

ÖKOPLANA

KLIMAÖKOLOGIE
LUFTHYGIENE
UMWELTPLANUNG

KLIMAEXPERTISE ZUR ERSTEINSCHÄTZUNG DER KLIMAÖKOLOGISCHEN VERTRÄGLICHKEIT EINER STÄDTEBAULICHEN ENTWICKLUNG ENTLANG DER SAARSTRASSE IN DER LANDESHAUPTSTADT MAINZ



Vorhabenträger:



Landeshauptstadt
Mainz

Landeshauptstadt Mainz
67 Grün- und Umweltamt
Postfach 38 20
55028 Mainz

Bearbeitet von:

Dipl.-Geogr. Achim Burst

Mannheim, den 07. März 2022

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

Geschäftsinhaber:
Dipl.-Geogr. Achim Burst

Gemeinsam engagiert in der



Metropolregion
Rhein-Neckar

Deutsche Bank Mannheim
IBAN:
DE73 6707 0024 0046 0600 00
BIC: DEUTDE33

Steuernummer: 37137/44979

Inhalt	Seite
1 Aufgabenstellung und Analysemethodik	1
2 Planungsgebiet	5
3 Analyse der ortsspezifischen klimaökologischen Funktionsabläufe	9
3.1 Allgemeine klimatische Bedingungen im Raum Mainz und Klimawandelfolgen	9
3.2 Ortsspezifisches Strömungsgeschehen während stadtklimatisch besonders relevanten Strahlungswetterlagen	14
3.3 Thermische Situation während stadtklimatisch besonders relevanten Strahlungswetterlagen	23
4 Klimaökologischer Beitrag des Planungsgebiets an der kaltluftspezifischen Belüftung des Mainzer Stadtgebiets	26
5 Klimaökologische Leitziele bei der baulichen Inanspruchnahme des Planungsgebiets	30
6 Kurzfazit	36
Quellenverzeichnis / weiterführende Schriften	38

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1:** Lage des potenziellen Planungsgebiets im Stadtgefüge der Landeshauptstadt Mainz
- Abbildung 2:** Ausschnitt aus dem Regionalen Raumordnungsplan der Planungsgemeinschaft Rheinhessen-Nahe 2016.
- Abbildung 3:** Luftbild vom Planungsgebiet und von dessen Umfeld
- Abbildung 4:** Geländehöhen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld
- Abbildung 5:** Planungsgebiet – fotografische Dokumentation
- Abbildung 6:** Berechnete mittlere Anzahl der Sommertage (1971 – 2000) und Prognose für den Zeitraum 2031 – 2060 an ausgewählten Standorten
- Abbildung 7:** Berechnete mittlere Anzahl der heißen Tage (1971 – 2000) und Prognose für den Zeitraum 2031 – 2060 an ausgewählten Standorten
- Abbildung 8:** Berechnete mittlere Anzahl der Tropennächte (1971 – 2000) und Prognose für den Zeitraum 2031 – 2060 an ausgewählten Standorten
- Abbildung 9:** Windstatistik 2007 – 2016, ZIMEN-Messtation Mainz-Mombach
- Abbildung 10:** Windrichtungsverteilung und mittlere Windgeschwindigkeiten für den Zeitraum 04.1982 – 03.1984
- Abbildung 11:** Windrichtungsverteilung und mittlere Windgeschwindigkeiten für den Zeitraum Aug. – Okt. 1988 (Nichtstrahlungstage / Strahlungstage)
- Abbildung 12:** Berechnete lokale Kaltluftbewegungen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld in sommerlichen Strahlungsnächten – Zeitpunkt 23 Uhr
- Abbildung 13:** Berechnete lokale Kaltluftbewegungen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld in sommerlichen Strahlungsnächten – Zeitpunkt 04 Uhr
- Abbildung 14:** Berechnete lokale Kaltluftbewegungen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld in sommerlichen Strahlungsnächten – Zeitpunkt 02:30 Uhr
- Abbildung 15:** Berechnete Kaltluftmächtigkeit im Planungsgebiet und in dessen Umfeld in sommerlichen Strahlungsnächten – Zeitpunkt 02:30 Uhr
- Abbildung 16:** Berechnete Kaltlufttrajektorien (02 – 04 Uhr)
- Abbildung 17:** Ausschnitt aus der Klimafunktionskarte der Landeshauptstadt Mainz)
- Abbildung 18:** Berechnete Lufttemperaturverteilung an einem heißen Sommertag (16 Uhr)

- Abbildung 19:** Berechnete Lufttemperaturverteilung in einer sommerlichen Tropennacht (04 Uhr)
- Abbildung 20:** Flächengrößen von Kaltluftentstehungsflächen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld
- Abbildung 21:** Skizzenhafte Gliederung des Planungsgebiets bzgl. GRZ und max. Gebäudehöhe
- Abbildung 22:** Beispiele für die Ausformung von Ventilationsachse oder bebauungsinternen Grünzügen
- Abbildung 23:** Schattenwerfende Gestaltung von Aufenthaltsflächen
- Abbildung 24:** IR-Aufnahme von unterschiedlichen Oberflächenbelägen bei einer Lufttemperatur von 27°C
- Abbildung 25:** Beispielhafte Fassadenbegrünungen

1 Aufgabenstellung und Analysemethodik

In der Landeshauptstadt Mainz ist angedacht, westlich des Hochschulstandortes Mainz entlang der Saarstraße (L 419) die städtebauliche Entwicklung fortzuführen. Die Lage des potenziellen Planungsgebiets, das den Stadtteilen Gonsenheim und Bretzenheim zuzuordnen ist, kann der **Abbildung 1** entnommen werden.

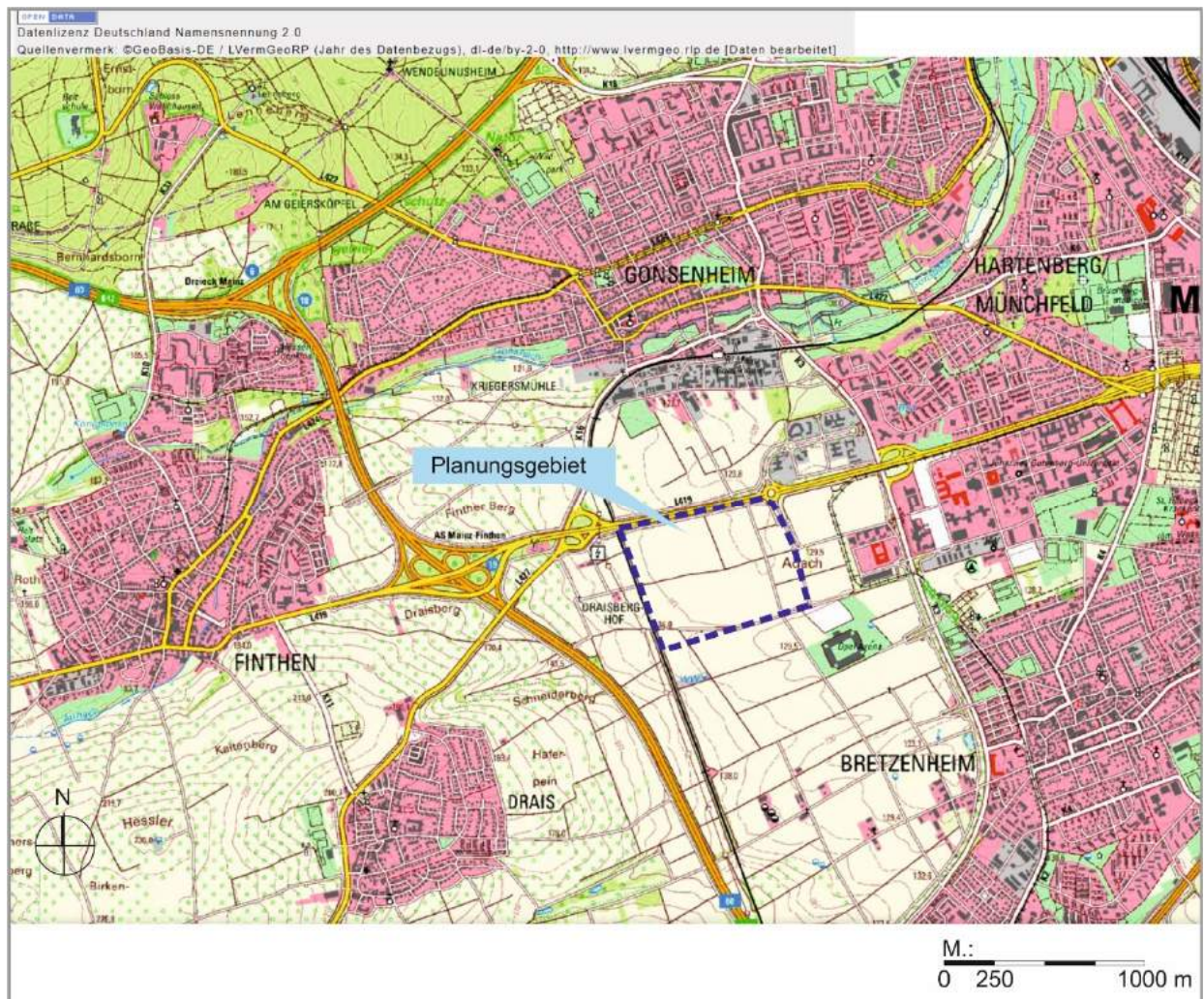


Abbildung 1: Lage des potenziellen Planungsgebiets im Stadtgefüge der Landeshauptstadt Mainz

Im Regionalen Raumordnungsplan der Planungsgemeinschaft Rheinhessen-Nahe (2016) ist die Fläche als Grünzäsur/Siedlungszäsur und als Vorranggebiet für die Landwirtschaft und als sonstige Landwirtschaftsfläche gekennzeichnet (siehe **Abbildung 2**). Entsprechend sind dem Planungsgebiet die klimaökologischen Funktionen Kaltluftentstehung und Kaltluftbewegungsfläche/Durchlüftungsfläche zuzuweisen.

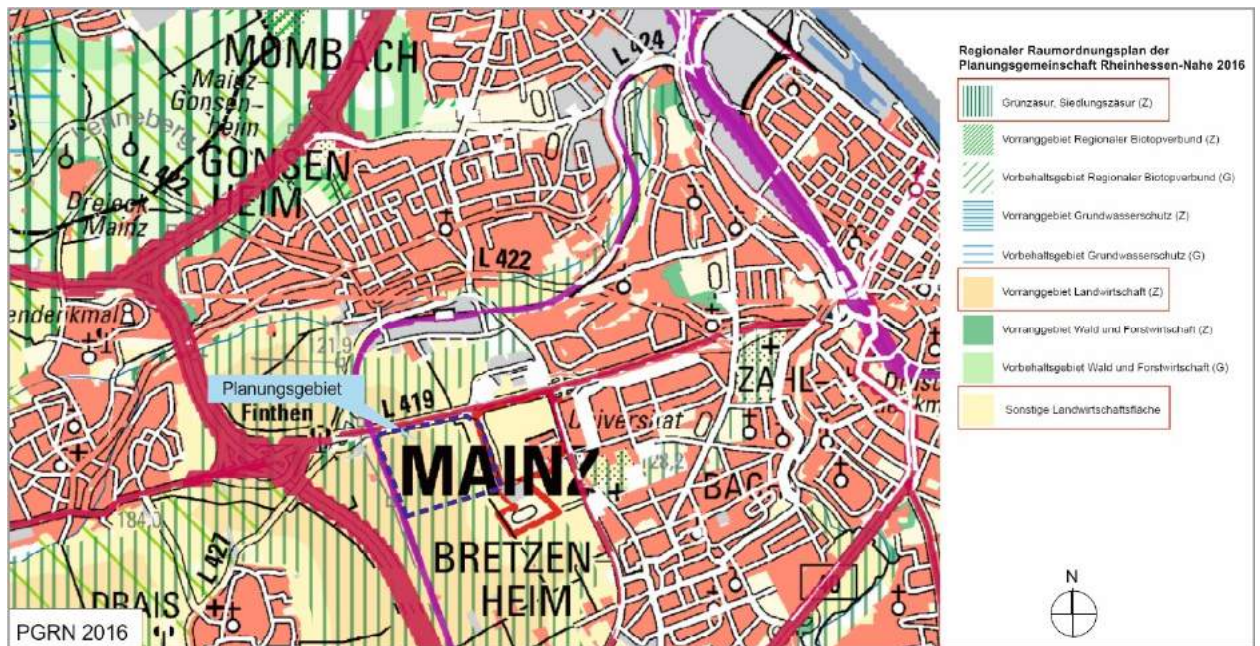


Abbildung 2: Ausschnitt aus dem Regionalen Raumordnungsplan der Planungsgemeinschaft Rheinhessen-Nahe 2016. Bildquelle: <https://www.pg-rheinhessen-nahe.de>

Aufgrund der o.a. Klimafunktionen soll mit Hilfe einer fachgutachterlichen Ersteinschätzung die grundsätzliche Realisierbarkeit der angedachten Stadtentwicklungsmaßnahme geprüft werden.

Dabei sollen bei der Analyse der klimaökologischen Funktionsabläufe u.a. nachfolgende Fragen im Vordergrund stehen:

- Wie hoch ist der Beitrag des Planungsgebiets am Kaltluftentstehungspotenzial im Freiraumgefüge westlich von Bretzenheim/Hochschule und südlich von Gonsenheim?
- Welche Bedeutung hat das Planungsgebiet für lokale Kaltluftabflüsse über die Mittelterrasse in Richtung der östlich und nördlich anschließenden Siedlungslagen?
- Welche Beeinträchtigungen der genannten Klimafunktionen sind unter Berücksichtigung der Vorsorge/Klimawandelfolgen im Worst-Case-Fall noch vertretbar?
- Welche Stadtteilgebiete wären von Beeinträchtigungen der lokalen Kaltluftentstehung und des Kaltluftabflusses betroffen?
- Wäre für den Verlust der klimaökologischen Gunstfunktion im Planungsgebiet ein Ausgleich möglich?

Die Analyse wird verbal-argumentativer Form auf Grundlage vorhandener Klimaanalysen bearbeitet. Zur Analyse der ortsspezifischen klimaökologischen Funktionsabläufe liegen für das Planungsgebiet und dessen Umfeld zahlreichen Klimagutachten vor.

DEUTSCHER WETTERDIENST (2017): Modellbasierte Analyse des Stadtklimas als Grundlage für die Klimaanpassung am Beispiel von Wiesbaden und Mainz. Abschlussbericht zum Arbeitspaket 3 des Projekts KLIMPRAX Wiesbaden/Mainz – Stadtklima in der kommunalen Praxis. Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 249. Offenbach a. M.

EICHHORN, J. (2005): Beeinträchtigung der Belüftungsverhältnisse im Münchfeld durch einen Neubau der Fachhochschule Mainz westlich der Koblenzer Straße. Bewertung aufgrund numerischer Strömungsberechnungen. Mainz.

GEO TOP 1992: Klimagutachten westlicher Freiraum Mainz. Mainz.

KANDLER, O. 1975: Bericht zum Flächennutzungsplan als integrierte Gesamtplanung der Stadt Mainz – Bioklimatische Analyse. Mainz.

LFUG RHEINLAND-PFALZ 1989: Stadtklima Mainz. Hrsg. Stadt Mainz. Mainz.

LANDESHAUPTSTADT MAINZ (1995): Umweltbericht 1994. Teil „Stadtklima“ Mainz.

LANDESHAUPTSTADT MAINZ (2009): Begründung / Umweltbericht – FNP-Änderung Nr. 29 im Bereich des Bebauungsplanes „Multifunktionales Stadion südlich des Europakreisels (B 157)“. Bebauungsplan „Multifunktionales Stadion südlich des Europakreisels (B 157)“. Mainz.

ÖKOPLANA (1991): Klimaökologische Analyse im westlichen Stadtgebiet von Mainz unter besonderer Berücksichtigung des Strömungsgeschehens.

ÖKOPLANA (2009): Klimauntersuchung zum Bebauungsplan „Multifunktionales Stadion südlich des Europakreisels (B 157)“ und zur Änderung des Flächennutzungsplans. Mannheim.

ÖKOPLANA (2011): Klimagutachten zum 2. Bauabschnitt der Fachhochschule Mainz. Mannheim.

ÖKOPLANA (2021): Klimagutachten zum vorhabenbezogenen Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in Mainz-Gonsenheim. Mannheim.

Die darin aufgeführten Messungen und Modellrechnungen werden ortsbezogen ausgewertet und grafisch dargestellt. Neben der Intensität der Kaltluftentstehung im Planungsgebiet wird auch das lokale Strömungsgeschehen und seine Bedeutung für das Stadtklima von Mainz bilanziert und bewertet. Zudem liefert die KLIMPRAX-Studie des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES von 2017 Informationen zu den bevorstehenden Klimawandelfolgen, die bei den Bewertungen zu berücksichtigen sind.

Aufbauend auf den Antworten zu den o.a. Fragen bzw. der Klimaanalyse sind für einen möglichen städtebaulichen Wettbewerb klimaökologischen Leitziele zu erarbeiten.

Diese sollen u.a. Hinweise zu einer klimaökologisch optimierten

- Baukörpergestaltung (Gebäudeausrichtungen, -höhen, -abstände, -formen
- Erschließung und
- grünordnerischen Gebietsausstattung

geben.

Die Effektivität von klimaökologischen Ausgleichsmaßnahmen im Planungsgebiet (= Planungshinweise) sowie in dessen Umfeld werden anhand von vorhandenen Beispielen aufgezeigt.

Als Grundlage für den angestrebten städtebaulichen Wettbewerb werden Leitziele zur klimaoptimierten Ausgestaltung des Planungsgebiets formuliert.

2 Planungsgebiet

Das Planungsgebiet umfasst bei einer Flächengröße von ca. 51 ha im Wesentlichen landwirtschaftlich genutzte Flächen südlich der Saarstraße (L 419) zwischen der Eugen-Salomon-Straße im Osten und der Bahntrasse Mainz-Alzey im Westen (siehe **Abbildungen 3** und **4**). Die südliche Begrenzung bildet der Dalheimer Weg.

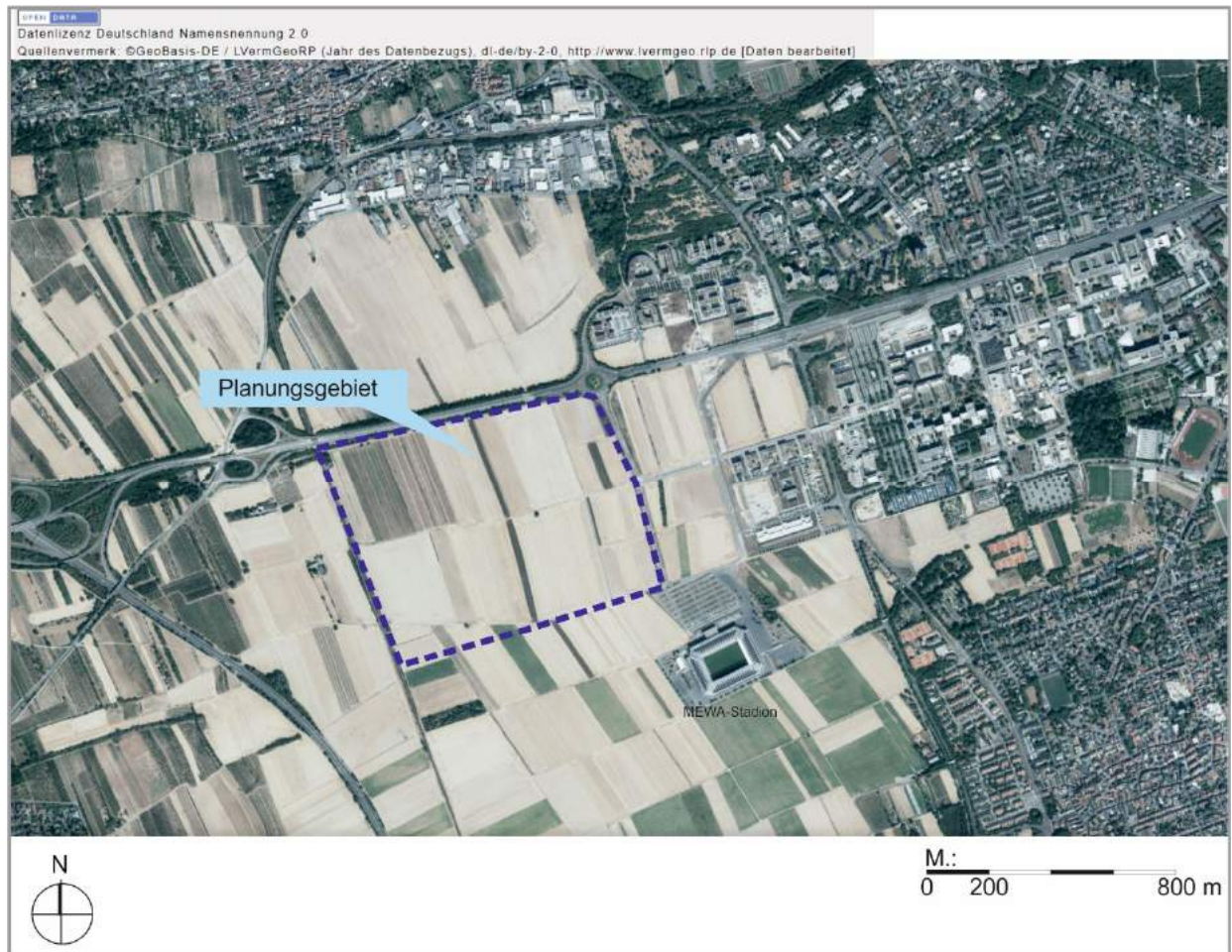


Abbildung 3: Luftbild vom Planungsgebiet und von dessen Umfeld

Das Gelände befindet sich in einer Höhe von ca. 127.5 – 133.0 m ü.NN. Die Saarstraße (L 419) verläuft zwischen dem Europaplatz und der Autobahnanschlussstelle zur A 60 auf einem ca. 4 – 7 m hohen Damm, der in Richtung Planungsgebiet von Bäumen/Sträuchern begleitet wird (siehe **Abbildungen 4** und **5**).

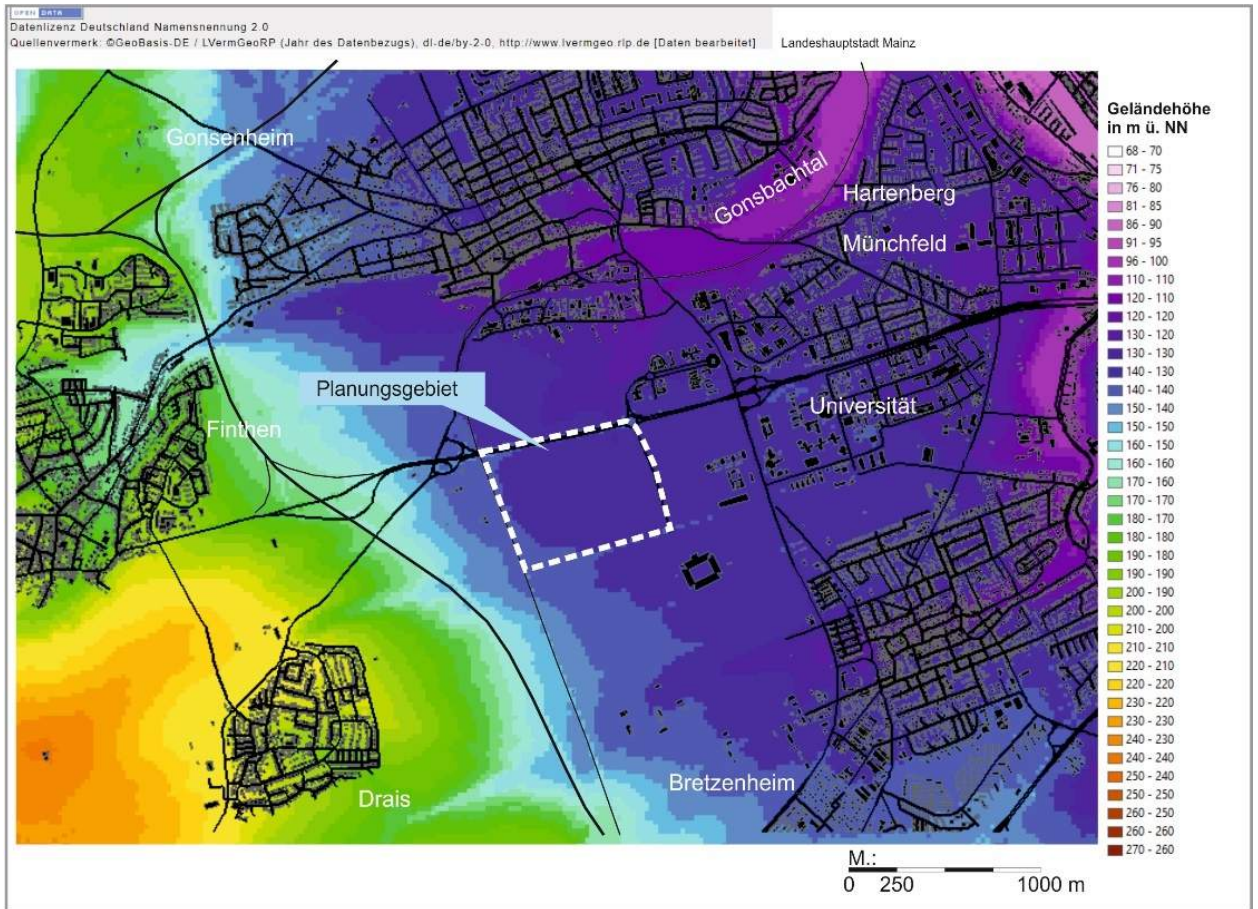


Abbildung 4: Geländehöhen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld



Abbildung 5: Planungsgebiet – fotografische Dokumentation

Dem Klimagutachten zum Bebauungsplan „*Multifunktionales Stadion südlich des Europakreisels (B157)*“ und zur Änderung des Flächennutzungsplans (ÖKOPLANA 2009) kann entnommen werden, dass sich das Planungsgebiet in einem stadtklimatisch hoch bedeutsamen Freiraumgefüge befindet. Wie in Kap. 1 bereits angeführt, ist das Planungsgebiet im aktuellen Regionalen Raumordnungsplan der Planungsgemeinschaft Rheinhessen-Nahe von 2016 (siehe **Abbildung 2**) als Grünzäsur festgesetzt, die in Richtung Bretzenheim/ MEWA-Arena nach Süden/Südosten und in Richtung Gonsenheim nach Norden ihre funktionale Fortsetzung findet. Laut Regionalem Raumordnungsplan (Planungsgemeinschaft Rheinhessen-Nahe 2014, S. 53 - 54) dienen Grünzäsuren in Verdichtungsräumen mit ungünstigen Durchlüftungsverhältnissen und periodisch auftretenden Wärmebelastungen (z.B. Landeshauptstadt Mainz) als klimaökologisch bedeutsame Luftaustauschflächen und Kaltluftentstehungsgebiete. Sie sind in ihrer Leistungsfähigkeit möglichst zu erhalten. Dies entspricht auch den Zielvorgaben des §1a BauGB (ergänzende Vorschriften zum Umweltschutz). Demnach soll mit Grund und Boden sparsam und schonend umgegangen werden. Landwirtschaftlich genutzte Flächen sollen nur im notwendigen Umfang umgenutzt werden. Die Notwendigkeit der Umwandlung landwirtschaftlich genutzter Flächen muss begründet werden.

Im Flächennutzungsplan der Landeshauptstadt Mainz ist das Planungsgebiet als Landwirtschaftsfläche festgesetzt.

Die große klimaökologische Bedeutung des Gesamtfreiraumgefüges zwischen der Saarstraße (L 419), der Ortslage Bretzenheim und der Autobahntrasse A 60 zeigt sich auch bei den Planungen zur heutigen MEWA-Arena. Zum klimaökologischen Ausgleich des baulichen Eingriffes wurden vielfältige Maßnahmen erforderlich (LANDESHAUPTSTADT MAINZ 2009), z.B.:

- Umgestaltung des bestehenden Universitäts-Parkplatzes (ca. 15.000 m²) südlich des Dalheimer Wegs. Teilentsiegelung durch Änderung des Belags, d.h. Nutzung von Rasengittersteinen, Rasenwabensteinen oder Schotterrasen.
- Langfristige Sicherung der vorhandenen und im Bebauungsplan „B 138“ dargestellten Vegetationsflächen im Strömungskorridor.
- Klimaverträgliche Bepflanzung der in Karte 1 mit „P2“ gekennzeichneten Fläche zum Anpflanzen von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen
- Zusätzliche locker angeordnete Baumpflanzungen unmittelbar östlich des Stadions (z.B. im Bereich des Behandlungsplatzes, der Busparkplätze) zur Reduktion der Wärmeabstrahlung.
- Die nicht unmittelbar benötigten Flächen im Geltungsbereich sind als landwirtschaftliche Nutzflächen zu sichern.

3 Analyse der ortsspezifischen klimaökologischen Funktionsabläufe

3.1 Allgemeine klimatische Bedingungen im Raum Mainz und Klimawandelfolgen

Nach DEUTSCHER WETTERDIENST (2017) befindet sich die Landeshauptstadt Mainz in der warmgemäßigten, feuchten Westwindzone. Das Klima wird überwiegend von milden, feuchten und damit wolkenreichen Luftmassen geprägt, die mit den am häufigsten vorkommenden Südwest- bis Westwinden herangeführt werden.

Die Jahresmitteltemperatur beträgt nach LANDESHAUPTSTADT MAINZ (1995) ca. 10°C, wobei zwischen Stadt und Umland in den Jahren 04.1982 – 03.1984 Lufttemperaturdifferenzen bis ca. 2.5 K (Mainzer Altstadt 11.8°C, Ebersheim 9.3°C) zu verzeichnen waren (= Wärmeinseleffekt). Im Umfeld des Planungsgebietes wurde im o.a. Messzeitraum eine mittlere Lufttemperatur von 9.9 – 10.1°C erfasst.

Sommertage ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) mit erhöhter bioklimatischer Belastung sind im Bereich des Planungsstandorts an der Saarstraße (L 419) nach DEUTSCHER WETTERDIENST (2017) an ca. 43 Tagen/Jahr zu erwarten (1971 – 2000) – **Abbildung 6**. Im Bereich des östlich benachbarten Geländes der Johannes-Gutenberg-Universität sind ca. 50 Sommertage/Jahr und in der Mainzer Altstadt ca. 64 Sommertage/Jahr zu bilanzieren.

Die örtliche Anzahl heißer Tage ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) beläuft sich im Durchschnitt der Jahre 1971 – 2000 auf ca. 10 Tage/Jahr (**Abbildung 7**), während auf dem Universitätsgelände ca. 13 heiße Tage/Jahr und in der Mainzer Altstadt ca. 21 heiße Tage/Jahr zu ermitteln sind. Die thermische Gunst des Planungsgebiets am Tag ist offensichtlich.

Tropennächte ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) treten im Durchschnitt der Jahre 1971 – 2000 am Planungsstandort in ca. 7 Nächten/Jahr auf (**Abbildung 8**). Im Bereich der Universität und in der Mainzer Altstadt sind im Mittel ca. 10 bzw. 16 Tropennächte/Jahr zu ermitteln.

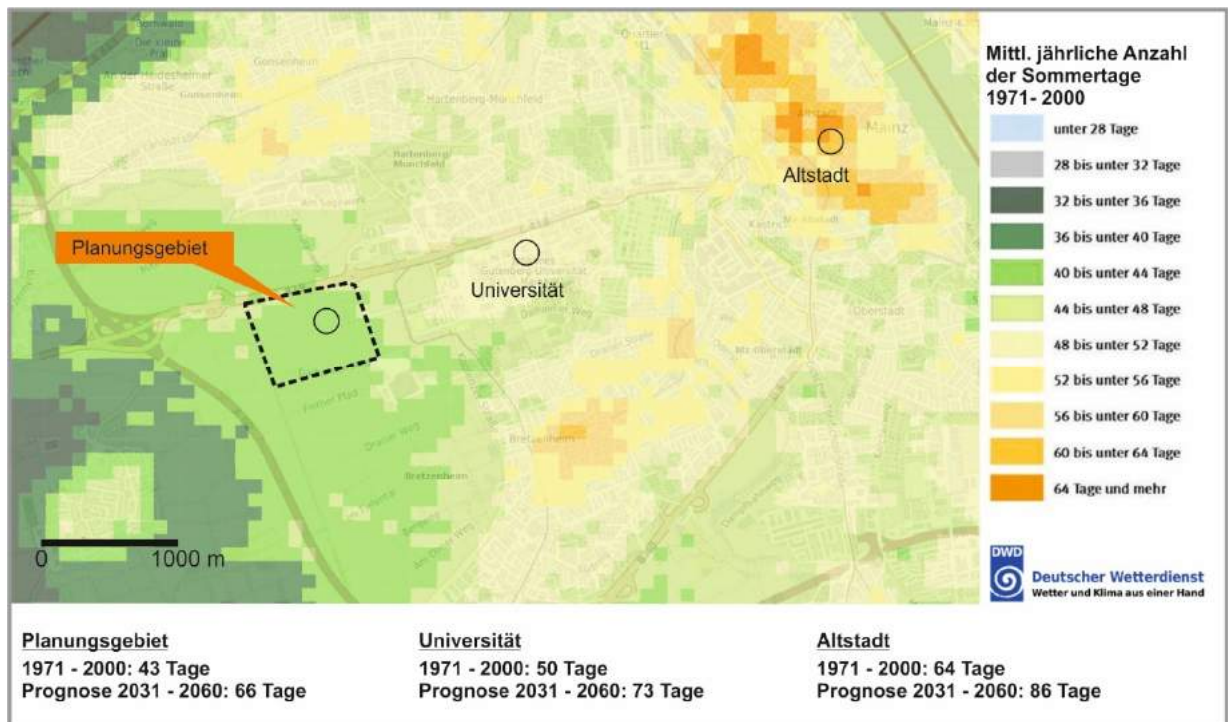


Abbildung 6: Berechnete mittlere Anzahl der Sommertage (1971 – 2000) und Prognose für den Zeitraum 2031 – 2060 an ausgewählten Standorten (Grundlagendaten bereitgestellt von: Landeshauptstadt Mainz)

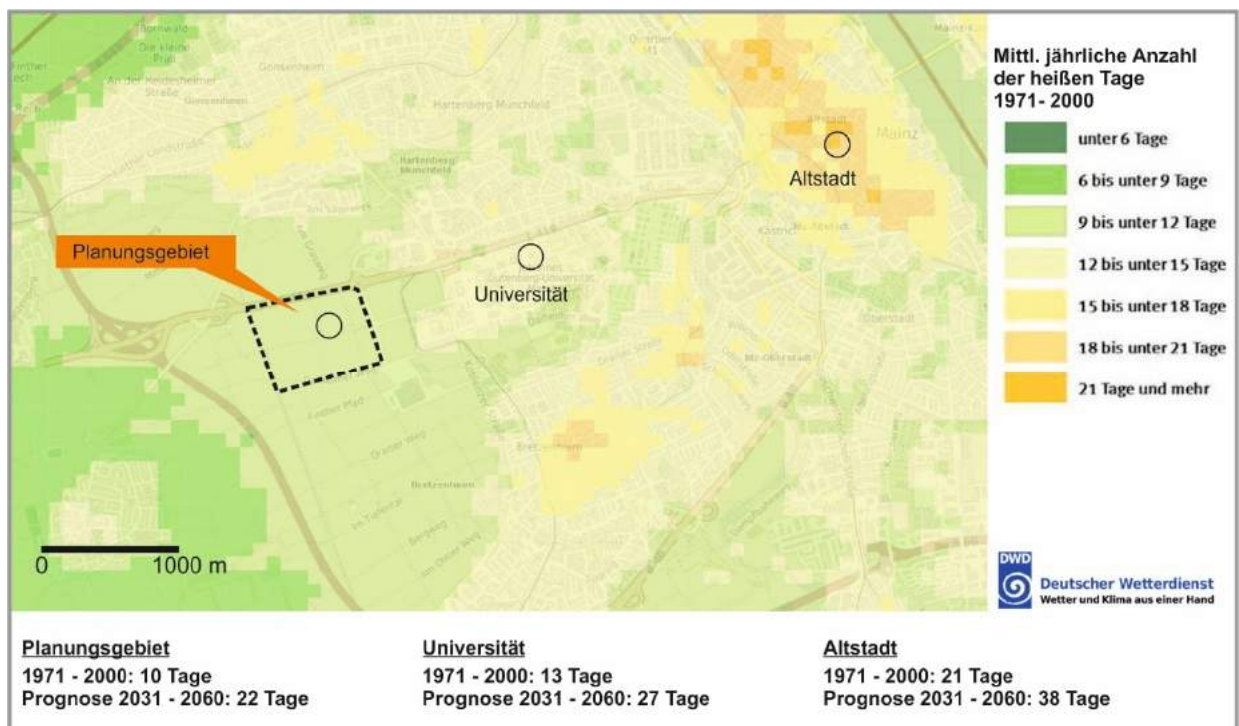


Abbildung 7: Berechnete mittlere Anzahl der heißen Tage (1971 – 2000) und Prognose für den Zeitraum 2031 – 2060 an ausgewählten Standorten (Grundlagendaten bereitgestellt von: Landeshauptstadt Mainz)

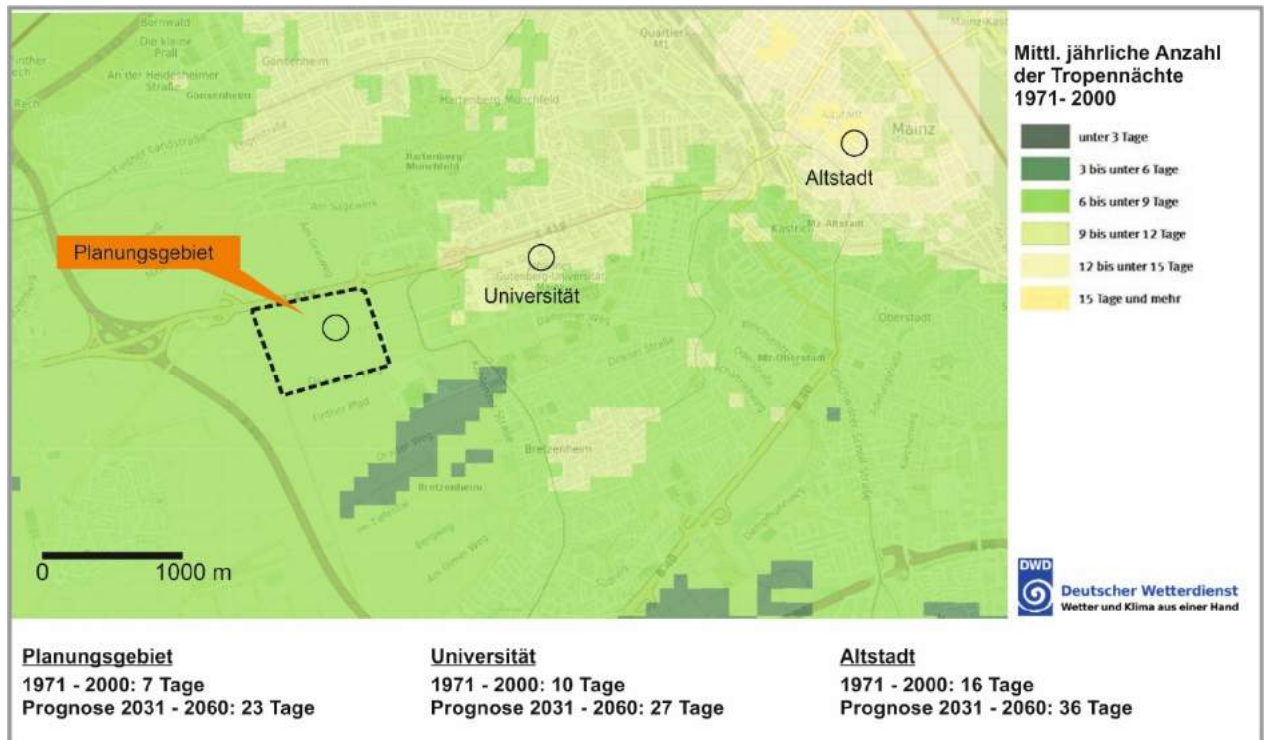


Abbildung 8: Berechnete mittlere Anzahl der Tropennächte (1971 – 2000) und Prognose für den Zeitraum 2031 – 2060 an ausgewählten Standorten (Grundlagendaten bereitgestellt von: Landeshauptstadt Mainz)

Regionalisierte Berechnungen des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES (2017) zu den Folgeerscheinungen des globalen Klimawandels dokumentieren, dass im Raum Mainz die sommerliche Wärmebelastung in den nächsten Jahrzehnten (→ Häufung von Sommer- und Hitzetagen sowie von Tropennächten) auffallend ansteigen wird.

Entsprechend den Prognosen des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES (2017) ist im Zeitraum 2031 - 2060 im Bereich des Planungsgebiets mit ca. 23 (75 Perzentil) zusätzlichen Sommertagen/Jahr ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) und ca. 12 (75 Perzentil) zusätzlichen heißen Tagen/Jahr ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) zu rechnen. Tropennächte ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) nehmen um ca. 16 (75 Perzentil) Nächten/Jahr zu. Damit steigt auch die Wahrscheinlichkeit lang anhaltender Hitzewellen.

Damit sind im Zeitraum 2031 - 2060 am Planungsstandort 66 Sommertage/Jahr, 22 heiße Tage/Jahr und 23 Tropennächte/Jahr zu erwarten. Somit werden im Planungsgebiet südlich der Saarstraße (L 419) unter der Annahme einer gleichbleibenden Landnutzung und „einzig“ ausgelöst durch den globalen Klimawandel thermische Umgebungsbedingungen vorherrschen, wie sie heute in der Mainzer Altstadt vorzufinden sind.

Im Jahr 2018, das durch außergewöhnlich warme Sommermonate gekennzeichnet war, wurden an der DWD-Station Mainz-Lerchenberg 92 Sommertage und 31 heiße Tage gemessen (Datenquelle: DWD - CLIMATE DATA CENTER). Damit wurden die durchschnittlichen Prognosewerte für den Zeitraum 2031 – 2060 bereits übertroffen.

Die erhöhte Wärmebelastung führt insbesondere bei alten und kranken Menschen sowie Kleinkindern zu gesundheitsgefährdendem Hitzestress.

Die LANDESHAUPTSTADT MAINZ hat diese Problematik schon früh erkannt und weist bereits in ihrem Umweltbericht 1994 (STADT MAINZ 1995) darauf hin, dass insbesondere stadtklimatisch relevante Kaltluftentstehungsgebiete sowie Kalt- und Frischluftbahnen (z.B. Wildgraben, Gonsbachtal) möglichst vor zusätzlicher Überbauung zu schützen sind. In Gebieten mit besonderer klimatischer Vorbelastung und Gefährdungsempfindlichkeiten sind weitere relevante Barrierewirkungen und Oberflächenversiegelungen möglichst zu vermeiden. Dies gilt demnach auch für das Planungsgebiet und für dessen Umfeld.

Windmessungen der LFUG RHEINLAND-PFALZ von 1982 – 1984 (LANDESHAUPTSTADT MAINZ 1995) und an der ZIMEN-Messstation Mainz-Mombach (2007 – 2016) - **Abbildung 9** - dokumentieren, dass in Mainz im Allgemeinen großwetterlagenbedingte südwestliche bis westsüdwestliche sowie ostnordöstliche bis östliche Luftströmungen vorherrschen. Dabei werden im Umfeld des Planungsgebiets in unbebauten Lagen mittlere Windgeschwindigkeiten von ca. 2.5 m/s – 2.7 m/s (Station Gonsenheim und Draiser Senke, siehe **Abbildung 10**) erreicht. In der dichten innerstädtischen Bebauung von Mainz weisen mittlere Windgeschwindigkeiten von unter 2.0 m/s auf deutlich reduzierte Durchlüftungsverhältnisse in bebauten Lagen bzw. in Tallagen hin.

Insgesamt ist das Stadtgebiet von Mainz als bioklimatisch belasteter Verdichtungsraum einzustufen, der durch folgende Eigenschaften charakterisiert ist:

- hohe Wärmebelastung im Sommer (nach DWD 2017 erreichen ca. 16% der Tage im Jahr Tageshöchsttemperaturen von über 25°C),
- allgemein niedrige mittlere Windgeschwindigkeiten mit hoher Anzahl schwachwindiger Wetterlagen.

Durch die bauliche Verdichtung in Teilen des Stadtgefüges werden die o.a. negativen Klimateigenschaften (hohe Wärmebelastung, geringer bodennaher Luftaustausch) weiter verschärft.

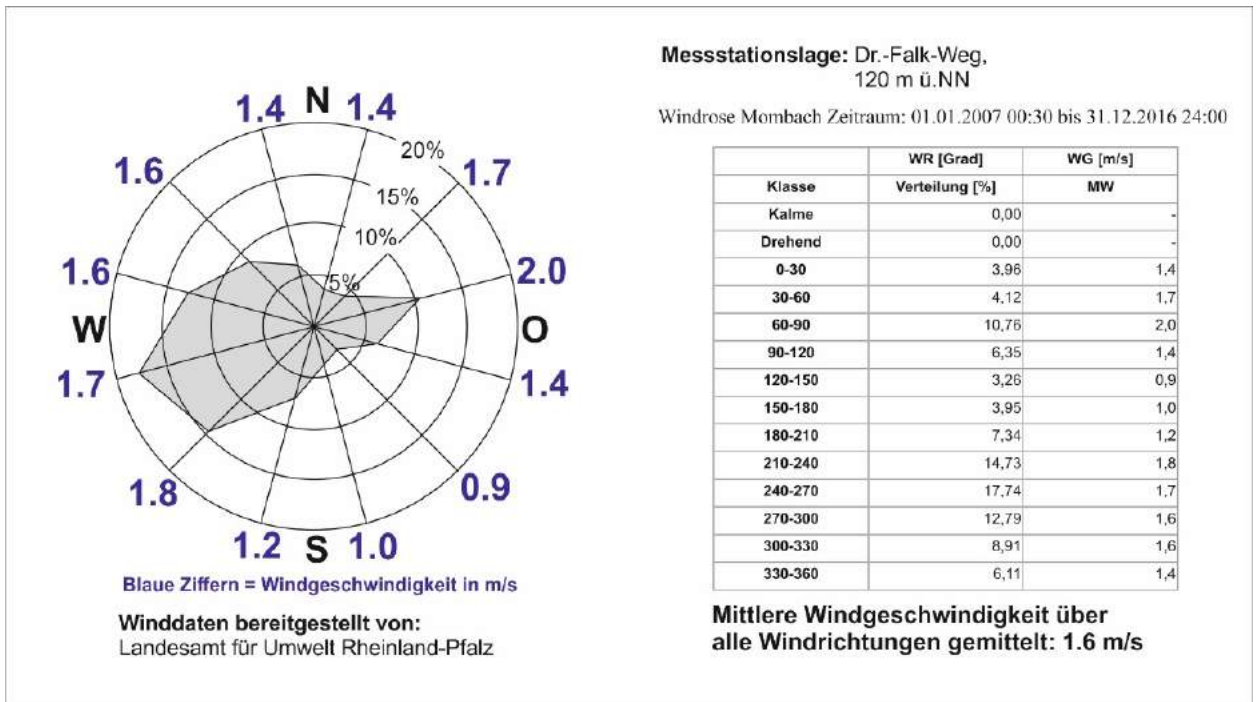


Abbildung 9: Windstatistik 2007 – 2016, ZIMEN-Messstation Mainz-Mombach

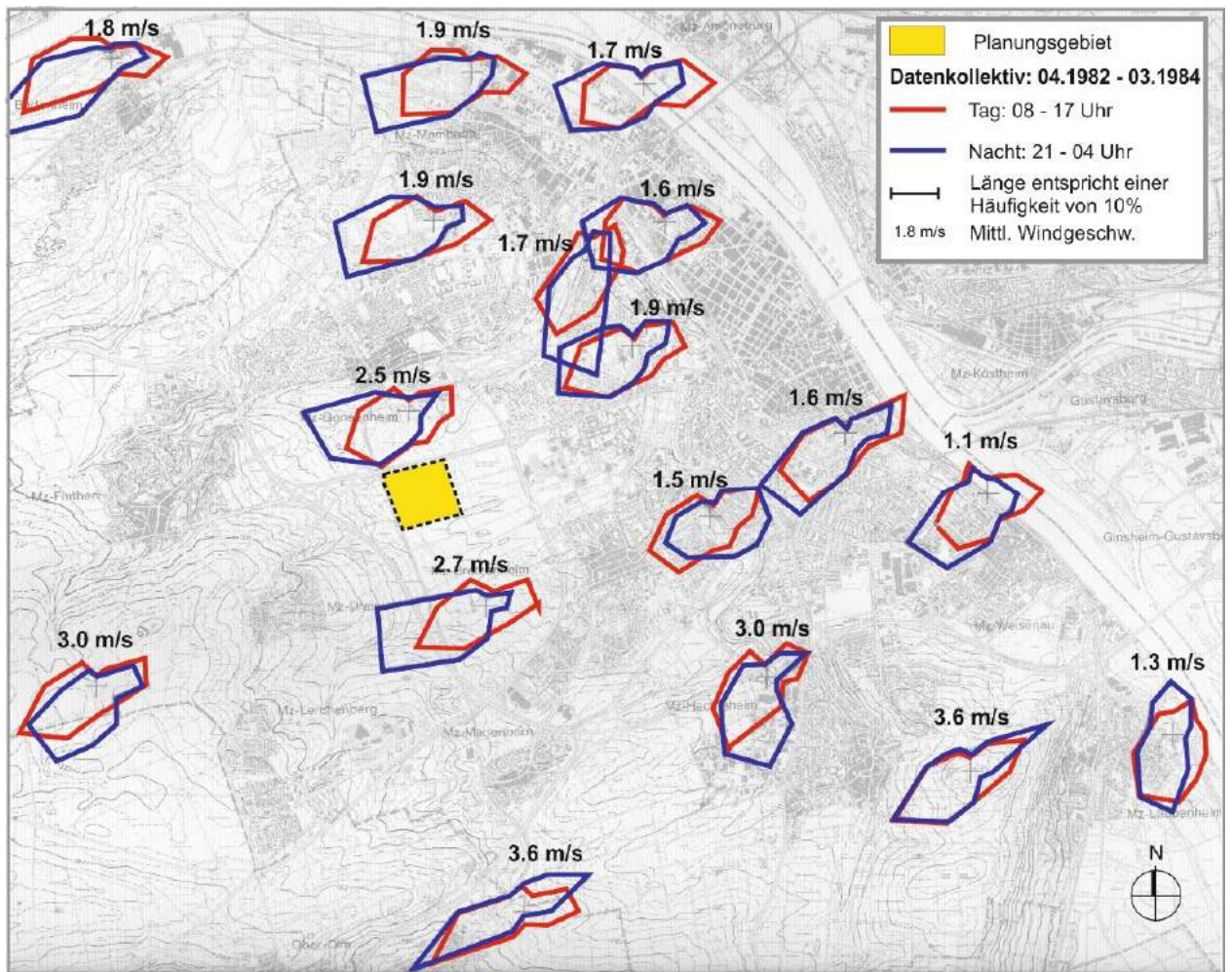


Abbildung 10: Windrichtungsverteilung und mittlere Windgeschwindigkeiten für den Zeitraum 04.1982 – 03.1984 (Bildquelle: Landeshauptstadt Mainz 1995)

3.2 Ortsspezifisches Strömungsgeschehen während stadtklimatisch besonders relevanten Strahlungswetterlagen

Detaillierte Kenntnisse über das ortsspezifische Strömungsgeschehen sind zur Beurteilung der stadt-/siedlungsklimatischen Situation notwendig, da neben den thermischen Verhältnissen vor allem die bodennahe Ventilation die Auftretenshäufigkeit u.a. von bioklimatischen Belastungen mitbestimmt.

Vor allem während windschwacher Strahlungswetterlagen können sich stadtklimatische Effekte (Wärmestaus am Tag / Ausbildung von Hang- und Talabwinden, Flurwindeffekten, Ausbildung von Kaltluftseen in der Nacht) verstärkt ausbilden. Sogenannte Strahlungs Nächte mit lokaler Kaltluftbildung treten im Rhein-Main-Raum in der warmen Jahreszeit Mai – September zu ca. 31% der Nächte auf (DEUTSCHER WETTERDIENST 2017).

Wie Windmessungen von ÖKOPLANA von 1988 und des LFUG RHEINLAND-PFALZ von 1983 dokumentieren, wird das Strömungsgeschehen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld durch

- die Leitlinienwirkung der Mittelterrasse,
- die sich über die Hänge und Täler der Mittelterrasse entwickelnden Lokalströmungen,
- großräumigere Regionalströmungen und
- die örtliche Flächennutzung sowie das Kleinrelief

geprägt.

Wie bereits in Kap. 3.1 beschrieben, überwiegen im Planungsumfeld im Allgemeinen südsüdwestliche bis westsüdwestliche und ostnordöstliche bis östliche Windrichtungen. Mittlere Windgeschwindigkeiten von unter 3.0 m/s weisen auf die nur mäßigen Durchlüftungsverhältnisse hin. Bei stadtklimatisch besonders relevanten austauscharmen Strahlungswetterlagen wird das Ventilationsgeschehen zudem durch lokal- und regional angelegte Luftströmungen bestimmt. Markanteste Erscheinung ist dabei der tagesperiodische Wechsel der Windrichtung, der vor allem an Tagen mit erhöhtem Strahlungseinfluss zu beobachten ist.

Die **Abbildung 11** beschreibt die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen im Planungsumfeld an klimaökologisch besonders relevanten Strahlungstagen.

Infolge intensiver Sonneneinstrahlung kommt es an Strahlungstagen tagsüber zu deutlicher Erwärmung und in der Nacht durch die ungehinderte Ausstrahlung der Oberflächen zu starker Abkühlung der bodennahen Luftschichten mit intensiver Kaltluftproduktion vegetationsbedeckter Flächen. Derartige Tage sind meist windschwach, wobei nächtliche Bodeninversionen entstehen, d.h. die Luft ist stabil geschichtet und der vertikale Luftaustausch vermindert. Das Strömungsgeschehen wird vermehrt von Lokalströmungen begrenzter Reichweite bestimmt, deren Existenz der Kaltluftproduktion von Vegetationsflächen zu verdanken ist.

Aus den Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen ist zu entnehmen, dass sich bei windschwachen Strahlungswetterlagen am Tag großwetterlagenbedingt häufig Winde aus östlichen Richtungssektoren einstellen.

In den Abend- und Nachtstunden dreht der Wind vermehrt zu westnordwestlichen bis südwestlichen Richtungen. Die dem Höhenwind entsprechenden Ostwinde treten deutlich zurück.

Die im Planungsumfeld auftretenden Winde aus westlichen Richtungssektoren sind auf den lokalen Zustrom von Kaltluft aus der westlichen Hangzone zwischen Ober- und Mittelterrasse zurückzuführen. Die vertikale Mächtigkeit der lokalen bodennahen Kaltluft beträgt nach Messungen von ÖKOPLANA (1991) im Bereich des Bahndamms im Durchschnitt ca. 10 – 15 m. Darüber stellen sich vermehrt regionale angelegte westliche bis nordwestliche Winde ein. Die abkühlende Wirkung der Hangkaltluft ist aber bis ca. 40 m ü.G. nachweisbar. Die lokalen Kaltluftbewegungen aus westlichen Richtungssektoren erreichen mittlere Windgeschwindigkeiten von ca. 0.9 – 1.5 m/s.

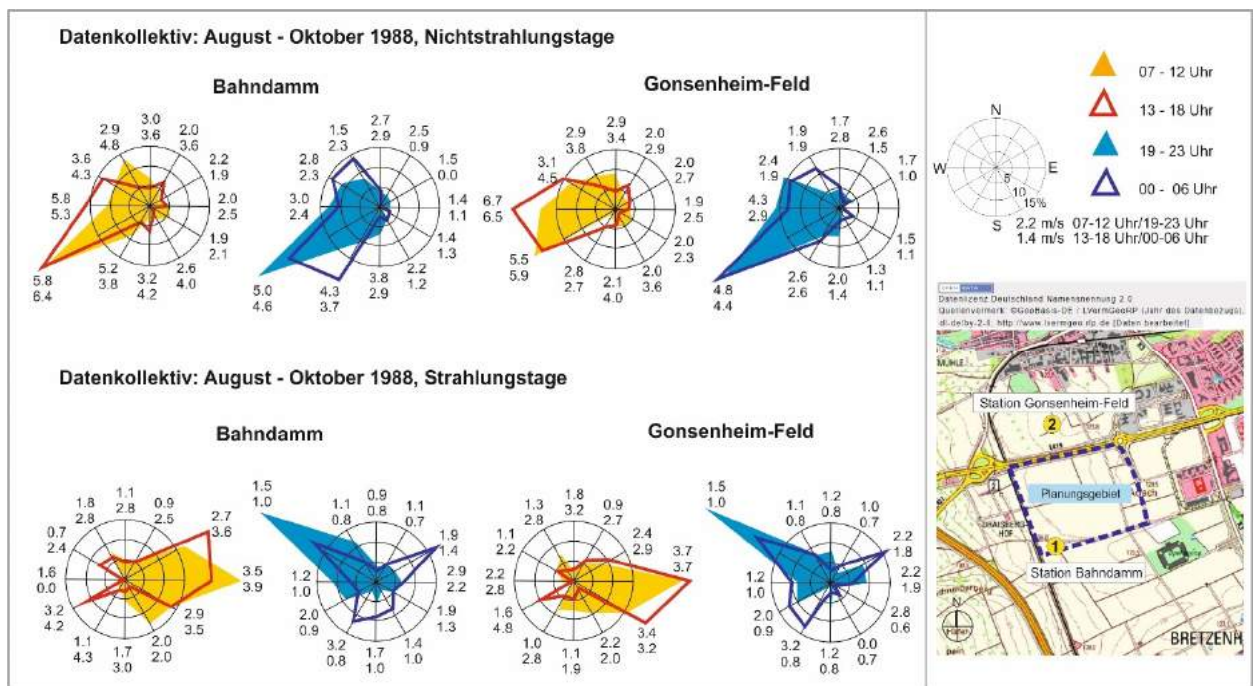


Abbildung 11: Windrichtungsverteilung und mittlere Windgeschwindigkeiten für den Zeitraum Aug. – Okt. 1988 (Nichtstrahlungstage / Strahlungstage). Aus: ÖKOPLANA 1991

Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen durch den DEUTSCHEN WETTERDIENST (2017) mit dem Modell MUKLIMO (Rechenaufösung in der Horizontalen 100 x 100 m) bestätigen die Messergebnisse. Setzt man eine schwache (1.0 m/s) großräumige Anströmung aus Westsüdwesten voraus, entwickeln sich aus der Kaltluftzufuhr über die Hangzone zwischen Draies und Finthen bereits in der ersten Nachthälfte (23 Uhr, **Abbildung 12**) im Planungsgebiet prägnante westliche bis westnordwestliche Kaltluftbewegungen mit mittleren Windgeschwindigkeiten von ca. 0.5 – 1.0 m/s.

Folgt man den in **Abbildung 12** dargestellten Windvektoren, so gelangt mit dieser Strömung die im Planungsgebiet gebildete Kaltluft zwischen dem Gelände der Hochschule Mainz und der MEWA-Arena bis zum Strömungskorridor am Dalheimer Weg zwischen der Johannes-Gutenberg-Universität und Bretzenheim.

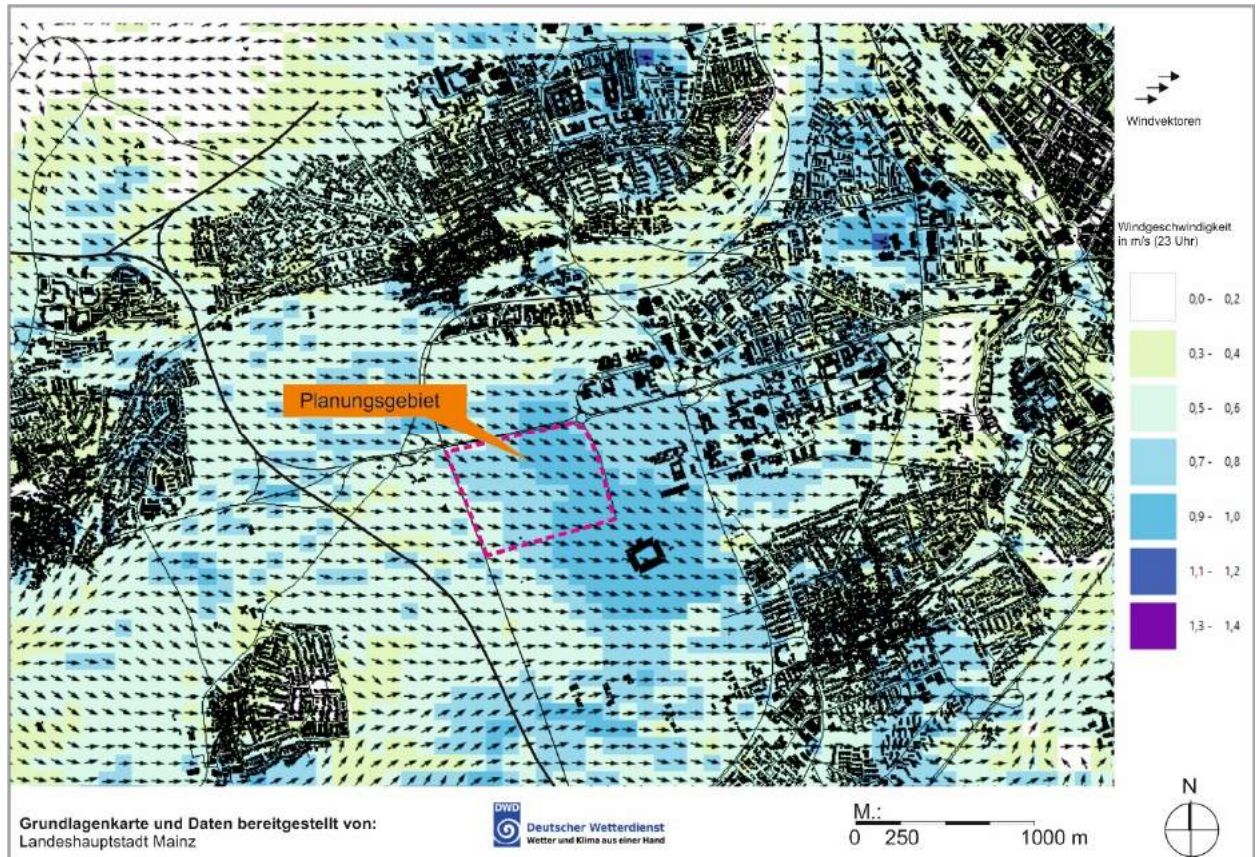


Abbildung 12: Berechnete lokale Kaltluftbewegungen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld in sommerlichen Strahlungsnächten – Zeitpunkt 23 Uhr. Berechnungen durch: DEUTSCHER WETTERDIENST (2017)

Im Laufe der zweiten Nachthälfte (04 Uhr, **Abbildung 13**) drehen die Kaltluftabflüsse vermehrt zu westlichen Richtungen, wodurch die im Planungsgebiet südlich der Saarstraße (L 419) entstehende Kaltluft in schwacher Intensität vermehrt in Richtung Hochschule Mainz / Johannes-Gutenberg-Universität geführt wird. Teile der Kaltluft werden auch über die Saarstraße (L 419) hinweg in Richtung Kesselberg und Münchfeld verlagert, wo sie zur Intensivierung der nächtlichen Abkühlung beitragen. Die Kaltluftfließgeschwindigkeit im Planungsgebiet beträgt kurz vor Sonnenaufgang nur noch weniger als 0,5 m/s. D.h. die Kaltluft neigt insbesondere im Nahbereich des Straßendamms Saarstraße (L 419) vermehrt zu Stagnation.

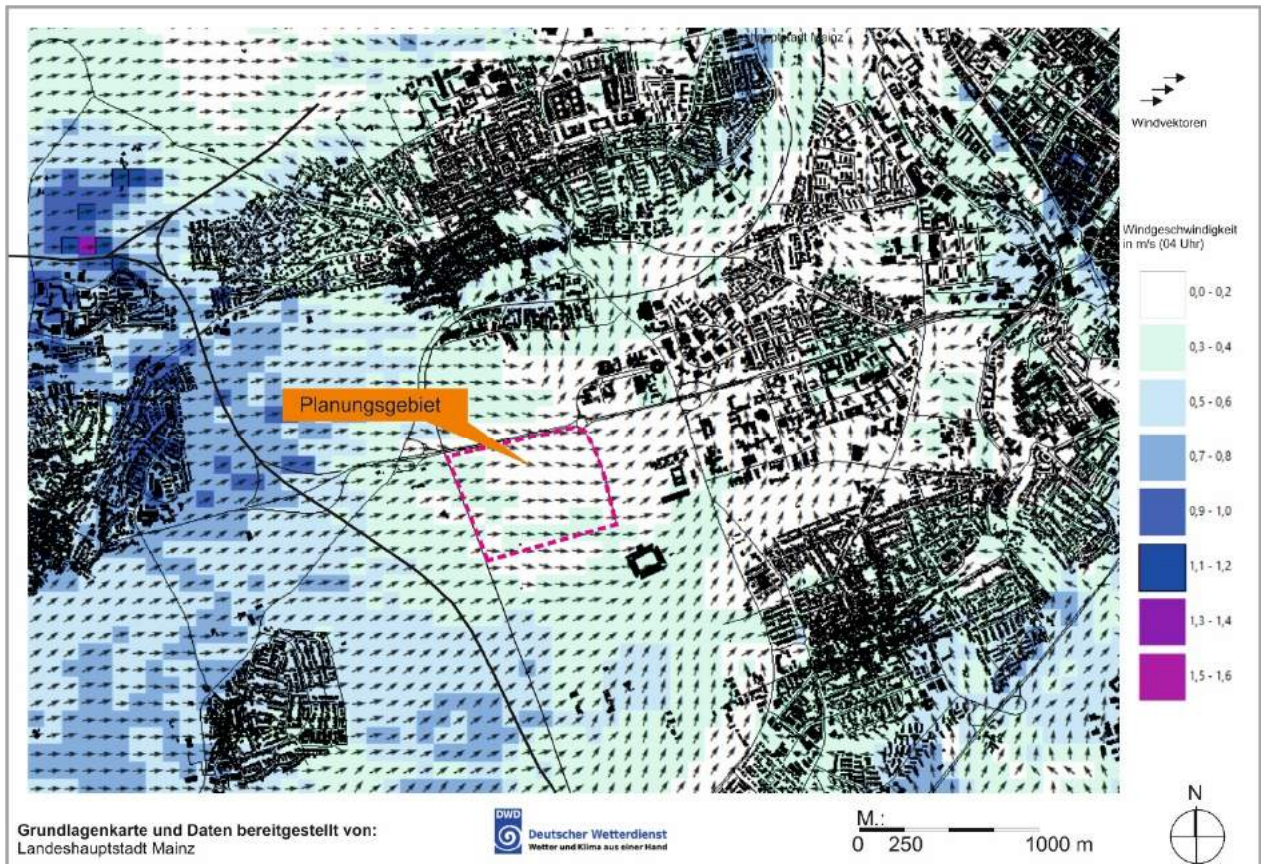


Abbildung 13: Berechnete lokale Kaltluftbewegungen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld in sommerlichen Strahlungs Nächten – Zeitpunkt 04 Uhr. Berechnungen durch: DEUTSCHER WETTERDIENST (2017)

In den **Abbildungen 14** und **15** sind Ergebnisse von Kaltluftabflusssimulationen durch ÖKOPLANA (2021) dokumentiert. Die mit dem Modell KLAM_21 V2.012 durchgeführten Simulationen weisen eine Rechenaufösung in der Horizontalen 10 x 10 m auf. Vorausgesetzt wird eine windschwache (1.0 m/s) Strahlungsnacht mit einem westlichen Antrieb.

Die Ergebnisse für die zweite Nachthälfte (02:30 Uhr) bestätigen weitgehend die Ergebnisse der Kaltluftströmungssimulationen durch den DEUTSCHEN WETTERDIENST (2017). Die über die Hangzone zwischen Draies und Finthen zuströmende Kaltluft (Hangeinschnitt Im Schiersteiner Loch / Im Kemprichsfloß) gelangt über die Autobahntrasse A 60 und den Bahndamm hinweg ins Planungsgebiet. Durch den Straßendamm der Saarstraße (L 419) wird die Kaltluft zwischen ca. 0 und 10 m 10 m ü.G. vermehrt in Richtung Hochschule Mainz, und Kisselberg geführt. Bei einer berechneten Kaltluftmächtigkeit von ca. 20 – 29 m (diese Kaltluflhöhe wird bei optimalen Kaltluftentstehungsverhältnissen erreicht) wird ein Teil der Hangkaltluft aber auch in das Freiraumgefüge zwischen Kisselberg und Gonsenheim geführt. Das Planungsgebiet ist somit als Teil des Gonsbachtal-Kaltlufteinzugsgebiets zu definieren.

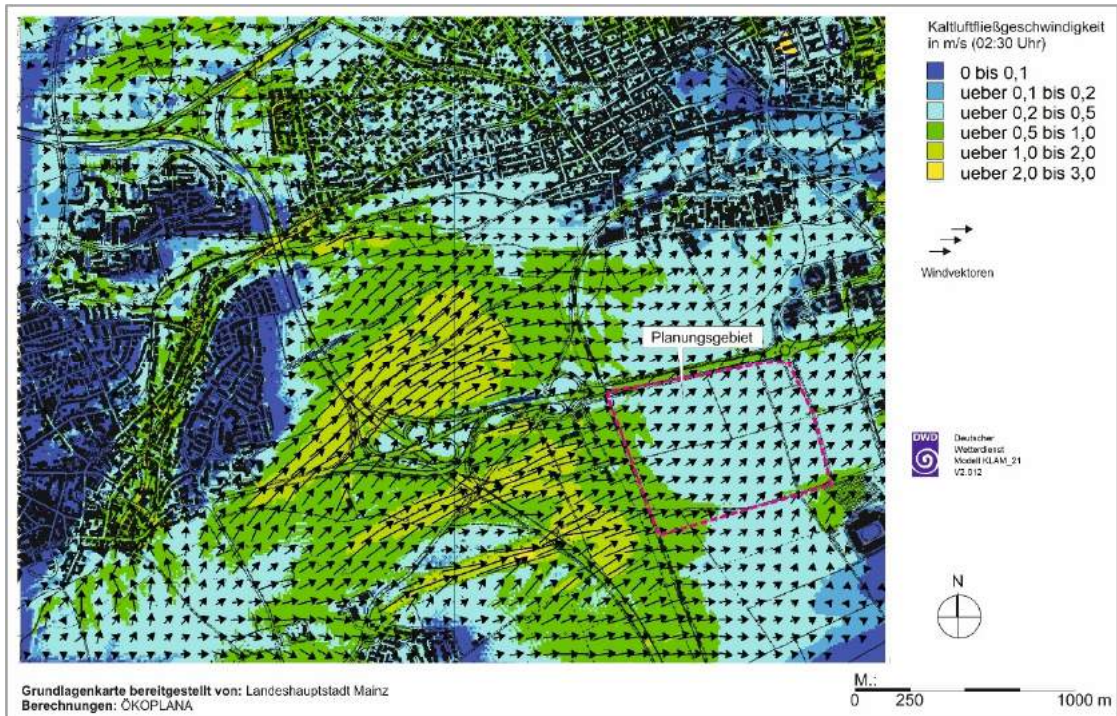


Abbildung 14: Berechnete lokale Kaltluftbewegungen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld in sommerlichen Strahlungsnächten – Zeitpunkt 02:30 Uhr. Berechnungen durch: ÖKOPLANA (2021)

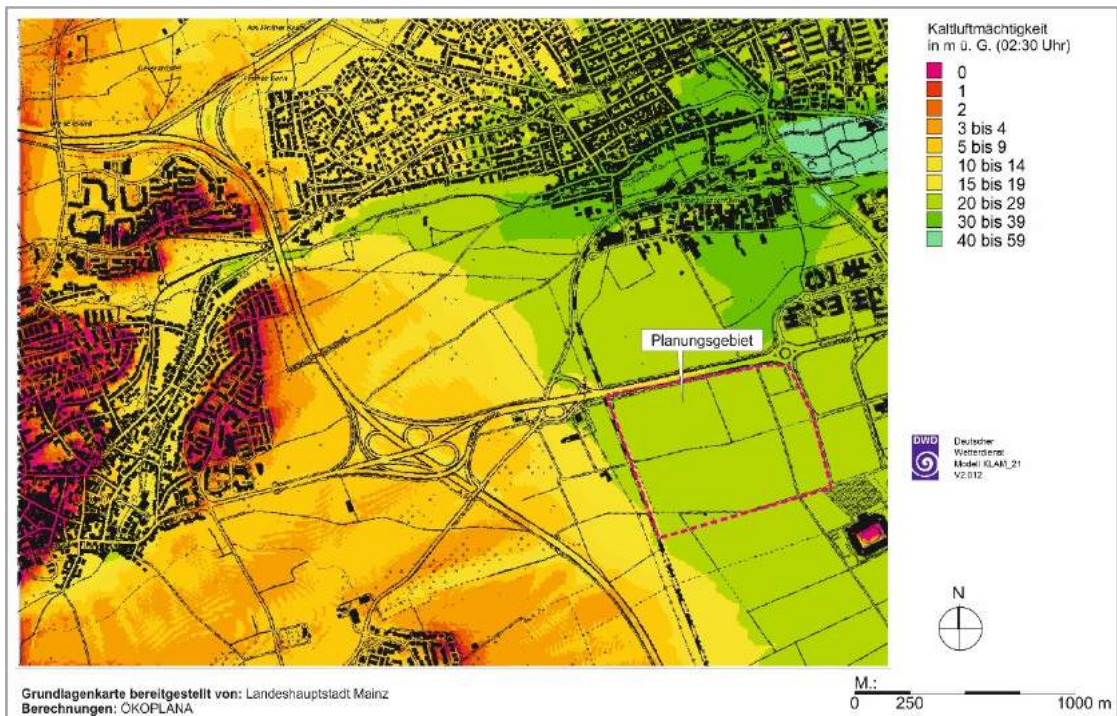


Abbildung 15: Berechnete Kaltluftmächtigkeit im Planungsgebiet und in dessen Umfeld in sommerlichen Strahlungsnächten – Zeitpunkt 02:30 Uhr. Berechnungen durch: ÖKOPLANA (2021)

In der KLIMPRAX-Studie des DEUTSCHEN WETTERDIENST (2017) wurden zur Bestimmung der stadtklimatischen Relevanz von Kaltluftentstehungsflächen und Kaltluftzugbahnen sogenannte Kaltlufttrajektorien berechnet. Hierdurch lässt sich bestimmen, woher die Kaltluft in ausgewählten Stadtgebieten kommt.

In **Abbildung 16** sind die Ergebnisse dargestellt, die das Planungsgebiet tangieren.

Die Rückwärtstrajektorien (linkes Bild) zeigen, dass ein Teil der Kaltluft, die im Gonsbachtal bis in die Mainzer Neustadt und nach Mombach gelangt, aus dem Planungsgebiet stammt. Sie fließt über das Freiraumgefüge zwischen dem Gewerbegebiet-Kisselberg und Gonsenheim (Am Hemel) sowie über den Kisselberg hinweg in das Gonsbachtal.

Die Vorwärtstrajektorien (rechtes Bild) verdeutlichen, dass neben der Kaltluft aus der Hangzone zwischen Draiss und Finthen auch Teile der Kaltluft aus den vegetationsbedeckten Hanglagen unmittelbar östlich von Draiss und dem Tieftal zwischen Rechenberg und Draiss im Planungsgebiet einwirkt und von dort weiter in das Gonsbachtal und nach Hartenberg / Münchfeld gelangt.

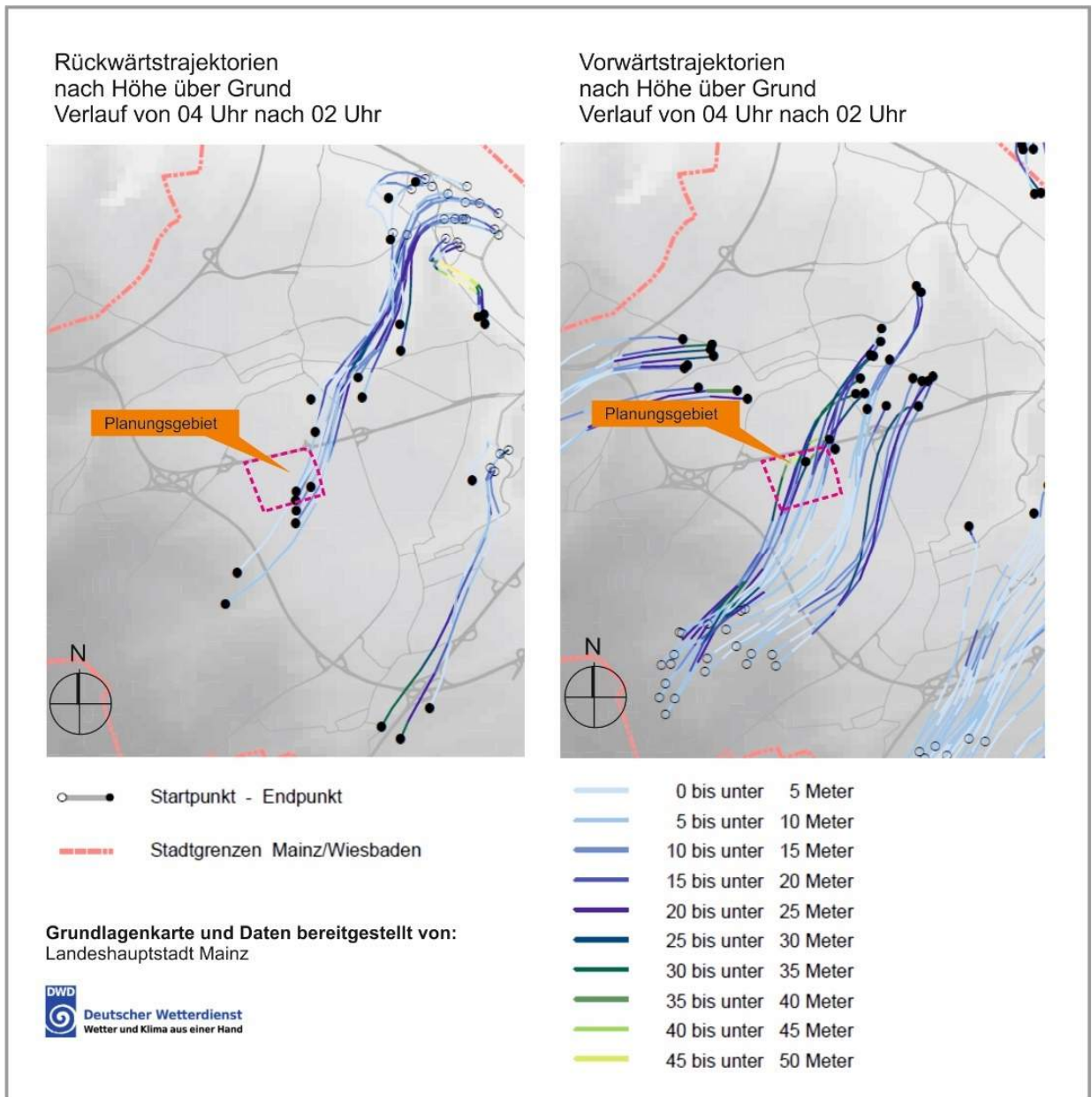


Abbildung 16: Berechnete Kaltlufttrajektorien (02 – 04 Uhr). Berechnungen durch: DEUTSCHER WETTERDIENST (2017)

Die Ergebnisse der vorliegenden Klimaanalysen bestätigen somit die Darstellungen in der Klimafunktionskarte der LANDESHAUPTSTADT MAINZ (**Abbildung 17**).

Im Planungsgebiet werden im Laufe der Nachtstunden westnordwestliche bis südwestliche Kaltluftströmungen wirksam, die sich über die vegetationsbedeckten Hangzonen westlich der Autobahn A 60 entwickeln. Nur in unmittelbarer Bodennähe stellen sich im Planungsgebiet Kaltluftstagnationstendenzen ein. Die vertikale Mächtigkeit der bodennahen Kaltluft dürfte im Mittel ca. 10 – 15 m erreichen. Bei optimalen windschwachen Kaltluftentstehungsbedingungen sind auch Mächtigkeiten von ca. 20 – 30 m möglich. Darüber bestimmen häufig nordwestliche Regionalströmungen das Ventilationsgeschehen. Durch den dammartigen Verlauf der Saarstraße (L 419) zwischen der Autobahnanschlussstelle A 60 und dem Europaplatz wird die Kaltluft in der ersten Nachthälfte vermehrt in Richtung Hochschule Mainz/Johannes-Gutenberg-Universität und zum Freiraumgefüge zwischen Dalheimer Weg und Bretzenheim geführt. Mit ansteigender Kaltluftmächtigkeit fließt die Kaltluft im Laufe der zweiten Nachthälfte über die Saarstraße (L 419) nach Nordwesten hinweg in Richtung Gonsbachtal. Dabei bildet das Freiraumgefüge zwischen den Gewerbegebieten Kisselberg und Am Hemel (Gonsenheim) eine bevorzugte Strömungsleitbahn. Auch die bestehende Bebauung im Gewerbegebiet Kisselberg wird durchströmt. Über den Talabwind im Gonsbachtal, zu dessen Kaltlufteinzugsgebiet somit auch das Planungsgebiet zu zählen ist, wird die Kaltluft bis nach Mombach und bis in die Mainzer Neustadt wirksam (→ forcierte nächtliche Abkühlung, Intensivierung des örtlichen Luftaustausches).

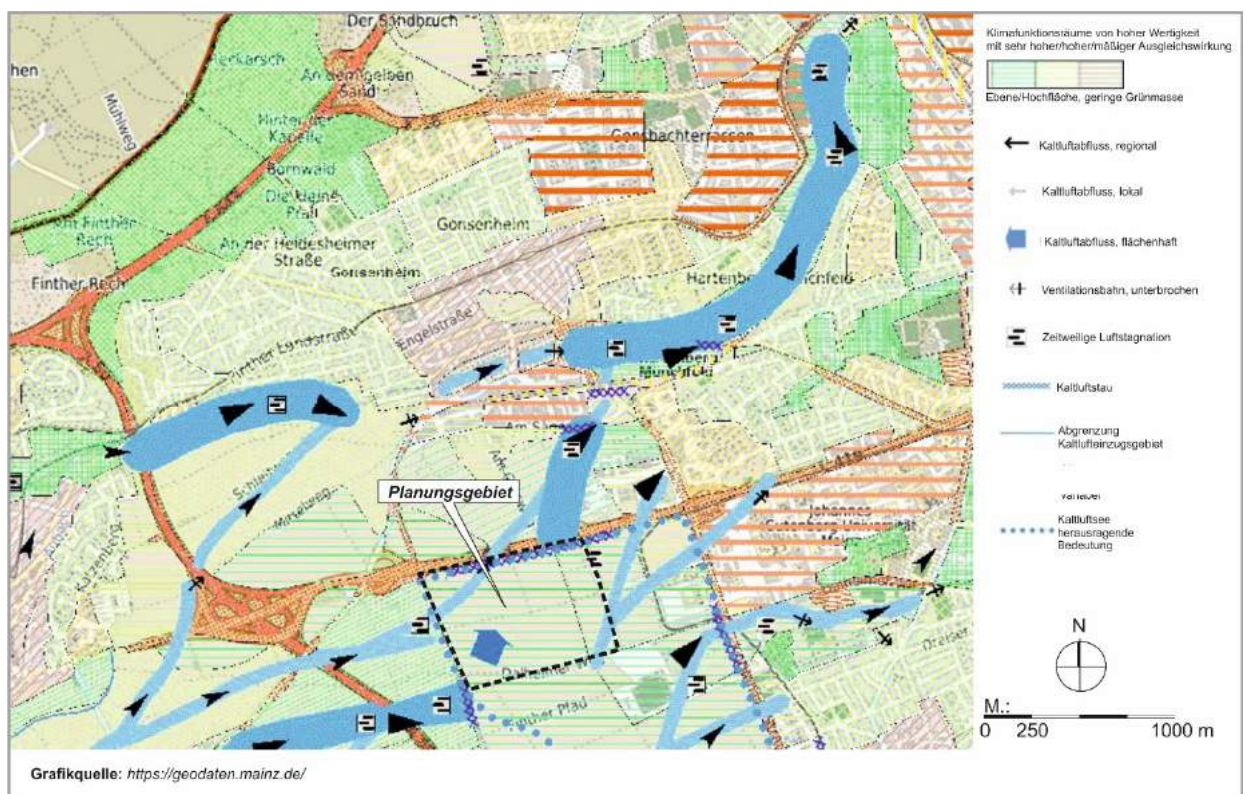


Abbildung 17: Ausschnitt aus der Klimafunktionskarte der Landeshauptstadt Mainz.
Bildquelle: Landeshauptstadt Mainz (1995)

3.3 Thermische Situation während stadtklimatisch besonders relevanten Strahlungswetterlagen

Zur Beschreibung der thermischen Situation im Planungsgebiet und in dessen Umfeld kann auf Lufttemperatursimulationen des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES (2017) zurückgegriffen werden. Demnach stellen sich in Mainz an bioklimatisch besonders belastenden heißen Sommertagen (**Abbildung 18**) zwischen dem Planungsgebiet (35.0 – 35.5°C) und der Mainzer Altstadt (37.0 – 37.5°C) gegen 16:00 Uhr - dies entspricht in dem Sommermonaten ungefähr dem Zeitpunkt der Tageshöchsttemperatur - Lufttemperaturdifferenzen von ca. 2.0 – 2.5 K ein. Auch im nahegelegenen Gelände der Johannes-Gutenberg-Universität und im Ortszentrum von Bretzenheim werden durch die Wärmeabstrahlung versiegelter Oberflächen und dichter Bebauung Lufttemperaturen von 37.0 – 37.5°C simuliert.

Durch den intensiven vertikalen Luftaustausch am Tag gelangt die kühlere Luft aus dem Freiraumgefüge im Planungsumfeld nur in geringem Maße in die angrenzende Bebauung.

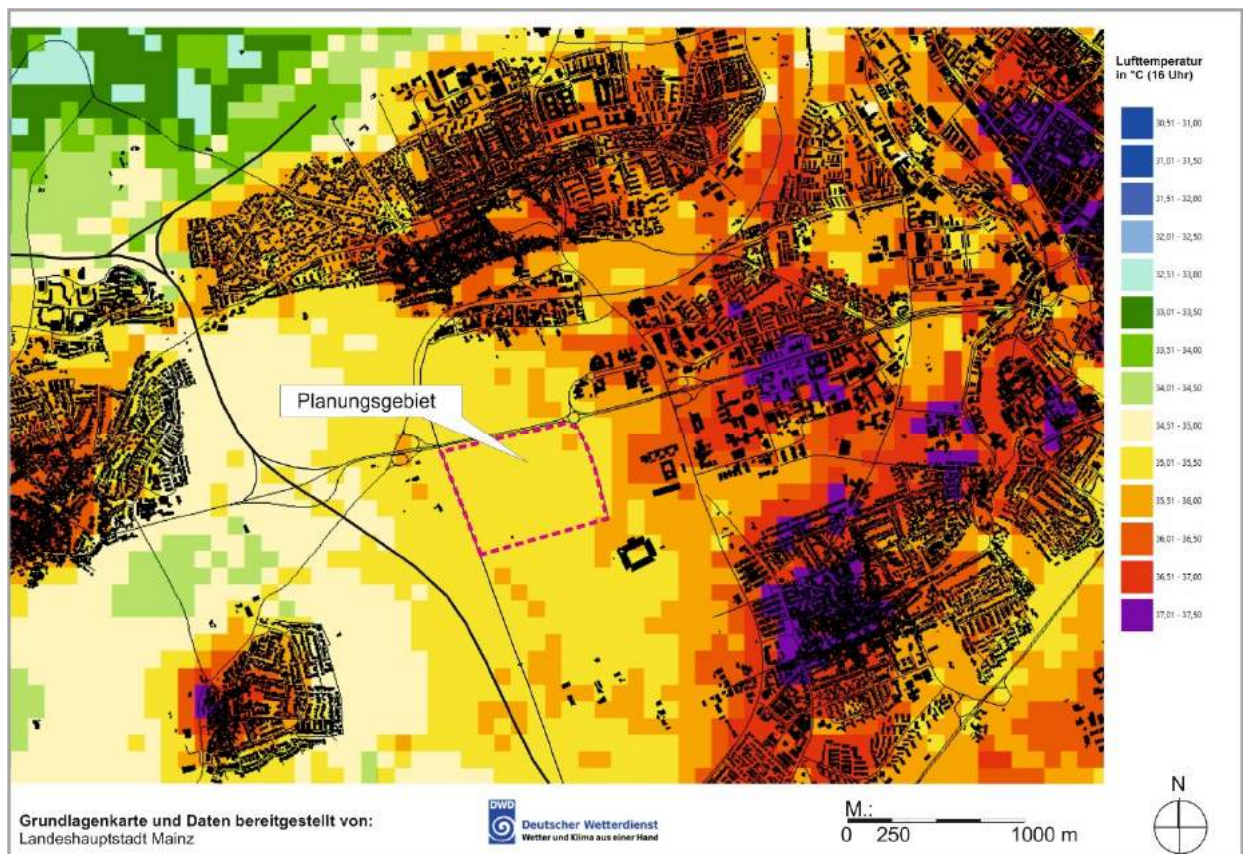


Abbildung 18: Berechnete Lufttemperaturverteilung an einem heißen Sommertag (16 Uhr).
Berechnungen durch: DEUTSCHER WETTERDIENST (2017)

In Strahlungs Nächten (in der warmen Jahreszeit Mai – September ca. 31% der Nächte – nach DEUTSCHER WETTERDIENST 2017) ergeben sich im Untersuchungsraum deutlichere lokalklimatische Differenzierungen. Die thermische Situation wird dabei vermehrt durch die Lage (z.B. Ebene, Tallage, Hanglage), die Flächennutzung und durch die innerhalb der Bebauung graduell unterschiedlich wirksamen regional/lokal angelegten Kaltluftbewegungen beeinflusst.

Die Berechnungen des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES (2017) zur Lufttemperaturverteilung in sommerlichen Tropennächten dokumentieren (**Abbildung 19**), dass die Landwirtschaftsflächen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld während der Nachtstunden aufgrund intensiver Ausstrahlung aktiv Kaltluft bilden und demzufolge die darüber liegenden bzw. hinwegstreichenden Luftmassen abkühlen. Während in der Mainzer Innenstadt gegen 04 Uhr noch Lufttemperaturen von über 26.0°C bestimmt werden, zeigen sich im Planungsgebiet Lufttemperaturen von nur ca. 21.0 – 22.5°C. Die niedrigeren Werte sind auf die örtliche Muldenlage mit vermehrter bodennaher Kaltluftstagnation zurückzuführen. Wie in **Tabelle 1** zeigt, weisen Grünland/Streuobstwiesen/Rasenflächen und Ackerflächen die höchsten Kaltluftproduktionsraten auf. In Wald-/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.

Landnutzung	Kaltluftproduktionsrate m ³ /(m ² h)	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)

Die Lufttemperaturverteilung zeigt zudem, dass das Planungsgebiet als Teil der örtlichen Kaltluftproduktionsflächen zur Ausbildung von stadtklimatisch bedeutsamen „Kaltluftzungen“ (Gonsbachtal, Freiraumachse am Dalheimer Weg) beiträgt, in deren angrenzender Bebauung die nächtliche Abkühlung begünstigt ist. Untersuchungen von ÖKOPLANA (2009) zeigen, dass über die gegenwärtige Siedlungszäsur zwischen dem Universitätscampus im Norden und der Wohnbebauung Bretzenheim im Süden am Dalheimer Weg Kaltluft einströmt und bis ins Untere Zahlbachtal klimatisch wirksam wird.

Diese Besonderheit war auch ein Grund, weshalb die MEWA-Arena um ca. 370 m von der K 3 in Richtung Westen abgerückt wurde. So konnte gesichert werden, dass die Windschattenwirkung nicht bis in die Siedlungszäsur reicht und damit die Kaltluftzufuhr blockiert. Das Stadion wird allseitig umströmt, sodass bspw. über die nordwestlich angrenzenden Landwirtschaftsflächen die Kaltluft in die Siedlungszäsur am Dalheimer Weg einströmen kann.

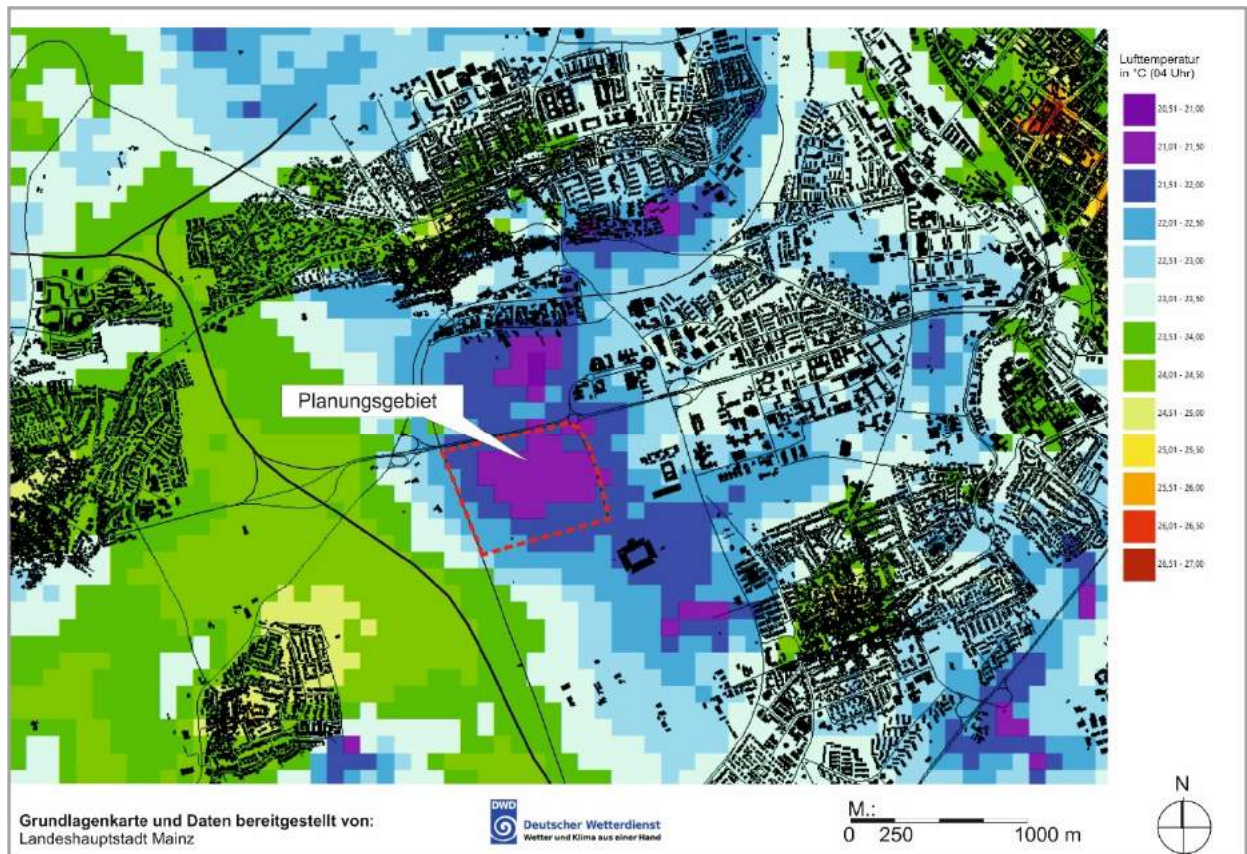


Abbildung 19: Berechnete Lufttemperaturverteilung in einer sommerlichen Tropennacht (04 Uhr).
Berechnungen durch: DEUTSCHER WETTERDIENST (2017)

4 Klimaökologischer Beitrag des Planungsgebiets an der kaltluftspezifischen Belüftung des Mainzer Stadtgebietes

Anhand der Ergebnisse der klimaökologischen Datenanalyse zeigt sich, dass sich das ange-dachte Planungsgebiet für eine städtebauliche Fortentwicklungsmaßnahme in einem stadtklima-tisch sensiblen Teilbereich befindet. Das Planungsgebiet liegt laut aktuellem Regionalen Raum-ordnungsplan der PLANUNGSGEMEINSCHAFT RHEINHESSEN-NAHE von 2016 nicht nur in einer Grünzäsur, sondern ist auch Bestandteil von Kaltluftbewegungsbahnen, die sich über die Hang-zonen westliche der Autobahn A60 bis ins Gonsbachtal und die Siedlungszäsur zwischen Johan-nes-Gutenberg-Universität und Bretzenheim erstrecken.

Aber auch am Tag ergeben sich über die bisherigen Landwirtschaftsflächen strömungsdynami-sche und thermische Positiveffekte (siehe Kap. 3).

Zur Bewertung des Stellenwertes im klimaökologischen Wirkungsgefüge des Freiraums werden nachfolgend für das Planungsgebiet die in Kap. 1 (S. 2) angeführten Fragen beantwortet.

1 *Wie hoch ist der Beitrag des Planungsgebiets am Kaltluftentstehungspotenzial im Freiraum-gefüge westlich von Bretzenheim/Hochschule und südlich von Gonsenheim?*

Wie die **Abbildung 20** veranschaulicht, umfasst das Planungsgebiet eine Flächengröße von ca. 51 ha. Die weiteren Freiflächen, die östlich der Autobahn A 60 zur kaltluftbedingten Belüftung des Gonsbachtals und der Siedlungszäsur am Dalheimer Weg (aus westlicher bis nordwestlicher Richtung) beitragen, umfassen insgesamt eine Gebietsgröße von ca. 247 ha. Da diese Flächen vorwiegend landwirtschaftlich genutzt werden, dürfte ihr mittleres Kaltluftentstehungspotenzial pro m² ungefähr dem des Planungsgebietes (15 – 20 m³/m²·h) entsprechen.

Der Beitrag des Planungsgebiets am Kaltluftentstehungspotenzial im Freiraumgefüge westlich von Bretzenheim/Hochschule und südlich von Gonsenheim beträgt somit ca. 17%

Die Reduktion der planungsrelevanten Kaltluftentstehungsfläche sollte kleiner als 10% sein, um der Abwägung zugänglich zu sein. Unter Vorsorgegesichtspunkten (Klimawandel) sollten sie klei-ner als 7% sein.

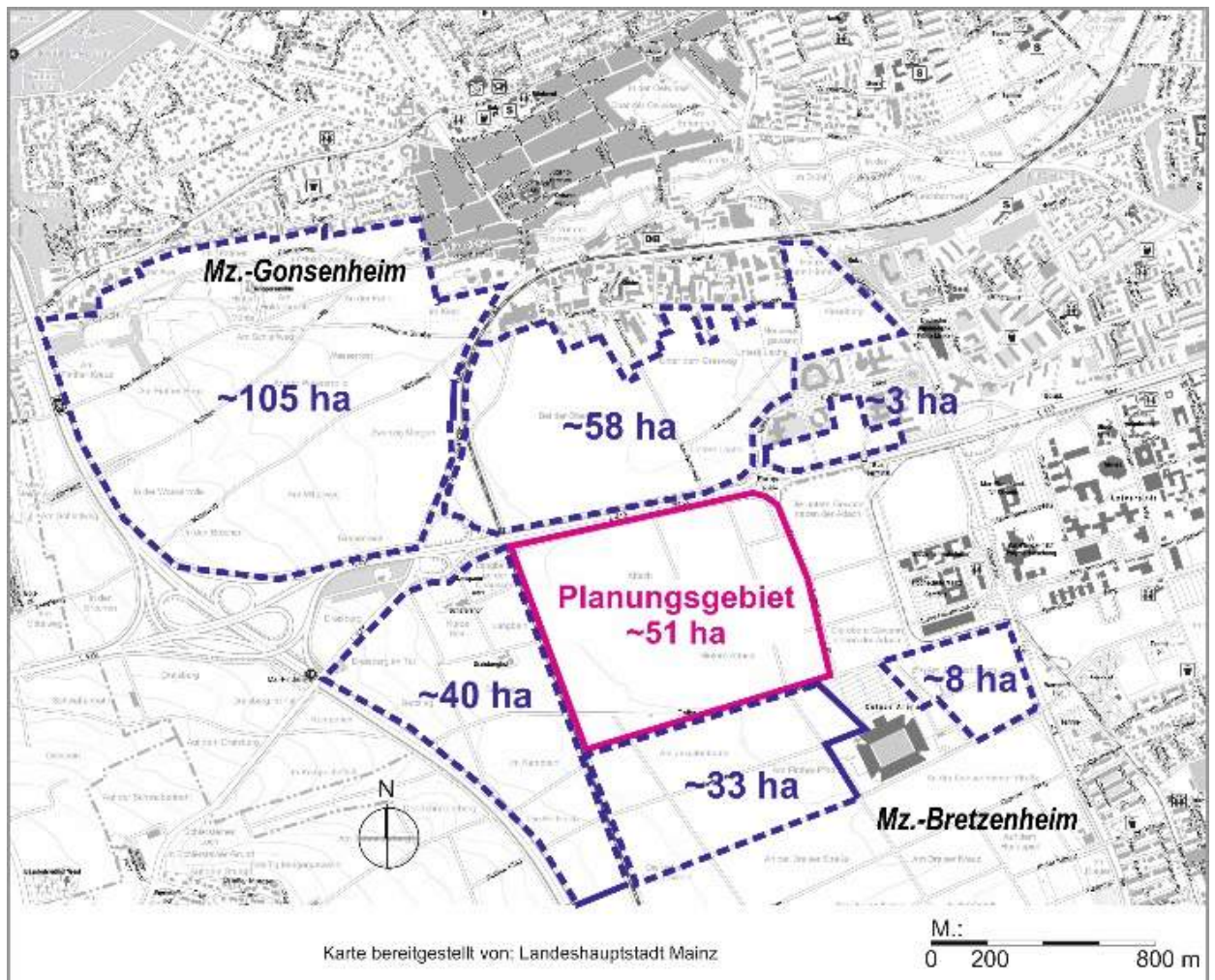


Abbildung 20: Flächengrößen von Kaltluftentstehungsflächen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld

2 Welche Bedeutung hat das Planungsgebiet für lokale Kaltluftabflüsse über die Mittelterrasse in Richtung der östlich und nördlich anschließenden Siedlungslagen?

Die Ergebnisse der vorliegenden Kaltluftströmungssimulationen (DEUTSCHER WETTERDIENST 2017, ÖKOPLANA 2021) weisen darauf hin, dass das Planungsgebiet sowohl in der ersten als auch in der zweiten Nachthälfte als Kaltluftleitbahn fungiert. Wie die dargestellten Windvektoren in **Abbildung 12** zeigen, gelangt mit häufig vorherrschenden regionalen Westnordwestwinden die Hangkaltluft aus den Bereichen Finther Berg und Draisberg in das Planungsgebiet. Die landwirtschaftlichen Nutzflächen mit ihrer geringen Oberflächenrauigkeit ermöglichen der Kaltluft ein weiterfließen nach Osten bzw. Ostsüdosten in Richtung Johannes-Gutenberg-Universität und Strömungskorridor zwischen Dalheimer Weg und Hildegard-von Bingen-Straße (Bretzenheim). Im Laufe der zweiten Nachthälfte (**Abbildungen 13** und **14**) drehen die Kaltluftabflüsse vermehrt zu westlichen Richtungen, wodurch die im Planungsgebiet einwirkende Hangkaltluft in schwacher Intensität vermehrt in Richtung Hochschule Mainz / Johannes-Gutenberg-Universität geführt wird.

Teile der Kaltluft werden auch über die Saarstraße (L 419) hinweg in Richtung Kisselberg und Münchfeld verlagert, wo sie zur Intensivierung der nächtlichen Abkühlung beiträgt. Ergebnisse von Kaltluftfließbewegungen mittels Trajektorien weisen dabei darauf hin, dass insbesondere der südöstliche Teilbereich des Planungsgebiets als Kaltluftleitbahn fungiert. Die dort sich bewegende und entstehende Kaltluft fließt über die Saarstraße (L419) weiter nach Nordnordosten und wird in den Gonsbachtalabwind mit einbezogen.

Das Planungsgebiet hat damit eine nicht zu unterschätzende Bedeutung als siedlungsnahe Kaltluftentstehungsfläche und Kaltluftleitbahn in Richtung Osten bzw. Ostsüdosten (Johannes-Gutenberg-Universität/Siedlungszäsur am Dalheimer Weg) und Nordosten (Kisselberg, Hartenberg/Münchfeld und Gonsenheim). Bei einer großflächigen baulichen Inanspruchnahme muss mit einer Schwächung der o.a. Kaltluftbewegungen gerechnet werden, da zum einen örtliches Kaltluftentstehungspotenzial verloren geht und zum anderen die Barrierewirkung im Bereich zwischen Bahntrasse und Autobahn A 60 (Umfeld Draisberg-Hof) zu einer Zunahme von Kaltluftstagnationstendenzen führen wird.

Die Beeinträchtigung der planungsrelevanten Kaltluftabflüsse mit Siedlungsbezug sollte 10% nicht überschreiten. Unter Vorsorgegesichtspunkten sollte die Beeinträchtigung nicht über 7% hinausgehen. Bestehende Vorbelastungen sind zu beachten.

3 Welche Beeinträchtigungen der genannten Klimafunktionen sind unter Berücksichtigung der Vorsorge/Klimawandelfolgen im Worst-Case-Fall noch vertretbar?

Die Ergebnisse der KLIMPRAX-Studie des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES (2017) zeigen, dass sich infolge des Klimawandels die Anzahl bioklimatisch besonders belastender heißer Tage ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) und Tropennächte ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) in den nächsten Jahrzehnten in prägnanter Form ansteigen wird. Laut §1, Abs. 5 BauGB ist daher im Rahmen der Stadtentwicklung der Klimaschutz und die Klimaanpassung zu fördern. In §1a BauGB wird daher auch gefordert, mit Grund und Boden (Landwirtschaftsflächen) bei der städtebaulichen Fortentwicklung sparsam und schonend umzugehen.

Ergibt sich aus städtebaulichen Gründen eine Notwendigkeit der Umwandlung von Landwirtschaftsflächen in Bauland, so sind effektive Ausgleichsmaßnahmen (ggf. auch an anderer Stelle als am Ort des Eingriffs) zu realisieren.

Die Vertretbarkeit der planungsbedingten negativen klimaökologischen Folgeerscheinungen kann somit nicht pauschal definiert werden. Sie ist u.a. davon abhängig, ob in den Kaltluftzielgebieten ein lokaler Ausgleich für den Verlust an Kaltluftzufuhr realisiert werden kann (z.B. durch Schaffung neuer Grünflächen). Ein derartiges Vorgehen wurde bspw. im Rahmen der Planung zur MEWA-Arena festgelegt.

4 Welche Stadtteilgebiete wären von Beeinträchtigungen der lokalen Kaltluftentstehung und des Kaltluftabflusses betroffen?

Die Ergebnisse vorliegender Klimastudien zeigen, dass von der Beeinträchtigung der lokalen Kaltluftentstehung und des Kaltluftabflusses nicht nur das unmittelbar angrenzende Gelände der Hochschule Mainz, des Gewerbegebiets Kisselberg und der Johannes-Gutenberg-Universität betroffen wäre, sondern auch entlang des Gonsbachtals (Gonsenheim, Münchfeld/Hartenberg) und in Teilen von Bretzenheim (nördliche Ortslage im Bereich der Hildegard-von-Bingen-Straße) Einschränkungen bzgl. der kaltluftbedingten Belüftung nicht ausgeschlossen werden könnten. Die Betroffenheit in Mombach und in der Mainzer Neustadt ist aufgrund der größeren Entfernung weit geringer.

5 Wäre für den Verlust der klimaökologischen Gunstfunktion im Planungsgebiet ein Ausgleich möglich?

Wird eine flächenhafte Bebauung des Planungsgebiets angestrebt, müssen klimaökologisch wirksame Ausgleichsmaßnahmen nicht nur Vorort, sondern auch in den Kaltluftzielgebieten getroffen werden. Dies kann z.B. durch Schaffung neuer Grünflächen und ergänzende Begrünungsmaßnahmen im Bestand geschehen. Der Verzicht auf bauliche Nachverdichtungen in den Kaltluftzielgebieten, als weitere Ausgleichsmaßnahme, würde den Vorgaben des BauGB in gewisser Weise widersprechen, da die bauliche Inanspruchnahme von Landwirtschaftsflächen in den Außenbereichen nur dann erfolgen sollte, wenn eine weitere bauliche Innenentwicklung nicht möglich ist.

5 Klimaökologische Leitziele bei einer baulichen Inanspruchnahme des Planungsgebiets

Wie in Kap. 4 angeführt, weist das Planungsgebiet eine nicht zu unterschätzende Bedeutung für das stadtklimatische Wirkungsgefüge in den angrenzenden Stadtlagen auf.

Sollte im Zuge der Planungen zur weiteren Stadtentwicklung eine bauliche Inanspruchnahme des Planungsgebiets zwingend erforderlich werden, muss es aus klimaökologischer Sicht Ziel sein, bei der Entwicklung der Bauflächen sowohl ausreichend dimensionierte bebauungsinterne Grünflächen zur Minimierung des örtlichen Wärmeinseleffektes zu sichern, als auch auf das ortsspezifische Strömungsgeschehen abgestimmte baugebietsinterne Ventilationsbahnen zu berücksichtigen.

Zur Sicherung günstiger thermischer Umgebungsbedingungen im Planungsgebiet (= Vermeidung einer übermäßigen sommerlichen Aufheizung am Tag und Unterbindung einer übermäßigen Wärmeinselbildung in der Nacht) können vielfältige Maßnahmen im Planungskonzept aufgenommen werden, die nachfolgend skizziert werden.

- Begrenzung der baulichen Dichte in Teilbereichen des Planungsgebiets durch Festsetzung einer maximalen GRZ ohne Überschreitungsmöglichkeiten (siehe **Abbildung 21**). Durch die Begrenzung der GRZ wird eine möglichst großzügige Begrünung des Planungsgebiets gesichert.
- Räumlich abgestimmte Festsetzung von max. Gebäudehöhen zur Minimierung von additiven Barrierewirkungen (siehe **Abbildung 21**).

Die in **Abbildung 21** vorgenommene Gliederung des Planungsgebiets nach Art der baulichen Nutzung ist als erste grobe Skizze zu verstehen. In Anbetracht des dammartigen Verlaufs der Saarstraße zwischen der Autobahnanschlussstelle zur A 60 und dem Europaplatz bietet es sich an, eine dichtere und höhere Bebauung (GRZ 0,8, GH_{max} 14 m) im nordwestlichen Teil des Planungsgebiets anzuordnen. Die in **Abbildung 16** dargestellten Kaltlufttrajektorien lassen annehmen, dass der Anteil von Kaltluft, der in diesem Teilbereich über die Saarstraße (L 419) nach Nordosten fließt eher gering ist. Die angeführte max. Gebäudehöhe orientiert sich an den festgesetzten Gebäudehöhen im B-Plangebiet „Hochschulerweiterung südlich des Europakreisels – 1. Änderung (B 158/1.Ä)“. Punktuell größere Gebäudehöhen sind gegenüber größeren Gebäudgrundflächen vorzuziehen, um innerhalb der Bebauung möglichst großzügige Freiräume (Ventilationsachsen, Kaltluftleitbahnen) zu sichern.

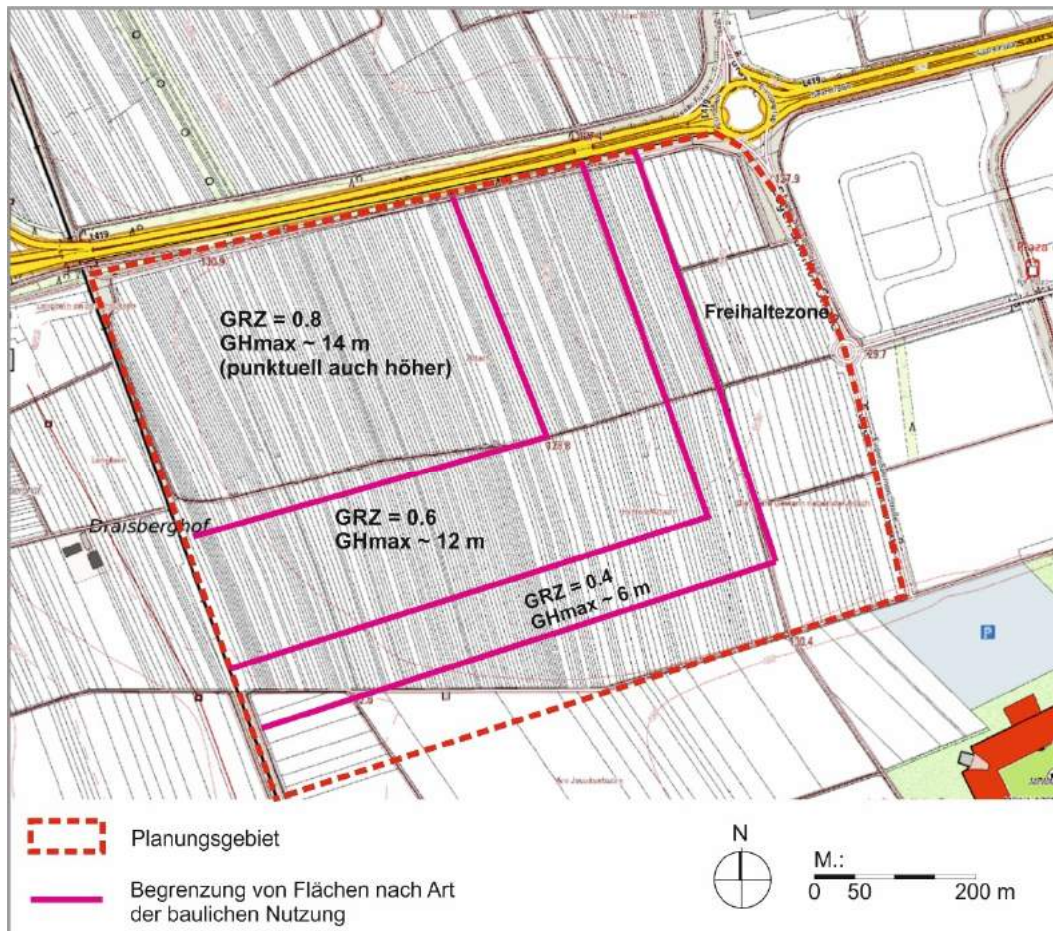


Abbildung 21: Skizzenhafte Gliederung des Planungsgebiets bzgl. GRZ und max. Gebäudehöhe
Grundlagenkarte: Landeshauptstadt Mainz

Entlang der Eugen-Salomon-Straße und am Südrand des Planungsgebiets ist eine möglichst großzügige Freizone zu sichern. Sie dient zum einen als Kaltluftleitbahn und zum anderen als Kaltluftentstehungsfläche, um ein bandartiges Zusammenwachsen der „Wärmeinseln“ Hochschule Mainz und neuer Planungsraum zu unterbinden.

Bei der Ausrichtung der Gebäude und der sich hieraus ergebenden Gebäudeabstände sollte man sich an den Vorgaben im B-Plangebiet „Hochschulweiterung südlich des Europakreisels – 1. Änderung (B 158/1.Ä)“ orientieren. Hierdurch wird eine Durchströmbarkeit auch innerhalb des Gebietes ermöglicht.

- Festsetzung großzügiger bebauungsinterner Grünzüge / Kaltluftleitbahnen

Zur Sicherung der bebauungsinternen Durch- und Belüftung des Planungsgebiets sind innerhalb der potenziellen Bebauung möglichst jeweils zwei großzügige, durchgehende Ventilationsachsen in ungefährender West-Ost- und Nord-Süd-Richtung zu entwickeln, die auch an alleeartig gestaltete Erschließungsstraßen geknüpft sein können. Sie dienen dazu, zusätzlich das Planungsgebiet mit dem Kaltluftpotenzial des angrenzenden Freiraumgefüges im Süden und Westen zu verknüpfen. Die Ausrichtung kann sich ebenfalls an den Vorgaben im B-Plangebiet „Hochschulerweiterung südlich des Europakreisels – 1. Änderung (B 158/1.Ä)“ orientieren (Ausrichtung in ungefährender Westsüdwest-Ostnordost-Richtung und Südsüdost-Nordnordwest-Richtung).

Ihre Breite sollte ein Mindestmaß von ca. 30 m aufweisen, damit sich eine alleeartige, schattenbildende Begrünung realisieren lässt.

Die Ventilationsachsen müssen nicht zwingend geradlinig verlaufen. Sie können auch geschwungen oder leicht abknickend ausgeformt sein. Weitere beispielhafte Formen zeigt die **Abbildung 22**. Die Lage und Anzahl unterschiedlich dimensionierter Ventilationsachsen ist abhängig von der Bebauungs- und Verkehrserschließungsstruktur. Aus klimaökologischer Sicht bieten sich neben einer zentralen Lage die Übergangsbereiche zwischen den unterschiedlichen Arten der baulichen Nutzung (siehe **Abbildung 21**) an.

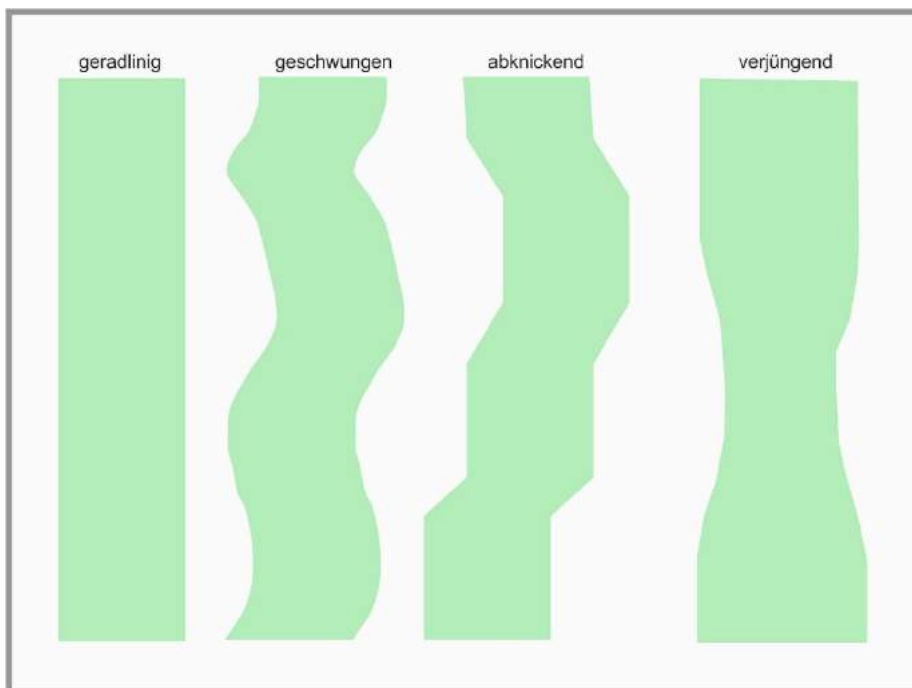


Abbildung 22: Beispiele für die Ausformung von Ventilationsachse oder bebauungsinternen Grünzügen

Neben Grünzügen und Ventilationsachsen können auch Platzstrukturen, kleinere Parks, begrünte Aufenthaltsbereiche für Beschäftigte das Planungsgebiet gliedern und zur günstigen Gestaltung der bioklimatischen Umgebungsbedingungen beitragen.

Die o.a. Platzstrukturen, kleinere Parks und begrünte Aufenthaltsbereiche eignen sich bei Berücksichtigung von Verschattungselementen (Bäume, Pergolen etc. – **Abbildung 23**) in den warmen Sommermonaten als kühlere Erholungsräume für die Beschäftigten (z.B. während der Arbeitspausen).



Abbildung 23: Schattenwerfende Gestaltung von Aufenthaltsflächen (Aufnahme: ÖKOPLANA)

Im Planungsgebiet ist zur Minimierung der Wärmeinselbildung der Anteil versiegelter Erschließungs- und Kfz-Stellplatzflächen auf das notwendige Maß zu begrenzen. Hierzu können u.U. gebäudeintegrierte Garagen oder zentrale Parkdecks mit intensiver Begrünung beitragen. Bei der Befestigung von Parkierungsflächen ist die Verwendung von Rasengittersteinen / Rasenfugenpflaster zu empfehlen, da gegenüber Asphaltdecken / Pflasterbelägen die Aufheizung an heißen Sommertagen deutlich geringer ist (siehe **Abbildung 24**).

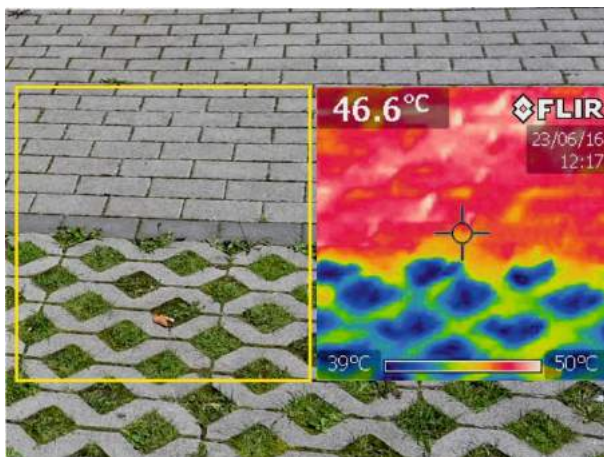


Abbildung 24: IR-Aufnahme von unterschiedlichen Oberflächenbelägen bei einer Lufttemperatur von 27°C (Aufnahme: ÖKOPLANA)

Bei der Befestigung von Platz- und Wegeflächen sind möglichst helle Pflasterbeläge zu empfehlen. Helle Oberflächenbeläge bewirken eine hohe Reflektion der einwirkenden kurzwelligigen Strahlung. Messungen zeigen, dass sich an warmen Sommertagen (Lufttemperatur = 25°C) zwischen besonnten schwarzen Asphaltflächen und grauen Betonoberflächen Temperaturunterschiede bis ca. 7 K einstellen.

Auch durch die Wahl heller Fassadenfarben kann die bioklimatische Belastung im Nahbereich der Gebäude wirksam herabgesetzt werden. So führt die hohe Absorptionsfähigkeit dunkler Fassadenanstriche gegenüber weißen Fassaden an Sommertagen zu nahezu doppelt so hohen Oberflächentemperaturen.

Im Bereich der Grün-/Freiflächen und entlang der Erschließungsstraßen sind schattenwerfende Laubbäume und/oder Großsträucher zu pflanzen.

Laubbäume wirken in doppelter Hinsicht positiv auf das lokale Mikroklima: Zum einen verschatten sie den öffentlichen Raum oder Gebäude und reduzieren somit tagsüber die Aufheizung dieser Oberflächen. Zum anderen wirkt die Verdunstung durch ihr Blattwerk kühlend. Bäume können somit die Hitzebelastung am Tag deutlich reduzieren.

Die Intensität des kühlenden Verdunstungseffektes ist stark abhängig von der Wasserverfügbarkeit. Wird ein Baum in Trockenperioden bewässert, kann er mehr Wasser verdunsten und der Kühleffekt ist größer als bei einem unbewässerten Baum, dem der ausgetrocknete Boden kaum Wasser liefert. Daher kommt es zur Reduktion städtischer Hitze durch Stadtbäume nicht nur auf die Anzahl der Bäume an, sondern auch auf die Pflege und eine sorgfältige Vorbereitung der Pflanzgruben an. So kann zum Beispiel durch den Einsatz von Baumrigolen der Wasserhaushalt eines Baumes optimiert werden. In der Rigole kann Niederschlagswasser temporär zurückgehalten und gespeichert werden, sodass es zu einem späteren Zeitpunkt zur Bewässerung des Baumes eingesetzt werden kann. Vor allem in den ersten Jahren nach der Pflanzung müssen Jungbäume bei anhaltender Trockenheit regelmäßig bewässert werden (MUST 2020).

Als weitere Maßnahme zur Reduktion der Wärmeabstrahlung von neuen großvolumigen Gebäudekomplexen sind Fassadenbegrünungen zu empfehlen (siehe **Abbildung 25**). Begrünte Fassaden heizen sich weniger auf als herkömmliche Fassaden, wodurch sie weniger Wärme an den umliegenden Stadtraum abgeben. Gleichzeitig bewirkt der Verdunstungseffekt der Vegetation eine weitere Abkühlung. Zusätzlich reduziert sich durch den Schattenwurf der Vegetation auf die Hauswand und die Luftschicht im Zwischenraum die Wärmeaufnahme des Gebäudes. Somit kann durch Fassadenbegrünung sowohl der thermische Komfort in den angrenzenden Freiräumen als auch im Gebäudeinneren verbessert werden.

Auf Fußgängerniveau ist Fassadenbegrünung in thermischer Hinsicht wirksamer als eine Dachbegrünung. Im Vergleich zu einer unbegrünten Wand können nach PFOSE ET AL. 2013 in ca. 0.6 m Abstand zur Begrünung Lufttemperaturreduktionen bis ca. 1.3 K gemessen werden. Modellrechnungen weisen auf Maximalwerte bis ca. 3.0 K hin.

Grundsätzlich kann bei Fassadenbegrünung zwischen einer bodengebundenen und einer fassadengebundenen Begrünung unterschieden werden.



Abbildung 25: Beispielhafte Fassadenbegrünungen (linkes Foto freigegeben von: ©VERTIKO GmbH)
<https://www.vertiko.de/begrueenungen-loesungen/living-wall-outdoor/>
Quelle: S. Schmauck, BfN-Skripten 538, S. 9 (rechtes Foto)

Des Weiteren sind im Planungsgebiet Dachbegrünungen vorzusehen. Die Begrünung von Dächern wirkt sich zusätzlich positiv auf das Innenraumklima aus: Das Dach heizt sich weniger auf, was auch zu einer geringeren Aufheizung der Räume im Dachgeschoss führt. Zusätzlich wirkt die Substratauflage dämmend.

Eine besondere Form der Dachbegrünung stellt das Retentions Gründach dar, das im vorliegenden Fall empfohlen wird. Hierbei wird der Ablauf der Dachfläche mit einem Drosselement versehen, wodurch gezielt eine größere Regenmenge auf dem Dach zurückgehalten werden kann, als bei „normalen“ Gründächern (die Dachkonstruktion muss auf die zeitweilige Belastung mit Wasser ausgelegt sein). Das gespeicherte Wasser kann einerseits zur Bewässerung der Dachbegrünung genutzt werden, aber auch zeitlich verzögert im Gebäudeumfeld einer Versickerungsanlage oder der Kanalisation zugeführt werden.

Die Zwischenspeicherung des Niederschlagswassers erfolgt in einem separaten Stauraum unterhalb der Begrünung, die entweder intensiv oder extensiv sein kann.

Da die Vegetation auf Gründächern Feinstaub und Schadstoffe binden kann, trägt die Maßnahme auch zur Verbesserung der Luftqualität bei.

Des Weiteren können Gründächer auch positive Wechselwirkungen zwischen Klimaanpassung und Klimaschutz erzeugen. Eine Dachbegrünung schließt die energiewirtschaftliche Nutzung des Daches nicht aus. Durch die Verdunstungskühlung der Vegetation kann der Ertrag von Fotovoltaikanlagen sogar gesteigert werden, da diese einen höheren Wirkungsgrad aufweisen, wenn sie sich weniger aufheizen.

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).

Bei der Straßenplanung im Planungsgebiet sind im Bereich der Haupteerschließungsstraßen ausreichend dimensionierte Straßenquerschnitte zu berücksichtigen, um Fahrradwege ausweisen zu können. Durch ihre Berücksichtigung wird der nicht-motorisierte Verkehr gestärkt (= lufthygienischer Positiveffekt).

Aus Klimaschutzgründen ist durch geeignete Festsetzungen die Nutzung alternativer Energien (nicht-fossile Brennstoffe) zu fördern.

6 Kurzfazit

Angesichts der Lage des Planungsgebiets in einer regionalen Grünzäsur, die einen stadtklimatisch sensiblen Teilbereichen im westlichen Freiraumgefüge der Landeshauptstadt Mainz umfasst, ist die örtliche Realisierbarkeit an fehlende Standortalternativen geknüpft. Da bereits durch den Bau der MEWA-Arena in die Grünzäsur eingegriffen wurde, die zur Folge hatte, dass die Landeshauptstadt Mainz in zahlreichen Planungsvorhaben (u.a. entlang des Unteren Zahlbachtals) vermehrt klimaökologische Belange berücksichtigen musste, ist ein weiterer Eingriff in die Grünzäsur und die Landwirtschaftsflächen nur unter Berücksichtigung umfangreicher klimaökologischer/grünordnerischer Zielvorgaben realisierbar. Die angedachten Planungen können selbst bei Beachtung der o.a. klimaökologischen Planungsempfehlungen nicht ohne weitere strömungsdynamischen und thermischen Negativwirkungen realisiert werden.

Die vollständige Bebauung des Planungsgebietes würde zu einer Reduktion des Kaltluftentstehungsgebietes von 17% führen. Aus klimaökologischer Sicht sollte die Beeinträchtigung des planungsrelevanten Kaltluftentstehungsgebietes 10% nicht überschreiten. Unter Vorsorgegesichtspunkten (Klimawandel) sollte eine Unterschreitung von 7% angestrebt werden. Dies kann über Festsetzungen im Bebauungsplan verbindlich geregelt werden.

Eine Bebauung des Planungsgebietes würde zudem zu einer Reduktion der Kaltluftabflüsse Richtung Gonsbachtal und Richtung Römersteine führen. Die Beeinträchtigung des planungsrelevanten Kaltluftabflusses mit Siedlungsbezug sollte 10% nicht überschreiten. Unter Vorsorgegesichtspunkten (Klimawandel) sollte eine Unterschreitung von 7% angestrebt werden. Die bestehende Vorbelastung durch das Stadion ist zu beachten. Es wird empfohlen, die skizzenhafte Gliederung (**Abbildung 21**) durch eine Modellrechnung hinsichtlich der zu erwartenden Beeinträchtigung der Kaltluftabflüsse zu überprüfen.

Dies kann anhand der nachgewiesenen Kaltluftvolumenströme in dem Freibereich zwischen Universitätscampus und Bretzenheim sowie in dem Freibereich zwischen den Gewerbegebieten Kisselberg und Am Hemel durch einen Vergleich des Prognose-Nullfalls mit dem skizzierten Prognose-Planfall erfolgen.



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

Mannheim, den 07.03.2022

Quellenverzeichnis / weiterführende Schriften

- BUNDESMINISTERIUM FÜR RAUMORDNUNG, BAUWESEN UND STÄDTEBAU (1979):** Regionale Luftaustauschprozesse und ihre Bedeutung für die räumliche Planung. Schriftenreihe 06.032. Bonn.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (2017):** Modellbasierte Analyse des Stadtklimas als Grundlage für die Klimaanpassung am Beispiel von Wiesbaden und Mainz. Abschlussbericht zum Arbeitspaket 3 des Projekts KLIMPRAX Wiesbaden/Mainz – Stadtklima in der kommunalen Praxis. Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 249. Offenbach a. M.
- EICHHORN, J. (2005):** Beeinträchtigung der Belüftungsverhältnisse im Münchfeld durch einen Neubau der Fachhochschule Mainz westlich der Koblenzer Straße. Bewertung aufgrund numerischer Strömungsberechnungen. Mainz.
- GEO TOP 1992:** Klimagutachten westlicher Freiraum Mainz. Mainz.
- KANDLER, O. 1975:** Bericht zum Flächennutzungsplan als integrierte Gesamtplanung der Stadt Mainz – Bioklimatische Analyse. Mainz.
- LANDESHAUPTSTADT MAINZ (1995):** Umweltbericht 1994. Teil „Stadtklima“ Mainz.
- LANDESHAUPTSTADT MAINZ (2009):** Begründung / Umweltbericht – FNP-Änderung Nr. 29 im Bereich des Bebauungsplanes „Multifunktionales Stadion südlich des Europakreisels (B 157)“. Bebauungsplan „Multifunktionales Stadion südlich des Europakreisels (B 157)“. Mainz.
- LFUG RHEINLAND-PFALZ 1989:** Stadtklima Mainz. Hrsg. Stadt Mainz. Mainz.
- MUST (2020):** Klimagerechte Stadt- und Freiraumgestaltung. Maßnahmen zur Verbesserung des Stadtklimas und des thermischen Komforts in Marburg. Teil der Stadtklimaanalyse Marburg (2021) durch die Projektgemeinschaft GEO-Net Umweltconsulting GmbH, MUST, ÖKOPLANA und Pecher AG.
- ÖKOPLANA (1991):** Klimaökologische Analyse im westlichen Stadtgebiet von Mainz unter besonderer Berücksichtigung des Strömungsgeschehens.
- ÖKOPLANA (2006):** Klimagutachten zum B-Plan O 57 „Römersteine“ der Stadt Mainz. Mannheim.
- ÖKOPLANA (2009):** Klimauntersuchung zum Bebauungsplan „Multifunktionales Stadion südlich des Europakreisels (B 157)“ und zur Änderung des Flächennutzungsplans. Mannheim.
- ÖKOPLANA (2011):** Klimagutachten zum 2. Bauabschnitt der Fachhochschule Mainz. Mannheim.
- ÖKOPLANA (2021):** Klimagutachten zum vorhabenbezogenen Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in Mainz-Gonsenheim. Mannheim.
- SCHMAUCK, S. (2019):** Dach- und Fassadenbegrünung – neue Lebensräume im Siedlungsbereich. BfN-Skripten 538. Leipzig.