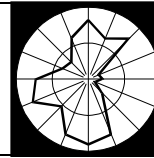


Textteil - ohne Abbildungen

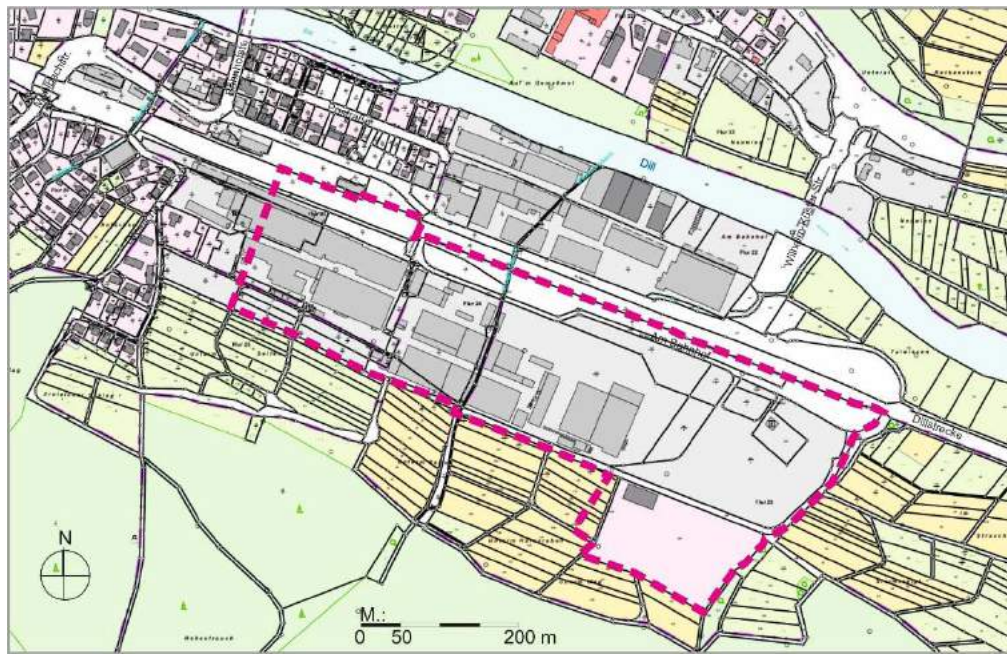
Bei Interesse am Gutachten inkl. Abbildungen
bitte melden unter: [info\[at\]grosshausmann.de](mailto:info[at]grosshausmann.de)



ÖKOPLANA

KLIMAÖKOLOGIE
LUFTHYGIENE
UMWELTPLANUNG

KLIMAGUTACHTEN ZUR GEPLANTEN GEWERBEENTWICKLUNG EHRINGSHAUSEN-SÜD (OMNIPLAST-GELÄNDE)



Auftraggeber:

Grekon 1 GmbH
Beim Eberacker 10
D-35633 Lahnau

Bearbeitet von:

Dipl.-Geogr. Achim Burst
Dr. Wolfgang Lähne

Mannheim, 23. April 2021

ÖKOPLANA
Seckenheimer Hauptstraße 98
D-68239 Mannheim
Telefon: 0621/474626 · Telefax 475277
E-Mail: info.oekoplana@t-online.de

Geschäftsführer:
Dipl.-Geogr. Achim Burst

www.oekoplana.de

Deutsche Bank Mannheim
IBAN:
DE73 6707 0024 0046 0600 00
BIC: DEUTDE33MAN

Inhalt	Seite
1 Aufgabenstellung	1
2 Planungsgebiet und Planungsentwurf	3
3 Untersuchungsmethodik	5
4 Klimaökologische Situation am Planungsstandort und Folgen des Klimawandels	8
5 Numerische Modellrechnungen zur Darstellung und Bewertung der planungsbedingten Klimamodifikationen	11
5.1 Modellrechnungen zum lokalen Kaltluftströmungsgeschehen	11
5.2 Modellrechnungen zur ortsspezifischen Belüftungssituation	17
5.2.1 Tagsituation – Windanströmung aus Ost-südosten (130°)	18
5.2.2 Tagsituation – Windanströmung aus Westen (270°)	20
5.3 Modellrechnungen zum örtlichen Lufttemperaturfeld	21
5.3.1 Thermische Situation an einem heißen Sommertag (14:00 Uhr) mit mäßiger ost-südöstlicher Luftströmung (130°)	23
5.3.2 Thermische Situation in einer Tropennacht (23:00 Uhr) mit schwacher westlicher Luftströmung (270°)	24
6 Zusammenfassung, Bewertung und Planungsempfehlungen	25
Quellenverzeichnis / weiterführende Schriften	33

1 Aufgabenstellung

In Ehringshausen ist südlich der Bahntrasse „Dillstrecke“ die Revitalisierung eines brachliegenden Industriestandortes geplant (Lage siehe **Abbildung 1**). Es ist vorgesehen, einen neuen Lager- und Logistikstandort zu entwickeln, der neben großflächigen Hallenkomplexen auch Hochregallager mit max. Gebäudehöhen bis ca. 31 m umfassen soll.

Wie dem Regionalplan Mittelhessen (2010) entnommen werden kann, befindet sich das Planungsgebiet durch seine Lage im Dilltal in einem Vorbehaltsgebiet für besondere Klimafunktionen. Das Dilltal mit seinen vegetationsbedeckten Hanglagen fungiert als Kalt- und Frischlufttransportgebiet. Die von den Klimafunktionen „Kaltluftentstehung und Kaltlufttransport“ ausgehenden thermischen Gunsteffekte (u.a. forcierte nächtliche Abkühlung in warmen Sommernächten) sind angesichts des Klimawandels mit einer zunehmenden Häufung von Hitzetagen ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) und Tropennächten ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) auch im Bereich Ehringshausen von nicht zu unterschätzender Bedeutung.

Im Rahmen des anstehenden Planungsprozesses sind daher die ortsspezifischen strömungsdynamischen und thermischen Verhältnisse vertiefend zu analysieren und die aus den vorgesehenen Planungen resultierenden Modifikationen zu beurteilen.

Zur qualitativen und quantitativen Bewertung der derzeitigen klimaökologischen Situation sowie zur Abschätzung des Einflusses der Baumaßnahmen / Flächenutzungsänderungen auf das lokale klimatische Wirkungsgefüge sind auf Grundlage vorhandener Klimadaten [u.a. Klimadaten der HLNUG) mit Hilfe meso- und mikroskaliger Modellstudien die planungsbedingten klimaökologischen Positiv- und Negativeffekte zu bilanzieren. Über die Formulierung von ergänzenden Planungshinweisen sind klimatische Gunstfaktoren zu sichern bzw. zu entwickeln.

Für die Klimauntersuchung sowie für die Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse in planungsbezogene Bewertungen und Empfehlungen werden demnach im Rahmen des vorliegenden Klimagutachtens folgende Schwerpunkte gesetzt:

1. Vertiefende Analyse und Bewertung der ortsspezifischen klimaökologischen Funktionsabläufe unter besonderer Berücksichtigung des Kaltluftströmungsgeschehens. Auswertung vorhandener Klimadaten und Prognosen zum Klimawandel.

2. Qualitative / quantitative Bestimmung und Diskussion der klimaökologischen Wechselwirkungen zwischen dem Planungsgebiet und dessen Umfeld sowie der zu erwartenden planungsbedingten klimatischen Veränderungen mit Hilfe meso- und mikroskaliger Modellrechnungen.
 - a) Vergleichende Beurteilung des Kaltluftströmungsgeschehens in einer typischen windschwachen sommerlichen Strahlungsnacht (Ist- und Plan-Zustand).
 - b) Vergleichende Beurteilung des Austauschverhaltens / Belüftungsintensität für zwei besonders relevante Anströmrichtungen.
 - c) Vergleichende Beurteilung von Ist- und Plan-Zustand bzgl. der thermischen (Lufttemperatur) Umgebungsbedingungen für jeweils eine relevante Tag- und Nachtsituation → heißer Tag und Tropennacht.
3. Darstellung von Optimierungsmöglichkeiten zur Sicherung bzw. Entwicklung möglichst günstiger strömungsdynamischer und thermischer Umgebungsbedingungen.

2 Planungsgebiet und Planungsentwurf

Das Planungsgebiet „Ehringshausen-Süd (Omniplast-Gelände)“ – **Abbildung 2** - befindet sich südlich der Dill am Hangfuß des Himmelbergs (ca. 332 m ü. NHN) in einer Geländehöhe zwischen ca. 175 m ü. NHN im Nordwesten und ca. 201 m ü. NHN im Südosten. Es umfasst ein Fläche von ca. 17.2 ha.

Wie den **Abbildungen 3.1** und **3.2** zu entnehmen ist, zeigt sich das Planungsgebiet derzeit hochgradig versiegelt. Es dominieren asphaltierte Stellplatzflächen. Die bestehenden Gebäude-/Hallenkomplexe weisen größtenteils max. Gebäudehöhen von ca. 6 – 13 m auf. Vegetationsbestände in Form von Wiesen-/Gehölzflächen bestehen in nennenswerter Größe allein in den Randbereichen.

Im Norden grenzt das Planungsgebiet an die Bahntrasse der Dillstrecke an. Im Süden schließen sich im Hangbereich Wiesen-/Gehölz- und Landwirtschaftsflächen an.

Im Regionalplan Mittelhessen von 2010 (**Abbildung 4**) ist das Planungsgebiet als „Vorranggebiet Industrie und Gewerbe“ markiert. Zudem befindet sich das Gelände innerhalb einer „Vorbehaltsfläche für besondere Klimafunktionen“. Der Regionalplan Mittelhessen (2010) formuliert hierzu auf S. 81 wie folgt:

In den **Vorbehaltsgebieten für besondere Klimafunktionen** sollen die Kalt- und Frischluftentstehung sowie der Kalt- und Frischluftabfluss gesichert und, soweit erforderlich, wiederhergestellt werden. Diese Gebiete sollen von Bebauung und anderen Maßnahmen, die die Produktion und den Transport frischer und kühler Luft behindern können, freigehalten werden. Planungen und Maßnahmen in diesen Gebieten, die die Durchlüftung von klimatisch bzw. lufthygienisch belasteten Ortslagen verschlechtern können, sollen vermieden werden. Der Ausstoß lufthygienisch bedenklicher Stoffe soll reduziert, zusätzliche Luftschadstoffemittenten sollen nicht zugelassen werden.

Aus: Regierungspräsidium Gießen (2011): Regionalplan Mittelhessen 2010. Gießen

Der vorgelegte Bebauungsplan-Vorentwurf vom Februar 2021 (**Abbildung 5**) sieht die Revitalisierung des ca. 17.2 ha großen, brachliegenden Industrieareals zu einem Lager- und Logistikstandort vor.

Die vorgelegte Nutzungsschablone weist im Westen zwei Gewerbegebietsflächen und eine Industriegebietsfläche mit max. Gebäudehöhen von 15 m aus. Sie umfassen zusammen eine Fläche von ca. 49.261 m² (= 28.6% der Gesamtfläche). In mittiger Lage ist eine Industriegebietsfläche mit max. Gebäudehöhen von 18 m vorgesehen. Die Flächengröße beläuft sich auf ca. 48.737 m² (= 28.3% der Gesamtfläche). Im Osten sollen Industriegebietsflächen (Flächengröße 62.602 m² = 36.4% der Gesamtfläche) ausgewiesen werden. Die max. Gebäudehöhe wird mit 31 m angegeben.

Die GOK ist im gesamten Planbereich mit 181 m ü. NHN angesetzt.

Ausgleichsflächen/Verkehrsgrün umfassen im Planungsentwurf eine Fläche von ca. 7.260 m² (= 4.2% der Gesamtfläche). Straßenflächen und Bahnanlagen nehmen ca. 2.5% der Gesamtfläche ein.

Die verkehrliche Erschließung ist von Osten her über den Straßenzug Am Bahnhof angedacht.

3 Untersuchungsmethodik

Zur Beurteilung der ortsspezifischen klimaökologischen Situation und zur Erarbeitung klimatisch relevanter Planungsempfehlungen erfolgt zunächst eine Bestandsaufnahme der lokalen klimaökologischen Funktionsabläufe.

Hierbei wird auf Erkenntnisse aus vorhandenen Klimaanalysen/Klimadaten (u.a. HLNUG) zurückgegriffen.

In einem weiteren Schritt werden mit Hilfe des seit vielen Jahren im Gutachtensektor eingesetzten und vielfach geprüften Kaltluftabflussmodells KLAM_21 (Vers. 2.012, siehe **Grafik 1**) des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES die ortstypischen lokalen Kaltluftbewegungen in sommerlichen windschwachen Strahlungsnächten analysiert.



Grafik 1: „Programmstempel“ KLAM_21

Dabei wird dem Ist-Zustand ein potenzieller Plan-Zustand gegenüber gestellt. Da eine genaue Verortung der Gebäude noch nicht feststeht, werden im Sinne eines Worst-Case-Szenarios alle Bauflächen als vollständig überbaut angenommen. Die Bebauung nimmt zudem die max. Gebäudehöhen von 15 m, 18 m und 31 m auf.

Als Grundlage für die Modellrechnungen dient zudem ein digitales Geländemodell im 10 m-Raster (DGM_10), das von HESSISCHEN VERWALTUNG FÜR BODENMANAGEMENT UND GEOINFORMATION T bereitgestellt wurde (**Abbildung 7**).

Mit Hilfe der KLAM_21-Simulationen können die möglichen Veränderungen des örtlichen, kaltluftbedingten Windfeldes durch das potenzielle Lager- und Logistikzentrum aufgezeigt werden. Neben der Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung bodennaher Kaltluftbewegungen werden hierdurch auch flächenhafte Informationen zur vertikalen Kaltluftmächtigkeit und damit zum Kaltluftvolumenstrom bereitgestellt.

Die mit dem Modell KLAM_21 erzielten Resultate werden u.a. mit dem Bewertungsschlüssel der VDI-Richtlinie 3787-Blatt 5 (2003) „Lokale Kaltluft“ ausgewertet.

Es soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass eine solche Abschätzung zur Auswirkung von geplanten Flächennutzungsänderungen nur durch den Einsatz numerischer Modelle möglich ist. Messungen helfen bei dieser Problemstellung nicht weiter, da nur existierende atmosphärische Zustände instrumentell erfassbar sind. Modellrechnungen gestatten es dagegen, schon im Planungsstadium vorgesehener Nutzungsänderungen mögliche unerwünschte oder gar negative Klimaänderungen zu erkennen. Unter Berücksichtigung der Modellunsicherheiten hinsichtlich des Vereinfachungsgrades eines Modells und der vielfältigen Eingabe-Größen sind diese Ergebnisse sehr wertvolle Planungs- und Entscheidungshilfen.

Zur Bilanzierung der kleinräumigen Belüftungsverhältnisse (Ist-Zustand, Plan-Zustand und Planungsvariante) kommt das mikroskalige Klimamodell MISKAM¹ (**Grafik 2**) zum Einsatz. Bei dem prognostischen Strömungsmodell werden die Bau- und Flächennutzungsstrukturen im vorliegenden Fall in einem Gitter (horizontal 7 x 7 m, vertikal nicht-äquidistant 0.5 - 10 m) abgebildet. Vegetationsflächen werden über ihre Wuchshöhe, Blattflächendichte und ihren Bedeckungsgrad definiert. Der Bedeckungsgrad wird mit 50 – 60% angesetzt.



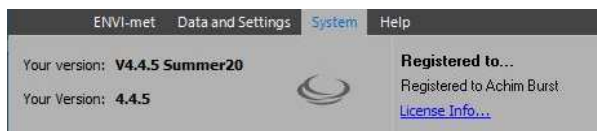
Grafik 2: „Programmstempel“ MISKAM

Weitere Informationen finden sich in:

<https://docplayer.org/73084289-Miskam-giese-eichhorn-umweltmeteorologische-software-handbuch-zu-version-6-im-auftrag-von-am-spielplatz-wackernheim-tel.html>

¹ **GIESE-EICHHORN (1998/2016):** Handbuch zum prognostischen Strömungsmodell MISKAM. Wackernheim.
Das Rechenmodell MISKAM ist ein dreidimensionales, nichthydrostatisches Strömungsmodell, das laut eines Forschungsberichtes des Landes Baden-Württemberg die Charakteristika der Strömungs- und Konzentrationsverteilung sehr gut wiedergibt.

Die Analyse der thermischen Verhältnisse für den Ist-Zustand, Plan-Zustand und eine Planungsvariante erfolgt mit dem Klimamodell ENVI-met² (siehe **Grafik 3**).



Grafik 3: „Programmstempel“ ENVI-met

Die thermische Situation ist ein Ergebnis aus dem vielfältigen Zusammenspiel verschiedener Flächennutzungs- und Klimaparameter. Die Klimaparameter (z.B. Feuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur) reagieren sensibel auf Veränderungen der Flächennutzungsstrukturen. Angesichts der sehr unterschiedlichen Prozesse hat es sich als sinnvoll herausgestellt, numerische Methoden zu benutzen, um deren Einflüsse zu prognostizieren.

ENVI-met ist ein Mikroklimamodell, das auf Grundlage der numerischen Strömungsdynamik die Wechselwirkung zwischen Gebäuden, Vegetation, natürlichen und künstlichen Oberflächen in einer virtuellen Umgebung simuliert. Dabei werden die wichtigsten atmosphärischen Prozesse nachgebildet. Die mathematischen Berechnungen beruhen nach BRUSE (1999) auf den Gesetzen der Strömungs- (Windfeld) und Thermodynamik (Temperaturberechnungen) sowie der allgemeinen Atmosphärenphysik (z.B. Turbulenzprognose). Die Bebauung wird durch einfache Basiselemente (Würfel in ENVI-met: Grid) nachgebaut / modelliert (7 m x 7 m in der Horizontalen, 0.5 - 2 m nicht-äquidistant in der Vertikalen). Alle Strukturen (z.B. Vegetation, Gebäude) werden in rechtwinklige Modellquader eingebettet.

Numerisch werden diese Modellquader von der Sonne beschienen und vom Wind umströmt und deren Wechselwirkungen mit den Oberflächen und Strukturen simuliert (BRUSE 2003, S. 66).

<https://www.envi-met.com>

Die Flächennutzung und Gebäudehöhen (Bestand/Planung) wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt bzw. vor Ort und über Luftbilder kartiert.

Abschließend erfolgt auf Grundlage der klimaökologischen Analysen eine Bewertung.

² BRUSE, M. (2002/2020): ENVI-Met - Mikroskaliges Klimamodell. Bochum.

4 Klimaökologische Situation am Planungsstandort und Folgen des Klimawandels

Die Gemeinde Ehringshausen im Dilltal ist großräumig dem warmgemäßigten Regenklima der mittleren Breiten zuzuordnen. Mit überwiegend westlichen Winden werden das ganze Jahr über feuchte Luftmassen vom Atlantik herangeführt, die zu Niederschlägen führen.

Die Jahressumme des Niederschlags liegt im Raum Ehringshausen (repräsentiert durch die DWD-Station Gießen) bei ca. 713 mm (Mittelwert der Jahre 2001 - 2010)³, wobei der Monat Juli die größte Niederschlagshöhe (ca. 82 mm) aufweist. In diesem Monat kommt es durch hohe Einstrahlungsintensität und die daraus folgende Konvektion mit Wolkenbildung verstärkt zu Schauern und Gewittern.

Die Jahresmitteltemperatur beträgt im mehrjährigen Mittel ca. 9.7°C (2001 – 2010). Die Julitemperaturen erreichen Durchschnittswerte um 19.1°C, die minimalen Durchschnittswerte werden mit 0.9°C im Januar gemessen.

Laut Statistik des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES (<https://www.opendata.dwd.de>) sind an der nächstgelegenen DWD-Station Gießen-Wettenberg Nr. 21639 (Lage 203 m ü. NHN, 50°36'/8°39') im 30-jährigen Mittel (1981 – 2010)

- 17.2 Eistage ($T_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$)
- 73.9 Frosttage ($T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$)
- 8.4 heiße Tage ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$)
- 44.4 Sommertage ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$)

zu registrieren.

Bioklimatisch ist der Raum Ehringshausen im Dilltal als Zone mit vermehrter Wärmebelastung und gelegentlichem Kältereiz zu bewerten (<https://www.dwd.de>). Die bioklimatische Belastung ist in den Sommermonaten demnach deutlich geringer als bspw. in den Räumen Frankfurt und Darmstadt (häufige Wärmebelastung).

Mittelfristige Prognosen deuten jedoch darauf hin, dass die sommerliche Wärmebelastung im Zuge des globalen Klimawandels zunehmen wird.

³ Datenquelle: <https://rekisviewer.hydro-tu-dresden.de>

Nach Berechnungen des POTSDAM-INSTITUTS FÜR KLIMAFOLGENFORSCHUNG E.V. (www.klimafolgenonline.com) wird die mittlere Jahresmitteltemperatur im Raum Ehringshausen gegenüber der Zeitspanne 1981 – 2010 im Zeitraum 2031 – 2060 um ca. 1.4 K zunehmen. Die Anzahl der bioklimatisch besonders relevanten heißen Tage wird um ca. 4.3 Tage ansteigen. Den Projektionen liegt das Antriebsszenario RCP8.5 (schwacher Klimaschutz) zu Grunde, das hohe zukünftige Treibhausgasemissionen berücksichtigt.

Da zugleich die Anzahl der Tropennächte zunimmt, steigt ebenfalls die Wahrscheinlichkeit lang anhaltender Hitzewellen. Die erhöhte Wärmebelastung führt insbesondere bei alten und kranken Menschen sowie Kleinkindern zu gesundheitsgefährdendem Hitzestress.

In der Stadt- und Regionalplanung wird daher zunehmend darauf geachtet, dass insbesondere in siedlungsklimatisch relevanten Kaltluftentstehungsgebieten sowie entlang von Kalt- und Frischluftbahnen zusätzliche Baumaßnahmen nur unter verstärkter Berücksichtigung klimaökologischer Belange ermöglicht werden.

Die Windverhältnisse werden im Raum Ehringshausen vorwiegend von Westwinden bestimmt, die in Bodennähe entlang des Dilltals durch die Randhöhen lokal leicht abgelenkt werden können (siehe **Abbildung 6**). Als Sekundärmaximum werden Winde aus nordöstlichen bis südöstlichen Richtungssektoren ermittelt..

Das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit schwankt in Abhängigkeit von der Flächennutzung zwischen ca. 2.0 – 2.8 m/s (Ehringshausen) und ca. 3.5 – 4.0 m/s in Kuppenlagen (HLUG 2001: Umweltatlas Hessen). Damit liegen außerhalb von Kaltluftsituationen (windschwache Strahlungswetterlagen) mäßige bis gute Durchlüftungsverhältnisse vor.

Siedlungsklimatisch besonders relevant sind austauscharme Wetterlagen, die im Dilltal zu einer deutlichen Minderung des horizontalen und vertikalen Luftaustausches führen.

Laut Untersuchungsergebnissen im Raum Gießen (GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH 2014) sind an ca. 30% der Nachtstunden in den Monaten Juni, Juli und August austauscharme Wetterlagen zu erwarten. In diesem Zeitraum sind auch am häufigsten stabile Luftschichtungen (Inversionen) mit deutlich abgeschwächten Luftaustauschverhältnissen zu registrieren.

Besonders in windschwachen Strahlungsnächten⁴ entwickeln sich im Dilltal thermisch induzierte lokale Windsysteme, die wesentliche Gunsteffekte (Kalt- und Frischluftzufuhr) erbringen können. Hierbei lassen sich im Allgemeinen Flurwindeffekte (z.B. kleinräumige Luftaustauschbewegungen zwischen der Dillaue und der direkt angrenzenden Bebauung), Hangwinde (z.B. Kaltluftabfluss im Bereich der Mühlbachstraße im Süden von Ehringshausen) und Talabwinde entlang der Dill unterscheiden.

⁴ Eine windschwache Strahlungsnacht liegt vor, wenn die mittlere Windgeschwindigkeit bis 5 Kn (= 2.57 m/s) beträgt und gleichzeitig der Bedeckungsgrad des Himmels kleiner oder gleich 4/8 des Himmelgewölbes beträgt.

5 Numerische Modellrechnungen zur Darstellung und Bewertung der planungsbedingten Klimamodifikationen

Wie in Kap. 3 bereits angeführt, werden zur Bilanzierung der stadtklimatischen Folgeerscheinungen des Planungsvorhabens numerische Modellrechnungen durchgeführt.

In einem ersten Schritt werden auf Grundlage vergleichender mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen (Ist-Zustand und Plan-Zustand) die Veränderungen der lokalen Kaltluftbewegungen bestimmt und bewertet.

In einem weiteren Analyseschritt werden für jeweils eine relevante sommerliche Tag- und Nachtsituation die planungsbedingten Veränderungen bzgl. der lokalen Belüftungsintensitäten berechnet.

Zuletzt erfolgt eine Bilanzierung der zu erwartenden thermischen Modifikationen an einem siedlungsklimatisch besonders relevanten heißen Sommertag und in einer Tropennacht.

5.1 Modellrechnungen zum lokalen Kaltluftströmungsgeschehen

Bei der Betrachtung und Bewertung der klimaökologische Auswirkungen der geplanten Nutzungen auf dem „Omniplast-Gelände“ sind windschwache Sommer- / Hitzetage wegen ihres bioklimatischen Belastungspotenzials von besonderem Interesse. Wichtige Ausgleichsfaktoren für die im Tagesverlauf auftretenden hohen Temperaturen sind in von Überhitzung betroffenen Siedlungsgebieten die nächtliche Abkühlung und der Zustrom kühler Luft durch Kaltluftabflusssysteme (vgl. BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG 2013).

Die Bildung bodennaher Kaltluft wird durch die Abkühlung der Erdoberfläche auf Grund einer negativen Wärmebilanz verursacht. Besonders günstig für eine nächtliche Abkühlung sind windschwache Strahlungsnächte.

Wie in **Tabelle 1** aufgeführt, weisen Grünland/Streuobstwiesen/Rasenflächen und Ackerflächen die höchsten Kaltluftproduktionsraten auf. In Waldflächen bleibt die Luft im Bestand am Tag auf Grund der Beschattung vergleichsweise kühl. In den Nachtstunden wird im Kronendach Kaltluft gebildet.

Diese sinkt in den Stammraum ab und wird nur unter dem Einfluss zusätzlicher Bewegungsimpulse über regionale / lokale Windströmungen aus dem Bestand herausverfrachtet. Infolge der reduzierten Ausstrahlung im Bestand ist die „Kaltluft“ jedoch etwas wärmer als über Wiesen und Ackerflächen. Das thermische Ausgleichspotenzial ist dennoch nicht zu unterschätzen.

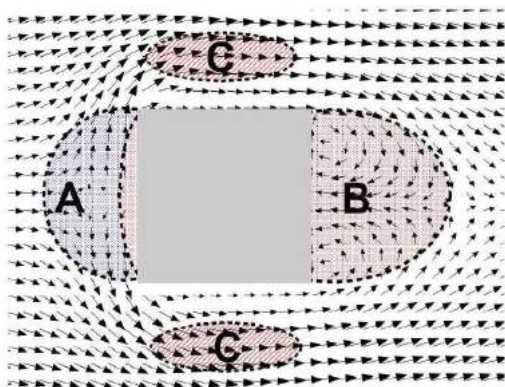
Landnutzung	Kaltluftproduktionsrate $m^3/(m^2s)$	Kälteproduktionsrate W/m^2
Grünland, Ackerland	15 – 20	30
Wald	12 – 15	17 (über ebenem Gelände)
Gartenbau, Mischflächen	10 – 15	24
Siedlungsgebiete	1	0 - 8 (dichte – lockere Bebauung)
Wasseroberflächen	0	0 - 6 (flache – tiefe Gewässer)

Tabelle 1: Zuordnung von typischen Kaltluft- bzw. Kälteproduktionsraten ausgewählter Landnutzungen (Bundministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2013)

Im Allgemeinen nimmt die Kaltluftmächtigkeit hangabwärts zu, da von höheren Geländelagen kommend immer mehr Kaltluft in den Abfluss mit einbezogen wird. Die Intensität des Kaltluftabflusses ist von der Hangneigung sowie von der Oberflächenrauigkeit des Bewuchses abhängig. Die Reibungskraft der Oberflächen bremst die Strömungsdynamik.

Kaltluftbewegungen zeigen in der ersten Nachthälfte die größten Fließgeschwindigkeiten.

Die geplante Bebauung mit großflächigen Lager- und Logistikhallen führt zu örtlichen Veränderungen des Kleinklimas. Die zu erwartenden planungsbedingten Veränderungen bei Wind- und Temperaturfeld werden nachfolgend zunächst in schematischer Weise erläutert. (**Grafik 4**).



Grafik 4: Schematische Darstellung zu den nächtlichen Veränderungen von Wind- und Temperaturfeld im Bereich eines Einzelgebäudes (ÖKOPLANA / PROF. DR. G. GROSS 2018)

Ein Baukörper in einer Kaltluftzugbahn steht der zuströmenden nächtlichen Kaltluft im Weg. Die Strömung wird dabei vor dem Baukörper verzögert, was zu einer windberuhigten Zone führt (A). In diesem Staubereich kann sich die nächtliche bodennahe Atmosphäre stärker abkühlen, da sich die turbulenzbedingte Vermischung mit der darüber lagernden wärmeren Luft (nächtliche Bodeninversion) verringert. In unmittelbarer Wandnähe kann es auch durch die Bildung eines Luvwirbels mit abwärts gerichteter Strömung zu einer leichten Temperaturerhöhung kommen. Die Länge des Staubereiches hängt von der Gebäudegeometrie, der Kaltluftfließgeschwindigkeit und der Kaltluftmächtigkeit ab.

Auch hinter dem geplanten Baukörper wird die Strömung verzögert (B). Aufgrund der modifizierten Bodeneigenschaften mit vermehrter Versiegelung und Verdichtung des Untergrundes und der anthropogenen Wärmeabgabe ist hier allerdings mit einer Erwärmung zu rechnen. Diese etwas wärmere Luft wird mit der Luftströmung in die angrenzenden Bereiche geführt und vermindert die ansonsten stärkere Abkühlung.

Der im Luv-Bereich der potenziellen Bebauung verzögerte Anteil der Strömung wird mit etwas höherer Windgeschwindigkeit an den Seiten vorbeigeführt (Umströmungseffekt, C). Dadurch wird die Turbulenz erhöht, was zu einer etwas intensiveren Vermischung mit der in der Höhe wärmeren Luft führt. In diesen Flankenbereichen kann mit leicht höheren Temperaturen gerechnet werden, die dann auch mit dem vorhandenen Wind in die Umgebung verfrachtet werden.

Die hier beschriebenen charakteristischen Veränderungen des Windfeldes lassen sich in den nachfolgenden Simulationsergebnissen in lokal modifizierter Form wieder finden.

Zur Beschreibung des nächtlichen Kaltluftströmungsgeschehens im Planungsgebiet und in dessen Umfeld sowie zur Bestimmung des Einflusses der geplanten Bebauung auf die lokale Kaltluftdynamik werden nachfolgend auf Grundlage eines digitalen Geländemodells (Rasterauflösung 10 m)⁵ - siehe **Abbildung 7** - mit dem Mesoskalenmodell KLAM_21 (Version 2.012) Kaltluftströmungssimulationen durchgeführt. Neben der Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung bodennaher Kaltluftbewegungen werden hierdurch auch flächenhafte Informationen zum Kaltluftvolumenstrom bereitgestellt.

⁵ Die digitalen Geländedaten wurden von der STADT KASSEL und der HESS. VERWALTUNG FÜR BODENMANAGEMENT UND GEOINFORMATION zur Verfügung gestellt.

Das Modell KLAM_21 berechnet die zeitliche Entwicklung der Kaltluftströmung bei gegebener zeitlich konstanter Kaltluftproduktionsrate. Diese, ebenso wie die Reibungskoeffizienten, werden über die Art der Landnutzung gesteuert. Es werden neun Landnutzungsklassen berücksichtigt: Siedlung dicht, Siedlung locker, Wald / dichter Gehölzbestand, Bahnlinie, Industrie-/Gewerbeflächen, parkartige Begrünung / Kleingärten, unversiegelte Freiflächen, versiegelte Flächen und Wasserflächen.

Zusammenhängende Siedlungsflächen werden als teilweise durchströmbare (poröse) Hindernisse im Modell berücksichtigt (GROSS 1989, DEUTSCHER WETTERDIENST 2007). Damit gelingt es, die Strömungsverdrängung durch die Baukörper sowie die bremsende Wirkung der Gebäude in Übereinstimmung mit Beobachtungen zu modellieren.

Die bestehende und geplante Bebauung im Planungsgebiet wird als detaillierte Bebauung mit entsprechenden Gebäudehöhen aufgelöst, um den kleinräumigen Einfluss auf das örtliche Kaltluftgeschehen herausarbeiten zu können. Die Baufelder werden im Plan-Zustand im Sinne eines „Worst-Case-Szenarios“ als vollständig bebaut angenommen. Die Gebäudehöhe weist jeweils den Maximalwert auf (vgl. Kap. 3).

Das betrachtete Rechengebiet umfasst eine Gebietsgröße von 5.0 x 4.5 km (22.5 km²), so dass die planungsnahen Kaltlufteinzugsgebiete und Kaltluftwirkgebiete mitberücksichtigt werden. Die Randbereiche des Modellgebiets, die Unschärfen aufweisen, werden bei den grafischen Darstellungen zu den Modellergebnissen ausgeblendet.

Vorausgesetzt wird die für Kaltluftabflüsse optimale Situation, d.h. eine klare und windschwache Nacht mit westlichen Regionalwinden (2.0 m/s, 40 m ü.G.).

Die **Abbildungen 8.1 - 8.3** zeigen für den **Ist-Zustand** die Ergebnisse der Kaltluftsimulationen in der ersten Nachthälfte - 2 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung⁶. Bioklimatisch ist der Zeitpunkt von Bedeutung, da im Hochsommer tagsüber überwärmte Wohnungen in der ersten Nachthälfte meist nochmals durchgelüftet werden. Kühle Umgebungsverhältnisse intensivieren die bioklimatische Entlastungswirkung.

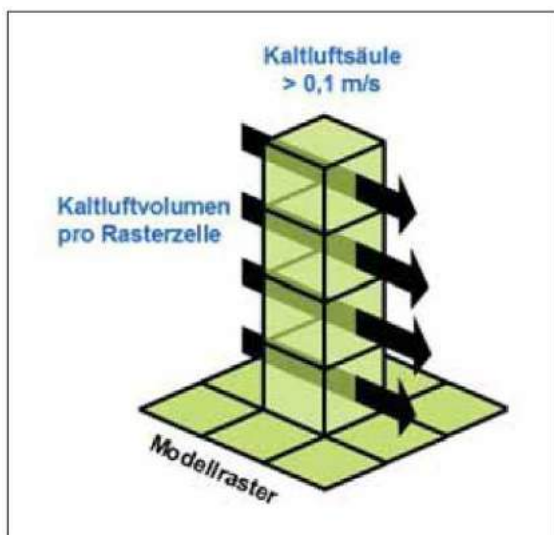
⁶ In den Monaten Juni/Juli entspricht dies ca. dem Zeitpunkt 22:15 – 22:45 Uhr (MEZ)

In dieser Kaltluftbildungsphase entstehen an den begleitenden Hängen des Dilltals kaltluftinduzierte Hangabwinde, die in Hangeinschnitten Strömungsgeschwindigkeiten von ca. 0.5 – 2.0 m/s erreichen – **Abbildung 8.1**. Im Planungsgebiet dominiert am Südrand der Einfluss von südsüdwestlichen Kaltluftabflüssen über Hangzone des Himmelbergs, die über dem Planungsgebiet in Richtung Norden zunehmend in den Talabwind entlang des Dilltals (West- bis Westnordwestwinde) eingebunden werden. Im Dilltal zeigen sich auf Höhe des Planungsgebiets in der ersten Nachthälfte Kaltluftfließgeschwindigkeiten von ca. 0.1 – 1.0 m/s, wobei strömungsparallele Straßenzüge, die Bahntrasse, der Flusslauf der Dill aber auch die Stellplatzflächen im Planungsgebiet bevorzugte Kaltluftzugbahnen sind.

Die Kaltluftmächtigkeit beträgt 2 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung (**Abbildung 8.2**) im Planungsgebiet bereits 30 – 50 m, so dass die Bestandsgebäude überströmt werden können. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Modellergebnisse allein die Kaltluftentwicklung im Modellgebiet beschreibt. Kaltluft, die aus größerer Entfernung herangeführt wird, bleibt unberücksichtigt.

In der Ortslage Ehringshausen werden großflächig Kaltlufthöhen von ca. 40 – 59 m simuliert..

In **Abbildung 8.3** ist die berechnete Kaltluftvolumenstromdichte 2 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung dargestellt. Die Kaltluftvolumenstromdichte ist diejenige Kaltluftmenge in m³, die pro Sekunde durch einen 1 m breiten Streifen zwischen der Erdoberfläche und der Kaltluftobergrenze fließt. Ihre Einheit ist m³/m·s (siehe **Grafik 5**).



Grafik 5: Prinzienskizze Kaltluftvolumenstromdichte (aus: GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH / ÖKOPLANA 2015)

Die Berechnungsergebnisse zeigen über den bebauten Flächen des Planungsgebiets Kaltluftvolumenstromdichten von nur ca. $1 - 5 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$, da die Kaltluftfließgeschwindigkeit durch die Oberflächenrauigkeit der Bebauung deutlich herabgesetzt ist. Im Bereich der unbebauten Stellplatzflächen werden Kaltluftvolumenstromdichten von ca. $5 - 20 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$ bilanziert, da hier der nach Osten hin abfließenden Kaltluft kein größerer Strömungswiderstand entgegenwirkt.

Verdeutlicht wird auch der gerichtete Kaltluftabfluss auf Höhe des Gewanns Unterm Seifen (Kaltluftvolumenstromdichte ca. $5 - 10 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$), der 2 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung eine vertikale Mächtigkeit von ca. $20 - 30 \text{ m}$ erreicht. Entlang der Dill ist die Kaltluftvolumenstromdichte stellenweise durch die begleitenden Gehölzbestände auf unter $5 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$ begrenzt.

Berücksichtigt man bei den Kaltluftströmungssimulationen die geplante Bebauung (**Plan-Zustand, Abbildung 9.1**), so ist zu erkennen, dass sich am Südrand des durchgehenden Baukörperbandes die aus Süden zufließende Hangkaltluft staut, wodurch gegenüber der durchlässiger gestalteten Bestandsbebauung die Kaltluftfließgeschwindigkeit um bis zu 1.0 m/s abnimmt. Die hieraus resultierende Windabschwächung auch nördlich der geplanten Bebauung bleibt allerdings auf den Straßenzug Am Bahnhof nördlich der Bahntrasse „Dillstrecke“ begrenzt, da dort bereits der westliche bis westnordwestliche Talabwind entlang der Dill das ortsspezifische Strömungsgeschehen bestimmt. Wohnbebauung ist somit von den Strömungsmodifikationen nicht betroffen.

Wie in Kap. 2 bereits angeführt soll laut Regionalplan Mittelhessen 2010 in Vorbehaltsgebieten für besondere Klimafunktionen der Kalt- und Frischluftabfluss möglichst nicht gravierend geschwächt werden. Da der Talabwind entlang des Dilltals talabwärts auch in Richtung Berghausen/Werdorf und Wetzlar von siedlungsklimatischer Bedeutung ist, sollte gewährleistet sein, dass die vorgesehene Planung auf dem „Omniplast-Gelände“ den nach Osten gerichteten Kaltluftvolumenstrom nicht in hohem Maße beeinträchtigt.

Bestimmt man beispielhaft ca. 300 m östlich des Planungsgebiets über ein 700 m langes Querprofil A – A* (Lage siehe **Abbildung 9.2**) den nach Osten weiterfließenden Kaltluftvolumenstrom, so ergibt sich zwischen dem Ist- und Plan-Zustand eine Abnahme von ca. 6.0% .

Laut VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5 (2003) ist bei Kaltluftströmungen eine Verringerung der Abflussvolumina oder der Abflussgeschwindigkeit von mehr als 10% gegenüber dem Ist-Zustand als „gravierender Eingriff“ mit nachteiligen Folgen im Kaltluftzielgebiet zu bewerten. Prozentuale Änderungen gegenüber dem Ist-Zustand zwischen 5 und 10% sind als „mäßige Auswirkung“ zu bewerten. Bei Werten unter 5% sind im Allgemeinen nur „geringe klimatische Auswirkungen“ im Kaltluftzielgebiet zu erwarten.

Die o.a. Reduzierung des Kaltluftvolumenstroms von ca. 6% führt demnach 2 Std. einsetzender Kaltluftbildung (1. Nachthälfte) nur zu mäßigen klimatischen Negativeffekten (reduzierte nächtliche Abkühlung und Belüftungsintensität) auf Höhe des Bewertungsprofils. Da weiter talabwärts in Richtung Berghausen /Werdorf der Talabwind von den talbegleitenden Hängen zusätzlich mit Kaltluft gespeist wird, sind am Westrand der beiden Ortslagen (= Kaltluftzielgebiet) keine relevanten Minderungen des Kaltluftvolumenstroms von mehr als 5% zu verzeichnen.

Im Laufe der weiteren Nacht (**Abbildungen 10.1 – 11.2**) nimmt die baulich bedingte Beeinträchtigung des örtlichen Kaltluftvolumenstroms auf 4.7% (Querprofil A – A*) ab, da die Kaltluftmächtigkeit zwar weiter ansteigt (≥ 60 m), die Kaltluftstagnationstendenzen im Bereich der Dillaue zwischen Ehringshausen und Berghausen / Werdorf aber ansteigen. Eine klimatisch problematische Abnahme des Kaltluftvolumenstroms liegt damit laut DIN 3787, Blatt 5 (2003) nicht vor.

5.2 Modellrechnungen zur ortsspezifischen Belüftungssituation

Durch die angestrebte bauliche Veränderung im Planungsgebiet mit größeren Gebäudehöhen ist örtlich mit einer Reduzierung der Belüftungsintensitäten zu rechnen. Eine ausreichende Belüftung ohne großflächige Ausbildung von Luftstagnationsbereichen (Windgeschwindigkeit < 0.3 m/s) ist zum einen zur Begrenzung der sommerlichen Wärmebelastung erforderlich und zum anderen unterbindet eine möglichst intensive Belüftung ganzjährig die Akkumulation von Luftschadstoffen.

Nachfolgend wird mit Hilfe des Modell MISKAM Vers. 6.3 der Einfluss der geplanten Lager- und Logistikhallen auf die örtliche Belüftungssituation analysiert. Dem Plan-Zustand wird dabei der aktuelle Ist-Zustand gegenübergestellt.

Das Untersuchungsgebiet für die mikroskalige Analyse umfasst eine Flächengröße von 1.680×805 m zzgl. Randbereichen.

Die Modellrechnungen werden jeweils für eine besonders relevante Tag- und Nachtsituationen durchgeführt.

Vorgaben für die Tagsituationen:

- Ostsüdostwind (130°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
 - = Bestimmung der planungsbedingten Barrierewirkung bei vorherrschender talaufwärts gerichteter Windrichtung. Die nächstgelegene Wohnbebauung befindet sich im Bereich Dreieiche / Hofacker.

Vorgaben für die Nachtsituationen:

- Westwind (270°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 30 m ü.G.
 - = Bestimmung der planungsbedingten Barrierewirkung bei vorherrschenden schwach ausgeprägten Talabwinden aber mit Unterstützung großwetterlagenbedingter Süd-Winde (vermehrt bewölkte Nachtsituation).

Als Eingangsgeschwindigkeit in freien Lagen wird für eine windschwache Tagsituation ein Wert von 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. vorgegeben, da die Hinderniswirkung von Hochbauten bei solchen Situationen die Belüftungseffekte u.U. zum Erliegen bringen können. Windstagnationsbereiche sind bei derartigen Situationen mit Windgeschwindigkeiten unter 0.3 m/s gekennzeichnet.

Für die Nachtsituation mit neutraler bis labiler Luftschichtung wird eine Eingangsgeschwindigkeit von 1.5 m/s in einer Höhe von 30 m ü.G. vorgegeben.

Die Ergebnisdarstellung erfolgt in Horizontalschnitten (2.0 m ü.G. ~ EG, Bewegungsraum des Menschen im Freien, 5.0 m ü.G. ~ 1. OG). Die Schnitte geben die mittlere Windgeschwindigkeit für eine 1 m mächtige Luftschicht (Höhe \pm 0.5 m) wieder.

Zur Verdeutlichung der Strömungsmodifikationen durch den Plan-Zustand werden zusätzlich Differenzendarstellungen zum Ist-Zustand erstellt (2 und 5 m ü.G.).

5.2.1 Tagsituation – Windanströmung aus Ostsüdosten (130°)

Wie der **Abbildung 6** zu entnehmen ist, beträgt die Häufigkeit von Ostsüdostwinden (110° -140°) im Planungsumfeld ca. 18% der Jahresstunden.

Die **Abbildung 12.1** zeigt das für den Ist-Zustand berechnete Windfeld der Höhenschicht 2.0 m ü.G.

Im Bereich des Planungsgebiets werden über den raugkeitsarmen Stellplatzflächen in einer Höhe von 2.0 m ü.G. mittlere Windgeschwindigkeiten zwischen 1.4 und 1.6 m/s berechnet. Vergleichsweise hohe Windgeschwindigkeiten stellen sich auch entlang der strömungsparallel verlaufender Straßen und entlang der Bahntrasse ein, die bei derartigen Strömungssituationen als bebauungsinterne Ventilationsachsen fungieren.

Etwas reduziert sind die mittleren Windgeschwindigkeiten im Bereich von kleineren Gehölzinseln (0.4 – 0.8 m/s). Hier führt die Oberflächenrauigkeit der Bäume und Sträucher zu einer Windabschwächung.

Niedrigste Windgeschwindigkeiten werden im Hangwald im Süden sowie im Nahbereich von Baukörpern simuliert. An Bauwerken wird die mittlere Windgeschwindigkeit durch Stau- und Wirbeleffekte um bis zu ca. 90% reduziert. Vor allem an heißen Sommertagen führt dies örtlich zu zusätzlichen bioklimatischen Belastungen.

In der Höhenschicht 5 m ü.G. (**Abbildung 12.2**) werden vergleichbare flächennutzungsbedingte Windgeschwindigkeiten berechnet, allerdings auf einem etwas höheren Geschwindigkeitsniveau.

Im **Plan-Zustand (Abbildungen 13.1 / 14.1)** stellen sich in der bodennächsten Luftschicht (2 m ü.G.) an den West- und Ostseiten der geplanten Lager- und Logistikhallen gegenüber dem Ist-Zustand vermehrt Stau- und Windschatteneffekte ein, während an den Gebäudekanten des 31 m hohen Hochregallagers Windbeschleunigungen zu verzeichnen sind. Der Stau effekt im Osten reicht ca. 110 bis 120 m nach Osten zurück. Da von der Windgeschwindigkeitsreduktion keine Wohnbebauung betroffen ist, ist dieser Effekt siedlungsklimatisch von keiner Relevanz.

Im Westen beschränken sich die Windfeldmodifikationen (Windgeschwindigkeitszunahme bzw. -abnahme) im Wesentlichen auf die Gewerbegebietsflächen selbst. Die Wohnbebauung im Bereich Dreieiche/Hofacker/Auf den Gärten unterliegt keinen gravierenden Veränderungen bzgl. der Belüftungsintensitäten. Eine planungsbedingte Tendenz zu großflächiger Luftstagnation ist nicht zu bilanzieren.

Die auch in der Höhenschicht 5 m ü.G. (**Abbildungen 13.2 / 14.2**) festzustellenden Windabschwächungen um 0.2 - 0.6 m/s über der Bahntrasse führen zu keiner gravierenden Schwächung ihrer Ventilationsfunktion. Es werden in diesem Bereich weiterhin Windgeschwindigkeiten von deutlich über 1.0 m/s bestimmt.

Eine nachhaltige Schwächung der Belüftungsintensität in Wohnlagen von Ehringshausen ist damit nicht festzustellen.

5.2.2 Nachtsituation – Windanströmung aus Westen (270°)

Wie in Kap. 4 bereits erläutert, häufen sich im Planungsgebiet und in dessen Umfeld bei zu stadtklimatischer bzw. bioklimatischer Belastung neigenden wind-schwachen Strahlungswetterlagen in den Nachtstunden Winde aus westlichen Richtungssektoren.

Da derartige Windströmungen auch in bioklimatisch besonders relevanten Tropennächten ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) zumeist wesentliche Träger der Talbelüftung sind, ist darauf zu achten, dass deren Funktion möglichst erhalten bleibt.

Als konstante Randbedingung wird nachfolgend eine Luftströmung aus Westen (270°) mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 1.5 m/s (30 m ü.G.) gewählt. Gegenüber den Kaltluftströmungssimulationen mit ausgeprägt stabiler Luftschichtung (Kap. 5.1) ist die Luft neutral geschichtet, wodurch der vorgegebene großwetterlagenbedingte Westwind bodennah intensiver durchgreifen kann. Derartige Verhältnisse sind repräsentativ für mäßig bis stark bewölkte Nächte, die gleichfalls an Tropennächte gebunden sein können.

Die **Abbildung 15.1** zeigt die Ergebnisse der Strömungssimulationen für den **Ist-Zustand** (2 m ü.G.). Auch bei dieser Situation treten die Stellplatzflächen im nord-östlichen Teilbereich des Planungsgebiets als Ventilationsflächen hervor.

Während über dicht gehölzüberstellten Freiflächen mittlere Windgeschwindigkeiten von ca. 0.1 – 0.5 m/s berechnet werden, sind über rauigkeitsarmen Freiflächen (u.a. Stellplatzflächen, Wiesen, strömungsparallel verlaufende Straßen) mittlere Windgeschwindigkeiten bis ca. 0.8 m/s zu bilanzieren. In der Höhenschicht 5 m ü.G. (**Abbildung 15.2**) zeigen sich vergleichbare Effekte.

Mit Realisierung des **Plan-Zustands** (**Abbildungen 16.1 – 17.2**) kommt es vergleichbar mit der Tagsituation (siehe Kap. 5.2.1) in Gebäudeleelage zu einer Windgeschwindigkeitsreduktion, die in schwacher Form in der Höhenschicht 2 m ü.G. ca. 360 m weit ($\sim 12 \times GH_{\max}$ von 31 m) in die Dillaue reicht. Weiter östlich hat sich das Windfeld regeneriert, so dass von der planungsbedingten Schwächung der Belüftungsintensität keine Wohnbebauung tangiert ist.

Die Luveffekte im Westen bleiben auf die Gewerbegebietsflächen beschränkt und können somit akzeptiert werden.

Eine nachhaltige Schwächung der Belüftungsintensität in Ehringshausen ist somit nicht zu bilanzieren, da am Planungsstandort die Winde in aller Regel in talparallele westliche und östliche Richtungen eingelenkt werden.

5.3 Modellrechnungen zum örtlichen Lufttemperaturfeld

Zahlreiche Stadtklimastudien belegen, dass sich tagsüber intensiv aufgeheizte befestigte Areale nach Sonnenuntergang in den Sommermonaten nur verzögert abkühlen. Während über vegetationsbedeckten Bereichen nach Sonnenuntergang die Luft- und Oberflächentemperaturen vergleichsweise rasch sinken, bleiben versiegelte Flächen (Straßen, asphaltierte Stellplatzflächen, Gebäude/Hallen) die ganze Nacht hindurch überwärmt.

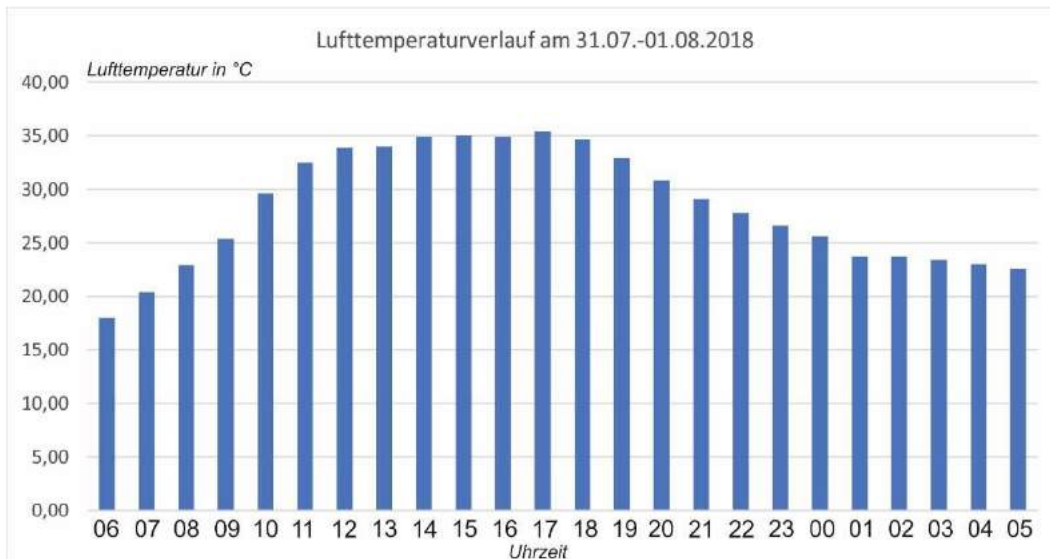
Durch die angestrebten baulichen Veränderungen im Planungsgebiet ist u. U. mit einer weiteren lokalen Verzögerung und Verringerung der nächtlichen Abkühlung zu rechnen.

Angesichts des Klimawandels mit erhöhter sommerlicher Wärmebelastung (siehe Kap. 4) ist aus Sicht der Klimaökologie bei der Planung von Bedeutung, dass ein von der neu gestalteten Bebauung und von den versiegelten Flächen ausgehender „Wärmeinseleffekt“ räumlich eng begrenzt bleibt und in der bestehenden Wohnbebauung im Planungsumfeld keine großflächigen thermischen Zusatzbelastungen bewirkt.

Die nachfolgenden Berechnungen zur Lufttemperatur beziehen sich auf bioklimatisch besonders belastende heiße Sommertage (14:00 Uhr, Zeitpunkt der höchsten bioklimatischen Belastung in der Kombination Lufttemperatur + Sonneneinstrahlung) bzw. Tropennächte (23:00 Uhr, Zeitpunkt an dem in Sommernächten die Wohnungen vor dem Zu-Bett-Gehen nochmals durchgelüftet werden).

Die Temperaturwerte für den heißen Sommertag ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) orientieren sich am nachfolgenden Tagesgang (siehe **Grafik 6**).

Als Anströmungsrichtungen wird den Simulationen für die Tagsituation ein typischer Talaufwind aus ostsüdöstlicher Richtung und für die Nachtsituation ein typischer Talabwind aus Westen (270°) zu Grunde gelegt.



Grafik 6: Tagesgang der Lufttemperatur an der HLNUG-Luftmessstation Wetzlar vom 31.07.-31.08.2018 – heißer Sommertag. Datenquelle: <https://www.hlnug.de>

Bei den Modellrechnungen wird beim Plan-Zustand wiederum im Sinne eines Worst-Case-Szenarios davon ausgegangen, dass die Baufelder vollständig mit Gebäuden belegt sind, die jeweils die max. Gebäudehöhen des Bebauungsplannentwurfs (**Abbildung 5**) aufweisen.

Es wird auch keine Dachbegrünung berücksichtigt, da noch nicht geklärt ist, welche Dachaufbauten (z.B. Klima-/Lüftungsanlagen) erforderlich werden.

Für den Baumbestand wird im ENVI-met-Modell die Datenbank „simple plants“ benutzt.

5.3.1 Thermische Situation an einem heißen Sommertag (14:00 Uhr) mit mäßiger ostsüdöstlicher Luftströmung (130°)

Die **Abbildung 18.1** zeigt für den **Ist-Zustand** die berechnete Lufttemperaturverteilung gegen 14:00 Uhr an einem heißen Sommertag ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$). Vorausgesetzt wird eine ostsüdöstliche Luftströmung mit 2.5 m/s (10 m ü.G.).

Bei Lufttemperaturen im Bereich schattenwerfender dichter Gehölzbestände und über kühlen Wasserflächen (Dill) von ca. $31.4 - 32.1^{\circ}\text{C}$ werden über den asphaltierten Stellplatzflächen im nordöstlichen Teilbereich des Planungsgebiets Lufttemperaturen bis ca. 35.0°C berechnet. Vergleichbar hohe Lufttemperaturen werden auch bspw. über den Parkplätzen in der Poststraße ermittelt.

Im Bereich locker durchgrünter Wohnbebauung (z.B. zwischen Mühlbachstraße und Dreieiche westlich des Planungsgebiets) sind Lufttemperaturen von ca. $32.3 - 33.2$ zu bestimmen.

Die im Untersuchungsgebiet insgesamt recht geringen Lufttemperaturdifferenzen von ca. 3.6 K gegen 14:00 Uhr sind auf den am Tag vergleichsweise intensiven horizontalen und vertikalen Luftaustausch zurückzuführen.

Mit der Realisierung der geplanten Bebauung im Planungsgebiet (**Plan-Zustand**, **Abbildungen 18.2** und **18.3**) ist keine grundlegende Veränderung bei den ortsspezifischen thermischen Umgebungsbedingungen zu bilanzieren. Da das Planungsgebiet mit seinen großflächig asphaltierten / befestigten Stellplatzarealen bereits im Ist-Zustand vergleichsweise hohe Lufttemperaturen aufweist, ist bei einer flächenhaften Überbauung kein weiterer Anstieg zu erwarten. Vielmehr kann es durch gebäudebedingte Schattenwürfe vor allem nördlich der Hallen stellenweise zu leichten Lufttemperaturabnahmen kommen.

Die über den Dachflächen der potenziellen Lager- und Logistikhallen entstehende Warmluft wird am Tag konvektiv intensiv durchmischt, so dass diese in den bodennächsten Luftschichten (2 m ü.G. / Bewegungsraum des Menschen) nicht wirksam wird.

5.3.2 Thermische Situation in einer Tropennacht (23:00 Uhr) mit schwacher westlicher Luftströmung (270°)

Wie u.a. in Kap. 4 bereits erläutert, setzen am Planungsstandort in siedlungsklimatisch besonders relevanten Strahlungs Nächten vermehrt lokal angelegte Winde aus westlichen Richtungssektoren ein. Nachfolgend wird den Berechnungen eine beispielhafte Situation mit Westwinden (1.5 m/s) zu Grunde gelegt.

Die Ergebnisse der mikroskaligen Modellrechnungen für den **Ist-Zustand (Abbildung 19.1)** belegen, dass im Ist-Zustand das Planungsgebiet mit den nördlich angrenzenden Gewerbeflächen zwischen Bahntrasse und Dill eine prägnante Wärmeinsel ausbilden. Über den größtenteils versiegelten Flächen werden Lufttemperaturen von ca. 24.0 – 26.0°C berechnet. In locker durchgrünter Wohnbebauung (z.B. im Umfeld des Mühlbachs) sind zum gleichen Zeitpunkt Lufttemperaturen von ca. 21.0 – 22.5°C zu bestimmen. Auffallend kühl sind auch die Hangwälder im Süden sowie die Wiesen in der Dillaue.

Im Bereich des Planungsgebiets bewirkt die hohe Wärmekapazität der versiegelten Flächen somit einen deutlich verzögerten abendlichen Temperaturrückgang.

Bei Realisierung einer max. Bebauung nach vorgelegtem Bebauungsplanentwurf (**Plan-Zustand, Abbildungen 19.2 und 19.3**) sind im Planungsgebiet weitgehend vergleichbare Lufttemperaturen zu erwarten, wobei die Energieumsatzfläche durch die größeren Bauwerkshöhen in höhere Luftschichten angehoben wird. Bei Westwinden überstreicht die Talkaltluft die Dachflächen und verlagert die Warmluft nach Osten, wo sie über der kühlen Dillaue absinkt und dort auf eine Länge von ca. 380 – 420 m die Luft in 2 m ü.G. um ca. 0.5 – 1.0° erwärmt. Im verbleibenden ca. 1.3 bis 1.5 km langen Talzug zwischen Ehringshausen und den Ortslagen Berghausen und Wehrdorf intensiviert sich die Abkühlung wieder, so dass dort mit keinen planungsbedingten Lufttemperaturmodifikationen mehr zu rechnen ist. Das Kalt- und Frischluftsystem im Dilltal wird in Richtung Berghausen / Wehrdorf somit nicht nachhaltig gestört.

In der Bestandsbebauung von Ehringshausen ist in den Nachtstunden bei zumeist vorherrschenden Winden aus westlichen Richtungssektoren mit keiner nennenswerten thermischen Zusatzbelastung zu rechnen.

6 Zusammenfassung, Bewertung und Planungsempfehlungen

In Ehringshausen ist südlich der Bahntrasse „Dillstrecke“ die Revitalisierung eines brachliegenden Industriestandortes (Flächengröße ca. 17.2 ha) geplant.

Die mit dem Bebauungsplanentwurf vom Februar 2021 vorgelegte Nutzungsschablone weist im Westen zwei Gewerbegebietsflächen und eine Industriegebietsfläche mit max. Gebäudehöhen von 15 m aus. Sie umfassen zusammen eine Fläche von ca. 49.261 m² (= 28.6% der Gesamtfläche). In mittlerer Lage ist eine Industriegebietsfläche mit max. Gebäudehöhen von 18 m vorgesehen. Die Flächengröße beläuft sich auf ca. 48.737 m² (= 28.3% der Gesamtfläche). Im Osten sollen Industriegebietsflächen (Flächengröße 62.602 m² = 36.4% der Gesamtfläche) ausgewiesen werden. Die max. Gebäudehöhe wird mit 31 m angegeben.

Die GOK ist im gesamten Planbereich mit 181 m ü. NHN angesetzt.

Ausgleichsflächen/Verkehrsgrün umfassen im Planungsentwurf eine Fläche von ca. 7.260 m² (= 4.2% der Gesamtfläche). Straßenflächen und Bahnanlagen nehmen ca. 2.5% der Gesamtfläche ein.

Die verkehrliche Erschließung ist von Osten her über den Straßenzug Am Bahnhof angedacht.

Eingebunden in das anstehende Bebauungsplanverfahren ist zu prüfen, inwieweit die vorgesehene Änderung der max. zulässigen Gebäudehöhen am Planungsstandort aus klimaökologischer Sicht vertretbar ist. Dabei ist zu beachten, dass sich das Planungsgebiet laut Regionalplan Mittelhessen (2010) durch seine Lage im Dilltal in einem Vorbehaltsgebiet für besondere Klimafunktionen befindet. Das Dilltal mit seinen vegetationsbedeckten Hanglagen fungiert als Kalt- und Frischlufttransportgebiet. Die von den Klimafunktionen „Kaltluftentstehung und Kaltlufttransport“ ausgehenden thermischen Gunsteffekte (u.a. forcierte nächtliche Abkühlung in warmen Sommernächten) sind angesichts des Klimawandels mit einer zunehmenden Häufung von Hitzetagen ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) und Tropennächten ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) auch im Bereich Ehringshausen von nicht zu unterschätzender Bedeutung.

Die Analyse des ortsspezifischen Windfeldes zeigt, dass das Strömungsgeschehen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld durch

- die Leitlinienwirkung des Dilltals,
- die sich über die Hänge und Täler der talbegleitenden Hangzonen und
- die örtliche Flächennutzung und das Kleinrelief

geprägt wird.

Die Windverhältnisse werden im Raum Ehringshausen vorwiegend von Westwinden bestimmt, die in Bodennähe entlang des Dilltals durch die Randhöhen lokal leicht abgelenkt werden können. Als Sekundärmaximum werden Winde aus nordöstlichen bis südöstlichen Richtungssektoren ermittelt..

Das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit schwankt in Abhängigkeit von der Flächennutzung zwischen ca. 2.0 – 2.8 m/s (Ehringshausen) und ca. 3.5 – 4.0 m/s in Kuppenlagen. Damit liegen außerhalb von Kaltluftsituationen (windschwache Strahlungswetterlagen) mäßige bis gute Durchlüftungsverhältnisse vor.

Siedlungsklimatisch besonders relevant sind austauscharme Wetterlagen, die im Dilltal zu einer deutlichen Minderung des horizontalen und vertikalen Luftaustausches führen. Im Raum Ehringshausen sind an ca. 30% der Nachtstunden in den Monaten Juni, Juli und August austauscharme Wetterlagen zu erwarten. In diesem Zeitraum sind auch am häufigsten stabile Luftschichtungen (Inversionen) mit deutlich abgeschwächten Luftaustauschverhältnissen zu registrieren.

Besonders in windschwachen Strahlungsnächten entwickeln sich im Dilltal thermisch induzierte lokale Windsysteme, die wesentliche Gunsteffekte (Kalt- und Frischluftzufuhr) erbringen können. Hierbei lassen sich im Allgemeinen Flurwindeffekte (z.B. kleinräumige Luftaustauschbewegungen zwischen der Dillaue und der direkt angrenzenden Bebauung), Hangwinde (z.B. Kaltluftabfluss im Bereich der Mühlbachstraße im Süden von Ehringshausen) und Talabwinde entlang der Dill unterscheiden.

Die kaltluftbedingten Strömungen besitzen vor allem an heißen Sommertagen nach Sonnenuntergang eine hohe bioklimatische Bedeutung für die Talbebauung.

Die Ergebnisse der durchgeführten Kaltluftabflusssimulationen zeigen, dass sich bereits 2 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung (= 1. Nachthälfte) in Ehringshausen prägnante kaltluftbedingte Strömungsprozesse ausbilden.

So dominiert im Planungsgebiet am Südrand der Einfluss von südsüdwestlichen Kaltluftabflüssen über die Hangzone des Himmelbergs, die über dem Planungsgebiet in Richtung Norden zunehmend in den Talabwind entlang des Dilltals (West- bis Westnordwestwinde) eingebunden werden. Im Dilltal zeigen sich auf Höhe des Planungsgebiets in der ersten Nachthälfte Kaltluftfließgeschwindigkeiten von ca. 0.1 – 1.0 m/s, wobei strömungsparallele Straßenzüge, die Bahntrasse, der Flusslauf der Dill aber auch die Stellplatzflächen im Planungsgebiet bevorzugte Kaltluftzugbahnen sind.

Die Kaltluftmächtigkeit beträgt 2 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung (**Abbildung 8.2**) im Planungsgebiet bereits 30 – 50 m, so dass die Bestandsgebäude überströmt werden können.

Berücksichtigt man bei den Kaltluftströmungssimulationen die geplante Bebauung, so ist zu erkennen, dass sich am Südrand des durchgehenden Baukörperbandes die aus Süden zufließende Hangkaltluft staut, wodurch gegenüber der durchlässiger gestalteten Bestandsbebauung die Kaltluftfließgeschwindigkeit um bis zu 1.0 m/s abnimmt. Die hieraus resultierende Windabschwächung auch nördlich der geplanten Bebauung bleibt allerdings auf den Straßenzug Am Bahnhof nördlich der Bahntrasse „Dillstrecke“ begrenzt, da dort bereits der westliche bis westnordwestliche Talabwind entlang der Dill das ortsspezifische Strömungsgeschehen bestimmt. Wohnbebauung ist somit von den Strömungsmodifikationen nicht betroffen.

Laut Regionalplan Mittelhessen 2010 ist in Vorbehaltsgebieten für besondere Klimafunktionen der Kalt- und Frischluftabfluss möglichst nicht gravierend zu schwächen. Da der Talabwind entlang des Dilltals talabwärts auch in Richtung Berghausen/Werdorf und Wetzlar von siedlungsklimatischer Bedeutung ist, sollte gewährleistet sein, dass die vorgesehene Planung auf dem „Omniplast-Gelände“ den nach Osten gerichteten Kaltluftvolumenstrom nicht in hohem Maße beeinträchtigt.

Bestimmt man beispielhaft ca. 300 m östlich des Planungsgebiets über ein 700 m langes Talquerprofil A – A* den nach Osten weiterfließenden Kaltluftvolumenstrom, so ergibt sich zwischen dem Ist- und Plan-Zustand eine Abnahme von ca. 6.0%. Laut VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5 (2003) ist bei Kaltluftströmungen eine Verringerung der Abflussvolumina oder der Abflussgeschwindigkeit erst von mehr als 10% gegenüber dem Ist-Zustand als „gravierender Eingriff“ mit nachteiligen Folgen im Kaltluftzielgebiet zu bewerten. Prozentuale Änderungen gegenüber dem Ist-Zustand zwischen 5 und 10% sind als „mäßige Auswirkung“ zu bewerten. Bei Werten unter 5% sind im Allgemeinen nur „geringe klimatische Auswirkungen“ im Kaltluftzielgebiet zu erwarten.

Die o.a. Reduzierung des Kaltluftvolumenstroms von ca. 6% führt auf Höhe des Bewertungsprofils demnach 2 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung (1. Nachthälfte) nur zu mäßigen klimatischen Negativeffekten (reduzierte nächtliche Abkühlung und Belüftungsintensität). Da weiter talabwärts in Richtung Berghausen /Werdorf der Talabwind von den talbegleitenden Hängen zusätzlich mit Kaltluft gespeist wird, sind am Westrand der beiden Ortslagen (= Kaltluftzielgebiet) keine relevanten Minderungen des Kaltluftvolumenstroms von mehr als 5% zu verzeichnen .

In der zweiten Nachthälfte nimmt die baulich bedingte Beeinträchtigung des örtlichen Kaltluftvolumenstroms auf 4.7% (Querprofil A – A*) ab, da die Kaltluftmächtigkeit zwar weiter ansteigt (≥ 60 m), die Kaltluftstagnationstendenzen im Bereich der Dillaue zwischen Ehringshausen und Berghausen / Werdorf aber ansteigen. Eine klimatisch problematische Abnahme des Kaltluftvolumenstroms liegt damit laut DIN 3787, Blatt 5 (2003) nicht vor.

Die Ergebnisse der mikroskaligen Modellrechnungen zur Belüftungssituation am Tag belegen, dass sich bei häufig vorherrschenden Ostsüdostwinden (ca. 18% der Jahresstunden) im Plan-Zustand an den West- und Ostseiten der geplanten Lager- und Logistikhallen gegenüber dem Ist-Zustand vermehrt Stau- und Windschatteneffekte einstellen, während an den Gebäudekanten des 31 m hohen Hochregallagers Windbeschleunigungen zu verzeichnen sind. Der Stau effekt im Osten reicht ca. 110 bis 120 m nach Osten zurück. Da von der Windgeschwindigkeitsreduktion keine Wohnbebauung betroffen ist, ist dieser Effekt siedlungsklimatisch von keiner Relevanz.

Im Westen beschränken sich die Windfeldmodifikationen (Windgeschwindigkeitszunahme bzw. -abnahme) im Wesentlichen auf die Gewerbegebietsflächen selbst. Die Wohnbebauung im Bereich Dreieiche/Hofacker/Auf den Gärten unterliegt keinen gravierenden Veränderungen bzgl. der Belüftungsintensitäten. Eine planungsbedingte Tendenz zu großflächiger Luftstagnation ist nicht zu bilanzieren.

Ein nachhaltige Schwächung der Belüftungsintensität in Wohnlagen von Ehringshausen ist ebenfalls nicht festzustellen.

In den Nachtstunden kommt es bei zumeist vorherrschenden Westwinden vergleichbar mit der Tagsituation in Gebäudeleelage zu einer Windgeschwindigkeitsabnahme, die in schwacher Form in der Höhenschicht 2 m ü.G. ca. 360 m weit ($\sim 12 \times GH_{\max}$ von 31 m) in die Dillaue reicht. Weiter östlich hat sich das Windfeld regeneriert, so dass von der planungsbedingten Schwächung der Belüftungsintensität keine Wohnbebauung tangiert ist.

Die Luveffekte im Westen bleiben auf die Gewerbegebietsflächen beschränkt und können somit akzeptiert werden.

Eine nachhaltige Schwächung der nächtlichen Belüftungsintensität in Ehringshausen ist somit nicht zu bilanzieren.

Neben dem Windfeld beeinflusst die geplante Flächennutzungsänderung auch die thermischen Umgebungsbedingungen.

Die Modellrechnungen zu den thermischen Umgebungsbedingungen dokumentieren, dass an heißen Sommertagen mit Realisierung der geplanten Bebauung im Planungsgebiet keine grundlegende Veränderung bei den ortsspezifischen Lufttemperaturverhältnissen einher geht. Da das Planungsgebiet mit seinen großflächig asphaltierten / befestigten Stellplatzarealen bereits im Ist-Zustand vergleichsweise hohe Lufttemperaturen aufweist, ist bei einer flächenhaften Überbauung kein weiterer Anstieg zu erwarten. Vielmehr kann es durch gebäudebedingte Schattenwürfe, vor allem nördlich der Hallen, stellenweise zu leichten Lufttemperaturabnahmen kommen. Die über den Dachflächen der potenziellen Lager- und Logistikhallen entstehende Warmluft wird am Tag konvektiv intensiv durchmischt, so dass diese in den bodennächsten Luftschichten (2 m ü.G. / Bewegungsraum des Menschen) nicht zum Tragen kommt.

In den Nachtstunden sind im Planungsgebiet ebenfalls keine gravierenden thermischen Zusatzbelastungen zu bilanzieren. Durch die größeren Gebäudehöhen wird im Plan-Zustand die Energieumsatzfläche in höhere Luftschichten angehoben. Bei zumeist vorherrschenden Westwinden überstreicht die Talkaltluft die Dachflächen und verlagert die Warmluft nach Osten, wo sie über der kühlen Dillauwe absinkt und dort auf eine Länge von ca. 380 – 420 m die Luft in 2 m ü.G. um ca. 0.5 – 1.0° erwärmt. Im verbleibenden ca. 1.3 bis 1.5 km langen Talzug zwischen Ehringshausen und den Ortslagen Berghausen und Werdorf intensiviert sich die Abkühlung wieder, so dass dort mit keinen planungsbedingten Lufttemperaturmodifikationen mehr zu rechnen ist. Das Kalt- und Frischluftsystem im Dilltal wird in Richtung Berghausen / Wehrdorf somit nicht nachhaltig gestört.

In der Bestandsbebauung von Ehringshausen ist in den Nachtstunden bei zumeist vorherrschenden Winden aus westlichen Richtungssektoren mit keiner nennenswerten thermischen Zusatzbelastung zu rechnen.

Wie in Kap. 2 angeführt, verfolgt die Regionalplanung in Mittelhessen angesichts der prognostizierten Klimawandelfolgen mit vermehrter Wärmebelastung das Ziel einer klimawandelgerechten Raumentwicklung. Demnach sind Kaltluftentstehungsgebiete und Kaltluftleitbahnen wie das Dilltal mit einem hohen Sicherheitsgrad eingestuft.

Um diesen Zielvorstellungen auch bei der geplanten baulichen Neustrukturierung des Planungsgebiets gerecht zu werden, sind trotz der räumlich eng begrenzten klimaökologischen Negativeffekte der geplanten Bebauung thermisch wirksame Ausgleichsmaßnahmen und strömungssichernde Flächennutzungen im Bebauungsplangebiet anzustreben.

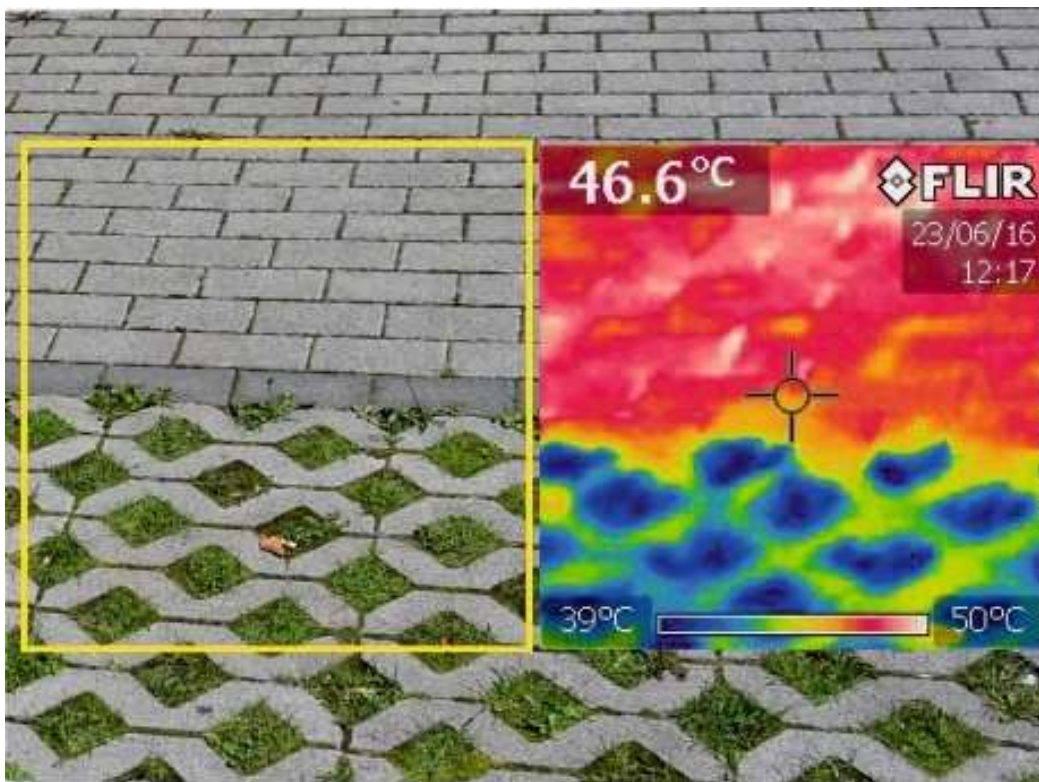
Diese werden nachfolgend angeführt und können als Festsetzungen im Bebauungsplan aufgenommen werden bzw. im planerischen Abwägungsprozess Berücksichtigung finden.

Damit günstige thermische / bioklimatische Umgebungsbedingungen gesichert werden, sollten befestigte Erschließungsstraßen auf das nur notwendige Maß begrenzt werden. Sie sind zudem mit schattenwerfenden Laubbäumen zu begleiten, um am Tag über den Schattenwurf eine übermäßige Aufheizung zu verhindern.

Im Bereich von Parkplätzen ist die Verwendung von Rasengittersteinen oder ähnlicher wasserdurchlässiger Beläge zu empfehlen.

Die Vorteile geringerer Bodenversiegelungen sind u.a.:

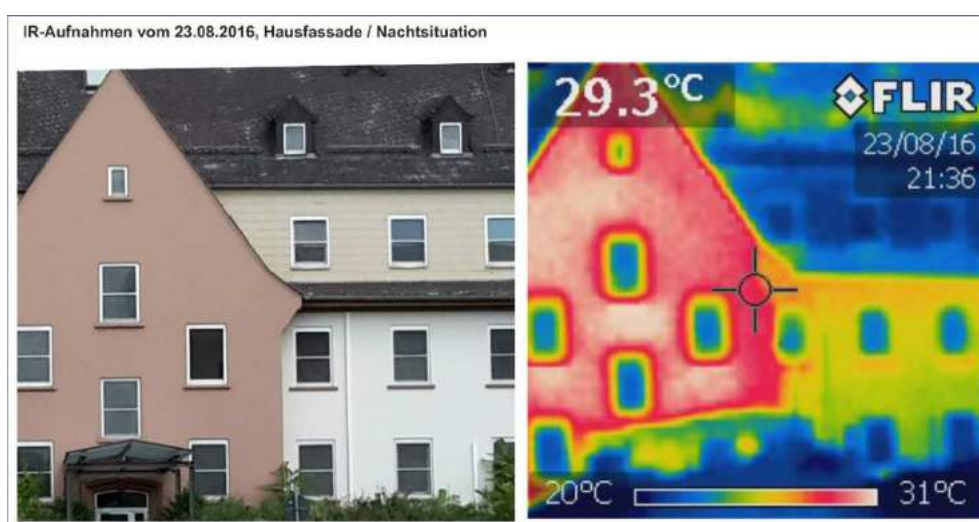
- Reduktion vom Regenwasserabfluss und Wasserspeicherung im Boden,
- erhöhte Verdunstung vom Boden,
- geringere Oberflächentemperaturen (siehe **Grafik 7**).



Grafik 7: IR-Aufnahme von unterschiedlichen Oberflächenbelägen bei einer Lufttemperatur von 27°C (Aufnahme: ÖKOPLANA)

Die Parkierungsflächen sind zudem mit schattenspendenden Laubbäumen zu überstellen ohne den erforderlichen internen Luftaustausch zu unterbinden. Bei der Auswahl der Baumarten sollte auf ihre Trockentoleranz und Hitzeresistenz geachtet werden.

Auch durch die Wahl heller Fassadenfarben bei der Gestaltung der Hallen/Gebäude kann die thermische Zusatzbelastung im Nahbereich des Baukörpers wirksam herabgesetzt werden. So führt die hohe Absorptionsfähigkeit dunkler Fassadenanstriche gegenüber hellen Fassaden zu deutlich höheren Oberflächentemperaturen (siehe **Grafik 8**).



Grafik 8: Oberflächentemperaturen unterschiedlich heller Fassaden. Aufnahme: ÖKOPLANA

Langgestreckte Fassaden sind zudem – wo möglich – mit Hilfe von Bäumen gliedernd zu gestalten. Alternativ können Wandbegrünungen an Rankgittern (Begrünung mit standortgerechten Schling-, Rank- oder Kletterpflanzen) vorgesehen werden.

Zur weiteren Minimierung thermischer Negativeffekte können zudem Dachbegrünungen beitragen. Insbesondere die Flachdächer der niedrigeren Hallenbauten (15 und 18 m) sollten mit einer extensiven oder „einfach intensiven“ Dachbegrünung versehen werden. Eine „einfach intensive Dachbegrünung“ umfasst Kräuter, Gräser, Sedum und evtl. in lockerer Pflanzanordnung niedrige Gehölze (< 1.5 m). Zudem sind Drän- und Wasserspeicherelemente zu berücksichtigen, um während sommerlicher Trockenperioden eine ausreichende Befeuchtung der Pflanzen zu gewährleisten.

Dachbegrünungen weisen nachfolgende Positiveffekte auf:

- Reduzierung der Luftschadstoffbelastung – insbesondere von Feinstaub – durch Erhöhung der schadstoffspezifischen Depositionsgeschwindigkeiten partikel- und gasförmiger Spurenstoffe. Durch die geringere Aufheizung der Luft über begrünten Dächern ist die vertikale Auftriebsströmung und somit die Stauaufwirbelung geringer.
- Dämpfung von Extremwerten der Oberflächentemperaturen durch die Verdunstungsleistung der Pflanzen. An heißen Sommertagen sind extensiv begrünte Dächer um ca. 17 – 33 K kühler als unbegrünte Dächer.

Bei intensiv begrünten Dächern werden ca. 62 - 67% der eingestrahlten Energie in latente Wärme umgesetzt. Diese steht dann nicht mehr zur Erwärmung der Umgebungsluft zur Verfügung. Die Lufttemperatur über den Dächern (0.5 m) ist daher um ca. 0.6 – 1.5 K kühler (PFOSER ET AL. 2013).

Die kühlende Wirkung einzelner Dachbegrünungen beschränkt sich allerdings im Wesentlichen auf die Luftmassen direkt über der Dachoberfläche.

Dachbegrünungen sind mit vielen weiteren Synergieeffekten verbunden. Hierzu zählen u.a. Reduktion des Niederschlagsabflusses, Lärminderung und die Erhöhung der Biodiversität (PFOSER ET AL. 2013).

Fazit:

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass die vorgelegte Planung für das „Omniplast-Gelände“ mit geeigneten Festsetzungen (s.o.) klimaverträglich gestaltet werden kann. Die im Planungsgebiet und in dessen Umfeld berechnete Be- und Durchlüftungsintensität bleibt ausreichend, um großflächige Windstagnationsbereiche und Wärmestaus zu vermeiden. Auch bzgl. der thermischen Umgebungsbedingungen können bei Beachtung bzw. Festsetzung der o.a. Planungsempfehlungen siedlungsklimatisch bedeutsame Zusatzbelastungen unterbunden werden.



.....
gez. Achim Burst (Dipl.-Geogr.)
ÖKOPLANA

Mannheim, den 23. April 2021

Quellenverzeichnis / weiterführende Schriften

- BMBAU, BUNDESMINISTERIUM FÜR RAUMORDNUNG, BAUWESEN UND STÄDTEBAU (1979):** Regionale Luftaustauschprozesse und ihre Bedeutung für die räumliche Planung. Schriftenreihe 06.032. Bonn.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (2013):** KLAMIS. Modellgestützte Klimaanalysen und –bewertungen für die Regionalplanung. Grundlagen für einen Leitfaden. Berlin.
- BRUSE, M. (2002/2020):** Envi-Met - Mikroskaliges Klimamodell. Bochum.
- BRUSE, M. (2003):** Stadtgrün und Stadtklima – Wie sich Grünflächen auf das Mikroklima in Städten auswirken. In: LÖBF-Mitteilungen 1/2003. S. 66 – 70.
- DEUTSCHER STÄDTETAG (2012):** Positionspapier Anpassung an den Klimawandel – Empfehlungen und Maßnahmen der Städte. Köln.
- FRIEDRICH, J. ET AL. (2014):** Klimaanpassung in Kommunen und Regionen – eine Praxishilfe des Umweltbundesamtes. In: UVP-Report 28 (3 + 4). Hamm. S. 133 - 138
- GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA (2015):** Stadtklimagutachten für die Stadt Heidelberg. Hannover, Mannheim.
- GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA (2017):** Planungsempfehlungen für die (stadt-)klimawandelgerechte Entwicklung von Konversionsflächen – Modellvorhaben Heidelberg. Reihe KLIMOPASS-Berichte. Hrsg.: LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Karlsruhe.
- GIESE-EICHHORN (1998/2016):** Handbuch zum prognostischen Strömungsmodell MISKAM. Wackernheim.
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2001):** Umweltatlas Hessen. Wiesbaden.
- IÖR (2011):** REGKLAM Ergebnisbericht. Regionales Klimaanpassungsprojekt Modellregion Dresden. Stadtstrukturabhängige Ausweisung sensibler Siedlungsräume bei thermischen Belastungen als Grundlage für die künftige Stadtentwicklung. Dresden.
- KING, E. (1973):** Untersuchungen über kleinräumige Änderungen des Kaltluftflusses und der Frostgefährdung durch Straßenbauten (Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 130, Band 17).

ÖKOPLANA, PROF. DR. G. GROSS (2019): Klimagutachten zur Spätfrostgefährdung – Neubau eines EDEKA-Marktes in Neustadt-Hambach. Mannheim. Rinteln.

PFOSE ET AL. (2013): Gebäude, Begrünung und Energie: Potenziale und Wechselwirkungen. Interdisziplinärer Leitfaden als Planungshilfe zur Nutzung energetischer, klimatischer und gestalterischer Potenziale sowie zu den Wechselwirkungen von Gebäude, Bauwerksbegrünung und Gebäudeumfeld, Forschungsbericht, Technische Universität Darmstadt.

REGIERUNGSPRÄSIDIUM GIESSEN (2011): Regionalplan Mittelhessen 2010. Gießen

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2003): VDI 3787, Bl. 5. Lokale Kaltluft. Düsseldorf.

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2008): VDI 3787, Bl. 2. Methoden zur human-bio-meteorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung – Teil I: Klima. Düsseldorf.

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2019): VDI 3787, Bl. 8. Stadtentwicklung im Klimawandel. **Entwurf.** Düsseldorf.

Internetinformationen:

<https://www.dwd.de/>

<https://docplayer.org/73084289-Miskam-giese-eichhorn-umweltmeteorologische-software-handbuch-zu-version-6-im-auftrag-von-am-spielplatz-wackernheim-tel.html>

<https://www.envi-met.com>

<https://hlnug.de>

<https://www.klimafolgenonline.com>

<https://www.opendata.dwd.de>

<https://rekisviewer.hydro-tu-dresden.de>