen, die sich auf den Kaltluftabfluss „Wäschbachtal und Ostfeld“ beziehen und als hoch einzuordnen sind, abgemildert werden. Negative Auswirkungen auf Gebiete der Landeshauptstadt Mainz sind nicht zu erwarten.

Dies bezieht sich auf die heutige Situation und erfährt durch die Auswirkungen des projizierten Klimawandels an Bedeutung, so dass die Maßnahmen bei der Entwicklungsmaßnahme oberste Priorität haben sollten.

## 12. Empfehlungen für die Wettbewerbsauslobung

Laut der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS, Fortschrittsbericht 2020<sup>14</sup>) nimmt die Stadt- und Raumplanung eine „Schlüsselrolle im Bereich der Klimaanpassung“ ein. Da sich die steigende Hitzebelastung negativ auf die menschliche Gesundheit auswirkt, ist im Themenbereich „Stadtklima und Luftqualität“ ein großer Handlungsbedarf gegeben.

Die großräumige klimatische Lage im Rhein-Main-Gebiet und der bereits dokumentierte Temperaturanstieg in Wiesbaden sowie zahlreiche Studien verdeutlichen, dass die stadtklimatische Situation aufgrund der klimawandelbedingten Entwicklungen besonders zu betrachten und zu berücksichtigen ist.

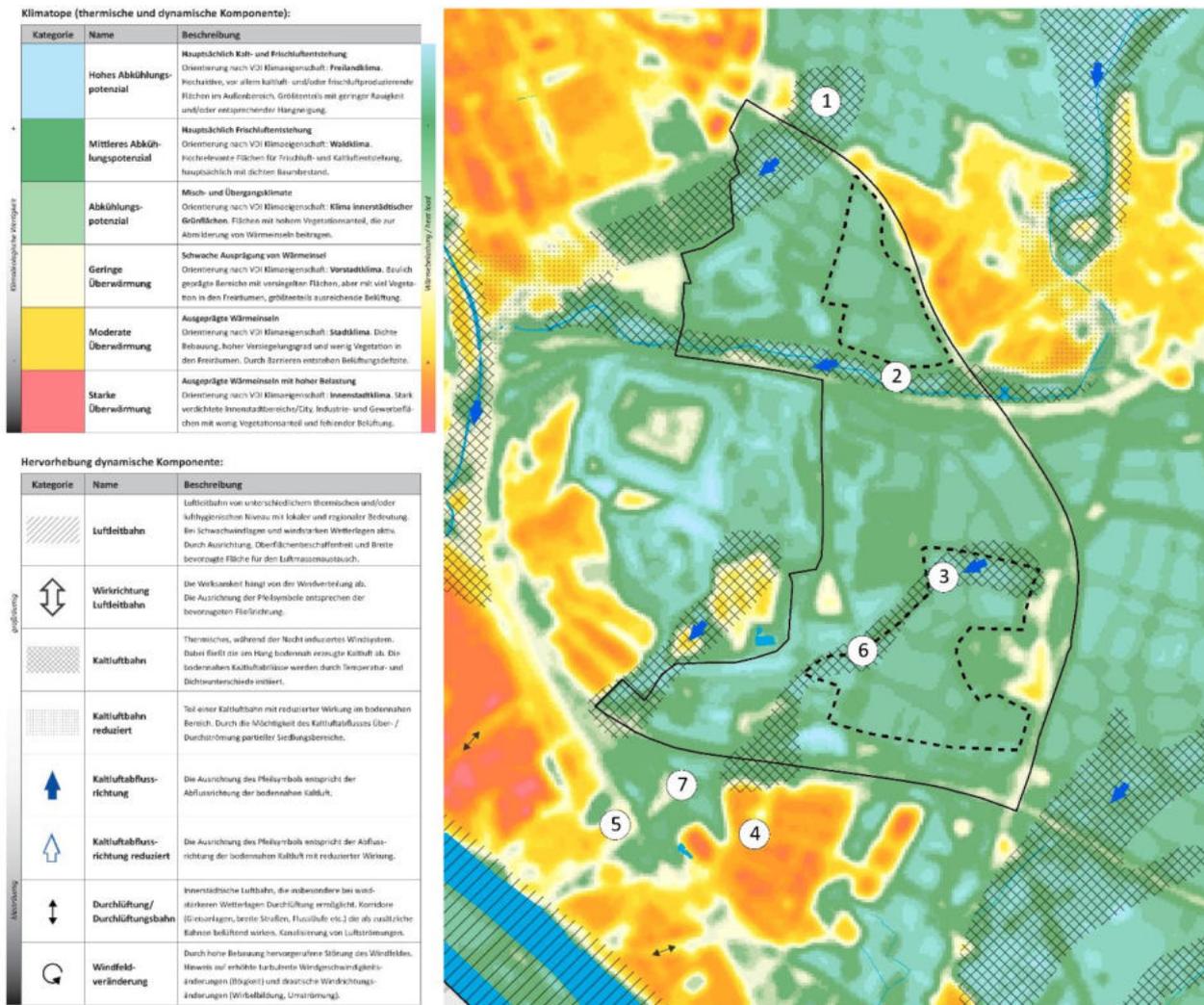
Durch die Planung im Entwicklungsbereich Ostfeld gehen klimaaktive Flächen, die vor allem der nächtlichen Kaltluftproduktion zuzuordnen sind, verloren. Durch die Bauentwicklung werden die thermischen Bedingungen im Entwicklungsbereich Ostfeld stark verändert und es entsteht eine höhere Bodenrauigkeit als Barriere für die Belüftung. Diese Entwicklung führt zu einer Reduzierung der Belüftungsqualität in den südlich angrenzenden Stadtgebieten und somit zu einer Erhöhung der nächtlichen Lufttemperatur.

Die Situation, die unter Zusammenwirkung aller relevanten klimaökologischen Faktoren, die die Wohngebiete in Amöneburg am Rhein betreffen, wird aus gutachterlicher Sicht als hinnehmbar eingeordnet. Dies gilt jedoch nur, wenn die Entwicklungsmaßnahme Ostfeld unter den strengen klimaökologischen Gesichtspunkten (Klimaökologisches Leitbild) umgesetzt wird. Nur so können die negativen Auswirkungen, die sich auf die Kaltluftentstehung und den Kaltluftabfluss beziehen und als hoch einzuordnen sind, abgemildert werden. Dies bezieht sich auf die heutige Situation und erfährt durch die Auswirkungen des projizierten Klimawandels an Bedeutung. Denn nur, wenn die heutige Planung auf fundierten Bewertungen und Empfehlungen aufbaut, ist eine klimabewusste Ausrichtung und weiterhin lebenswerte Städte realisierbar.

---

<sup>14</sup> [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Klimaschutz/klimawandel\\_das\\_2\\_fortschrittsbericht\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimawandel_das_2_fortschrittsbericht_bf.pdf)

# STADTKLIMATISCHE AUSWIRKUNGEN



## Stadtklimatische Wirkung Bestand

⇒ *Wirksame Belüftungsfleichen*

- ① Schneise zwischen den Stadtteilen Südost und Erbenheim
- ② Kaltluftabfluss Wäschbachtal durch Erbenheim und Richtung Salzachtal
- ③ Kaltluftproduktion auf den landwirtschaftlichen Flächen, verbunden mit einem lokalen Kaltluftabfluss aus dem Gebiet in Richtung Rhein.

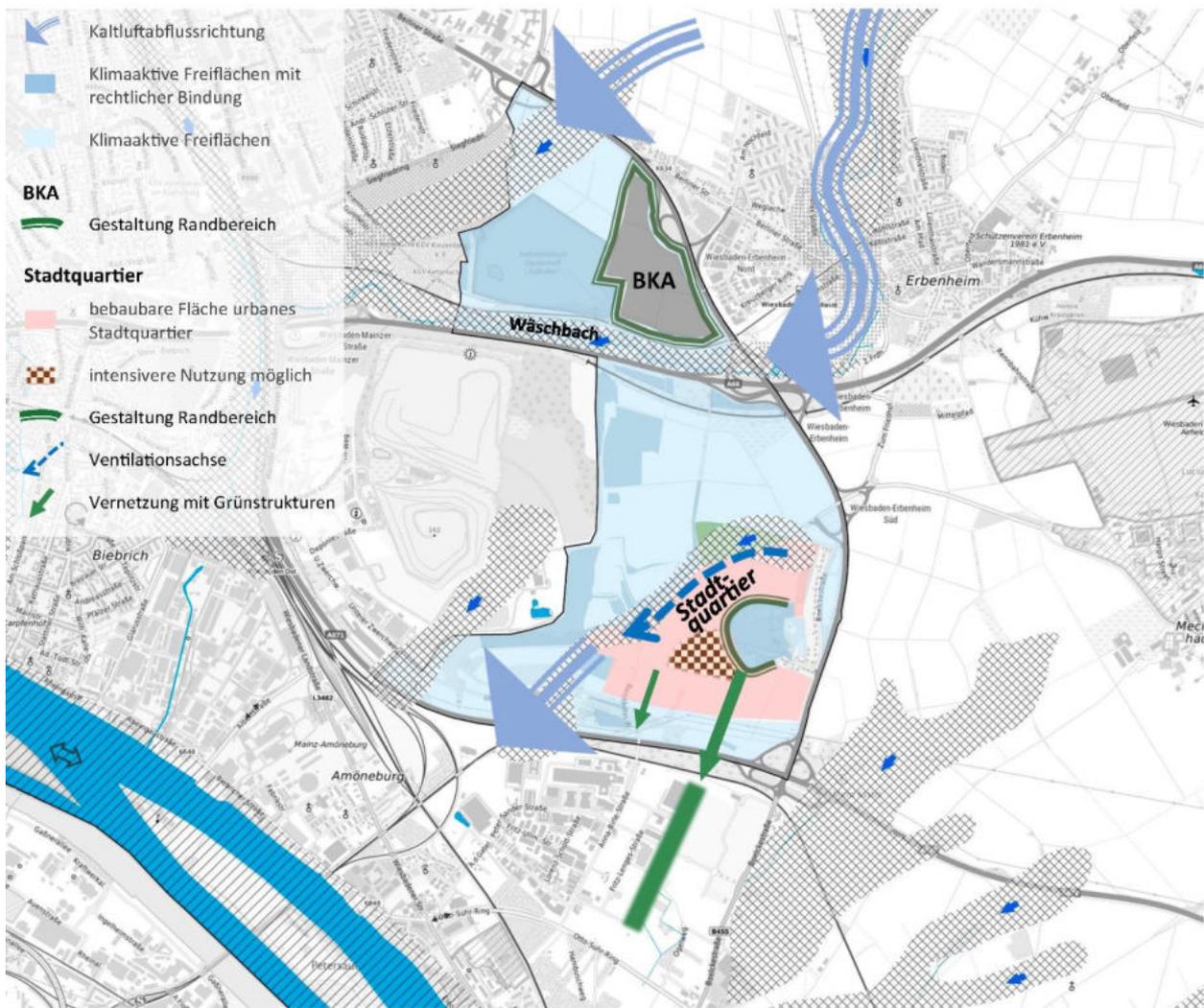
## Negative Auswirkungen Nachbarschaft

⇒ *Temperaturerhöhung*

- ④ Gewerbegebiet Petersweg
  - ⑤ Gleisdreieck Richtung Rhein / Stadtteil Amöneburg
- ⇒ *Reduzierung des lokalen Kaltluftabflusses*
- ⑥ Reduzierung des Kaltluftvolumenstroms im relevanten Umfang!
  - ⑦ Verschlechterung der Kaltluftzufuhr des Stadtteils Amöneburg und Gewerbegebiet Petersweg

Abb. 12.1: Stadtklimatische Auswirkungen.

## KLIMAÖKOLOGISCHES LEITBILD



### Planungshinweise für zukünftige Planungen im Ostfeld

- ⇒ Für den BKA Standort sollte der Randbereich von 35 m entlang der Gebietsgrenzen frei von Hindernissen bleiben. Die **Flächennutzung sollte klimaaktiv** sein, d.h. unversiegelte Grünräume.
- ⇒ Aufgrund der geringen Auswirkungen auf das Kaltluftgeschehen sollte primär auf den **thermischen Komfort** (z.B. Hitze-stress entgegenwirken) während der Tagstunden beim BKA Standort geachtet werden.
- ⇒ Im Stadtquartier sollte eine **Ventilationsachse** vorgesehen werden, um den von Nordosten kommenden Kaltluftabfluss bestmöglich zu erhalten. Die Gestaltung der Achse kann eine oder mehrere dieser Merkmale aufweisen:
  - Maximale Gebäudehöhe 15 m, damit der bestehende Kaltluftjet (Höhe 12-15 m) nicht gänzlich abgeblockt wird.
  - Kaltluftfluss mittels durchlässigen Gebäudestrukturen ermöglichen (keine Querriegel als Barriere für die Strömung).
  - Erhöhter Grünflächenanteil zur lokalen Kaltluftproduktion.
- ⇒ Es müssen **Vegetationsflächen im Stadtquartier** eingeplant werden, so dass eine positive Wirkung in der Nacht und am Tag entsteht.
- ⇒ Ein möglicher Bereich mit intensiverer Nutzung bzgl. Höhe und Dichte hätte zur Folge, dass die vorhandene Kaltluftströmung möglichst wenig beeinflusst wird. Denn der Bereich liegt im „Windschatten“ des bestehenden Wäldchens.
- ⇒ Übergang zwischen Wäldchen und Bebauung möglichst offen gestalten.
- ⇒ Schaffung einer Grünachse und Vernetzung mit bestehenden Grünflächen.
- ⇒ Hinweise für die Freiflächen
  - Keine Erhöhung der Bodenrauigkeit
  - Keine Verschlechterung der Kaltluftproduktionsfunktion

Abb. 12.2: Klimaökologisches Leitbild.

Für zukünftige städtebauliche Planungen am Gebiet Ostfeld müssen folgende Hinweise beachtet werden:

#### Nördliches Gebiet (BKA Standort):

- Die Randbereiche von 35 m entlang der Gebietsgrenzen sollten frei von Hindernissen bleiben. Die Flächennutzung sollte klimaaktiv sein, d.h. unversiegelte Grünräume sind vorzusehen.
- In einer späteren Entwicklungsphase (mit dem Vorliegen von städtebaulichen Entwürfen) müssen Detailuntersuchungen durchgeführt werden mit dem Ziel, den lokalen Sommerkomfort in den Tagesstunden zu erhöhen.

#### Südliches Gebiet (Stadtquartier):

- Im Stadtquartier sollte eine nördliche Ventilationsachse (blau gestrichelter Pfeil) vorgesehen werden, um den östlichen Ast des Kaltluftsystems Wäschbachtal bestmöglich zu erhalten. Die Gestaltung der Achse kann eine oder mehrere dieser Merkmale aufweisen:
  - Maximale Gebäudehöhe von 15 m, damit der bestehende Kaltluftjet (Höhe 12 – 15 Meter) nicht gänzlich blockiert wird.
  - Kaltluftfluss mittels durchlässigen Gebäudestrukturen ermöglichen (keine Querriegel als Barriere für die Strömung).
  - Erhöhter Grünflächenanteil zur lokalen Kaltluftproduktion.

Die tatsächliche Wirksamkeit der Maßnahme(n) sollte nach Vorliegen konkreter Planungsvarianten mit einer Kontrollsimulation beurteilt werden, um frühzeitig Optimierungsziele zu identifizieren.

- Es sollte auf Vegetationsflächen in der Siedlung geachtet werden, so dass die lokale Kaltluftproduktion in der Nacht begünstigt werden kann und eine positive Wirkung am Tag entsteht.
- Die eingezeichnete Situierung eines möglichen Bereichs mit intensiverer Nutzung bzgl. Höhe und Dichte hätte zur Folge, dass die vorhandene Kaltluftströmung dadurch möglichst wenig beeinflusst wird. Grund dafür ist, dass dieses Gebiet so im „Windschatten“ des bestehenden Wäldchens wäre.
- Schaffung von Grünachsen in Nord-Süd-Ausrichtung und Vernetzung mit bestehenden Grünflächen (z.B. dem Gewerbegebiet südlich des Entwicklungsbereichs Ostfeld).

#### Hinweise für die Freiflächen:

- Für die landwirtschaftlichen Flächen des Entwicklungsbereichs Ostfeld darf keine Erhöhung der Bodenrauigkeit erfolgen, damit die vorgesehenen Planungshinweise ihre Wirkung entfalten können.
- Eine Verschlechterung der Kaltluftproduktionsfunktion muss vermieden werden, damit die Auswirkungen des Entwicklungsbereichs Ostfeld so gering wie möglich ausfallen können.

Für Empfehlungen bezüglich Objektplanung im Anschluss an die städtebauliche Planung ist es zu diesem Zeitpunkt zu früh, da der dafür nötige Detaillierungsgrad noch nicht vorliegt. Dennoch soll an dieser Stelle auf kleinräumige Optimierungsmöglichkeiten hingewiesen werden, die im weiteren Planverfahren berücksichtigt werden müssen. Eine geeignete Übersicht wird vom Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) in Form einer Checkliste „Klimawandelangepasste Quartiere in Hessen“ bereitgestellt.

## 13. Fazit

Laut der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS, Fortschrittsbericht 2020<sup>15</sup>) nimmt die Stadt- und Raumplanung eine „Schlüsselrolle im Bereich der Klimaanpassung“ ein. Da sich die steigende Hitzebelastung negativ auf die menschliche Gesundheit auswirkt, ist im Themenbereich „Stadtklima und Luftqualität“ ein großer Handlungsbedarf gegeben.

Die großräumige klimatische Lage im Rhein-Main-Gebiet und der bereits dokumentierte Temperaturanstieg in Wiesbaden sowie zahlreiche Studien verdeutlichen, dass die stadtklimatische Situation bei Entwicklungen jeder Art besonders zu betrachten und zu berücksichtigen sind.

Diese Studie kommt auf vergleichbare Ergebnisse der vorangegangenen Arbeiten, führt durch die Einordnung in das großräumige klimatische Geschehen und durch die unterschiedlichen Instrumente zu weiteren Informationen, die für die städtebauliche Entwicklung des Ostfelds relevant sind. Dabei konnten alle Fragestellungen des Zielabweichungsverfahrens durch die Ergebnisse beantwortet sowie qualitativ und quantitativ beantwortet werden.

Durch die Entwicklung im Entwicklungsbereich Ostfeld gehen klimaaktive Flächen, die vor allem der nächtlichen Kaltluftproduktion zuzuordnen sind, verloren. Durch die Bauentwicklung werden die thermischen Bedingungen im Entwicklungsbereich Ostfeld stark verändert und es entsteht eine höhere Bodenrauigkeit als Barriere für die Belüftung. Diese Entwicklung führt zu einer Reduzierung der Belüftungsqualität in den südlich angrenzenden Stadtgebieten und zu einer geringen Erhöhung der nächtlichen Lufttemperatur.

Die negativen Auswirkungen in den vulnerablen Siedlungsbereichen bezogen auf das Kaltluftabflusssystem „Wäschbachtal“ sind bei der skizzierten konservativen Entwicklung erheblich. Allerdings birgt die Entwicklung bei Einhaltung der erarbeiteten Planungshinweise im Sinne des klimaökologischen Leitbildes das Potenzial die Auswirkungen abzumildern. Zudem werden die vulnerablen Siedlungsbereiche in Rheinnähe von anderen großräumigen Flächen mit einer hohen Qualität weiterhin versorgt.

Für die Gebiete in direkter Rheinnähe der Landeshauptstadt Mainz sind unter den derzeitigen Erkenntnissen keine negativen Auswirkungen im relevanten Maße zu erkennen. Die Veränderungen des Wäschbachabflusses sind auf Mainzer Seite erkennbar, allerdings sind diese Auswirkungen bei der Betrachtung auf gesamtstädtischer Ebene durch die zuvor beschriebenen Ausgleichsleistungen nicht mehr nachweisbar. Dies gilt nur unter der Annahme, dass keine weiteren großräumigen Entwicklungen im Osten Wiesbadens stattfinden, die durch Summation der stadtklimatischen Auswirkungen die Ausgleichsleistungen relevant schwächen.

Auch dieses Gutachten kommt zu dem Ergebnis, dass die Entwicklung unter den aktuell untersuchten Bedingungen aus stadtklimatischer Sicht weitergeführt werden kann.

---

<sup>15</sup> [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Klimaschutz/klimawandel\\_das\\_2\\_fortschrittsbericht\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimawandel_das_2_fortschrittsbericht_bf.pdf)

## 14. Haftungseinschränkung

Ausgehend von der vom Auftraggeber vorgegebenen Aufgabenstellung führt Weatherpark GmbH Meteorologische Forschung und Dienstleistungen (kurz: Weatherpark) Modellberechnungen und/oder Beurteilungen im Bereich der Meteorologie durch und erarbeitet so Lösungsvorschläge für den Auftraggeber. Weatherpark verpflichtet sich, im Rahmen dieser Tätigkeit die den Modellberechnungen und/oder Beurteilungen zugrunde gelegten tatsächlichen Gegebenheiten und meteorologischen Einflussfaktoren mit der gebotenen Sorgfalt zu ermitteln und/oder einzuschätzen und bei der Durchführung der Modellberechnungen und/oder Beurteilungen die Methoden anzuwenden, die dem Stand der Technik und der meteorologischen Wissenschaft entsprechen. Dessen ungeachtet sind aufgrund der Ergebnisse der Modellrechnungen und/oder der Beurteilungen nur meteorologische Prognosen möglich, wobei es dafür der Interpretation der Berechnungsergebnisse und/oder der Beurteilungsergebnisse durch Weatherpark selbst bedarf. Weatherpark kann daher nur die Haftung dafür übernehmen, dass sie die von ihr übernommenen Modellberechnungen und/oder Beurteilungen mit der gebotenen Sorgfalt erstellt und durchgeführt und dabei die dem Stand der Technik und der meteorologischen Wissenschaft entsprechenden Methoden angewendet hat. Jedoch entspricht es dem Wesen der Leistung von Weatherpark, dass eine Haftung dafür, dass die abgegebenen Prognosen auch eintreten, nicht übernommen werden kann.

Da den Modellberechnungen und/oder Beurteilungen teilweise auch Annahmen und Schätzungen zugrunde gelegt werden müssen, kann Weatherpark auch keine Haftung für Zwischenergebnisse der Berechnungen und/oder der Beurteilungen übernehmen. Im Übrigen bleibt es Weatherpark vorbehalten, eine Interpretation der Ergebnisse der Modellrechnungen und/oder der Beurteilungen vorzunehmen und so Lösungsvorschläge für den Auftraggeber zu erstellen; keinesfalls übernimmt Weatherpark eine Haftung für Schlussfolgerungen, die der Auftraggeber selbst oder Dritte aus den Berechnungsergebnissen und/oder Beurteilungsergebnissen ziehen.

Weatherpark übernimmt keine Haftung für die Richtigkeit von Daten und Auswertungen Dritter.