

ÖKOPLANA

KLIMAÖKOLOGIE
LUFTHYGIENE
UMWELTPLANUNG

KLIMAGUTACHTEN ZUM VORHABENBEZOGENEN BEBAUUNGSPLAN „AN DER OBERBRÜCKE“ IN MAINZ-GONSENHEIM



Vorhabenträger:

Stinner-Grundstücksgesellschaft bR
Zwanzig-Morgen-Weg 1
55124 Mainz

Bearbeitet von:

Dipl.-Geogr. Achim Burst

Mannheim, 16. Dezember 2021

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



Deutsche Bank Mannheim
IBAN:
DE73 6707 0024 0046 0600 00
BIC: DEUTDE33HAN

Steuernummer: 37137/44979

Inhalt	Seite
1 Aufgabenstellung	1
2 Planungsgebiet und Planungsentwurf	3
3 Untersuchungsmethodik	5
4 Klimaökologische Situation am Planungsstandort und Folgen des Klimawandels	8
4.1 Ortsspezifisches Strömungsgeschehen und Ventilation	10
4.2 Thermische Situation bei klimaökologisch relevanten Strahlungswetterlagen	12
4.3 Zusammenfassende Darstellung der klimaökologischen Funktionsabläufe im Planungsgebiet und in dessen Umfeld	14
5 Numerische Modellrechnungen zur kleinräumigen Darstellung der strömungsdynamischen und thermischen / bioklimatischen Folgeerscheinungen des Planungsvorhabens	17
5.1 Modellrechnungen zum lokalen Kaltluftströmungsgeschehen	17
5.2 Modellrechnungen zur ortsspezifischen Belüftungssituation	24
5.2.1 Tagsituation – Windanströmung aus Südsüdwesten (210°)	25
5.2.2 Nachtsituation – Windanströmung aus Westsüdwesten (240°)	26
5.2.3 Nachtsituation – Windanströmung aus Westsüdwesten (250°)	27
5.3 Modellrechnungen zum örtlichen Lufttemperaturfeld / Bioklima	29
5.3.1 Thermische / bioklimatische Situation an einem heißen Sommertag (14:00 Uhr) mit südsüdwestlicher Luftströmung (210°)	31
5.3.2 Thermische Situation in einer Tropennacht (23:00 Uhr) mit schwacher westsüdwestlicher Luftströmung (250°)	33
6 Zusammenfassung, Bewertung und Planungsempfehlungen	34
6.1 Einfluss der geplanten Bebauung auf die klimaökologischen Funktionsabläufe und Bewertung	37
6.2 Planungsempfehlungen	41
Quellenverzeichnis / weiterführende Schriften	48

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Lage des Planungsgebiets „An der Oberbrücke“ im Stadtgebiet von Mainz. Ausschnitt aus der TK 1:25.000
Abb. 2:	Reliefsituation
Abb. 3:	Luftbild vom Planungsgebiet „An der Oberbrücke“
Abb. 4:	Planungsgebiet „An der Oberbrücke“ - fotografische Dokumentation
Abb. 5:	Auszug aus dem Regionalen Raumordnungsplan der Planungsgemeinschaft Rheinhessen-Nahe
Abb. 6:	Planungsentwurf „Gartenquartier An der Oberbrücke“ - Lageplan
Abb. 7:	Planungsentwurf „Gartenquartier An der Oberbrücke“ - Dachaufsicht
Abb. 8:	Planungsentwurf „Gartenquartier An der Oberbrücke“ - Ansichten
Abb. 9:	Planungsentwurf „Gartenquartier An der Oberbrücke“ – fotorealistische Ansichten
Abb. 10.1:	Ergänzende Baumaßnahme westlich des Planungsgebiets. Neubau einer landwirtschaftlich genutzten Lagerhalle – Abstandsflächenplan
Abb. 10.2:	Ergänzende Baumaßnahme westlich des Planungsgebiets. Neubau einer landwirtschaftlich genutzten Lagerhalle – Schnitt
Abb. 11:	Berechnete mittlere Anzahl der Sommertage und heißen Tage pro Jahr auf Grundlage von Messwerten der Jahre 1971 – 2000 (DWD 2017) und Prognose 2031 - 2060
Abb. 12:	Berechnete mittlere Anzahl der Tropennächte pro Jahr auf Grundlage von Messwerten der Jahre 1971 – 2000 (DWD 2017) und Prognose 2031 - 2060
Abb. 13:	Windstatistik ZIMEN-Luftmessstation Mainz-Mombach 2007 - 2016

- Abb. 14:** Häufigkeitsverteilung der Windrichtung, 07.1983 (LfUG Rheinland-Pfalz 1989)
- Abb. 15:** Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittlere Windgeschwindigkeiten. Zeitraum: August – Oktober 1988, Strahlungstage
- Abb. 16.1:** Ausschnitt aus der Klimafunktionskarte der Landeshauptstadt Mainz
- Abb. 16.2:** Legende - Ausschnitt aus der Klimafunktionskarte der Landeshauptstadt Mainz
- Abb. 17.1:** Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, Ist-Zustand. Kaltluftfließgeschwindigkeit 2 m ü.G., 6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 17.2:** Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, Ist-Zustand. Kaltluftmächtigkeit, 6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 17.3:** Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, Ist-Zustand. Kaltluftvolumenstromdichte, 6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 17.4:** Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich. Zu- bzw. Abnahme der Kaltluftfließgeschwindigkeit durch den Plan-Zustand, 6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung.
- Abb. 17.5:** Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich. Zu- bzw. Abnahme der Kaltluftvolumenstromdichte durch den Plan-Zustand, 6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung.
- Abb. 18.1:** Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen, Ist-Zustand (Tagsituation). Windgeschwindigkeit und Windrichtung bei vorherrschendem Südsüdwestwind (210°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 18.2:** Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen, Plan-Zustand (Tagsituation). Windgeschwindigkeit und Windrichtung bei vorherrschendem Südsüdwestwind (210°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

- Abb. 19:** Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich (Tagsituation). Veränderung der Windgeschwindigkeit durch den Plan-Zustand bei vorherrschendem Südsüdwestwind (210°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 20.1:** Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen, Ist-Zustand (Tagsituation). Windgeschwindigkeit und Windrichtung bei vorherrschendem Westsüdwestwind (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 20.2:** Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen, Plan-Zustand (Tagsituation). Windgeschwindigkeit und Windrichtung bei vorherrschendem Westsüdwestwind (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 21:** Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich (Tagsituation). Veränderung der Windgeschwindigkeit durch den Plan-Zustand bei vorherrschendem Westsüdwestwind (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 22.1:** Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen, Ist-Zustand (Nachtsituation). Windgeschwindigkeit und Windrichtung bei vorherrschendem Westsüdwestwind (250°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 22.2:** Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen, Plan-Zustand (Nachtsituation). Windgeschwindigkeit und Windrichtung bei vorherrschendem Westsüdwestwind (240°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 23:** Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich (Nachtsituation). Veränderung der Windgeschwindigkeit durch den Plan-Zustand bei vorherrschendem Westsüdwestwind (250°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 24.1:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Ist-Zustand (heißer Sommertag, 14:00 Uhr). Lufttemperatur bei vorherrschendem Südsüdwestwind (210°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

- Abb. 24.2:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Plan-Zustand (heißer Sommertag, 14:00 Uhr). Lufttemperatur bei vorherrschendem Südsüdwestwind (210°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 24.3:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich (heißer Sommertag, 14:00 Uhr). Planungsbedingte Modifikation der Lufttemperatur bei vorherrschendem Südsüdwestwind (210°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 25:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Vergleich von Ist-Zustand und Plan-Zustand (warmer Sommertag, 14:00 Uhr). PET Werte (Bioklima) bei vorherrschendem Südsüdwestwind (210°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 26.1:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Ist-Zustand (Tropennacht, 23:00 Uhr). Lufttemperatur bei vorherrschendem Westsüdwestwind (250°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 26.2:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Plan-Zustand (Tropennacht, 23:00 Uhr). Lufttemperatur bei vorherrschendem Westsüdwestwind (250°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 26.3:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich (Tropennacht, 23:00 Uhr). Planungsbedingte Modifikation der Lufttemperatur bei vorherrschendem Westsüdwestwind (250°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 27:** Planungsvariante 1_Wohngebäude C1 mit Durchgang im EG-Niveau
- Abb. 28:** Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen, Plan-Zustand_Variante 1 (Nachtsituation). Windgeschwindigkeit und Windrichtung bei vorherrschendem Westsüdwestwind (250°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 29:** Planungsvariante 2_Bauliche Trennung des Wohngebäudes C1

Abb. 30: Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen, Plan-Zustand_Variante 2 (Nachtsituation). Windgeschwindigkeit und Windrichtung bei vorherrschendem Westsüdwestwind (250°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.

Abb. 31: Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich, Plan-Zustand_Variante 2 (Tropenacht, 23:00 Uhr). Planungsbedingte Modifikation der Lufttemperatur bei vorherrschendem Westsüdwestwind (250°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.

1 Aufgabenstellung

Im Mainzer Stadtteil Gonsenheim ist zwischen dem Zwanzig-Morgen-Weg im Süden, dem Straßenzug An der Oberbrücke im Osten sowie der Gonsbachstraße im Norden eine neue Wohnanlage mit einer Kindertagesstätte geplant. Das Grundstück umfasst eine Fläche von ca. 6.750 m². Die Lage des Planungsgebiets im Stadtgebiet von Mainz kann der **Abbildung 1** entnommen werden.

Der Planungsentwurf des Architekturbüros PLAN B ARCHITEKTEN & INGENIEURE sieht die Schaffung eines autofreien Wohnquartiers vor. Der ruhende Verkehr wird in einer Tiefgarage untergebracht, deren Zufahrt über den Zwanzig-Morgen-Weg erfolgen soll.

Die Bebauung ist 2-geschossig (+DG) angelegt und von Quartiersplätzen, Wegen, Höfen und einer Kita-Spielfläche durchsetzt. Diese sollen u.a. der Schaffung eines günstigen Kleinklimas dienen. Ergänzend ist die Pflanzung großkroniger Bäume vorgesehen.

Derzeit ist das Planungsgebiet nur kleinflächig bebaut. Der Großteil der Fläche ist vegetationsbedeckt (u.a. mit Bäumen) bzw. dient als Teilfläche des Gonsheimer Pflanzencenters.

Durch die Ortsrandlage im Gonsbachtal befindet sich das Planungsgebiet in einer stadtklimatisch sensiblen Stelle. Wie der Klimafunktionskarte der LANDESHAUPTSTADT MAINZ zu entnehmen ist, entwickelt sich aus der Kaltluftzufuhr über die angrenzenden unbebauten Hanglagen entlang des Gonsbachtals ein prägnanter Kaltluftstrom, der in seinem Einflussbereich zu einer deutlichen Minderung der thermischen / bioklimatischen Belastung führt sowie die bebauungsinterne Belüftungsintensität begünstigt.

Bei baulicher Inanspruchnahme der Freiflächen in der Kaltluftzugbahn ist mit einer Änderung der lokalen klimaökologischen Funktionsabläufe zu rechnen. Angesichts des Klimawandels mit einer zunehmenden Häufung von Hitzetagen ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) und Tropennächten ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) ist es von Bedeutung, dass die vom Planungsgebiet ausgehende Wärmebelastung in der Umgebungsbebauung nicht überproportional ansteigt, innerhalb des neuen Wohngebiets mit Hilfe einer strömungsgünstigen Bau- und Freiflächenstruktur thermische Gunsträume gesichert bleiben sowie die Barrierewirkung auf den Gonsbachtalabwind möglichst gering ist.

Im Rahmen des anstehenden Planungsprozesses sind daher mit Hilfe eines Klimagutachtens die klimaökologischen Verhältnisse im Planungsgebiet und in dessen Umgebung vertiefend zu analysieren und die aus der geplanten Neubebauung sich ergebenden strömungsdynamischen und thermischen / bioklimatischen Modifikationen mit Hilfe numerischer Modellrechnungen zu bilanzieren und zu bewerten.

Zur qualitativen und quantitativen Bewertung der derzeitigen klimaökologischen Situation sowie zur Abschätzung des Einflusses der vorgesehenen baulichen Veränderungen auf das örtliche klimatische Wirkungsgefüge werden auf Grundlage vorhandener Klimadaten (u.a. DWD, LFU RHEINLAND-PFALZ, ÖKOPLANA) und mit Hilfe meso- und mikroskaliger Modellstudien die klimaökologischen Positiv- und Negativeffekte analysiert. Über die Formulierung von Planungshinweisen werden ggf. ergänzende Maßnahmen zur Sicherung günstiger strömungsdynamischer und thermischer / bioklimatischer Verhältnisse aufgezeigt.

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

- 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 klimaökologischen Wechselwirkungen zwischen dem Planungsgebiet und dessen Umfeld sowie der zu erwartenden planungsbedingten klimatischen Veränderungen mit Hilfe meso- und mikroskaliger Modellrechnungen.
 - a) Darstellung des Kaltluftströmungsgeschehens in windschwachen sommerlichen Strahlungsnächten.
 - b) Vergleichende Beurteilung der Belüftungsintensitäten.
 - c) Vergleichende Beurteilung von Ist- und Plan-Zustand bzgl. der thermischen (Lufttemperatur) sowie der bioklimatischen (PET) Umgebungsbedingungen.
- 3 Darstellung von ergänzenden Optimierungsmöglichkeiten zur Sicherung möglichst günstiger strömungsdynamischer und thermischer Umgebungsbedingungen.

2 Planungsgebiet und Planungsentwurf

Das Planungsgebiet „An der Oberbrücke“ im Stadtteil Gonsenheim befindet sich zwischen dem Zwanzig-Morgen-Weg im Süden, dem Straßenzug An der Oberbrücke im Osten sowie der Gonsbachstraße im Norden und umfasst eine Fläche von ca. 6.750 m². Im Westen schließt das Gelände des Unternehmens STINNER GARTEN- UND LANDSCHAFTSBAU GMBH an.

Der **Abbildung 2** ist zu entnehmen, dass sich das Planungsgebiet südlich des Gonsbachs befindet, dessen Talzug als Kaltluftammel- und Kaltluftleitbahn in Richtung Mainz-Neustadt fungiert. Dies wird durch Untersuchungen u.a. von ÖKOPLANA (1991), DEUTSCHER WETTERDIENST (2017) und SCHÖNECK, FUCHS (2018) bestätigt.

Das Gelände im Planungsgebiet ist nur schwach reliefiert und weist eine Höhenlage von ca. 118 – 121 m ü. NHN auf – siehe **Abbildung 2**. Im Südwesten steigt das Gelände zwischen den Stadtteilen Finthen und Drais auf über 220 m ü. NHN an (Höhenzug Kaltenberg/Hessler).

Wie die **Abbildungen 3** und **4** dokumentieren, ist das Planungsgebiet derzeit nur an der Ecke Zwanzig-Morgen-Weg / An der Oberbrücke (An der Oberbrücke 18) sowie an der Nordgrenze (Schuppen) bebaut. Die Restfläche ist vegetationsbedeckt (u.a. mit Bäumen) bzw. dient als Teilfläche des Gonsenheimer Pflanzencenters.

Die bestehende Bebauung im Bereich des Straßenzugs An der Oberbrücke ist durch eine dichtstehende 1- bis 2-geschossige (+DG) Bauweise mit Hinterhofbebauung geprägt. Zwischen den Wohngebäuden An der Oberbrücke 11 und 13 besteht über den Platzmühlenweg ein Zugang zum Gewann Vor der Ochsenwiese, das Teil des Landschaftsschutzgebietes Gonsbachtal ist. Dieses grenzt auch westlich an das Grundstück STINNER GARTEN- UND LANDSCHAFTSBAU GMBH.

Südlich des Zwanzig-Morgen-Wegs und der parallel verlaufenden Bahntrasse grenzt das Gewerbegebiet Am Hemel mit großflächigen Gewerbebauten und Stellplatzflächen an.

Im Regionalen Raumordnungsplan der PLANUNGSGEMEINSCHAFT RHEINHESSEN-NAHE (**Abbildung 5**) ist das Planungsgebiet als Siedlungsfläche Gewerbe und Industrie ausgewiesen. Westlich des Grundstücks STINNER GARTEN- UND LANDSCHAFTSBAU GMBH und südlich des Gewerbegebiets Am Hemel besteht eine Grünzäsur, der die Klimafunktionen Kaltluftbildung und Kaltluftabfluss zugeordnet werden können.

Im aktuelle Flächennutzungsplan des LANDESHAUPTSTADT MAINZ ist der Ostteil des Planungsgebiets als gemischte Baufläche (M) und der Westteil als Fläche für Landwirtschaft (L) festgesetzt.

Der vom Architekturbüro PLAN B ARCHITEKTEN & INGENIEURE vorgelegte Planungsentwurf für das Bauvorhaben „Gartenquartier An der Oberbrücke“ (**Abbildungen 6 – 9**) sieht den Bau von 2-geschossigen (+DG) Wohnhäusern vor, die entlang des Straßenzugs An der Oberbrücke die vorhandene Baustruktur aufnehmen und am Kreuzungsbereich An der Oberbrücke / Zwanzig-Morgen-Weg eine geschlossene bauliche Kante bilden. Die Gebäudehöhen weisen Werte von ca. 11.60 m – 12.95 m auf.

Die Treppenhäuser der Wohnhäuser A1 und A2 im Norden sind verglast, wohingegen die Treppenhäuser der Wohnhäuser A3 und A4 offen und unbeheizt ange-dacht sind. Die Zugangstür im Erdgeschoss sowie die erforderlichen Absturzsicherungen sind in Form winddurchlässiger Holzstäbe konstruiert.

Die geplante 2-geschossige Kita ist im Südwesten angeordnet (max. Gebäudehöhe 8.82 m).

Das „Gartenquartier An der Oberbrücke“ ist autofrei angelegt. Der ruhende Verkehr wird in einer Tiefgarage untergebracht, deren Zu- und Ausfahrt über eine Privatstraße (Zufahrt zum Pflanzencenter) erfolgt, die Anschluss an den Zwanzig-Morgen-Weg besitzt.

Oberirdische Stellplätze sind südlich der Kita vorgesehen

Fußwege bzw. eine Feuerwehrezufahrt schließen an den Zwanzig-Morgen-Weg bzw. An der Oberbrücke an.

Innerhalb des Wohnquartiers gliedern ein zentraler Quartiersplatz, Fußwege, Spielflächen/Spielwiese sowie Hausgärten die Freiflächen. Ein Durchgang im Gebäude C2 dient zur Gestaltung einer günstigen Durchwegung. Zugleich ermöglichen er Belüftungseffekte.

Am Straßenzug An der Oberbrücke schließen zwischen den Wohngebäuden D2 und D3 sowie nördlich des Wohnhauses D1 max. 1.80 m hohe Mauern das Wohnquartier ab.

Ergänzend zum Bauvorhaben „Gartenquartier An der Oberbrücke“ findet der geplante Neubau einer landwirtschaftlich genutzten Lagerhalle am Westrand des Grundstücks STINNER GARTEN- UND LANDSCHAFTSBAU GMBH Beachtung.

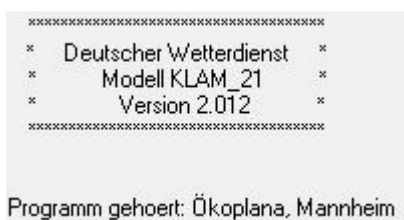
Wie die **Abbildungen 10.1** und **10.2** zeigen, weist die Halle eine Länge von ca. 30.4 m, eine Breite von ca. 21.0 m (inkl. überdachter Gebäudeaußenbereich mit einer Breite von 4.0 m) und eine max. Gebäudehöhe (First) von 7.42 m auf. Die Traufhöhe beträgt ca. 5.92 m.

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. ÖKOPLANA 1991, LFU RHEINLAND-PFALZ – ZIMEN Messnetz, STADT MAINZ 1995, DEUTSCHER WETTERDIENST 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 **Grafik 1**) des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES die ortstypischen lokalen Kaltluftbewegungen in einer sommerlichen windschwachen Strahlungsnacht analysiert.



Grafik 1: „Programmstempel“ KLAM_21

Dabei wird dem Ist-Zustand der Plan-Zustand (inkl. landwirtschaftliche Lagehalle) gegenüber gestellt. Als Grundlage dient ein digitales Geländemodell im 10 m-Raster (DGM_10), das vom LANDESAMT FÜR VERMESSUNG UND GEOBASISINFORMATION RHEINLAND-PFALZ bereitgestellt wurde.

Mit Hilfe der KLAM_21-Simulationen können in einem ersten Schritt im mesoskaligen Maßstab 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.

Es soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass eine solche Abschätzung zur Auswirkung von geplanten Flächennutzungsänderungen nur durch den Einsatz numerischer Modelle möglich ist. Messungen helfen bei dieser Problemstellung nicht weiter, da nur existierende atmosphärische Zustände instrumentell erfassbar sind.

Modellrechnungen gestatten es dagegen, schon im Planungsstadium vorgesehener Nutzungsänderungen mögliche unerwünschte oder gar negative Klimaveränderungen zu erkennen. Unter Berücksichtigung der Modellunsicherheiten hinsichtlich des Vereinfachungsgrades eines Modells und der vielfältigen Eingabegrößen sind diese Ergebnisse sehr wertvolle Planungs- und Entscheidungshilfen.

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



Grafik 2: „Programmstempel“ MISKAM

Weitere Informationen finden sich in:

<https://download.lohmeyer.de/Handbuch WinMISKAM.pdf>

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



Grafik 3: „Programmstempel“ ENVI-met

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

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

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

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

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

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

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

Abschließend erfolgt auf Grundlage der klimaökologischen Analysen eine Bewertung.

4 Klimaökologische Situation am Planungsstandort und Folgen des Klimawandels

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 1982 – 1984 Lufttemperaturdifferenzen bis ca. 2.4 K zu verzeichnen waren (= Wärmeinseleffekt).

Sommertage ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) mit erhöhter bioklimatischer Belastung sind im Bereich des Planungsstandorts An der Oberbrücke nach DEUTSCHER WETTERDIENST (2017) an ca. 50 Tagen im Jahr zu erwarten (1971 – 2000) – **Abbildung 11**. Die örtliche Anzahl heißer Tage ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) beläuft sich im Durchschnitt der Jahre 1971 – 2000 auf ca. 13 Tage/Jahr. Tropennächte ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) treten an ca. 7 Tagen/Jahr auf – **Abbildung 12**.

Windmessungen der LFUG RHEINLAND-PFALZ von 1982 – 1984 (STADT MAINZ 1995) und an der ZIMEN-Messstation Mainz-Mombach (2007 – 2016) - **Abbildung 13** - dokumentieren, dass in Mainz im Allgemeinen großwetterlagenbedingte südwestliche bis westsüdwestliche sowie ostnordöstliche bis östliche Luftströmungen vorherrschen. Dabei werden im Nahbereich des Planungsgebiets in unbebauten Lagen mittlere Windgeschwindigkeiten von ca. 2.6 m/s (Station Mainz-Gonsenheim, Lage siehe **Abbildung 14**) erreicht. Innerhalb der städtischen Bebauung (Mainz-Eisstadion) weisen mittlere Windgeschwindigkeiten um 1.9 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 Klimaeigenschaften (hohe Wärmebelastung, geringer bodennaher Luftaustausch) weiter verschärft.

Regionalisierte Berechnungen des DWD (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 DWD (2017) ist im Zeitraum 2031 - 2060 im Bereich des Planungsgebiets mit ca. 15 (75 Perzentil) zusätzlichen heißen Tagen/Jahr ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) und ca. 24 (75 Perzentil) zusätzlichen Sommertagen/Jahr ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) zu rechnen. Tropennächte ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) nehmen um ca. 16 (75 Perzentil) Nächte/Jahr zu. Damit steigt auch die Wahrscheinlichkeit lang anhaltender Hitzewellen.

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.

4.1 Ortsspezifisches Strömungsgeschehen und Ventilation

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.

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. 4 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 allgemein recht ungünstigen Ventilationsverhältnisse hin. Zusätzlichen Ventilationseffekten entlang von unbebauten Freizonen, die als Luftleit- und Ventilationsbahnen fungieren, kommt daher besondere Bedeutung zu.

Bei stadtklimatisch besonders relevanten austauscharmen Wetterlagen 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 **Abbildungen 14** und **15** beschreiben die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen an klimaökologisch besonders relevanten Strahlungstagen.

Infolge intensiver Sonneneinstrahlung kommt es an Strahlungstagen tagsüber zu intensiver 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 wind-schwach, 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 Strahlungstagen³ 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 Kriegersmühle (ca. 700 m westlich des Planungsgebiets „An der Oberbrücke“) ca. 40 m, wobei eine mittlere Strömungsgeschwindigkeit von ca. 1.3 m/s zu ermitteln ist.

Die im Gonsbachtal abfließende Kaltluft bestimmt nach DEUTSCHER WETTERDIENST (2017) in den talnahen Lagen von Gonsenheim und Mombach wesentlich das nächtliche Luftaustauschgeschehen und besitzt demnach stadtklimatisch eine hohe Bedeutung.

Dies wird auch anhand der berechneten mittleren Anzahl der Tropennächte für den Zeitraum 1971 – 2000 (siehe **Abbildung 12**) offenbar. Während in der Mainzer Altstadt im Zeitraum 1971 – 2000 ca. 15 Tropennächte/Jahr zu bilanzieren sind, werden entlang des Gonsbachtals und im Einfluss dessen Kaltluftabflusses nur 7 – 12 Tropennächte/Jahr ermittelt.

³ Im Raum Mainz entwickeln sich an ca. 22% der Nächte derartige Lokalwindeffekte (DEUTSCHER WETTERDIENST 2017; S. 73).

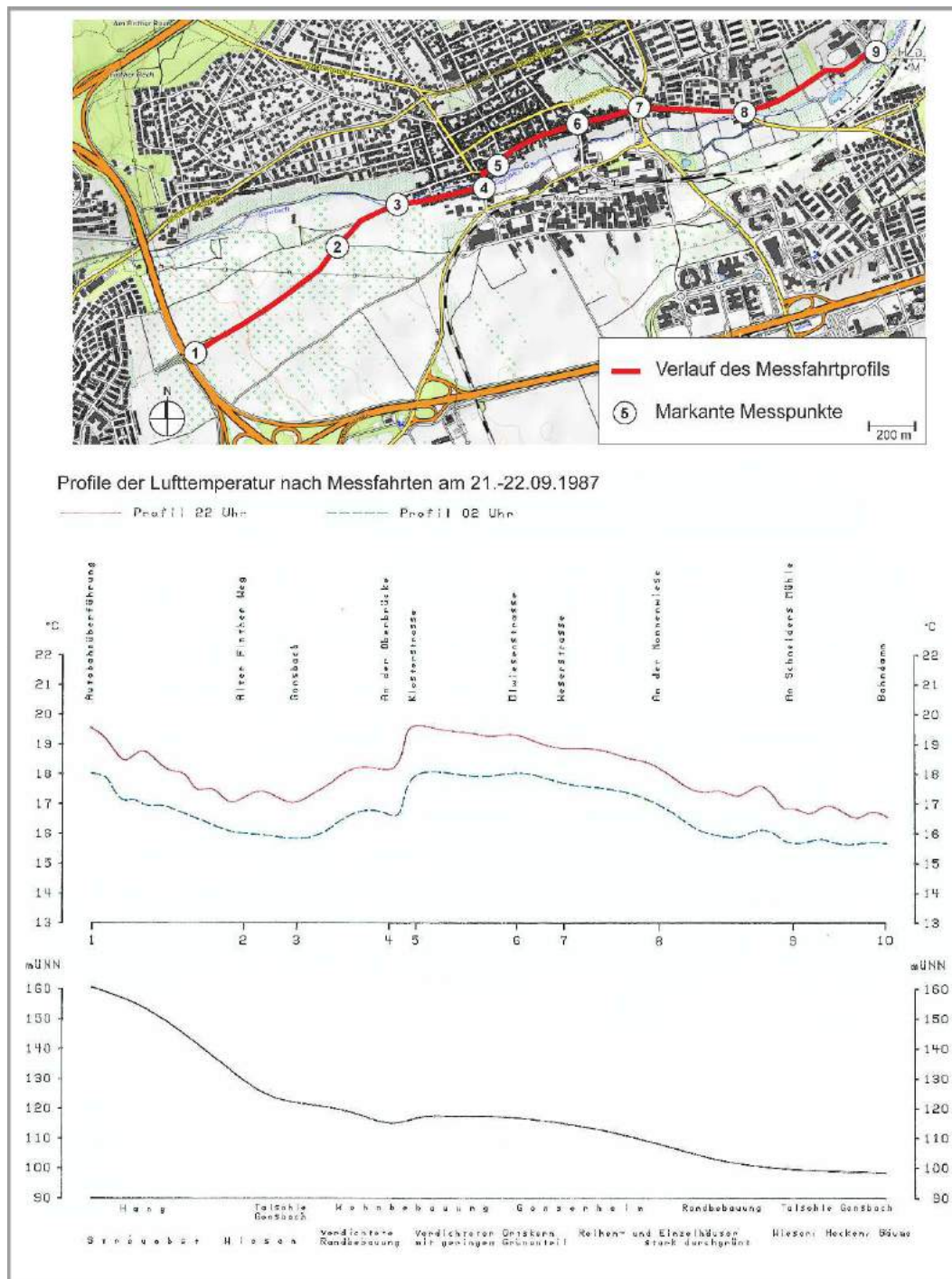
4.2 Thermische Situation bei klimaökologisch relevanten Wetterlagen

Das Verhalten der Lufttemperatur in Abhängigkeit von Relief, Flächennutzung und Strömungsgeschehen ist ein Indiz für die Funktion des horizontalen und vertikalen Luftaustausches.

In Strahlungsnächten (in der warmen Jahreszeit Mai – September ca. 31% der Nächte – nach DEUTSCHER WETTERDIENST 2017) ergeben sich im Untersuchungsraum lokalklimatische Differenzierungen. Bereits vor Sonnenuntergang setzt die Abkühlung ein und ist allgemein in der ersten Nachthälfte am stärksten. 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.

Zur Verdeutlichung der thermischen Situation im Planungsumfeld wird nachfolgend beispielhaft auf Ergebnisse von Lufttemperaturmessfahrten aus dem Jahr 1987 (ÖKOPLANA 1991) zurückgegriffen (**Grafik 4**). Die Werte zeigen trotz baulicher Veränderungen im Planungsumfeld (z.B. GE Am Hemel) die ortstypische Temperaturzonierung zwischen dem Freilandgefüge/Gonsbachtalaue und der Bebauung Gonsenheim.

Das Lufttemperaturprofil von 22:00 Uhr weist zwischen dem Messpunkt 3 am Gonsbach und der verdichteten Ortskernbebauung von Gonsbach (Messpunkt 5) eine Temperaturdifferenz von ca. 2.4 K aus, was die Funktion des Freiraumgefüges entlang des Gonsbachs als Kaltluftsammel- und Kaltluftabflussbereich unterstreicht. An der Ecke Gonsbachstraße / An der Oberbrücke (Messpunkt 4) wird zum Messpunkt 3 nur eine Temperaturdifferenz von 1.1 K gemessen. Dies belegt, dass sich das Planungsgebiet südlich der Gonsbachstraße im Bereich der Kaltluftzugbahn Gonsbach bzw. im Bereich der Hangkaltluftströmung aus dem Freiraumgefüge zwischen Finthen und Drais befindet. Das Planungsgebiet bildet dabei zusammen mit dem Gelände der STINNER GARTEN- UND LANDSCHAFTSBAU GMBH und dem Straßenzug Zwanzig-Morgen-Weg eine trichterförmige Strömungsöffnung zwischen dem Gewerbegebiet Am Hemel im Süden und der Bebauung Gonsbach (Gonsbachstraße / Klosterstraße) im Norden.



Grafik 4: Profile der Lufttemperatur nach Messfahrten am 21.-22.09.1987
(ÖKOPLANA 1991)

4.3 Zusammenfassende Darstellung der klimaökologischen Funktionsabläufe im Planungsgebiet und in dessen Umfeld

Wie sich aus den Darstellungen der vorliegenden Messdaten und Modellergebnissen entnehmen lässt, bildet sich im Planungsgebiet und in dessen Umfeld durch die topographische Gliederung (Ebene, Tal- und Hangzonen, Hangeinschnitte) des Geländes und die Flächennutzung (Bebauung, Verkehrsanlagen, Wiesen- und Landwirtschaftsflächen) ein ortsspezifisches Lokalklima aus. Dies dokumentiert sich einerseits anhand der thermischen Umgebungsbedingungen und andererseits im Strömungsgeschehen des Raumes, das bei klimarelevanten Strahlungswetterlagen nach Sonnenuntergang sowohl durch regionale Winde als auch durch lokale Kaltluftbewegungen bestimmt wird.

Anhand des thermischen Verhaltens unterschiedlicher Flächennutzungsstrukturen während durch Hochdruck beeinflusster Wetterlagen werden die Auswirkungen lokaler Faktoren auf das Klima deutlich erkennbar (siehe Kap. 4.1 / 4.2). Schwache Windbewegung und länger anhaltende Einstrahlung am Tag führen in den Sommermonaten zu intensiver Erwärmung, ungehinderte Ausstrahlung bei Nacht hingegen zu intensiver Abkühlung der unteren Luftschichten.

Bei diesen Wetterlagen bilden sich durch unterschiedliche Exposition, Geländeform und Oberflächenart wärmere und kühlere Bereiche aus.

Nach Sonnenuntergang, im Laufe der Abkühlungsphase, stellen sich durch die Kaltluftentstehung und Kaltluftbewegung induzierte lokale Erscheinungen ein (z.B. Hang-/Talabwinde, Kaltluftstagnation), die bei Strahlungswetterlagen in meist gleicher Weise auftreten und die Intensität der Be- und Durchlüftung in der Bebauung wesentlich bestimmen.

Besonders im Sommer und in den Übergangsjahreszeiten beeinflussen lokale Luftströmungen, deren Existenz auf die Kaltluftproduktion der Freiräume zurückzuführen ist, in hohem Maße das Ventilationsgeschehen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld. Da diese lokalen Luftzirkulationen nur begrenzte Strömungsintensitäten und vertikale Mächtigkeiten entwickeln, in ihrer Summenwirkung aber das Ventilationsgeschehen bei windschwachen, austauscharmen Wetterlagen wesentlich bestimmen, ist dem Erhalt ihrer Entstehungsgebiete und bevorzugten Zugbahnen besondere Beachtung zu schenken.

Der treibende Faktor dieser Luftströmungen ist, wie bereits erwähnt, die nächtliche Kaltluftentstehung und Kaltluftbewegung. Voraussetzung für die Kaltluftentstehung ist ein bestimmtes Potenzial vegetationsbedeckter Freiflächen.

Das Planungsgebiet und dessen Umfeld zeigt sich an bioklimatisch besonders relevanten Strahlungstagen tagsüber nur mäßig ventiliert.

Windmessungen der LFUG RHEINLAND-PFALZ von 1982 – 1984 (STADT MAINZ 1995) zeigen, dass im Nahbereich des Planungsgebiets in unbebauten Lagen mittlere Windgeschwindigkeiten von ca. 2.6 m/s (Station Mainz-Gonsenheim) erreicht werden. Innerhalb der städtischen Bebauung (Mainz-Eisstadion) weisen mittlere Windgeschwindigkeiten um 1.9 m/s auf deutlich reduzierte Durchlüftungsverhältnisse in bebauten Lagen bzw. in Tallagen hin, wobei im Allgemeinen großwetterlagenbedingte südwestliche bis westsüdwestliche sowie ostnordöstliche bis östliche Luftströmungen vorherrschen.

In stadtklimatische besonders relevanten sommerlichen Strahlungsnächten setzen im Planungsgebiet vermehrt lokale Kaltluftströmungen aus westlichen Richtungssektoren ein, die auf den lokalen Zustrom von Kaltluft aus der westlichen Hangzone zwischen Ober- und Mittelterrasse zurückzuführen sind. Der Talzug des Gonsbachs bildet dabei eine Führungslinie.

Die vertikale Mächtigkeit der lokalen bodennahen Kaltluft beträgt nach Messungen von ÖKOPLANA (1991) im Bereich Kriegersmühle (ca. 700 m westlich des Planungsgebiets „An der Oberbrücke“) ca. 40 m, wobei eine mittlere Strömungsgeschwindigkeit von ca. 1.3 m/s zu ermitteln ist.

Die im Gonsbachtal abfließende Kaltluft bestimmt nach DEUTSCHER WETTERDIENST (2017) in den talnahen Lagen von Gonsenheim und Mombach wesentlich das nächtliche Luftaustauschgeschehen und besitzt demnach stadtklimatisch eine hohe Bedeutung.

Die Klimafunktionskarte der Landeshauptstadt Mainz (**Abbildungen 16.1 und 16.2**) gibt die o.a. klimaökologischen Funktionsabläufe wieder.

Sie dokumentiert nochmals, dass sich das Planungsgebiet am westlichen Einströmungsrand der Hangkaltluft aus den Bereichen Finthen / Drais befindet und das Gonsbachtal durch die bestehende Bebauung An der Oberbrücke und im Bereich der Raiffeisenstraße bereits gekammert ist. Als weitere Kaltluftzugbahn in Richtung Gonsbachtal erweist sich der bestehende Freiraum zwischen den Gewerbegebieten Am Hemel und Kisselberg, der Teil des Landschaftsschutzgebiets Gonsbachtal ist. Dieses dient u.a. der *Sicherung und Entwicklung der siedlungsklimatisch bedeutsamen Funktion als Kalt- und Frischlufttransportbahn zwischen den Quellgebieten der Hochterrasse, der Draiser Senkte und des Ober-Olmer Waldes sowie den Wirkungsgebieten Gonsenheim, Mombach, Hartenberg und Neustadt* (<https://gint.mainz.de/gint1/umn-www/themen/links/a67//RVO/LSG/2.pdf>).

Laut Klimaprojektionen des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES (2017) ist in den nächsten Jahrzehnten klimawandelbedingt mit einer zunehmenden Häufung bioklimatisch belastender heißer Tage ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) und Tropennächte ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) zu rechnen. Im Rahmen von Stadtentwicklungsmaßnahmen ist u.a. auf die Sicherung stadtklimarelevanter Kaltluftzugbahnen zu achten.

Aus den o.a. klimaökologischen Funktionsabläufen resultiert, dass bei der anstehenden Planung darauf zu achten ist, dass die zusätzliche Bebauung im Planungsgebiet und in der benachbarten Bestandsbebauung nicht zu einer gravierenden Schwächung der bodennahen Belüftungsintensitäten / Kaltluftabflüsse und zu thermischen / bioklimatischen Zusatzbelastung führen.

5 Numerische Modellrechnungen zur kleinräumigen Darstellung der strömungsdynamischen und thermischen / bioklimatischen Folgeerscheinungen des Planungsvorhabens

Wie in Kap. 3 bereits angeführt, werden zur Bilanzierung der stadtklimatischen Folgeerscheinungen des Planungsvorhabens vergleichende numerische Modellrechnungen zwischen dem Ist-Zustand und dem Plan-Zustand durchgeführt.

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

Nachfolgend werden für relevante Windrichtungen die planungsbedingten Veränderungen bzgl. der lokalen Belüftungsintensitäten in einem verfeinerten Maßstab berechnet.

Zuletzt erfolgt eine Bilanzierung der zu erwartenden thermischen / bioklimatischen Modifikationen an einem heißen Sommertag und in einer Tropennacht.

5.1 Modellrechnungen zum lokalen Kaltluftströmungsgeschehen

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

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

Wie in **Tabelle 1** aufgeführt, weisen Grünland/Streuobstwiesen/Rasenflächen und Ackerflächen die höchsten Kaltluftproduktionsraten auf. In 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 (Bundeministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2013)

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

Kaltluftbewegungen zeigen in der ersten Nachthälfte die größten Fließgeschwindigkeiten.

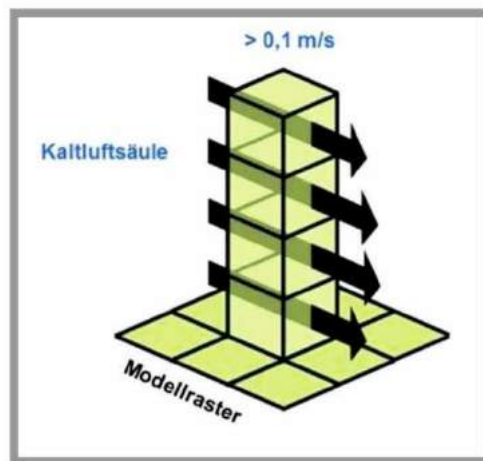
Kaltluftstaus bilden sich im Luv von natürlichen und anthropogenen Hindernissen (Wald- und Siedlungsrand, Straßendamm u. a.). Die kalte Luft staut sich bis zur Hindernishöhe oder etwas darunter auf, bis bei weiterem Nachfließen von Kaltluft das Hindernis schließlich überströmt wird (KING, 1973). Kleinere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

Die potenzielle Ausgleichsleistung der Kaltluftströmung lässt sich recht umfassend aus zwei miteinander gekoppelten Parametern des Kaltluftprozessgeschehens ableiten:

1. Aus dem **Kaltluftvolumenstrom**, der das in einer bestimmten Zeiteinheit transportierte Gesamtvolumen an Kaltluft durch eine definierte vertikale Fläche senkrecht zur Strömungsrichtung angibt.

Dabei wird das Luftvolumen über die variable absolute Höhe der Kaltluftschicht aufsummiert (integriert), während die horizontale Breite der Fläche stets einem Meter entspricht („Kaltluftvolumenstromdichte“, siehe **Grafik 5**).

Geschwindigkeit und Richtung können innerhalb der Luftsäule veränderlich sein.



Grafik 5: Prinzipskizze Kaltluftvolumenstrom (nach: GEO-NET Umweltconsulting GmbH / Ökoplana 2019)

2. Aus der **bodennahen Strömungsgeschwindigkeit**, die aufzeigt, inwieweit die Kaltluft tatsächlich in den Aufenthaltsbereich des Menschen durchgreifen kann und nicht etwa zu wesentlichen Anteilen in höheren Schichten des Überdach-niveaus stattfindet. Die bodennahe Strömungsgeschwindigkeit ist nicht nur von der Mächtigkeit der Kaltluftschicht und damit von der tatsächlich transportierten Masse an Kaltluft abhängig, sondern auch von der Windoffenheit der boden-nahen Nutzungsstrukturen.

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) - siehe **Abbildung 2** - mit dem Mesoskalenmodell KLAM_21 (Version 2.012) Kaltluftströmungssimulationen durchgeführt.

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 (Siedlung dicht, Siedlung locker, Industrie-/Gewerbegebiete, Wald / Gehölzflächen, Obstbau, Autobahn, unversiegelte Freiflächen, versiegelte Flächen und Wasserflächen).

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

Die Bebauung im Bereich des Planungsgebiets und auf dem Gelände des Unternehmens STINNER GARTEN- UND LANDSCHAFTSBAU GMBH werden als detaillierte Bebauung mit entsprechenden Gebäudehöhen in das Modell eingestellt, um den kleinräumigen Einfluss auf das örtliche Kaltluftgeschehen herausarbeiten zu können.

Das betrachtete Rechengebiet umfasst eine Gebietsgröße von 4.0 x 3.0 km (12.0 km²), so dass die planungsrelevanten Kaltlufteinzugsgebiete und Kaltluftwirkgebiete mitberücksichtigt werden.

Vorausgesetzt wird die für Kaltluftabflüsse optimale Situation, d.h. eine klare und windschwache Nacht mit leichten westlichen Winden (1.0 m/s, 40 m ü.G.).

Die **Abbildungen 17.1 – 17.3** zeigen für den **Ist-Zustand** die Ergebnisse der Kaltluftsimulationen für die Situation in der zweiten Nachhälfte - sechs Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung⁴.

In der nächtlichen Kaltluftbildungsphase entstehen an den ostexponierten Hangzonen bei Finthen und Drais sowie entlang des Gonsbachs und Aubachs in Finthen kaltluftinduzierte Lokalströmungen, die in unbebauten Lagen Strömungsgeschwindigkeiten von ca. 0.5 – 2.0 m/s (2 m ü.G.) erreichen – **Abbildung 17.1**. Im Planungsgebiet zeigen die Kaltluftbewegungen über den vegetationsbedeckten Flächen westlich An der Oberbrücke Fließgeschwindigkeiten von ca. 0.1 – 0.5 m/s (2 m ü.G.), was recht gut mit den ortsspezifischen Messungen übereinstimmt.

⁴ In den Monaten Juni/Juli entspricht dies ca. dem Zeitpunkt 02:15 – 02:45 Uhr (MEZ)

Im Bereich des Zwanzig-Morgen-Wegs zwischen dem Planungsgebiet und dem Gewerbegebiet Am Hemel werden durch die trichterförmige bauliche Öffnung mittlere Kaltluftfließgeschwindigkeiten von ca. 0.5 – 1.0 m/s simuliert.

Im Gonsbachtal zwischen An der Oberbrücke und Raiffeisenstraße sind Kaltluftfließgeschwindigkeiten von ca. 0.2 – 0.5 m/s zu bestimmen.

Auffallend ist, dass ein Großteil der Hangkaltluft aus den Bereichen Finthen und Drais südlich des Gewerbegebiets Am Hemel (Gewanne Unter dem Grasweg / Untere Lache) vorbeiströmt und über den bestehenden Freiraum zwischen den Gewerbegebieten Kisselberg und Am Hemel (Gewann Hinter dem Hemel) in das Gonsbachtal und in die Bebauung Hartenberg/Münchfeld gelangt.

Die Kaltluftmächtigkeit beträgt sechs Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung (**Abbildung 17.2**) am Planungsstandort ca. 30 – 39 m, was recht gut mit den Messungen von 1990 korrespondiert. Darüber bestimmen großräumigere regionale Strömungsprozesse das Luftaustauschgeschehen.

In **Abbildung 17.3** ist der berechnete Kaltluftvolumenstrom sechs Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung dargestellt.

Die Berechnungsergebnisse zeigen über dem Planungsgebiet Kaltluftvolumina von ca. 2 – 5 m³/m·s und im Freiraum zwischen An der Oberbrücke und Raiffeisenstraße im Osten 5 – 30 m³/m·s. Die kaltluftbedingte Belüftungsintensität ist im Planungsgebiet durch den z.T. dichten Vegetationsbestand und die Barrierewirkung der Bestandsbebauung An der Oberbrücke vergleichsweise gering.

Bestimmt man beispielhaft über das Profil A (Länge ca. 160 m) östlich der Bestandsbebauung An der Oberbrücke zwischen der Gewerbebebauung Am Hemel im Süden und der Bebauung Gonsenheim nördlich des Gonsbachs den nach Ost-nordosten abfließenden Kaltluftstrom, so ergibt sich ein Kaltluftvolumenstrom von 750 m³/s. Über das Profil B im Bereich des Gewanns Hinter dem Hemel (Länge ca. 300 m) fließt ein Kaltluftvolumen von 3.097 m³/s in das Gonsbachtal.

Berücksichtigt man bei den Kaltluftströmungssimulationen die geplante Bebauung (inkl. geplante landwirtschaftliche Lagerhalle am Westrand des Stinner-Grundstücks, **Plan-Zustand, Abbildungen 17.4 und 17.5**), so ist mit einer zunehmenden Barrierewirkung auf den Kaltluftabfluss zu rechnen. Zudem gehen Kaltluftproduktionsflächen verloren. Dem stehen entlang des Zwanzig-Morgen-Wegs / Bahntrasse im Süden des Planungsgebiets leichte Beschleunigungseffekte gegenüber.

Da durch die bestehende Bebauung An der Oberbrücke (Ostseite) bereits eine Strömungsbarriere besteht, ist die planungsbedingte Veränderung des Kaltluftvolumenstroms im Bereich des Bewertungsprofils A recht gering.

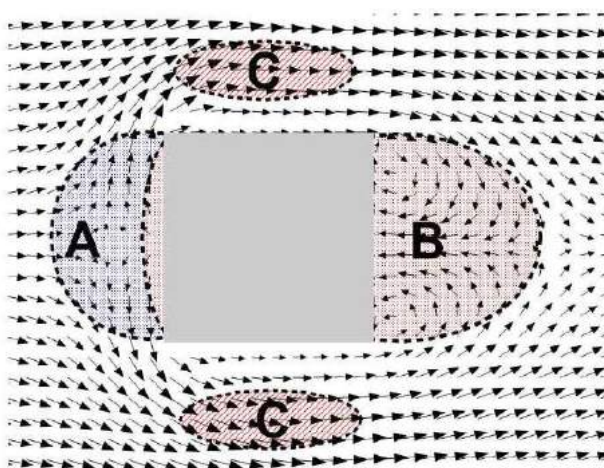
Gegenüber dem Ist-Zustand stellt sich ein relativer Verlust an Kaltluftvolumen von -2.8% ein (21 m³/s).

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

Die o.a. Reduzierung des Kaltluftvolumenstroms von deutlich weniger als 5% führt demnach nur zu geringen klimatischen Negativeffekten (reduzierte nächtliche Abkühlung und kaltluftbedingte Belüftungsintensität) und beschränkt sich auf den unmittelbaren Nahbereich. Eine bedeutsame Beeinträchtigung der kaltluftbedingten Belüftung in Hartenberg/Münchfeld, Mombach und Neustadt, die allein auf das Planungsvorhaben zurückzuführen ist, liegt nicht vor.

Die geplante landwirtschaftliche genutzte Lagerhalle im Südwesten des Stinner-Grundstücks bildet nur einen geringen Störfaktor, da sie allseitig umströmbar ist und die Lee-Effekte noch auf dem Grundstück selbst auslaufen.

Durch die Lagerhalle 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 können wie folgt in schematischer Weise erläutert werden (**Grafik 6**).



Grafik 6: 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 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 Ergebnissen der Modellrechnungen wieder finden.

5.2 Modellrechnungen zur ortsspezifischen Belüftungssituation

Durch die vermehrte bauliche Inanspruchnahme des Planungsgebiets ist örtlich mit einer Reduzierung der Belüftungsintensitäten zu rechnen. Eine ausreichende Belüftung ohne großflächige Ausbildung von Luftstagnationsbereichen (Windgeschwindigkeit $< 0.3 \text{ m/s}$) ist zum einen zur Begrenzung der sommerlichen Wärmebelastung erforderlich und zum anderen unterbindet eine möglichst intensive Belüftung ganzjährig die Akkumulation von Luftschadstoffen.

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

Das Untersuchungsgebiet umfasst eine Flächengröße von $600 \times 300 \text{ m}$ zzgl. der Randbereiche.

Die Modellrechnungen werden jeweils für zwei besonders relevante Tagsituationen und eine Nachtsituation mit vermehrtem Einfluss lokaler Kaltluftabflüsse durchgeführt.

Vorgaben für die Tagsituationen:

- Südsüdwest-Wind (210°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
= Bestimmung der planungsbedingten Barrierewirkung bei vorherrschender Windströmung in Richtung der Bestandsbebauung von Gonsenheim.
- Westsüdwest-Wind (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
= Bestimmung der planungsbedingten Barrierewirkung bei vorherrschender Hauptwindrichtung.

Vorgaben für die Nachtsituationen:

- Westsüdwest-Wind (250°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
= Bestimmung der planungsbedingten Barrierewirkung bei vorherrschenden lokalen Kaltluftströmungen mit Unterstützung großwetterlagenbedingter Westsüdwest-Winde.

Dies Eingangswerte wurden aus den Windmessungen an den temporären Klimamessstationen (siehe Kap. 4.1) abgeleitet.

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

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

5.2.1 Tagsituation – Windanströmung aus Südsüdwesten (210°)

Bei vorherrschenden Südsüdwest-Winden am Tag (**Abbildungen 18.1**) bildet im **Ist-Zustand** das bislang größtenteils unbebaute Areal trotz bestehender Gehölze eine Ventilationsfläche, über welcher der Höhenwind verstärkt bodennah durchgreifen kann. In der Höhenschicht 2 m ü.G. werden mittlere Windgeschwindigkeiten von ca. 1.2 – 1.8 m/s simuliert. Allein im Windschatten des Wohnhauses An der Oberbrücke 18 sind mittlere Windgeschwindigkeiten unter 1.0 m/s zu verzeichnen.

In der Bestandsbebauung entlang des Straßenzugs An der Oberbrücke zeigen sich die Hinterhofbereiche meist nur extrem schwach ventiliert. Dort werden vermehrt mittlere Windgeschwindigkeiten unter 0.5 m/s berechnet. Auch im Bereich der Gonsbachstraße ist im östlichen Teilbereich eine nur sehr schwache Belüftungsintensität festzustellen.

Mit Realisierung des Planungsvorhabens (**Plan-Zustand, Abbildung 18.2**) und der damit einhergehenden Zunahme der Oberflächenrauigkeit nimmt im Planungsgebiet die Windgeschwindigkeit flächenhaft ab. Die gewählte Bau- und Freiflächenstruktur lässt aber eine ausreichende Be- und Entlüftung zu. Eine großflächige Ausbildung von Luftstagnationsbereichen mit mittleren Windgeschwindigkeiten unter 0.3 m/s ist nicht festzustellen. Insbesondere die leicht trichterförmige angelegte Freiraumachse (Süd-Nord-Ausrichtung) mit dem zentralen Quartiersplatz zwischen Kita / Wohnhäuser A4, B1 und den östlich benachbarten Wohngebäuden C1 und B2 (Lage siehe **Abbildung 7**) macht sich strömungsdynamisch positiv bemerkbar. Dort werden mittlere Windgeschwindigkeiten bis ca. 2.0 m/s bestimmt. Auch die Kita-Spielwiese trägt wesentlich zur günstigen gebietsinternen Belüftungssituation bei.

Außerhalb des Planungsgebiets bleiben die Windfeldmodifikationen kleinräumig begrenzt. Dies wird anhand der Differenzendarstellung (**Abbildung 19**) dokumentiert. Nur im Bereich der unmittelbar angrenzenden Bebauung An der Oberbrücke Hausnr. 14 und 16 steigt in den Hinterhofbereichen die Neigung zu Luftstagnation an. Wie ein Vergleich mit der Bestandsbebauung An der Oberbrücke Hausnr. 1 – 11 zeigt, ist dies jedoch typisch für derartige Baustrukturen mit einer Hinterhofbebauung.

Der Windschatteneffekt der geplanten landwirtschaftlichen Lagerhalle im Westen des STINNER-Grundstücks tangiert nicht die benachbarte Wohnbebauung im Bereich der Gonsbachstraße.

5.2.2 Tagsituation – Windanströmung aus Westsüdwesten (240°)

Wie in Kap. 4.1 bereits erläutert, häufen sich im Planungsgebiet und in dessen Umfeld am Tag im Allgemeinen Winde aus westsüdwestlichen Richtungen.

Da derartige Windströmungen auch in bioklimatisch besonders relevanten heißen Tagen ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) zumeist wesentliche Träger der Belüftung innerhalb der Bebauung sind, ist darauf zu achten, dass deren Funktion möglichst erhalten bleibt. Klimatische Nachteile, die durch bauliche Barrierewirkungen entstehen können, sind in der Regel durch klimaökologische Ausgleichsmaßnahmen an anderer Stelle im Siedlungsgebiet nur bedingt auszugleichen.

Als konstante Randbedingung wird nachfolgend eine Luftströmung aus Westsüdwesten (240°) mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 2.5 m/s (10 m ü.G.) gewählt.

Die **Abbildung 20.1** zeigt die Ergebnisse der Strömungssimulationen für den **Ist-Zustand** (2 m ü.G.).

Auch bei dieser Situation tritt das Planungsgebiet als Ventilationsfläche mit vergleichsweise intensiven Belüftungsintensitäten hervor. Während in bebauten Bereichen mittlere Windgeschwindigkeiten von ca. 0.1 – 1.0 m/s vorherrschen, sind über den Freiflächen des Planungsgebiets mittlere Strömungsgeschwindigkeiten von 1.4 – 2.0 m/s zu bestimmen.

Im Bereich der Bestandsbebauung An der Oberbrücke fallen die geringen Windgeschwindigkeiten in den Hinterhöfen auf. Dort bilden sich vermehrt Luftstagnationstendenzen aus (mittlere Windgeschwindigkeiten unter 0.3 m/s).

Günstiger stellt sich die Situation im Bereich der Gonsbachstraße dar. Der Straßenzug sowie die Hausgärten zeigen mittlere Windgeschwindigkeiten von deutlich über 0.5 m/s. Allein in den Gebäudeabstandsflächen in West-Ost-Richtung, wo sich die gebäudebedingten Windschatten- und Staueffekte überlagern, werden mittlere Windgeschwindigkeiten von unter 0.5 m/s berechnet.

Im **Plan-Zustand** (**Abbildungen 20.2 und 21**) zeigt sich ein Großteil des Planungsgebiets ausreichend belüftet. Allein im Bereich der Hausgärten zwischen den Wohnhäusern D2 und D3, unmittelbar westlich des Straßenzugs An der Oberbrücke, sind kleinräumige Luftstagnationstendenzen zu erwarten.

Hier macht sich der westlich benachbarte Gebäuderiegel C1 strömungsdynamisch als Barriere bemerkbar. Dieser Effekt lässt sich bei der im Entwurf angestrebten Fortführung der Bebauung nach Süden in Anlehnung an die bestehende Baustruktur nicht gänzlich vermeiden. Allerdings könnte beispielsweise ein ergänzender Durchgang im EG des Gebäuderiegels C1 oder eine bauliche Trennung des Baukörpers C1 die örtliche Belüftungssituation verbessern.

Im Planungsumfeld sind bei vorherrschenden Winden aus Westsüdwesten Teile der Bestandsbebauung An der Oberbrücke (Hausnr. 11, 13, 14, 15, 16 und 17) bzw. der Straßenraum von planungsbedingten Windabschwächungen betroffen. Durch den Windschatteneffekte der Neubebauung nimmt dort die mittlere Windgeschwindigkeit um 0.1 – 1.0 m/s ab. Die bislang vergleichsweise günstige Belüftungssituation geht in diesen Bereichen verloren und entspricht nun vermehrt der Situation im Bereich der Bebauung An der Oberbrücke auf Höhe der Gonsbachstraße.

Die geplante landwirtschaftliche Lagerhalle bildet im strömungsdynamischen Gesamtgefüge nur einen geringen Störfaktor. Da die Halle durch ihre „solitäre“ Lage allseitig umströmbare ist, sind keine weitreichenden Windgeschwindigkeitsreduzierungen zu bilanzieren, die kritisch zu bewerten wären.

5.2.3 Nachtsituation – Windanströmung aus Westsüdwesten (250°)

Den **Abbildungen 14** und **15** ist zu entnehmen, dass am Planungsstandort während austauscharmer Wetterlagen in den Nachtstunden vorwiegend Westsüdwestwinde zu verzeichnen sind. Bei derartigen Verhältnissen bildet die geplante Bebauung, vergleichbar mit der Situation in der Raiffeisenstraße, eine zusätzliche Strömungsbarriere im Gonsbachtal.

Die Ergebnisse der Modellrechnungen für den **Ist-** und **Plan-Zustand (Abbildungen 22.1, 22.2 und 23)** zeigen, dass sich die Windschattenwirkung der geplanten Bebauung weitgehend auf das Planungsgebiet und die benachbarte Bebauung An der Oberbrücke beschränkt. Eine stadtklimatisch gravierende großflächige Beeinträchtigung des lokalen Strömungsgeschehens außerhalb dieses Bereiches ist nicht festzustellen. Dies entspricht auch den Ergebnissen der mesoskaligen Kaltluftabflusssimulationen.

Das Planungsgebiet zeigt sich auch bei dieser nächtlichen Situation größtenteils ausreichend belüftet. Allein östlich des Gebäuderiegels C1 zeigen sich wiederum vermehrt Tendenzen zu Luftstagnation, wie sie auch bereits in der Bestandsbebauung An der Oberbrücke im Ist-Zustand zu verzeichnen sind. Es liegt damit zwar eine ortstypische Situation vor, angesichts der prognostizierten Klimawandelfolgen mit einer prägnanten Zunahme von bioklimatisch belastenden Tropennächten sind aus klimaökologischer Sicht noch ergänzende Ausgleichsmaßnahmen zu empfehlen (z.B. ein Durchlass in West-Ost-Richtung im Bereich des Gebäuderiegels C1 oder eine bauliche Trennung des Baukörpers C1).

Eine Schwächung der Belüftungsintensitäten zeigt sich auch im Straßenzug An der Oberbrücke, wo mit einem Anstieg der thermischen Belastung zu rechnen ist.

Im Bereich des Zwanzig-Morgen-Wegs, der in Strahlungsnächten ebenfalls als Kaltluftzugbahn in ostnordöstliche Richtungen fungiert, stehen leichten planungsbedingten Windabschwächungen im Kreuzungsbereich An der Oberbrücke an der Südfassade des Neubaus C2 Windbeschleunigungen entgegen, so dass dort keine wesentlichen Beeinträchtigungen des Strömungsgeschehens zu bilanzieren sind.

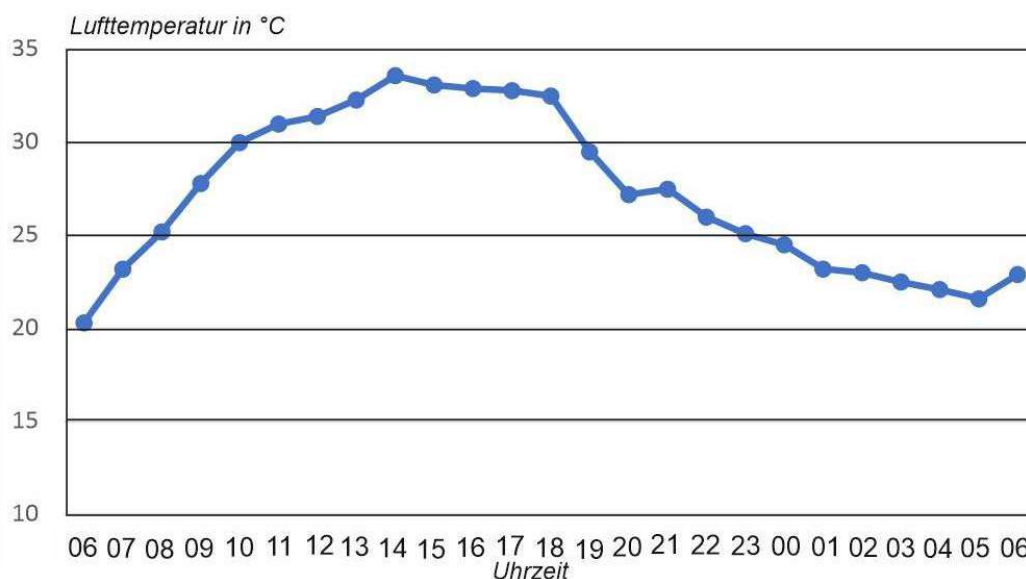
Die geplante landwirtschaftliche Lagerhalle bildet im lokalen Kaltluftabflussgeschehen keinen gravierenden Störfaktor.

5.3 Modellrechnungen zum örtlichen Lufttemperaturfeld / Bioklima

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

Durch die bauliche Verdichtung im Planungsgebiet ist einer vermehrten thermischen Belastung am Tag und mit einer örtlichen Verzögerung und Verringerung der nächtlichen Abkühlung zu rechnen.

Die nachfolgenden Berechnungen zur Lufttemperatur beziehen sich auf bioklimatisch besonders belastende heiße Sommertage (14:00 Uhr ungefährender Zeitpunkt der höchsten thermischen Belastung im Zusammenspiel mit der solaren Einstrahlung, siehe **Grafik 7**) bzw. Tropennächte (23:00 Uhr, Zeitpunkt bis zu dem in der Regel in Sommernächten die Wohnungen vor dem Zu-Bett-Gehen nochmals durchgelüftet werden).



Grafik 7: Tagesgang der Lufttemperatur am 08.08.2020 (heißer Sommertag) an der DWD_Messstation Mainz-Lerchenberg.
Datenquelle: <https://www.dwd.de/DE/leistungen/opendata/opendata.html>

Als Anströmungsrichtung für die Tagsituation wird ein Südsüdwest-Wind (210°) gewählt, um die thermische Zusatzbelastung im Bereich der Bestandsbebauung von Gonsenheim bestimmen zu können.

Ergänzend wird für die Tagsituation als humanbioklimatisches Maß die physiologische Äquivalenttemperatur (engl. Physiological Equivalent Temperature, PET) berechnet, um die Aufenthaltsqualität im Bereich der vorgesehenen Bebauung vertiefend zu bewerten. Der PET-Wert ist ein biometeorologisches Bewertungsmaß (siehe VDI-Richtlinie 3787, Bl. 2), das den aktuellen meteorologischen Atmosphärenzustand in thermischer Hinsicht für den Menschen bewertbar macht.

Die PET ist auf Basis einer standardisierten Person, die sich im Freien aufhält und nachfolgende Kriterien erfüllt, diejenige Temperatur, bei der im typischen Innenraum die Energiebilanz eines Menschen bei gleichen Werten der Haut- und Kerntemperatur ausgeglichen ist.

Es findet eine Adaption der real wahrgenommenen Bedingungen der Außenwelt in den Innenraum statt und ermöglicht es dem Menschen, den thermischen Zustand außerhalb mit seinen Erfahrungen im Innenraum in Relation zu setzen (IÖR 2011).

Die Standardperson (Klima-Michel) für den die PET- Berechnung aufgestellt ist, weist folgende Merkmale auf:

- Geschlecht: männlich
- Alter: 35 Jahre
- Gewicht: 75 kg
- Größe: 1,75 m
- Körperoberfläche: 1,9 m²
- metabolische Rate: 164 W (gehend)
- Kleidungsfaktor: 0,9 clo
- Gehend: 1.21 m/s

Die PET zeigt eine starke Abhängigkeit von der mittleren Strahlungstemperatur, die entscheidend von der direkten Sonneneinstrahlung geprägt wird. Mit Blick auf die Wärmebelastung ist sie damit vor allem für die Bewertung des Aufenthalts im Freien am Tage sinnvoll einsetzbar.

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

5.3.1 Thermische / bioklimatische Situation an einem heißen Sommertag (14:00 Uhr) mit südsüdwestlicher Luftströmung (210°)

Die **Abbildung 24.1** zeigt für den **Ist-Zustand** die berechnete Lufttemperaturverteilung gegen 14:00 Uhr an einem heißen Sommertag ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$). Vorausgesetzt wird eine südsüdwestliche Luftströmung (210°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

Bei Lufttemperaturen im Bereich schattenwerfender dichter Gehölzbestände von ca. $33.0 - 33.5^{\circ}\text{C}$ werden über asphaltierten, unbeschatteten Stellplatzflächen und Straßenzügen (z.B. im Gewerbegebiet Am Hemel) Lufttemperaturen bis ca. 35.2°C berechnet. Im Schattenbereich von Gebäuden/Hallen und Einzelbäumen zeigen sich zumeist Lufttemperaturen von $33.8 - 34.0^{\circ}\text{C}$. Über Rasen-, Wiesen- und Ackerflächen sind in unbeschatteten Bereichen Lufttemperaturen bis 34.4°C zu bilanzieren. Die thermische Gunstfunktion schattenwerfender Gehölzbestände und unversiegelter Freiflächen wird offenbar.

Die im Untersuchungsgebiet insgesamt recht geringen Lufttemperaturdifferenzen von ca. 2.2 K gegen 14:00 Uhr sind auf den am Tag vergleichsweise intensiven horizontalen und vertikalen Luftaustausch zurückzuführen.

Mit Realisierung der angestrebten Bebauung (**Plan-Zustand, Abbildungen 24.2 und 24.3**) ist im Planungsumfeld mit keiner relevanten thermischen Zusatzbelastung zu rechnen. Durch den gebäudebedingten Zusatzschatten sind stellenweise sogar Lufttemperaturrückgänge zu bestimmen (bis ca. 1.0 K). Derartige Effekte zeigen sich bspw. in den Bereichen An der Oberbrücke 15/17 sowie Gonsbachstraße 5 – 5B.

Innerhalb des Planungsgebiets zeigen sich über den Vegetationsflächen mit Bäumen Lufttemperaturen von ca. $33.6 - 33.9^{\circ}\text{C}$. Derartige thermische Verhältnisse sind auch im Bereich der durchgrüneten Wohnbebauung südlich der Gonsbachstraße und entlang des Gonsbachs zwischen Gonsbachstraße und Klosterstraße vorzufinden.

Im Bereich versiegelter Zugangswege zeigen sich Lufttemperaturen von max. 34.4°C . Dies unterstreicht, dass die grünordnerische Gestaltung im Planungsgebiet als günstig einzustufen ist.

Im Bereich der geplanten landwirtschaftlichen Halle westlich des Planungsgebiets ist durch die Wärmeabstrahlung der Halle und dem Wegfall bisheriger Vegetationsbestände mit einer kleinräumigen Lufttemperaturzunahme von ca. 0.2 – 1.3 K zu rechnen.

Die nach Nordosten gerichtete „Warmluftfahne“ reicht aber nur in geringer Intensität (+ 0.2 K) über das STINNER-Grundstück nach Nordosten hinaus. Eine derart geringe Lufttemperaturzunahme im Bereich der Grundstücke Gonsbachstraße 21, 23, 25 und 27 ist kaum spürbar und damit als „klimaverträglich“ einzustufen.

In der **Abbildung 25** sind vergleichend für den **Ist-** und **Plan-Zustand** die Ergebnisse der PET-Simulationen exemplarisch für einen typischen Sommertag ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) dokumentiert.

Die PET-Werte (~ gefühlte Temperatur) erreichen im Untersuchungsgebiet mit etwa 26.0°C bis 50.0°C eine Spanne von 24 K. Die niedrigsten Werte werden im Baumschatten simuliert (ca. $26 - 38^{\circ}\text{C}$). Extreme bioklimatische Belastungen mit PET-Werten von über 41.0°C sind über versiegelten Flächen ohne Gebäude- und Baumschatten sowie mit abgeschwächter bodennaher Ventilation zu bilanzieren. Derartige Werte überwiegen im Gewerbegebiet Am Hemel südlich des Zwanzig-Morgen-Wegs.

Im Bereich unbeschatteter Rasenflächen und über Wiesen- und Ackerflächen werden PET-Werte von ca. $38 - 44^{\circ}\text{C}$ berechnet (= starke Wärmebelastung).

Im **Plan-Zustand** ist im neuen Wohnquartier eine große Vielfalt an unterschiedlichen Mikroklimaten festzustellen. Während im Baumschatten PET-Werte von unter 29°C zu bestimmen sind (= schwache Wärmebelastung), können über unbeschatteten Fußwegen und im Bereich des Quartiersplatzes (Annahme: versiegelte Pflasterfläche) PET-Werte bis ca. 48°C (= extreme Wärmebelastung) auftreten. Von Bedeutung ist, dass die Flächen mit hoher bioklimatischer Belastung kleinräumig von Flächen mit geringerer Wärmebelastung durchsetzt sind, wodurch insgesamt annehmbare bioklimatische Verhältnisse entstehen.

Eine bedeutsame Zunahme der bioklimatischen Belastung außerhalb des Planungsgebiets ist nicht zu bestimmen, da am Tag die örtlichen Strahlungsverhältnisse das Bioklima bestimmen.

5.3.2 Thermische Situation in einer Tropennacht (23:00 Uhr) mit schwacher westsüdwestliche Luftströmung (250°)

Wie u.a. in Kap. 4.1 bereits erläutert, setzen am Planungssandort in stadtklimatisch besonders relevanten Strahlungsnächten vermehrt lokal angelegte Winde aus westlichen Richtungssektoren ein. Nachfolgend wird den Berechnungen eine beispielhafte Situation mit Westsüdwest-Winden (1.5 m/s) zu Grunde gelegt.

Die Ergebnisse der mikroskaligen Modellrechnungen für den **Ist-Zustand (Abbildung 26.1)** belegen, dass die Kühlwirkung des Kaltluftabflusses im Planungsgebiet und in dessen Umfeld im Ist-Zustand durch die Bestandsbebauung entlang des Straßenzugs An der Oberbrücke bereits unterbrochen wird. Dies bestätigt die Darstellung der lokalen Kaltluftströmungen in der Klimafunktionskarte der Landeshauptstadt Mainz. (**Abbildung 16.1**).

Während im westlichen Freilandgefüge Lufttemperaturen zwischen ca. 22.0 und 23.0°C berechnet werden, stellen sich östlich des Straßenzugs An der Oberbrücke Lufttemperaturen von 23.5 – 24.5°C ein.

Außerhalb des direkten Einwirkungsbereichs der Talkaltluft (z.B. Im Gewerbegebiet Am Hemel) zeigen sich Lufttemperaturen bis nahe 25.0°C.

Derartige Lufttemperaturdifferenzen wurden auch bei Messfahrten im Jahr 1987 (ÖKOPLANA 1991) ermittelt (siehe **Grafik 4**).

Mit Realisierung der geplanten Bebauung (**Plan-Zustand, Abbildungen 26.2 und 26.3**) ist im Bereich des neuen Wohnquartiers mit einem Lufttemperaturanstieg um ca. 0.3 – 1.8 K zu rechnen. Die im Planungsgebiet festzustellenden Temperaturverhältnisse bleiben durch die gewählte Freiraumstruktur aber im Bereich des ortstypischen Klimaniveaus. Flächenhaft hohe Lufttemperaturen von über 24.0°C, wie sie im Bereich des Straßenzugs Gonsbachstraße und Im Gewerbegebiet Am Hemel simuliert werden, treten im „Gartenquartier An der Oberbrücke“ nicht auf.

Der Verlust an Kaltluftproduktionsflächen kann durch die geplanten Begrünungsmaßnahmen allerdings nicht vollständig kompensiert werden.

Die aus dem Bauvorhaben resultierende Warmluftfahne reicht in schwacher Form (+0.3 bis +0.6 K) ca. 165 m nach Ostnordosten. Der dortige Freiraum behält damit weitgehend seine thermische Ausgleichsleistung. Eine großräumige Beeinträchtigung der klimaökologischen Leistungsfähigkeit des Gonsbachtals findet nicht statt.

6 Zusammenfassung, Bewertung und Planungsempfehlungen

Im Mainzer Stadtteil Gonsenheim ist zwischen dem Zwanzig-Morgen-Weg im Süden, dem Straßenzug An der Oberbrücke im Osten sowie der Gonsbachstraße im Norden eine neue Wohnanlage mit einer Kindertagesstätte geplant. Das Grundstück umfasst eine Fläche von ca. 6.750 m².

Das Planungsgebiet ist derzeit nur an der Ecke Zwanzig-Morgen-Weg / An der Oberbrücke (An der Oberbrücke 18) sowie an der Nordgrenze (Schuppen) bebaut. Die Restfläche ist vegetationsbedeckt (u.a. mit Bäumen) bzw. dient als Teilfläche des Gonsenheimer Pflanzencenters.

Im Westen schließt das Gelände des Unternehmens STINNER GARTEN- UND LANDSCHAFTSBAU GMBH an.

Der vom Architekturbüro PLAN B ARCHITEKTEN & INGENIEURE zur klimaökologischen Prüfung vorgelegte Planungsentwurf für das Bauvorhaben „Gartenquartier An der Oberbrücke“ sieht den Bau von 2-geschossigen (+DG) Wohnhäusern vor, die entlang des Straßenzugs An der Oberbrücke die vorhandene Baustruktur aufnehmen und am Kreuzungsbereich An der Oberbrücke / Zwanzig-Morgen-Weg eine geschlossene bauliche Kante bilden. Die Gebäudehöhen weisen Werte von ca. 11.60 m – 12.95 m auf.

Die geplante 2-geschossige Kita ist im Südwesten angeordnet (max. Gebäudehöhe 8.82 m).

Das „Gartenquartier An der Oberbrücke“ ist autofrei angelegt. Der ruhende Verkehr wird in einer Tiefgarage untergebracht, deren Zu- und Ausfahrt über eine Privatstraße (heute Zufahrt zum Pflanzencenter) erfolgt, die Anschluss an den Zwanzig-Morgen-Weg besitzt.

Oberirdische Stellplätze sind südlich der Kita vorgesehen

Fußwege bzw. eine Feuerwehrezufahrt schließen an den Zwanzig-Morgen-Weg bzw. An der Oberbrücke an.

Innerhalb des Wohnquartiers gliedern ein zentraler Quartiersplatz, Fußwege, Spielflächen/Spielwiese sowie Hausgärten die Freiflächen. Ein Durchgang im Gebäude C2 in Richtung Zwanzig-Morgen-Weg dient zur Gestaltung einer günstigen Durchwegung. Zugleich ermöglicht er Belüftungseffekte.

Ergänzend zum Bauvorhaben „Gartenquartier An der Oberbrücke“ findet der geplante Neubau einer landwirtschaftlich genutzten Lagerhalle (max. Gebäudehöhe 7.42 m) am Westrand des Grundstücks STINNER GARTEN- UND LANDSCHAFTSBAU GMBH Beachtung.

Die Analyse des ortsspezifischen Windfeldes zeigt, dass das Strömungsgeschehen im Bereich des Planungsgebiets 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 wird.

Vorliegende Windstatistiken verdeutlichen, dass im Planungsgebiet im Allgemeinen südsüdwestliche bis westsüdwestliche und ostnordöstliche bis östliche Windrichtungen vorherrschen.

In stadtklimatisch besonders relevanten Strahlungsnächten wird das Ventilationsgeschehen zudem durch lokal- und regional angelegte Luftströmungen bestimmt. Infolge ungehinderter Ausstrahlung der Oberflächen kommt es zu starker Abkühlung der bodennahen Luftschichten mit intensiver Kaltluftproduktion vegetationsbedeckter Flächen. Derartige Nächte sind häufig windschwach, wobei Bodeninversionen entstehen, d.h. die Luft ist stabil geschichtet und der vertikale Luftaustausch ist vermindert. Das Strömungsgeschehen wird vermehrt von kaltluftbedingten Lokalströmungen begrenzter Reichweite bestimmt.

Die im Planungsumfeld auftretenden Lokalwinde aus westlichen Richtungssektoren sind auf den 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 Kriegersmühle (ca. 700 m westlich des Planungsgebiets „An der Oberbrücke“) ca. 40 m, wobei eine mittlere Strömungsgeschwindigkeit von ca. 1.3 m/s zu ermitteln ist.

Die im Gonsbachtal abfließende Kaltluft bestimmt nach DEUTSCHER WETTERDIENST (2017) in den talnahen Lagen von Gonsenheim und Mombach wesentlich das nächtliche Luftaustauschgeschehen und besitzt demnach stadtklimatisch eine hohe Bedeutung.

Durch die räumlich differenzierten Einfluss lokaler Kaltluftbewegungen ergeben sich in Strahlungsnächten (in der warmen Jahreszeit Mai – September ca. 31% der Nächte – nach DEUTSCHER WETTERDIENST 2017) ausgeprägte thermische Differenzierungen.

Ergebnisse von Lufttemperaturmessfahrten (ÖKOPLANA 1991) zeigen zwischen dem Freiraumgefüge westlich des Planungsgebiets und der verdichteten Ortskernbebauung von Gonsbach Temperaturdifferenzen von ca. 2.4 K, was die Funktion des Freiraumgefüges entlang des Gonsbachs als Kaltluftsammel- und Kaltluftabflussbereich unterstreicht. An der Ecke Gonsbachstraße / An der Oberbrücke (Messpunkt 4) wird zum westlichen Freiraumgefüge nur eine Temperaturdifferenz von 1.1 K gemessen. Dies belegt, dass sich das Planungsgebiet südlich der Gonsbachstraße im Bereich der Kaltluftzugbahn Gonsbach bzw. im Bereich der Hangkaltluftströmung aus dem Freiraumgefüge zwischen Finthen und Drais befindet. Das Planungsgebiet bildet dabei zusammen mit dem Gelände der STINNER GARTEN- UND LANDSCHAFTSBAU GMBH und dem Straßenzug Zwanzig-Morgen-Weg eine trichterförmige Strömungsöffnung zwischen dem Gewerbegebiet Am Hemel im Süden und der Bebauung Gonsbach (Gonsbachstraße / Klosterstraße) im Norden.

Mittelfristige Klimaprognosen des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES (2017) deuten darauf hin, dass die sommerliche Wärmebelastung im Zuge des globalen Klimawandels im Raum Mainz zunehmen wird. So wird die Anzahl der Sommertage ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) und heißen Tage ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) am Planungsstandort gegenüber der Zeitspanne 1971 – 2000 im Zeitraum 2031 – 2060 von 60 auf 74 Tage/Jahr bzw. von 13 auf 28 Tage/Jahr zunehmen. Da zugleich die Anzahl der Tropennächte zunimmt (7 Nächte/Jahr → 23 Nächte/Jahr), steigt ebenfalls die Wahrscheinlichkeit lang anhaltender Hitzewellen.

Die Sicherung stadtklimatisch bedeutsamer Kaltluftleitbahnen (u.a. Gonsbachtal und Wildgraben) ist daher in der Stadtplanung von hoher Bedeutung.

6.1 Einfluss der geplanten Bebauung auf die klimaökologischen Funktionsabläufe und Bewertung

Aus den in Kap. 4 beschriebenen klimaökologischen Verhältnissen resultiert, dass im Planungsgebiet und in dessen Umfeld die bestehenden Funktionen als Luftleit- und Kaltluftabflussbahn nur in geringem Umfang gestört werden sollten. Zudem ist zu beachten, dass zusätzliche bauliche Versiegelungen nicht zu einer gravierenden thermischen Zusatzbelastung in der benachbarten Bestandsbebauung führen und die thermische Ausgleichsleistung weitere Freiräume nicht bedeutsam beeinträchtigen.

Die Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftabflusssimulationen dokumentieren, dass im Planungsgebiet die Kaltluftbewegungen Fließgeschwindigkeiten von ca. 0.1 – 0.5 m/s (2 m ü.G) erreichen. Im Bereich des Zwanzig-Morgen-Wegs zwischen dem Planungsgebiet und dem Gewerbegebiet Am Hemel werden durch die trichterförmige bauliche Öffnung mittlere Kaltluftfließgeschwindigkeiten von ca. 0.5 – 1.0 m/s simuliert. Im Gonsbachtal zwischen An der Oberbrücke und Raiffeisenstraße sind Kaltluftfließgeschwindigkeiten von ca. 0.2 – 0.5 m/s zu bestimmen.

Auffallend ist, dass ein Großteil der Hangkaltluft aus den Bereichen Finthen und Drais südlich des Gewerbegebiets Am Hemel (Gewanne Unter dem Grasweg / Untere Lache) vorbeiströmt und über den bestehenden Freiraum zwischen den Gewerbegebieten Kisselberg und Am Hemel (Gewann Hinter dem Hemel) in das Gonsbachtal und in die Bebauung Hartenberg/Münchfeld gelangt.

Die Kaltluftmächtigkeit beträgt sechs Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung am Planungsstandort ca. 30 – 39 m, was recht gut mit den Messungen von 1990 (ÖKOPLANA 1991) korrespondiert. Darüber bestimmen großräumigere regionale Strömungsprozesse das Luftaustauschgeschehen.

Bestimmt man beispielhaft über das Profil A (**Abbildung 17.3**, Länge ca. 160 m) östlich der Bestandsbebauung An der Oberbrücke zwischen der Gewerbebebauung Am Hemel im Süden und der Bebauung Gonsenheim nördlich des Gonsbachs den nach Ostnordosten abfließenden Kaltluftstrom, so ergibt sich ein Kaltluftvolumenstrom von 750 m³/s. Über das Profil B im Bereich des Gewanns Hinter dem Hemel (Länge ca. 300 m) fließt ein Kaltluftvolumen von 3.097 m³/s in das Gonsbachtal.

Im Plan-Zustand, der neben dem geplanten „Gartenquartier An der Oberbrücke“ auch die vorgesehene landwirtschaftliche Lagerhalle am Westrand des STINNER-Grundstücks berücksichtigt, ist die Veränderung des Kaltluftvolumenstroms im Bereich des Bewertungsprofils A recht gering, da heute bereits die bestehende Bebauung An der Oberbrücke als Strömungsbarriere fungiert.

Gegenüber dem Ist-Zustand stellt sich ein relativer Verlust an Kaltluftvolumen von -2.8% ein (21 m³/s).

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

Die o.a. Reduzierung des Kaltluftvolumenstroms von deutlich weniger als 5% führt demnach nur zu sehr geringen klimatischen Negativeffekten (reduzierte nächtliche Abkühlung und kaltluftbedingte Belüftungsintensität) und beschränkt sich auf den unmittelbaren Nahbereich. Eine nachweisbare Beeinträchtigung der kaltluftbedingten Belüftung in Hartenberg/Münchfeld, Mombach und Neustadt, die allein auf das Planungsvorhaben zurückzuführen ist, liegt nicht vor.

Die geplante landwirtschaftliche genutzte Lagerhalle im Südwesten des Stinner-Grundstücks bildet nur einen geringen Störfaktor, da sie allseitig umströmbar ist und die Lee-Effekte noch auf dem Grundstück selbst auslaufen.

Die Ergebnisse der mikroskaligen Modellrechnungen zur Belüftungssituation am Tag für den Plan-Zustand belegen, dass mit Realisierung des Neubauvorhabens im Planungsgebiet die Windgeschwindigkeit flächenhaft abnimmt. Die angedachte Bau- und Freiflächenstruktur lässt bei häufig vorherrschenden Südsüdwest- und Westsüdwest-Winden aber eine ausreichende Be- und Entlüftung zu. Eine großflächige Ausbildung von Luftstagnationsbereichen mit mittleren Windgeschwindigkeiten unter 0.3 m/s ist nicht festzustellen. Insbesondere die leicht trichterförmige angelegte Freiraumachse (Süd-Nord-Ausrichtung) mit dem zentralen Quartiersplatz zwischen Kita / Wohnhäuser A4, B3 und den östlich benachbarten Wohngebäuden C1 und B2 macht sich strömungsdynamisch positiv bemerkbar. Auch die Kita-Spielwiese trägt wesentlich zur günstigen gebietsinternen Belüftungssituation bei.

Bei häufig vorherrschenden Winden aus westsüdwestlichen Richtungen sind allein im Bereich der Hausgärten zwischen den Wohnhäusern D2 und D3 unmittelbar westlich des Straßenzugs An der Oberbrücke kleinräumige Luftstagnationstendenzen zu erwarten. Hier macht sich der westlich benachbarte Gebäuderiegel C1 strömungsdynamisch als Barriere bemerkbar. Dieser Effekt lässt sich bei der im Entwurf angestrebten Fortführung der Bebauung nach Süden in Anlehnung an die bestehende Baustruktur nicht gänzlich vermeiden. Allerdings könnte beispielsweise ein ergänzender Durchgang im EG des Gebäuderiegels C1 die örtliche Belüftungssituation verbessern.

Außerhalb des Planungsgebiets bleiben die Windfeldmodifikationen kleinräumig begrenzt. Nur im Bereich der unmittelbar angrenzenden Bebauung An der Oberbrücke Hausnr. 14 und 16 steigt in den Hinterhofbereichen die Neigung zu Luftstagnation an. Wie ein Vergleich mit der Bestandsbebauung An der Oberbrücke Hausnr. 1 – 11 zeigt, ist dies jedoch typisch für derartige Baustrukturen mit einer Hinterhofbebauung.

Die Ergebnisse der mikroskaligen Strömungssimulationen für eine Strahlungsnacht mit Westsüdwest-Winden zeigen, dass sich die Windschattenwirkung der geplanten Bebauung weitgehend auf das Planungsgebiet und die benachbarte Bebauung An der Oberbrücke beschränkt. Eine stadtklimatisch gravierende großflächige Beeinträchtigung des lokalen Strömungsgeschehens außerhalb dieses Bereiches ist nicht festzustellen. Dies entspricht auch den Ergebnissen der mesoskaligen Kaltluftabflusssimulationen.

Das Planungsgebiet zeigt sich auch bei dieser nächtlichen Situation größtenteils ausreichend belüftet. Allein östlich des Gebäuderiegels C1 zeigen sich wiederum vermehrt Tendenzen zu Luftstagnation, wie sie auch bereits in der Bestandsbebauung An der Oberbrücke im Ist-Zustand zu verzeichnen sind. Es liegt damit zwar eine ortstypische Situation vor, angesichts der prognostizierten Klimawandelfolgen mit einer prägnanten Zunahme von bioklimatisch belastenden Tropennächten sind aus klimaökologischer Sicht noch ergänzende Ausgleichsmaßnahmen zu empfehlen (z.B. ein Durchlass in West-Ost-Richtung im Bereich des Gebäuderiegels C1 oder eine bauliche Trennung des Baukörpers C1 - siehe Kap. 6.2).

Eine Schwächung der Belüftungsintensitäten zeigt sich auch im Straßenzug An der Oberbrücke, wodurch mit einem Anstieg der thermischen Belastung zu rechnen ist.

Die geplante landwirtschaftliche Lagerhalle bildet im lokalen Kaltluftabflussgeschehen keinen gravierenden Störfaktor.

Neben dem Windfeld beeinflusst die geplante Bebauung auch die thermischen / bioklimatischen Umgebungsbedingungen.

Bei Realisierung einer Bebauung nach vorgelegtem Planungsentwurf ist im Planungsumfeld am Tag mit keiner relevanten thermischen Zusatzbelastung zu rechnen. Durch gebäudebedingte Zusatzverschattungen sind stellenweise sogar Lufttemperaturrückgänge zu bestimmen (bis ca. 1.0 K). Derartige Effekte zeigen sich bspw. in den Bereichen An der Oberbrücke 15/17 sowie Gonsbachstraße 5 – 5B.

Innerhalb des Planungsgebiets stellen sich thermische Verhältnisse ein, die mit der Situation im Bereich der durchgrünter Wohnbebauung südlich der Gonsbachstraße und entlang des Gonsbachs zwischen Gonsbachstraße und Klosterstraße zu vergleichen sind. Dies unterstreicht, dass die grünordnerische Gestaltung im Planungsgebiet als günstig einzustufen ist.

Im Bereich der geplanten landwirtschaftlichen Halle westlich des Planungsgebiets ist durch die Wärmeabstrahlung der Halle und dem Wegfall bisheriger Vegetationsbestände mit einer kleinräumigen Lufttemperaturzunahme von ca. 0.2 – 1.3 K zu rechnen. Die nach Nordosten gerichtete „Warmluftfahne“ reicht aber nur in geringer Intensität (+ 0.2 K) über das STINNER-Grundstück nach Nordosten hinaus. Eine derart geringe Lufttemperaturzunahme im Bereich der Grundstücke Gonsbachstraße 21, 23, 25 und 27 ist allerdings kaum spürbar und damit als „klimaverträglich“ einzustufen.

In den Nachtstunden ist im Plan-Zustand im Bereich des neuen Wohnquartiers mit einem Lufttemperaturanstieg um ca. 0.3 – 1.8 K zu rechnen. Die im Planungsgebiet festzustellenden Temperaturverhältnisse bleiben durch die gewählte Freiraumstruktur aber im Bereich des ortstypischen Klimaniveaus. Flächenhaft hohe Lufttemperaturen von über 24.0°C, wie sie im Bereich des Straßenzugs Gonsbachstraße und Im Gewerbegebiet Am Hemel simuliert werden, treten im „Gartenquartier An der Oberbrücke“ nicht auf. Der Verlust an Kaltluftproduktionsflächen kann durch die geplanten Begrünungsmaßnahmen allerdings nicht vollständig kompensiert werden, so dass in schwacher Intensität (+ 0.3 bis + 0.6 K) eine Warmluftfahne ca. 165 m nach Ostnordosten reicht. Der dortige Freiraum behält damit weitgehend seine thermische Ausgleichsleistung. Eine großräumige Beeinträchtigung der klimaökologischen Leistungsfähigkeit des Gonsbachtals findet nicht statt.

Die von der geplanten landwirtschaftlichen Lagerhalle ausgehende Wärmezusatzbelastung bleibt in den Nachtstunden räumlich eng begrenzt und lässt zusammen mit dem Gartenquartier keine additiven Effekte erwarten.

6.2 Planungsempfehlungen

Angesichts der Prognosen zu den Klimawandelfolgen, die u.a. eine deutliche Zunahme von heißen Tagen ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) und Tropennächten ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) erwarten lassen, muss es Ziel der Planung sein, die strömungsdynamische und thermische / bioklimatische Ungunst der geplanten Bebauung noch weiter zu begrenzen.

Hierzu werden nachfolgend klimawirksame Planungsempfehlungen skizziert, die Eingang in die Planung finden sollten.

Wie in Kap. 6.1 angeführt, ist im Planungsgebiet der Bereich östlich des Gebäuderiegels C1 nur sehr schwach ventiliert.

Im Zuge des iterativen Planungsprozesses wurde zusammen mit dem Architekturbüro PLAN B ARCHITEKTEN & INGENIEURE eine Möglichkeit entwickelt, um diesen strömungsdynamischen Ungunsteffekt wirksam zu reduzieren.

Wie **Abbildung 27** zeigt, wird im Gebäuderiegel C1 in zentraler Lage ein trichterförmiger, ca. 4.00 – 6.00 m breiter Durchlass im EG-Niveau (0 – 2.40 m) berücksichtigt. Bei häufig vorherrschenden Westsüdwestwinden begünstigt der Durchlass im Osten den kleinräumigen Luftaustausch. Dies wird durch Ergebnisse ergänzender Strömungssimulationen (siehe **Abbildung 28**) offenbar. Während im bisherigen Plan-Zustand zwischen den Gebäuden C1 und C2/D3 mittlere Windgeschwindigkeiten von 0.3 m/s dominieren, zeigen sich in der Planungsvariante 1 stellenweise mittlere Windgeschwindigkeiten bis knapp 0.7 m/s.

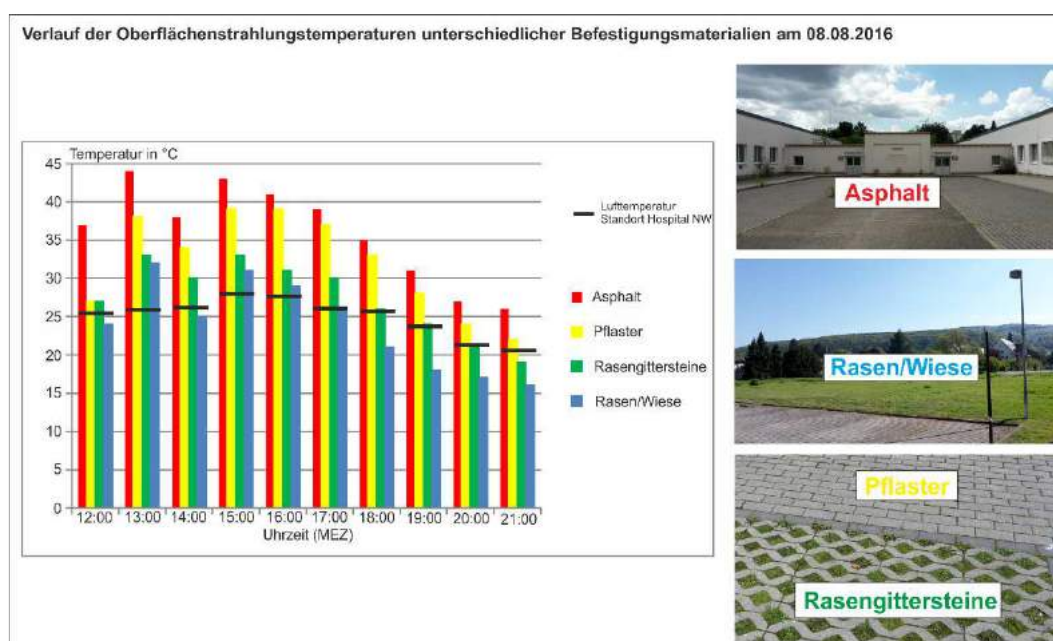
Eine weitere Möglichkeit zur Forcierung der nächtlichen Belüftung östlich des Gebäudekomplexes C1 wäre die bauliche Trennung des Riegels (siehe **Abbildung 29**). Durch die alternative Schaffung einer 4 m breiten Gebäudelücke (Planungsvariante 2) wird die Belüftungsintensität gegenüber der Planungsvariante 1 weiter intensiviert (**Abbildung 30**). Eine zusätzliche Stärkung der Belüftungssituation im Bereich des Straßenzugs An der Oberbrücke ist aber nicht zu erwarten.

Mit der Planungsvariante 2 „Gebäudelücke“ bietet sich allerdings die Möglichkeit zur Schaffung einer weiteren Grünfläche. Geht man bei der Oberflächengestaltung der Gebäudelücke von einem Rasenbelag aus, so bewirkt in warmen Sommer Nächten (= Tropennacht) die zusätzliche Kaltluftbildung eine kleinräumige Senkung der Lufttemperatur. Wie **Abbildung 31** dokumentiert, kann hierdurch östlich der Bebauung C1 die nächtliche Lufttemperatur kleinräumig um weitere 0.1 – 0.5 K gesenkt werden. Die Planungsvariante 1 (Durchlass im EG), bei welcher von einer versiegelten Fläche auszugehen ist, lässt diese thermische Gunstwirkung nicht erwarten.

Damit günstige thermische / bioklimatische Umgebungsbedingungen gesichert werden, sollten befestigte Erschließungswege, wie im vorgelegten Planungsentwurf bereits angedeutet, auf das nur notwendige Maß reduziert werden und möglichst mit wassergebunden Decken oder hellen Pflasterbelägen befestigt werden. Sind oberirdische Stellplätze anzulegen, sollten Rasengittersteine Anwendung finden.

Die Vorteile geringerer Bodenversiegelungen sind u.a.:

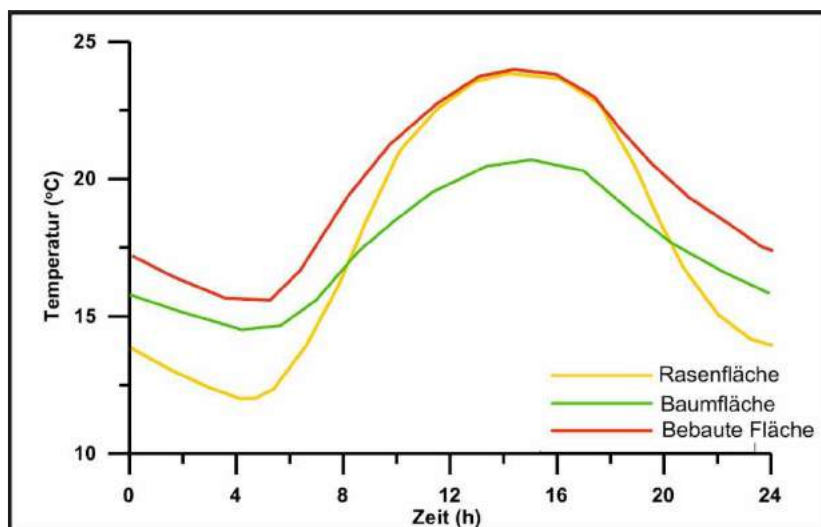
- Reduktion vom Regenwasserabfluss und Wasserspeicherung im Boden
- erhöhte Verdunstung vom Boden
- geringere Oberflächentemperaturen (siehe **Grafik 8**)



Grafik 8: Oberflächentemperaturen unterschiedlicher Bodenbedeckungsarten
(Aufnahme: ÖKOPLANA, AUS: GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA 2017)

In den Gartenbereichen sind, wie im Planungsentwurf ebenfalls bereits berücksichtigt, schattenspendende Bäume anzulegen, ohne den erforderlichen internen Luftaustausch zu unterbinden. Die in **Abbildung 7** dargestellten Baumstellungen entsprechen hierbei den klimatischen Erfordernissen.

Die Verschattung verringert die thermische Belastung durch die direkte Sonneneinstrahlung am Tag (siehe **Grafik 9**). Die beschatteten Flächen speichern weniger Wärme, wodurch der nächtliche Wärmeinseleffekt herabgesetzt wird.



Grafik 9 aus: GEO-NET Umweltconsulting GmbH, ÖKOPLANA (2015)

Der zusätzlich kühlende Verdunstungseffekt von Bäumen 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 der Wärmebelastung 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, so dass 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.

Die geplanten Spielplätze/Spielflächen sollten diese möglichst naturnah, d.h. ohne versiegelte Flächen, gestaltet werden. Hier sollten neben Bäumen ggf. Pergolen oder temporäre Sonnensegel zusätzliche Verschattungsmöglichkeiten bieten.

Auch durch die Wahl heller Fassadenfarben kann die bioklimatische Belastung im Nahbereich von Gebäuden wirksam herabgesetzt werden.

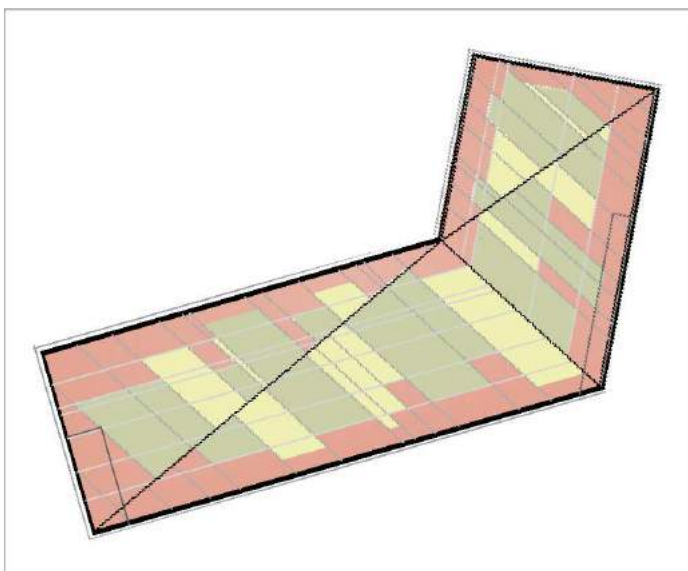
So führt die hohe Absorptionsfähigkeit dunkler Fassadenanstriche gegenüber hellen Fassaden zu deutlich höheren Oberflächentemperaturen.

Zur weiteren Minimierung thermischer Negativeffekte sollten auf dem Dach der Kita möglichst großflächig Dachbegrünungen (mindestens 60 – 70% der Dachfläche) realisiert werden. Sie weisen nachfolgende Positiveffekte auf:

- Reduzierung der Luftschadstoffbelastung – insbesondere von Feinstaub – durch Erhöhung der schadstoffspezifischen Depositionsgeschwindigkeiten partikel- und gasförmiger Spurenstoffe. Durch die geringere Aufheizung der Luft über begrünten Dächern ist die vertikale Auftriebsströmung und somit die Stauaufwirbelung geringer.
- Dämpfung von Extremwerten der Oberflächentemperaturen durch die Verdunstungsleistung der Pflanzen. An heißen Sommertagen sind extensive begrünte Dächer um ca. 17 – 33 K kühler als unbegrünte Dächer. Bei intensiv begrünten Dächern werden ca. 62 - 67% der eingestrahnten 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 (PFOSE ET AL. 2013).

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

Grafik 10 zeigt hierzu einen beispielhaften Entwurf. Mit dem angestrebten Begrünungsanteil von 60 – 70% der Dachfläche wird die in den Modellrechnungen berechnete planungsbedingte Lufttemperaturzunahme (siehe Kap. 5.3.1/5.3.2) im Nahbereich der Kita sowohl am Tag als auch in der Nacht effektiv reduziert.



Grafik 10: Entwurf - Möglichkeit zur Realisierung einer Dachbegrünung auf der Kita (Plan B Architekten & Ingenieure)

Beispielhafte Möglichkeiten der Dachbegrünung

Extensive Dachbegrünung, Schichthöhe: 8 – 9 cm, Vegetationsform: Sedum – Kräuter – Gräser, Wasserrückhalt: ca. 50 – 60%

Naturdach - extensive Dachbegrünung, Schichthöhe: 10 – 25 cm, Vegetationsform: Kräuter – Gräser - Sedum, Wasserrückhalt: ca. 60 – 70%

Blue Roof (extensiv Dachbegrünung mit Mäander-Wasserrückhalteelementen), Schichthöhe: 12 cm, Vegetationsform: Sedum – Kräuter – Gräser, Wasserrückhalt: $\geq 70\%$

Intensive Dachbegrünung, Schichthöhe: 26 – 47 cm, Vegetationsform: Stauden – Gehölze – Rasen, Wasserrückhalt: $\geq 70\%$

Energiespardächer (SolarGrünDach), Schichthöhe: ab 8 cm, Vegetationsform: Sedum, Wasserrückhalt: ca. 50 – 60%

Zusätzliche thermische Gunsteffekte können auch über Fassadenbegrünungen (**Foto 1**) erzielt werden. 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.

Zur Begrünung bieten sich insbesondere größere Fassadenteile ohne Fensteröffnungen an (z.B. Südfassade der Kita). Zur Verschattung der Fassade können alternativ auch großkronige Bäume oder Spalierbäume vorgesehen werden.



Foto 1: Beispielhafte Fassadenbegrünung (Bild freigegeben von: ©VERTIKO GmbH)
<https://www.vertiko.de/begrueunungen-loesungen/living-wall-outdoor/>

Ergänzend sollte geprüft werden, ob im Straßenraum An der Oberbrücke (siehe **Foto 2**) zusätzliche Straßenbäume realisierbar sind, um den zusätzlichen Wärmelufteintrag über das Planungsvorhaben teilweise kompensieren zu können. Über die Schattenbildung der Bäume wird die Fahrbahn am Tag weniger aufgeheizt, wodurch auch in den Nachtstunden die Abkühlung forciert wird.



Foto 2 Straßenzug An der Oberbrücke. Blickrichtung nach Norden (Fotoaufnahme: ÖKOPLANA)

Bei der am Westrand des Grundstücks STINNER GARTEN- UND LANDSCHAFTSBAU GMBH geplanten Lagerhalle sollte eine Dachbegrünung vorgesehen werden. Ist eine Dachbegrünung aus statischen Gründen nicht realisierbar, ist die Halle mit Sträuchern / Bäumen einzugrünen. Alternativ wäre auch eine Fassadenbegrünung denkbar.

Die o.a. Maßnahmen sind in ihrer Summenwirkung geeignet, die negativen klima-ökologischen Folgeerscheinungen der planungsbedingten Oberflächenversiegelung weiter zu minimieren.

Fazit:

Das vorgelegte Planungskonzept sowie die geplante landwirtschaftliche Lagerhalle lassen in ihrer Gesamtbilanz keine derart gravierenden klimaökologischen Negativeffekte erwarten, die einer Realisierung entgegenstehen. Unvermeidbare kleinklimatische Modifikationen, die sich aus dem Projekt ergeben, können durch ergänzende bauliche und grünordnerische Maßnahmen weiter reduziert werden, so dass die Funktion des Gonsbachtals als stadtklimatisch relevanter Ausgleichsraum nur unerheblich beeinträchtigt wird.



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

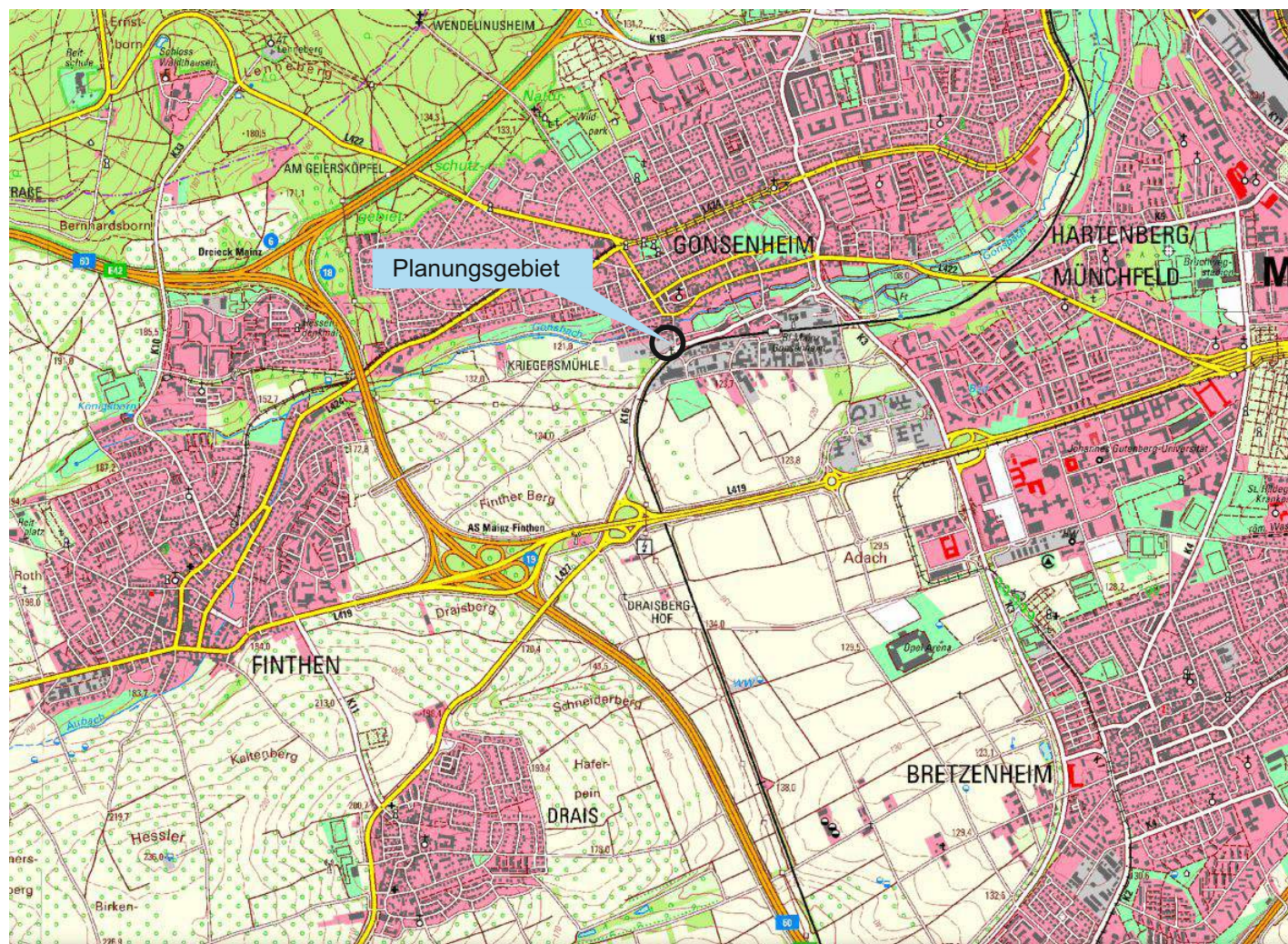
Mannheim, 16. Dezember 2021

Quellenverzeichnis / weiterführende Schriften

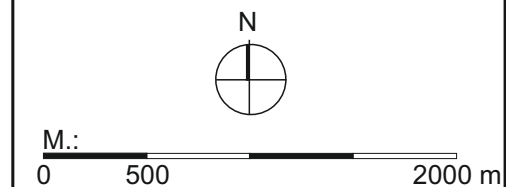
- BMBAU, BUNDESMINISTERIUM FÜR RAUMORDNUNG, BAUWESEN UND STÄDTEBAU (1979):** Regionale Luftaustauschprozesse und ihre Bedeutung für die räumliche Planung. Schriftenreihe 06.032. Bonn.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (2013):** KLAMIS. Modellgestützte Klimaanalysen und –bewertungen für die Regionalplanung. Grundlagen für einen Leitfaden. Berlin.
- BRUSE, M. (2002/2021):** Envi-Met - Mikroskaliges Klimamodell. Bochum.
- BRUSE, M. (2003):** Stadtgrün und Stadtklima – Wie sich Grünflächen auf das Mikroklima in Städten auswirken. In: LÖBF-Mitteilungen 1/2003. S. 66 – 70.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (2017):** Modellbasierte Analyse des Stadtklimas als Grundlage für die Klimaanpassung am Beispiel von Wiesbaden und Mainz. Abschlussbericht zum Arbeitspaket 3 des Projekts KLIMAPRAX Wiesbaden/Mainz – Stadtklima in der kommunalen Praxis. Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 249. Offenbach a. M.
- DEUTSCHER STÄDTETAG (2012):** Positionspapier Anpassung an den Klimawandel – Empfehlungen und Maßnahmen der Städte. Köln.
- FRIEDRICHS, J. ET AL. (2014):** Klimaanpassung in Kommunen und Regionen – eine Praxishilfe des Umweltbundesamtes. In: UVP-Report 28 (3 + 4). Hamm. S. 133 - 138
- GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA (2017):** Planungsempfehlungen für die (stadt-)klimawandelgerechte Entwicklung von Konversionsflächen – Modellvorhaben Heidelberg. Reihe KLIMOPASS-Berichte. Hrsg.: LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Karlsruhe.
- GEO TOP 1992:** Klimagutachten westlicher Freiraum Mainz. Mainz.
- GIESE-EICHHORN (1998/2016):** Handbuch zum prognostischen Strömungsmodell MISKAM. Wackernheim.
- IÖR (2011):** REGKLAM Ergebnisbericht. Regionales Klimaanpassungsprojekt Modellregion Dresden. Stadtstrukturabhängige Ausweisung sensibler Siedlungsräume bei thermischen Belastungen als Grundlage für die künftige Stadtentwicklung. Dresden.
- KANDLER, O. 1975:** Bericht zum Flächennutzungsplan als integrierte Gesamtplanung der Stadt Mainz – Bioklimatische Analyse. Mainz.

- KATZSCHNER, A. (2008):** Thermische Belastungen und Gesundheit im stadtplanerischen Kontext. In: UVP-Report 22, Ausgabe 5. Hamm.
- KING, E. (1973):** Untersuchungen über kleinräumige Änderungen des Kaltluftflusses und der Frostgefährdung durch Straßenbauten (Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 130, Band 17).
- KUTTLER, W. (2004):** Stadtklima. Klimawandel – vom Menschen verursacht? 8. Umweltsymposium der Akademie gem. Wiss. Zu Erfurt. Erfurt.
- KUTTLER, W. (2010):** Urbanes Klima, Teil 2. In: Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 70, Nr. 9
- LANDESHAUPTSTADT MAINZ (1995):** Umweltbericht 1994. Teil „Stadtklima“ Mainz.
- LFUG RHEINLAND-PFALZ 1989:** Stadtklima Mainz. Hrsg. Stadt Mainz. Mainz.
- ÖKOPLANA (1991):** Klimaökologische Analyse im westlichen Stadtgebiet von Mainz unter besonderer Berücksichtigung des Strömungsgeschehens. Mannheim.
- ÖKOPLANA (2009):** Klimauntersuchung zum Bebauungsplan „Multifunktionales Stadion südlich des Europakreisels (B 157)“ und zur Änderung des Flächennutzungsplans. Mannheim.
- ÖKOPLANA (2011):** Klimaökologische Stellungnahme zum Bebauungsplan „Kisselberg – 1. Änderung (G112 / 1. Ä)“ in Mainz. Mannheim.
- 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.
- SCHÖNECK, L.; FUCHS, H.-J. (2018):** Geländeklimatische Untersuchungen an ausgewählten Standorten im Gonsbachtal der Stadt Mainz. Mitt. Pollichia Nr. 99. Bad Dürkheim.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2003):** VDI 3787, Bl. 5. Lokale Kaltluft. Düsseldorf.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2008):** VDI 3787, Bl. 2. Methoden zur human-bio-meteorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung – Teil I: Klima. Düsseldorf.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2019):** VDI 3787, Bl. 8. Stadtentwicklung im Klimawandel. Entwurf. Düsseldorf.

Abb. 1 Lage des Planungsgebiets „An der Oberbrücke“ im Stadtgebiet von Mainz
Ausschnitt aus der TK 1:25.000

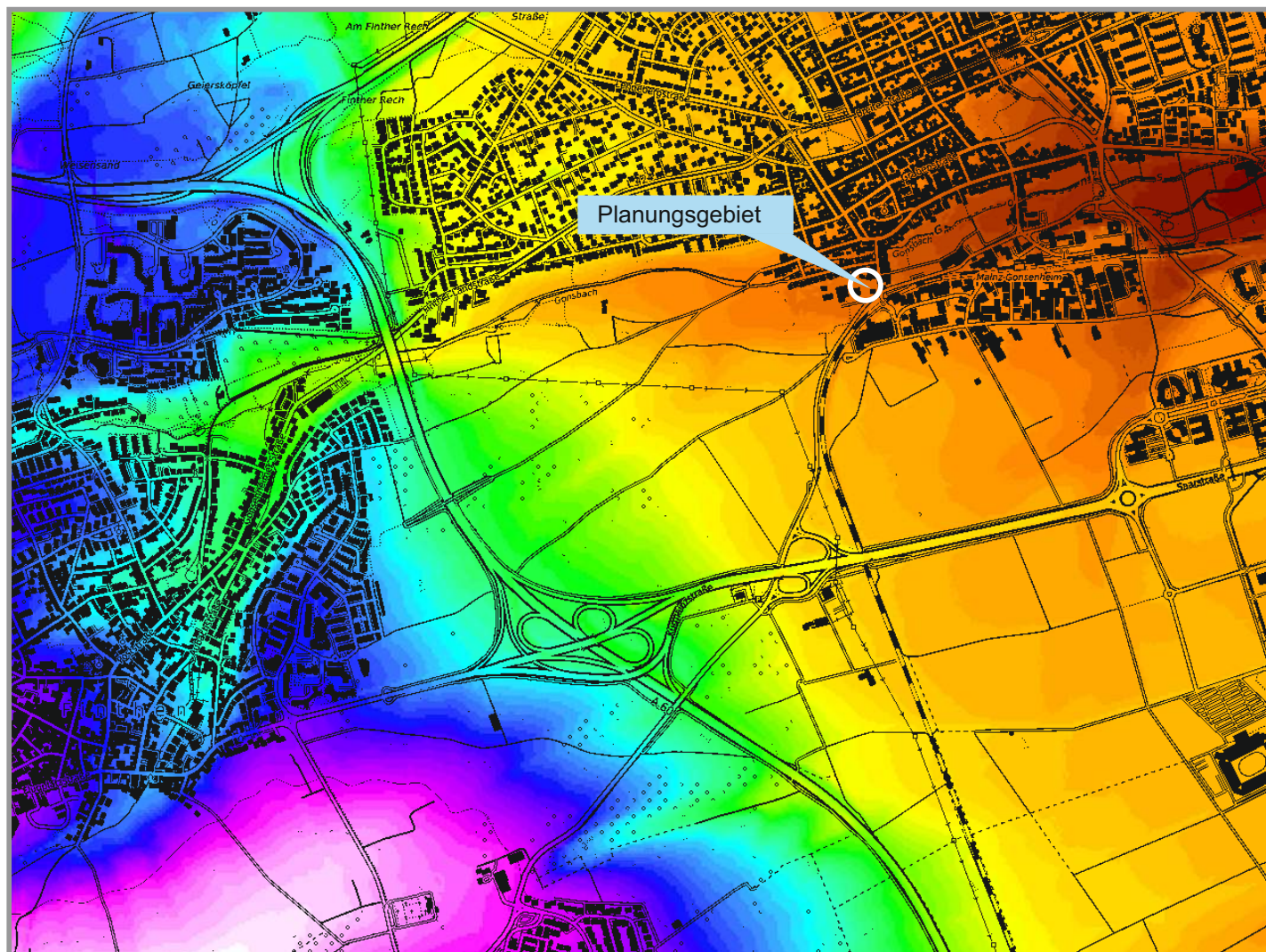


Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim



ÖKOPLANA

Abb. 2 Reliefsituation



Gelände­höhe in m ü. NN

105 - 106	147 - 148	189 - 190
107 - 108	149 - 150	191 - 192
109 - 110	151 - 152	193 - 194
111 - 112	153 - 154	195 - 196
113 - 114	155 - 156	197 - 198
115 - 116	157 - 158	199 - 200
117 - 118	159 - 160	201 - 202
119 - 120	161 - 162	203 - 204
121 - 122	163 - 164	205 - 206
123 - 124	165 - 166	207 - 208
125 - 126	167 - 168	209 - 210
127 - 128	169 - 170	211 - 212
129 - 130	171 - 172	213 - 214
131 - 132	173 - 174	215 - 216
133 - 134	175 - 176	217 - 218
135 - 136	177 - 178	219 - 220
137 - 138	179 - 180	221 - 222
139 - 140	181 - 182	
141 - 142	183 - 184	
143 - 144	185 - 186	
145 - 146	187 - 188	

Kartendaten:

© OpenStreetMap-Mitwirkende, SRTM /

Kartendarstellung: © OpenTopoMap (CC-BY-SA)

Projekt:

Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

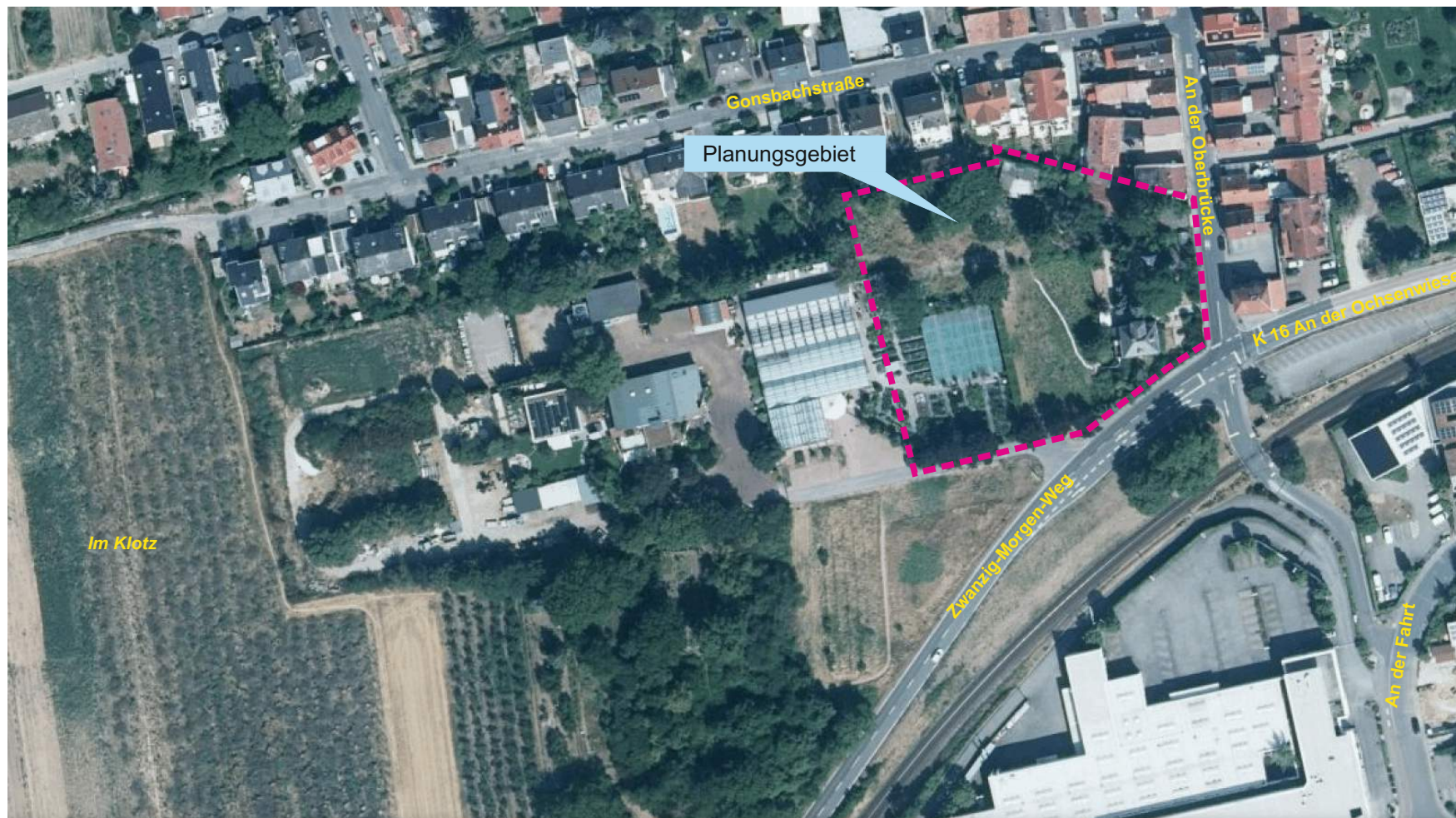


M.: 0 200 800 m

Digitales Geländemodell (DGM_10):
Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation
Rheinland-Pfalz

ÖKOPLANA

Abb. 3 Luftbild vom Planungsgebiet „An der Oberbrücke“



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

OPEN DATA

Datenlizenz Deutschland Namensnennung 2.0

Quellenvermerk: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (Jahr des Datenbezugs), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [Daten bearbeitet]

M.:
0 20 80 m

ÖKOPLANA

Abb. 4 Planungsgebiet „An der Oberbrücke“ - fotografische Dokumentation



Standorte und Blickrichtung der Fotoaufnahmen



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

Fotoaufnahmen: ÖKOPLANA

OPEN DATA

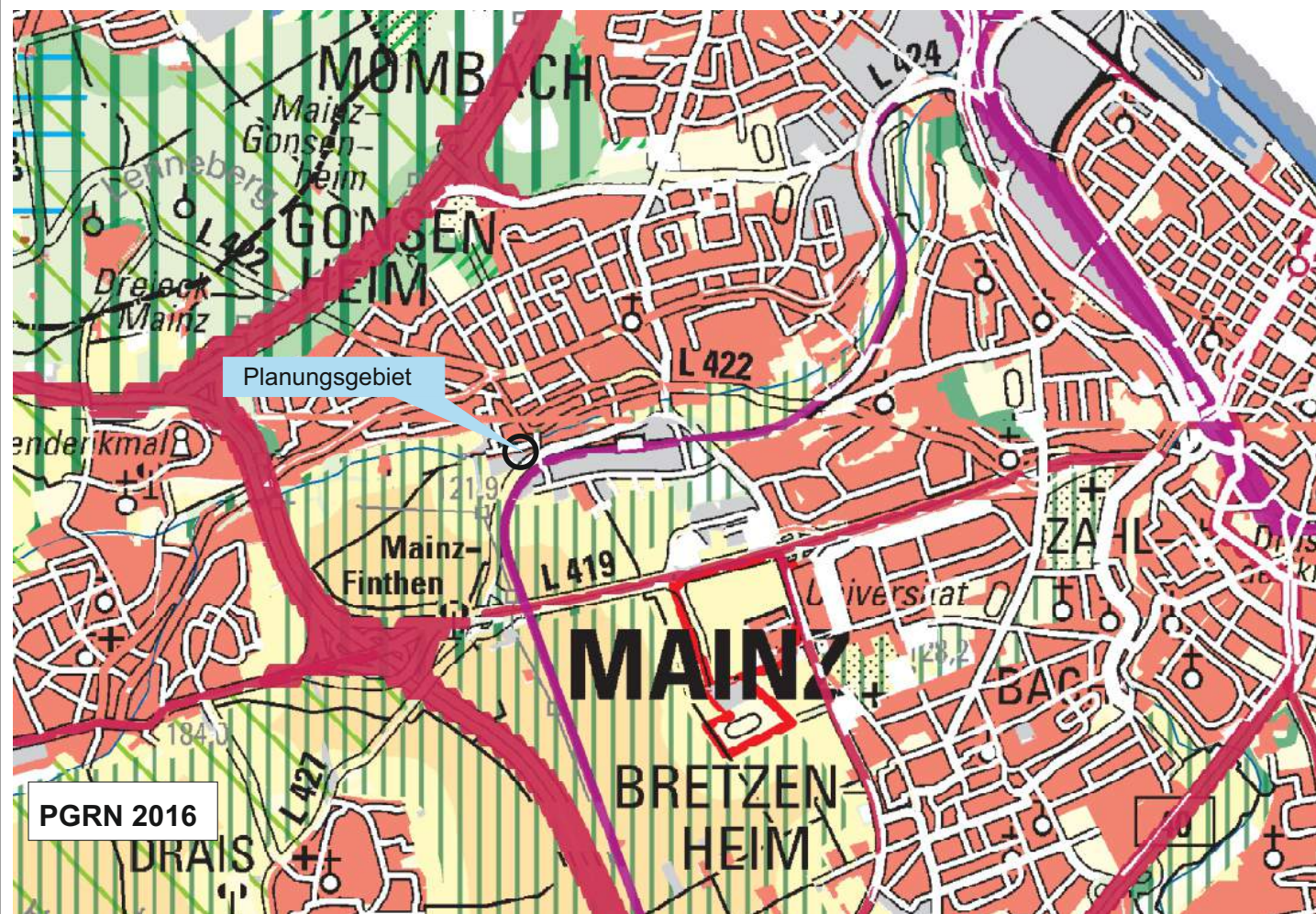
Datenlizenz Deutschland Namensnennung 2.0

Quellenvermerk: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (Jahr des Datenbezugs), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [Daten bearbeitet]



ÖKOPLANA

Abb. 5 Auszug aus dem Regionalen Raumordnungsplan der Planungsgemeinschaft Rheinhessen-Nahe



Karte bereitgestellt von:
Landeshauptstadt Mainz

Regionaler Raumordnungsplan der
Planungsgemeinschaft Rheinhessen-Nahe 2016

-  Grünzäsur, Siedlungszäsur (Z)
-  Vorranggebiet Regionaler Biotopverbund (Z)
-  Vorbehaltsgebiet Regionaler Biotopverbund (G)
-  Vorranggebiet Grundwasserschutz (Z)
-  Vorbehaltsgebiet Grundwasserschutz (G)
-  Vorranggebiet Landwirtschaft (Z)
-  Vorranggebiet Wald und Forstwirtschaft (Z)
-  Vorbehaltsgebiet Wald und Forstwirtschaft (G)
-  Sonstige Landwirtschaftsfläche

Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim



Abb. 6 Planungsentwurf „Gartenquartier An der Oberbrücke“ - Lageplan



Grafik bereitgestellt von:
Plan B Architekten & Ingenieure, Mainz-Kastel

Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

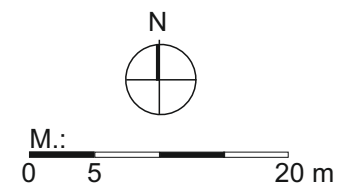


Abb. 7 Planungsentwurf „Gartenquartier An der Oberbrücke“ - Dachaufsicht

Grafiken bereitgestellt von:
Plan B Architekten & Ingenieure, Mainz-Kastel



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim



ÖKOPLANA

Abb. 8 Planungsentwurf „Gartenquartier An der Oberbrücke“ - Ansichten



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

Grafiken bereitgestellt von:
Plan B Architekten & Ingenieure, Mainz-Kastel



Abb. 9 Planungsentwurf „Gartenquartier An der Oberbrücke“ - fotorealistische Ansichten



Perspektive Knotenpunkt:
An der Oberbrücke und Zwanzig-Morgen-Weg



Perspektive Kindertagesstätte

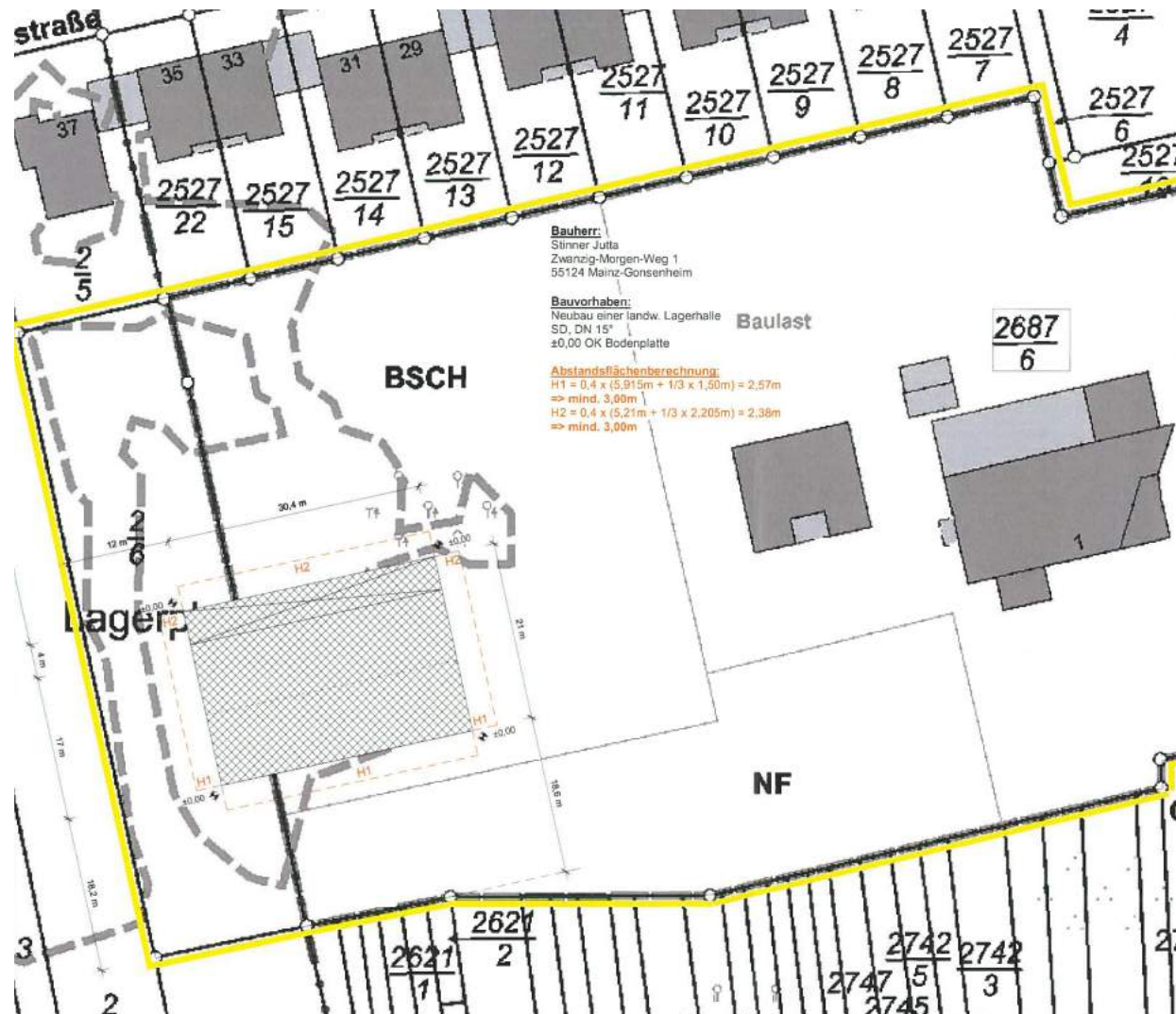
Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

Grafiken bereitgestellt von:
Plan B Architekten & Ingenieure, Mainz-Kastel



ÖKOPLANA

Abb. 10.1 Ergänzende Baumaßnahme westlich des Planungsgebiets
Neubau einer landwirtschaftlich genutzten Lagerhalle - Abstandsflächenplan



Grafik bereitgestellt von:
 Plan B Architekten & Ingenieure, Mainz-Kastel

- Abstandsflächenbegrenzung
- Baugrundstück
- bestehende bauliche Anlage
- gepl. bauliche Anlage
- öffentliche Verkehrsfläche

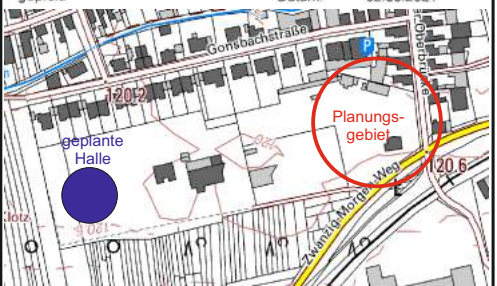
Wolf System GmbH
 Am Stadtwald 20
 94466 Osterhofen
 www.wolfsystem.de

LBauO § 64, Abs. 2 Nr. 2
 Dipl.-Ing. Assen Hanns-Eike
 in Fa. Wolf System GmbH
 Am Stadtwald 20, 94466 Osterhofen



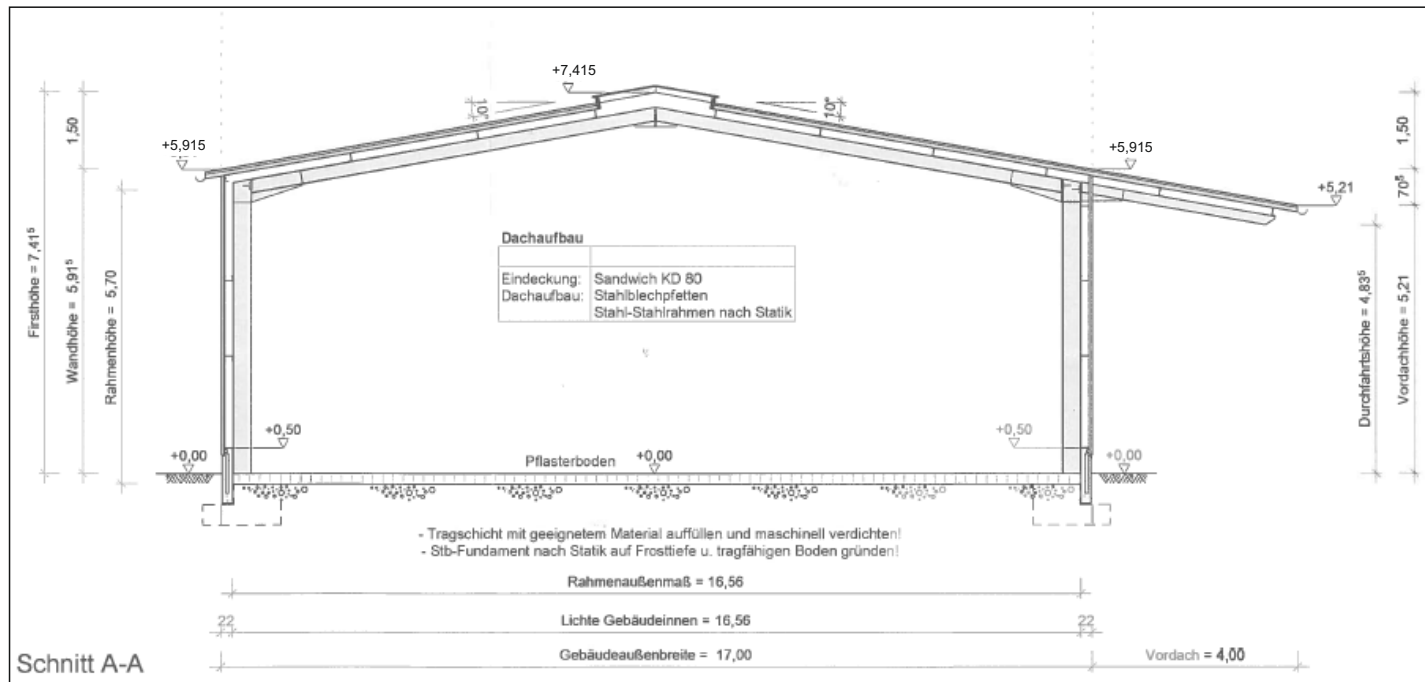
gezeichnet: Seidl Christian
 Telefon: 09932/37-1758
 geprüft:

Auftrags-Nr.: 213516
 Datum: 02.06.2021



Projekt:
 Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
 Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
 Mainz-Gonsenheim

**Abb. 10.2 Ergänzende Baumaßnahme westlich des Planungsgebiets
Neubau einer landwirtschaftlich genutzten Lagerhalle - Schnitt**

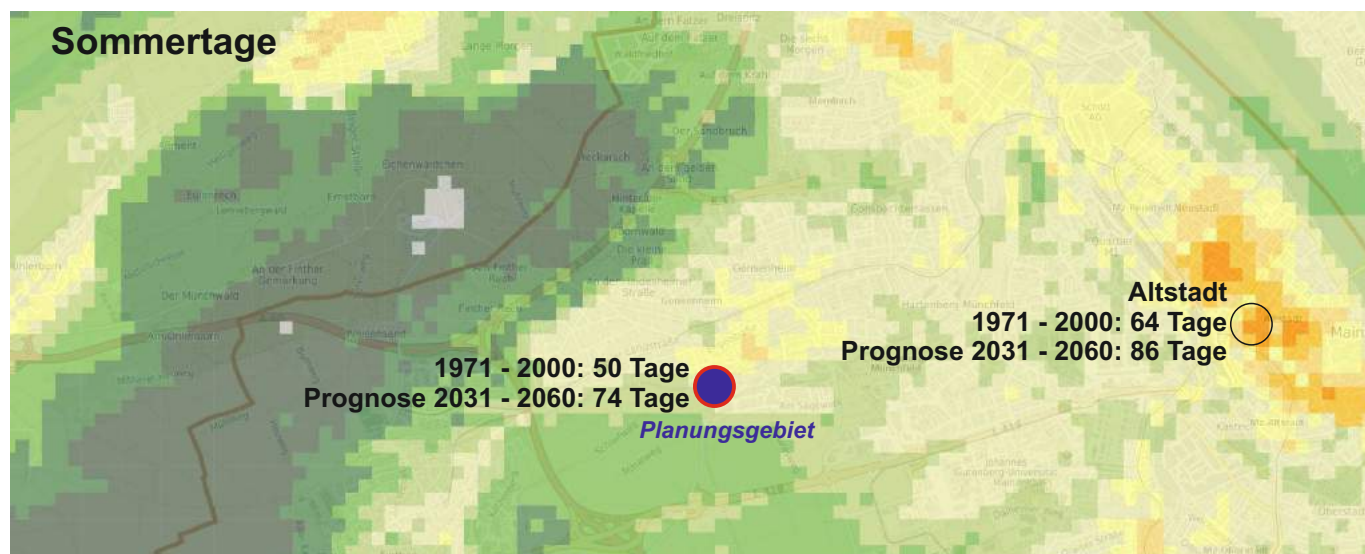


Grafik bereitgestellt von:
Plan B Architekten & Ingenieure, Mainz-Kastel

Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

Abb. 11 Berechnete mittlere Anzahl der Sommertage und heißen Tage pro Jahr auf Grundlage von Messwerten der Jahre 1971 - 2000 (DWD 2017) und Prognose 2031 - 2060

Grafikquelle: <https://geodaten.mainz.de/>



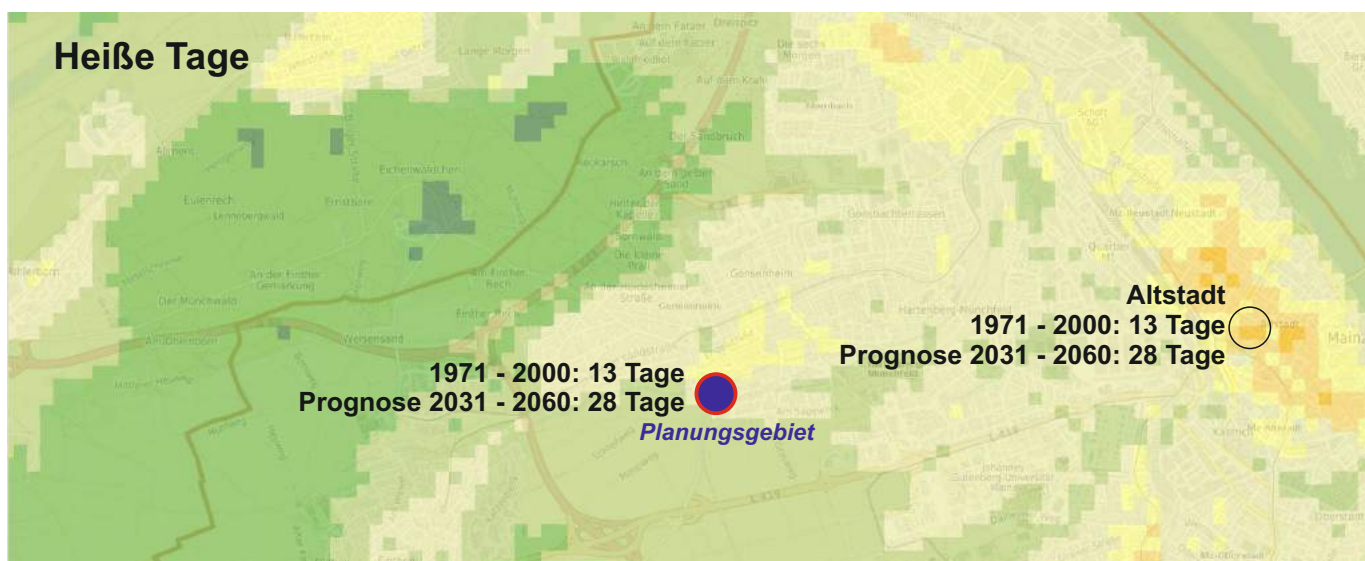
Mittlere jährliche Anzahl der Tage mit $T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$ (Sommertage) und der Tage mit $T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$ (heiße Tage) auf Grundlage von Messwerten des Zeitraums 1971 - 2000

Sommertage

- unter 28 Tage
- 28 bis unter 32 Tage
- 32 bis unter 36 Tage
- 36 bis unter 40 Tage
- 40 bis unter 44 Tage
- 44 bis unter 48 Tage
- 48 bis unter 52 Tage
- 52 bis unter 56 Tage
- 56 bis unter 60 Tage
- 60 bis unter 64 Tage
- 64 Tage und mehr

Heiße Tage

- unter 6 Tage
- 6 bis unter 9 Tage
- 9 bis unter 12 Tage
- 12 bis unter 15 Tage
- 15 bis unter 18 Tage
- 18 bis unter 21 Tage
- 21 Tage und mehr



Projekt:
 Klimagutachten zum vorhabenbezogenen Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in Mainz-Gonsenheim

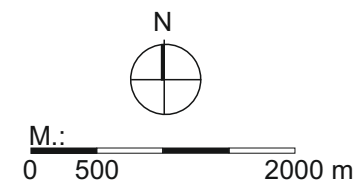
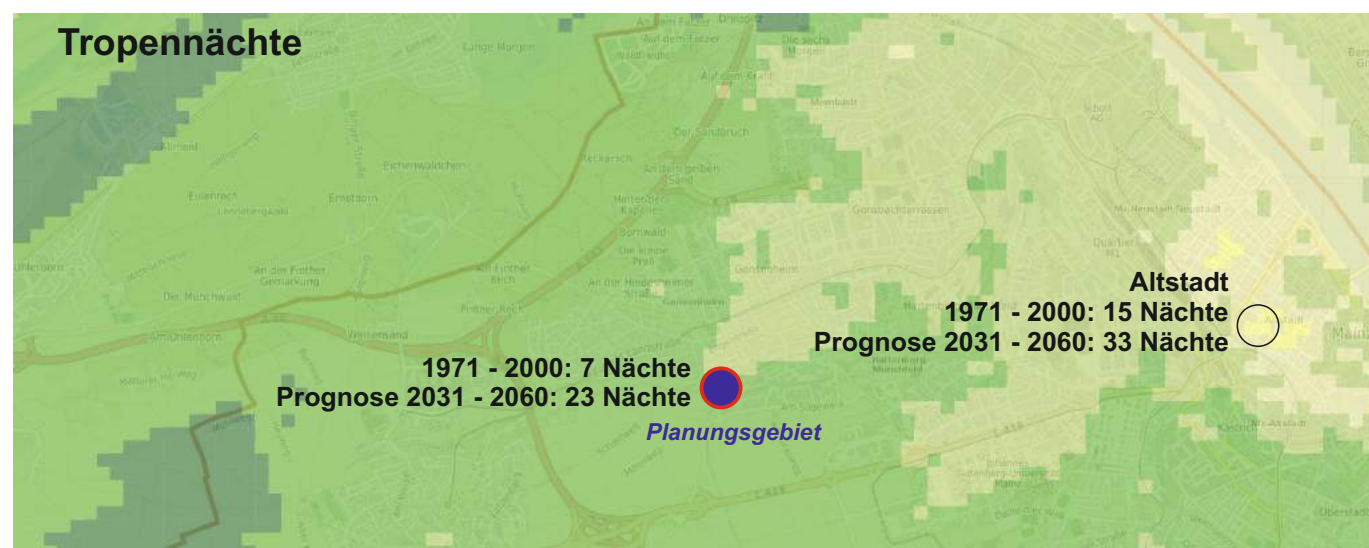


Abb. 12 Berechnete mittlere Anzahl der Tropennächte pro Jahr auf Grundlage von Messwerten der Jahre 1971 - 2000 (DWD 2017) und Prognose 2031 - 2060

Grafikquelle: <https://geodaten.mainz.de/>



Mittlere jährliche Anzahl der Tage mit $T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$ (Tropennächte) auf Grundlage von Messwerten des Zeitraums 1971 - 2000



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in Mainz-Gonsenheim

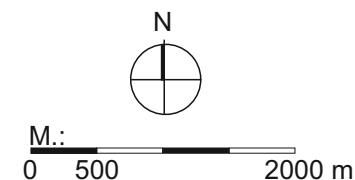
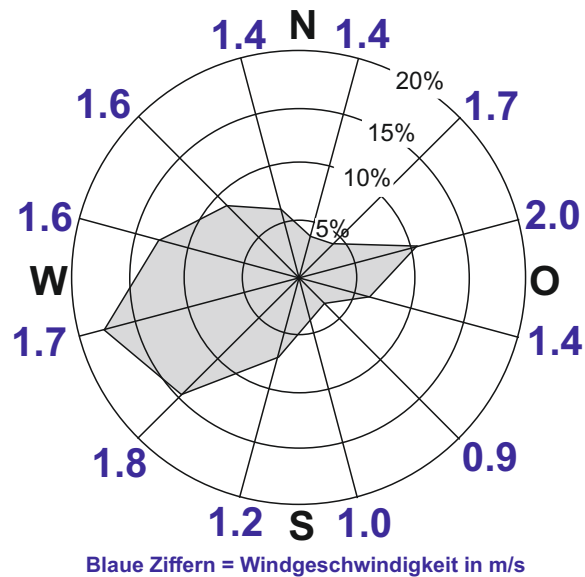


Abb. 13 Windstatistik ZIMEN-Luftmessstation Mainz-Mombach 2007 - 2016



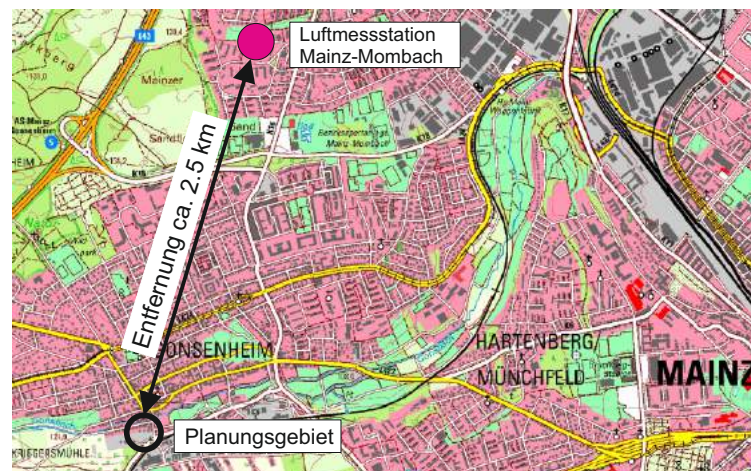
Windrose Mombach Zeitraum: 01.01.2007 00:30 bis 31.12.2016 24:00

	WR [Grad]	WG [m/s]
Klasse	Verteilung [%]	MW
Kalme	0,00	-
Drehend	0,00	-
0-30	3,96	1,4
30-60	4,12	1,7
60-90	10,76	2,0
90-120	6,35	1,4
120-150	3,26	0,9
150-180	3,95	1,0
180-210	7,34	1,2
210-240	14,73	1,8
240-270	17,74	1,7
270-300	12,79	1,6
300-330	8,91	1,6
330-360	6,11	1,4

Mittlere Windgeschwindigkeit über
alle Windrichtungen gemittelt: 1.6 m/s

Winddaten bereitgestellt von:
Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz

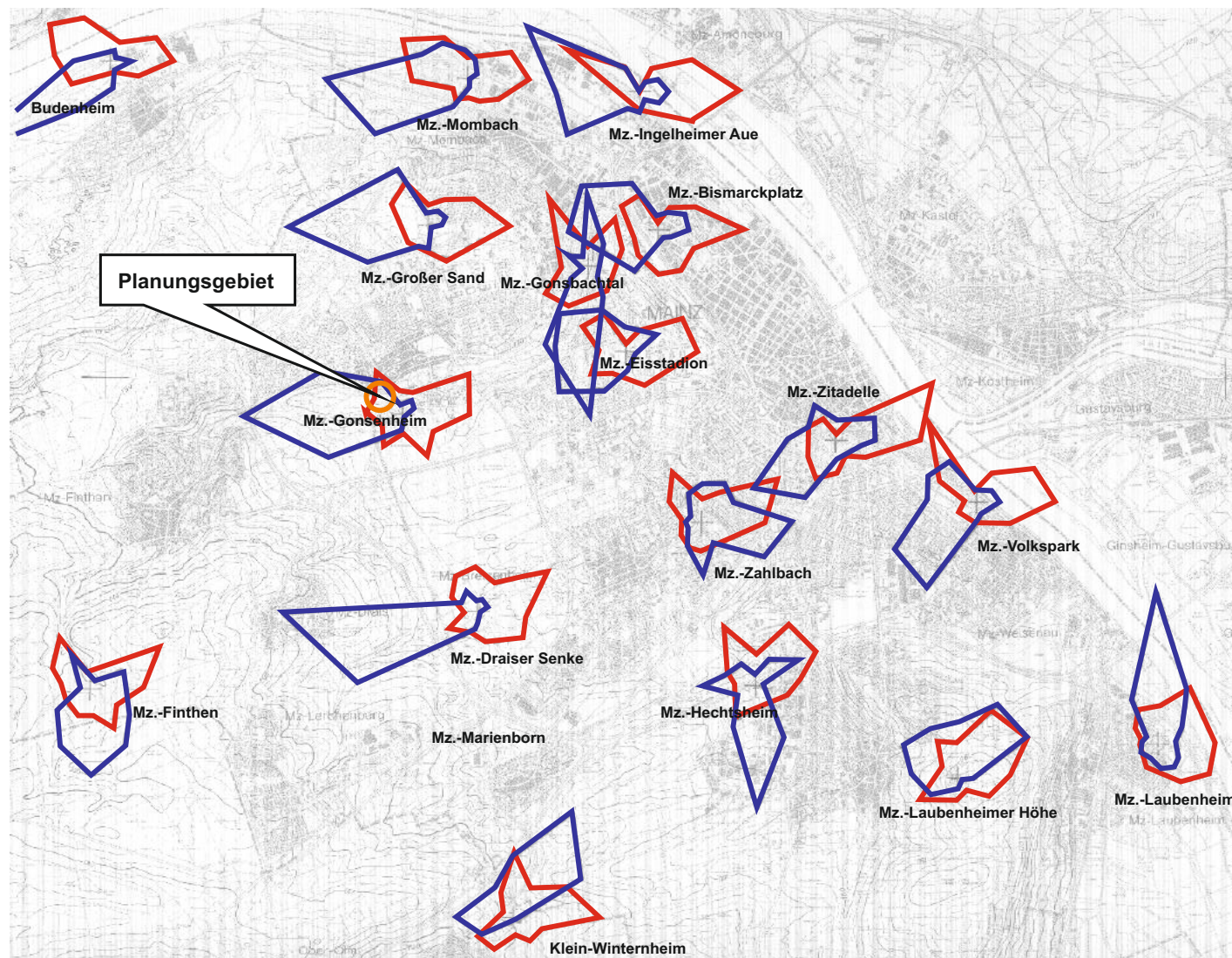
Messstationslage: Dr.-Falk-Weg,
120 m ü.NN



OPEN DATA
Datenlizenz Deutschland Namensnennung 2.0
Quellenvermerk: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (Jahr des Datenbezugs), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [Daten bearbeitet]

Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

Abb. 14 Häufigkeitsverteilung der Windrichtung, 07.1983 (LfUG Rheinland-Pfalz 1989)



Karte aus:
Stadt Mainz Umweltbericht 1994
Teil „Stadtklima“, Kartenband

- Tag: 08 - 17 Uhr
- Nacht: 21 - 04 Uhr
- Länge entspricht einer Häufigkeit von 10%

Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim



Abb. 15 Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittlere Windgeschwindigkeiten
Zeitraum: August - Oktober 1988, Strahlungstage

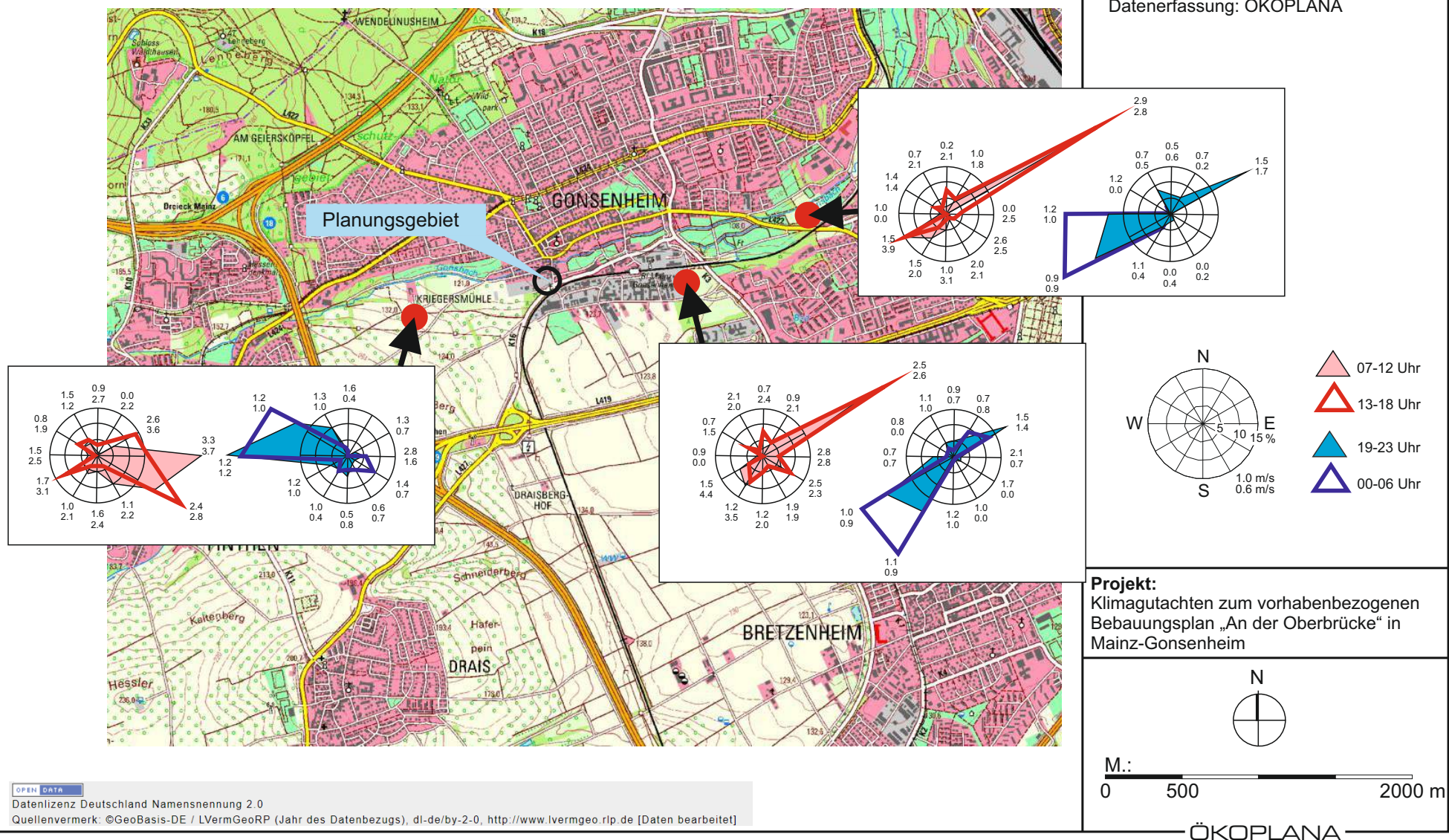
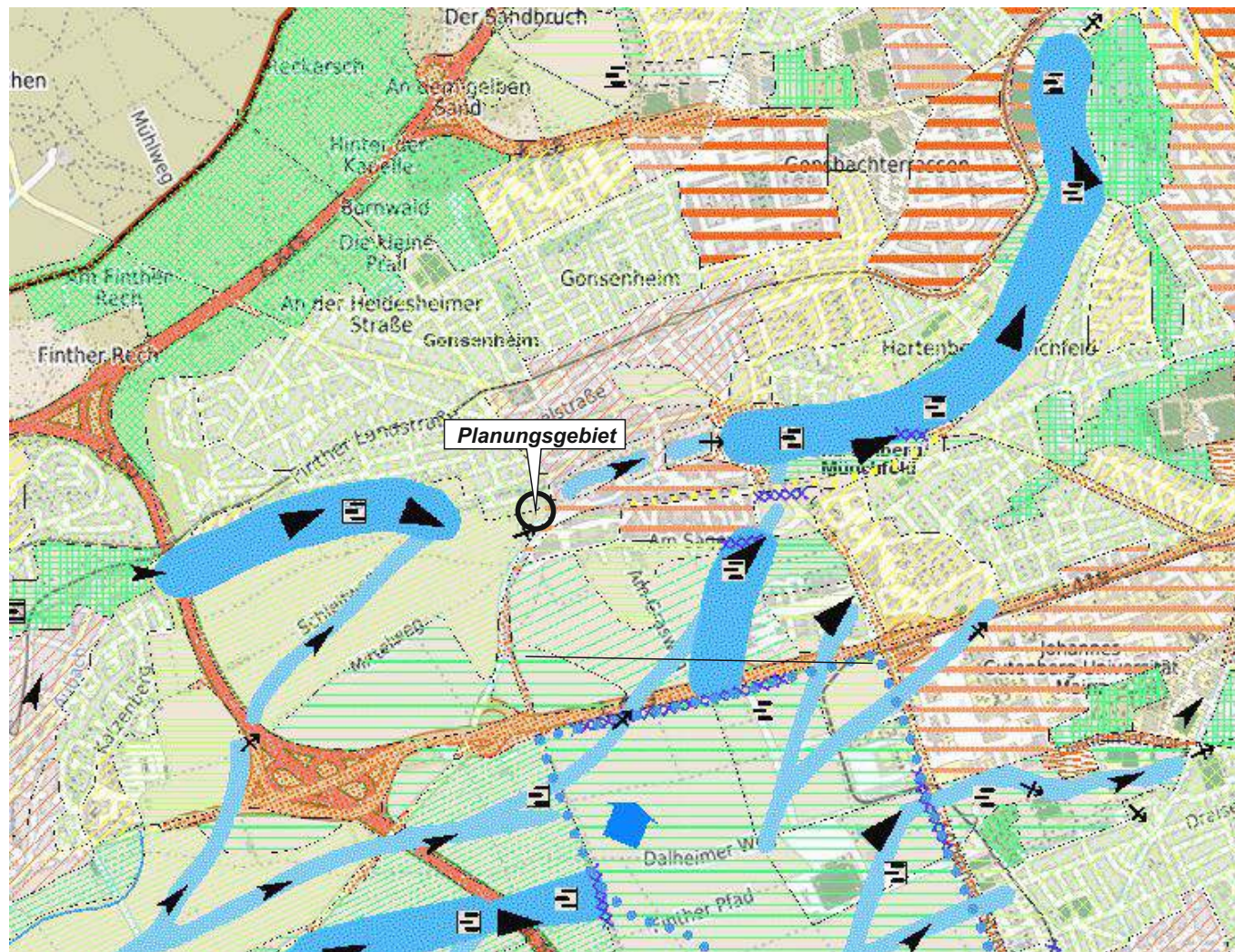
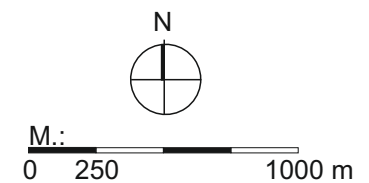


Abb. 16.1 Ausschnitt aus der Klimafunktionskarte der Landeshauptstadt Mainz



Grafikquelle: <https://geodaten.mainz.de/>

Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim



ÖKOPLANA

Abb. 16.2 Legende zur Klimafunktionskarte der Landeshauptstadt Mainz

Klimafunktionsräume

Klimafunktionsräume von höchster Wertigkeit mit sehr hoher Ausgleichswirkung

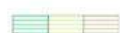
-  Ventilationsbahn, regional
-  Ventilationsbahn, lokal
-  Gewässerklima

Klimafunktionsräume von sehr hoher Wertigkeit mit sehr hoher Ausgleichswirkung

-  Waldklima
-  Auenklima, Feuchtbereiche
-  Parkklima

Klimafunktionsräume von hoher Wertigkeit mit sehr hoher/hoher/mäßiger Ausgleichswirkung

Im Außenbereich

-  Hangbereiche, geringe Grünmasse
-  Hangbereiche, hohe Grünmasse
-  Ebene/Hochfläche, geringe Grünmasse
-  Ebene/Hochfläche, hohe Grünmasse

Im Innenbereich

-  Stadtrand-/Ortsrandklima geringe Baumasse, hohe Grünmasse
-  Klima großer Sport- und Freizeitanlagen

Klimafunktionsräume von mittlerer Wertigkeit mit geringer Ausgleichswirkung

-  Weinbergklima
-  Sand- u. Aufbauflächenklima

Klimafunktionsräume von geringer Wertigkeit mit gering bis stark belastendem Klima

-  Stadtrand-/Ortsrandklima hohe Baumasse, geringe Grünmasse
-  Klima von Gleisanlagen
-  Stadtrand-/Ortsrandklima
-  Innenstadtklima
-  Cityklima
-  Gewerbeklima
-  Industrieklima
-  Klima bes. Großparkplätze
-  Klima der Hauptverkehrsachsen

Ventilation

-  Kaltluftabfluss, regional
-  Kaltluftabfluss, lokal
-  Kaltluftabfluss, flächenhaft
-  Ventilationsbahn, unterbrochen
-  Zeitweilige Luftstagnation

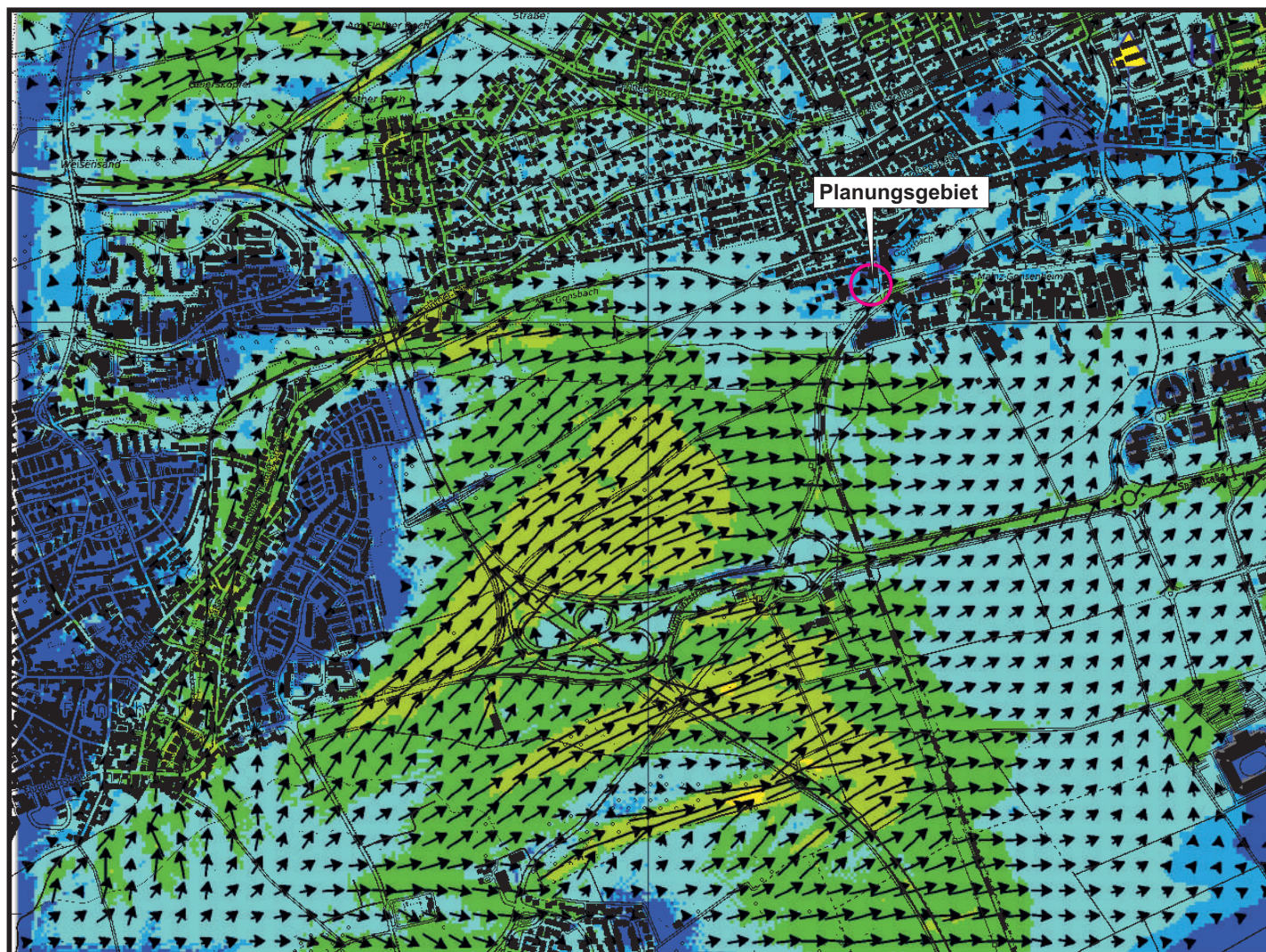
-  Kaltluftstau
-  Abgrenzung Kaltlufteinzugsgebiet
-  Abgrenzung Ventilationsbahn, variabel
-  Kaltluftsee herausragende Bedeutung
-  Baublöcke
-  Stadtgrenze

Grafikquelle: <https://geodaten.mainz.de/>

Projekt:

Klimagutachten zum vorhabenbezogenen Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in Mainz-Gonsenheim

**Abb. 17.1 Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, Ist-Zustand
Kaltluftfließgeschwindigkeit 2 m ü.G., 6 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung**



**Kaltluftfließgeschwindigkeit
in m/s**

- 0 bis 0,1
- ueber 0,1 bis 0,2
- ueber 0,2 bis 0,5
- ueber 0,5 bis 1,0
- ueber 1,0 bis 2,0
- ueber 2,0 bis 3,0

DWD Deutscher
Wetterdienst
Modell KLAM_21
V2.012

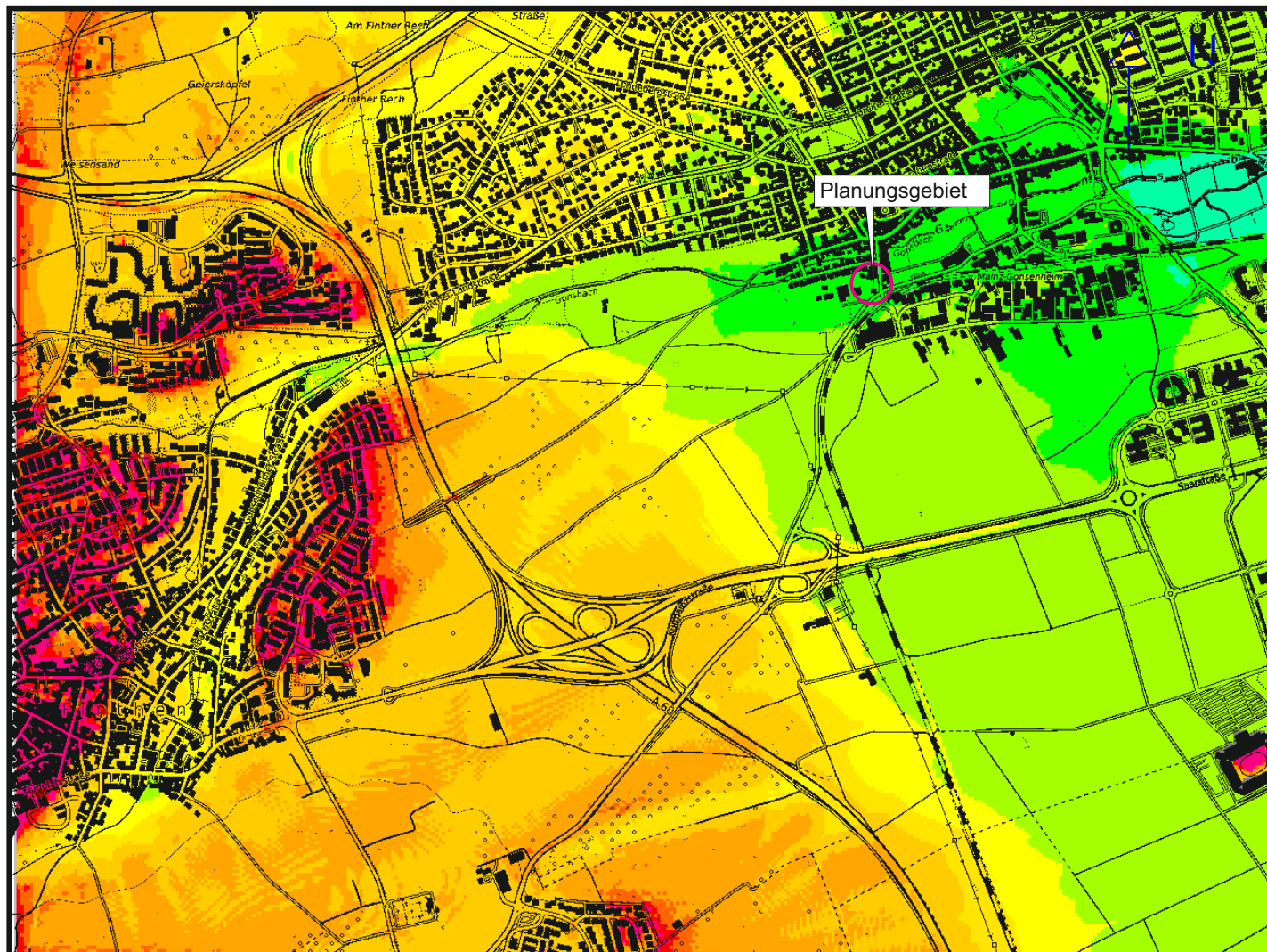
Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim



M.:
0 250 1000 m

ÖKOPLANA

**Abb. 17.2 Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, Ist-Zustand
Kaltluftmächtigkeit, 6 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung**



Kaltluftmächtigkeit
in m ü. G.

- 0
- 1
- 2
- 3 bis 4
- 5 bis 9
- 10 bis 14
- 15 bis 19
- 20 bis 29
- 30 bis 39
- 40 bis 59



Deutscher
Wetterdienst
Modell KLAM_21
V2.012

Projekt:

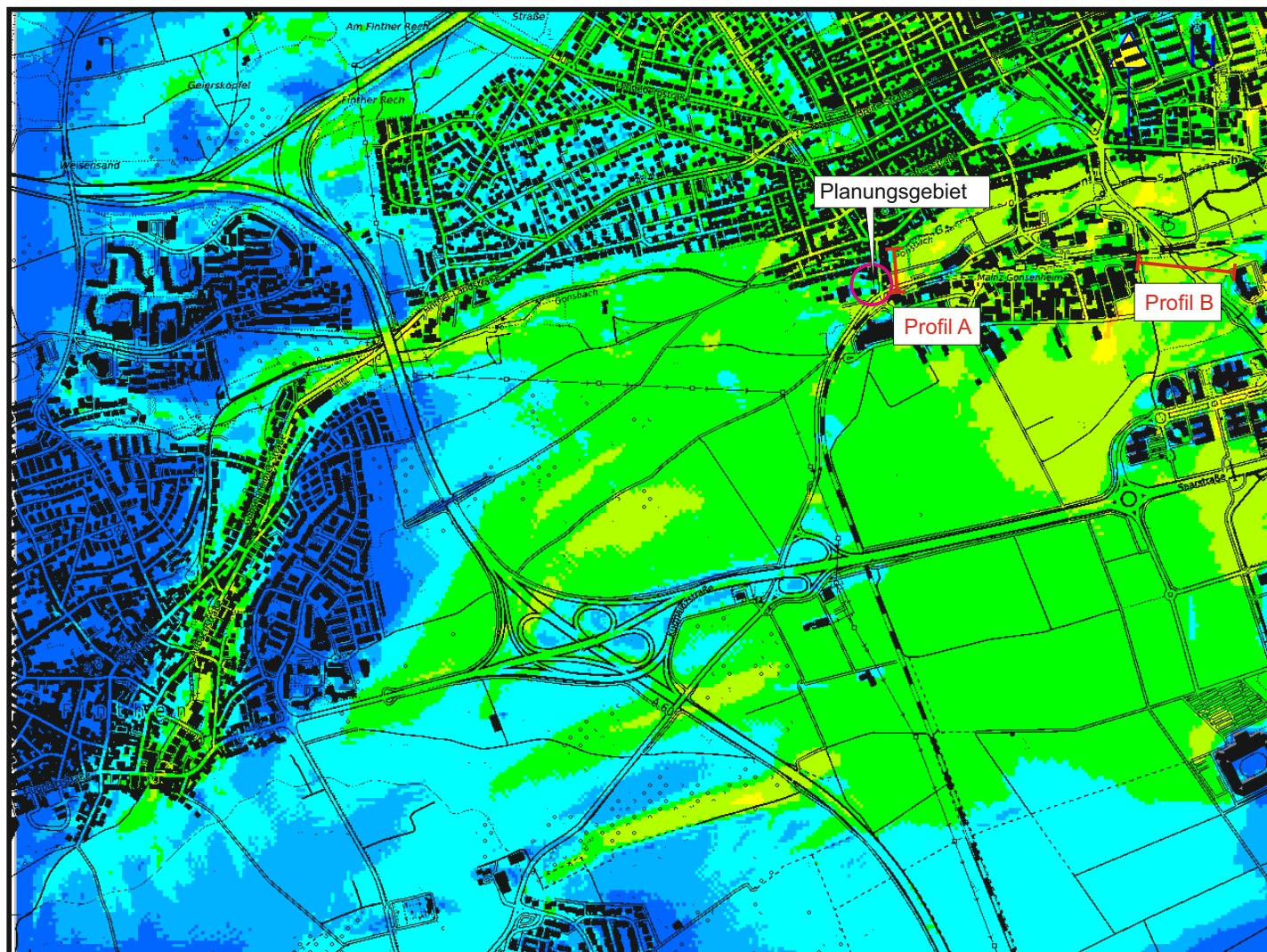
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim



M.:
0 250 1000 m

ÖKOPLANA

**Abb. 17.3 Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, Ist-Zustand
Kaltluftvolumenstromdichte, 6 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung**



Kaltluftvolumenstromdichte
in $\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{s}$

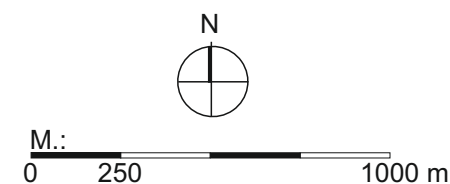
- 0 bis 1
- ueber 1 bis 2
- ueber 2 bis 5
- ueber 5 bis 10
- ueber 10 bis 20
- ueber 20 bis 30
- ueber 30 bis 50

Kaltluftvolumenstrom
durch Profil A: $750 \text{ m}^3/\text{s}$

Kaltluftvolumenstrom
durch Profil B: $3.097 \text{ m}^3/\text{s}$

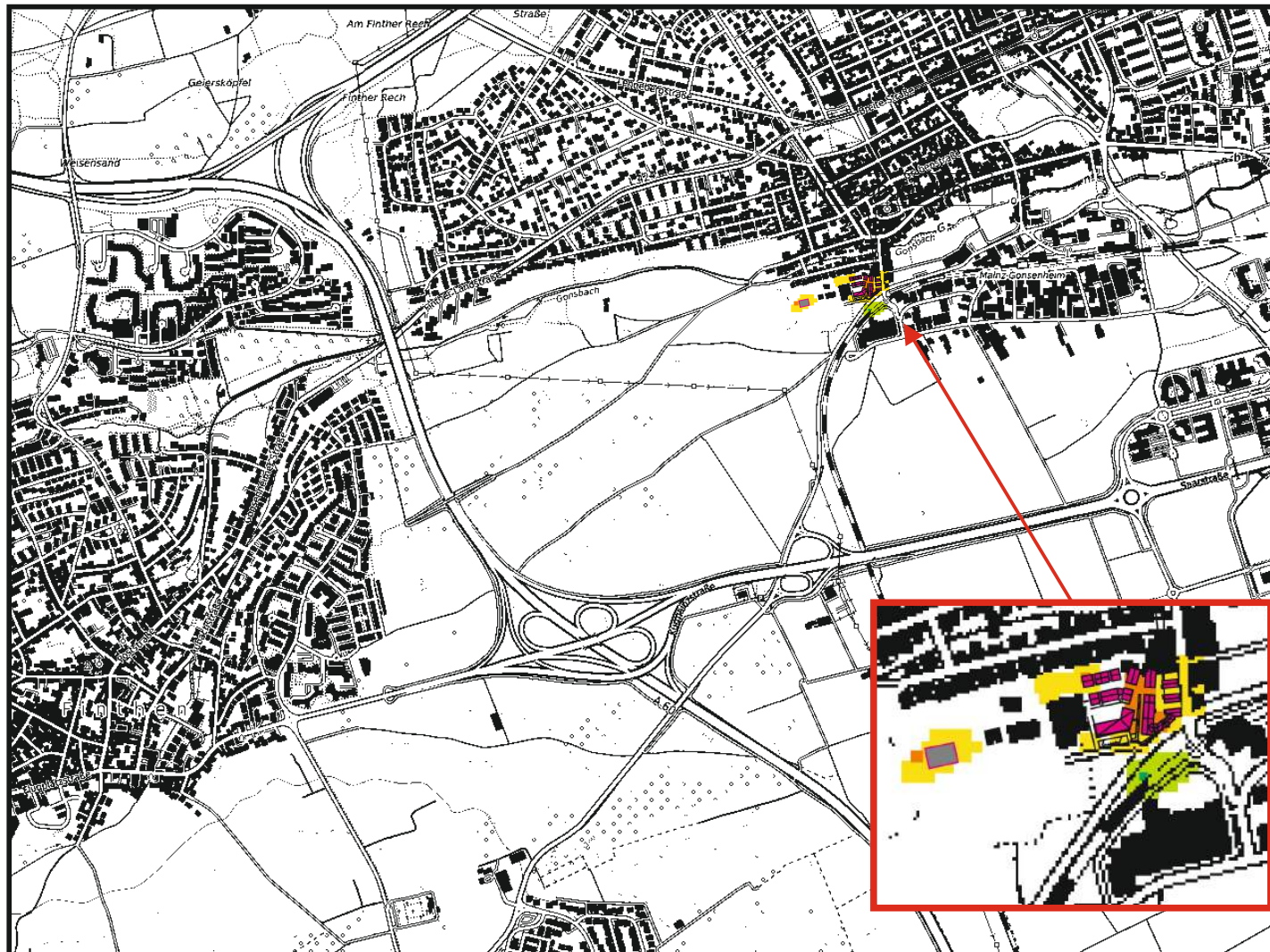
DWD Deutscher
Wetterdienst
Modell Klam_21
V2.012

Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim



ÖKOPLANA

**Abb. 17.4 Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich
Zu- bzw. Abnahme der Kaltluftfließgeschwindigkeit durch den Plan-Zustand, 6 Stunden
nach einsetzender Kaltluftbildung**



Veränderung der Kaltluftfließ-
geschwindigkeit in m/s

- ueber -0,5 bis -0,2
- ueber -0,2 bis -0,1
- ueber -0,1 bis -0,05
- ueber -0,05 bis 0,05
- ueber 0,05 bis 0,1
- ueber 0,1 bis 0,2

↑ Zunahme
↓ Abnahme



Deutscher
Wetterdienst
Modell Klam_21
V2.012

Projekt:

Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim



M.: 0 250 1000 m

ÖKOPLANA

**Abb. 17.5 Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich
Zu- bzw. Abnahme der Kaltluftvolumenstromdichte durch den Plan-Zustand, 6 Stunden
nach einsetzender Kaltluftbildung**



Veränderung des Kaltluftvolumenstroms
in $\text{m}^3/\text{m s}$

- ueber -5 bis -2
- ueber -2 bis -1
- ueber -1 bis -0,5
- ueber -0,5 bis 0,5
- ueber 0,5 bis 1
- ueber 1 bis 2

↑ Zunahme
↓ Abnahme

Kaltluftvolumenstrom
durch Profil A: $729 \text{ m}^3/\text{s}$

Prozentuale Veränderung
gegenüber dem Ist-Zustand
-2.8%

DWD Deutscher
Wetterdienst
Modell Klam_21
V2.012

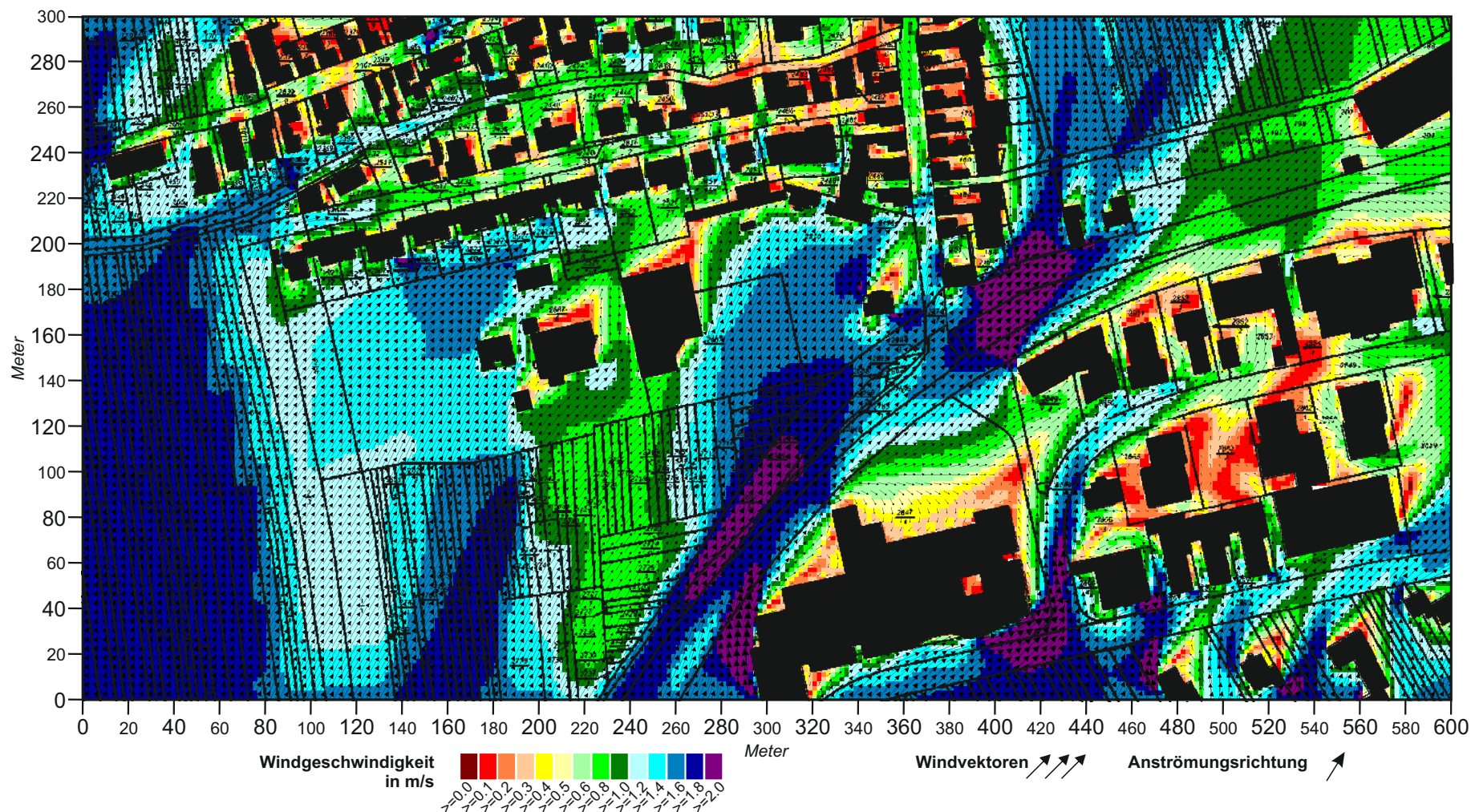
Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim



M.:
0 250 1000 m

ÖKOPLANA

Abb. 18.1 Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen, Ist-Zustand (Tagsituation).
Windgeschwindigkeit und Windrichtung bei vorherrschendem Südsüdwestwind (210°)
mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü. G.



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

OPEN DATA

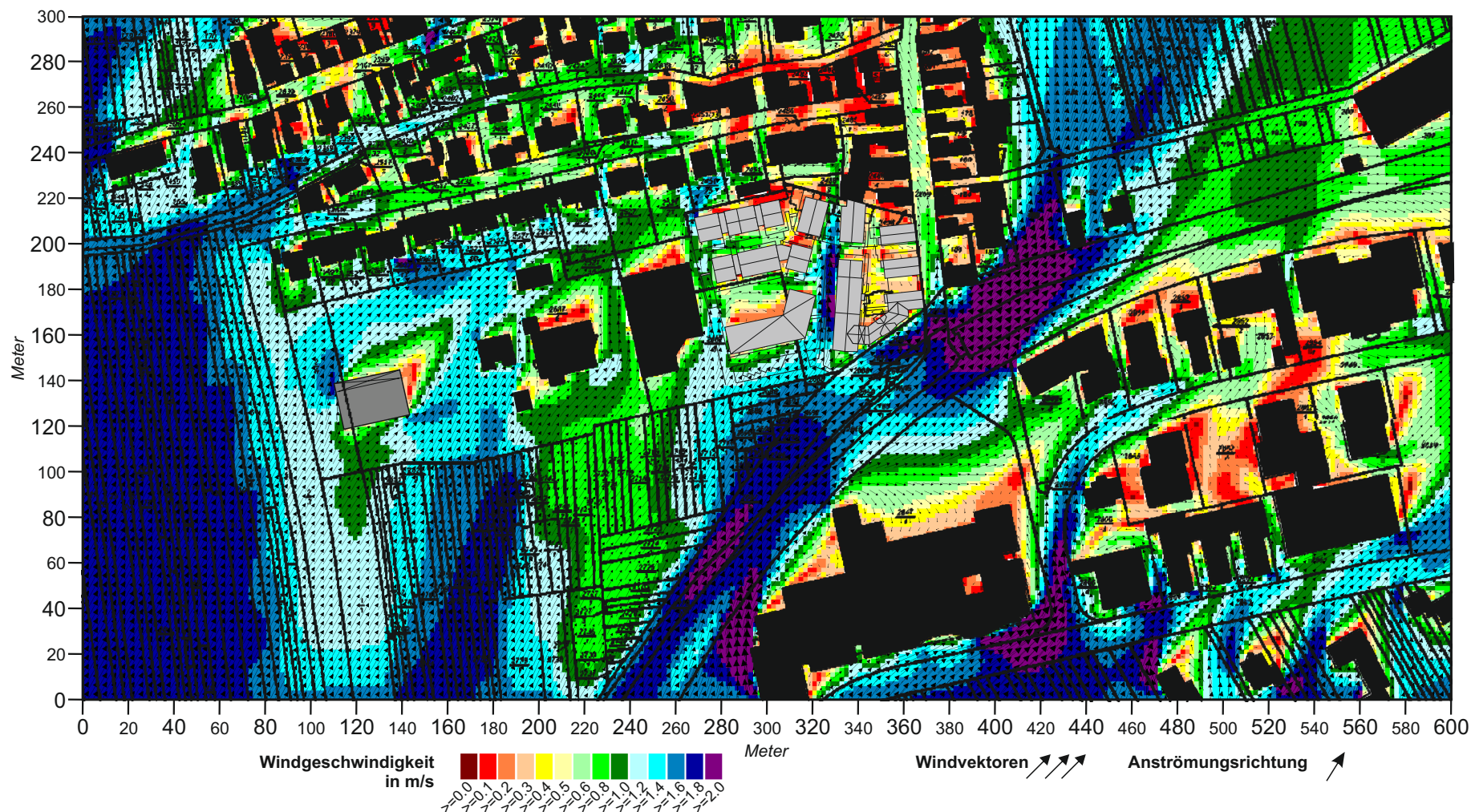
Datenlizenz Deutschland Namensnennung 2.0

Quellenvermerk: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (Jahr des Datenbezugs), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [Daten bearbeitet]



ÖKOPLANA

Abb. 18.2 Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen, Plan-Zustand (Tagsituation).
Windgeschwindigkeit und Windrichtung bei vorherrschendem Südsüdwestwind (210°)
mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü. G.



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

OPEN DATA

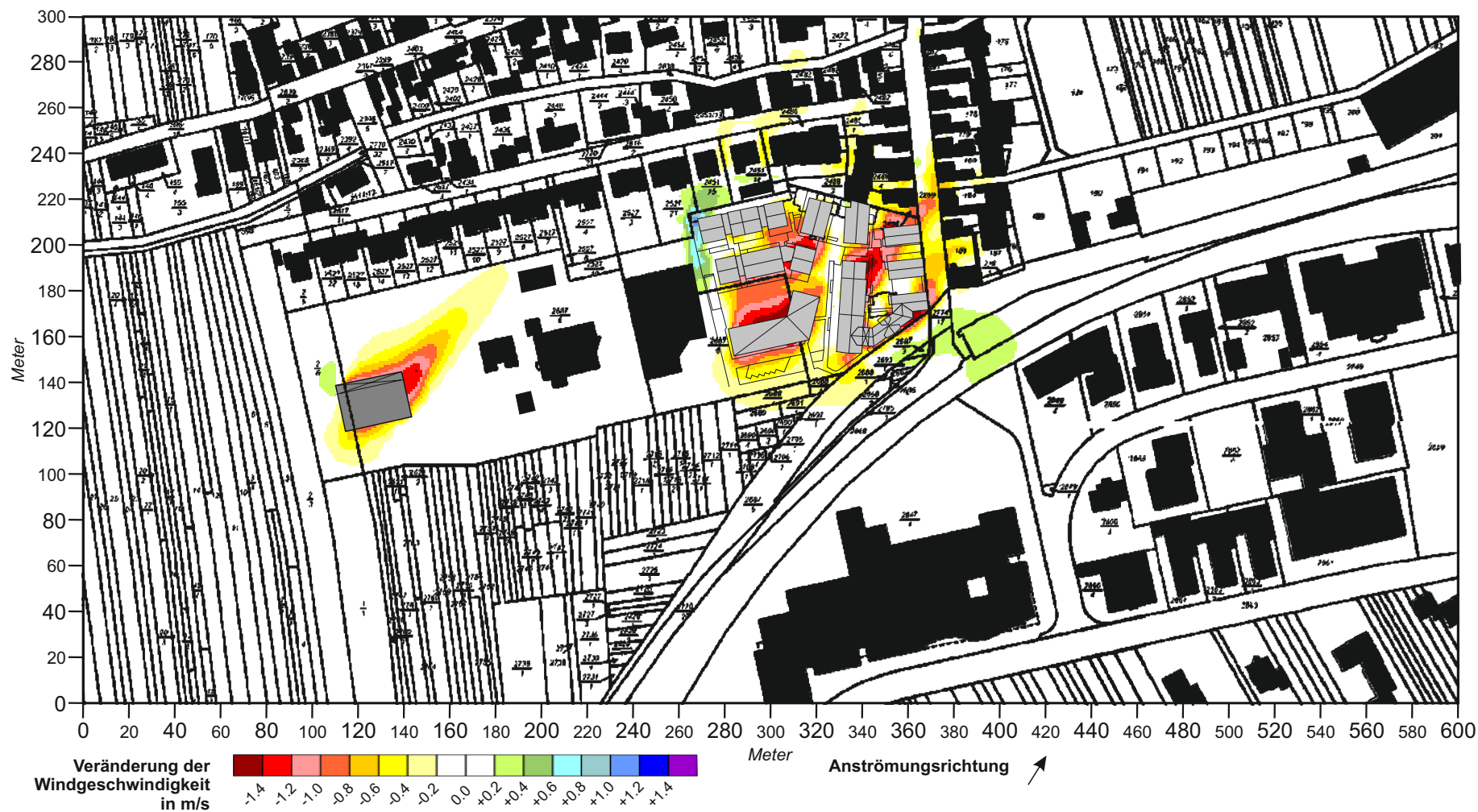
Datenlizenz Deutschland Namensnennung 2.0

Quellenvermerk: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (Jahr des Datenbezugs), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [Daten bearbeitet]



ÖKOPLANA

Abb. 19 Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich (Tagsituation).
Veränderung der Windgeschwindigkeit durch den Plan-Zustand bei vorherrschendem Südsüdwestwind (210°)
mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü. G.



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

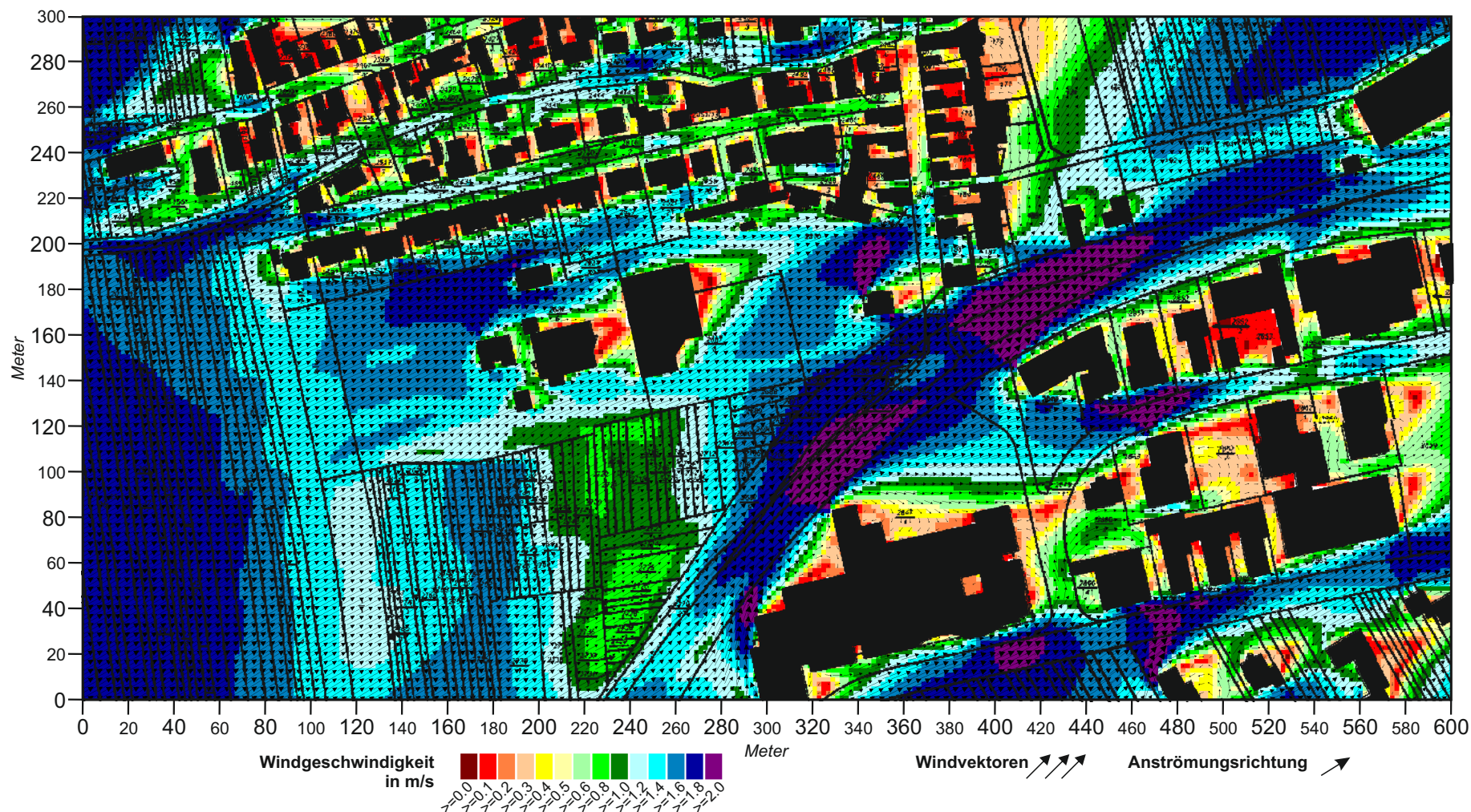
OPEN DATA

Datenlizenz Deutschland Namensnennung 2.0

Quellenvermerk: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (Jahr des Datenbezugs), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [Daten bearbeitet]



Abb. 20.1 Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen, Ist-Zustand (Tagsituation).
Windgeschwindigkeit und Windrichtung bei vorherrschendem Westsüdwestwind (240°)
mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü. G.



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

OPEN DATA

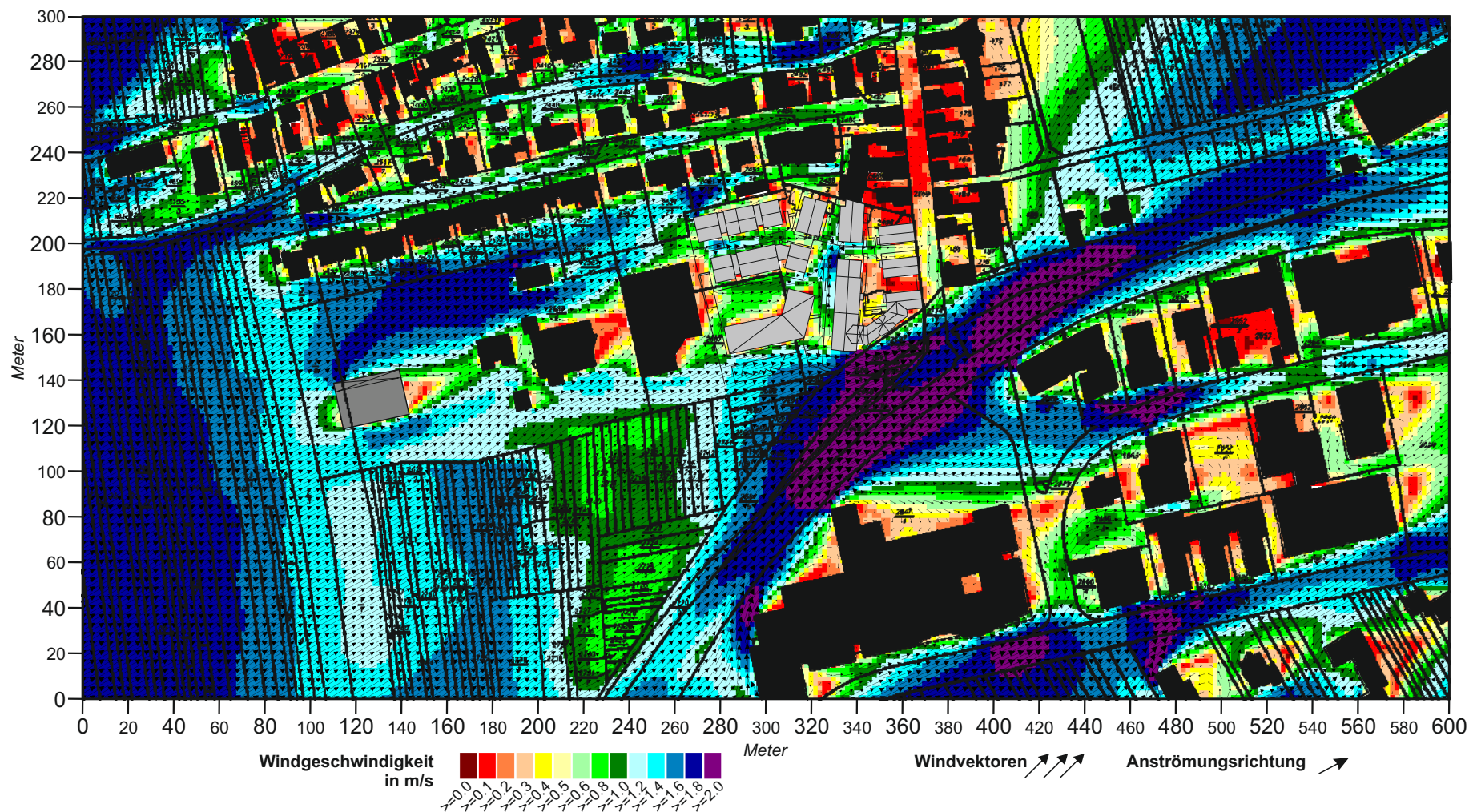
Datenlizenz Deutschland Namensnennung 2.0

Quellenvermerk: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (Jahr des Datenbezugs), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [Daten bearbeitet]



ÖKOPLANA

Abb. 20.2 Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen, Plan-Zustand (Tagsituation).
Windgeschwindigkeit und Windrichtung bei vorherrschendem Westsüdwestwind (240°)
mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü. G.



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

OPEN DATA

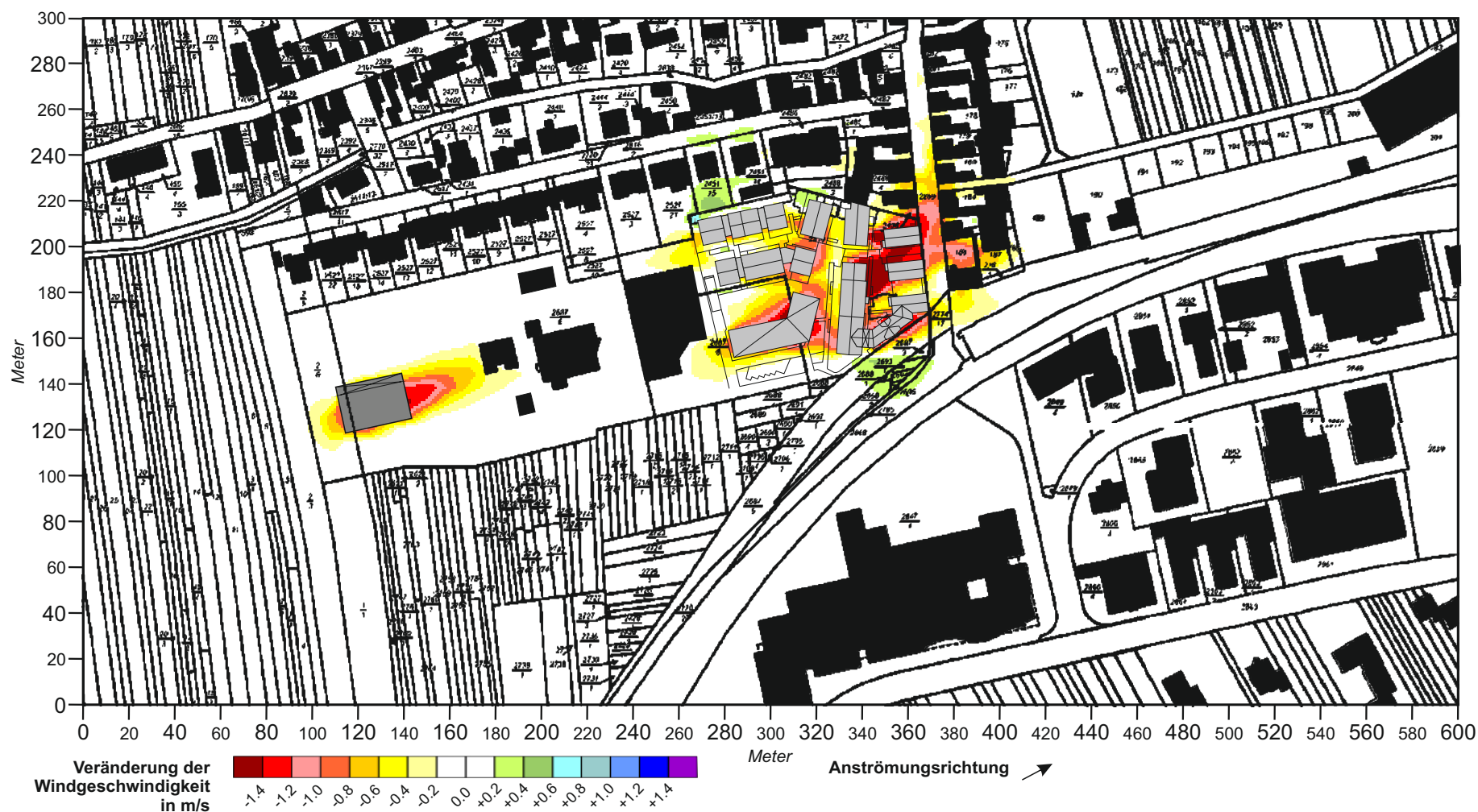
Datenlizenz Deutschland Namensnennung 2.0

Quellenvermerk: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (Jahr des Datenbezugs), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [Daten bearbeitet]



ÖKOPLANA

Abb. 21 Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich (Tagsituation). Veränderung der Windgeschwindigkeit durch den Plan-Zustand bei vorherrschendem Westsüdwestwind (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü. G.



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

OPEN DATA

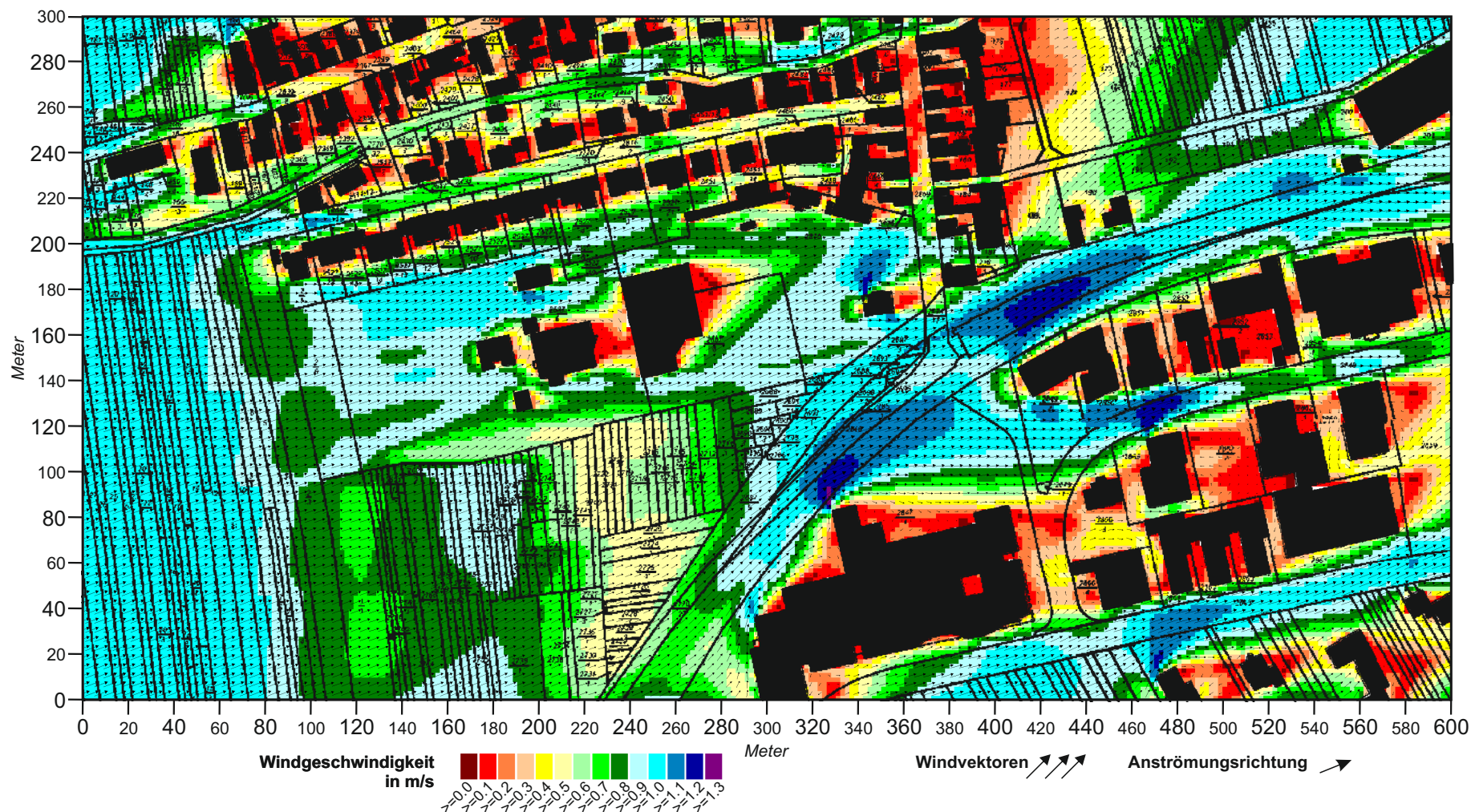
Datenlizenz Deutschland Namensnennung 2.0

Quellenvermerk: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (Jahr des Datenbezugs), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [Daten bearbeitet]



ÖKOPLANA

Abb. 22.1 Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen, Ist-Zustand (Nachtsituation).
Windgeschwindigkeit und Windrichtung bei vorherrschendem Westsüdwestwind (250°)
mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü. G.



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

OPEN DATA

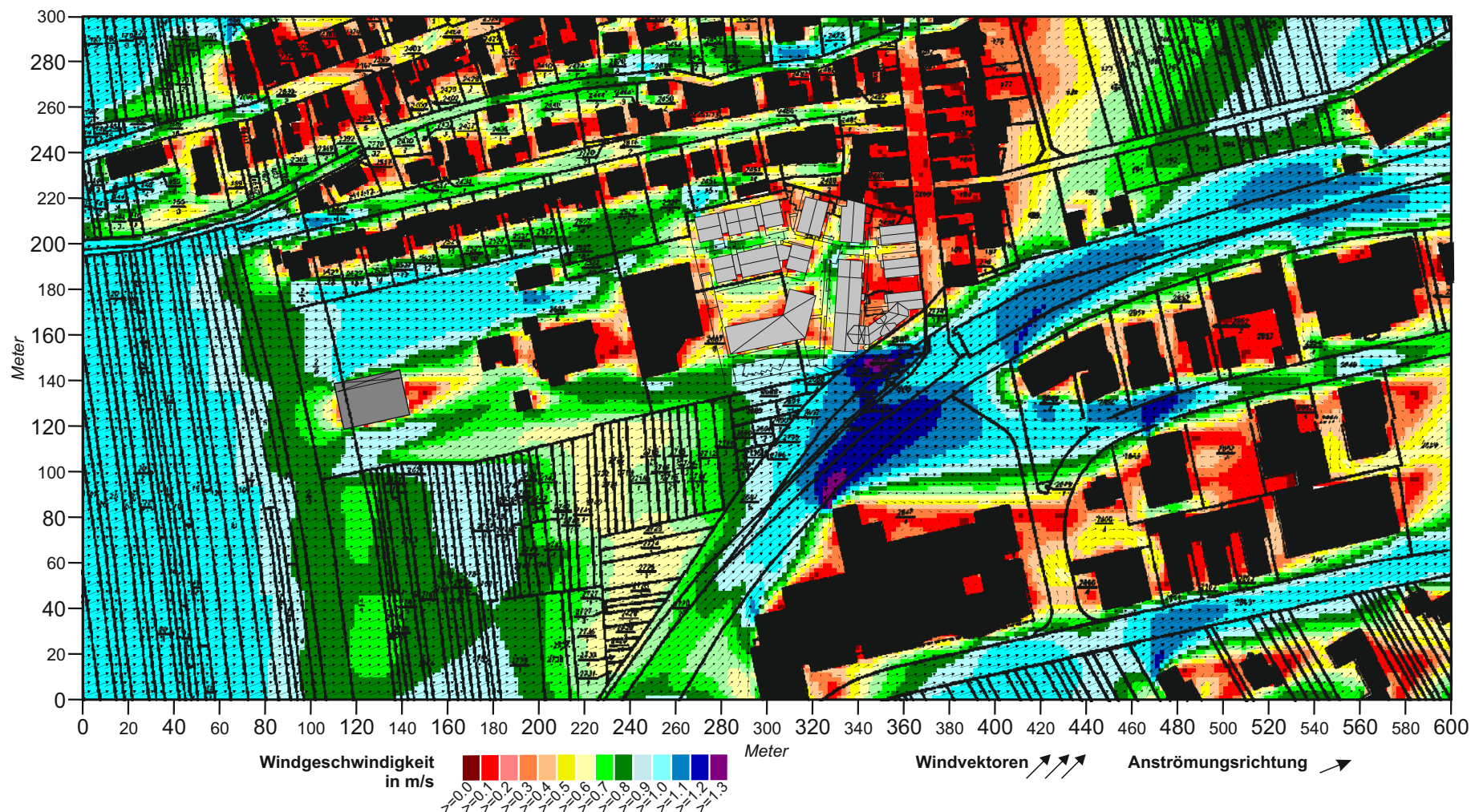
Datenlizenz Deutschland Namensnennung 2.0

Quellenvermerk: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (Jahr des Datenbezugs), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [Daten bearbeitet]



ÖKOPLANA

Abb. 22.2 Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen, Plan-Zustand (Nachtsituation).
Windgeschwindigkeit und Windrichtung bei vorherrschendem Westsüdwestwind (250°)
mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü. G.



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

OPEN DATA

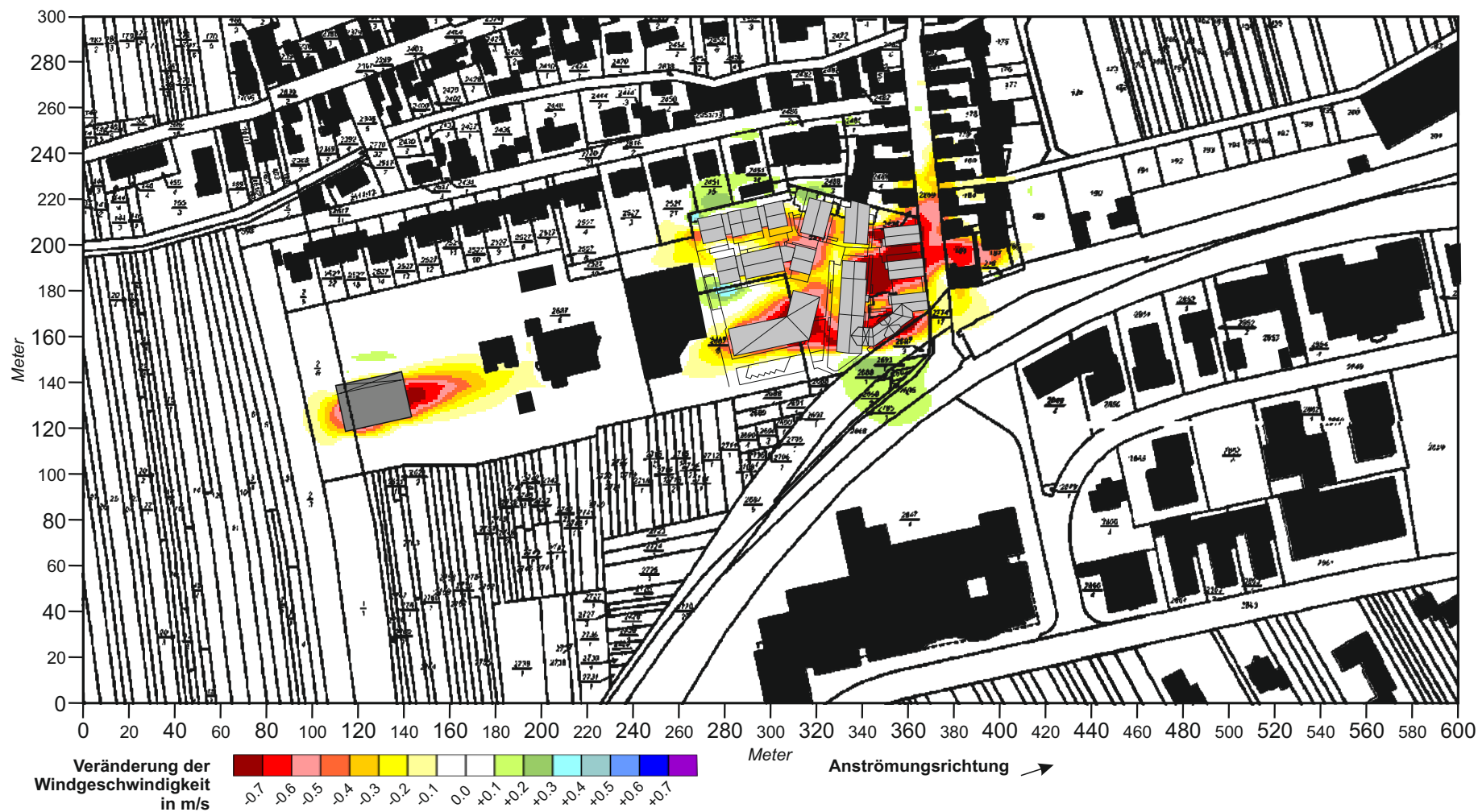
Datenlizenz Deutschland Namensnennung 2.0

Quellenvermerk: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (Jahr des Datenbezugs), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [Daten bearbeitet]



ÖKOPLANA

Abb. 23 Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich (Nachtsituation).
Veränderung der Windgeschwindigkeit durch den Plan-Zustand bei vorherrschendem Westsüdwestwind (250°)
mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü. G.



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

OPEN DATA

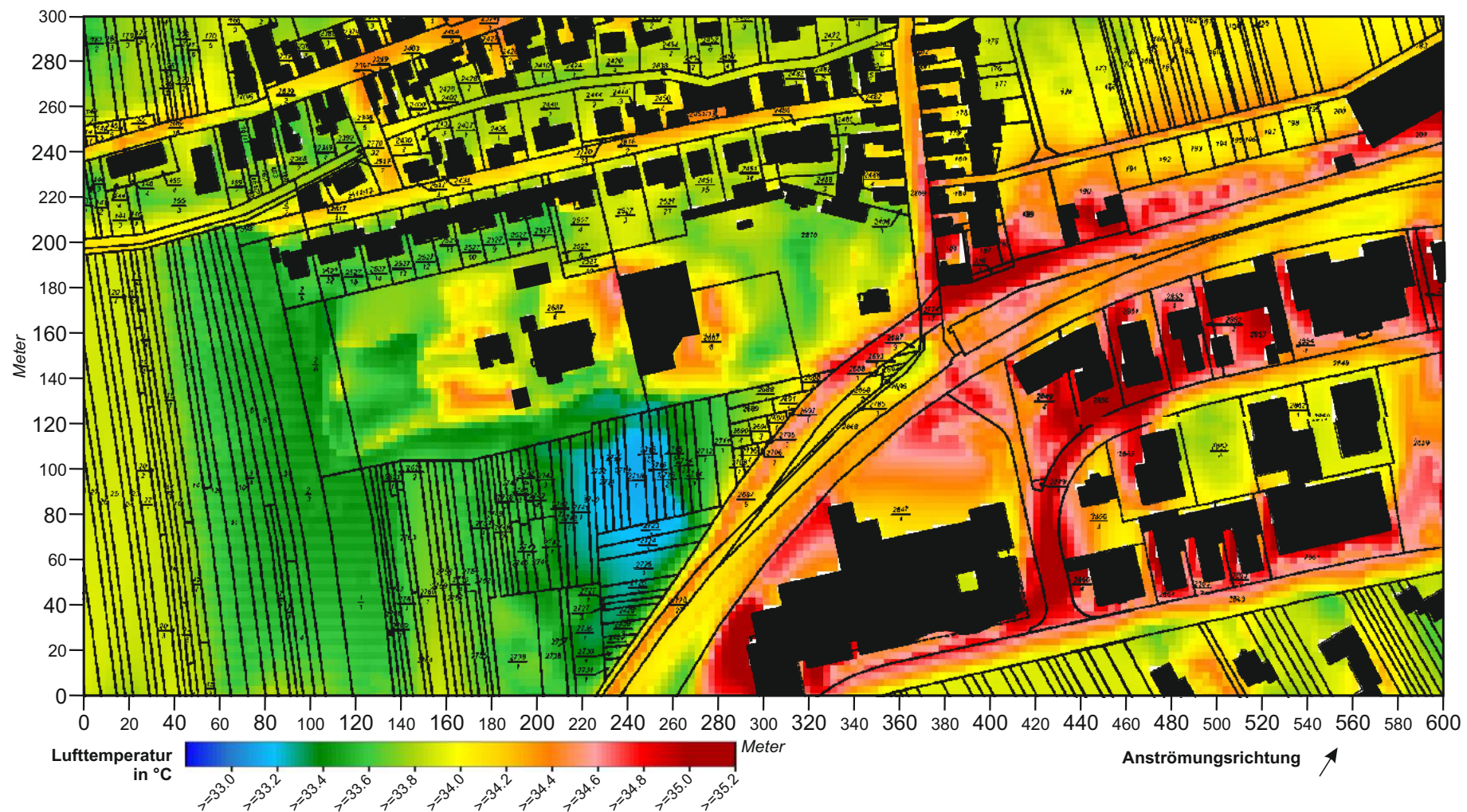
Datenlizenz Deutschland Namensnennung 2.0

Quellenvermerk: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (Jahr des Datenbezugs), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [Daten bearbeitet]



ÖKOPLANA

Abb. 24.1 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Ist-Zustand (heißer Sommertag, 14:00 Uhr).
Lufttemperatur bei vorherrschendem Südsüdwestwind (210°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü. G.



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

OPEN DATA

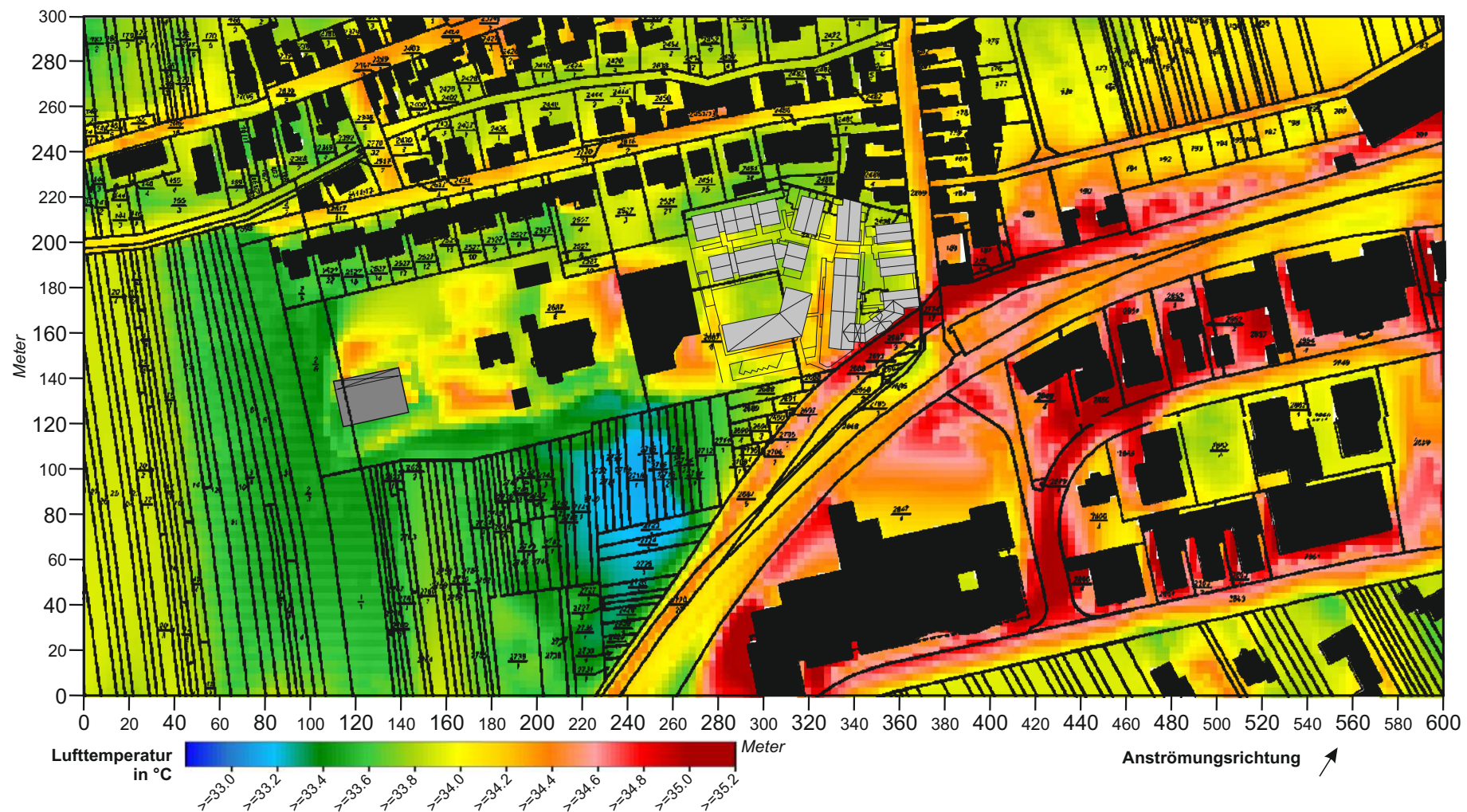
Datenlizenz Deutschland Namensnennung 2.0

Quellenvermerk: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (Jahr des Datenbezugs), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [Daten bearbeitet]



ÖKOPLANA

Abb. 24.2 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Plan-Zustand (heißer Sommertag, 14:00 Uhr).
Lufttemperatur bei vorherrschendem Südsüdwestwind (210°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü. G.



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

OPEN DATA

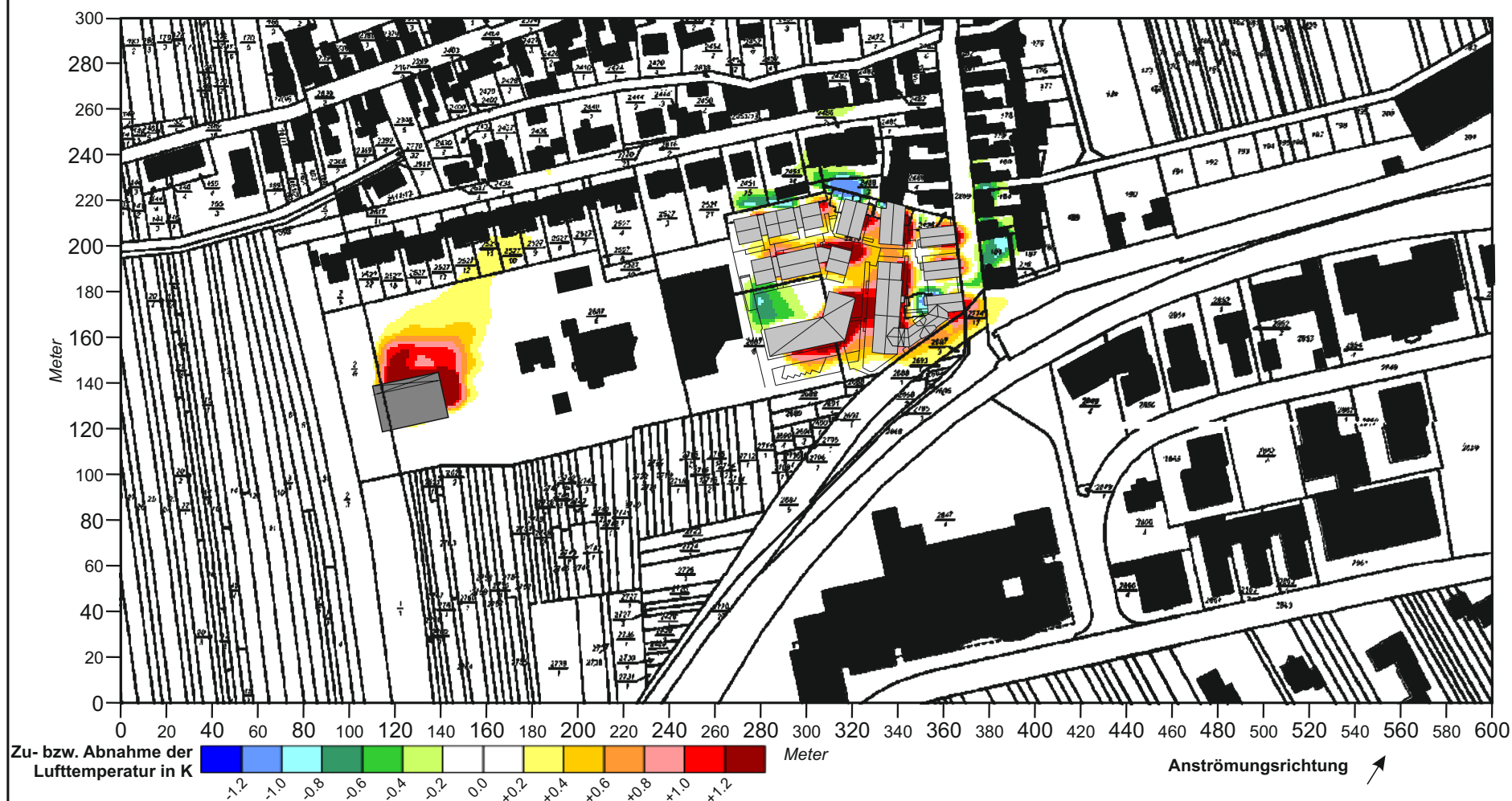
Datenlizenz Deutschland Namensnennung 2.0

Quellenvermerk: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (Jahr des Datenbezugs), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [Daten bearbeitet]



ÖKOPLANA

Abb. 24.3 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich (heißer Sommertag, 14:00 Uhr). Planungsbedingte Modifikation der Lufttemperatur bei vorherrschendem Südsüdwestwind (210°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü. G.



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

OPEN DATA

Datenlizenz Deutschland Namensnennung 2.0

Quellenvermerk: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (Jahr des Datenbezugs), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [Daten bearbeitet]



Abb. 25 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Vergleich von Ist-Zustand und Plan-Zustand (warmer Sommertag, 14:00 Uhr). PET-Werte (Bioklima) bei vorherrschendem Südsüdwestwind (210°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü. G.

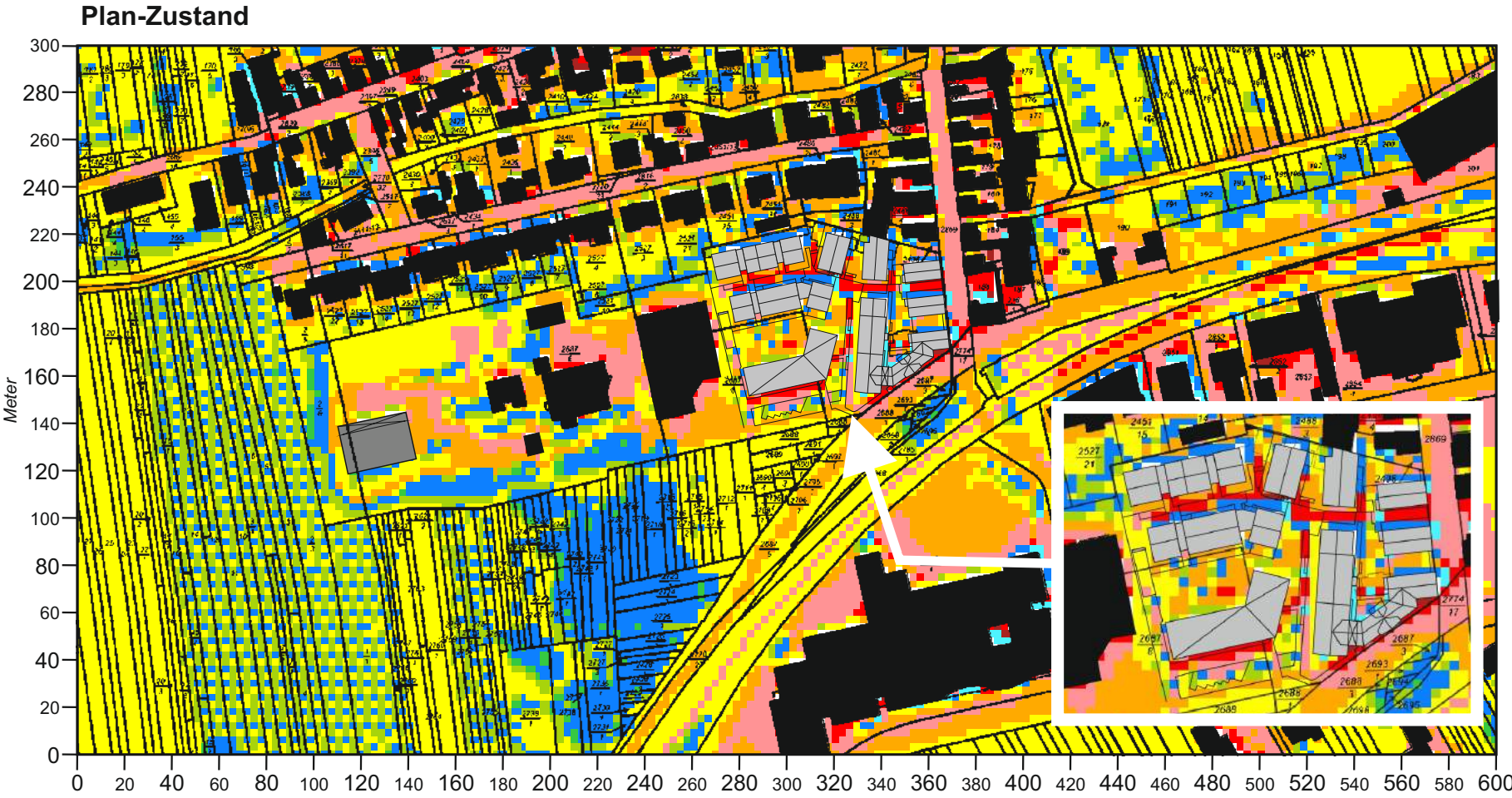
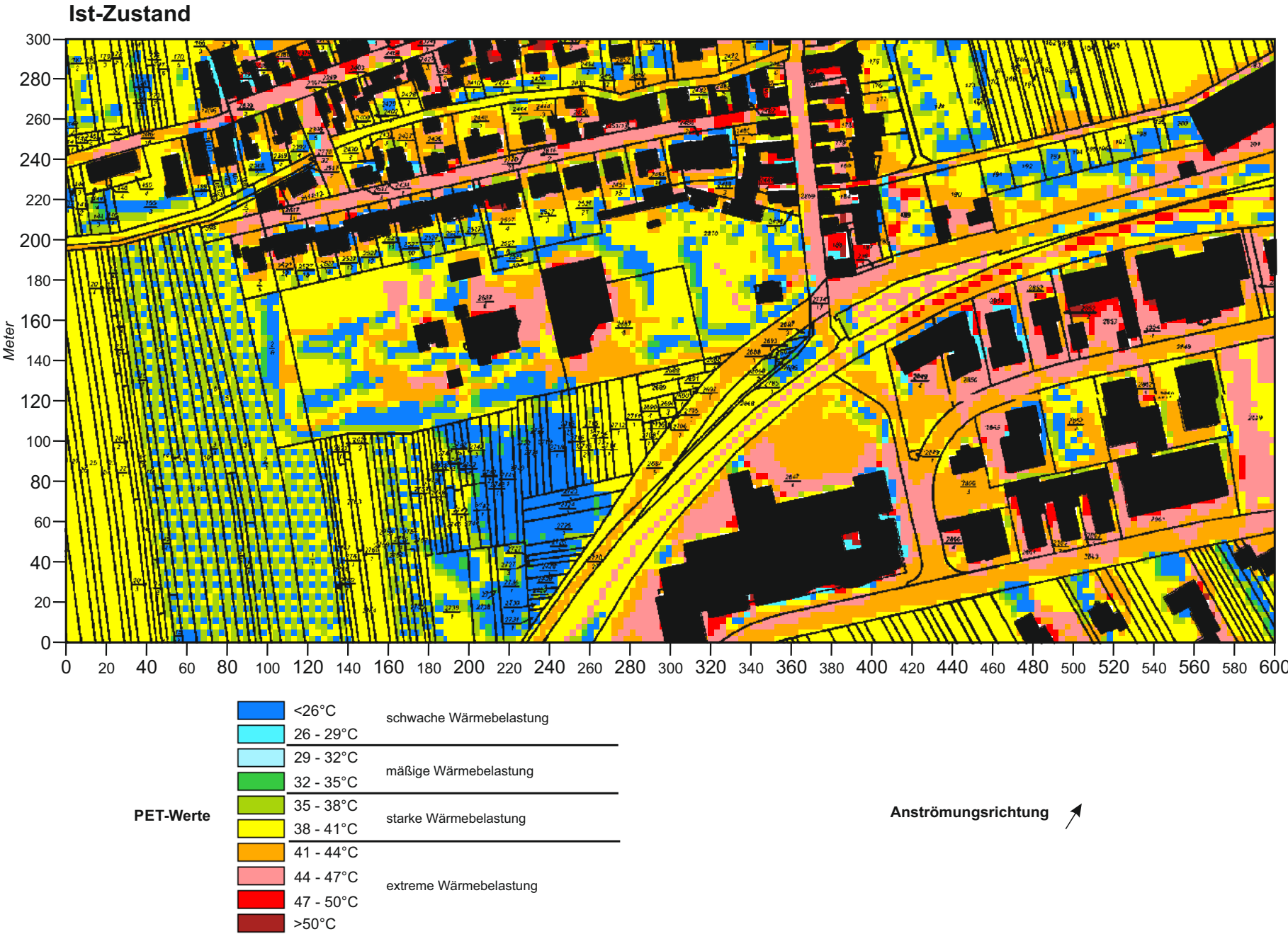
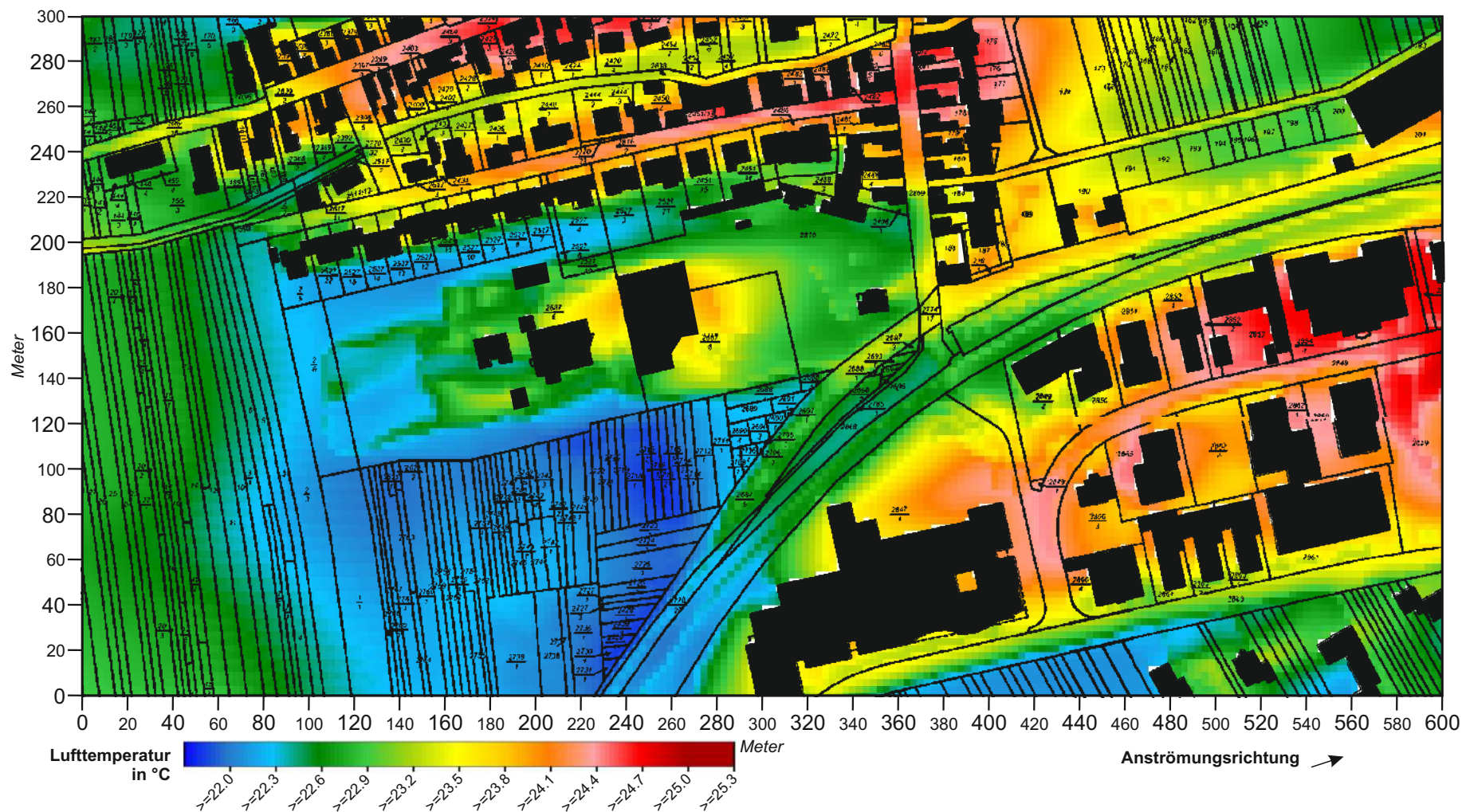


Abb. 26.1 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Ist-Zustand (Tropennacht, 23:00 Uhr).
Lufttemperatur bei vorherrschendem Westsüdwestwind (250°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü. G.



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

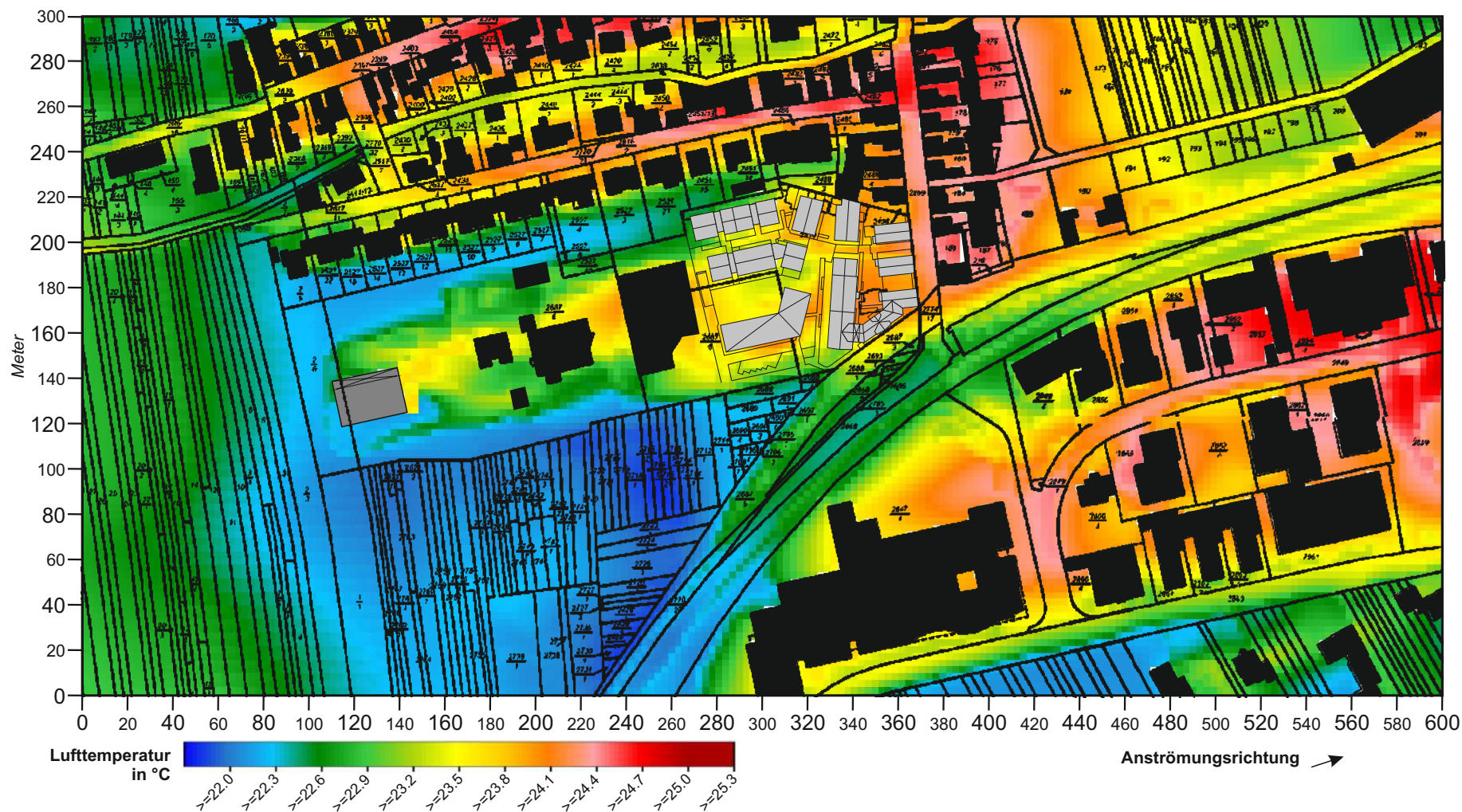
OPEN DATA

Datenlizenz Deutschland Namensnennung 2.0

Quellenvermerk: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (Jahr des Datenbezugs), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [Daten bearbeitet]



Abb. 26.2 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Plan-Zustand (Tropennacht, 23:00 Uhr).
Lufttemperatur bei vorherrschendem Westsüdwestwind (250°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü. G.



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

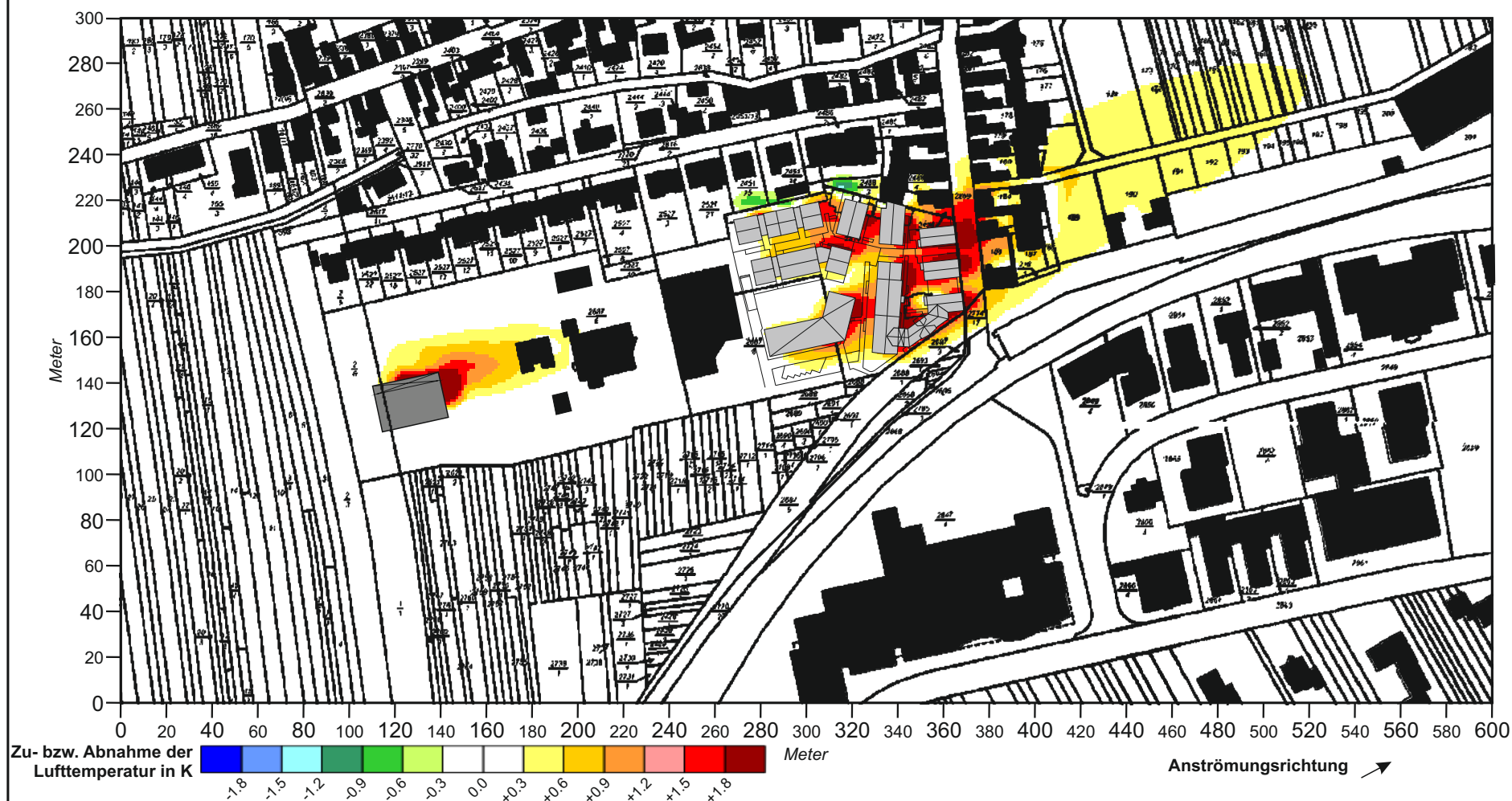
OPEN DATA

Datenlizenz Deutschland Namensnennung 2.0

Quellenvermerk: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (Jahr des Datenbezugs), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [Daten bearbeitet]



Abb. 26.3 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich (Tropennacht, 23:00 Uhr). Planungsbedingte Modifikation der Lufttemperatur bei vorherrschendem Westsüdwestwind (250°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü. G.



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

OPEN DATA

Datenlizenz Deutschland Namensnennung 2.0

Quellenvermerk: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (Jahr des Datenbezugs), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [Daten bearbeitet]



ÖKOPLANA

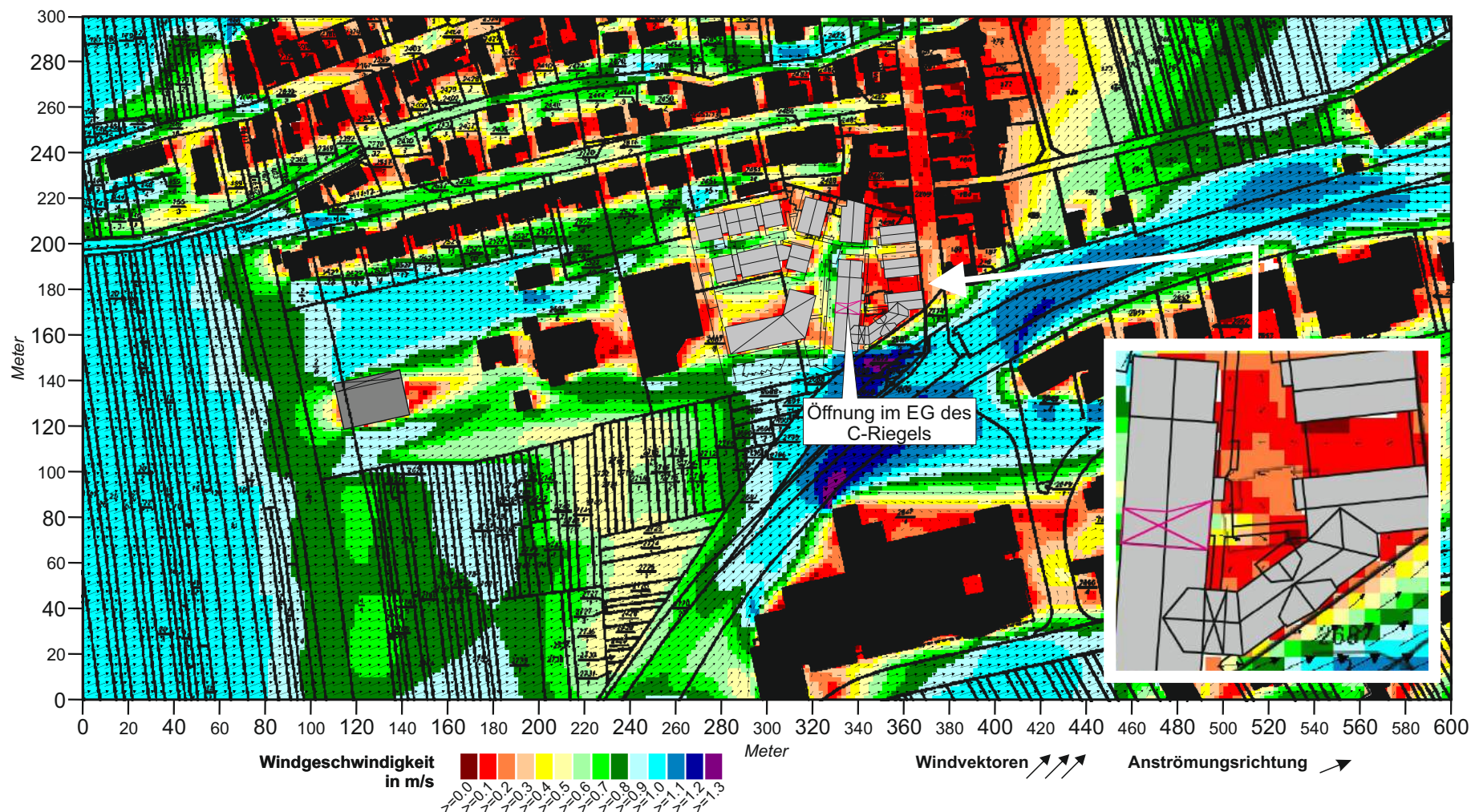
Abb. 27 Planungsvariante 1 _ Wohngebäude C1 mit Durchgang im EG-Niveau



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

Grafik: Plan B Architekten & Ingenieure

Abb. 28 Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen, Plan-Zustand_Variante 1 (Nachtsituation). Windgeschwindigkeit und Windrichtung bei vorherrschendem Westsüdwestwind (250°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü. G.



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

OPEN DATA

Datenlizenz Deutschland Namensnennung 2.0

Quellenvermerk: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (Jahr des Datenbezugs), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [Daten bearbeitet]



ÖKOPLANA

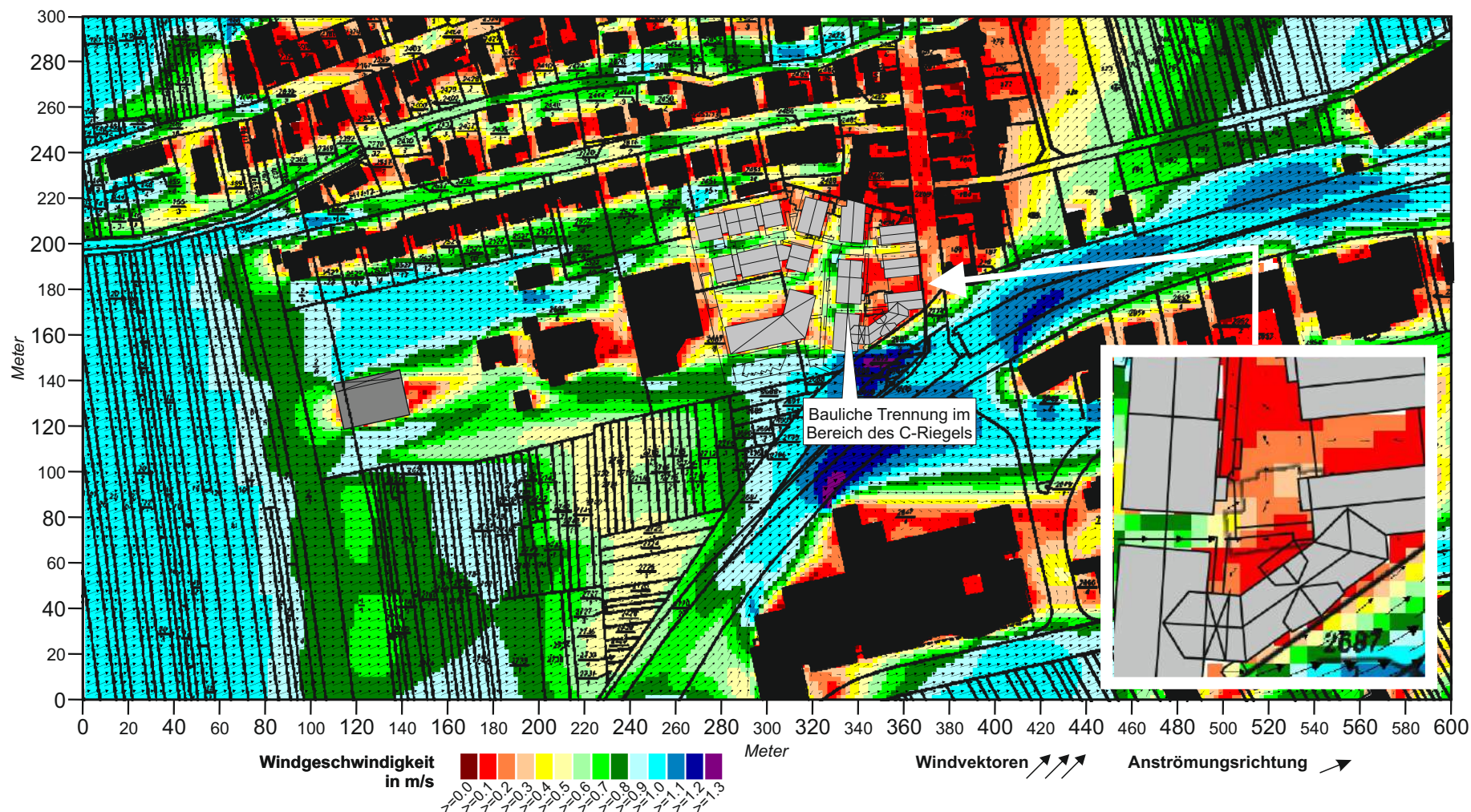
Abb. 29 Planungsvariante 2 _ Bauliche Trennung des Wohngebäudes C1



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

Grafik: Plan B Architekten & Ingenieure

Abb. 30 Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen, Plan-Zustand_Variante 2 (Nachtsituation). Windgeschwindigkeit und Windrichtung bei vorherrschendem Westsüdwestwind (250°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü. G.



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

OPEN DATA

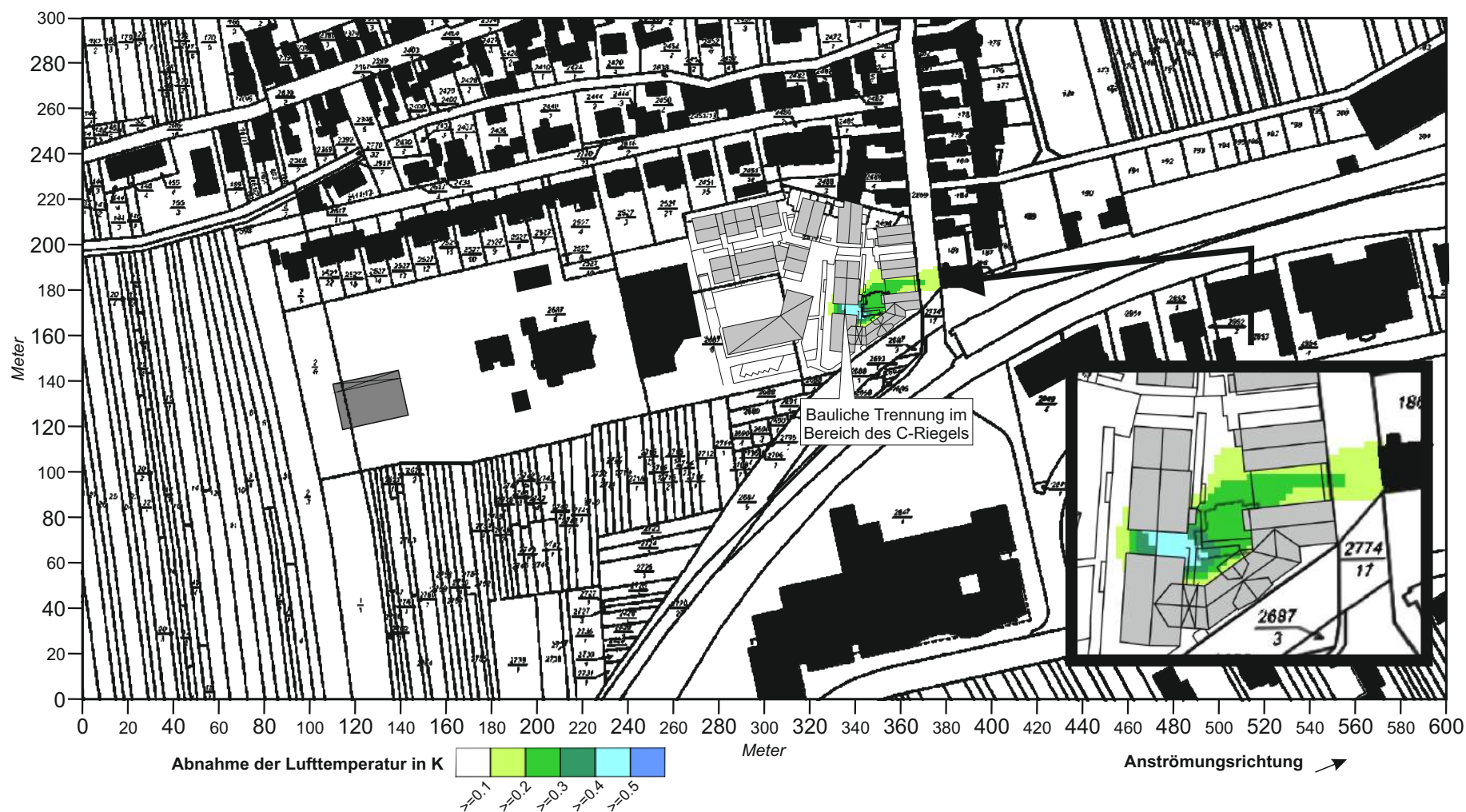
Datenlizenz Deutschland Namensnennung 2.0

Quellenvermerk: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (Jahr des Datenbezugs), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [Daten bearbeitet]



ÖKOPLANA

Abb. 31 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich, Plan-Zustand_Variante 2 (Tropennacht, 23:00 Uhr). Planungsbedingte Modifikation der Lufttemperatur bei vorherrschendem Westsüdwestwind (250°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü. G.



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „An der Oberbrücke“ in
Mainz-Gonsenheim

OPEN DATA

Datenlizenz Deutschland Namensnennung 2.0

Quellenvermerk: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (Jahr des Datenbezugs), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [Daten bearbeitet]



ÖKOPLANA