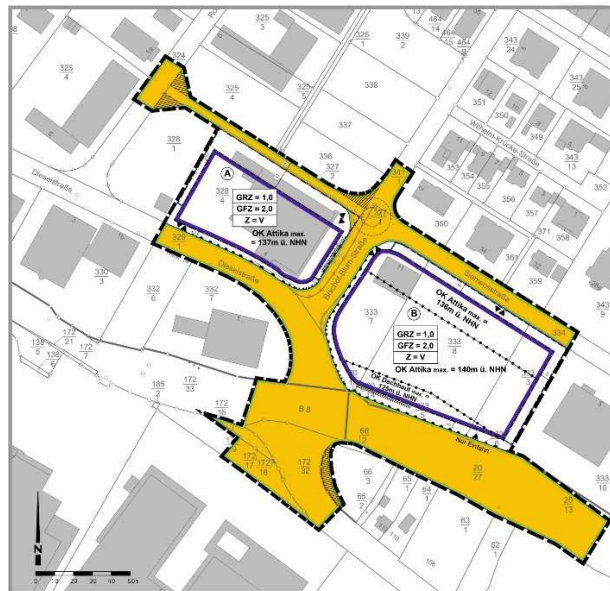


ÖKOPLANA

KLIMAÖKOLOGIE
LUFTHYGIENE
UMWELTPLANUNG

KLIMAEXPERTISE ZUM VORHABENBEZOGENEN BEBAUUNGSPLAN „GEMINI PLAZA DIESELSTRASSE“ IN LIMBURG A. D. LAHN



Auftraggeber:

M&M Gemini GmbH
Konrad-Kurbold-Straße 7a
65549 Limburg a. d. Lahn

Bearbeitet von:

Dipl.-Geogr. Achim Burst

Mannheim, den 19. Februar 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	10
4	Klimatische Rahmenbedingungen im Raum Limburg a. d. Lahn	12
5	Numerische Kaltluftströmungssimulationen zur Darstellung und Bewertung der planungsbedingten Klimamodifikationen	16
5.1	Modellgrundlagen und Modelleingangsdaten	17
5.2	Ergebnisse der Modellrechnungen und Bewertung	20
6	Kurzzusammenfassung, Bewertung und Planungs- empfehlungen	29
	Quellenverzeichnis / weiterführende Literatur	33

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1:** Lage des Planungsgebiets im Stadtgebiet von Limburg a. d. Lahn
- Abb. 2:** Topografische Lagesituation des Planungsgebiets „Gemini Plaza Dieselstraße“
- Abb. 3:** Planungsgebiet – fotografische Dokumentation
- Abb. 4:** Ausschnitt aus dem Regionalplan Mittelhessen (2010)
- Abb. 5:** Ausschnitt aus dem Gesamtflächennutzungsplan der Kreisstadt Limburg a. d. Lahn
- Abb. 6:** Vorhabenbezogener Bebauungsplan „Gemini Plaza Dieselstraße“. Entwurfsstand: 09.10.2020
- Abb. 7:** Planungsentwurf „Gemini Plaza Dieselstraße“. Lageplan
- Abb. 8:** Planungsentwurf „Gemini Plaza Dieselstraße“. Projektdaten: Nutzung – Flächen – Geschosse - Höhen
- Abb. 9:** Planungsentwurf „Gemini Plaza Dieselstraße“. Fotorealistische Darstellungen
- Abb. 10:** „Programmstempel“ KLAM_21
- Abb. 11:** Lage der Luftmessstation Limburg
- Abb. 12:** Windstatistik 2018 – 2020 Luftmessstation Limburg
- Abb. 13:** Tagesgang der Lufttemperatur, der Windrichtung und Windgeschwindigkeit am 31.07./01.08.2018 – heißer Sommertag
- Abb. 14:** Ausschnitt aus dem Landschaftsplan der Kreisstadt Limburg a. d. Lahn – Fortschreibung 2013 – Teilplan Luft und Klima
- Abb. 15** Schematische Darstellung zu den nächtlichen Veränderungen von Wind- und Temperaturfeld im Bereich eines Einzelgebäudes
- Abb. 16** Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen für den Ist-Zustand. Kaltluftfließgeschwindigkeit und -richtung 2 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 17** Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen für den Ist-Zustand. Kaltluftmächtigkeit 2 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 18** Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen für den Ist-Zustand. Kaltluftvolumenstromdichte 2 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung

- Abb. 19** Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen. Planungsbedingte Veränderung der Kaltluftfließgeschwindigkeit und des Kaltluftvolumenstroms 2 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 20** Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen für den Ist-Zustand. Kaltluftfließgeschwindigkeit und -richtung 6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 21** Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen für den Ist-Zustand. Kaltluftmächtigkeit 6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 22** Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen für den Ist-Zustand. Kaltluftvolumenstromdichte 6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 23** Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen. Planungsbedingte Veränderung der Kaltluftfließgeschwindigkeit und des Kaltluftvolumenstroms 6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 24** Oberflächenstrahlungstemperaturen unterschiedlich heller Oberflächenbeläge

1 Aufgabenstellung

Im Nordwesten von Limburg ist nördlich der Bundesstraße 8 / Dieselstraße in einem ca. 2.59 ha großen Plangebiet die Realisierung eines neuen Geschäftszentrums „Gemini Plaza“ mit Wohnungen geplant (Lage siehe **Abbildung 1**).

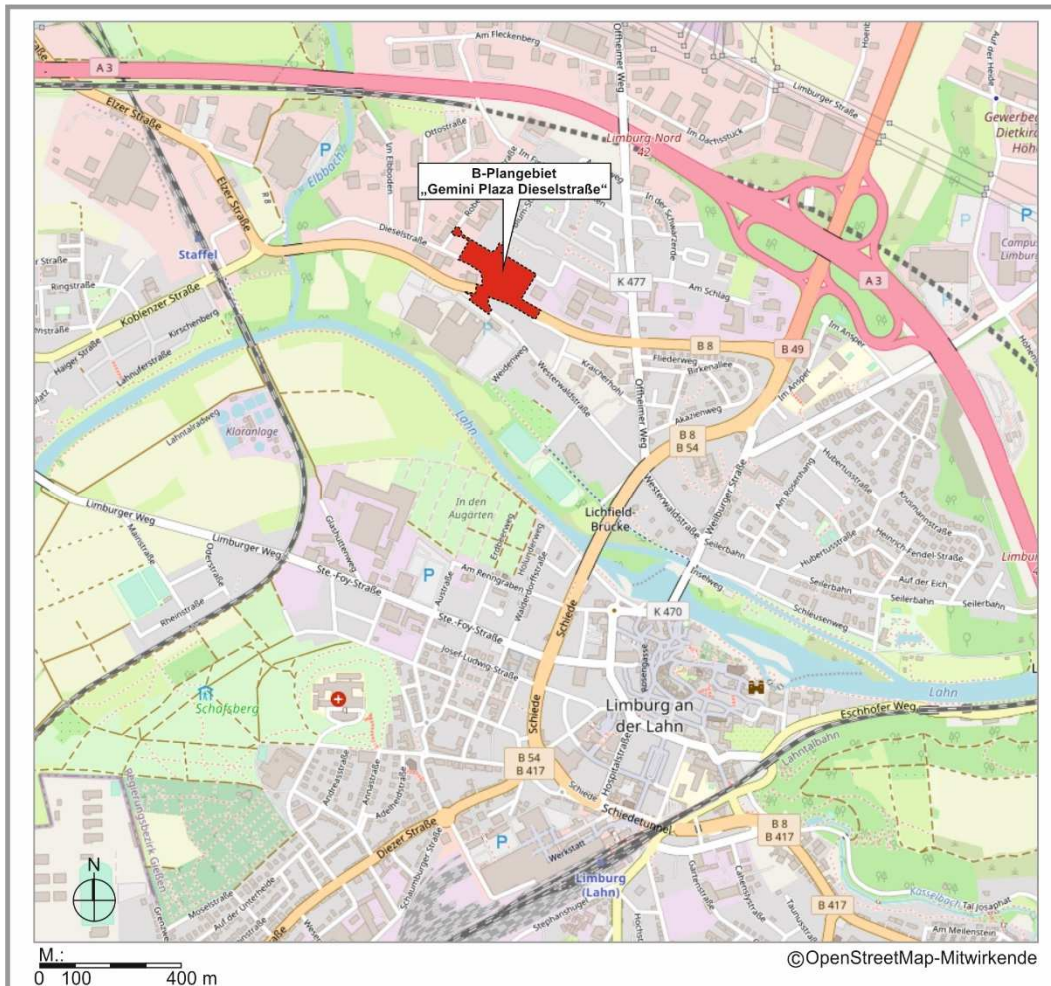


Abbildung 1: Lage des Planungsgebiets im Stadtgebiet von Limburg a. d. Lahn

Das Geschäftszentrum setzt sich aus zwei Baukörpern zusammen. Nordwestlich der Bischof-Blum-Straße ist ein Gebäudekomplex mit einer max. Gebäudehöhe (OK Attika) von ca. 137 m ü. NHN geplant, südöstlich der Bischof-Blum-Straße zeigt ein weiterer Baukörper eine max. Gebäudehöhe (OK Attika) von 140 m. ü. NHN. Das Planungsgebiet befindet sich in einer Höhenlage von ca. 118 - 120 m ü. NHN.

Die überplante Fläche nordwestlich der Bischof-Blum-Straße ist eine Gewerbebrauche mit einem Gebäude eines ehemaligen Autohauses (1- bis 2-geschossig). Der Planungsteilbereich im Südosten ist allein mit einem 1-stöckigen Gewerbegebäude bebaut.

Nördlich des Planungsgebiets schließen sich Siedlungsflächen mit Wohnbebauung und Gewerbearealen an. Südlich der Bundesstraße 8 befinden sich Sonderbauflächen / gemischte Bauflächen (u.a. Einkaufsmärkte) sowie die Lahntalaue.

Durch die Lage des Planungsgebiets „Gemini Plaza Dieselstraße“ am Unterhang des Lahntals, das in der Regionalplankarte Mittelhessen (2010) als „Vorbehaltsgebiet für besondere Klimafunktion“ gekennzeichnet ist sowie durch die nördlich anschließenden Brachflächen und Hausgärten ist nicht auszuschließen, dass das geplante Bauvorhaben eine stadtklimatisch relevante Barriere für bodennahe Kaltluftbewegungen bildet, woraus sich ein Konflikt mit den Klimabelangen Kaltlufthaushalt/Wärmebelastung ergeben könnte.

Kaltluftströmungssimulationen, die für ganz Hessen im 200 x 200 m Raster durchgeführt wurden (<https://www.landesplanung.hessen.de>), belegen die Funktion des Lahntals und dessen Seitentäler (z.B. Elbbachtal) als Kaltluftentstehungs- und Kaltluftammelgebiete. In siedlungsklimatisch besonders relevanten sommerlichen Strahlungs Nächten entwickeln sich im Bereich des Lahntals und seinen begleitenden Hangzonen seichte Kaltluftabflüsse bzw. flurwindartige Ausgleichsströmungen zwischen Freiland und Bebauung, die neben einer Intensivierung der bodennahen Belüftung auch die nächtliche Abkühlung forcieren (= bioklimatischer Positiveffekt).

Im Rahmen des anstehenden Bebauungsplanprozesses sind die Umweltbelange zu prüfen, wobei neben den allgemeinen klimatischen Umgebungsbedingungen auch die kaltluftspezifischen Auswirkungen des Bauvorhabens beschrieben und bewertet werden sollen. Die Grundlagen werden mit der vorliegenden Klimaexpertise bereitgestellt.

Die Klimaexpertise ist wie folgt gegliedert:

1. Vertiefende Analyse und Bewertung der ortsspezifischen klimaökologischen Funktionsabläufe unter besonderer Berücksichtigung des Strömungsgeschehens. Auswertung vorhandener Klimadaten und Prognosen zum Klimawandel.
2. Qualitative / quantitative Bestimmung und Diskussion der lokalen nächtlichen Kaltluftbewegungen sowie der zu erwartenden planungsbedingten Veränderungen mit Hilfe numerischer Kaltluftströmungssimulationen. Die Bewertungsbasis bildet die VDI-Richtlinie 3787-Blatt 5 (2003) „Lokale Kaltluft“.

3. Abschließende Bewertung und Darstellung von Optimierungsmöglichkeiten zur Sicherung bzw. Entwicklung möglichst günstiger kleinklimatischer Umgebungsbedingungen.

2 Planungsgebiet und Planungsentwurf

Das Planungsgebiet „Gemini Plaza Dieselstraße“ nördlich der Bundesstraße B 8 befindet sich am Unterhang des Lahntals auf einer Höhe von ca. 118 – 120 m ü. NHN (siehe **Abbildung 2**). Nordnordöstlich des Planungsareals steigt das Gelände in Richtung Autobahn A 3 bis auf ca. 150 m ü. NHN und weiter bis zum Höhenrücken „Auf der Warth“ zwischen Offheim und Dehren auf ca. 219 m ü. NHN an. Die Lahn verläuft südlich der Bundesstraße B 8 in einer Höhenlage von ca. 106 m ü. NHN.

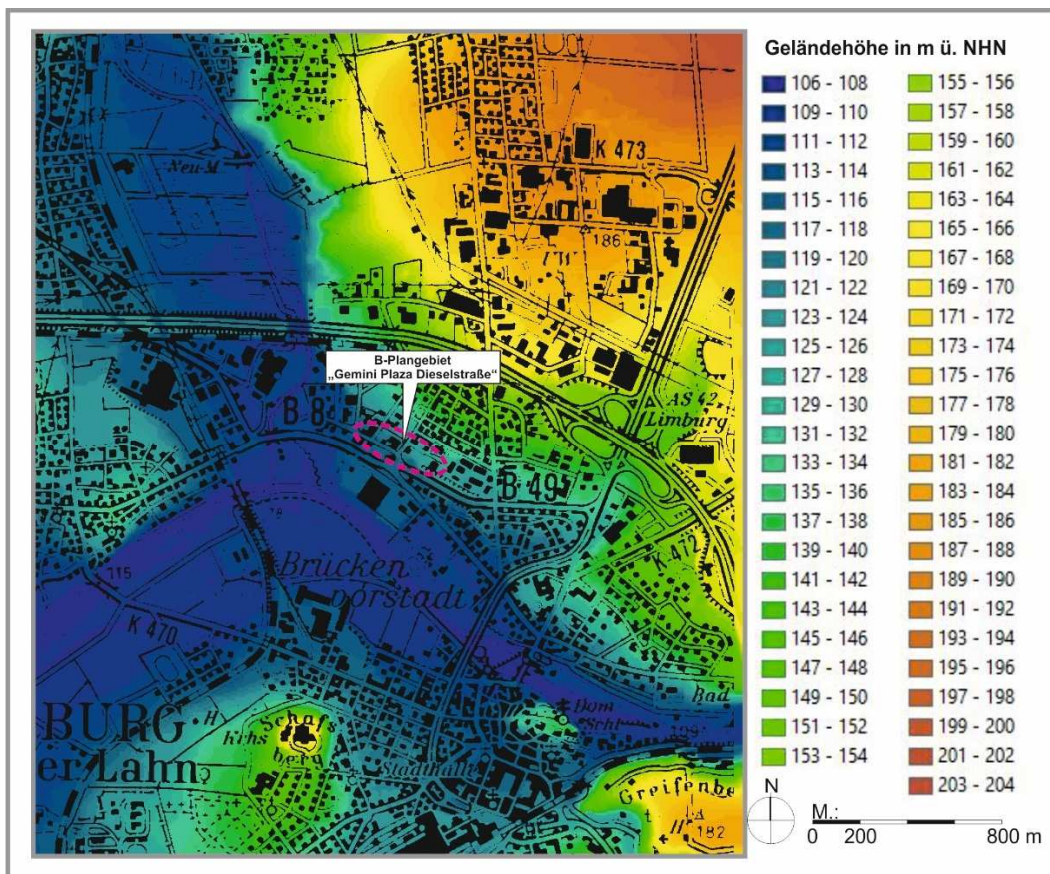


Abbildung 2: Topografische Lagesituation des Planungsgebiets „Gemini Plaza Dieselstraße“. Kartengrundlage: Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation.

Die überplante Fläche westlich der Bischof-Blum-Straße ist eine Gewerbebrache mit einem Gebäude eines ehemaligen Autohauses (1- bis 2-geschossig). Die dazugehörigen Stell- und Erschließungsflächen sind vollständig versiegelt (Pflasterbelag) – siehe **Abbildung 3**.

Im südöstlichen Planungsteilbereich besteht eine 1-geschossige Halle. Die südlich angrenzenden Freiflächen sind größtenteils mit einem Schotterbelag befestigt. Ost-südöstlich schließt eine brachliegende Vegetationsfläche an.



Abbildung 3: Planungsgebiet – fotografische Dokumentation. Fotos: ÖKOPLANA 02/2021

Im Regionalplan Mittelhessen (2010) – **Abbildung 4** – ist das Planungsgebiet als „Vorranggebiet Siedlung Bestand“ gekennzeichnet, das sich allerdings im Vorbehaltsgebiet für besondere Klimafunktion befindet. Hierzu formuliert der Regionalplan (Textteil, REGIERUNGSPRÄSIDIUM GIEßEN 2010) auf S. 82 wie folgt:

Bei der Realisierung eines *Vorranggebiets Siedlung Planung* oder *Vorranggebiets Industrie und Gewerbe Planung*, an das ein *Vorbehaltsgebiet für besondere Klimafunktionen* heranreicht oder das von diesem überlagert ist, kommt bioklimatischen und lufthygienischen Belangen eine große Bedeutung zu. Dem kann im Zuge der Aufstellung von Bauleitplänen beispielsweise Rechnung getragen werden durch die Darstellung bzw. Festsetzung von Maßnahmen zur Sicherung des Kalt-/Frischluftabflusses und der Durchlüftung (z. B. durch großzügige Grünflächen) sowie von Maßnahmen zur Luftreinhaltung und Emissionsminderung. Wichtig ist, dass zwischen zu bebauenden Flächen ausreichend bemessene Freiräume erhalten werden, damit ein Kalt- bzw. Frischluftabfluss von den Talhängen möglich ist und die regionalen Luftleitbahnen funktionsfähig bleiben.



Abbildung 4: Ausschnitt aus dem Regionalplan Mittelhessen (2010).
Bildquelle: <https://www.rp-giessen.hessen.de>

Im Gesamtlächennutzungsplan der Kreisstadt Limburg a. d. Lahn (2011) – **Abbildung 5** – ist das Planungsgebiet als gemischte Baufläche festgesetzt. Nördlich des Planungsgebiets schließen sich Siedlungsflächen mit Wohnbebauung, gemischte Bauflächen und gewerbliche Bauflächen an.

Zwischen den gemischten und gewerblichen Bauflächen ist ein schmales Grünband in Richtung Autobahn A 3 ausgewiesen, dessen Pfeilsignatur auf lokale Kaltluftbewegungen hinweist (in der Legende des FNP aber nicht konkret beschrieben). Es ist stellenweise aber durch versiegelte Stellplatzflächen und Gartenhäuschen belegt. Mauern und z.T. dichte Gehölzbestände bilden weitere Kaltluftabflussbarrieren, so dass anzunehmen ist, dass die Kaltluftabflussfunktion des Grünbands nur rudimentär ist.

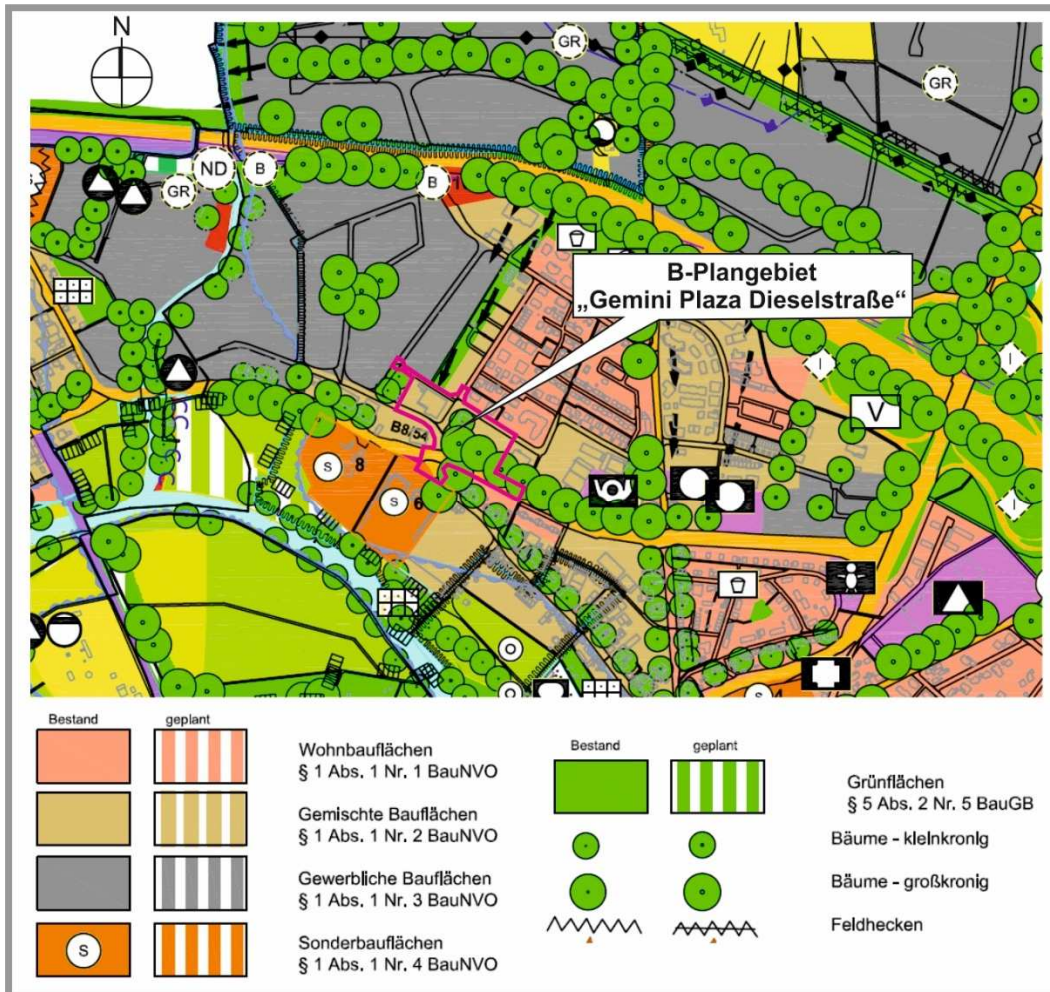


Abbildung 5: Ausschnitt aus dem Gesamtlächennutzungsplan der Kreisstadt Limburg a. d. Lahn 2011. Bildquelle: <https://www.limburg.de>

Der östliche Teilbereich des Planungsgebiets befindet sich im Geltungsbereich des rechtskräftigen Bebauungsplans „Westerwaldstraße und B8 / B49, 1. Änderung“ von 2014. Das Maß der baulichen Nutzung ist mit GRZ 0.4, GFZ 0.8 und einer max. Firsthöhe von 12.5 m über dem höchsten Geländepunkt festgesetzt.

Der westliche Teil des Vorhabenbereichs liegt im Gebiet des in Aufstellung befindlichen Bebauungsplans „Zwischen Bischof-Blum-Straße und Im Elbboden“. Die vorgesehene Art der baulichen Nutzung ist „Mischgebiet“ (KUBUS PLANUNG 2020)

Der von KUBUS PLANUNG vorgelegte vorhabenbezogene Bebauungsplanentwurf „Gemini Plaza Dieselstraße“ (**Abbildung 6**) weist im ca. 2.59 ha großen Planungsgebiet zwei überbaubare Grundstücksflächen aus.

Auf dem Baufeld A im Nordwesten ist eine OK Attika von 137 m ü. NHN geplant. Die GRZ soll auf 1.0 und die GFZ auf 2.0 festgesetzt werden. Die Zahl der max. möglichen Vollgeschosse liegt bei fünf.

Im Bereich des Baufelds B im Südosten sind max. Gebäudehöhen von 125 m ü. NHN, 136 m ü. NHN und 140 m ü. NHN vorgesehen. Die GRZ beträgt 1.0, die GFZ 2.0 und die max. Zahl der Vollgeschosse ist auch hier auf fünf begrenzt.

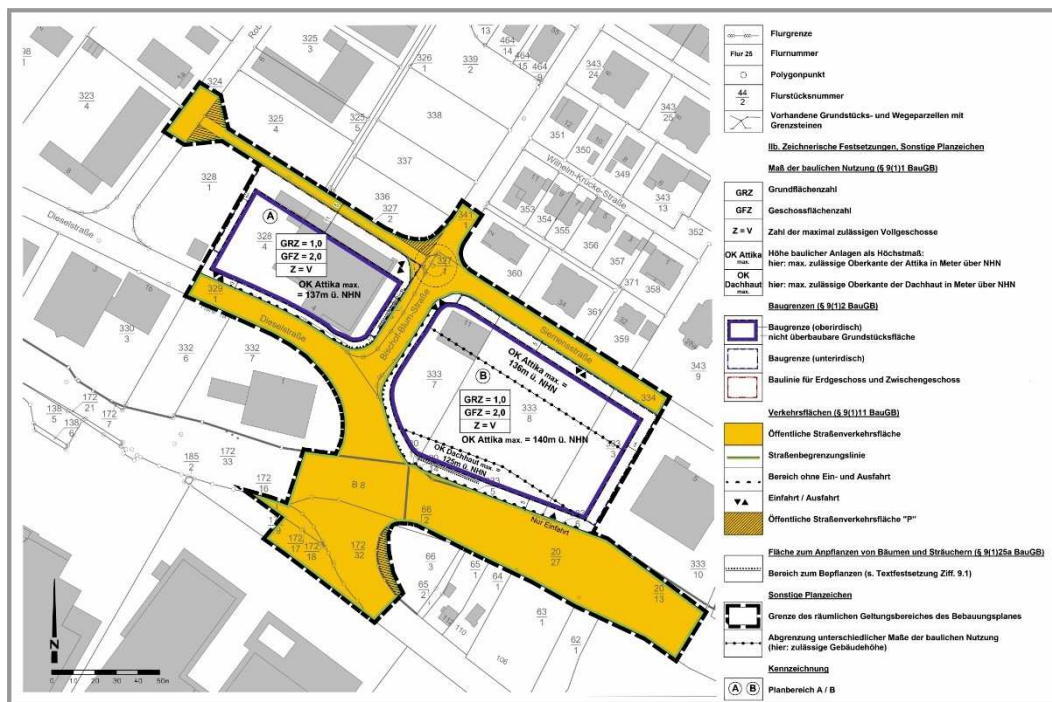


Abbildung 6: Vorhabenbezogener Bebauungsplan „Gemini Plaza Dieselstraße“. Entwurfsstand: 09.10.2020 (Grafik bereitgestellt von KUBUS PLANUNG)

In den Freiflächen und in den Garagengeschossen werden die erforderlichen Stellplätze bereitgestellt.

Die Erschließung erfolgt über die Dieselstraße, Siemensstraße und Bischof-Blum-Straße.

Das geplante Gebäudekonzept, das auch eine extensive Dachbegrünung umfasst, ist in den **Abbildungen 7 – 9** dokumentiert.

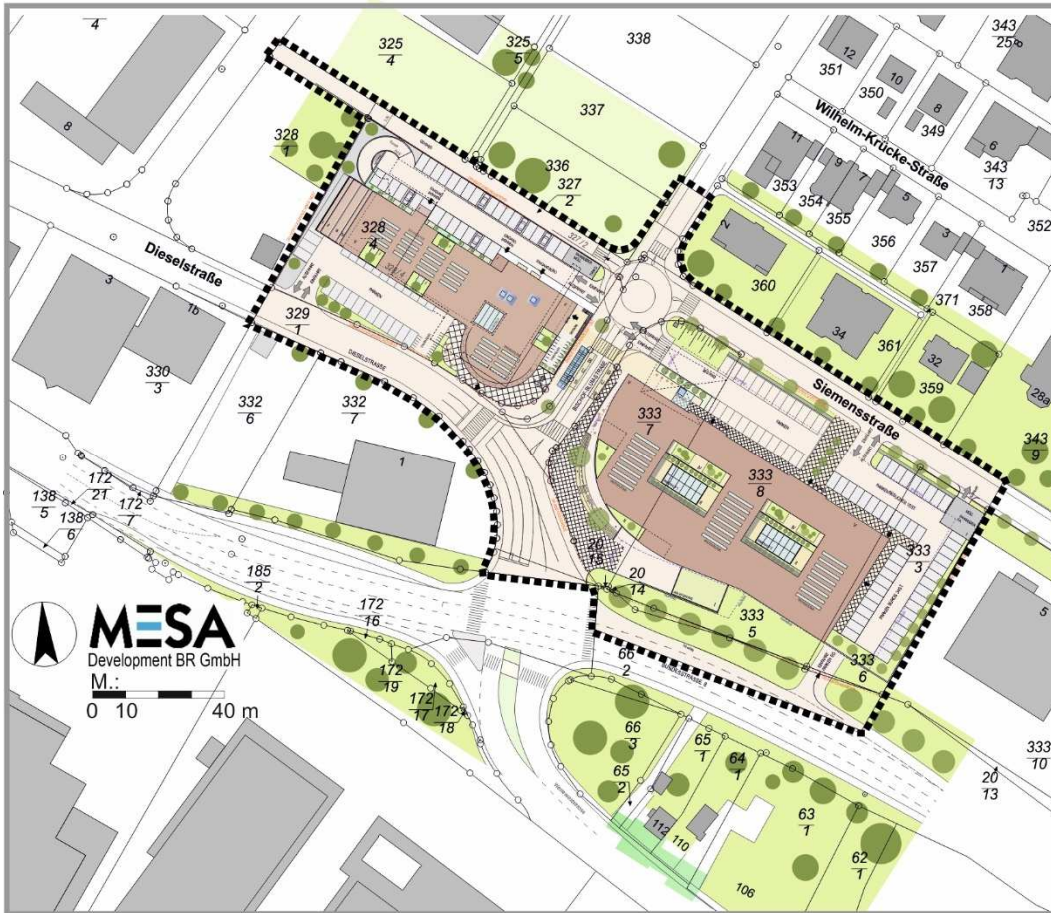


Abbildung 7: Planungsentwurf „Gemini Plaza“. Lageplan (Grafik bereitgestellt vom Auftraggeber)

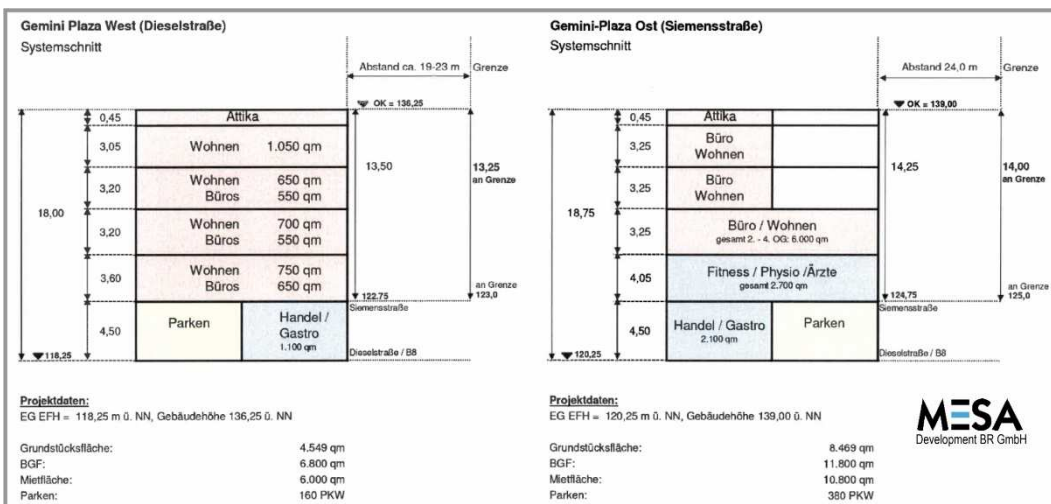


Abbildung 8: Planungsentwurf „Gemini Plaza“. Projektdaten: Nutzung – Flächen – Geschosse – Höhen (Grafik bereitgestellt vom Auftraggeber)



Abbildung 9: Planungsentwurf „Gemini Plaza“. Fotorealistische Darstellungen (Grafiken bereitgestellt vom Auftraggeber)

3 Untersuchungsmethodik

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

Hierbei wird auf Erkenntnisse aus vorhandenen Klimaanalysen/Klimadaten (u.a. HLNUG, BISCHOFF & PARTNER 2013, HESSISCHES MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ENWEGIE, VERKEHR UND WOHNEN 2017) 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 **Abbildung 10**) des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES die ortstypischen lokalen Kaltluftbewegungen in sommerlichen windschwachen Strahlungsächten analysiert.



Abbildung 10: „Programmstempel“ KLAM_21

Dabei wird dem Ist-Zustand der Plan-Zustand mit Realisierung des Planungsvorhabens „Gemini Plaza“ gegenüber gestellt. Als Modellgrundlage dient ein digitales Geländemodell im 10 m-Raster (DGM_10), das von der HESSISCHEN VERWALTUNG FÜR BODENMANAGEMENT UND GEOINFORMATION bereitgestellt wurde.

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

Mit Hilfe der KLAM_21-Simulationen können die möglichen Veränderungen des örtlichen, kaltluftbedingten Windfeldes durch die potenzielle Flächennutzungsänderung 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 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 vorgehener Nutzungsänderungen mögliche unerwünschte oder gar negative Klimaveränderungen zu erkennen. Unter Berücksichtigung der Modellunsicherheiten hinsichtlich des Vereinfachungsgrades eines Modells und der vielfältigen Eingabe-größen sind diese Ergebnisse sehr wertvolle Planungs- und Entscheidungshilfen.

4 Klimatische Rahmenbedingungen im Raum Limburg a. d. Lahn

Das Stadtgebiet von Limburg a. d. Lahn befindet sich nach der Bioklimakarte des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES (<https://www.dwd.de>) in einer vermehrt wärmebelasteten Region, die laut Klimaklassifikation nach KÖPPEN dem warmgemäßigten Regenklima Cfb zugeordnet ist. Damit verbunden ist das Überwiegen von Meeresluftmassen.

Die Jahresmitteltemperatur beträgt im langjährigen Mittel ca. 9.3°C (1981 - 2010). Die mittleren Sommertemperaturen liegen bei ca. 17.0°C (1981 – 2010)¹.

Die mittlere Anzahl der heißen Tage mit $T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$ (1981 – 2010) beläuft sich auf ca. 4.5 Tage/Jahr. Zum Vergleich: Im Stadtgebiet von Frankfurt am Main sind im Zeitraum 1981 – 2010 im Mittel 11.1 heiße Tage/Jahr zu verzeichnen.

Im Zuge des globalen Klimawandels wird die sommerliche Wärmebelastung auffallend ansteigen. Laut Prognosen des POTSDAM-INSTITUTS FÜR KLIMAFOLGENFORSCHUNG sind im Zeitraum 2030 – 2060 in Limburg a. d. Lahn 9.3 heiße Tage/Jahr zu erwarten. Dabei wird die RCP 8.5 Projektion (RCP = Representative Concentration Pathway) mit hoher Zunahme der globalen Temperatur angenommen. Die sommerliche Wärmebelastung nähert sich damit den heutigen Werten von Großstädten wie Wiesbaden oder Frankfurt a. M.

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.

Das örtliche Windfeld wird in Limburg a. d. Lahn von südwestlichen bis westlichen Windrichtungen dominiert (siehe **Abbildungen 11 und 12**). Die Windstatistik für die freixponierte HLNUG-Luftmessstation Limburg (2018 – 2020) zeigt, dass am Tag zu ca. 31% der Stunden südwestliche bis westliche Windrichtungen vorherrschen. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt dabei ca. 2.0 – 3.0 m/s. Als Sekundärmaximum sind am Tag ostnordöstliche bis östliche Windrichtungen zu bestimmen (ca. 23% der Stunden), wobei mittlere Windgeschwindigkeiten von ca. 2.0 – 2.3 m/s auftreten.

Über alle Windrichtungen gemittelt beträgt die mittlere Windgeschwindigkeit im Zeitraum 2018 – 2020 am Tag ca. 2.3 m/s.

¹ **Datenquelle:** <https://klimafolgenonline.com>

In den Nachtstunden flaut der Wind auf ein mittleres Stundemittel von 1.5 m/s ab und der Anteil nordöstlicher Windrichtungen nimmt zu Gunsten südwestlicher Richtungskomponenten etwas ab. Dies lässt darauf schließen, dass sich im Lahntal zwischen Limburg a. d. Lahn und Diez in Strahlungs Nächten kein prägnanter Talabwind entwickelt. Vielmehr sind flurwindartige südwestliche bis westliche Windbewegungen zwischen der kühlen Lantalaue/Diersteiner Aue zu verzeichnen. Dies wird auch durch den beispielhaften Tagesgang der Lufttemperatur und des Windes an einem typischen heißen Sommertag offenbar (**Abbildung 13**)



Abbildung 11: Lage der Luftmessstation Limburg. Foto: ÖKOPLANA 02/2021

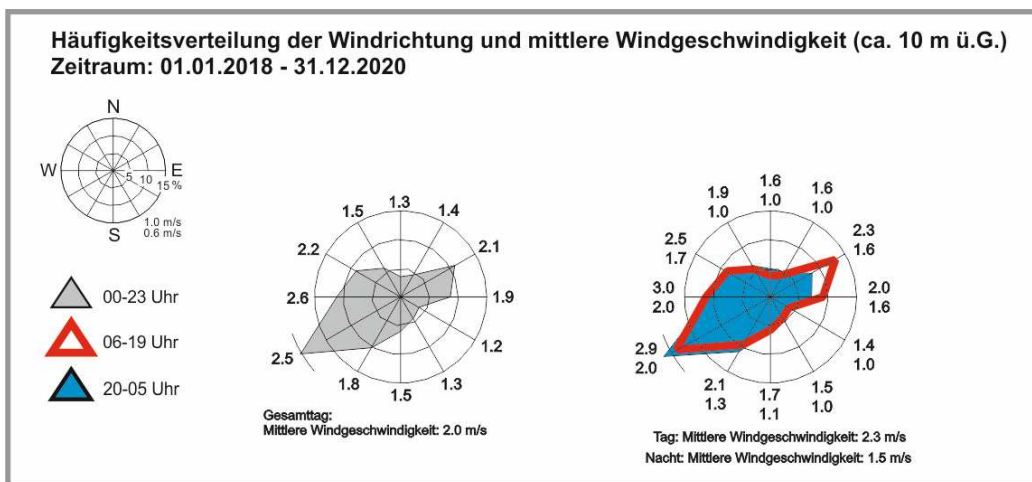


Abbildung 12: Windstatistik 2018 – 2020 Luftmessstation Limburg.
 Datenquelle: <https://www.hlnug.de>

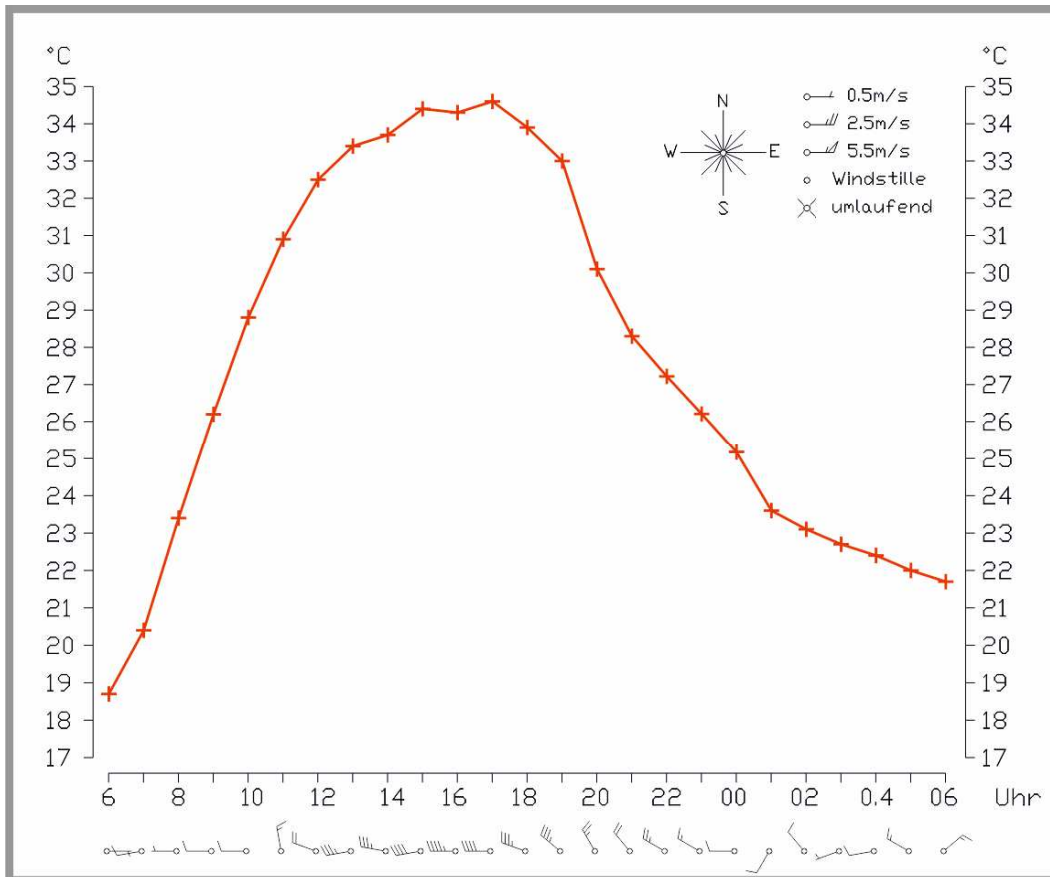


Abbildung 13: Tagesgang der Lufttemperatur, der Windrichtung und Windgeschwindigkeit am 31.07./01.08.2018 – heißer Sommertag. Datenquelle: <https://www.hlnug.de>

Die recht niedrigen nächtlichen Windgeschwindigkeiten von deutlich unter 2.0 m/s weisen auf geringe Belüftungsintensitäten hin. Sie lassen in Strahlungsnächten im Lahntal und im Bereich der begleitenden unteren Hangzonen (Planungsgebiet), insbesondere im Laufe der zweiten Nachthälfte, vermehrt Kaltluftstagnationstendenzen erwarten, weshalb zusätzlichen Bewegungsimpulsen über Kaltluftbewegungen aus unbebauten Hangzonen und Seitentälern (z.B. Elbbachtal) erhöhte stadtklimatische Bedeutung zukommt.

Die kaltluftinduzierten Hang- und Talabwinde sind, wie bereits o.a., an sogenannte windschwache Strahlungsnächte (max. Wolkenbedeckungsgrad 4/8, mittlere Windgeschwindigkeit ≤ 2.6 m/s) gebunden, die ähnlich wie im Raum Frankfurt a. M. / Wiesbaden in der wärmeren Jahreszeit Mai – September im mehrjährigen

Mittel (1981 -2010) mit einer Häufigkeit von ca. 30% der Nächte/Jahr zu erwarten sind².

Im Landschaftsplan der Kreisstadt Limburg a. d. Lahn (BISCHOFF & PARTNER 2013, **Abbildung 14**) ist die Lahntalauwe als stadtklimatisch bedeutsame Kaltluftproduktionsfläche ohne nennenswerte reliefbedingte Kaltluftbewegung (Gefälle < 1°) gekennzeichnet.

Zusätzliche Kalt- und Frischluftquellgebiete sind dem Elbbachtal zugeordnet.

Das Planungsgebiet „Gemini Plaza“ ist nicht als Bestandteil klimaökologisch relevanter Flächen gekennzeichnet.

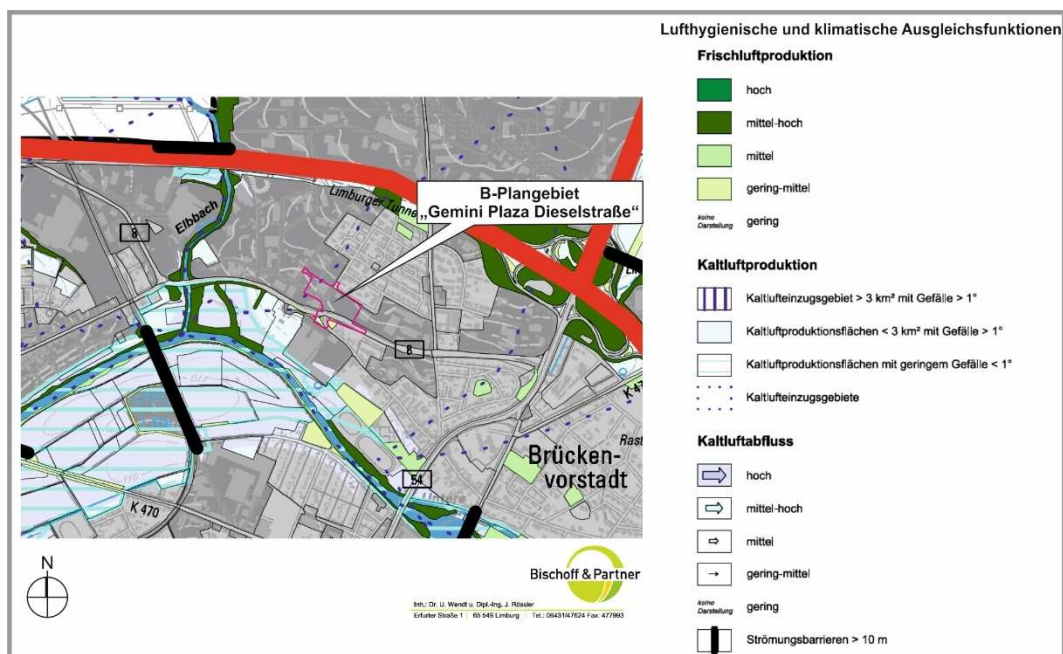


Abbildung 14: Ausschnitt aus dem Landschaftsplan der Kreisstadt Limburg a. d. Lahn – Fortschreibung 2013 (BISCHOFF & PARTNER 2013) – Teilplan Luft und Klima.

² **DEUTSCHER WETTERDIENST (2017):** Modellbasierte Analyse des Stadtklimas als Grundlage für die Klimaanpassung am Beispiel von Wiesbaden und Mainz. Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 249. Offenbach a. M.

5 Numerische Kaltluftströmungssimulationen zur Darstellung und Bewertung der planungsbedingten Klimamodifikationen

Für die Betrachtung der Auswirkungen des Planungsvorhabens im vorgesehenen Bebauungsplangebiet „Gemini Plaza Dieselstraße“ auf die ortsspezifischen klein-klimatischen Verhältnisse wird das Augenmerk vermehrt auf thermisch belastende Sommernächte/Tropennächte gelegt. Regionalen und lokalen Kaltluftbewegungen kommen dann besondere stadtklimatische Bedeutung zu. Sie bewirken eine forcierte nächtliche Abkühlung in tagsüber überwärmten Siedlungsbereichen.

Wie in Kap. 1 bereits angeführt, werden daher zur Bilanzierung der stadtklimatischen Folgeerscheinungen des Planungsvorhabens numerische Kaltluftströmungssimulationen durchgeführt.

Durch die geplante Bebauung wird örtlich die Landnutzung modifiziert, was charakteristische Veränderungen ausgewählter meteorologischer Parameter in der unmittelbaren Umgebung zur Folge hat. Die zu erwartenden planungsbedingten Veränderungen bei Wind- und Temperaturfeld werden nachfolgend zunächst in schematischer Weise erläutert. (**Abbildung 15**).

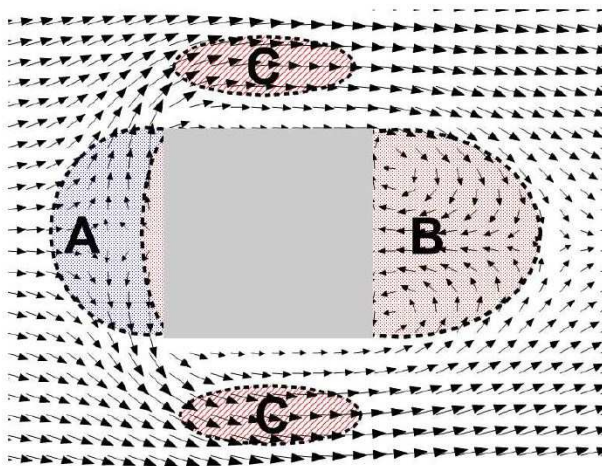


Abbildung 15: Schematische Darstellung zu den nächtlichen Veränderungen von Wind- und Temperaturfeld im Bereich eines Einzelgebäudes (ÖKOPLANA / PROF. DR. G. GROSS 2018)

Ein Baukörper in einer Kaltluftzugbahn stellt sich der zuströmenden nächtlichen Kaltluft in den 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 daher nach Realisierung der Bebauung 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 nunmehr folgenden Simulationsergebnissen in lokal modifizierter Form wieder finden.

5.1 Modellgrundlagen und Modelleingangsdaten

Bei der Betrachtung und Bewertung der klimaökologische Auswirkungen der geplanten Flächennutzungsänderung im Bebauungsplangebiet „Gemini Plaza Dieselstraße“ 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 und kaltluftbedingte Flurwindeffekte (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 Strahlungsächte.

Wie in **Tabelle 1** aufgeführt, weisen Grünland/Streuobstwiesen/Rasenflächen und Ackerflächen die höchsten Kaltluftproduktionsraten auf..

Landnutzung	Kaltluftproduktionsrate m ³ /(m ² s)	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)

In Wald- und Gehölzflächen 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.

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/Bebauung abhängig. Die Reibungskraft der Oberflächen bremst die Strömungsdynamik.

Kaltluftbewegungen zeigen in der ersten Nachthälfte die größten Fließgeschwindigkeiten.

Kaltluftstaus bilden sich im Luv von natürlichen und anthropogenen Hindernissen (Wald- und Siedlungsrand, Straßendamm u. a.). Die kalte Luft staut sich bis zur Hindernishöhe oder etwas darunter auf, bis bei weiterem Nachfließen von Kaltluft das Hindernis schließlich überströmt wird (KING, 1973). Kleinere Hindernisse werden von der abfließenden Kaltluft ohne nennenswerte Staubildung um- oder überströmt. Kaltluftseen entstehen durch Ansammlung kalter Luft in Mulden und Senken.

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)³ - siehe **Abbildung 2** - 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.

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, Buschland, unversiegelte Freiflächen, versiegelte Flächen und Wasserflächen.

Zusammenhängende Siedlungsflächen werden im Modell KLAM_21 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 geplanten Baukörper „Gemini Plaza“ werden als detaillierte Bebauung mit einer max. Höhe von 19 m (Baufeld A im Nordwesten) und 20 m (Baufeld B im Südosten) in das Modell eingebunden, um den kleinräumigen Einfluss auf das örtliche Kaltluftgeschehen herausarbeiten zu können. Die oberirdischen Parkierungsflächen gehen als versiegelte Flächen in die Modellierung ein.

Das betrachtete Rechengebiet umfasst eine Gebietsgröße von 3.0 x 3.5 km (10.5 km²) zzgl. Randzellen, so dass die planungsnahen Kaltlufteinzugsgebiete und Kaltluftwirkgebiete mitberücksichtigt werden.

Vorausgesetzt wird die für Kaltluftabflüsse optimale Situation, d.h. eine klare und windschwache Nacht mit überregionalen Westwinden (1.5 m/s, 40 m ü.G.).

³ Die digitalen Geländedaten wurden von der HESSISCHEN VERWALTUNG FÜR BODENMANAGEMENT UND GEOINFORMATION zur Verfügung gestellt.

5.2 Ergebnisse der Modellrechnungen und Bewertung

Die **Abbildungen 16 - 18** zeigen für den **Ist-Zustand** die Ergebnisse der Kaltluftströmungssimulationen in der ersten Nachhälfte - 2 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung⁴. 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.

In dieser Kaltluftbildungsphase bilden sich nördlich der Autobahn A 3 im Hangbereich Auf der Warth bei Offheim seichte Hangabwinde (0.5 – 1.0 m/s, 2 m ü.G.), die zum einen in Richtung Süden über die Autobahn A 3 hinweg abfließen und zum anderen die Kaltluftbewegungen entlang des Elbbachs in Richtung Lahntal speisen (siehe **Abbildung 16**). Die Autobahn A 3 sowie die Hangbebauung nördlich des Planungsgebiets bilden für die nördlichen Hangabwinde Barrieren, so dass die Kaltluftfließgeschwindigkeit an Intensität verliert und bereits am Planungsstandort „Gemini Plaza“ von nordwestlichen Kaltluftbewegungen über das Elbbachtal überlagert werden. Dementsprechend sind im Planungsgebiet Nordwestwinde mit Strömungsgeschwindigkeiten von ca. 0.2 – 0.5 m/s (2 m ü.G.) zu bestimmen. Die talparallel ausgerichteten Baukörper des „Gemini Plaza Projektes“ sind damit strömungsgünstig angelegt.

Eine relevante Kaltluftbewegung über das im Flächennutzungsplan 2011 (**Abbildung 5**) ausgewiesene Grünband westlich der Bischof-Blum-Straße wird nicht festgestellt. Hierzu ist das Grünband mit einer Breite von ca. 12 – 18 m zu gering dimensioniert und zu stark baulich überprägt.

Die vertikale Mächtigkeit der Kaltluft (**Abbildung 17**) beläuft sich 2 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung im Planungsgebiet auf ca. 15 – 25 m. Die derzeitige 1- bis 2 geschossige Bebauung kann damit überströmt werden.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Modellergebnisse allein die Kaltluftentwicklung im Modellgebiet beschreibt. Kaltluft, die aus größerer Entfernung herangeführt wird, bleibt unberücksichtigt.

In **Abbildung 18** ist für den Ist-Zustand die berechnete Kaltluftvolumenstromdichte 2 Std. 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 Obergrenze der Kaltluftschicht, welcher senkrecht zur Strömung steht, fließt. Ihre Einheit ist m³/(m·s).

⁴ In den Monaten Juni/Juli entspricht dies ca. dem Zeitpunkt 22:15 – 22:30 Uhr (MEZ)

Die Berechnungsergebnisse zeigen über dem Planungsgebiet Kaltluftvolumina von ca. 2 – 5 m³/(m·s). Im Vergleich zur Lahntalau (Kaltluftvolumenstromdichte stellenweise unter 2 m³) zeigt sich die untere Hangzone am Planungsstandort noch vergleichsweise gut belüftet.

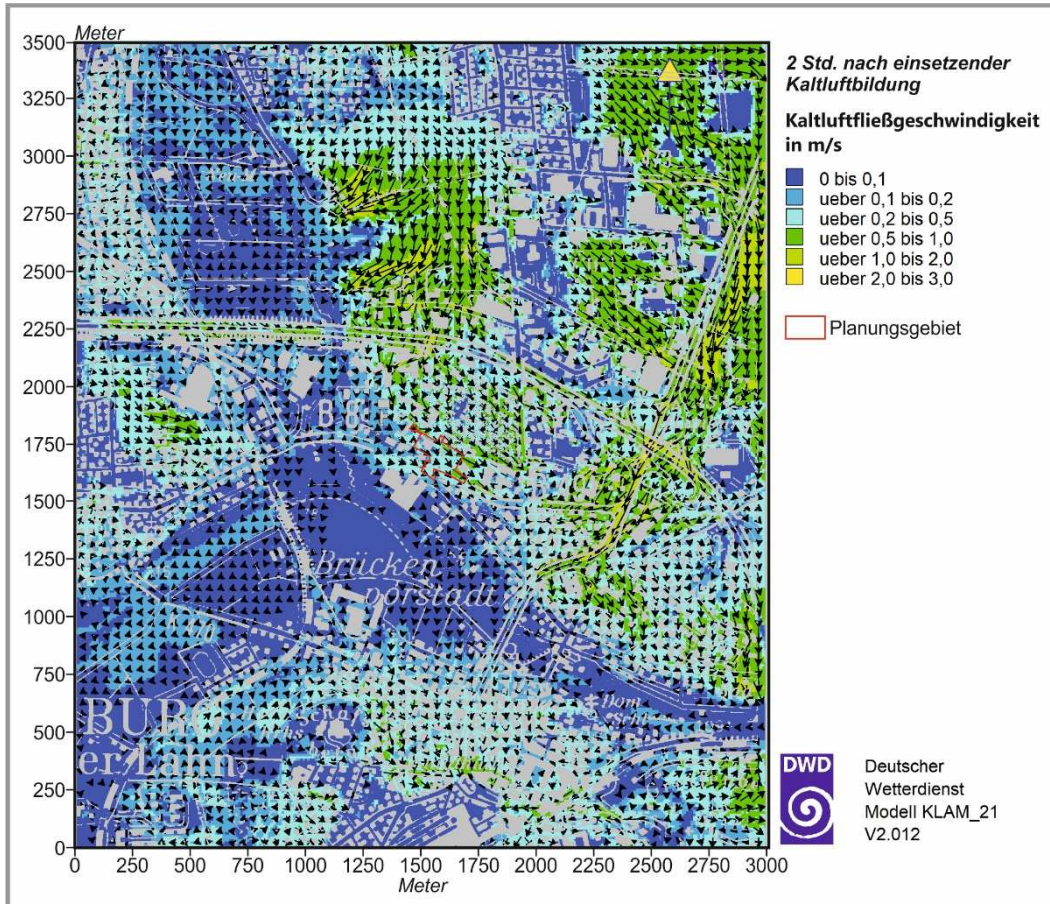


Abbildung 16: Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen für den Ist-Zustand. Kaltluftfließgeschwindigkeit und -richtung 2 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung

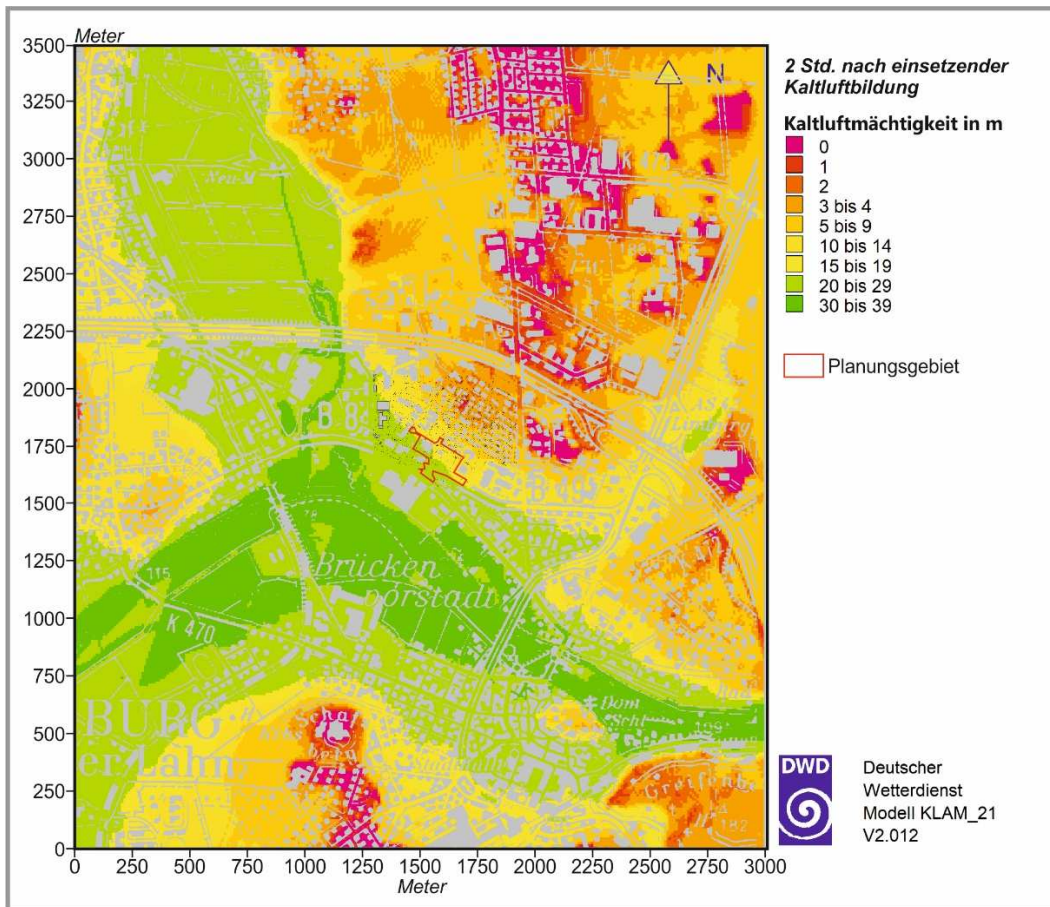


Abbildung 17: Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen für den Ist-Zustand. Kaltluftmächtigkeit 2 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung

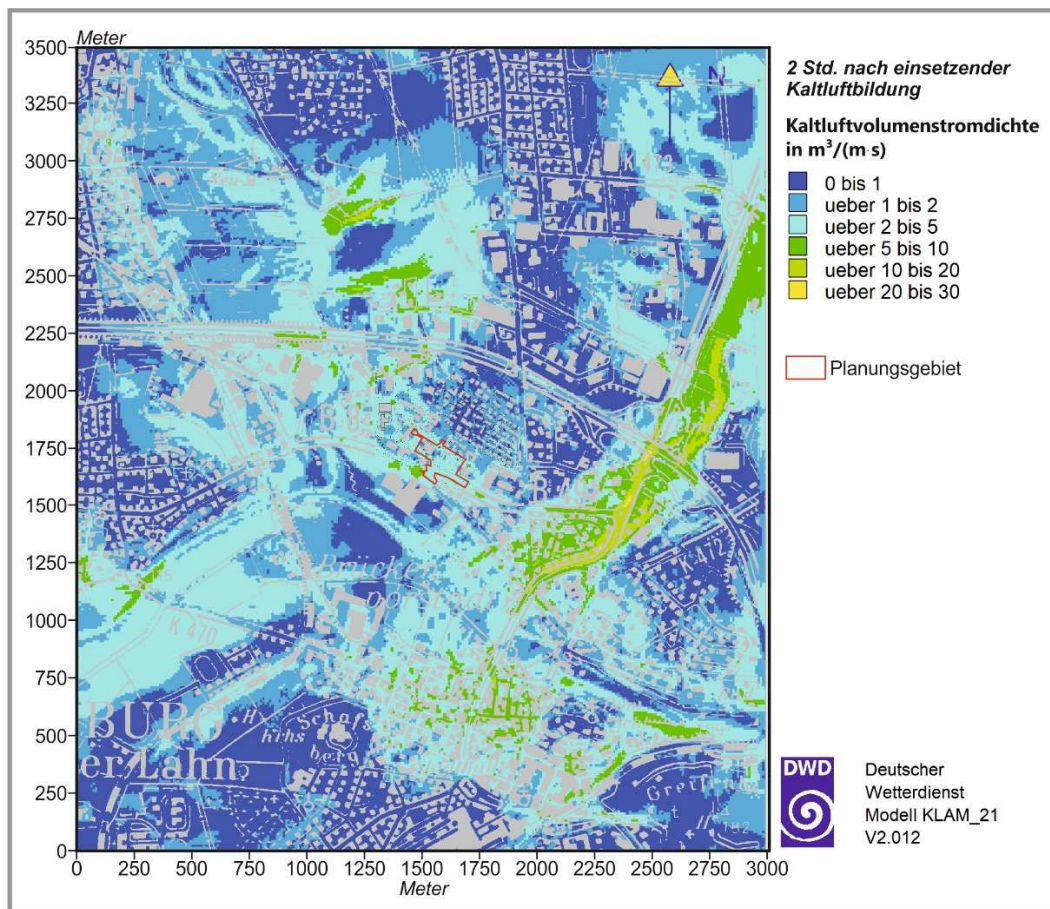


Abbildung 18: Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen für den Ist-Zustand. Kaltluftvolumenstromdichte 2 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung

Berücksichtigt man bei den Kaltluftströmungssimulationen das geplante Bauvorhaben „Gemini Plaza“ (**Plan-Zustand, Abbildung 19**), so ist in Baukörperlufvlage- und -leelage eine Windabschwächung zu verzeichnen, wohingegen an den Baukörperseiten leichte Windbeschleunigungen berechnet werden (Erklärung siehe Kap. 5.1).

Die genannten Strömungsmodifikationen bleiben weitgehend auf den unmittelbaren Nahbereich des Bebauungsplangebiets beschränkt. Durch die strömungsparallel ausgerichteten Baukörper und die verbleibenden Abstandsflächen zur Bestandsbebauung im Norden und Süden ist eine allseitige Umströmung gewährleistet. Die kaltluftbedingte Belüftungsintensität im Bereich der bestehenden Wohnbebauung nördlich der Siemensstraße wird nicht geschwächt.

Bilanziert man östlich des Planungsgebiets über ein 300 m breites Bewertungsprofil den in Richtung in Südosten (= Kaltluftzielgebiet) weiterfließenden Kaltluftvolumenstrom, so ergibt sich zwischen dem Ist- und Plan-Zustand eine Abnahme von ca. -4.8% ($433 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow 412 \text{ m}^3/\text{s}$).

Laut VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5 (2003) ist bei Kaltluftströmungen eine Verringerung der Abflussvolumina 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 weniger als 5% führt demnach zu geringen klimatischen Negativeffekten (reduzierte nächtliche Abkühlung und Belüftungsintensität).

Somit ist unter Berücksichtigung des Bauvorhabens „Gemini Plaza“ in dessen Umfeld mit keiner klimaökologisch großflächigen Veränderung der Kaltluftströmungsintensität zu rechnen. Die kleinräumigen Strömungsmodifikationen unmittelbar am Planungsstandort lassen sich nicht vermeiden.

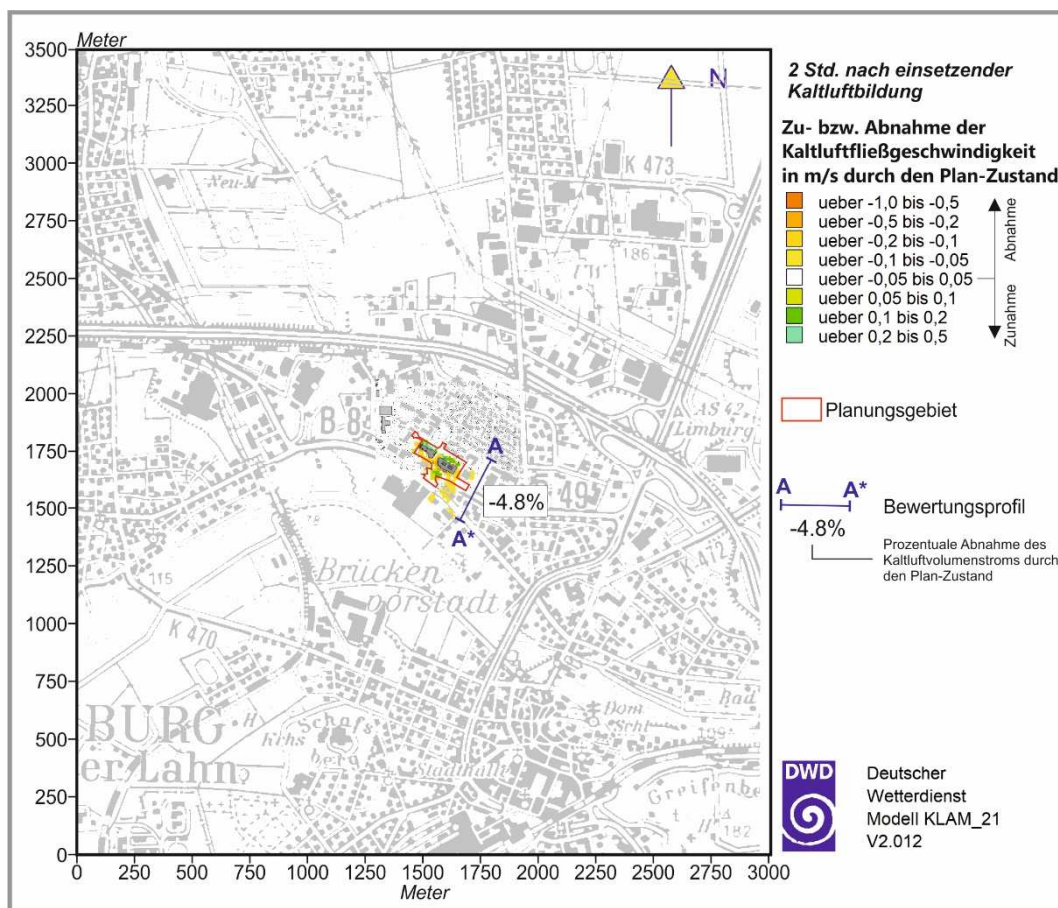


Abbildung 19: Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen. Planungsbedingte Veränderung der Kaltluftfließgeschwindigkeit und des Kaltluftvolumenstroms 2 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung

Im Laufe der zweiten Nachthälfte (6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung⁵, **Abbildungen 20 - 22**) nimmt die baulich bedingte Beeinträchtigung des örtlichen Kaltluftvolumenstroms etwas ab, da die Kaltluftmächtigkeit am Planungsstandort weiter leicht ansteigt (bis ca. 29 m) und die Kaltluftströmungsgeschwindigkeit im Gegenzug abnimmt.

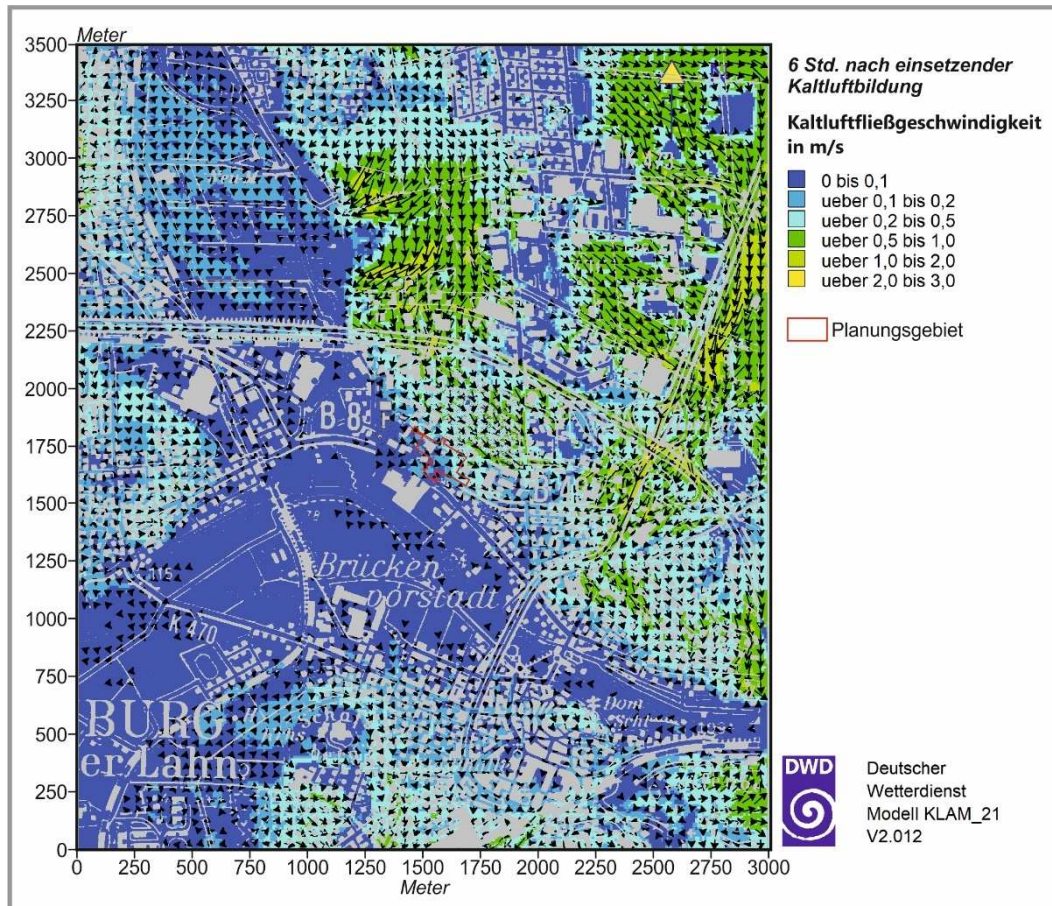


Abbildung 20: Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen für den Ist-Zustand. Kaltluftfließgeschwindigkeit und -richtung 6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung

⁵ In den Monaten Juni/Juli entspricht dies ca. dem Zeitpunkt 02:15 – 02:30 Uhr (MEZ)

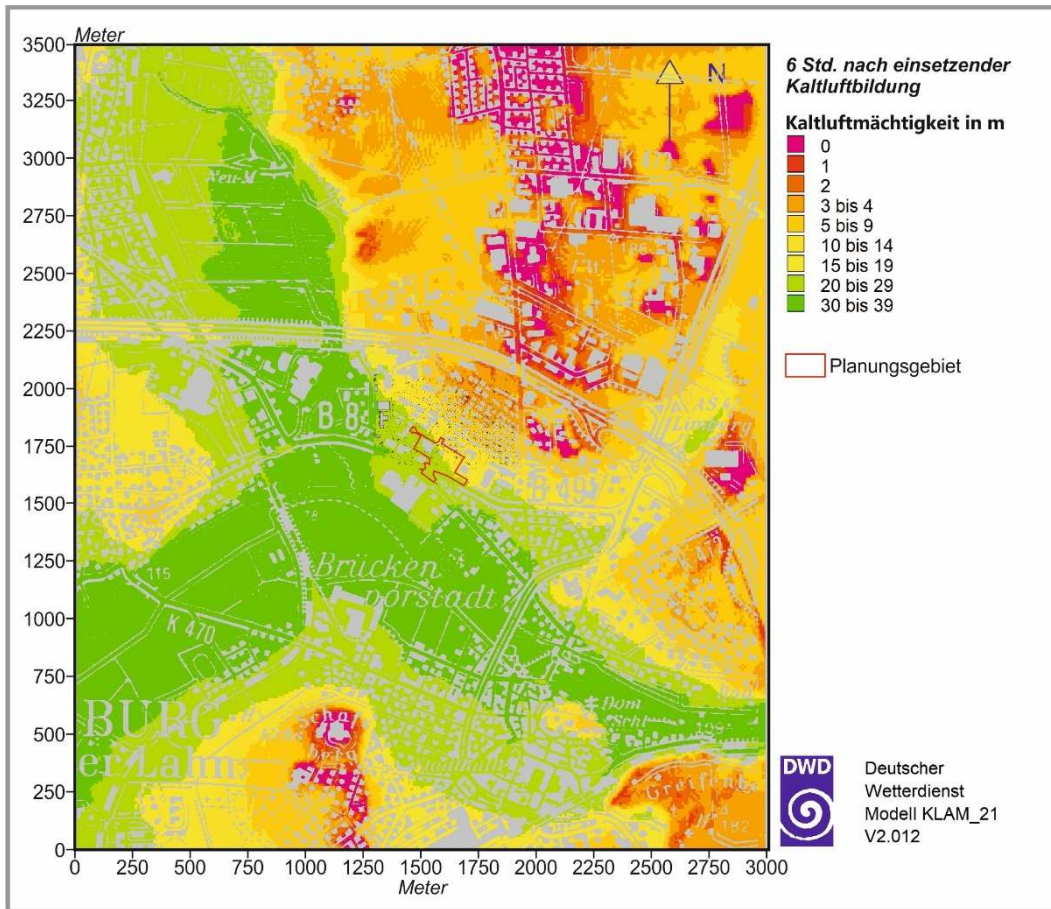


Abbildung 21: Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen für den Ist-Zustand. Kaltluftmächtigkeit 6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung

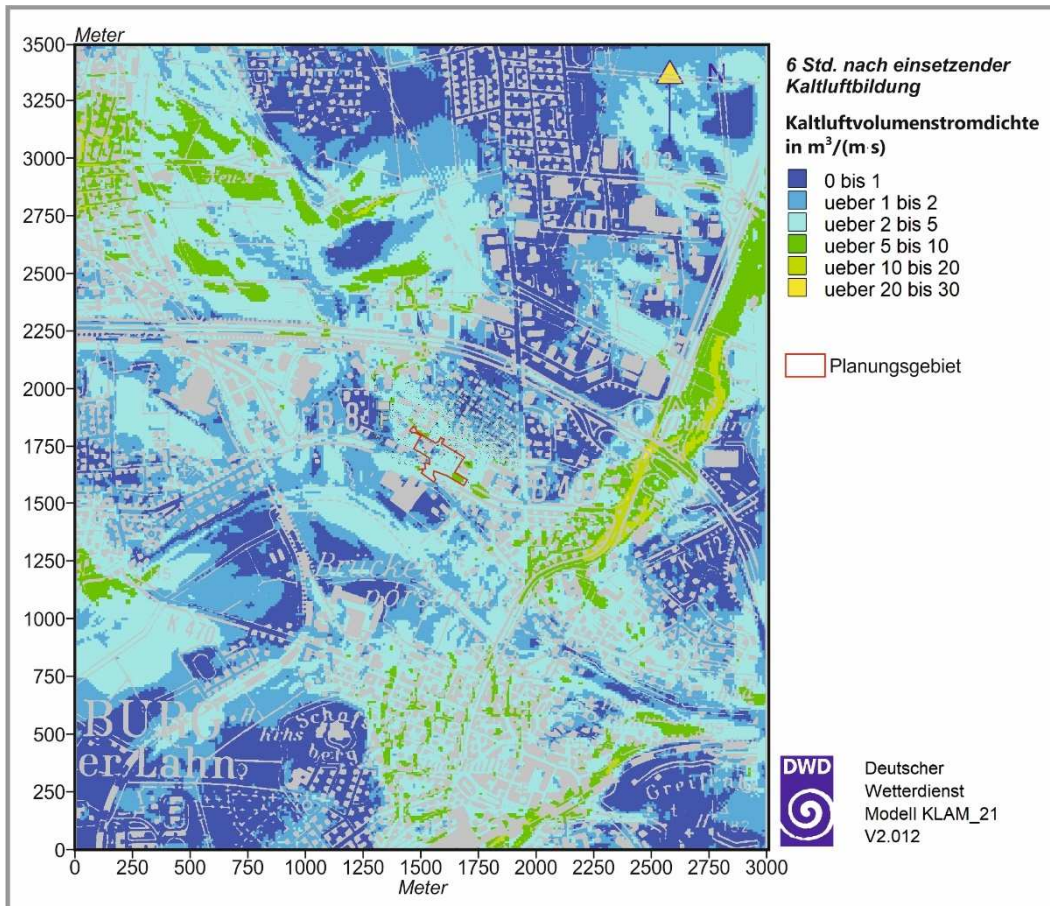


Abbildung 22: Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen für den Ist-Zustand. Kaltluftvolumenstromdichte 6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung

Bestimmt man wiederum den über das Bewertungsprofil A – A* planungsbedingt abnehmenden Kaltluftvolumenstrom (**Abbildung 23**), so ergibt sich 6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung (= zweite Nachthälfte) ein Wert von -3.1% ($514 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow 498 \text{ m}^3/\text{s}$). Laut VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5 „Lokale Kaltluft“ ist damit in der benachbarten Bebauung mit keinen gravierenden klimatischen Auswirkungen zu rechnen.

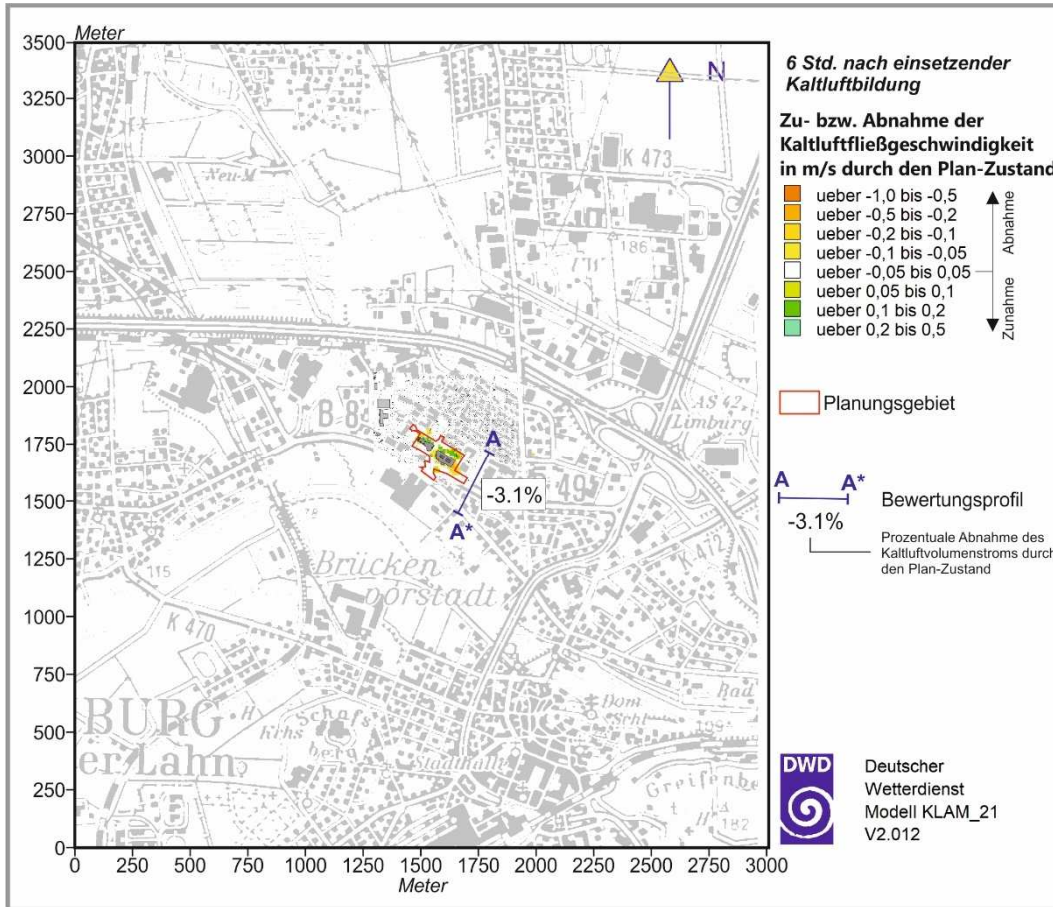


Abbildung 23: Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen. Planungsbedingte Veränderung der Kaltluftfließgeschwindigkeit und des Kaltluftvolumenstroms 6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung

6 Kurzzusammenfassung, Bewertung und Planungsempfehlungen

Die Analyse der ortsspezifischen klimaökologischen Funktionsabläufe sowie die Ergebnisse der durchgeführten Kaltluftströmungssimulationen dokumentieren, dass es durch das geplanten Bauvorhaben „Gemini Plaza“ nur zu einer kleinräumigen Veränderungen des Kaltluftströmungsgeschehens in sog. Strahlungs Nächten (ca. 22% der Nächte im Jahr bzw. 30% der Nächte in der wärmeren Jahreszeit Mai - September) kommt.

Die während der Nachtstunden über die lahtalbegleitenden Hänge und das Elbbachtal abfließende Kaltluft führt am Planungsstandort zu talaufwärts gerichteten Windbewegungen (vertikale Mächtigkeit der Kaltluft am Planungsstandort ca. 15 – 29 m). Von der hierdurch forcierten nächtlichen Abkühlung profitiert die Bebauung von Limburg a. d. Lahn nordwestlich der B 54.

Eine relevante Kaltluftbewegung über das im Flächennutzungsplan 2011 ausgewiesene Grünband westlich der Bischof-Blum-Straße wird nicht festgestellt. Hierzu ist das Grünband mit einer Breite von ca. 12 – 18 m zu gering dimensioniert und zu stark baulich überprägt.

Die Ergebnisse der durchgeführten vergleichenden Kaltluftströmungssimulationen zwischen Ist- und Plan-Zustand belegen, dass sich über das Planungsgebiet in der ersten bzw. zweiten Nachthälfte eine Kaltluftvolumenstrom von ca. 433 m³/s bzw. 514 m³/s in Richtung Ostsüdosten bewegt.

Als grobe Faustregel gilt, dass die Eindringtiefe von Kaltluft je 1.000 m³/s ca. 100 m beträgt. Im strömungsoffenen Bereichen (z.B. strömungsparallele Straßenzüge, Gartenbereiche) kann die Eindringtiefe jedoch auch deutlich größer sein. Dementsprechend reichen die Ventilationseffekte und die abkühlende Wirkung der über das Planungsgebiet in die Bebauung vordringenden Kaltluft ca. 40 – 60 m weit nach Südosten. Danach nimmt die Belüftungs- und Abkühlungswirkung weiter deutlich ab.

Mit Realisierung des Planungsvorhabens nimmt der Kaltluftvolumenstrom örtlich um ca. 4.8% (erste Nachthälfte) bzw. um 3.1% (zweite Nachthälfte) ab.

Laut VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5 (2003) ist bei Kaltluftströmungen eine Verringerung der Abflussvolumina 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 weniger als 5% führt demnach zu geringen klimatischen Negativeffekten (reduzierte nächtliche Abkühlung und Belüftungsintensität), was aus klimaökologischer Sicht zu akzeptieren ist.

Wie in Kap. 3 angeführt, ist im Zuge des globalen Klimawandels auch in Limburg a. d. Lahn mit einem Anstieg der sommerlichen Wärmebelastung zu rechnen. Laut „Integriertem Klimaschutzplan Hessen 2025“ (HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMASCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ 2017) ist hessenweit in der Stadtplanung neben der Sicherung von lokalen Kaltluftfließbewegungen auch der sommerliche Hitzeschutz zu beachten.

Um diesen Zielvorstellungen auch bei der Gemini Plaza – Bebauung gerecht zu werden, sind trotz der räumlich eng begrenzten klimaökologischen Negativeffekte über das Normalmaß hinaus thermisch wirksame Ausgleichsmaßnahmen im Bebauungsplangebiet anzustreben. Die geplante extensive Dachbegrünung ist daher zu begrüßen. Sie weist 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 extensive begrünte Dächer um ca. 17 – 33 K kühler als unbegrünte Dächer.
Bei intensiv begrünten Dächern werden ca. 62 - 67% der eingestrahltten 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).

Damit am Planungsstandort möglichst günstige thermische / bioklimatische Umgebungsbedingungen gesichert werden, sollten - wie in den **Abbildung 7** und **9** bereits angedeutet - entlang der Dieselstraße, Bundesstraße B 8 und entlang der Siemensstraße in möglichst dichter Folge Baumpflanzungen realisiert werden, um über ihren Schattenwurf an warmen Sommertagen die Aufheizung der Umgebungsoberflächen zu minimieren.

Bei der Auswahl der Baumarten sollte dabei auf ihre Trockentoleranz und Hitze-resistenz geachtet werden. Die **Tabelle 2** gibt eine beispielhafte Auswahl wieder.

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Trockentoleranz ^{a)}	Isoprenemission ^{b)}	Kritische Allergiepotenziale ^{c)}
<i>Acer campestre</i>	Feldahorn	++		nein
<i>Acer platanoides</i>	Spitzahorn	+		nein
<i>Carpinus betulus</i>	Hainbuche	+		ja
<i>Fraxinus excelsior</i>	Gemeine Esche	+		ja
<i>Ginkgo biloba</i>	Ginkgo	++		k.A.
<i>Plantanus x^{d)} acerifolia</i>	Ahornblättrige Platane	++	hoch	ja
<i>Populus alba</i>	Silberpappel	++	hoch	nein
<i>Populus tremula</i>	Zitterpappel	+	hoch	nein
<i>Prunus avium</i>	Vogelkirsche	++		nein
<i>Quercus petraea</i>	Traubeneiche	+	hoch	ja
<i>Quercus rubra</i>	Roteiche	+	hoch	ja
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Gemeine Robinie	++	hoch	nein
<i>Tilia cordata</i>	Winterlinde	+		nein

^{a)} +, ++ – gute, sehr gute Trockentoleranz

^{b)} hoch – Baumart mit einer Isoprenemissionsrate > 10 µg Isopren/(g-TA·h)

^{c)} Als kritisch eingestufte Baumarten sollten nicht angepflanzt werden.

^{d)} Hybriden durch x gekennzeichnet

Tabelle 2: *Trockentoleranz, Isoprenemission und Allergiepotenzial verschiedener Baumarten (VDI-Richtlinie 3788, Bl. 8 (Entwurf 2019))*

Erschließungswege sowie die oberirdischen Parkierungsflächen sollten zudem mit möglichst hellen Oberflächenbelägen ausgestaltet werden.

Wie die nachfolgenden IR-Aufnahmen zeigen (**Abbildung 24**), zeigen helle Oberflächen an warmen Sommertagen deutlich geringere Oberflächentemperaturen. Die Nutzung heller Oberflächenbeläge ist somit ein wirksames Mittel zu Reduzierung der örtlichen Wärmebelastung.

Auch die in **Abbildung 9** dargestellte helle Farbgebung der Fassaden setzt die bioklimatische Belastung im Nahbereich des Baukörpers wirksam herab.

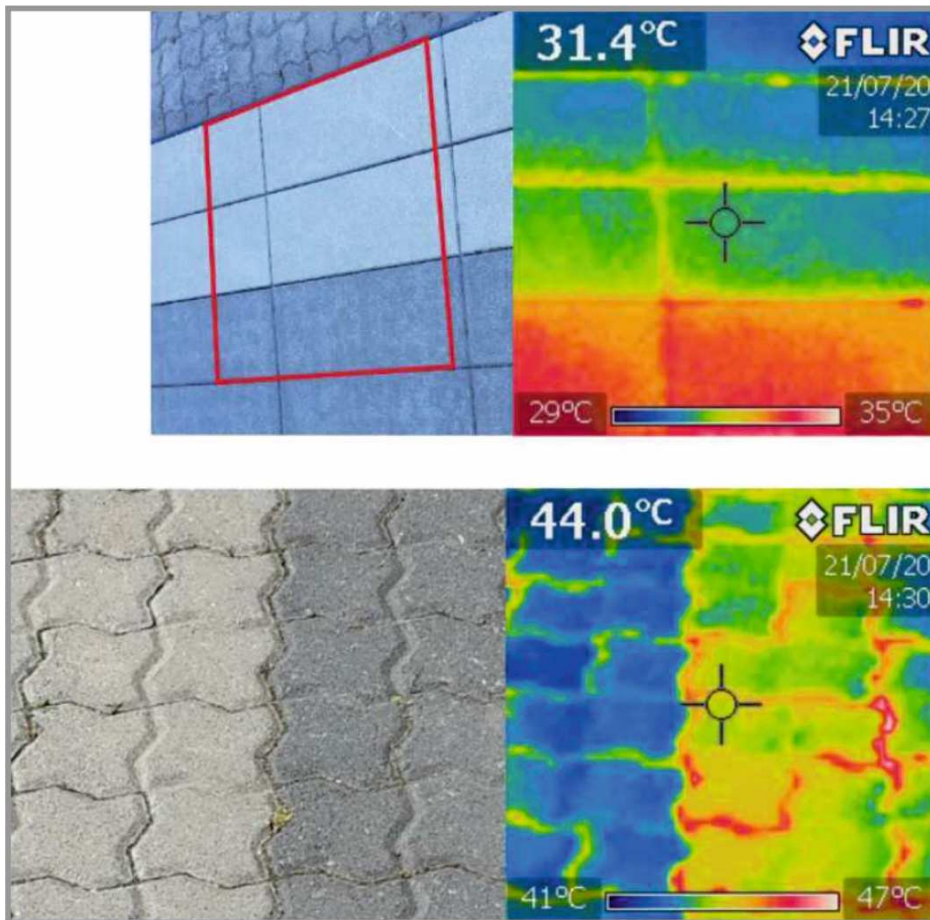


Abbildung 24: Oberflächenstrahlungstemperaturen unterschiedlich heller Oberflächenbeläge
Aufnahmen: Ökoplana

Burst

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

Mannheim, den 19. Februar 2021

Quellenverzeichnis / weiterführende Literatur

- BISCHOFF & PARTNER (2013):** Landschaftsplan der Kreisstadt Limburg a. d. Lahn – Fortschreibung 2013. Limburg a. d. Lahn.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (2013):** KLAMIS. Modellgestützte Klimaanalysen und –bewertungen für die Regionalplanung. Grundlagen für einen Leitfaden. Berlin.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (2008):** Das Kaltluftabfluss-Modell KLAM_21. Theoretische Grundlagen und Handhabung des PC-Programms. Offenbach a. M.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (2017):** Modellbasierte Analyse des Stadtklimas als Grundlage für die Klimaanpassung am Beispiel von Wiesbaden und Mainz. Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 249. Offenbach a. M.
- GSA ZIEGELMEYER GMBH (2020):** Schalltechnische Stellungnahme. Vorhabenbezogener Bebauungsplan „Gemini Plaza Dieselstraße“. Hohenstein.
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2001):** Umweltatlas Hessen. Wiesbaden.
- HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMASCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2017):** Integrierter Klimaschutzplan 2025. Wiesbaden.
- HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMASCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2017):** Luftreinhalteplan für das Gebiet Mittel- und Nordhessen. 1. Fortschreibung Teilplan Limburg. Wiesbaden.
- KING, E. (1973):** Untersuchungen über kleinräumige Änderungen des Kaltluftflusses und der Frostgefährdung durch Straßenbauten. In: Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 130. Offenbach a. M.
- KUBUS PLANUNG (2020):** Vorhabenbezogener Bebauungsplan „Gemini Plaza Dieselstraße“ Stadtteil Limburg (Innenstadt) – Begründung. Vorentwurf 06/2020. Wetzlar.
- ÖKOPLANA, GROSS. G. (2018):** Klimagutachten zur Spätfrostgefährdung im Rahmen der geplanten Bebauung eines EDEKA-Marktes in Neustadt a.d. Weinstraße, Stadtteil 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 (2010): Regionalplan Mittelhessen 2010. Gießen.

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

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2008): VDI-Richtlinie 3785, Blatt 1 Umweltmeteorologie – Methodik und Ergebnisdarstellung von Untersuchungen zum planungsrelevanten Stadtklima. Düsseldorf.

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

Internetinformationen

<https://www.dwd.de>

<https://www.klimafolgenonline.com>

<https://www.landesplanung.hessen.de>

<https://www.limburg.de>

<https://www.rp-giessen.hessen.de>