



# **KLIMAGUTACHTEN ERWEITERUNG GEWERBE- GEBIET MÖRFELDEN-OST, AM OBERWALDBERG**



Klimagutachten nach den VDI-Richtlinien der Reihe 3787  
im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens Nr. 54 der  
Stadt Mörfelden-Walldorf.

## **KLIMAGUTACHTEN - ERWEITERUNG GEWERBEGEBIET MÖRFELDEN-OST, AM OBERWALDBERG**

Auftraggeber: PEG Europa Real Estate GmbH  
Siemensstr. 6 in 63263 Neu-Isenburg

Auftragnehmer: INKEK GmbH  
Institut für Klima- und Energiekonzepte  
Schillerstraße 50 in 34253 Lohfelden

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Sebastian Kupski und B.Sc. Tom-Jonas Werner

Qualitätssicherung: Prof. Dr. Lutz Katzschner

Lohfelden, 21. Mai 2025



Sebastian Kupski, Dipl.-Ing./Stadtplaner-IngKH  
(geschäftsführender Gesellschafter)  
Anerkannter Beratender Meteorologe (DMG)

*Bei allen Bezeichnungen, die auf Personen bezogen sind, meint die gewählte Formulierung alle Geschlechter, auch wenn aus Gründen der leichteren Lesbarkeit und Verständlichkeit die männliche Form gewählt wurde.*

*Die Erstellung des Gutachtens erfolgte nach Stand der Technik sowie nach bestem Wissen und Gewissen. Klimatische Analysen und Wetterbedingungen unterliegen einer entsprechenden Variabilität, das tatsächliche Eintreten kann naturgemäß nicht sicher prognostiziert werden.*

## Inhalt

	Seite
1 Hintergrund und Aufgabenstellung .....	4
2 Untersuchungsgebiet .....	5
3 Bestandsaufnahme .....	6
4 Beschreibung des Planvorhabens .....	7
5 Nächtliche Kaltluft.....	8
5.1 Kaltluftabflussmodell KLAM_21.....	8
5.2 Regionale Einordnung.....	9
5.3 Kaltlufthöhe Gewerbegebiet Mörfelden-Ost.....	10
5.4 Kaltluftvolumenstrom.....	14
6 Thermische Bedingungen.....	18
6.1 Beschreibung Mikroklima / Bioklima .....	18
6.2 Stadtklimatische Bewertung über den thermischen Index PET.....	18
6.3 Planungsrelevanz .....	20
6.4 Eingangsdaten mikroklimatische Betrachtung .....	20
6.5 Ergebnisse Mikroklima.....	22
7 Schlussfolgerung .....	26
8 Quellen.....	28

## 1 Hintergrund und Aufgabenstellung

Die rechtliche Grundlage der Notwendigkeit stadtklimatischer Erhebungen im Planungsprozess, auch vor dem Hintergrund des projizierten globalen Klimawandels, stellt neben dem Raumordnungsrecht insbesondere das Baugesetzbuch (BauGB) dar. Gemäß BauGB § 1 Absatz 5 Satz 2 sollen Bauleitpläne u.a. dazu beitragen, eine menschenwürdige Umwelt zu sichern, sowie den Klimaschutz und die Klimaanpassung, speziell auch in der Stadtentwicklung, zu fördern. Gemäß BauGB § 1 Absatz 6 Ziffer 7 sind bei der Aufstellung von Bauleitplänen u. a. die Schutzgüter „Luft“ und „Klima“ zu berücksichtigen, entsprechend sollen Fachinformationen in Stadtklimakarten umgesetzt werden und durch daraus abgeleitete Planungshinweiskarten ergänzt werden.

Laut der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS, Fortschrittsbericht 2020) 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.

Das Gewerbegebiet „Am Oberwaldberg“ in Mörfelden soll im östlichen Bereich erweitert werden. Die Eingriffe werden direkte Auswirkungen auf das Gelände- und Lokalklima haben, so dass ein Klimagutachten durchzuführen ist. Die derzeitige, primär offenlandgeprägte Fläche, mit wenigen Feldgehölzen, soll bebaut werden, was direkte Auswirkungen auf die nächtliche Kaltluft haben wird. Zu klären ist, inwieweit eine Reduzierung der lokalen Belüftungsverhältnisse der vulnerablen Wohngebiete zu erwarten ist. Zusätzlich werden die thermischen Bedingungen (Hitze am Tag) für das Plangebiet und die direkt angrenzenden Flächen untersucht werden.

Für die Durchführung werden zwei Simulationsmodelle genutzt, um das nächtliche Kaltluftgeschehen und die thermischen Bedingungen am Tag korrekt abbilden zu können. Das methodische Vorgehen und die Ableitungen der klimatischen Wirkungen des Planentwurfs werden nach VDI 3787 Blatt 1, Blatt 2 und Blatt 5 durchgeführt.

## 2 Untersuchungsgebiet

Das Gewerbegebiet „Am Oberwaldberg“ befindet sich westlich der BAB 5 im Osten der Teilstadt Mörfelden. Auf der östlichen Teilfläche des als Gewerbegebiet gewidmeten Gebietes soll eine Erweiterung stattfinden.

Die Lage des Untersuchungsgebietes ist in Abbildung 1 dargestellt. Die Erweiterungsfläche von ca. 16 ha erstreckt sich nördlich der B486 (Langener Straße) zwischen bestehendem Gewerbegebiet und dem östlichen Oberwaldberg.

Als Bestand wird der derzeitige Bebauungsplan Nr. 44 „Erweiterung Gewerbegebiet Mörfelden-Ost, Teil Süd“ als vollständig entwickelt angenommen.

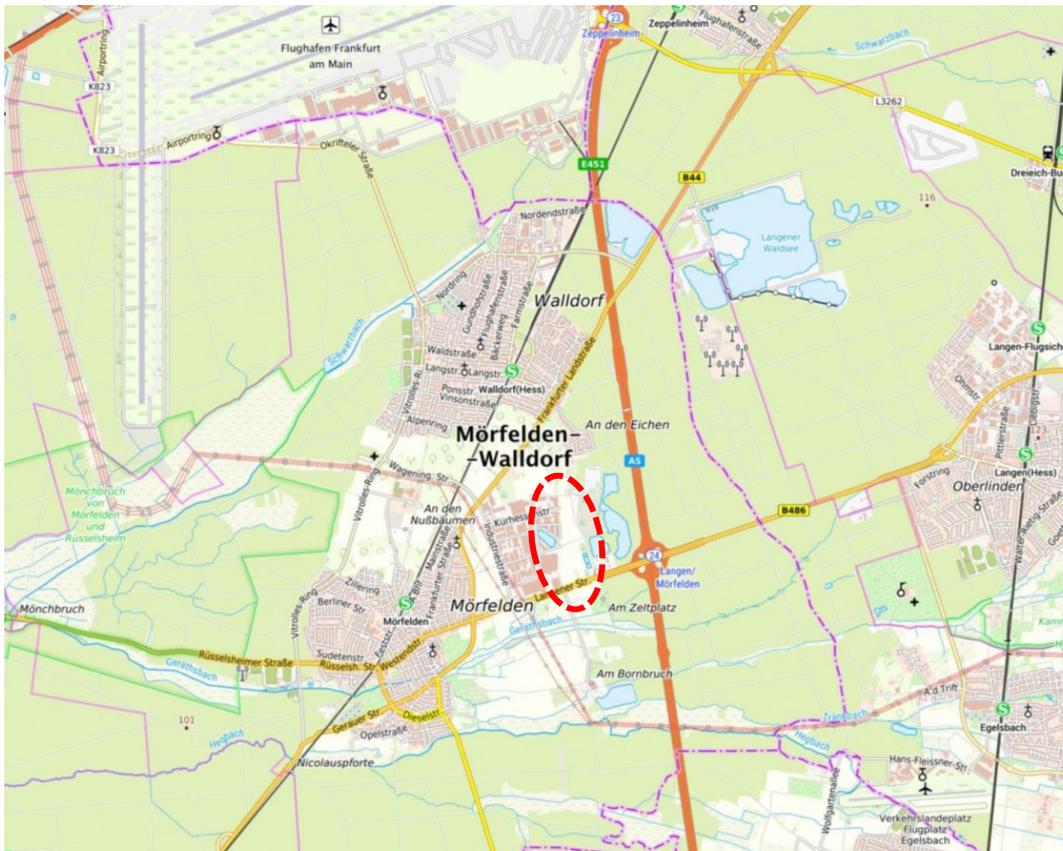


Abbildung 1: Übersichtskarte mit Markierung (rote Punktlinie) des Untersuchungsgebietes, ohne Maßstab (Topoplus, BKG).

### 3 Bestandsaufnahme

Laut Planungshinweiskarte Kreis Groß-Gerau (2024) wird das Plangebiet als Ausgleichsraum mit hoher Bedeutung eingestuft. Diese Zuordnung kann in diesem Detailgutachten nicht weiter überprüft werden und gilt als Anlass der Durchführung der vertiefenden Untersuchungen. Vor allem der Kaltluftvolumenstrom hat in diesem Bereich eine hohe Mächtigkeit und damit ein hohes Ausgleichspotenzial (siehe Abbildung 2). Daher ist es wichtig, die gelände- und siedlungsklimatische Wirkung einer baulichen Entwicklung zu analysieren und ggf. Handlungsempfehlungen und Maßnahmen zur klimatischen Optimierung der aktuellen Planung zu formulieren.

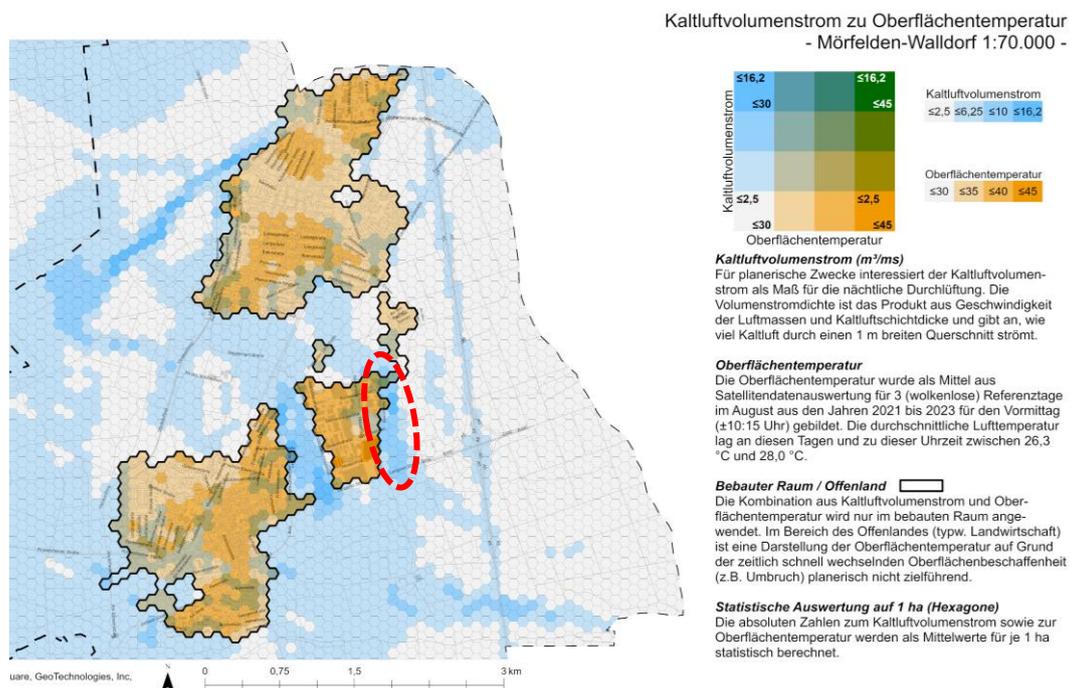


Abbildung 2: Ausschnitt aus der „Kaltluftvolumenstrom zu Oberflächentemperatur“ Karte Mörfelden-Walldorf 2024 mit markiertem Untersuchungsgebiet

Aufgrund der unmittelbaren Nähe zum bereits bebauten Gewerbegebiet und im weiteren Verlauf in Richtung Norden sowie in Richtung Wohnbebauung der Teilstadt Walldorfs, kommt der nächtlichen Kaltluft und damit dem Kaltluftvolumenstrom eine besondere Bedeutung zu. Dies wird weiter gestärkt, da sich im Zuge des projizierten Klimawandels vor allem dicht bebaute und hochversiegelte Bereiche deutlich stärker erwärmen werden als naturnahe Flächen. Daraus folgt eine Steigerung der Bedeutung dieser Klimafunktion in den kommenden Dekaden.

## 4 Beschreibung des Planvorhabens

In der Bestandsaufnahme in Kapitel 3 wird die Wirksamkeit des lokalen Kaltluftabflusses und die Funktion der Fläche beschrieben. Dies wird durch eine potenzielle Bebauung stark beeinflusst, so dass die Aufgabe der Planung eine möglichst sensible Entwicklung hinsichtlich des lokalen Luftaustauschs und der thermischen Belastung am Tag sein sollte.

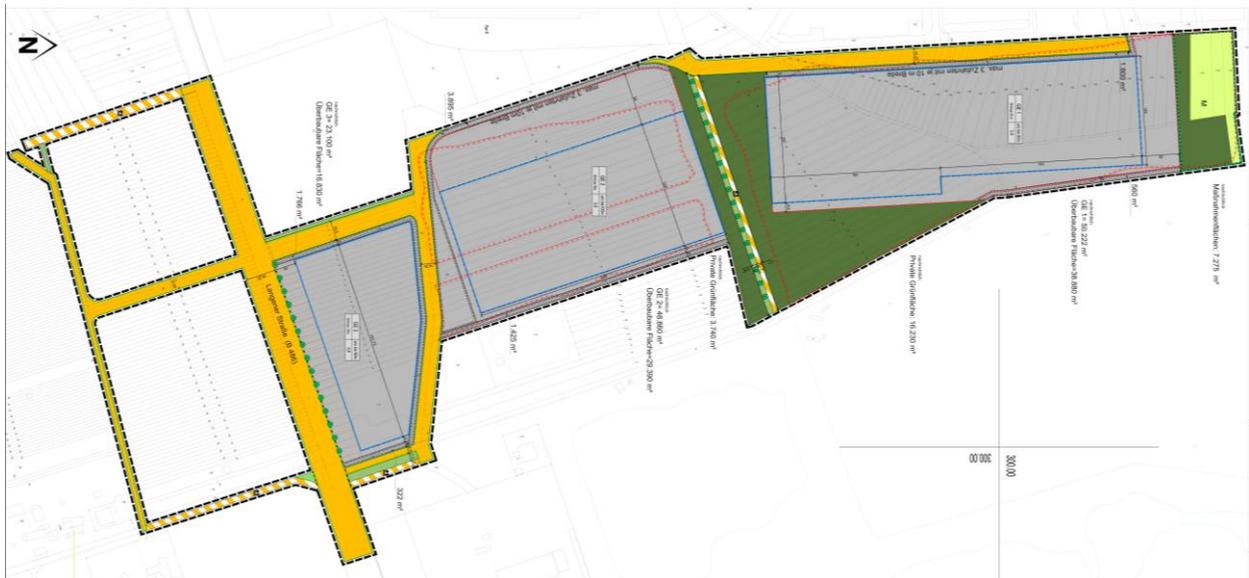


Abbildung 3: Ausschnitt Vorentwurf Bebauungsplan Nr. 54, Stadt Mörfelden-Walldorf, Stand 13.03.2024

Die vorgesehene Entwicklung sieht drei Baufelder in Süd-Nord-Richtung vor, untergliedert in GE1, GE2 und GE3 vor. Für die Untersuchungen wurde eine maximale Bebauung gewählt, mit der Ost-West-Grünverbindung zum Tränkweiher.

Kritisch zu prüfen ist in Hinsicht der nächtlichen Belüftung die Barrierewirkung dieser Bauwerke. Die Veränderung des Freiraums mit versiegelten Flächen und einer Neuorganisation der Begrünung muss hinsichtlich der thermischen Belastung am Tag bewertet werden.

## 5 Nächtliche Kaltluft

Die Berücksichtigung von Kaltluftsystemen in der Stadtplanung ist relevant, da bei windschwachen, wolkenarmen sommerlichen Wetterlagen potenziell die nächtliche Abkühlung von bebauten Gebieten und damit die Erholung der Bevölkerung vor allem während Hitzeperioden verbessert werden kann. Dementsprechend ist es wichtig, die positive Wirkung der Kaltluft bei Planungen zu berücksichtigen und aufrechtzuerhalten bzw. negative Auswirkungen auf das Kaltluftsystem zu minimieren.

Computergestützte Simulationen des Kaltluftgeschehens können die Bedingungen im Bestand und nach einem Planungsprozess darstellen. Dadurch sind Vorher-Nachher-Vergleiche quantifizierbar. Die Entstehung und der Abfluss von nächtlicher Kaltluft wurden mit dem Kaltluftmodell KLAM\_21 simuliert.

### 5.1 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 im komplexen Gelände.

Anschließend können die Modellergebnisse für planerische oder bioklimatische Fragestellungen interpretiert werden, wie z.B. der Verlauf von Kaltluftbahnen, der Einwirkbereich der Kaltluft und somit der Einfluss auf die Wärmebelastung etc.

Für die Simulationen wird eine neutral geschichtete, trockene und ruhende Atmosphäre ohne Regionalwind angenommen. Die Rate der Kälteproduktion ist konstant und von der Landnutzung / Bebauung abhängig. Hindernisse (etwa in Form von Baukörpern) sind explizit in den Detailuntersuchungen berücksichtigt.

Als Kaltluft bezeichnet man ein Luftpaket, welches in Relation zur Umgebung geringere Lufttemperaturen aufweist. Methodik und Bewertung richten sich nach der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 5 (Lokale Kaltluft).

Als Input-Daten wurden die Geländehöhe, die Landnutzung und alle Einzelgebäude in einem 3x3 m Gitter aufbereitet (siehe Abbildung 4). Die Simulation des lokalen Kaltluftgeschehens beginnt nach Sonnenuntergang und wird eine gesamte Nacht betrieben. Die ausgewerteten Zeitpunkte in diesem Gutachten sind 2, 4 und 6 Stunden nach Sonnenuntergang.

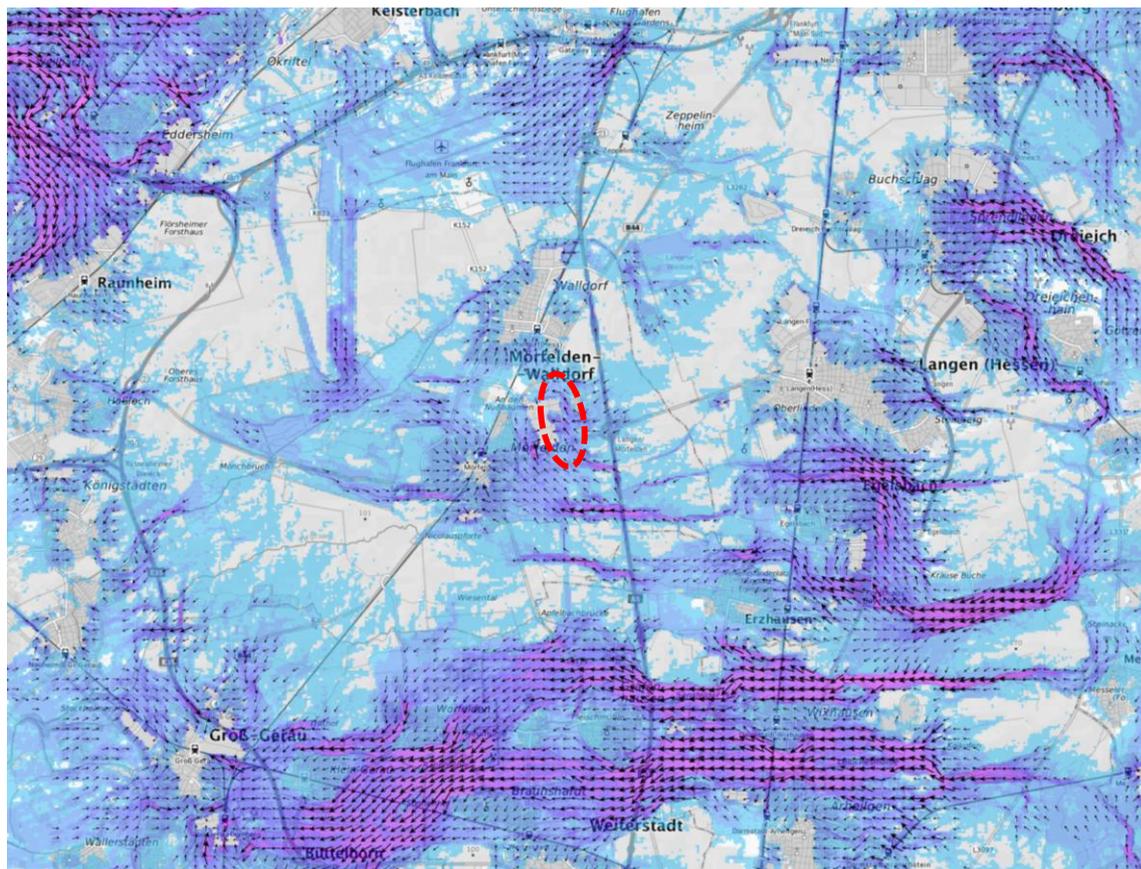


Abbildung 4: Simulationsgebiet KLAM\_21 mit dargestellter Flächennutzung und Gebäudestruktur, geplante Neubauten in Rot dargestellt

## 5.2 Regionale Einordnung

Da der untersuchte Raum im übergeordneten Regionalklima eingebettet ist, wird zunächst die regionale Ersteinordnung vorgenommen. Dazu werden Daten einer Kaltluftanalyse herangezogen, die in einer 40 m Rasterauflösung vorliegen. Hierbei werden kleinere Strukturen und Details aufgrund der Betrachtungshöhe nicht berücksichtigt, diese Darstellung hilft jedoch bei der Einordnung im Raum und zur Kontrolle, ob die Detailergebnisse der vertiefenden Simulationen plausibel sind.

Die Ergebnisse in Abbildung 4 zeigen den nächtlichen Kaltluftvolumenstrom im gesamten Südhessen nach 3 Stunden. Als wichtige Flächen für die Kaltluftversorgung des Plangebietes stellt sich der südliche Bereich dar. Hier wird ein hoher Kaltluftvolumenstrom erzeugt, der aus Richtung Osten (Egelsbach) gespeist wird.



Kaltluftvolumenstrom nach 3 Stunden

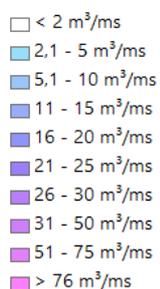


Abbildung 5: Ausschnitt aus dem regionalen Kaltluftabfluss Südhessen mit markiertem Plangebiet

### 5.3 Kaltfluthöhe Gewerbegebiet Mörfelden-Ost

Die Abbildungen 6 – 11 zeigen die Kaltfluthöhe (Schichtdicke der Kaltluft in m über Grund). Am Beginn des Kaltluftstroms beträgt die Höhe der Kaltluft nicht mehr als wenige Meter. Eine ausgeprägte Strömung kann mehrere Dekameter erreichen. Dargestellt ist zunächst der Bestand (Abbildungen 6-8) und anschließend die Planung (Abbildungen 9-11).

**Kaltlufthöhe Bestand**

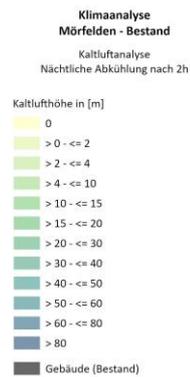


Abbildung 6: Kaltlufthöhe Bestand, 2 Stunden nach Sonnenuntergang

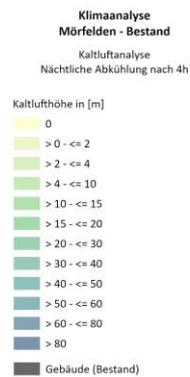


Abbildung 7: Kaltlufthöhe Bestand, 4 Stunden nach Sonnenuntergang

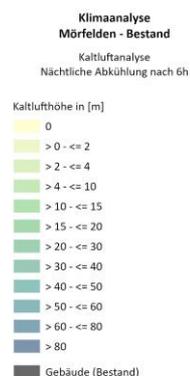


Abbildung 8: Kaltlufthöhe Bestand, 6 Stunden nach Sonnenuntergang

**Kaltlufthöhe Planung**



Abbildung 9: Kaltlufthöhe Planung, 2 Stunden nach Sonnenuntergang



Abbildung 10: Kaltlufthöhe Planung, 4 Stunden nach Sonnenuntergang



Abbildung 11: Kaltlufthöhe Planung, 6 Stunden nach Sonnenuntergang

## Differenzkarte Kaltlufthöhe Planung <> Bestand nach 4 Stunden

Die unterschiedlichen Zeitpunkte der Kaltlufthöhe in den einzelnen Karten zeigen den Verlauf der Nacht, jeweils getrennt in den beiden Varianten Bestand und Planung. Um die Auswirkungen der Planung auf die Kaltlufthöhe quantifizieren zu können wurde in Abbildung 12 eine Differenzkarte erstellt. Als Zeitpunkt dieses Vergleichs wurde die Situation vier Stunden nach Sonnenuntergang gewählt.

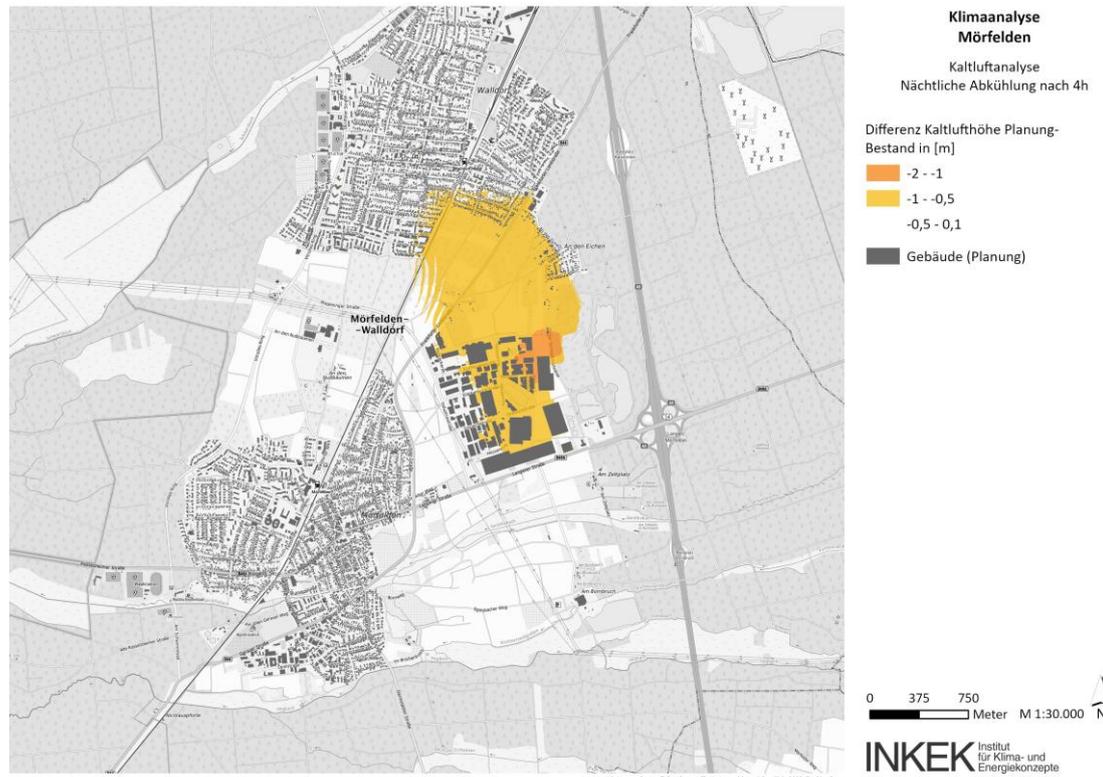


Abbildung 12: Differenz der Kaltlufthöhe Planung <> Bestand, 4 Stunden nach Sonnenuntergang

Die Differenz der Kaltlufthöhe beträgt bis zu zwei Meter. Bei Umsetzung der Planung findet somit eine Reduzierung der Kaltlufthöhe um diesen Wert statt. Dabei ist der Ort entscheidend, wo diese Verringerung der Kaltlufthöhe analysiert wurde. Der größte Einfluss, bzw. die stärkste Reduzierung erfolgt erwartungsgemäß vor Ort und in der direkten Umgebung des Eingriffs. Durch die neuen Gebäude finden im Nahbereich (orangene Färbung) die größten Auswirkungen statt. Die gelben Flächen sind die Bereiche, auf denen mit einer Abnahme der Kaltlufthöhe zwischen 0,5 – 1 m auszugehen ist. Bereiche unterhalb eines halben Meters werden bei diesen Auswertungen aufgrund der Unschärfe eines Computermodells ausgeblendet.

Bei dem Parameter der Kaltlufthöhe ist somit eine flächenhafte Reduzierung auf der nördlich angrenzenden unbebauten Fläche in Richtung Walldorf sowie dessen erste Baureihen und dem Gewerbegebiet „Am Oberwaldweg“ zu verzeichnen. Die größten Auswirkungen finden im direkten Umfeld der Neubauten, auf dem Plangebiet selbst statt. In Relation gesetzt, findet eine Reduzierung von etwa 15 – 20 m auf 13 – 18 m statt.

## 5.4 Kaltluftvolumenstrom

Im Unterschied zu den bisher vorgestellten Darstellungen, die die Kaltlufthöhe zu den einzelnen Zeitpunkten bzw. in der Differenzbetrachtung zeigen, erfolgt hier eine Betrachtung des Kaltluftvolumenstroms über die gesamte Höhe der Kaltluftschicht an einem Ort hinweg. Der Kaltluftvolumenstrom ist das Produkt aus Geschwindigkeit und Kaltlufthöhe 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-Richtlinie 3787 Blatt 5).

Die dargestellten Vektoren (Pfeilrichtung) und Farbwerte (Kaltluftvolumenstrom in  $\text{m}^3/\text{ms}$ ) entsprechen damit der über die Höhe der Kaltluftschicht integrierten Strömungsgeschwindigkeit pro Querschnittsfläche. Der Kaltluftvolumenstrom bestimmt das Durchlüftungspotential und die Wertigkeit der sogenannten Kaltluftbahnen. Durch die Richtungskomponente kann zudem die Fließrichtung und der Wirkungsbereich bestimmt werden.

Die Abbildungen 13 – 18 zeigen den Kaltluftvolumenstrom. Dargestellt ist zunächst der Bestand (Abbildungen 13 - 15) und anschließend die Planung (Abbildungen 16 - 18).

**Kaltluftvolumenstrom Bestand**

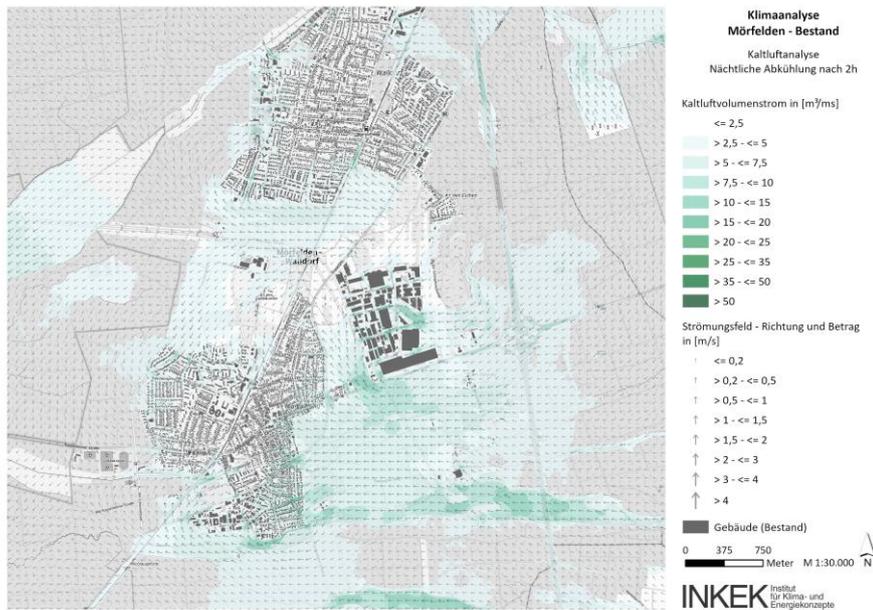


Abbildung 13: Kaltluftvolumenstrom, Bestand, 2 Stunden nach Sonnenuntergang

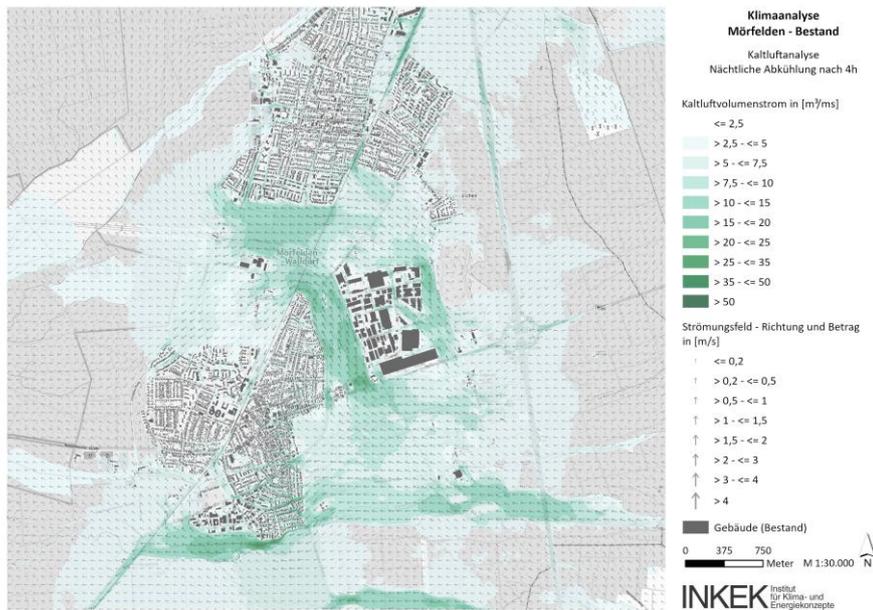


Abbildung 14: Kaltluftvolumenstrom, Bestand, 4 Stunden nach Sonnenuntergang

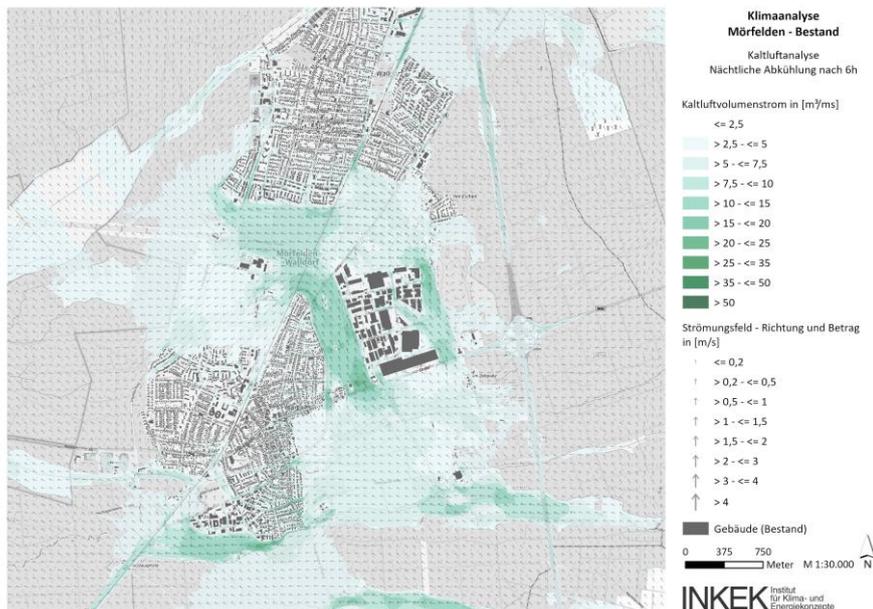


Abbildung 15: Kaltluftvolumenstrom, Bestand, 6 Stunden nach Sonnenuntergang

**Kaltluftvolumenstrom Planung**

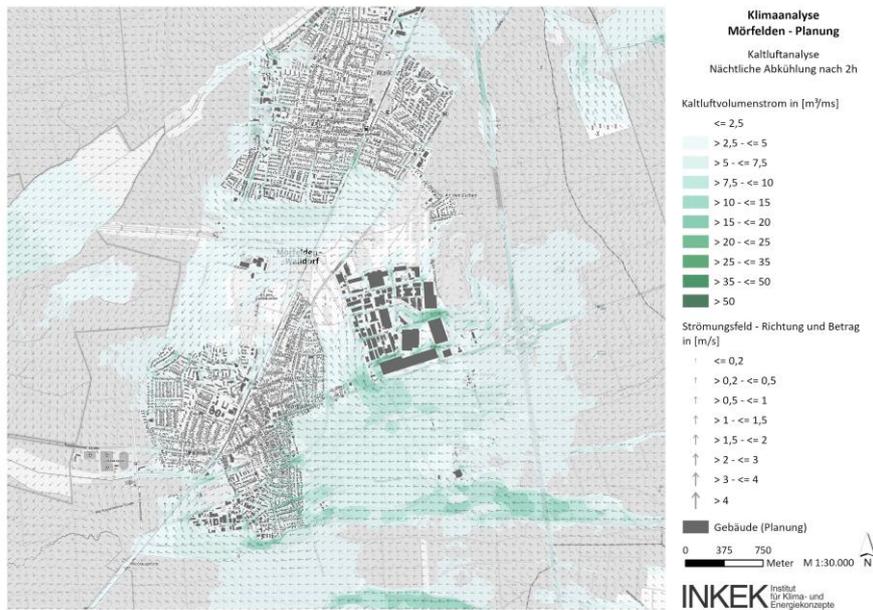


Abbildung 16: Kaltluftvolumenstrom, Planung, 2 Stunden nach Sonnenuntergang

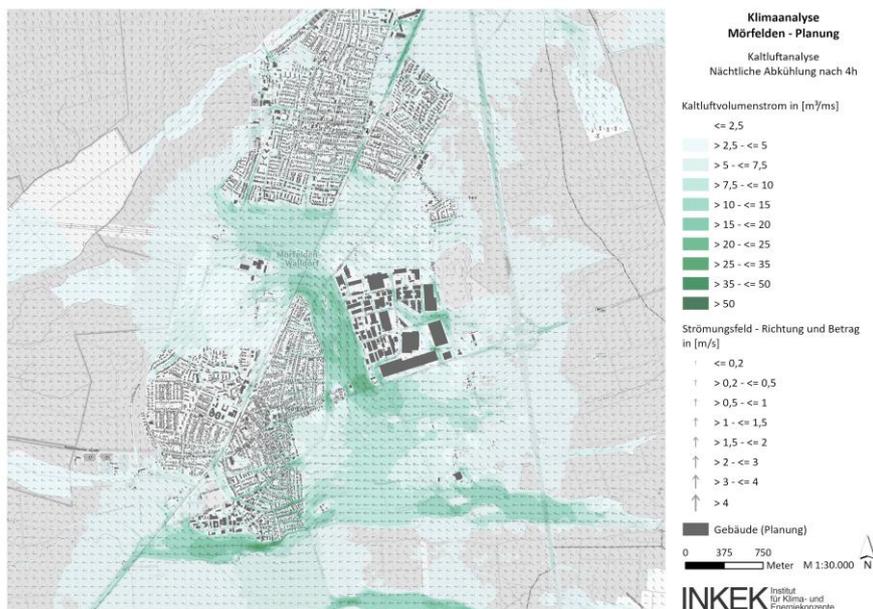


Abbildung 17: Kaltluftvolumenstrom, Planung, 4 Stunden nach Sonnenuntergang

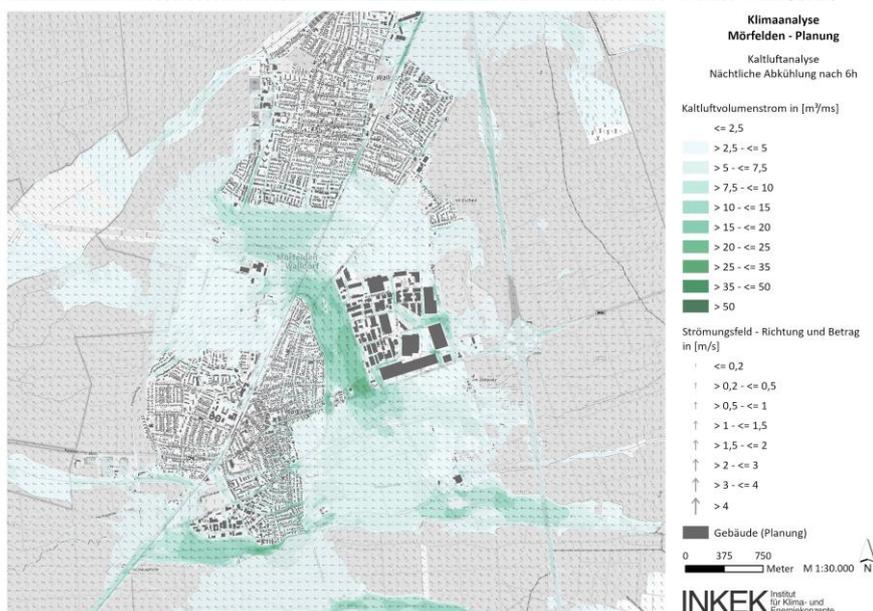


Abbildung 18: Kaltluftvolumenstrom, Planung, 6 Stunden nach Sonnenuntergang

### Differenzkarte Kaltluflhöhe Planung <> Bestand nach 4 Stunden

Analog zu dem Vergleich der Kaltluflhöhe wurden die Auswirkungen der Planung auf den Kaltluftvolumenstrom ebenfalls quantifiziert und in Abbildung 19 dargestellt. Als Zeitpunkt dieses Vergleichs wurde analog zur Auswertung der Kaltluflhöhe die Situation vier Stunden nach Sonnenuntergang gewählt.

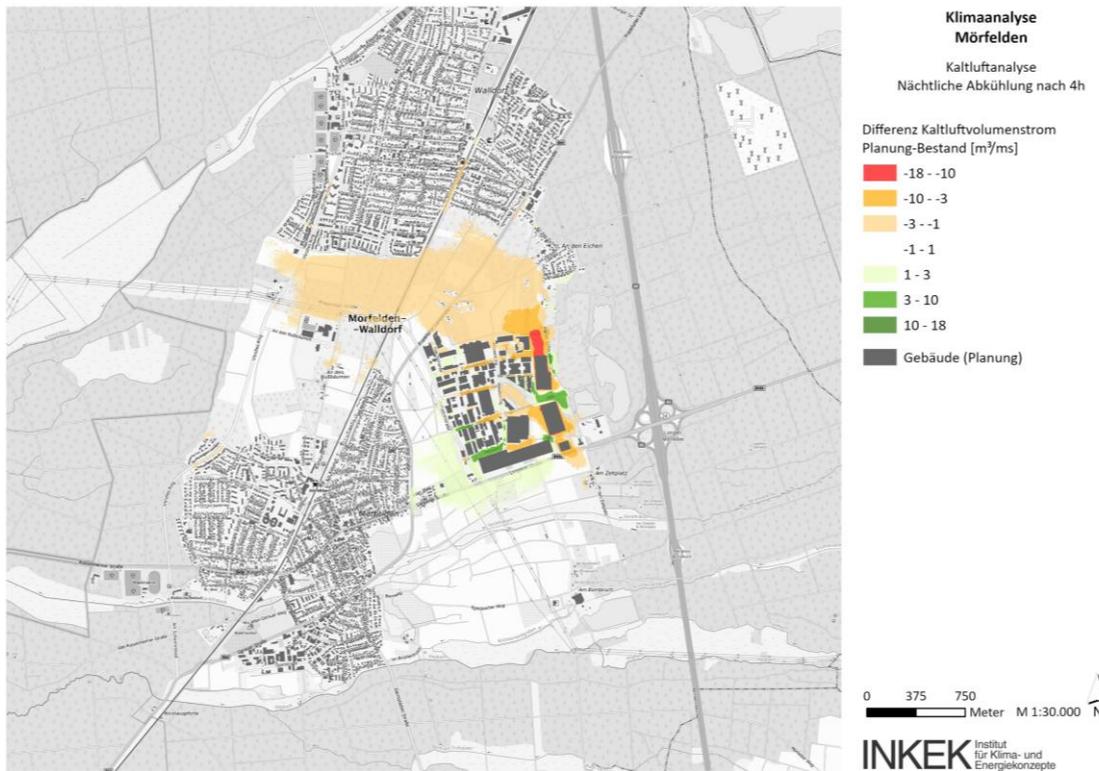


Abbildung 19: Differenz Kaltluftvolumenstrom Planung <> Bestand, 4 Stunden nach Sonnenuntergang

Die Differenzspanne des Kaltluftvolumenstroms beträgt 18 bis  $-18 \text{ m}^3/\text{ms}$ , was durch die Heterogenität dieses Parameters zu erklären ist. Da es sich um ein Produkt aus Kaltluflhöhe und Strömungsgeschwindigkeit handelt, variieren die Werte sehr viel deutlicher. Wichtig ist die Verortung der Auswirkungen.

Bei Umsetzung der Planung findet somit eine Reduzierung des Kaltluftvolumens im Lee der Neubauten und im nördlich angrenzenden Bereich des Gewerbegebietes statt. Dies wird durch die Anströmrichtung verursacht. Die größte Reduzierung ist erneut im direkten Umfeld der Neubauten zu verzeichnen. Da in diesem Bereich die Kaltluflhöhe am stärksten abnimmt und die Windgeschwindigkeit im Windschatten der Bauwerke auch sehr gering ist, findet hier eine Reduzierung von bis zu  $18 \text{ m}^3/\text{ms}$  auf nahezu null statt.

Durch die geplanten Hallen finden allerdings auch Umlenkungs- und lokale Beschleunigungseffekte statt. Da die Kaltluft dynamisch in das Gebiet fließt, wählt sie neue Bahnen, wenn Hindernisse der Fließrichtung entgegenstehen. Dies führt neben der Reduzierung zu einer Verstärkung des Kaltluftvolumenstroms an anderen Orten. Somit sind die Bereiche mit einem Zuwachs von bis zu  $18 \text{ m}^3/\text{ms}$  zu erklären. Der südliche Durchlass der nördlichen Halle hin zu dem Tränkweiher im Gewerbegebiet ist ein entsprechendes Beispiel.

## 6 Thermische Bedingungen

Bei dem vorgestellten Parameter der Kaltluft handelt es sich um ein nächtliches Phänomen. Neben der Nachtsituation ist, vor allem im Zuge des projizierten Klimawandels, die Tagsituation und die damit verbundene Hitzebelastung ebenfalls wichtig zu beleuchten. Aus diesem Grund wurden die thermischen Bedingungen am Tag mit einem weiteren Computermodell im dreidimensionalen Raum untersucht. Für die Mikroklimaanalyse wird das nicht-hydrostatische, dreidimensionale Stadtklimamodell ENVI-met (aktuelle Pro-Version) eingesetzt, um die klimatischen Auswirkungen zu simulieren.

### 6.1 Beschreibung Mikroklima / Bioklima

Für eine planerische Bewertung ist die physiologisch äquivalente Temperatur (PET) (vgl. Höppe, 1999) von besonderer Bedeutung, da hier die Einflussgrößen auch getrennt betrachtet werden können, und somit die Auswirkungen planerischer Maßnahmen direkt ablesbar werden. Die physiologisch äquivalente Temperatur wird als Funktion von der mittleren Strahlungstemperatur, der Windgeschwindigkeit, der Lufttemperatur und des Wasserdampfdrucks [ $PET = f(t_{mrt}, v, e, t_a)$ ], basierend auf dem sogenannten Norm-Menschen, berechnet.

### 6.2 Stadtklimatische Bewertung über den thermischen Index PET

Die biometeorologische Kenngröße PET (physiologisch äquivalente Temperatur) beschreibt unter Berücksichtigung der thermophysiologicalen Zusammenhänge das thermische Empfinden des Menschen (Brandenburg und Matzarakis, 2007). Sie ist somit eine physikalische Kenngröße für das Wohlbefinden, das vom thermischen Wirkungskomplex abhängig ist (siehe Abbildung). Neutralität herrscht dann, wenn so viel Wärme vom menschlichen Körper aufgenommen wird, wie auch wieder abgegeben wird (Gleichgewichtszustand).



Abbildung 20: Bioklimatische Bedingungen im Außenraum

Für eine planerische Bewertung ist die PET von besonderer Bedeutung. Um die Auswirkungen planerischer Maßnahmen zu bestimmen, können die zusammenwirkenden Parameter auch getrennt betrachtet werden.

Die mittlere Strahlungstemperatur ( $t_{mrt}$ ) (mean radiant temperature) stellt die langwelligigen und kurzwelligigen Strahlungsflüsse aus den vier Himmelsrichtungen, sowie von oben und unten, die auf den Menschen einwirken, zusammengefasst als eine Temperatur, dar. Sie hat den größten Einfluss auf das thermische Empfinden. Hauptfaktor ist die direkte Sonnenstrahlung, die schnell zum Hitzestress an heißen Sommertagen führen kann. Zusätzlich werden sowohl diffuse und reflektierte Strahlungsflüsse von der Umgebung als auch die langwelligigen horizontalen Strahlungsflüsse mit aufgenommen. Über die Erhebung der mittleren Strahlungstemperatur können die Effekte der bebauten Umwelt (Beton, Asphalt etc.) in ihren Auswirkungen quantitativ analysiert werden.

Im oben beschriebenen Modellansatz können die Strahlungsflüsse auch als separater Parameter dargestellt werden, wodurch sich Baumaterialien über ihre Speicherung und ihren Reflexionsgrad (Albedo) in ihrer Wirkung auf den Wärmehaushalt des Menschen bewerten lassen.

Um Fehlinterpretationen vorzubeugen, werden die PET-Werte (angegeben in °C) in Abhängigkeit des Stressniveaus des Menschen in die Kategorien der Tabelle 1 eingeordnet.

Dabei kommen dem Wohlbefinden und der menschlichen Gesundheit eine besondere Bedeutung zu. Thermische Belastung in Form von Hitze belastet den Organismus, erhöht den Hitzestress und ist auch für eine Erhöhung der Morbiditäts- und Mortalitätsraten, insbesondere von älteren Menschen und Menschen mit Vorerkrankungen, verantwortlich.

Tabelle 1: Bereiche von Hitzestress in Abhängigkeit des Bewertungsindex PET (Katzschner et al. 2010)

PET (°C)	subjektives Empfinden	Stressniveau
> 42	sehr heiß	extremer Hitzestress
35 – 41	heiß	starker Hitzestress
29 – 34	sehr warm	moderater Hitzestress
25 – 28	warm	schwacher Hitzestress
18 – 24	neutral	kein thermischer Stress
13 – 17	kühl	schwacher Kältestress
< 13	kalt	Kältestress

Die Windgeschwindigkeit ist ein weiterer wichtiger Parameter, da die Ventilation die Wärmeflüsse des menschlichen Körpers mitbestimmt. Zudem kann über höhere Windgeschwindigkeiten die thermische Belastung reduziert werden.

### 6.3 Planungsrelevanz

Wie bereits aufgeführt, werden die Stadträume primär hinsichtlich heißer, sommerlicher Tage bewertet. Während der Tageslichtstunden tritt die größte Hitzebelastung für Bewohner und Bewohnerinnen im städtischen Freiraum auf. Im Sommer dominiert die Anzahl der Tageslichtstunden gegenüber den Nachtstunden. Für Frühjahr und Herbst gelten jeweils die entsprechenden Abstufungen und Verteilungen der PET-Karten der Sommersimulationen, allerdings auf einem niedrigeren Niveau. Durch den veränderten Sonneneinfallswinkel fallen die Schattenbereiche größer aus, so dass hitzestressgefährdete Bereiche quantitativ kleiner werden und die weiteren Abstufungen sich anteilig vergrößern. So können Räume, die im Sommer als belastet gelten, in anderen Jahreszeiten als angenehm empfunden werden.

### 6.4 Eingangsdaten mikroklimatische Betrachtung

Dem Modell stehen materialspezifische Eingangsdaten zur Verfügung. Um eine möglichst realistische Simulation durchführen zu können, wurden die real vorhandenen Materialien für das Untersuchungsgebiet ausgewählt und im Modell nachgebildet.

Für den Bodentyp wurde ein standardisiertes Bodenprofil gewählt. Typischerweise wird für große Straßen dunkler Asphalt verwendet, für die übrigen Fahrwege graue Betonbeläge und für die Gehwege und Plätze helleres graues Pflaster.

Bestandsgebäude wurden nachgebildet, Rasenflächen wurden als 5 cm hohes Gras modelliert. Bäume wurden je nach Größe in zwei unterschiedliche Kategorien unterteilt (siehe Tabelle 2):

Tabelle 2: Baumkategorien für die Modellierung

<i>Baumkategorie</i>	<i>Höhe</i>	<i>Kronenbreite</i>
<b>1</b>	10 m	2 m
<b>2</b>	20 m	11m

### **Initialisierung**

Um eine hohe solare Einstrahlung zu simulieren, wurde ein wolkenloser Sommertag (21. Juni) gewählt. Für die Initialisierung wurde eine Lufttemperatur von 18° C um 7 Uhr abgeleitet. Windrichtung und -geschwindigkeit wurden für eine charakteristische Sommerlage mit einer Anströmung aus 170° festgelegt, um eine besonders sensible Situation als Prüfung der Planung abzubilden.

## Modellaufbau

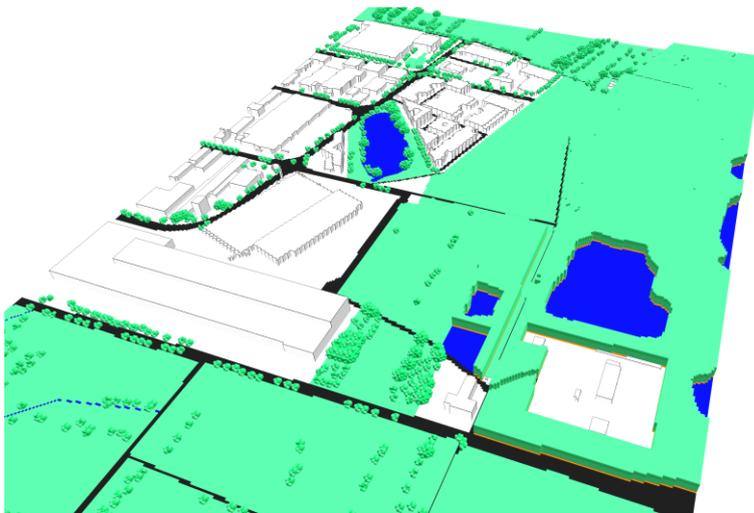


Abbildung 21: Modellaufbau Bestand

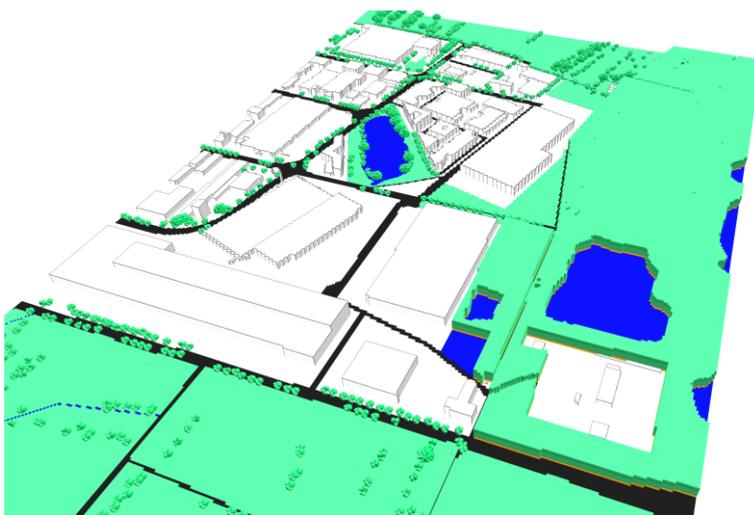


Abbildung 22: Modellaufbau Planung

## 6.5 Ergebnisse Mikroklima

Simuliert wurde eine sommerliche Hochdruckwetterlage, die durch niedrige Windgeschwindigkeiten in der Nacht, mittleren Windgeschwindigkeiten am Tag und mit hohen Lufttemperaturen am frühen Nachmittag gekennzeichnet ist.

Die folgenden Abbildungen 23 bis 26 zeigen das Windfeld am Tag sowie die thermische Belastung, ausgedrückt als PET im Tagesverlauf zwischen 10 – 18 Uhr MESZ. Die Gebäude sind als graue Flächen dargestellt. Die Vegetation wurde ausgeblendet.

### Windfeld

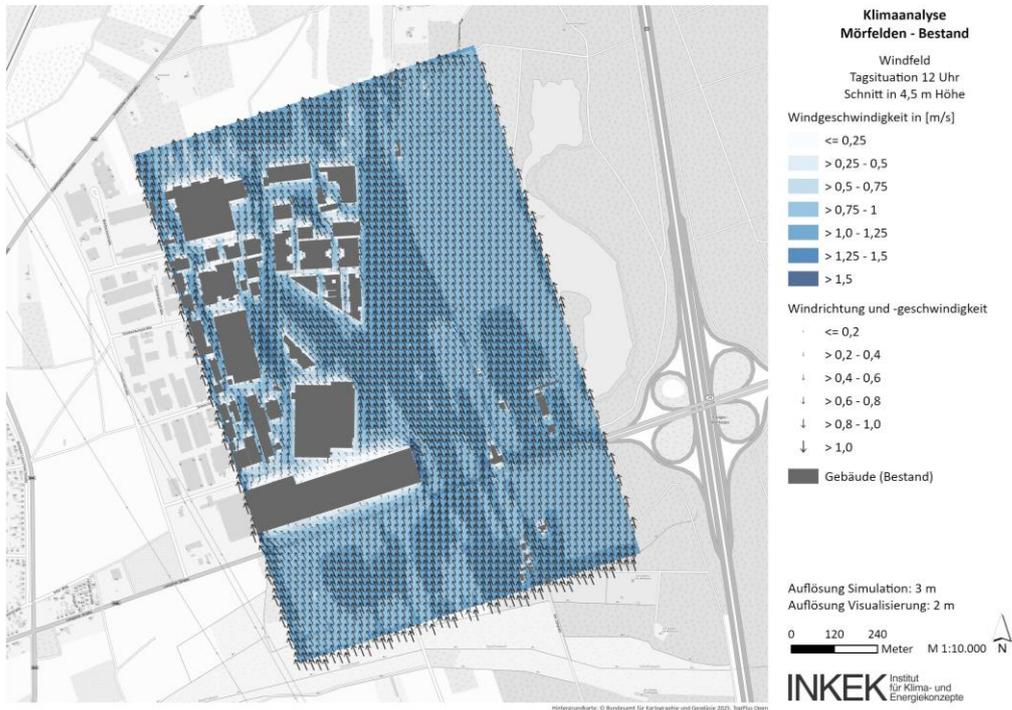


Abbildung 23: Windfeld Tag, Bestand

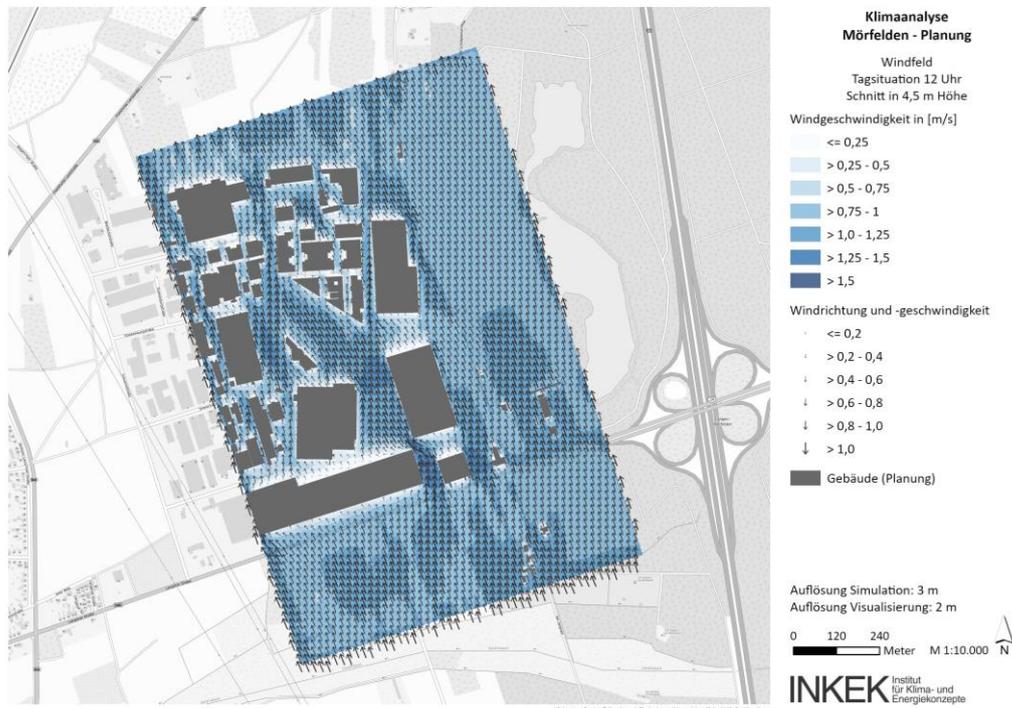


Abbildung 24: Windfeld Tag, Planung

### Thermische Belastung

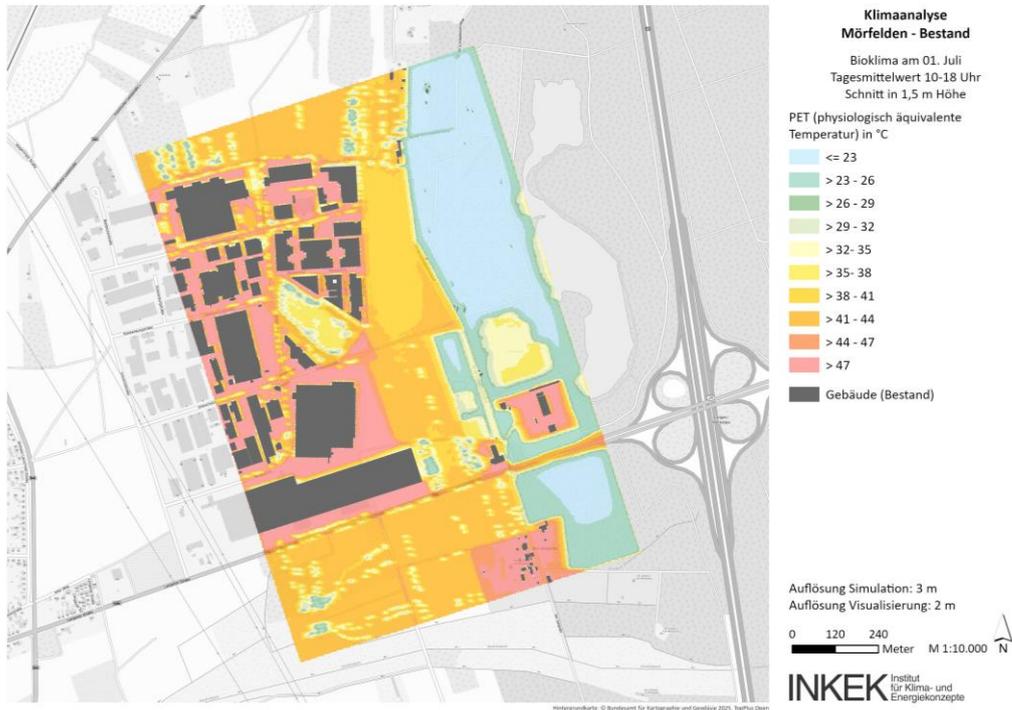


Abbildung 25: PET Tagesmittel, Bestand

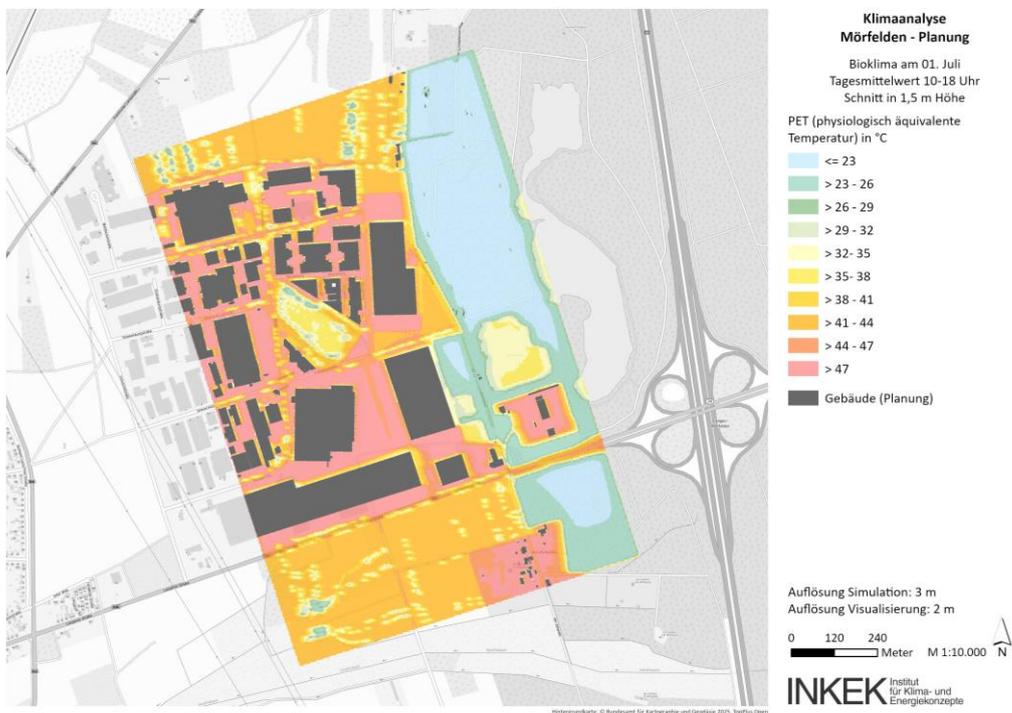


Abbildung 26: PET Tagesmittel, Planung

Die nächtliche Belüftung wurde umfangreich durch die Kaltluftanalyse (Kapitel 5) beschrieben, so dass bei der Mikroklimasimulation das Windfeld am Tag detailliert ausgewertet wurde, da die Windbewegung große Auswirkungen auf die thermischen Bedingungen ausmacht. In Abbildung 23 und 24 werden die Windfelder bei einer Anströmung aus 170° dargestellt. Der anströmende Wind ist in der Lage Hindernisse zu um- und überströmen, was durch lokal unterschiedliche Windgeschwindigkeiten ersichtlich ist. Im Lee der Gebäude und im Lee der Planung zeigt sich, dass schon sehr bald „nach“ einem Hindernis das Windfeld wieder bodentief durchgreifen kann. Dies ist vor allem im nördlichen Bereich der Plangebäude ersichtlich. Im direkten Vergleich zum Bestand regeneriert sich das Windfeld schon nach wenigen Dekametern.

Da das Plangebiet und das direkt angrenzende Gewerbegebiet durch die Planung nicht zusätzlichen Hitzestress erfahren sollen, wurden die thermischen Analysen in Form der PET-Karten im Tagesmittel angefertigt. Die Abbildungen 25 und 26 zeigen jeweils die Ergebnisse auf den Freiflächen des untersuchten Gebietes. Schon im Bestand dominieren die orangefarbenen bis roten Bereiche. Dies wird durch den typisch hohen Versiegelungsgrad eines Gewerbegebietes verursacht. Zusammen mit einem geringen Vegetationsvolumen entstehen großflächige Lasträume. Aber auch die angrenzenden Freiflächen sind an heißen Sommertagen durch den fehlenden Schatten durch hohe Temperaturen geprägt, so dass die offenlandgeprägten Flächen, die mit wenigen Feldgehölzen ausgestattet sind, keine relevante Ausgleichsfunktion für den Bestand übernimmt. Positiv tritt der Tränkweiher mit der umgebenden Vegetation als Ausgleichsraum hervor.

Durch den Eingriff verändern sich die thermischen Bedingungen auf dem Plangrundstück, da versiegelte Flächen ungünstig sind und die lokale Reduzierung der Windgeschwindigkeit die kühlende Wirkung nicht mehr übernehmen kann. Die Auswirkungen auf die angrenzenden Flächen sind am Tag allerdings nicht relevant. Es sind keine Summationseffekte zu erwarten, die zu einer merklichen Steigerung der Hitzebelastung führen werden. Dies trifft bei den aktuellen klimatischen Bedingungen zu. Zu bedenken sind jedoch auch die zukünftigen Entwicklungen. Daher wird dringend empfohlen, die in Kapitel 7 formulierten Planungshinweise zu prüfen und umzusetzen.

## 7 Schlussfolgerung

Laut der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS, Fortschrittsbericht 2020) 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.

Ziel dieses Gutachten ist die Bewertung der gelände- und siedlungsklimatischen Auswirkungen bei Umsetzung der geplanten Erweiterung des Gewerbegebiets Mörfelden-Ost. Dabei wurden folgende klimatische Themen betrachtet:

- Nächtliches Kaltluftgeschehen (Kapitel 5)
- Thermische Belastung am Tag (Kapitel 6)

Ergebnisse der Analyse und Planungshinweise

### **Kaltluft (großräumig)**

Die mesoklimatischen Rahmenbedingungen werden maßgeblich vom regionalen Kaltluftabfluss bestimmt. Die Analysen haben gezeigt, dass durch die Erweiterung des Gewerbegebietes in Form von neuen Hallen und versiegelten Bereichen eine deutliche Auswirkung auf das Kaltluftgeschehen ausgehen wird. Die ehemals kaltluftproduzierende Fläche wird bebaut und verliert dadurch diese Funktion. Die Hallen wirken zudem als Hindernis für die heranströmende Kaltluft aus südlichen Richtungen.

Als besonders relevant wird dieser Parameter angesehen, da die Kaltluft an heißen Sommertagen weiträumig wirkt und überwärmte Gebiete effizient abkühlen kann. In diesem Klimagutachten wurde daher eine detaillierte Untersuchung im weiten Umfang durchgeführt, um sicherzustellen, dass alle relevanten Bereiche, die als hitzesensibel gelten, abzudecken. Dazu gehört vor allem die südliche Bebauung der Teilstadt Walldorf.

Die Analyse des Kaltluftvolumenstroms hat gezeigt, dass eine deutliche Abnahme der Belüftungsleistung im Nahbereich der neuen Bebauung stattfinden wird. Zudem konnte über den Kaltluftvolumenstrom die Fließrichtung und die Effizienz einzelner Kaltluftabflussbahnen herausgestellt werden. Im Vergleich zum Bestand zeigt sich, dass vor allem die Belüftungsleistung im Bereich der nördlich angrenzenden Freiflächen zwischen Gewerbegebiet und Walldorf von diesen Auswirkungen betroffen sein werden. Da in diesem Bereich eine Umlenkung der Kaltluft zu beobachten ist, sind nur Flächen betroffen, die als nicht sensibel einzuordnen sind, da keine Wohnnutzung im relevanten Umfang hier verortet ist. Um sicherzustellen, dass dennoch weiterhin ausreichend Kaltluft die Wohnbebauung Walldorfs erreichen kann, wurden Daten zur Kaltlufthöhe aufbereitet. Dabei werden Bereiche der ersten Baureihen Walldorfs (entlang der Zwillingstraße oder der südliche Bereich der Piemontstraße) betroffen sein. Das bedeutet, bei der analysierten Uhrzeit (4 Stunden nach Sonnenuntergang), die bioklimatisch bedeutend ist, konnte die Kaltlufthöhe noch nicht 15 – 20 Meter an Kaltlufthöhe erreichen, wie im Bestand, sondern erst 13 – 18 Meter. Da es sich in diesem Bereich hauptsächlich um niedrige

Bebauung oder Lärmschutzwände handelt, ist diese Reduktion hinnehmbar und es werden keine merklichen Auswirkungen für die dort lebenden Menschen erwartet.

#### *Empfehlungen Kaltluft:*

- Um weiterhin ein Mindestmaß an Kaltluft zu produzieren, sollte möglichst sparsam mit der Flächenversiegelung umgegangen werden. Grünflächen im Plangebiet sollten demnach entwickelt werden, so dass die Reduzierung abgemildert wird.

#### **Hitze (lokal)**

Die mikroklimatische Untersuchung hat ergeben, dass das Untersuchungsgebiet im Bestand als belastet einzuordnen ist. Als Gunstraum wurde der Tränkweiher lokalisiert. Die offenlandgeprägten Flächen des Plangrundstücks tragen während der Tagstunden zu keiner relevanten Kühlung des angrenzenden Bestands bei, da auch unversiegelte Flächen ohne relevante Verschattung zu hohen Temperaturen tendieren.

Durch die Erweiterung des Gewerbegebietes finden Auswirkungen der thermischen Bedingungen auf dem Plangrundstück statt, Summationseffekte auf den Bestand wurden nicht gefunden. Dennoch findet die Reduzierung der Belüftung durch die massive Hallenbebauung statt und die versiegelten Verkehrsflächen führen zu erhöhten Temperaturwerten. Dies kann durch geeignete Maßnahmen in manchen Bereichen kompensiert werden.

#### *Empfehlungen Hitze:*

- Großflächig unbeschattete Flächen führen in den Tagstunden zu thermischen Belastungssituationen und sollten durch Schatten abgemildert werden. Aus human-biometeorologischer Sicht ist dabei natürlicher Vegetationsschatten künstlichem (z.B. durch Sonnensegel) stets vorzuziehen.
- Zusätzliche Bäume stellen sich als positiv heraus. Neben ihrer Funktion als Schattenspende trägt der Verdunstungseffekt ebenfalls zu einer Abkühlung bei.
- Dem Erhalt von Bestandsbäumen kommt eine große Bedeutung zu. Eine klimaökologisch wertvolle Strukturierung der nördlichen Maßnahmenfläche führt zu einer Verbesserung der mikroklimatischen Bedingungen und weiterhin zur Kaltluftbildung in der Nacht
- Bei der Auswahl der Baumarten ist unbedingt auf Resilienz gegenüber Trocken- und Hitzestress zu achten, der schon heute den Baumbeständen in Deutschland stark zusetzt. Empfehlungen sind der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 8 zu entnehmen.
- Unversiegelte Flächen und Dachbegrünung sind in der Klimawandelanpassung ebenfalls enorm wichtig, um Hitzebelastung zu reduzieren und die Folgen von Starkregenereignissen zu vermindern. Eine Kombination aus Dachbegrünung und Fotovoltaik wird aus Klimaschutzgründen begrüßt.

Aus stadtklimatischer Sicht wird die geplante Erweiterung des Gewerbegebiets Mörfelden-Ost als hinnehmbar eingeordnet. Die Reduzierung des nächtlichen Kaltluftgeschehens wird sich im geringen Maße hauptsächlich auf unbebauten Flächen auswirken und ein zusätzlicher Hitzeeintrag auf den Bestand des Gewerbegebiets konnte ebenfalls nicht ermittelt werden.

## 8 Quellen

Brandenburg, C., Matzarakis, A. (2007)

Das thermische Empfinden von Touristen und Einwohnern der Region Neusiedler See. In: Matzarakis, A., Mayer, H. (Eds.), Proceedings zur 6. Fachtagung BIOMET. Ber. Meteor. Inst. Univ. Freiburg Nr. 16, 67-72

Bruse, M.; Fleer, H. (1998)

Simulating surface- plant-air interactions inside urban environments with a three dimensional numerical model, Environmental Modelling and Software, 13, 373–384.

Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2020)

TopPlusOpen. Datenquellen: [http://sg.geodatenzentrum.de/web\\_public/Datenquellen\\_TopPlus\\_Open\\_15.12.2020.pdf](http://sg.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open_15.12.2020.pdf)

Bundesregierung Deutschland (2020)

Zweiter Fortschrittsbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS). Online abrufbar: [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)

Katzschner, L.; Katzschner, A.; Kupski, S. (2010)

Abschlußbericht des BMBF Verbundprojekts KLIMES. Teilvorhaben Planerische Bewertung der kleinräumigen Stadtklimaanalyse zur Umsetzung der Maßnahmen „Anpassung an Klimaextreme“, Universität Kassel.

Klimaanalyse des Kreis Groß-Gerau (2024)

[https://kreisgg.gremien.info/vorlagen\\_details.php?vid=200708101483](https://kreisgg.gremien.info/vorlagen_details.php?vid=200708101483)

VDI-Richtlinie 3787 Blatt 1 (2015)

Umweltmeteorologie – Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf.

VDI-Richtlinie 3787 Blatt 5 (2015)

Umweltmeteorologie – Lokale Kaltluft. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf.