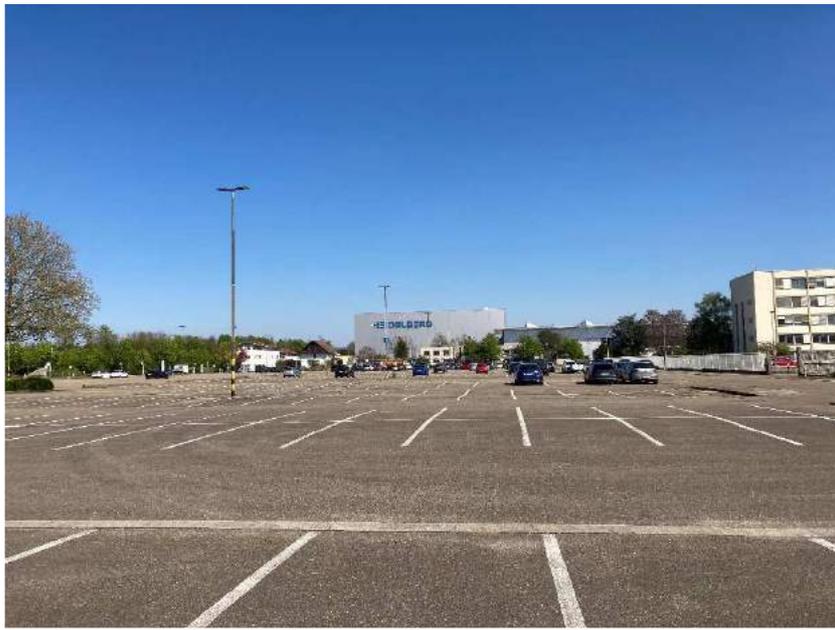


ÖKOPLANA

KLIMAÖKOLOGIE
LUFTHYGIENE
UMWELTPLANUNG

**KLIMAGUTACHTEN ZUM BEBAUUNGSPLAN
„HDM – DIGITAL CAMPUS UND SERVICE PORT“,
STADT WIESLOCH UND ZUM
BEBAUUNGSPLAN „HDM – DIGITAL CAMPUS“,
STADT WALLDORF**



Vorhabenträger:

Heidelberger Druckmaschinen AG,
Werk Wiesloch/Walldorf
Gutenbergring
69168 Wiesloch

Bearbeitet von:

Dipl.-Geogr. Achim Burst
Dr. Wolfgang Lähne

Mannheim, September 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: DEUTDE3333

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	13
5 Numerische Modellrechnungen zur kleinräumigen Darstellung der strömungsdynamischen und thermischen / bioklimatischen Folgeerscheinungen des Planungsvorhabens	16
5.1 Modellrechnungen zum lokalen Kaltluftströmungsgeschehen	16
5.2 Modellrechnungen zur ortsspezifischen Belüftungssituation	23
5.2.1 Tagsituation – Windanströmung aus Westsüdwesten (240°)	24
5.2.2 Nachtsituation – Windanströmung aus Osten (90°)	26
5.2.3 Nachtsituation – Windanströmung aus Ostsüdosten (120°)	27
5.3 Modellrechnungen zum örtlichen Lufttemperaturfeld / Bioklima	28
5.3.1 Thermische / bioklimatische Situation an einem heißen Sommertag (16:00 Uhr) mit westsüdwestlicher Luftströmung (240°)	30
5.3.2 Thermische Situation in einer Tropennacht (00:00 Uhr) mit Schwacher östlicher Luftströmung (90°)	31
6 Zusammenfassung, Bewertung und Planungsempfehlungen	32
6.1 Einfluss der geplanten Bebauung auf die klimaökologischen Funktionsabläufe und Bewertung	35
6.2 Planungsempfehlungen	39
Schriften / Quellenverzeichnis	45

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1:** Lagesituation der Bebauungspläne in den Stadtgebieten von Wiesloch und Walldorf
- Abb. 2:** Luftbild von den Planungsgebieten in Wiesloch / Walldorf
- Abb. 3:** Planungsgebiet - fotografische Dokumentation
- Abb. 4:** Topografische Lagesituation - Bebauungspläne in den Stadtgebieten von Wiesloch und Walldorf
- Abb. 5:** Entwurfsstand 24.08.2021: Stadt Wiesloch Bebauungsplan „HDM – Digital Campus und Service Port“, Stadt Walldorf „HDM – Digital Campus“
- Abb. 6:** Lage von Klimamessstationen
- Abb. 7:** Windstatistik 01.1995 – 07.2021 und Windstatistik 05.2021 – 07.2021. Standort: Luftmessstation Wiesloch
- Abb. 8:** Windstatistik Mai – Juli 2021, Standort HDM /Heidelberger Druckmaschinen AG
- Abb. 9:** Örtliche Kaltluftbewegungen in einer windschwachen sommerlichen Strahlungsnacht. Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen
- Abb. 10:** Tagesgänger der Lufttemperatur und des Windes an sommerlichen Strahlungstagen. Standort: HDM / Heidelberger Druckmaschinen AG
- Abb. 11:** Lufttemperaturverteilung in einer windschwachen sommerlichen Strahlungsnacht. Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen
- Abb. 12:** Ist-Zustand – Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, 2 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung. Kaltluftfließgeschwindigkeit 2 m ü.G. in einer sommerlichen Strahlungsnacht mit östlicher Regionalströmung (2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.)
- Abb. 13:** Ist-Zustand – Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, 2 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung. Kaltluflhöhe in einer sommerlichen Strahlungsnacht mit östlicher Regionalströmung (2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.)

- Abb. 14:** Ist-Zustand – Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, 2 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung. Kaltluftvolumenstrom in einer sommerlichen Strahlungsnacht mit östlicher Regionalströmung (2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.)
- Abb. 15:** Vorher-Nachher-Vergleich - Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, 2 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung. Planungsbedingte Veränderung der Kaltluftfließgeschwindigkeit 2 m ü.G. in einer sommerlichen Strahlungsnacht mit östlicher Regionalströmung (2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.)
- Abb. 16:** Vorher-Nachher-Vergleich - Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, 2 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung. Planungsbedingte Veränderung des Kaltluftvolumenstroms in einer sommerlichen Strahlungsnacht mit östlicher Regionalströmung (2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.)
- Abb. 17:** Ist-Zustand – Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, 5 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung. Kaltluftfließgeschwindigkeit 2 m ü.G. in einer sommerlichen Strahlungsnacht mit östlicher Regionalströmung (2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.)
- Abb. 18:** Ist-Zustand – Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, 5 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung. Kaltluflhöhe in einer sommerlichen Strahlungsnacht mit östlicher Regionalströmung (2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.)
- Abb. 19:** Ist-Zustand – Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, 5 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung. Kaltluftvolumenstrom in einer sommerlichen Strahlungsnacht mit östlicher Regionalströmung (2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.)
- Abb. 20:** Vorher-Nachher-Vergleich - Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, 5 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung. Planungsbedingte Veränderung der Kaltluftfließgeschwindigkeit 2 m ü.G. in einer sommerlichen Strahlungsnacht mit östlicher Regionalströmung (2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.)

- Abb. 21:** Vorher-Nachher-Vergleich - Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, 5 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung. Planungsbedingte Veränderung des Kaltluftvolumenstroms in einer sommerlichen Strahlungsnacht mit östlicher Regionalströmung (2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.)
- Abb. 22:** Ist-Zustand - Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen. Tagsituation – Windfeld 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Westsüdwesten (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 23:** Plan-Zustand - Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen. Tagsituation – Windfeld 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Westsüdwesten (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 24:** Vorher-Nachher-Vergleich. Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen. Tagsituation – Planungsbedingte Veränderung der Windgeschwindigkeit 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Westsüdwesten (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 25:** Ist-Zustand - Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen. Nachtsituation – Windfeld 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Osten (90°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 26:** Plan-Zustand - Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen. Nachtsituation – Windfeld 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Osten (90°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 27:** Vorher-Nachher-Vergleich. Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen. Nachtsituation – Planungsbedingte Veränderung der Windgeschwindigkeit 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Osten (90°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 28:** Ist-Zustand - Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen. Nachtsituation – Windfeld 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ostsüdosten (120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

- Abb. 29:** Plan-Zustand - Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen. Nachtsituation – Windfeld 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ostsüdosten (120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 30:** Vorher-Nachher-Vergleich. Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen. Nachtsituation – Planungsbedingte Veränderung der Windgeschwindigkeit 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ostsüdosten (120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 31:** Ist-Zustand - Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen. Tagsituation – Lufttemperaturfeld 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Westsüdwesten (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. an einem heißen Sommertag (16 Uhr)
- Abb. 32:** Plan-Zustand - Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen. Tagsituation – Lufttemperaturfeld 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Westsüdwesten (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. an einem heißen Sommertag (16 Uhr)
- Abb. 33:** Vorher-Nachher-Vergleich - Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen. Tagsituation – Planungsbedingte Veränderung der Lufttemperatur 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Westsüdwesten (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. an einem heißen Sommertag (16 Uhr)
- Abb. 34:** Ergebnisse numerischer Simulationen zur bioklimatischen Belastung – PET-Werte. Vergleich von Ist-Zustand und Plan-Zustand 1.5 m ü.G.. Tagsituation (14 Uhr), Windanströmung aus Westsüdwesten (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 35:** Ist-Zustand - Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen. Nachtsituation – Lufttemperaturfeld 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Osten (90°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. in einer Tropennacht (00 Uhr)
- Abb. 36:** Plan-Zustand - Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen. Nachtsituation – Lufttemperaturfeld 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Osten (90°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. in einer Tropennacht (00 Uhr)

Abb. 37: Vorher-Nachher-Vergleich - Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen. Nachtsituation – Planungsbedingte Veränderung der Lufttemperatur 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Osten (90°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. in einer Tropennacht (00 Uhr)

1 Aufgabenstellung

Auf dem Gelände der HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG am Standort Wiesloch / Walldorf (Lage siehe **Abbildung 1**) ist eine städtebauliche Neuordnung geplant. Entwürfe des Planungsbüros AS+P GMBH sehen die Entwicklung eines „Digital Campus und Service Port“ vor, der mit Hilfe baulicher / freiraumordnerischer Maßnahmen eine zukunftsorientierte Flächengestaltung zum Ziel hat.

Ein Mix aus großflächigen Hallen, hybriden Strukturen und Sonderbauformen soll zu einer Adressbildung für unterschiedliche Nutzungsschwerpunkte führen. Ihre Vernetzung ist über einen zentralen Boulevard angedacht, der neben seiner Funktion als verbindendes Element auch Aufenthaltsqualitäten (z.B. Erholung, Bewegung) für die Beschäftigten bieten soll.

Derzeit ist das Planungsgebiet mit seinen großflächigen Hallenbauten und Stellplatzflächen hochgradig versiegelt. Grünflächen umfassen auf dem Gelände nur einen sehr geringen Anteil. Hierdurch bildet sich an warmen Sommertagen über dem Planungsgebiet eine markante Hitze-/Wärmeinsel. Angesichts des Klimawandels mit einer zunehmenden Häufung von Hitzetagen ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) und Tropenächten ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) ist es von Bedeutung, dass die vom Planungsgebiet ausgehende Wärmebelastung in die Umgebungsbebauung nicht weiter ansteigt und innerhalb des neuen „Campus“ mit Hilfe von neuen Platz-/Grünstrukturen sowie Ventilationsachsen/-flächen thermische Gunsträume geschaffen werden.

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 dem neuen Planentwurf 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 sind auf Grundlage vorhandener Klimadaten (u.a. LUBW, GEO-NET UMWELTCONSULTING / ÖKOPLANA 2009) und ergänzender Messungen mit Hilfe meso- und mikroskaliger Modellstudien die klimaökologischen Positiv- und Negativeffekte zu analysieren. Über die Formulierung von Planungshinweisen / Leitplanken sind zudem Maßnahmen zur Sicherung bzw. Neugestaltung günstiger strömungsdynamischer und thermischer / bioklimatischer Verhältnisse aufzuzeigen.

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

1. Vertiefende Analyse und Bewertung der ortsspezifischen klimaökologischen Funktionsabläufe unter besonderer Berücksichtigung des 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) Vergleichende Beurteilung des Kaltluftströmungsgeschehens in windschwachen sommerlichen Strahlungs Nächten (Ist- und Plan-Zustand).
 - b) Vergleichende Beurteilung des Luftaustauschverhaltens / Belüftungsintensität für besonders relevante Anströmrichtungen (Ist- und Plan-Zustand).
 - c) Vergleichende Beurteilung von Ist- und Plan-Zustand bzgl. der thermischen (Lufttemperatur) sowie bioklimatischen (PET) Umgebungsbedingungen für jeweils eine relevante Tag- und Nachtsituation → heißer Sommertag und Tropennacht.
3. Darstellung von Optimierungsmöglichkeiten zur Sicherung bzw. Entwicklung möglichst günstiger strömungsdynamischer und thermischer Umgebungsbedingungen.

2 Planungsgebiet und Planungsentwurf

Die Bebauungsplangebiete „HDM – Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und „HDM – Digital Campus“, Stadt Walldorf befinden sich zwischen der Rheintalbahn im Osten, dem Hochholzer Wald im Süden, dem Westteil des Werksgeländes der HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG und dem Gutenbergring / L 723 im Norden (siehe **Abbildung 1**).

Das Gelände ist geprägt von den großflächigen Hallenbauten der HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG und Stellplatzarealen (insbesondere im Norden). Dies wird durch die **Abbildungen 2** und **3** dokumentiert. Im Süden umfasst das Planungsgebiet zudem die Werkszufahrt Im Unteren Wald.

Das Gelände im Planungsgebiet ist nahezu eben und weist eine Höhenlage von ca. 106 – 110 m auf – siehe **Abbildung 4**. Östlich der B 3 steigt das Gelände in Richtung Wiesloch auf über 150 m an. Das Planungsgebiet befindet sich somit am Übergang zwischen den Naturräumen Hardtebenen im Nördlichen Oberrhein Tiefland und Kraichgau.

Der Bebauungsplanentwurf vom 24.08.2021 (**Abbildung 5**) sieht in den festgesetzten Gewerbe- und Industrieflächen jeweils eine GRZ von 0.8 vor. Durch Wege, Zufahrten etc. ist eine Überschreitung der GRZ auf 0.9 zulässig. Als max. Gebäudehöhen sind überwiegend 25 m angedacht. Partiiell sind Gebäudehöhen bis 31 m und 40 m möglich. Die ausgewiesenen Gebäudehöhen dürfen durch untergeordnete Bauteile um maximal 1.50 m überschritten werden. Diese sind mit einem Mindestabstand von 3.00 m von der äußeren Gebäudekante zu errichten (STADT WIESLOCH, STADT WALLDORF 2021).

Im westlichen Planungsteilgebiet gliedert ein von Südsüdwest nach Nordnordost verlaufener „Boulevard“ mit einer Breite von ca. 22 m – 32 m (im Bereich platzartiger Aufweitungen) die Gewerbeflächen.

Untergeordnete gebietsinterne Straßenzüge weisen Breiten von 8 m und 16 m auf.

Im südlichen Planungsteilgebiet sind zudem entlang der Rheintalbahn und dem Straßenzug Im Unteren Wald Verkehrsflächen mit besonderer Zweckbestimmung (Radwege) ausgewiesen.

Die Hapterschließung erfolgt über den Gutenbergring, wo ein neuer Verkehrskreislauf vorgesehen ist.

Im Einheitlichen Regionalplan Rhein-Neckar (2014) ist das Planungsgebiet größtenteils als „Siedlungsfläche Industrie und Gewerbe“ markiert. Nur der geplante Radweg im Süden entlang des Straßenzugs Im Unteren Wald greift in ein Vorranggebiet Wald und Forstwirtschaft ein, das zudem Bestandteil eines Regionalen Grünzugs ist (<https://www.m-r-n.com/projekte/einheitlicher-regionalplan/erp-raumnutzungskarte-ost.pdf>).

In den Flächennutzungsplänen der Städte Wiesloch und Walldorf ist das Planungsareal als gewerbliche Baufläche ausgewiesen. Allein der angedachte Radweg entlang des Straßenzugs Im Unteren Wald befindet sich in einer Waldfläche.

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. GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH / ÖKOPLANA 2009, LUBW – Luftmessnetz) zurückgegriffen. Ergänzend werden aktuelle Lufttemperatur- und Windmessungen¹ (Messzeitraum: Mai – Juli 2021) auf dem Gelände der HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG ausgewertet.

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 mit max. Ausdehnung der geplanten Bebauung (Worst-Case-Szenario) gegenüber gestellt. Als Grundlage dient ein digitales Geländemodell im 10 m-Raster (DGM_10), das vom LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG BADEN-WÜRTTEMBERG bereitgestellt wurde.

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

¹ Die Messungen erfolgten durch ÖKOPLANA.

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

Zur Bilanzierung der kleinräumigen Belüftungsverhältnisse (Ist-Zustand, Plan-Zustand) kommt das mikroskalige Klimamodell MISKAM² (**Grafik 2**) zum Einsatz. Bei dem prognostischen Strömungsmodell werden die Bau- und Flächennutzungsstrukturen im vorliegenden Fall in einem Gitter (horizontal 8 x 8 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-Zustand und Plan-Zustand erfolgt mit dem Klimamodell ENVI-met³ (siehe **Grafik 3**).

-
- ² **GIESE-EICHHORN (1998/2016):** Handbuch zum prognostischen Strömungsmodell MISKAM. Wackernheim.
Das Rechenmodell MISKAM ist ein dreidimensionales, nichthydrostatisches Strömungsmodell, das laut eines Forschungsberichtes des Landes Baden-Württemberg die Charakteristika der Strömungs- und Konzentrationsverteilung sehr gut wiedergibt.
- ³ **BRUSE, M. (2002/2020):** ENVI-Met - Mikroskaliges Klimamodell. Bochum.



Grafik 4: „Programmstempel“ ENVI-met

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 (8 m x 8 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

Das Planungsgebiet im Raum Wiesloch/Walldorf befindet sich klimatisch in der außertropischen Westwindzone, deren Wetterablauf durch Zyklonen und Antizyklonen geprägt ist (FLOHN 1954). Dieser Übergangsbereich zwischen Seeklima und kühlem Kontinentalklima zählt nach der Klimaklassifikation von KÖPPEN (1936) zum warm-gemäßigten Regenlima, bei dem die mittlere Temperatur des wärmsten Monats unter 22° C und die des kältesten Monats über -3° C bleibt.

Die langjährigen Mitteltemperaturen im Zeitraum von 1971 bis 2000 betragen in Walldorf 10.6°C und in Wiesloch 10.3°C (<https://lokale-klimaanpassung.de/lokales-klimaportal/>). Sie liegen damit um 2.0°C bzw. 1.7°C über dem deutschlandweiten Mittelwert von 8.6°C. Der wärmste Monat ist der Juli und der kälteste der Januar.

Im langjährigen Mittel (1971 – 2000) treten im Raum Walldorf/Wiesloch 47 - 51 Sommertage ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) und 10 – 12 heiße Tage ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) pro Jahr auf. In den Wintermonaten werden 62 - 65 Frosttage ($T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$) und 11 - 12 Eistage ($T_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$) pro Jahr registriert. Dies unterstreicht die wärmere Lage des Planungsgebiets im Oberrheinischen Tiefland im Vergleich zu den deutschlandweiten mittleren Auftrittshäufigkeiten der betrachteten Ereignistage mit 27 Sommertagen, 3 heißen Tagen, 86 Frosttagen und 20 Eistagen pro Jahr für den Zeitraum von 1971 bis 2000.

Bioklimatisch befindet sich das Planungsgebiet in einem Bereich mit häufiger Wärmelastung (<https://www.dwd.de/DE/leistungen/bioklimakarte/bioklimakarte.html>).

Mit einer langjährigen jährlichen Niederschlagssumme von 861 mm (Rhein-Neckar-Kreis) fallen die mittleren Jahresniederschläge (1971 – 2000) etwas höher aus als im gesamtdeutschen Durchschnitt mit ca. 781 mm pro Jahr (www.klimafolgenonline.com).

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

Nach Berechnungen der UNIVERSITÄT FREIBURG I. BR. (<https://lokale-klimaanpassung.de/lokales-klimaportal/>) wird die mittlere Jahresmitteltemperatur in Walldorf/Wiesloch gegenüber der Zeitspanne 1971 – 2000 im Zeitraum 2021 – 2050 um ca. 1.3°C zunehmen. Im Zeitraum 2071 – 2100 sind sogar Temperaturzunahmen um ca. 3.5°C anzunehmen.

Die Anzahlen der bioklimatisch besonders relevanten Sommertage und heißen Tage werden um ca. 13 Tage bzw. 8 Tage (2021 – 2050) und um ca. 43 Tage bzw. 30 Tage (2071 – 2100) ansteigen. Den Projektionen liegt das Antriebsszenario RCP8.5⁴ (mittlere bzw. hohe Temperaturzunahme, „Weiter wie bisher Szenario“) zu Grunde, das hohe zukünftige Treibhausgasemissionen berücksichtigt.

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

Die Windverhältnisse werden an der LUBW-Luftmessstation Wiesloch vorwiegend von Südwest- und Nordost-Winden bestimmt (**Abbildungen 7 und 8**), wobei im mehrjährigen Mittel (1995 – 2021) mittlere Windgeschwindigkeiten von ca. 2.1 m/s zu bilanzieren sind.

Stadtklimatisch besonders relevant sind austauscharme Wetterlagen, die im Oberrheinischen Tiefland vor allem in den Nachtstunden zu einer deutlichen Minderung des horizontalen und vertikalen Luftaustausches führen. Damit verbunden ist u.a. eine verstärkte Akkumulation von Luftschadstoffen in Bodennähe.

Austauscharme Wetterlagen in Verbindung mit windschwache Strahlungsnächten, in denen flächennutzungsbedingte Lufttemperaturgegensätze besonders ausgeprägt in Erscheinung treten, sind im Planungsraum im langjährigen Mittel an ca. 65 Tagen im Jahr (Häufigkeit = 18%) zu ermitteln, wobei im Sommerhalbjahr und besonders im August (ca. 9 Nächte) die Häufigkeit am größten ist⁵.

In Strahlungsnächten entwickeln sich bevorzugt thermisch induzierte regionale und lokale Windsysteme, die wesentliche Gunsteffekte (Kalt- und Frischluftzufuhr) erbringen können. Hierbei lassen sich im Allgemeinen Flurwindeffekte (z.B. kleinräumige Luftaustauschbewegungen zwischen Freiland und Bebauung), Hangabwinde (z.B. Kaltluftabflüsse über die Hangzone des Gänsbergs in Richtung Frauenweiler), gerichtete Talabwinde (z.B. entlang des Waldangelbachs und Leimbachs in Wiesloch) und großräumig regionale Ausgleichsströmungen zwischen Kraichgau und Oberrheinischem Tiefland unterscheiden.

⁴ RCP = Representative Concentration Pathways

⁵ Aus: **GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA (2021)** : Stadtklimaanalyse Mannheim 2020. Hannover. Mannheim.

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 vorliegende Klimastudien (FEZER, SEITZ 1977; GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA 2009) dokumentieren, wird das Strömungsgeschehen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld durch

- die Leitlinienwirkung Oberrheinischen Tieflandes,
- die sich über die Hänge und Täler des Kraichgaus in Richtung Oberrheinisches Tiefland entwickelnden Lokal- und Regionalströmungen und
- die örtliche Flächennutzung und das Kleinrelief

geprägt.

Wie bereits in Kap. 4 beschrieben, überwiegen im Planungsumfeld südwestliche und nordöstliche 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 und auch im Planungsgebiet auf dem Gelände der HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG das bodennahe Ventilationsgeschehen mitbestimmt.

Zur Vertiefung der Datengrundlage wurde im Zeitraum Mai bis Juli 2021 im Bereich der Parkierungsflächen am Gutenbergring eine Klimamessstation („Standortbezeichnung: HDM) betrieben. Die Stationslage kann der **Abbildung 6** entnommen werden. Die Windmessung erfolgte in einer Höhe von ca. 5 m ü.G. und die Lufttemperaturmessung in einer Höhe von ca. 2.5 m ü.G.

Vergleichbar mit den Windmessdaten der LUBW-Luftmessstation Wiesloch (**Abbildung 6**) zeigen die Windrosen für den Stationsstandort HDM am Tag ein Vorherrschen südwestlicher bis westlicher Richtungen. Südwinde werden aufgrund der Barrierewirkung der Gewerbe-/Industriebauten auf dem Gelände der HEIDELBERG DRUCKMASCHINEN AG nur in sehr geringer Häufigkeit erfasst. Die mittlere Windgeschwindigkeit liegt am Tag bei 2.1 m/s.

Nach Sonnenuntergang ist gegenüber der Tagsituation eine deutlich abweichende Windrichtungsverteilung zu erkennen. Besonders in wolkenarmen Strahlungsnächten treten Südwest-Winde zugunsten östlicher bis ostsüdöstlicher Windrichtungen zurück. Dies deutet darauf hin, dass kaltluftbedingte, regional angelegte Ausgleichsströmungen zwischen Kraichgau und Oberrheinischem Tiefland, unterstützt durch lokale Kaltluftbewegungen entlang des Waldangelbachs und Leimbachs, das ortsspezifische Luftaustauschgeschehen dominieren. Sie erreichen über den Stellplatzflächen am Gutenbergring (Station HDM) mittlere Windgeschwindigkeiten von ca. 1.0 – 1.7 m/s. An Hindernissen (z.B. Straßendämmen, Gebäuden, dichte Gehölzreihen) neigt die Kaltluft bodennah allerdings vermehrt zu Stagnation.

Das kaltluftbedingte Strömungsgeschehen wird durch Ergebnisse mesoskaliger Strömungssimulationen (Gitterauflösung 250 x 250 m, **Abbildung 9**) bestätigt. Bei vorherrschender großräumiger Windstille bestimmen in der Hangzone östlich der B 3 östliche Kaltluftbewegungen das ortsspezifische Strömungsfeld. Die mittlere Kaltluftabflussgeschwindigkeit liegt bei unter 1.0 m/s. Im Planungsgebiet und im Hochholzer Wald ist die autochthone Kaltluftbewegung durch die Oberflächenrauigkeit der Bebauung und der Bäume nur extrem schwach ausgeprägt.

In **Abbildung 10** sind exemplarisch für sommerliche Strahlungstage Tagesgänge der Lufttemperatur und des Windes dargestellt. Sie dokumentieren nochmals den tagesperiodischen Windrichtungswechsel, der mit einem deutlichen Temperaturabfall einhergeht. Die thermische Gunstwirkung der regionalen/lokalen Kaltluftbewegungen wird offenbar.

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. 24% der Nächte⁶.) 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 auf Ergebnisse mesoskaliger Lufttemperatursimulationen (GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA 2009) zurückgegriffen.

Wie **Abbildung 11** zeigt, heben sich die Stadtgebiete von Wiesloch und Walldorf sowie die Gewerbeflächen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld in sommerlichen Strahlungsnächten als ausgeprägte Wärmeinseln vom un bebauten Freiland ab. Kurz vor Sonnenaufgang (04:00 Uhr) werden max. Lufttemperaturdifferenzen von 4.8 K ermittelt. Insbesondere die Innenstadtbereiche sowie das zentrale Gelände der HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG zeigen sich deutlich überwärmt. Im Bereich des Hochholzer Waldes ist die nächtliche Abkühlung gegenüber den unbewaldeten Wiesen- und Landwirtschaftsflächen etwas reduziert, da das geschlossene Blätterdach die nächtliche Ausstrahlung dämpft.

⁶ Aus: **GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA (2021)** : Stadtklimaanalyse Mannheim 2020. Hannover. Mannheim.

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, Waldflächen, 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. Hangabwinde, 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 regionale/lokale Luftströmungen, deren Existenz auf die Kaltluftproduktion der Freiräume und die großräumigen Luftaustauschprozesse zwischen Kraichgau und Oberrheinischem Tiefland zurückzuführen ist, in hohem Maße das Ventilationsgeschehen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld. Da diese regionalen/lokalen Luftzirkulationen nur begrenzte horizontale und vertikale Reichweite 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.

Besonders über Wiesen und Landwirtschaftsflächen kommt es zu intensiver Kaltluftproduktion. Die Kaltluftbewegung und die sich daraus entwickelnden Lokalströmungen beschränken sich in ebenem Gelände (Planungsgebiet) weitgehend auf den bodennäheren Luftraum. Nur wenn gleichgerichtete regionale Luftströmungen für zusätzliche Bewegungsimpulse sorgen, können beispielsweise Dämme, Gehölzgruppen und größere Gebäudekörper über- und umströmt werden. Ansonsten bilden sie markante Barrieren.

Das Planungsgebiet und dessen Umfeld zeigt sich an bioklimatisch besonders relevanten Strahlungstagen tagsüber nur mäßig ventiliert. Im Messzeitraum Mai – Juli 2021 wurden bei derartigen Wetterlagen im Bereich der Parkierungsflächen südlich des Gutenbergrings (Stationsstandort HDM) am Tag mittlere Windgeschwindigkeiten von 2.0 m/s gemessen. Dabei dominierten nordwestliche und östliche Windrichtungen. Gebietsinternen und auf die Bebauung zugerichteten Luftleitbahnen, die sich durch eine geringe Oberflächenrauigkeit auszeichnen, kommt dann besondere Bedeutung zu. Hier kann der großwetterlagenbedingte Höhenwind bodennah durchgreifen und somit auch in der angrenzenden Bebauung bioklimatisch bedeutsame Ventilationseffekte bewirken.

In stadtklimatische besonders relevanten sommerlichen Strahlungsnächten setzen im Planungsgebiet vermehrt regionale/lokale Kaltluftströmungen aus östlichen bis ost-südöstlichen Richtungssektoren ein. Aufgrund des fehlenden Gefälles im Planungsgebiet neigt die Kaltluft im Bereich dicht gehölzüberstelter Flächen (z.B. Hochholzer Wald) und in den dicht bebauten Gewerbegebieten vermehrt zu Stagnation. Nur bei gleichzeitig bodennah durchgreifenden regionalen Ausgleichsströmungen zwischen Kraichgau und Oberrheinischem Tiefland, die zusätzliche Bewegungsimpulse auf die bodennahe Kaltluft ausüben, kann die Hangkaltluft aus Osten wirksam in die Bebauung verfrachtet werden. Bei der Fortentwicklung bzw. Neugestaltung der Gewerbeflächen im Planungsgebiet ist diesem strömungsdynamischen Prozessgeschehen Beachtung zu schenken.

Laut Klimaprojektionen 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 daher zudem auf die Sicherung ausreichend großer thermischer Gunsträume zu achten. Dies gilt auch für Flächen innerhalb von Gewerbegebieten, um den Beschäftigten bioklimatisch akzeptable Arbeitsplätze sowie Erholungs-/Pausenflächen bereitstellen zu können.

Aus den o.a. klimaökologischen Funktionsabläufen resultiert, dass bei der anstehenden Planung darauf geachtet wird, dass zusätzliche Baumaßnahmen im Planungsgebiet und in der benachbarten Bestandsbebauung nicht nur zu einer gravierenden Schwächung der bodennahen Belüftungsintensität und zu thermischen/bioklimatischen Zusatzbelastung führen, sondern dass gegenüber der Ist-Situation möglichst auch kleinklimatischen Verbesserungen erzielt werden.

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. Hierbei ist zu beachten, dass die Bilanzierung einen „Worst-Case“ abbildet, da der geltende Bebauungsplan gegenüber der aktuellen Bebauung (= Ist-Zustand) eine stärkere Versiegelung zulässt und somit die Veränderung der lokalklimatischen Verhältnisse leicht überschätzt werden.

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 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 Flächennutzungsänderung in den Bebauungsplangebieten „HDM – Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und „HDM – Digital Campus“, Stadt Wiesloch 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 Strahlungsächte.

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

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

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

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

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

Kaltluftbewegungen zeigen in der ersten Nachthälfte die größten Fließgeschwindigkeiten.

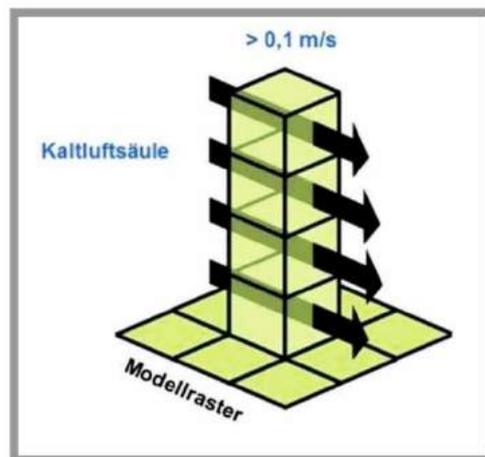
Kaltluftstaus bilden sich im Luv von natürlichen und anthropogenen Hindernissen (Wald- und Siedlungsrand, Straßendamm u. a.). Die kalte Luft staut sich bis zur Hindernishöhe oder etwas darunter auf, bis bei weiterem Nachfließen von Kaltluft das Hindernis schließlich überströmt wird (KING, 1973). Kleinere 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.



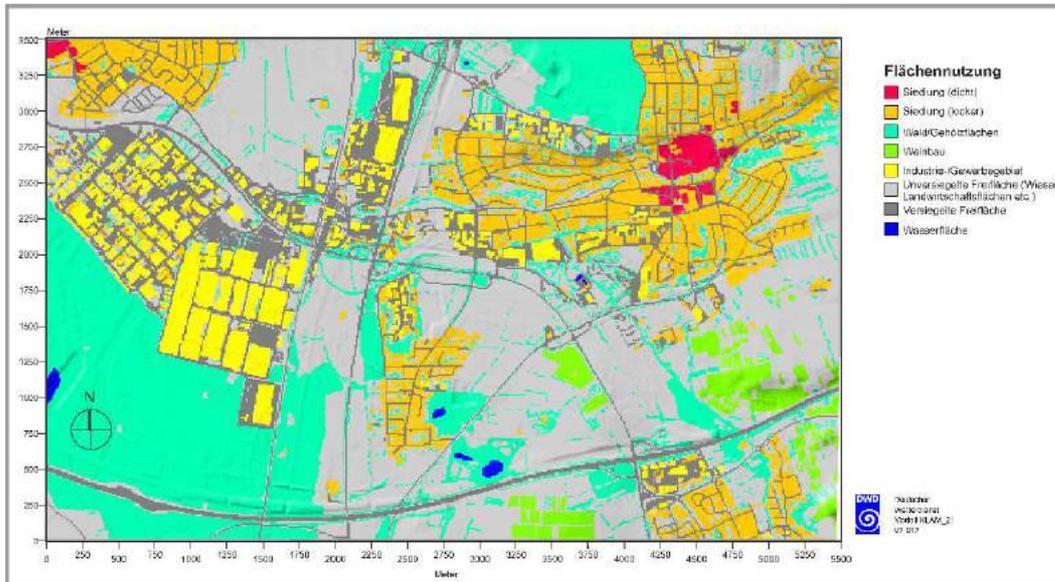
Grafik 5: Prinzipskizze Kaltluftvolumenstrom (nach: GEO-NET Umweltconsulting GmbH / Ökoplana 2019)

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 Überdachniveaus 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 bodennahen 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 4** - 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. Es werden im vorliegenden Fall acht Landnutzungsklassen berücksichtigt: Siedlung dicht, Siedlung locker, Wald / Gehölzflächen, Weinbau, Industrie-/Gewerbegebiete, unversiegelte Freiflächen, versiegelte Flächen und Wasserflächen (**Grafik 6**).



Grafik 6: Landnutzungen im Modellgebiet

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 der HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG und die neu geplante Bebauung werden als detaillierte Bebauung mit entsprechenden Gebäudehöhen in das Modell eingestellt, um den kleinräumigen Einfluss auf das örtliche Kaltluftgeschehen herausarbeiten zu können. Dabei werden im Sinne eines Worst-Case-Szenarios alle Baufelder als vollständig bebaut (mit max. Gebäudehöhe) angenommen

Das betrachtete Rechengebiet umfasst eine Gebietsgröße von 5.5 x 3.5 km (19.25 km²), so dass die planungsnahen Kaltlufteinzugsgebiete und Kaltluftwirkgebiete mitberücksichtigt werden.

Vorausgesetzt wird die für Kaltluftabflüsse optimale Situation, d.h. eine klare und windschwache Nacht mit östlicher Regionalströmung (2.0 m/s, 10 m ü.G.).

Die **Abbildungen 12 - 14** zeigen für den **Ist-Zustand** die Ergebnisse der Kaltluftsimulationen für die Situation in der ersten Nachhälfte - zwei Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung⁷.

In dieser Kaltluftbildungsphase entstehen an den westexponierten Hangzonen östlich der B3 und entlang des Waldangelbachs / Leimbachs kaltluftinduzierte Kaltluftabflüsse, die in unbebauten Lagen Strömungsgeschwindigkeiten von ca. 0.5 – 2.0 m/s (2 m ü.G.) erreichen – **Abbildung 12**. Im Planungsgebiet zeigen die Kaltluftbewegungen über den Parkierungsflächen am Gutenbergring Fließgeschwindigkeiten von ca. 0.5 – 1.0 m/s (2 m ü.G.), was recht gut mit den ortsspezifischen Messungen übereinstimmt. In der Bestandsbebauung der HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG werden im Bereich der Gebäudeabstandsflächen und Erschließungsstraßen/-wege mittlere Kaltluftfließgeschwindigkeiten von ca. 0.1 – 0.5 m/s simuliert. Vergleichbare Strömungsgeschwindigkeiten zeigen sich auch in den Gewerbegebietsflächen nordwestlich der Albert-Einstein-Straße.

Im Hochholzer Wald sind Kaltluftfließgeschwindigkeiten von ca. 0.1 – 0.2 m/s zu bilanzieren. Die Kaltluft neigt somit im Stammraum des Waldes vermehrt zu Stagnation.

Die Kaltluftmächtigkeit beträgt zwei Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung (**Abbildung 13**) am Planungsstandort ca. 15 – 29 m. Darüber bestimmen großräumigere regionale Strömungsprozesse das Luftaustauschgeschehen.

In **Abbildung 14** ist der berechnete Kaltluftvolumenstrom zwei Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung dargestellt.

Die Berechnungsergebnisse zeigen über den Stellplatzflächen im Planungsgebiet Kaltluftvolumina von ca. 10 – 30 m³/m·s, während in dichter bebautem Gelände nur Kaltluftvolumina von ca. 1 – 5 m³/m·s simuliert werden. Die kaltluftbedingte Belüftungsintensität ist in diesen Bereichen nur gering.

⁷ In den Monaten Juni/Juli entspricht dies ca. dem Zeitpunkt 22:15 – 22:45 Uhr (MEZ)

Berücksichtigt man bei den Kaltluftströmungssimulationen die geplante max. Bebauung (**Plan-Zustand, Abbildung 15**), so ist östlich des Planungsgebiets zwischen Rheintalbahn und B 3 eine vermehrte Neigung zu Kaltluftstagnation zu erwarten. Auch nordwestlich des Planungsgebiets (Albert-Einstein-Straße) ist im Bereich der Gewerbeflächen zwischen Kleinfeldweg und Industriestraße mit einer Schwächung der kaltluftbedingten Belüftungsintensität zu rechnen. Dem stehen entlang der L 723 und im Bereich des REWE-Zentrallagers im Süden des Planungsgebiets leichte Beschleunigungseffekte gegenüber.

Die zu erwartenden Veränderungen beim Windfeld können in schematischer Weise wie folgt beschrieben werden.

Die Bebauung stellt sich im vorliegenden Fall der von Osten zuströmenden Kaltluft in den Weg. Die Strömung wird dabei vor den Baukörpern verzögert, was in Luv-Lage zu einer windberuhigten Zone führt. Auch hinter den geplanten Baukörpern wird die Strömung abgeschwächt. Der im Luv-Bereich der geplanten Bebauung verzögerte Anteil der Strömung wird mit etwas höherer Windgeschwindigkeit an den Seiten vorbeigeführt (Umströmungseffekt) oder überströmt das Dach (Überströmungseffekt). Hierbei verliert die Kaltluft durch die leichte Turbulenz an Kühlwirkung.

Die Wohnbebauung von Frauenweiler bzw. von Walldorf (Erich-Kästner-Straße / Dietrich-Bonhoeffer-Straße) ist von keinen nennenswerten Windgeschwindigkeitsmodifikationen betroffen.

Gleiches gilt für den Kaltluftvolumenstrom. Bestimmt man unmittelbar südwestlich der nächstgelegenen Wohnbauflächen von Walldorf über ein 2.000 m langes Querprofil A – A* (Lage siehe **Abbildung 16**) den in Richtung Walldorf weiterfließenden Kaltluftvolumenstrom, so ergibt sich zwei Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung zwischen dem Ist- und Plan-Zustand eine Abnahme von ca. 1.5%.

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).

Im weiteren Verlauf der Nacht (**Abbildungen 17 – 21**) nimmt die planungsbedingte baulich Beeinträchtigung des örtlichen Kaltluftvolumenstroms nur in geringem Maße zu, da die Kaltluftmächtigkeit zwar weiter ansteigt (30 – 39 m), sich die Kaltluftstagnationstendenzen durch die zunehmend stabile Luftschichtung allerdings vermehren.

Ermittelt man wiederum entlang des Profils A – A* die planungsbedingte Veränderung des Kaltluftvolumenstroms in Richtung der Wohnbebauung von Walldorf, so zeigt sich fünf Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung (= 2. Nachthälfte) im Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand eine relative Abnahme von ca. 2.3% (Ist-Zustand: 5.051 m³/s → Plan-Zustand: 4.934 m³/s). Laut VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5 (2003) ist dieser Wert aus klimaökologischer Sicht unproblematisch.

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 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 1.500 x 2.000 m zzgl. der Randbereiche.

Die Modellrechnungen werden jeweils für eine typische Tagsituation und zwei besonders relevante Nachtsituationen durchgeführt.

Vorgaben für die Tagsituationen:

- 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:

- Ost-Wind (90°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
= Bestimmung der planungsbedingten Barrierewirkung bei vorherrschenden lokalen Kaltluftströmungen mit Unterstützung großwetterlagenbedingter Ostwinde.
- Ostsüdost-Wind (120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
= Bestimmung der planungsbedingten Barrierewirkung in Richtung Walldorf (Wohnbebauung) bei vorherrschenden lokalen Kaltluftströmungen mit Unterstützung großwetterlagenbedingter Ostsüdostwinde.

Als Eingangsgeschwindigkeit in freien Lagen wird für eine windschwache Tagsituation ein Wert von 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. vorgegeben, da die Hinderniswirkung von Hochbauten bei solchen Situationen die Belüftungseffekte u.U. zum Erliegen bringen können. Windstagnationsbereiche sind bei derartigen Situationen mit Windgeschwindigkeiten unter 0.3 m/s gekennzeichnet.

Für die Nachtsituation mit vermehrt stabiler Luftschichtung wird eine Eingangsgeschwindigkeit von 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. vorgegeben.

Dieser Wert wurde aus den Windmessungen an der temporären Klimamessstation HDM (siehe Kap. 4.1) abgeleitet.

Die Ergebnisdarstellung erfolgt in Horizontalschnitten (2.0 m ü.G. ~ EG, Bewegungsraum des Menschen im Freien). Die Schnitte geben die mittlere Windgeschwindigkeit für eine 1 m mächtige Luftschicht (Höhe ± 0.5 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 Westsüdwesten (240°)

Wie den **Abbildungen 7** und **8** zu entnehmen ist, herrschen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld am Tag zumeist westsüdwestliche Windrichtungen vor (= Hauptwindrichtung).

Die **Abbildung 22** zeigt das für den **Ist-Zustand** berechnete Windfeld der Höhenschicht 2.0 m ü.G.

Im Bereich des Planungsgebiets werden über den raugkeitsarmen Stellplatzflächen südlich des Gutenbergrings und zwischen den Hallen 4 und 12 in einer Höhe von 2.0 m ü.G. mittlere Windgeschwindigkeiten zwischen 1.0 und 1.9 m/s berechnet. In den Südsüdwest-Nordnordost ausgerichteten Erschließungsachsen auf dem Werksgelände der HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG zeigen sich ebenfalls ausreichende Belüftungsintensitäten (0.4 – 1.2 m/s). Eine großflächige Neigung zu Luftstagnation mit mittleren Windgeschwindigkeiten unter 0.3 m/s ist nicht zu verzeichnen. Derartige Areale beschränken sich im Untersuchungsgebiet auf Wald- und Gehölzflächen.

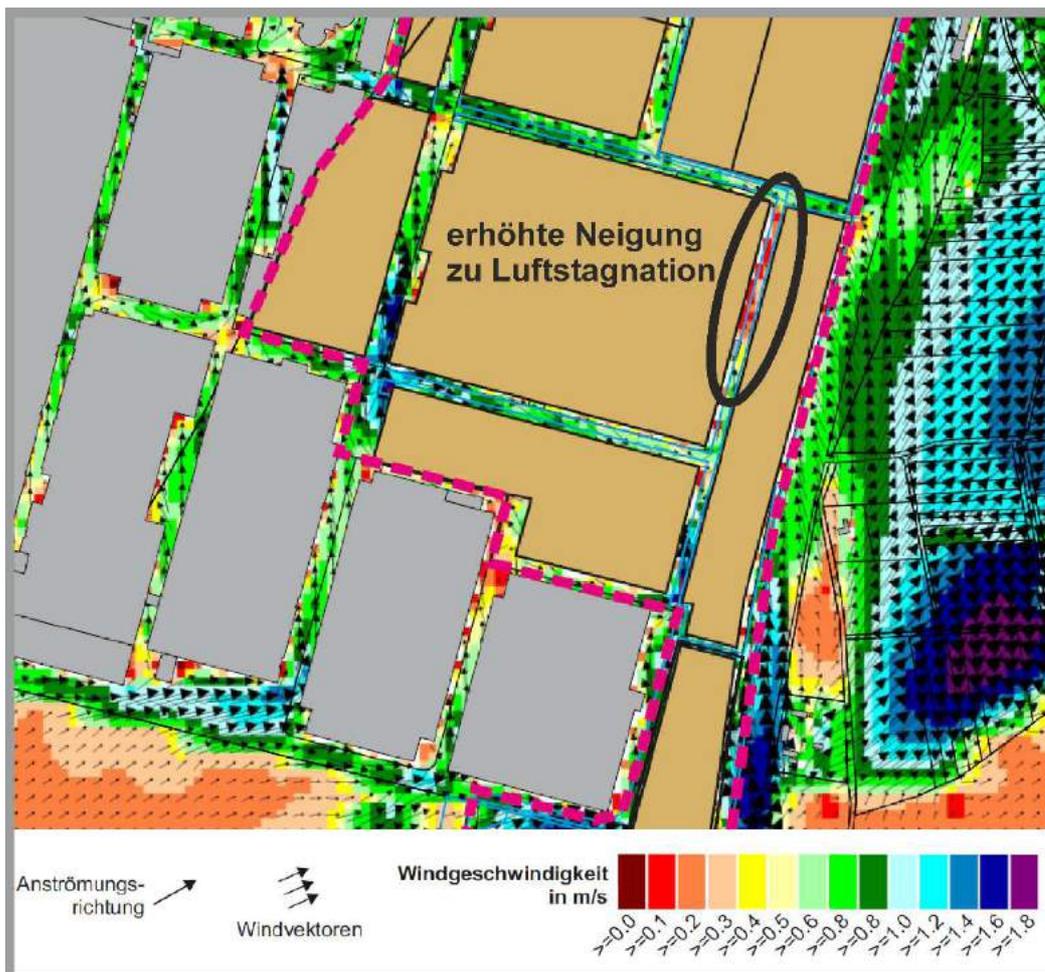
Kleinflächige Luftstagnationstendenzen bleiben auf die unmittelbaren Gebäude- und Gebäudeleelagen begrenzt. Hier wird die mittlere Windgeschwindigkeit durch Stau- und Wirbeleffekte um bis zu ca. 90% reduziert. Vor allem an heißen Sommertagen führt dies zu erhöhten bioklimatischen Belastungen.

Im **Plan-Zustand (Abbildungen 23)** zeigt sich der gebietsintern geplante „Boulevard“ (Breite über 20 m) in Südsüdwest-Nordnordost-Richtung ausreichend ventiliert. Die mittleren Windgeschwindigkeiten variieren zwischen 0.6 und 1.6 m/s. Allein in unmittelbaren Baukörperleelagen sind sehr kleinräumig Windgeschwindigkeiten unter 0.3 m/s zu bilanzieren. Auch die Querstraße/-wege zeigen günstige Belüftungsintensitäten.

Im Nordosten der Halle 4 sind entlang der Erschließungsstraße (Breite 8 m) über eine Strecke von ca. 120 m mittlere Windgeschwindigkeiten von unter 0.3 m/s zu bestimmen (siehe **Grafik 7**). Hier wäre die Schaffung einer zusätzlichen baulichen Öffnung im Osten oder eine Aufweitung des Straßenzugs vorteilhaft, sofern entlang des Straßenzugs Büroräume oder Aufenthaltsflächen (Pausenfläche) angeordnet werden sollen.

Die angedachten größeren Gebäudehöhen sowie die bauliche Inanspruchnahme der Stellplatzflächen südlich des Gutenbergrings sowie zwischen den Hallen 4 und 12 führen im Planungsumfeld zu keinen gravierenden strömungsdynamischen Negativeffekten. Allein entlang der Rheintalbahn kommt es bei vorherrschenden Westsüdwest-Winden zu Windabschwächungen. Wohnbebauung ist von derartigen Effekten nicht betroffen.

Nördlich des Gutenbergrings sind leichte planungsbedingte Beschleunigungseffekt zu erwarten, die aus lufthygienischer Sicht entlang der L 723 zu begrüßen sind.



Grafik 7: Ausschnitt aus Abbildung 23 – markierter Teilbereich mit erhöhter Neigung zu Luftstagnation

5.2.2 Nachtsituation – Windanströmung aus Osten (90°)

Wie in Kap. 4.1 bereits erläutert, häufen sich im Planungsgebiet und in dessen Umfeld bei zu stadtklimatischer bzw. bioklimatischer Belastung neigenden wind-schwachen Strahlungswetterlagen östliche Regional- und Lokalwinde (siehe **Abbildung 8**).

Da derartige Windströmungen auch in bioklimatisch besonders relevanten Tropennächten ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) 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 Osten (90°) mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 1.5 m/s (10 m ü.G.) gewählt. Gegenüber den Kaltluftströmungssimulationen mit stabiler Luftschichtung (Kap. 5.1) ist die Luft neutral geschichtet. Derartige Verhältnisse sind repräsentativ für leicht bis stark bewölkte Nächte, die gleichfalls an Tropennächte gebunden sein können.

Die **Abbildung 25** zeigt die Ergebnisse der Strömungssimulationen für den **Ist-Zustand** (2 m ü.G.).

Auch bei dieser Situation treten die Stellplatzareale (siehe **Foto 1**) im Planungsgebiet als Ventilationsflächen mit mittleren Windgeschwindigkeiten von über 1.0 m/s hervor.



Foto 1: Stellplatzfläche zwischen den Hallenbauten 4 und 12. Blick nach Westen.
(Foto: ÖKOPLANA)

Vergleichsweise intensiv belüftet zeigen sich auch die Ost-West verlaufenden Erschließungsachsen.

Im Gewerbegebiet westlich der Albert-Einstein-Straße ist die Belüftungsintensität ebenfalls ausreichend, um in Tropennächten Wärmestaus zu unterbinden. Die Wärmeinselbildung wird hierdurch begrenzt.

Mit Realisierung der geplanten Bebauung (**Plan-Zustand, Abbildungen 26 und 27**) kommt es vergleichbar mit der Tagsituation (siehe Kap. 5.2.1) entlang der Rheintalbahn in einem schmalen Streifen zu Windabschwächungen (0.2 – 0.6 m/s). Wohnbebauung ist hiervon nicht betroffen.

Die Lee-Effekte der geplanten Bebauung südlich des Gutenbergrings reichen bei vorherrschenden Ostwinden nicht über das Werksgelände nach Westen hinaus. Eine stadtklimatisch bedenkliche Barrierewirkung in Richtung der Walldorfer Wohnbebauung ist nicht festzustellen.

Entlang des geplanten „Boulevards“ machen sich die platzartigen Aufweitungen strömungsdynamisch positiv bemerkbar, da hier über rücklaufende Leewirbel, der bodennahe Luftaustausch intensiviert wird.

5.2.3 Nachtsituation – Windanströmung aus Ostsüdosten (120°)

Der **Abbildung 8** ist zu entnehmen, dass am Planungsstandort während austauscharmer Wetterlagen zu ca. 26% der Nachtstunden ostsüdöstliche Windrichtungen zu verzeichnen sind. Bei derartigen Situationen befindet sich zunehmend die Wohnbebauung von Walldorf nördlich der L 723 (Erich-Kästner-Straße / Willi-Graf-Straße) im Lee des Planungsgebiets.

Die Ergebnisse der Modellrechnungen für den **Ist- und Plan-Zustand (Abbildungen 28 - 30)** zeigen, dass die Windschattenwirkung der geplanten Bebauung sich weitgehend auf das Werksgelände der HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG beschränkt. Eine stadtklimatisch gravierende großflächige Beeinträchtigung des lokalen Strömungsgeschehens außerhalb des Geländes ist nicht festzustellen.

Auch bei derartigen Situationen zeigt sich das Planungsgebiet in großen Teilen ausreichend belüftet (≥ 0.3 m/s). Allein über den verbleibenden Freiflächen südlich des Gutenbergrings nehmen die Luftstagnationstendenzen zu.

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 Inanspruchnahme der Stellplatzflächen und weitere bauliche Verdichtungen ist mit einer örtlichen Verzögerung und Verringerung der nächtlichen Abkühlung zu rechnen.

Die nachfolgenden Berechnungen zur Lufttemperatur beziehen sich auf bioklimatisch besonders belastende heiße Sommertage (16:00 Uhr ungefährender Zeitpunkt der höchsten thermischen Belastung, siehe **Abbildung 10**) bzw. Tropennächte (00:00 Uhr, Zeitpunkt bis zu dem in der Regel in Sommernächten die Wohnungen vor dem Zu-Bett-Gehen nochmals durchgelüftet werden).

Als Anströmungsrichtung für die Tagsituation wird die Hauptwindrichtung West-südwest (240°) gewählt.

Ergänzend wird für die Tagsituation mit Westsüdwest-Wind 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.

Bei den Modellrechnungen wird davon ausgegangen, dass die Erschließungsstraßen und Erschließungswege im Planungsgebiet asphaltiert und die Parkplätze gepflastert sind. Im Sinne eines Worst-Case-Szenarios wird keine Dachbegrünung berücksichtigt. Es ist noch nicht geklärt, welche Dachaufbauten (z.B. Klima-/Lüftungsanlagen) erforderlich werden und welche Hallen statisch entsprechend ausgelegt sind.

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

5.3.1 Thermische / bioklimatische Situation an einem heißen Sommertag (16:00 Uhr) mit westsüdwestlicher Luftströmung (240°)

Die **Abbildung 31** zeigt für den **Ist-Zustand** die berechnete Lufttemperaturverteilung gegen 16:00 Uhr an einem heißen Sommertag ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$). Vorausgesetzt wird eine westsüdwestliche Luftströmung mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

Bei Lufttemperaturen im Bereich schattenwerfender dichter Gehölzbestände (Hochholzer Wald) von ca. $29.5 - 30.4^{\circ}\text{C}$ werden über asphaltierten, unbeschatteten Stellplatzflächen und Straßenzügen (z.B. südlich des Gutenbergrings) Lufttemperaturen bis ca. 33.0°C berechnet. Im Schattenbereich von Gebäuden/Hallen und Einzelbäumen zeigen sich zumeist Lufttemperaturen von $31.4 - 32.0^{\circ}\text{C}$. Über Rasen-, Wiesen- und Ackerflächen sind Lufttemperaturen von ca. $30.6 - 31.4^{\circ}\text{C}$ zu bilanzieren. Die thermische Gunstfunktion schattenwerfender Gehölzbestände und unversiegelter Freiflächen wird offenbar.

Die im Untersuchungsgebiet insgesamt recht geringen Lufttemperaturdifferenzen von ca. 3.5 K gegen 16:00 Uhr sind auf den am Tag vergleichsweise intensiven horizontalen und vertikalen Luftaustausch zurückzuführen.

Mit der Realisierung der im Bebauungsplanentwurf festgesetzten Bebauung (**Plan-Zustand, Abbildungen 32 und 33**) ist im Planungsumfeld mit keiner relevanten thermischen Zusatzbelastung zu rechnen, da größtenteils allein bereits versiegelte Flächen neu überbaut werden. Die berechneten Lufttemperaturrückgänge im Plan-Zustand sind auf neue gebäudebedingte Schattenwürfe zurückzuführen.

Entlang des zentralen Boulevards sind z.T. vergleichsweise hohe thermische Belastungen zu bestimmen. In diesem Bereich können alleeartig angeordnete Laubbäume über ihren Schattenwurf thermische Positivwirkungen bewirken.

In der **Abbildung 34** 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 20.0°C bis 51.0°C eine Spanne von 26 K. Die niedrigsten Werte werden im Baumschatten simuliert (ca. $20 - 32^{\circ}\text{C}$). Extreme bioklimatische Belastungen mit PET-Werten von über 40.0°C sind über versiegelten Flächen ohne Gebäude- und Baumschatten und abgeschwächter bodennaher Ventilation zu bilanzieren. Derartige Werte überwiegen auch im Gewerbegebiet westlich der Albert-Einstein-Straße.

Im Bereich unbeschatteter Rasenflächen und über Wiesen- und Ackerflächen werden PET-Werte von ca. 35 - 38°C berechnet (= starke Wärmebelastung).

Im **Plan-Zustand** ist im Bereich der plangebietsinternen Straßenzüge eine starke bis sehr starke Wärmebelastung (ca. 41 – 48°C) zu bilanzieren. Bei den Berechnungen wurden keine potenziellen Baumpflanzungen berücksichtigt.

Eine großflächige Zunahme der bioklimatischen Belastung außerhalb des Planungsgebiets ist nicht zu bestimmen.

5.3.2 Thermische Situation in einer Tropennacht (00:00 Uhr) mit schwacher östlicher Luftströmung (90°)

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

Die Ergebnisse der mikroskaligen Modellrechnungen für den **Ist-Zustand (Abbildung 35)** belegen, dass im Osten die Kaltluft aus dem Freiraumgefüge zwischen Frauenweiler und Rheintalbahn über Ost-West gerichtete Erschließungsachsen und Stellplatzflächen in das Werksgelände der HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG einströmen kann. Durch die Barrierewirkung und die Wärmeabstrahlung der befestigten Flächen ist aber ab der Süd-Nord verlaufenden Dr. W. Zimmermann-Straße keine abkühlende Wirkung mehr festzustellen.

Mit der zusätzlich geplanten Bebauung entlang der Rheintalbahn (**Plan-Zustand, Abbildungen 36 und 37**) nimmt die räumliche Verzahnung des Planungsgebiets mit dem Kaltluftpotenzial östlich der Bahntrasse ab, so dass die thermische Belastung innerhalb des Planungsgebiets in den Nachtstunden zunimmt. In länger andauernden Hitzeperioden steigt damit die thermische Belastung auch am Tag weiter an, da die nächtliche Abkühlung gedämpft ist. Gebietsinternen Ausgleichsmaßnahmen in Form von Baumpflanzungen und / oder Anlage von Grünflächen kommt daher eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zu, um den Beschäftigten möglichst günstige thermische Umgebungsbedingungen bieten zu können.

Anhand der Differenzendarstellung zwischen Plan- und Ist-Zustand kann belegt werden, dass die zusätzlich geplante Bebauung im Planungsumfeld in den Nachtstunden keine relevante thermische Zusatzbelastung bewirkt.

6 Zusammenfassung, Bewertung und Planungsempfehlungen

Auf dem Gelände der HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG am Standort Wiesloch / Walldorf ist eine städtebauliche Neuordnung geplant. Entwürfe des Planungsbüros AS+P GMBH sehen die Entwicklung eines „Digital Campus und Service Port“ vor, der mit Hilfe baulicher / freiraumordnerischer Maßnahmen eine zukunftsorientierte Flächengestaltung zum Ziel hat.

Das Gelände ist aktuell geprägt von den großflächigen Hallenbauten der HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG und Stellplatzarealen (insbesondere im Norden). Im Süden umfasst das Planungsgebiet zudem die Werkszufahrt Im Unteren Wald.

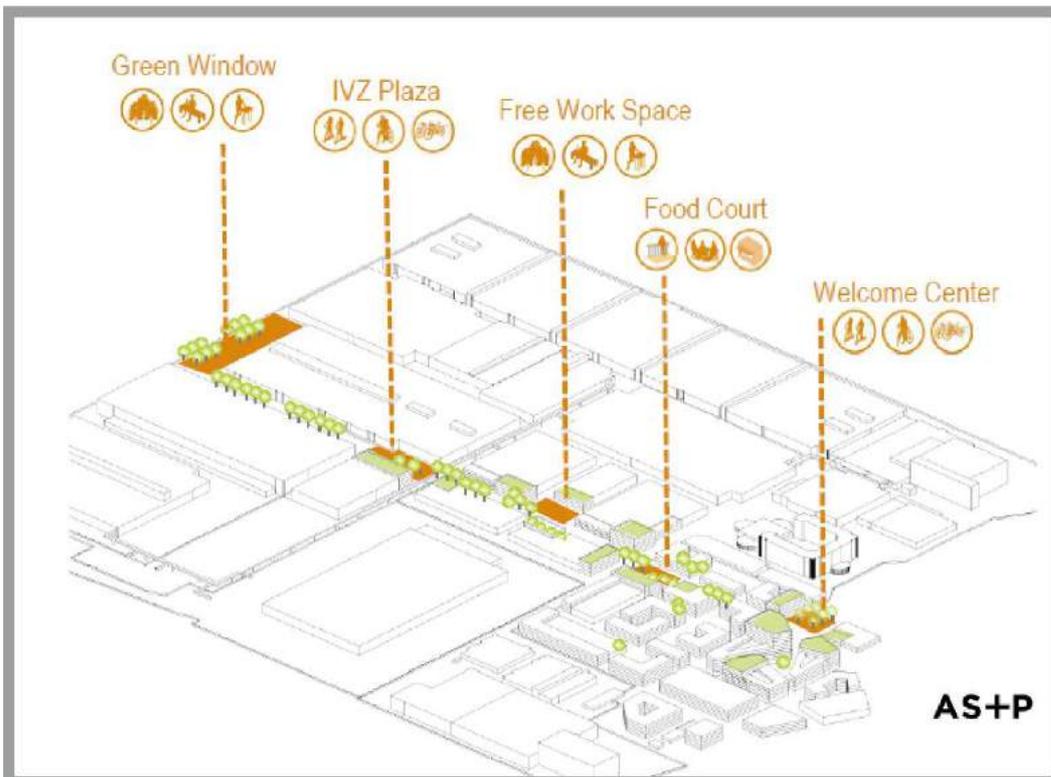
Der zur klimaökologischen Prüfung vorgelegte Bebauungsplanentwurf vom 24.08.2021 sieht in den festgesetzten Gewerbe- und Industrieflächen jeweils eine GRZ von 0.8 vor. Durch Wege, Zufahrten etc. ist eine Überschreitung der GRZ auf 0.9 zulässig. Als max. Gebäudehöhen sind überwiegend 25 m angedacht. Partiiell sind Gebäudehöhen bis 31 m und 40 m möglich. Die ausgewiesenen Gebäudehöhen dürfen durch untergeordnete Bauteile um maximal 1.50 m überschritten werden. Diese sind mit einem Mindestabstand von 3.00 m von der äußeren Gebäudekante zu errichten (STADT WIESLOCH, STADT WALLDORF 2021).

Im westlichen Planungsteilgebiet gliedert ein von Südsüdwest nach Nordnordost verlaufener „Boulevard“ mit einer Breite von ca. 22 m – 32 m (im Bereich platzartiger Aufweitungen) die Gewerbeflächen.

Untergeordnete gebietsinterne Straßenzüge weisen Breiten von 8 m und 16 m auf. Im südlichen Planungsteilgebiet sind zudem entlang der Rheintalbahn und dem Straßenzug Im Unteren Wald Verkehrsflächen mit besonderer Zweckbestimmung (Radwege) ausgewiesen.

Die HAUPTERSCHLIEßUNG erfolgt über den Gutenbergring, wo ein neuer Verkehrskreislauf angedacht ist.

Wie der **Grafik 8** zu entnehmen ist, soll der zentrale Boulevard u.a. dem Aufenthalt / Erholung dienen, so dass dort möglichst günstige thermische / bioklimatische Aufenthaltsqualitäten für die Beschäftigten zu schaffen sind.



Grafik 8: Möglicher Planungsansatz für den zentralen „Boulevard“ (Grafiken: AS+P)

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

- die Leitlinienwirkung Oberrheinischen Tieflandes,
- die sich über die Hänge und Täler des Kraichgaus in Richtung oberrheinisches Tiefland entwickelnden Lokal- und Regionalströmungen und
- die örtliche Flächennutzung und das Kleinrelief

geprägt wird.

Es herrschen im Allgemeinen südwestliche und nordöstliche bis östliche Windrichtungen vor. Südwinde werden aufgrund der Barrierewirkung der Gewerbe-/Industriebauten auf dem Gelände der Heidelberg Druckmaschinen nur in sehr geringer Häufigkeit erfasst. Die mittlere Windgeschwindigkeit liegt am Tag bei 2.1 m/s.

Nach Sonnenuntergang ist gegenüber der Tagsituation eine deutlich abweichende Windrichtungsverteilung zu bestimmen. Besonders in wolkenarmen Strahlungsnächten treten Südwest-Winde zugunsten östlicher bis ostsüdöstlicher Windrichtungen zurück. Dies deutet darauf hin, dass kaltluftbedingte, regional angelegte Ausgleichsströmungen zwischen Kraichgau und oberrheinischem Tiefland, unterstützt durch lokale Kaltluftbewegungen entlang des Waldangelbachs und Leimbachs, das ortsspezifische Luftaustauschgeschehen dominieren. Sie erreichen über den Stellplatzflächen am Gutenbergring (Station HDM) mittlere Windgeschwindigkeiten von ca. 1.0 – 1.7 m/s. An Hindernissen (z.B. Straßendämmen, Gebäuden, dichte Gehölzreihen) neigt die Kaltluft bodennah allerdings vermehrt zu Stagnation.

An hochdruckbeeinflussten Strahlungstagen ergeben sich im Untersuchungsraum auch thermische Differenzierungen. Bereits vor Sonnenuntergang setzt die Abkühlung ein und ist allgemein in der ersten Nachthälfte am stärksten. Die Lufttemperaturverhältnisse werden dabei vermehrt durch die Flächennutzung und durch die innerhalb der Bebauung graduell unterschiedlich wirksamen Ventilationseffekte lokal, regional und überregional angelegter Luftströmungen beeinflusst.

Ergebnisse mesoskaliger Lufttemperatursimulationen (GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA 2009) zeigen, dass sich die Stadtgebiete von Wiesloch und Walldorf sowie die Gewerbeflächen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld in sommerlichen Strahlungsnächten als ausgeprägte Wärmeinseln vom unbebauten Freiland abheben. Kurz vor Sonnenaufgang (04:00 Uhr) werden max. Lufttemperaturdifferenzen von 4.8 K ermittelt. Insbesondere die Innenstadtbereiche sowie das zentrale Gelände der HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG zeigen sich deutlich überwärmt.

Im Bereich des Hochholzer Waldes ist die nächtliche Abkühlung gegenüber den unbewaldeten Wiesen- und Landwirtschaftsflächen etwas reduziert, da das geschlossene Blätterdach die nächtliche Ausstrahlung dämpft.

Mittelfristige Klimaprognosen deuten darauf hin, dass die sommerliche Wärmebelastung im Zuge des globalen Klimawandels im Raum Wiesloch / Walldorf zunehmen wird. Nach Berechnungen der UNIVERSITÄT FREIBURG I. BR. (<https://lokale-klimaanpassung.de/lokales-klimaportal/>) wird die mittlere Jahresmitteltemperatur in Walldorf und Wiesloch gegenüber der Zeitspanne 1971 – 2000 im Zeitraum 2021 – 2050 um ca. 1.3°C zunehmen.

Die Anzahlen der bioklimatisch besonders relevanten Sommertage und heißen Tage werden um ca. 13 Tage bzw. 8 Tage ansteigen. Den Projektionen liegt das Antriebsszenario RCP8.5 (mittlere bzw. hohe Temperaturzunahme, „Weiter wie bisher Szenario“) zu Grunde, das hohe zukünftige Treibhausgasemissionen berücksichtigt.

Da zugleich die Anzahl der Tropennächte zunimmt, steigt ebenfalls die Wahrscheinlichkeit lang anhaltender Hitzewellen.

Neben der Sicherung klimaökologisch aktiver und passiver Ausgleichsräume (z.B. Wald- und Landwirtschaftsflächen, Wiesen- und Rebflächen) ist daher in der Stadtplanung vermehrt auch der Sicherung bzw. der Schaffung thermischer Gunsträume innerhalb der Bebauung Beachtung zu schenken.

6.1 Einfluss der geplanten Bebauung auf die klimaökologischen Funktionsabläufe und Bewertung

Aus den in Kap. 6 beschriebenen klimaökologischen Funktionsabläufen / Zielvorgaben resultiert, dass im Planungsgebiet und in dessen Umfeld die bestehenden Funktionen als Luftleit- und Ventilationsbahnen und Kaltluftproduktionsflächen 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.

Die Ergebnisse der durchgeführten mesoskaligen Kaltluftabflusssimulationen mit dem Modell KLAM_21 für eine windschwache Strahlungsnacht zeigen, dass im Ist-Zustand bereits in der ersten Nachthälfte im Planungsgebiet schwache Kaltluftbewegungen aus östlichen bis ost-südöstlichen Richtungssektoren vorherrschen, die den lokalen Kaltluftabflüssen aus der östlichen Hangzone (Wiesloch / Frauenweiler) und regional angelegten Ausgleichsströmungen zwischen Kraichgau und Oberrheinischem Tiefland zuzuordnen sind.

Die Kaltluftmächtigkeit erreicht im Planungsgebiet Laufe der Nacht einen Wert von mindestens 30 – 40 m.

Mit der Überbauung von Parkierungsflächen südlich des Gutenbergrings und weiteren baulichen Verdichtungen im Planungsgebiet gehen zwar kaum örtliche Kaltluftproduktionsflächen verloren, der zusätzliche Hochbau bildet aber eine weitere Strömungsbarriere.

Bestimmt man beispielhaft unmittelbar südwestlich der nächstgelegenen Wohnbebauung von Walldorf über ein 2.000 m langes Querprofil A – A* (Lage siehe **Abbildung 21**) den nach Nordwesten weiterfließenden Kaltluftvolumenstrom, so ergibt sich zwischen dem Ist- und Plan-Zustand eine Abnahme von 1.5% in der ersten Nachthälfte und von 2.3% in der zweiten Nachthälfte. 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 weniger als 5% ist somit mit nur geringen zusätzlichen klimatischen Negativeffekten (reduzierte nächtliche Abkühlung und Belüftungsintensität) verbunden und kann damit akzeptiert werden.

Die Ergebnisse der mikroskaligen Modellrechnungen zur Belüftungssituation im Plan-Zustand belegen, dass sich am Tag bei zumeist vorherrschenden Westsüdwest-Winden der geplante „Boulevard“ (Breite über 20 m) in Südsüdwest-Nordnordost-Richtung ausreichend ventiliert zeigt. Die mittlere Windgeschwindigkeiten variieren zwischen 0.6 und 1.6 m/s. Allein in unmittelbaren Baukörperleelagen sind sehr kleinräumig Windgeschwindigkeiten unter 0.3 m/s zu bilanzieren. Auch die Querstraßen/-wege zeigen ausreichende Belüftungsintensitäten.

Vermehrte Luftstagnation ist nur im Nordosten der Halle 4 entlang der Erschließungsstraße (Breite 8 m) über eine Strecke von ca. 120 m zu bestimmen. Hier wäre ggf. die Schaffung einer zusätzlichen baulichen Öffnung im Osten oder eine Aufweitung des Straßenzugs vorteilhaft, sofern entlang des Straßenzugs Büroräume oder Aufenthaltsflächen (Pausenfläche) angeordnet werden sollen.

Die angedachten größeren Gebäudehöhen sowie die bauliche Inanspruchnahme der Stellplatzflächen südlich des Gutenbergrings sowie zwischen den Hallen 4 und 12 führen im Planungsumfeld zu keinen gravierenden strömungsdynamischen Negativeffekten. Allein entlang der Rheintalbahn kommt es bei vorherrschenden Westsüdwest-Winden zu Windabschwächungen. Wohnbebauung ist von derartigen Effekten nicht betroffen.

Nördlich des Gutenbergrings sind leichte planungsbedingte Beschleunigungseffekt zu erwarten, die aus lufthygienischer Sicht entlang der L 723 als vorteilhaft zu bewerten sind.

Wie in Kap. 4.1 bereits erläutert, häufen sich im Planungsgebiet und in dessen Umfeld bei zu stadtklimatischer bzw. bioklimatischer Belastung neigenden wind-schwachen Strahlungswetterlagen östliche Regional-/Lokalströmungen, die bei Wetterlagen mit unterstützenden Höhenwinden aus östlichen Richtungssektoren zusätzliche Bewegungsimpulse erhalten.

Mit Realisierung der geplanten Bebauung kommt es im Planungsumfeld entlang der Rheintalbahn in einem schmalen Streifen zu Windabschwächungen (0.2 – 0.6 m/s). Wohnbebauung ist hiervon nicht tangiert.

Die Lee-Effekte der geplanten Bebauung südlich des Gutenbergrings reichen bei vorherrschenden Ostwinden nicht über das Werksgelände nach Westen hinaus. Eine stadtklimatisch bedenkliche Barrierewirkung in Richtung der Walldorfer Wohnbebauung ist nicht festzustellen.

Entlang des geplanten „Boulevards“ machen sich die platzartigen Aufweitungen strömungsdynamisch positiv bemerkbar, da hier über rücklaufende Leewirbel der bodennahe Luftaustausch intensiviert wird.

Allein über den verbleibenden Freiflächen südlich des Gutenbergrings nehmen die Luftstagnationstendenzen zu.

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

Die Ergebnisse der durchgeführten Modellrechnungen dokumentieren, dass mit Realisierung der im Bebauungsplanentwurf festgesetzten Bebauung (Plan-Zustand) an heißen Sommertagen im Planungsumfeld mit keiner relevanten thermischen / bioklimatischen Zusatzbelastung zu rechnen ist, da größtenteils allein bereits versiegelte Flächen neu überbaut werden.

Innerhalb des Planungsgebiets sind entlang des zentralen Boulevards z.T. vergleichsweise hohe thermische Belastungen zu bestimmen. In diesem Bereich sind thermisch wirksame Ausgleichsmaßnahmen vorzusehen (z.B. alleeartig angeordnete Laubbäume, Fassadenbegrünungen).

In klimaökologisch besonders bedeutsamen Tropennächten mit kaltluftbedingten Ostwinden gelangt im Ist-Zustand Kaltluft aus dem Freiraumgefüge zwischen Frauenweiler und Rheintalbahn über Ost-West gerichtete Erschließungsachsen und Stellplatzflächen in das Werksgelände der HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG. Durch die additive Barrierewirkung der Hallenbauten und die Wärmeabstrahlung der befestigten Flächen ist aber ab der Süd-Nord verlaufenden Dr. W. Zimmermann-Straße keine abkühlende Wirkung mehr festzustellen.

Mit der zusätzlich geplanten Bebauung entlang der Rheintalbahn (Plan-Zustand) nimmt die räumliche Verzahnung des Planungsgebiets mit dem Kaltluftpotenzial östlich der Bahntrasse ab, so dass die thermische Belastung innerhalb des Planungsgebiets in den Nachtstunden zunimmt. In länger andauernden Hitzeperioden steigt damit die thermische Belastung auch am Tag weiter an, da die nächtliche Abkühlung gedämpft ist (= „Aufschaukelungsprozess“). Gebietsinternen Ausgleichsmaßnahmen in Form von Baumpflanzungen und Anlage von Grünflächen kommt daher eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zu, um den Beschäftigten möglichst günstige thermische Umgebungsbedingungen bieten zu können (siehe Kap. 6.2).

Anhand der Differenzendarstellung zwischen Plan- und Ist-Zustand kann belegt werden, dass die zusätzlich geplante Bebauung im Planungsumfeld in den Nachtstunden aber keine relevante thermische Zusatzbelastung bewirkt.

Die geplanten Radwege entlang des Straßenzugs Im Unteren Wald und an der Rheintalbahn verursachen durch den baulichen Eingriff in Gehölz-/Grünflächen eine nur sehr kleinräumige Klimamodifikation (Zunahme der Wärmeabstrahlung), die auf den unmittelbaren Nahbereich begrenzt bleiben und durch ausgleichende Begrünungsmaßnahmen (siehe Kap. 6.2) wirksam gemindert werden können.

6.2 Planungsempfehlungen

Die Ergebnisse der klimaökologischen Analysen dokumentieren, dass die angestrebte Bebauung nach den Bebauungsplanentwürfen „HDM – Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und „HDM – Digital Campus“, Stadt Wiesloch im Planungsumfeld zu keinen bedeutsamen zusätzlichen klimaökologischen Negativeffekten führt.

Zur Gestaltung günstiger klimatischer Verhältnisse im Planungsgebiet selbst, die dann auch über das Planungsgebiet hinaus in der Nachbarbebauung zum Tragen kommen, steht eine Vielfalt an Möglichkeiten zur Verfügung. Diese werden als Planungsempfehlungen nachfolgend skizziert.

- **Berücksichtigung abwechslungsreicher Grün- und Freiflächenstrukturen im Planungsgebiet**

Zur Sicherung einer klimatisch hochwertigen Aufenthaltsqualität sollten im Bereich von Plätzen, die zur Erholung oder als Treffpunkt dienen (siehe **Grafik 8**, S. 33) mit Hilfe von Bäumen oder auch bautechnischen Elementen (z.B. temporäre Sonnensegel, Pergolen etc.) große beschattete Areale ausgebildet werden. Auch das Gehen/Radfahren sollte im Planungsgebiet entlang der Erschließungsstraßen/-wege mit Hilfe von Baumpflanzungen im Schatten/Teilschatten möglich sein. Dabei sind vor allem lockere, hochstämmige Baumgruppen und „Baumalleen“ als Beschattungselemente sinnvoll. Die temperatursenkende Wirkung von Straßengrün kann bis zu 6 K in 2 m ü. G. gegenüber unbegrüntem Straßenräumen betragen. In der Tagsituation weisen daher auch kleinere Grünareale eine wertvolle klimausgleichende Funktion auf. Darüber hinaus sollten größere Grün- und Freiflächen auch ein Mosaik aus unterschiedlichen Mikroklimaten, wie beispielsweise beschattete und besonnte Bereiche aufweisen, um den unterschiedlichen Bedürfnissen der Menschen hinsichtlich des Aufenthaltes im Freien entgegen zu kommen (Mikroklimavielfalt).

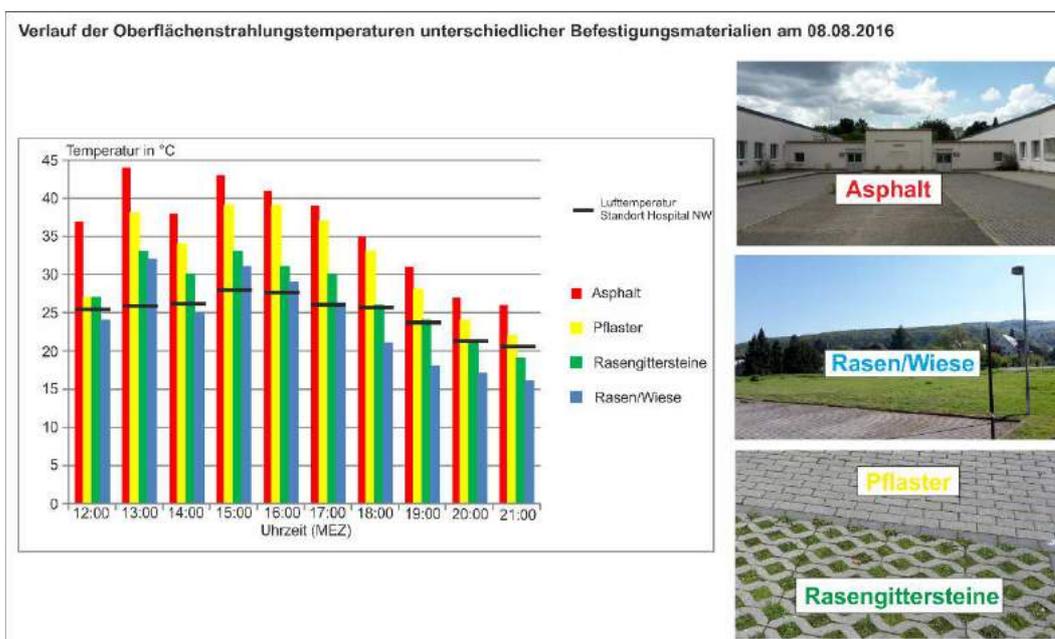
An Orten, wo die allgemeinen Standortbedingungen keine dauerhafte, bodengebundene Begrünung zulassen (z.B. Leitungstrassen im Untergrund, Altlasten etc.), bietet sich eine mobile Begrünung an. Diese Form besteht aus in Pflanzkästen angelegten Bäumen und Sträuchern, die ggf. bewegt und umgesetzt werden können. Da mobile Pflanzkästen keinen Bodenanschluss haben, müssen sie allerdings bewässert werden

- **Berücksichtigung des Albedo-Effektes.**

Die Berücksichtigung des Albedo-Effekts spielt zur Gestaltung günstiger thermischer Umgebungsbedingungen eine nicht zu unterschätzende Rolle.

Helle Oberflächenbeläge bewirken eine hohe Reflektion der einwirkenden kurzwelligeren Strahlung. Messungen zeigen, dass sich an warmen Sommertagen (Lufttemperatur = 25°C) zwischen besonnten schwarzen Asphaltflächen (37°C) und grauen Pflasterbelägen (27°C) Temperaturunterschiede bis ca. 10 K einstellen. Rasenflächen heizen sich aufgrund ihrer Verdunstungsleistung mit ca. 24°C noch weniger auf – siehe **Grafik 9**.

Bei der Befestigung von Platz- und Wegeflächen sollten daher möglichst helle Oberflächenbeläge (z.B. hellgrauer Belag) herangezogen werden.



Grafik 9: Oberflächentemperaturen unterschiedlicher Bodenbedeckungsarten
(Aufnahme: ÖKOPLANA, AUS: GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA 2017)

- **Dachbegrünung**

Kleinklimatisch günstig sind auch Dachbegrünungen einzuordnen. Dachbegrünungen wirken einer übermäßigen Aufheizung effektiv entgegen. An Sommertagen heizen sich begrünte Dachflächen im Tagesmittel um bis zu ca. 17°C weniger auf als unbegrünte Dächer.

Sie weisen zudem weitere klimaökologischen Positiveffekte auf:

- Durch die geringere Aufheizung der Luft über begrünten Dächern ist die vertikale Auftriebsströmung und somit die Staubaufwirbelung geringer. Darüber hinaus bilden die Pflanzen einen Filter, in dem sich Teile des in der Luft enthaltenen Staubs absetzt. Letzteres gilt vor allem für intensiv begrünte Dächer.
- Erhöhung der Wasserrückhaltefähigkeit nach Starkregen mit der dadurch bedingten Vermeidung von Abflussspitzen in der Kanalisation. Bei Extensivbegrünung beträgt der jährliche Wasserrückhalt im Mittel ca. 60% vom Niederschlag, bei Intensivbegrünung sogar bis 85%.

Voraussetzung für die temperaturdämpfende Wirkung der Dachbegrünung ist allerdings ein ausreichendes Wasserangebot für die Vegetation. Sollte bei längeren Hitzeperioden die Vegetation austrocknen, steigen die Temperaturen wieder auf das Niveau eines normalen Daches an. Der Kühlungseffekt für die Innenräume bleibt dabei aber erhalten. Im Winter isoliert ein Gründach zusätzlich und kann zur Senkung des Heizbedarfes beitragen.

Die Dachbegrünungen sollten bei Neubaumaßnahmen überall dort Berücksichtigung finden, wo die statischen Voraussetzungen gegeben sind und wo technische Aufbauten den Begrünungsmaßnahmen nicht entgegenstehen. Ggf. können Dachbegrünungen auch mit Photovoltaikanlagen verknüpft werden.

- **Fassadenbegrünung**

Durch eine Begrünung von Fassaden der neuen Baukörper kann ein Beitrag zur Reduktion der gebietsinternen Überhitzung und zur Verbesserung des Innenraumklimas geleistet werden. Begrünte Fassaden heizen sich weniger auf als herkömmliche Fassaden, wodurch sie weniger Wärme an die Umgebung abgeben. Gleichzeitig bewirkt der Verdunstungseffekt der Vegetation eine weitere Abkühlung. Zusätzlich reduziert sich durch den Schattenwurf der Vegetation auf die Hauswand und die Luftschicht im Zwischenraum die Wärmeaufnahme des Gebäudes. Somit kann durch Fassadenbegrünung sowohl der thermische Komfort in den angrenzenden Freiräumen, als auch im Gebäudeinneren verbessert werden. Auf Straßenniveau ist Fassadenbegrünung in thermischer Hinsicht wirksamer als eine Dachbegrünung.

Für die Luftreinhaltung sind begrünte Fassaden von Vorteil. Die Vegetation filtert Feinstaub und Schadstoffe aus der Luft und verbessert dadurch die Luftqualität. Auch für die Biodiversität sind begrünte Fassaden positiv. Sie bilden Lebensräume und schaffen unter Umständen auch Nahrungsangebote.

Für Fassadenbegrünungen bieten sich insbesondere nach Süden und Westen orientierte Gebäudewände an. Dabei können sowohl wandgebundene als auch bodengebundene Begrünungen (Gerüstkletterpflanzen) gewählt werden.

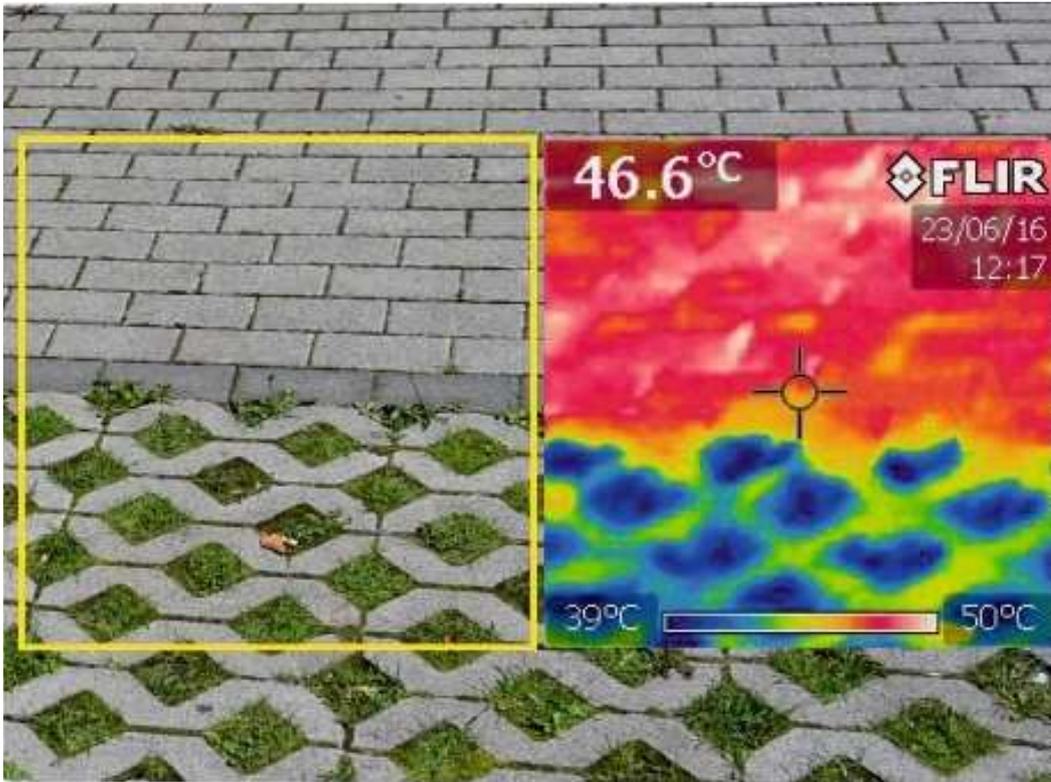
- **Bewegtes Wasser**

Durch eine Integration von bewegtem Wasser, z.B. durch Springbrunnen, Wasserwänden oder Fontänenfelder kann örtlich der Überwärmung in sommerlichen Hitzeperioden entgegengewirkt werden. Der Effekt der Kühlung ist bei bewegtem Wasser deutlich höher als bei stehenden Wasserflächen, da durch den entstehenden Sprühnebel eine große Oberflächen entsteht, an der Verdunstung stattfinden kann. Modellrechnungen (GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA 2017) zu potenziellen Fontänen auf einem in Heidelberger Konversionsgelände lassen im Nahbereich zusätzliche Lufttemperaturreduktionen von ca. 0.5 – 2.0 K erwarten. Neben der Reduktion der örtlichen Überhitzung können bewegte Wasserelemente Plätze attraktiver und interessanter machen. Als Standorte für bewegtes Wasser bieten sich repräsentative Platzflächen vor Büro-/Verwaltungsgebäuden und im Bereich von Erholungsflächen an.

Bei der Befestigung von oberirdischen Parkierungsflächen ist – wie stellenweise bereits heute realisiert (**Foto 2**) - die Verwendung von Rasengittersteinen zu empfehlen, da gegenüber Asphaltdecken die Aufheizung an heißen Sommertagen deutlich geringer ist (siehe **Grafik 10**). Die Parkierungsflächen sind zudem mit schattenspendenden Laubbäumen zu überstellen (z.B. ein Baum je fünf Stellplätze). Bei der Auswahl der Baumarten sollte auf ihre Trockentoleranz und Hitze-resistenz geachtet werden.



Foto 2: Bestehende Parkierungsflächen südlich des Gutenbergrings mit Rasengittersteinen.
Fotoaufnahme: ÖKOPLANA<

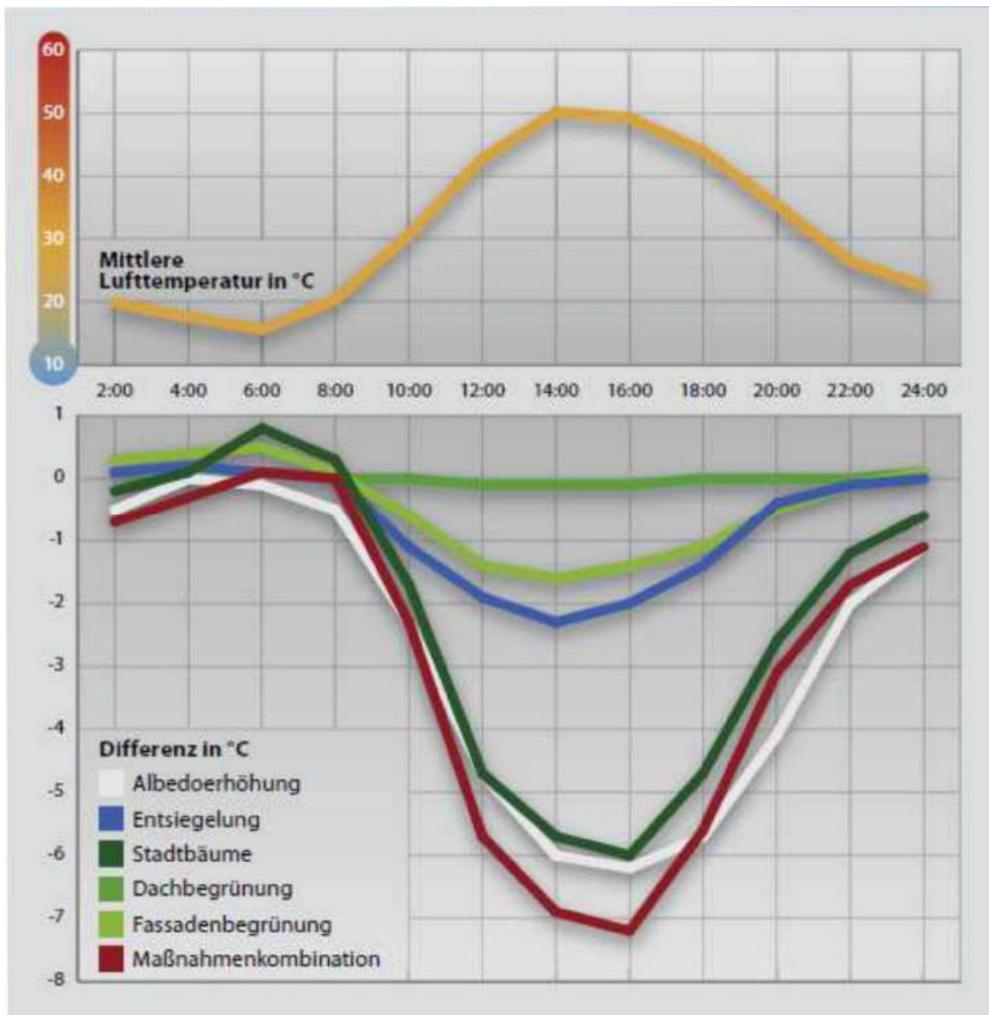


Grafik 10: IR-Aufnahme von unterschiedlichen Oberflächenbelägen bei einer Lufttemperatur von 27°C (Aufnahme: ÖKOPLANA)

Erschließungsstraßen und oberirdische Stellplatzflächen (= thermischen Ungunstflächen) sind auf das notwendige Maß zu beschränken. Vorteilhaft sind daher Tiefgaragen oder auch zentrale Parkdecks zu bewerten.

Im Bereich des geplanten Radwegs entlang der südlichen Werkszufahrt Im Unteren Wald sollten zwischen dem Radweg und der Autofahrbahn trennende Grünstreifen mit Sträuchern und Bäumen angelegt werden, um über den Schattenwurf eine übermäßige Aufheizung der Fahrbahnflächen zu vermeiden und damit auch an heißen Sommertagen eine Radroute ohne übermäßige Hitzebelastung bereitstellen zu können. Zugleich kann damit auch ein Ausgleich für den planungsbedingten Wegfall von Gehölzflächen geschaffen werden.

Die genannten klimaökologischen Ausgleichsmaßnahmen mögen bei isolierter Betrachtung keine gravierenden klimaökologischen Positiveffekte erwarten lassen. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass durch eine Vernetzung klimatisch wirksamer Ausgleichspotenziale die Chance besteht, über Summationseffekte – wie sie beispielhaft in der **Grafik 11** dargestellt sind - auch im Planungsumfeld die klimatische Gesamtsituation zu begünstigen.



Grafik 11: Beispielhaft dargestellte Effektivität unterschiedlicher klimawirksamer Ausgleichsmaßnahmen bei großflächiger Anwendung. Grafik: Dr. Björn BÜTER
GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH

Finden die o.a. Planungsempfehlungen bei der Entwicklung des Planungskonzepts Beachtung, so kann sichergestellt werden, dass im Planungsgebiet eine klimawandelgerechte Gewerbebebietsentwicklung stattfindet, die zum einen im Gebiet selbst die mikroklimatische Vielfalt unter Ausschluss von Extremen verbessert und zum anderen in der benachbarten Bestandsbebauung zu keiner weiteren bioklimatischen Zusatzbelastung führt.

Burst

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

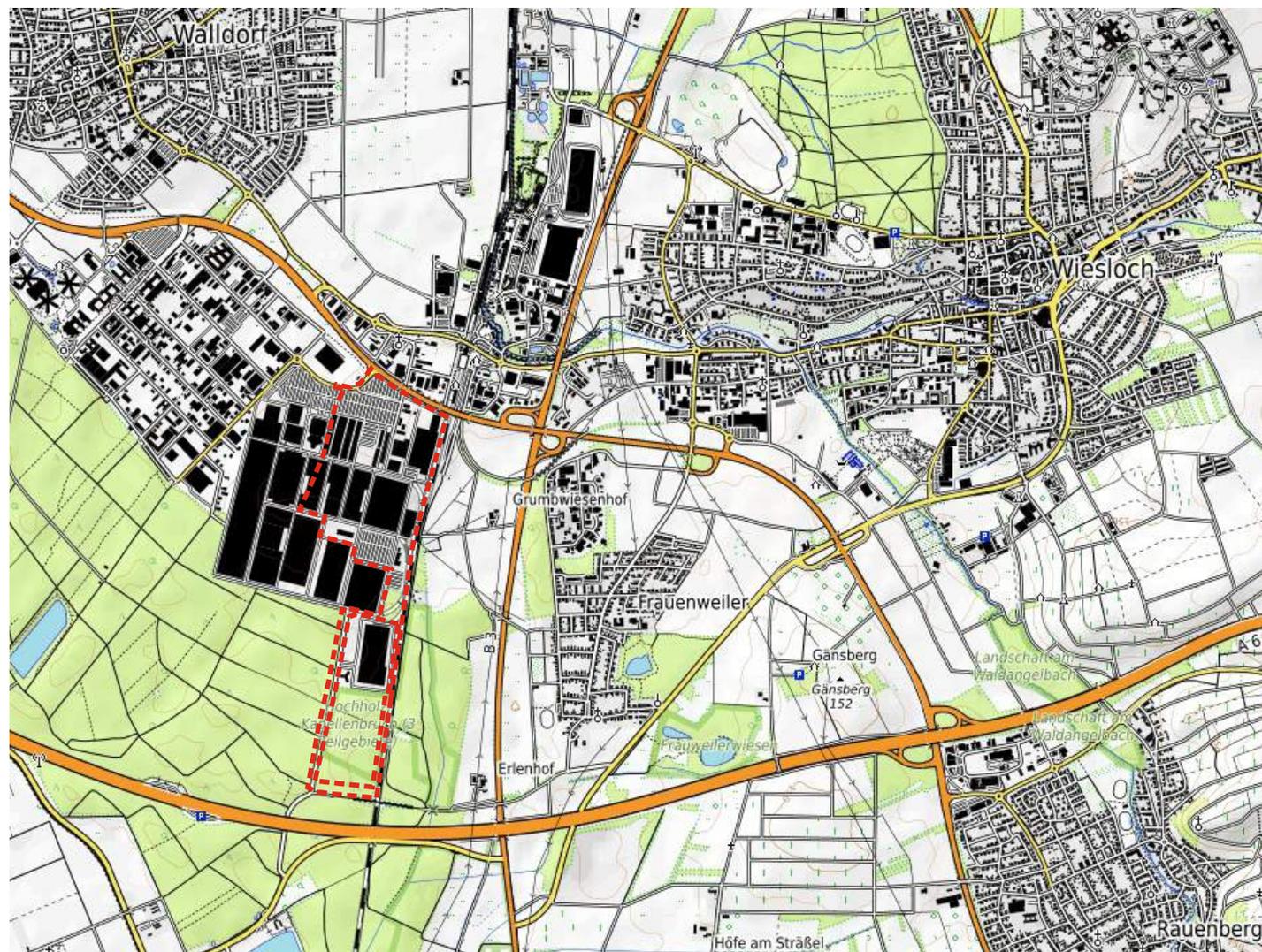
Mannheim, September 2021

Quellenverzeichnis / weiterführende Schriften

- BMBAU, BUNDESMINISTERIUM FÜR RAUMORDNUNG, BAUWESEN UND STÄDTEBAU (1979):** Regionale Luftaustauschprozesse und ihre Bedeutung für die räumliche Planung. Schriftenreihe 06.032. Bonn.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (2013):** KLAMIS. Modellgestützte Klimaanalysen und –bewertungen für die Regionalplanung. Grundlagen für einen Leitfaden. Berlin.
- BRUSE, M. (2002/2020):** Envi-Met - Mikroskaliges Klimamodell. Bochum.
- BRUSE, M. (2003):** Stadtgrün und Stadtklima – Wie sich Grünflächen auf das Mikroklima in Städten auswirken. In: LÖBF-Mitteilungen 1/2003. S. 66 – 70.
- DEUTSCHER STÄDTETAG (2012):** Positionspapier Anpassung an den Klimawandel – Empfehlungen und Maßnahmen der Städte. Köln.
- FEZER, F.: SEITZ, R. (1977):** Klimatologische Untersuchungen im Rhein-Neckar-Raum. Studien für die Regional- und Siedlungsplanung. Heidelberger Geogr. Arbeiten. Heft 47. Heidelberg.
- FLOHN, H. (1954):** Witterung und Klima in Mitteleuropa. 2. Auflage, Forschungen zur deutschen Landeskunde, 78 S., Hinzl Verlag Stuttgart.
- FRIEDRICH, J. ET AL. (2014):** Klimaanpassung in Kommunen und Regionen – eine Praxishilfe des Umweltbundesamtes. In: UVP-Report 28 (3 + 4). Hamm. S. 133 - 138
- GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA (2009):** Analyse der klima- und immissionsökologischen Funktionen für das Gebiet der Metropolregion Rhein-Neckar auf Basis einer GIS-gestützten Modellierung von stadtklimatisch und lufthygienisch relevanten Kenngrößen mit dem 3D-Klimamodell FITNAH. Mannheim. Hannover.
- 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-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA (2019):** Klimaexpertise zum Bebauungsplan Nr. Nr. 36 a „Gewerbegebiet Am Bahnbogen“ Saalfeld/Saale. Hannover- Mannheim.
- GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA (2021):** Stadtklimaanalyse Mannheim 2020. Hannover, Mannheim.

- GIESE-EICHHORN (1998/2016):** Handbuch zum prognostischen Strömungsmodell MISKAM. Wackernheim.
- HÄCKEL H. (1993):** Meteorologie. 3. Aufl. Stuttgart.
- IÖR (2011):** REGKLAM Ergebnisbericht. Regionales Klimaanpassungsprojekt Modellregion Dresden. Stadtstrukturabhängige Ausweisung sensibler Siedlungsräume bei thermischen Belastungen als Grundlage für die künftige Stadtentwicklung. Dresden.
- 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).
- KÖPPEN, W. (1936):** Das geographische System der Klimate, Handbuch der Klimatologie [The Geographical System of the Climate, Handbook of Climatology]. Bornträger, Berlin, Bd. 1, Teil. C.
- 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
- 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.
- STADT WIESLOCH, STADT WALLDORF (2021):** Bebauungsplan „HDM – Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und Bebauungsplan „HDM – Digital Campus“, Stadt Walldorf. Textliche Festsetzungen. Stand 29.07.2021. Wiesloch. Walldorf
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2003):** VDI 3787, Bl. 5. Lokale Kaltluft. Düsseldorf.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2008):** VDI 3787, Bl. 2. Methoden zur human-biometeorologischen 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 Lagesituation der Bebauungsplangebiete in den Stadtgebieten von Wiesloch und Walldorf



Kartendaten:

© OpenStreetMap-Mitwirkende, SRTM /

Kartendarstellung: © OpenTopoMap (CC-BY-SA)

 Planungsgebiet

Projekt:

Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf

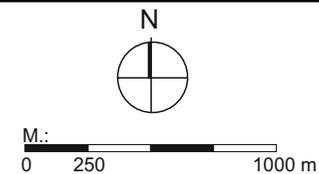


Abb. 2 Luftbild von den Planungsgebieten in Wiesloch / Walldorf



Luftbilder bereitgestellt von:
Stadt Wiesloch / Stadt Walldorf

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf

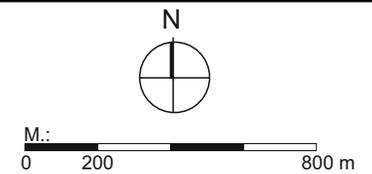


Abb. 3 Planungsgebiet - fotografische Dokumentation



Luftbilder bereitgestellt von:
Stadt Wiesloch / Stadt Walldorf
Fotoaufnahmen: ÖKOPLANA

 1 Standort der Fotoaufnahme
und Blickrichtung

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM -
Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch
und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“,
Stadt Walldorf



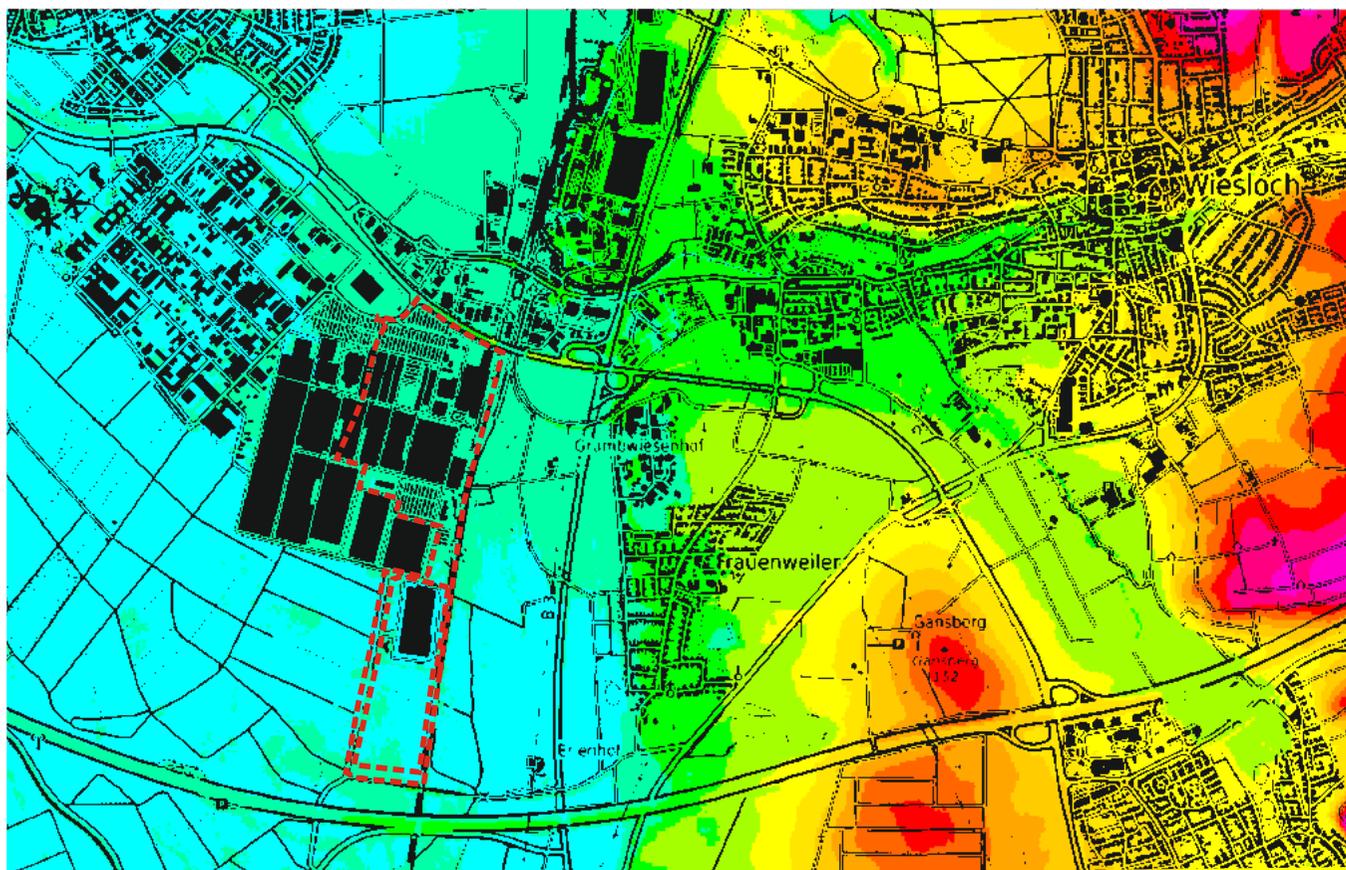
Abb. 4 Topografische Lagesituation - Bebauungsplangebiete in den Stadtgebieten von Wiesloch und Walldorf

Karten- und Reliefdaten:
TK 1:25.000 / DGM_10, LGL Baden-Württemberg

 Planungsgebiet

Geländehöhen in m ü. NN

-  von 101 bis 106
-  von 107 bis 112
-  von 113 bis 118
-  von 119 bis 124
-  von 125 bis 130
-  von 131 bis 136
-  von 137 bis 142
-  von 143 bis 148
-  von 149 bis 154
-  von 155 bis 160
-  von 161 bis 166
-  von 167 bis 172
-  von 173 bis 178
-  von 179 bis 180



Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf

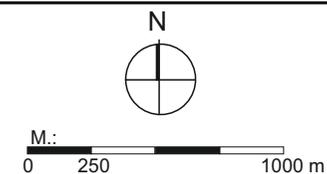
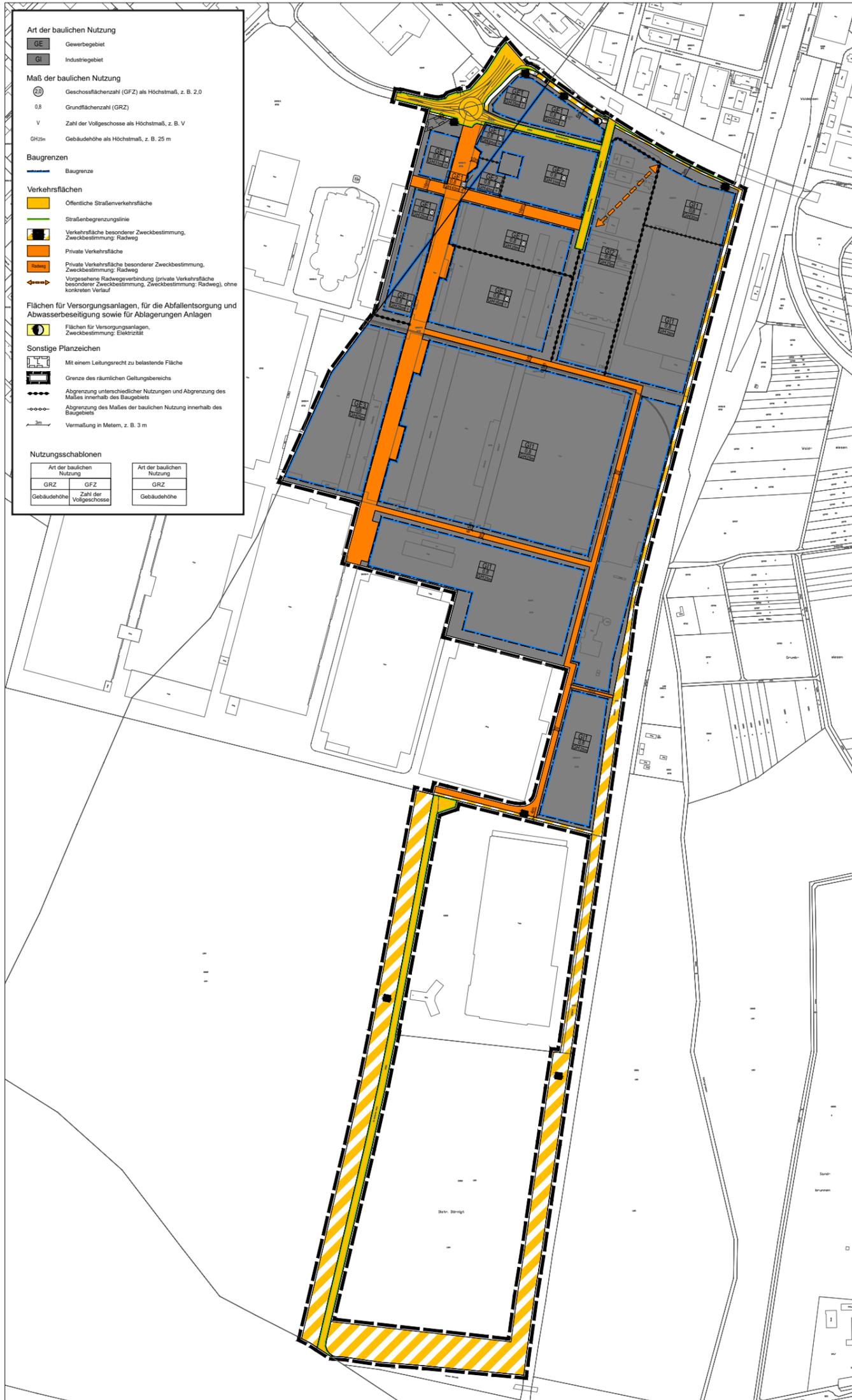


Abb. 5 Entwurfsstand 24.08.2021: Stadt Wiesloch Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Walldorf „HDM - Digital Campus“

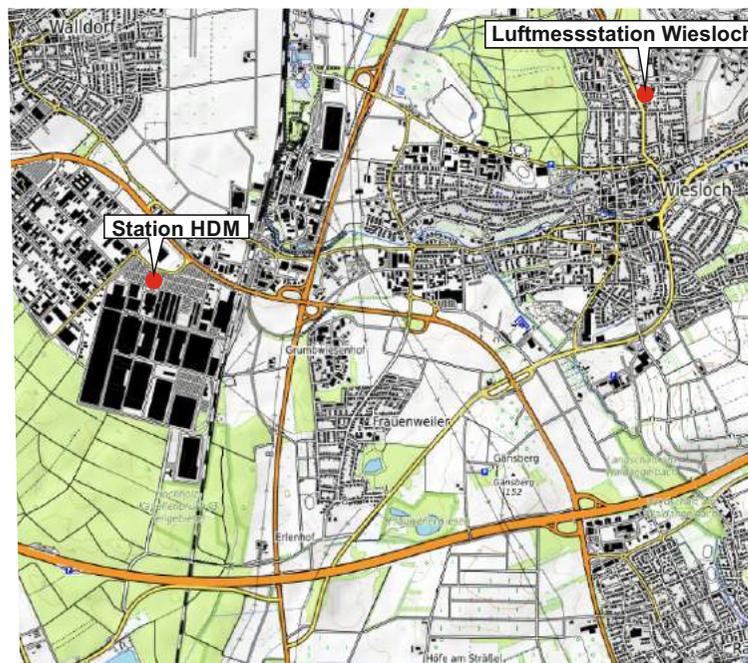


Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf

Grafik bereitgestellt von:
AS+P GmbH



Abb. 6 Lage von Klimamessstationen



Kartendaten:

© OpenStreetMap-Mitwirkende, SRTM /

Kartendarstellung: © OpenTopoMap (CC-BY-SA)

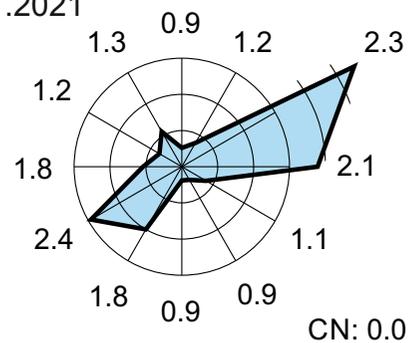
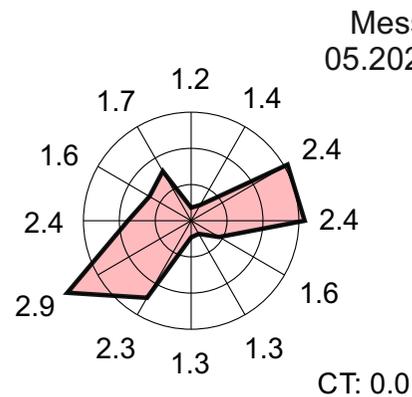
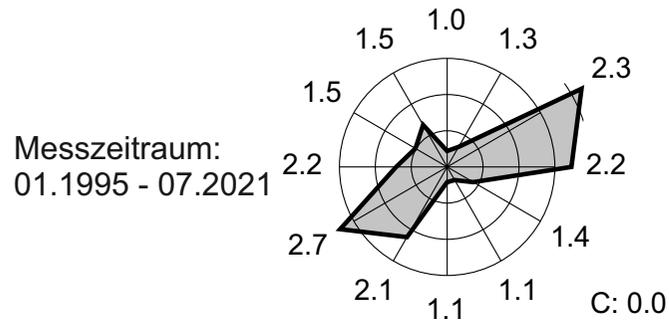
Fotoaufnahmen: ÖKOPLANA

Projekt:

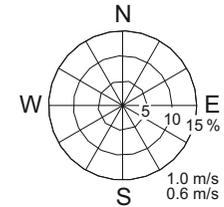
Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf



Abb. 7 Windstatistik 01.1995 - 07.2021 und Windstatistik 05.2021 - 07.2021
Standort: Luftmessstation Wiesloch



Datenerfassung durch: ÖKOPLANA



 00-23 Uhr

C: Windstillen

 07-18 Uhr

CT: Windstillen

 19-06 Uhr

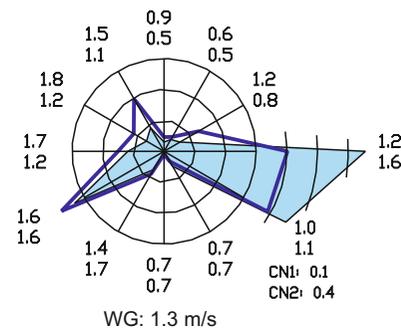
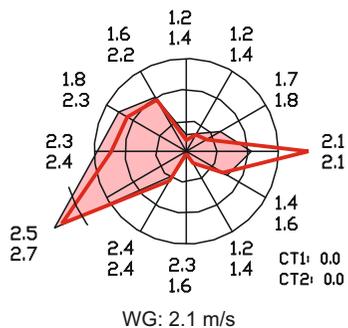
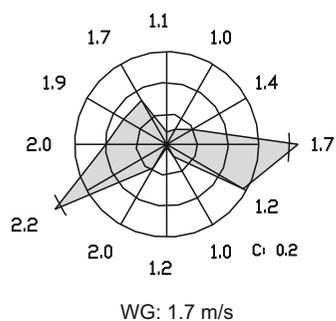
CN: Windstillen

Projekt:

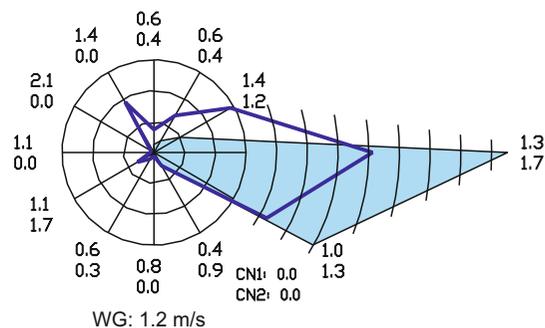
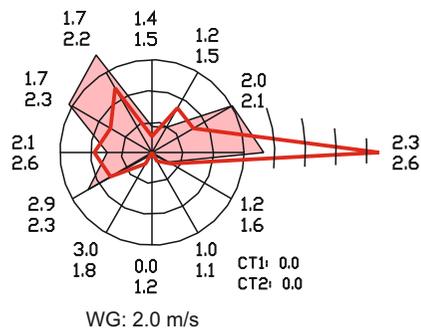
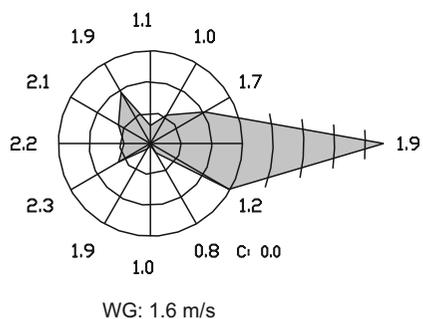
Klimagutachten zum Rahmenplan /
 Bebauungsplan Heidelberger Druck-
 maschinen im Wiesloch / Walldorf

Abb. 8 Windstatistik Mai - Juli 2021, Standort: HDM / Heidelberger Druckmaschinen AG

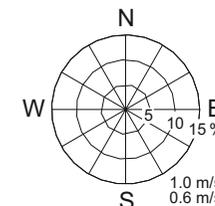
Zeitraum: Alle Tage (100% der Tage)



Zeitraum: Strahlungstage (18% der Tage)



Datenerfassung durch: ÖKOPLANA



00-23 Uhr

C: Windstillen
WG: Mittlere Windgeschwindigkeit Gesamttag

07-12 Uhr

13-18 Uhr

CT: Windstillen
WGT: Mittlere Windgeschwindigkeit Tag

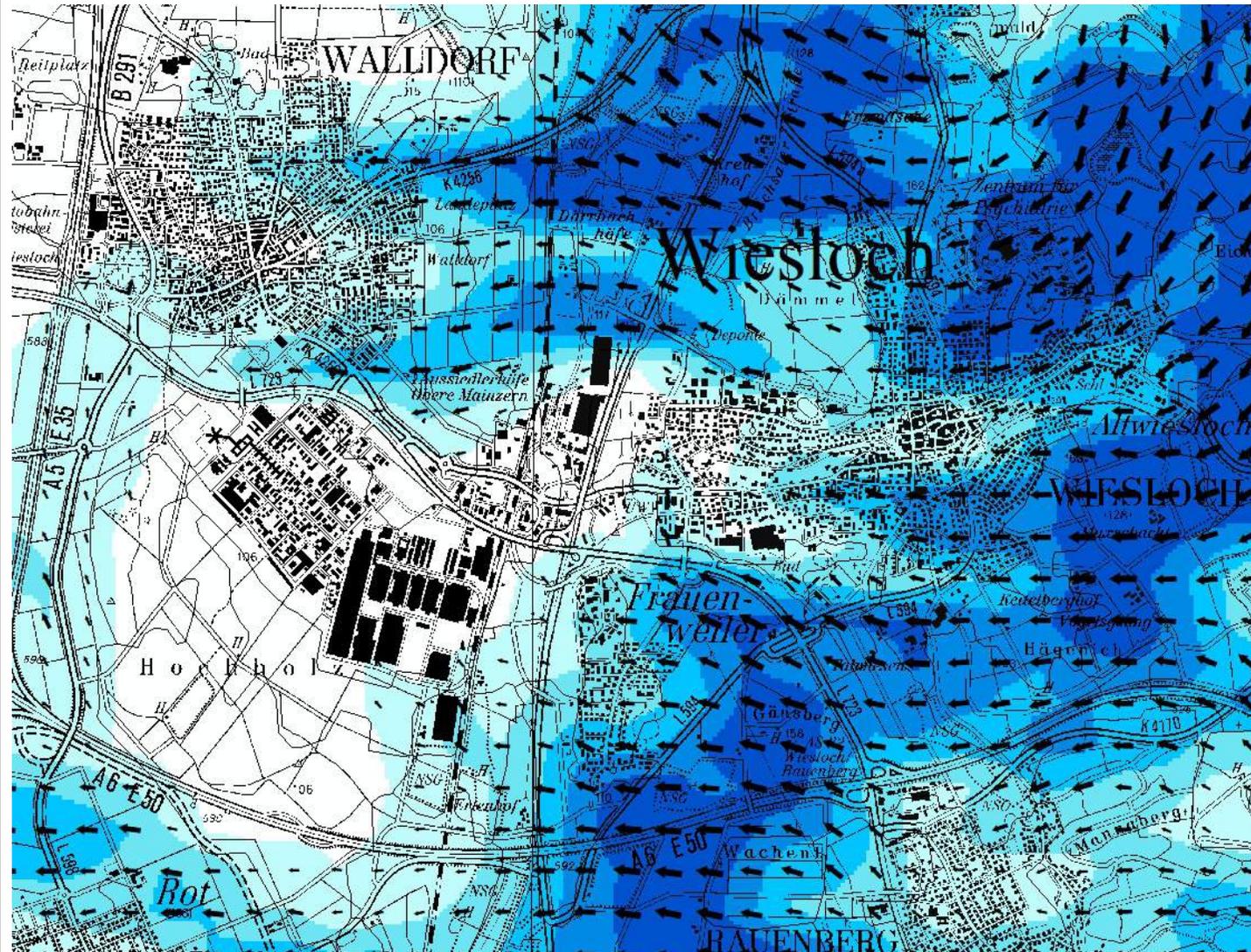
19-23 Uhr

00-06 Uhr

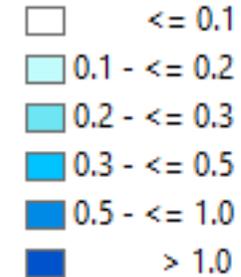
CN: Windstillen
WGN: Mittlere Windgeschwindigkeit Nacht

Projekt:
Klimagutachten zum Rahmenplan /
Bebauungsplan Heidelberger Druck-
maschinen im Wiesloch / Walldorf

Abb. 9 Örtliche Kaltluftbewegungen in einer windschwachen sommerlichen Strahlungsnacht.
Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen



Kaltluftfließgeschwindigkeit
in m/s



Windvektoren

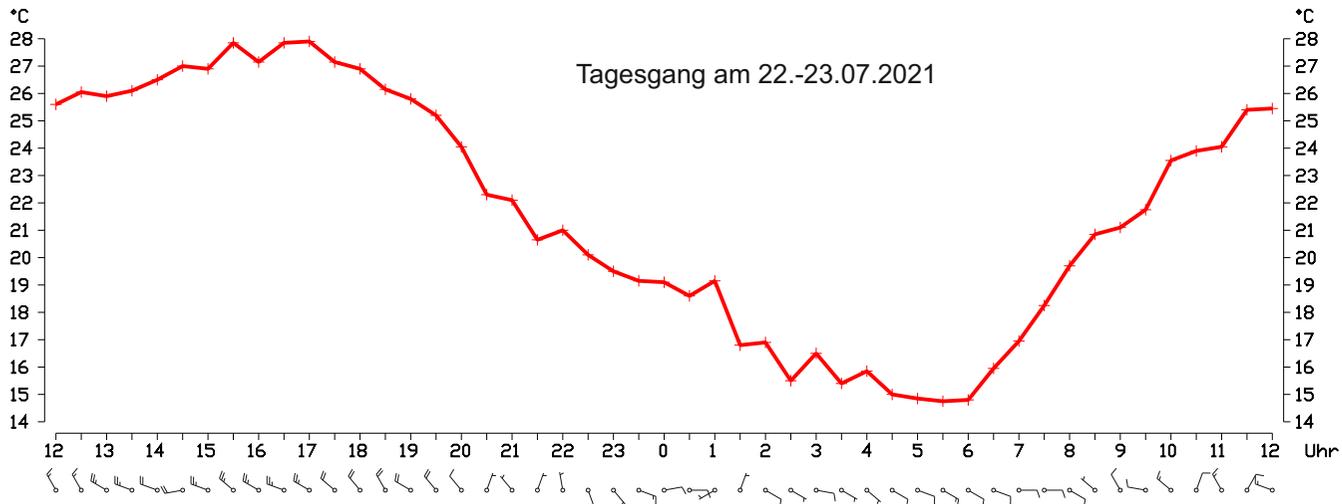
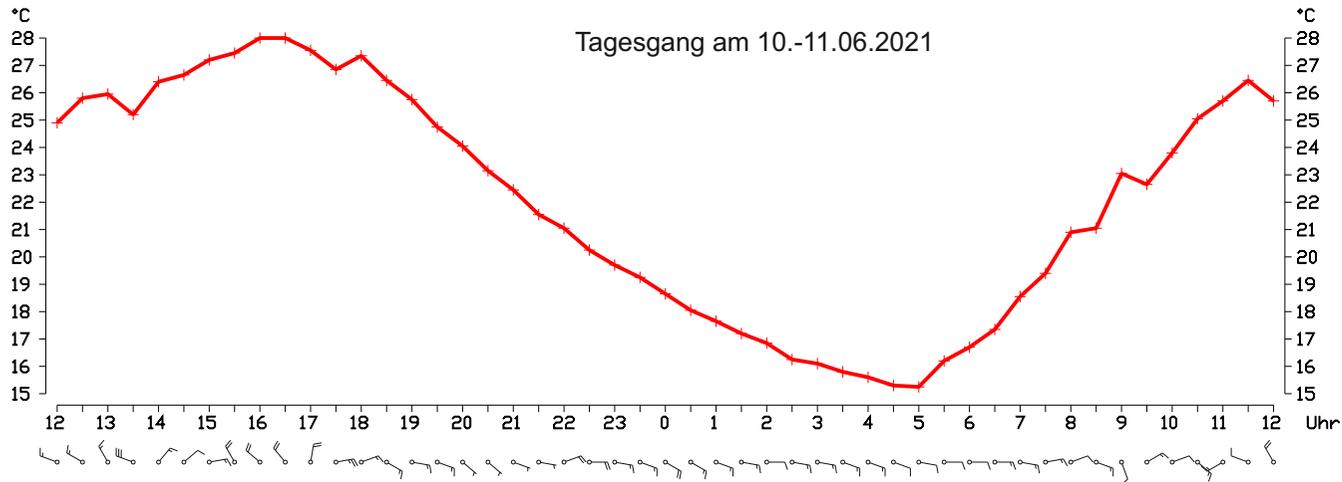
Modellrechnungen:
GEO-NET Umweltconsulting GmbH /
ÖKOPLANA (2009)

Karten- und Reliefdaten:
TK 1:25.000 / DGM_10, LGL Baden-Württemberg

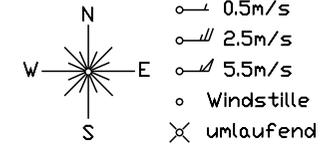
Projekt:
Klimagutachten zum Rahmenplan /
Bebauungsplan Heidelberger Druck-
maschinen im Wiesloch / Walldorf



Abb. 10 Tagesgänge der Lufttemperatur und des Windes an sommerlichen Strahlungstagen
Standort: HDM / Heidelberger Druckmaschinen AG

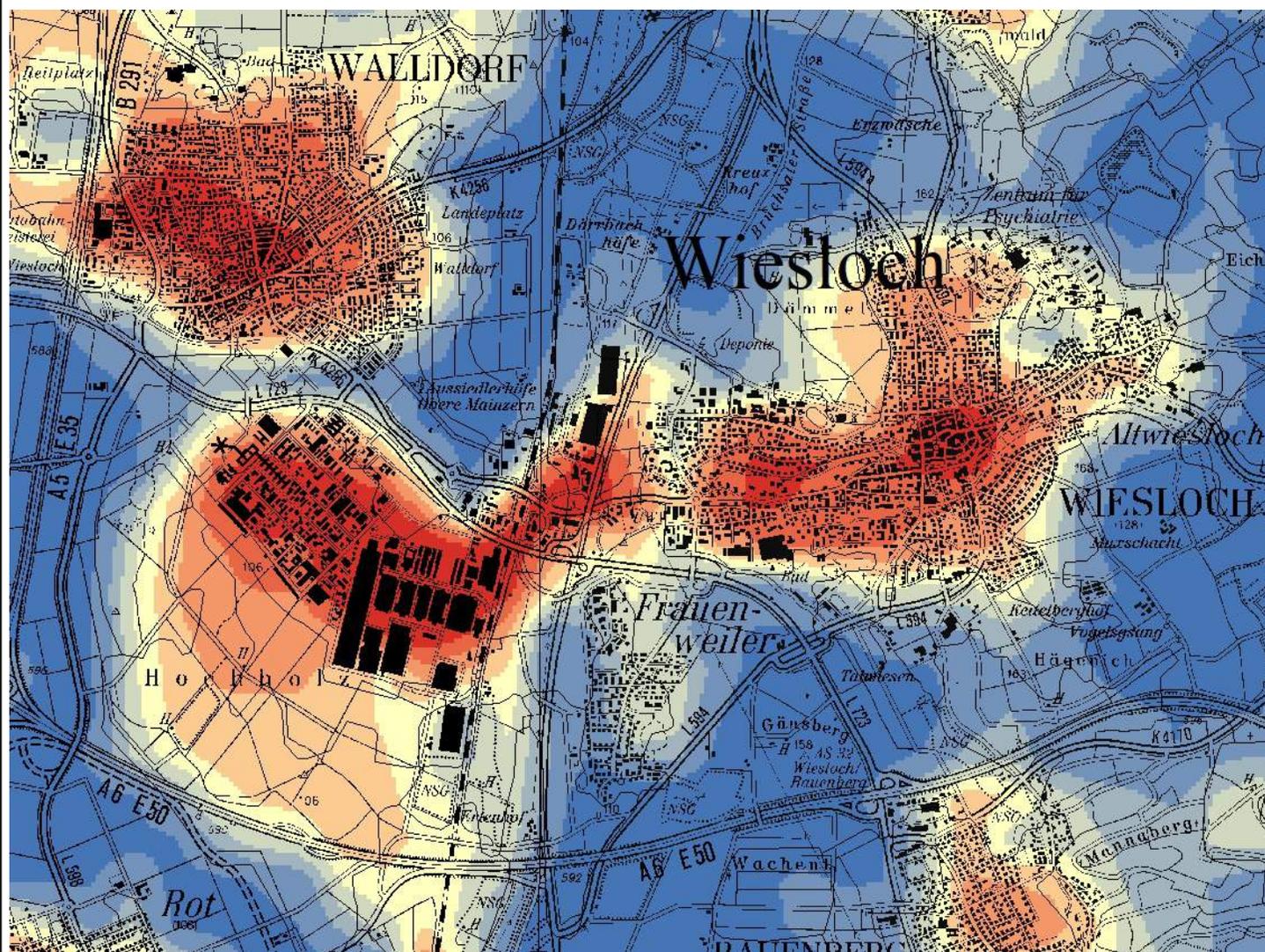


Datenerfassung durch: ÖKOPLANA

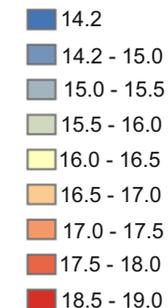


Projekt:
 Klimagutachten zum Rahmenplan /
 Bebauungsplan Heidelberger Druck-
 maschinen im Wiesloch / Walldorf

Abb. 11 Lufttemperaturverteilung in einer windschwachen sommerlichen Strahlungsnacht. Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen



Lufttemperatur in °C
(04:00 Uhr)



Modellrechnungen:

GEO-NET Umweltconsulting GmbH /
ÖKOPLANA (2007)

Karten- und Reliefdaten:

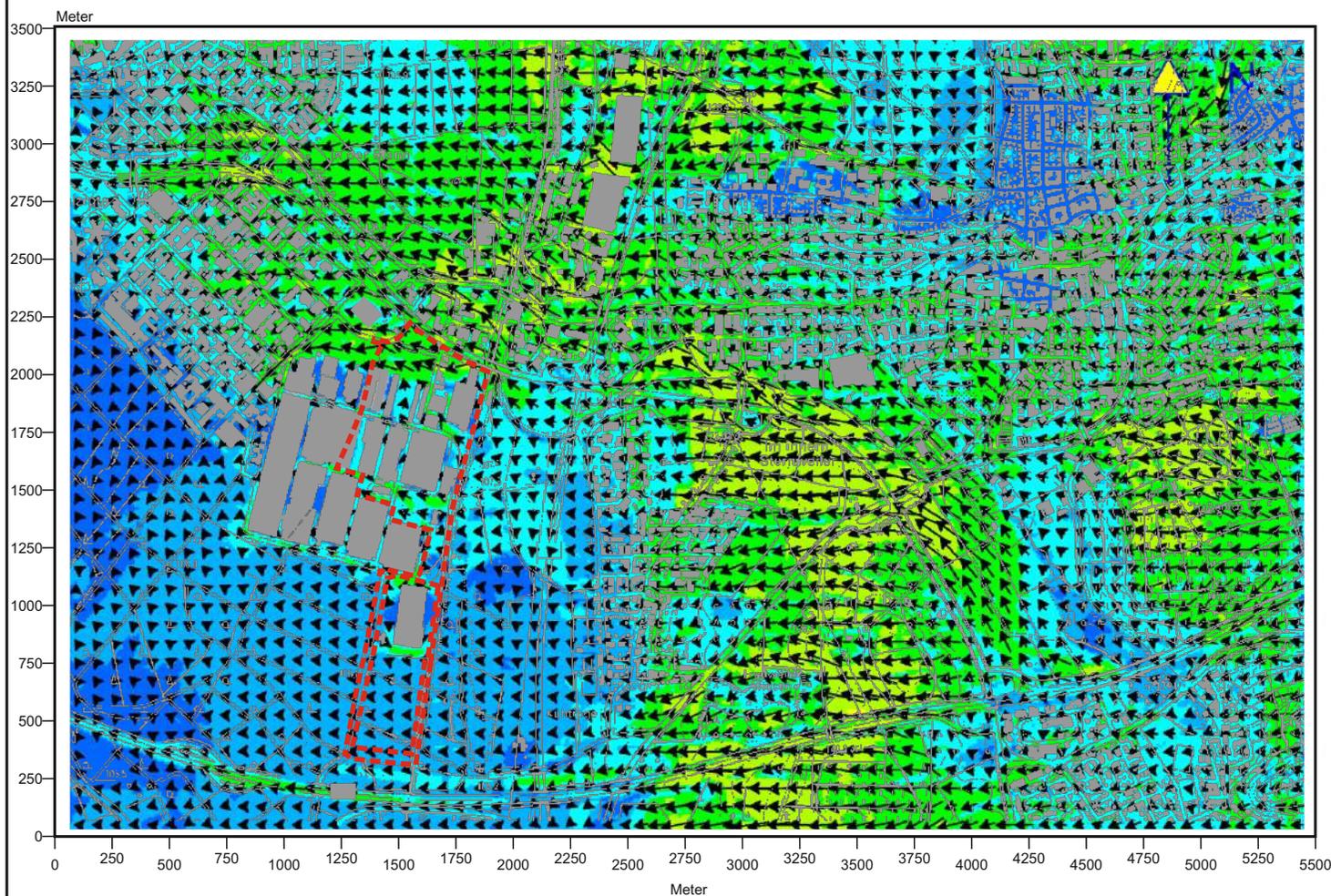
TK 1:25.000 / DGM_10, LGL Baden-Württemberg

Projekt:

Klimagutachten zum Rahmenplan /
Bebauungsplan Heidelberger Druck-
maschinen im Wiesloch / Walldorf



Abb. 12 Ist-Zustand - Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, 2 Std, nach einsetzender Kaltluftbildung. Kaltluftfließgeschwindigkeit 2 m ü.G. in einer sommerlichen Strahlungsnacht mit östlicher Regionalströmung (2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.)



Karten- und Reliefdaten:
TK 1:25.000 / DGM_10, LGL Baden-Württemberg

 Planungsgebiet

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

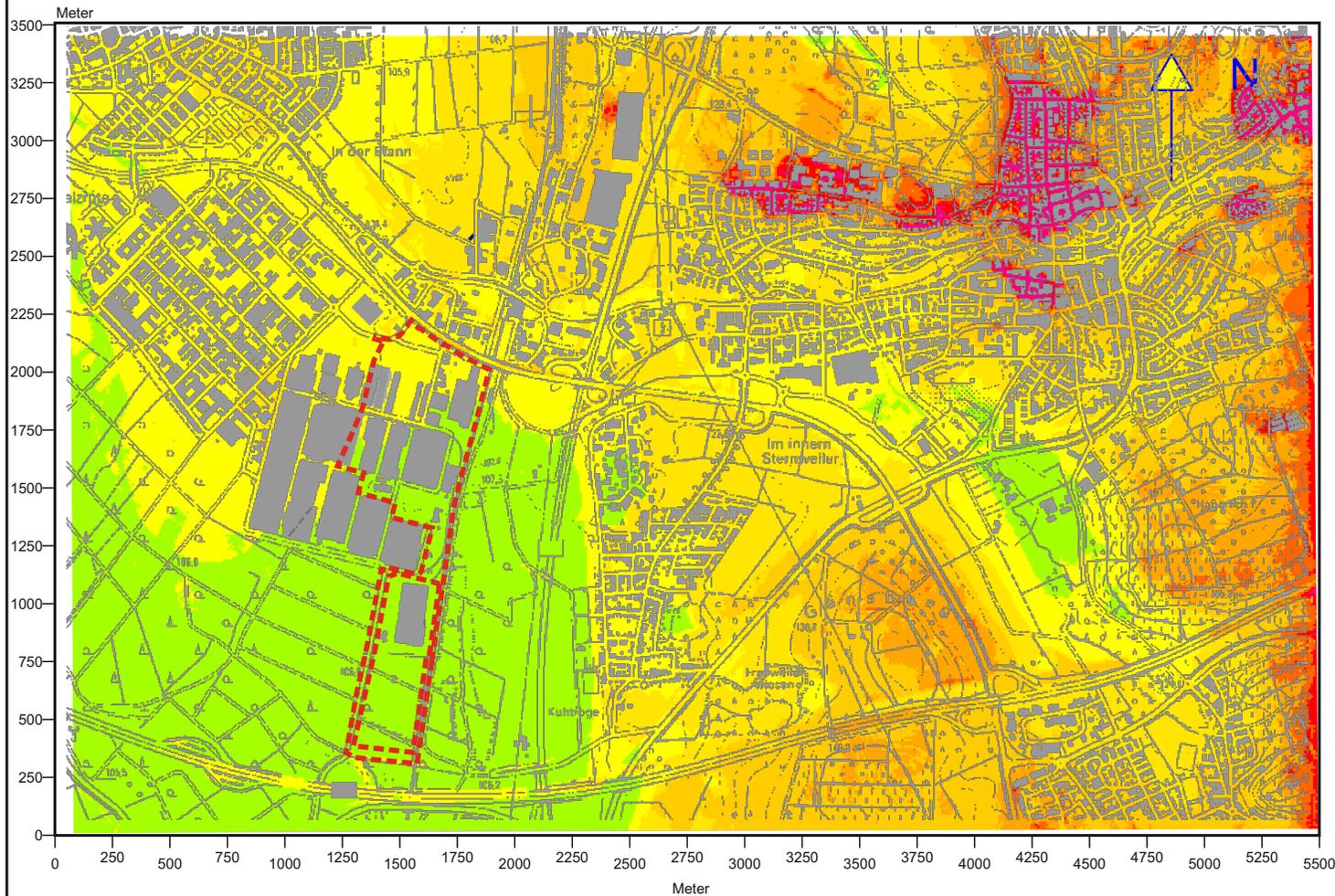
 Windvektor



Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf



Abb. 13 Ist-Zustand - Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, 2 Std, nach einsetzender Kaltluftbildung. Kaltfluthöhe in einer sommerlichen Strahlungsnacht mit östlicher Regionalströmung (2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.)



Karten- und Reliefdaten:
TK 1:25.000 / DGM_10, LGL Baden-Württemberg

 Planungsgebiet

Kaltfluthöhe in m

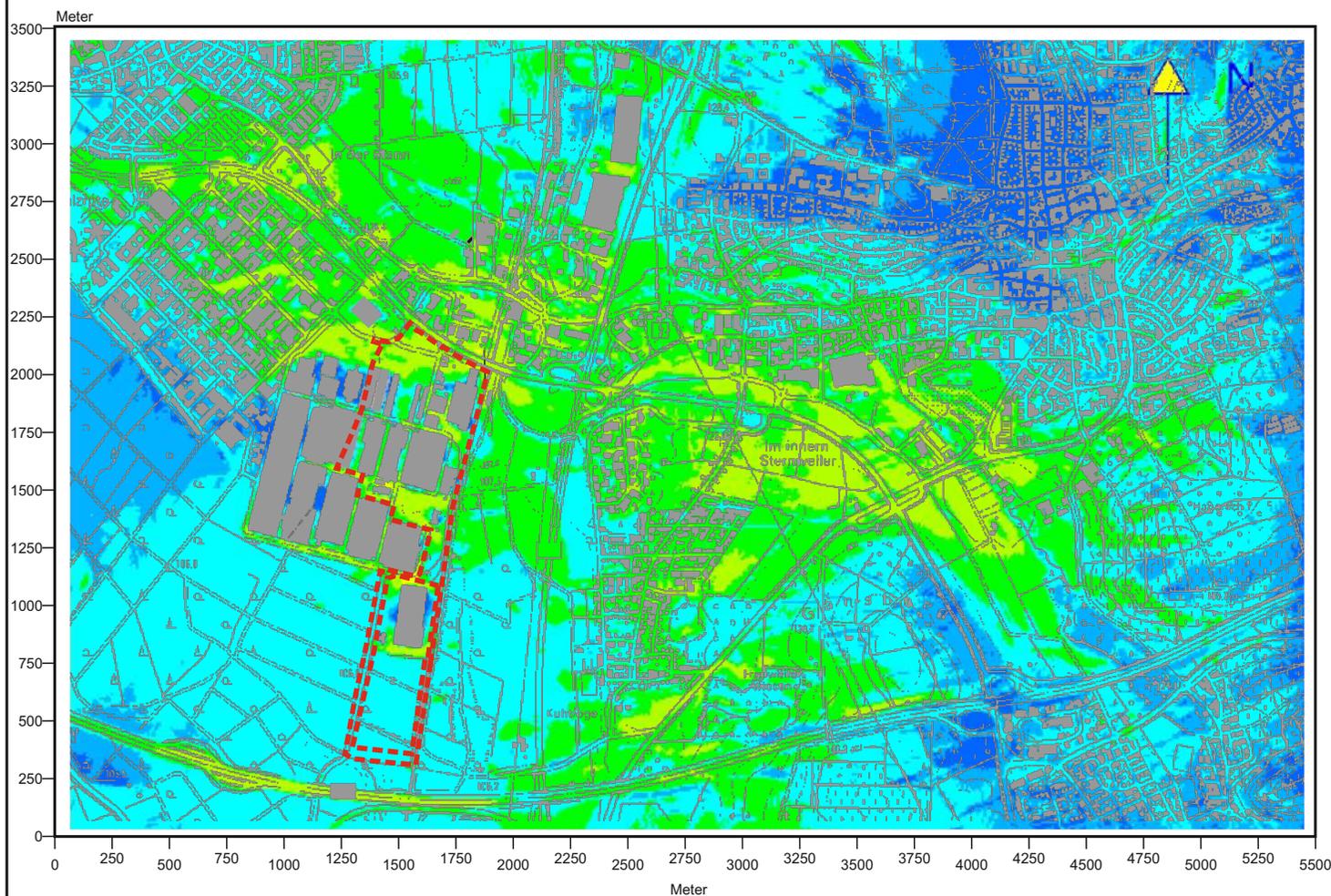
-  0
-  1
-  2
-  3 bis 4
-  5 bis 9
-  10 bis 14
-  15 bis 19
-  20 bis 29



Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf



Abb. 14 Ist-Zustand - Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, 2 Std, nach einsetzender Kaltluftbildung. Kaltluftvolumenstrom in einer sommerlichen Strahlungsnacht mit östlicher Regionalströmung (2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.)



Karten- und Reliefdaten:
TK 1:25.000 / DGM_10, LGL Baden-Württemberg

 Planungsgebiet

Kaltluftvolumenstrom
in $\text{m}^3/\text{m s}$

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

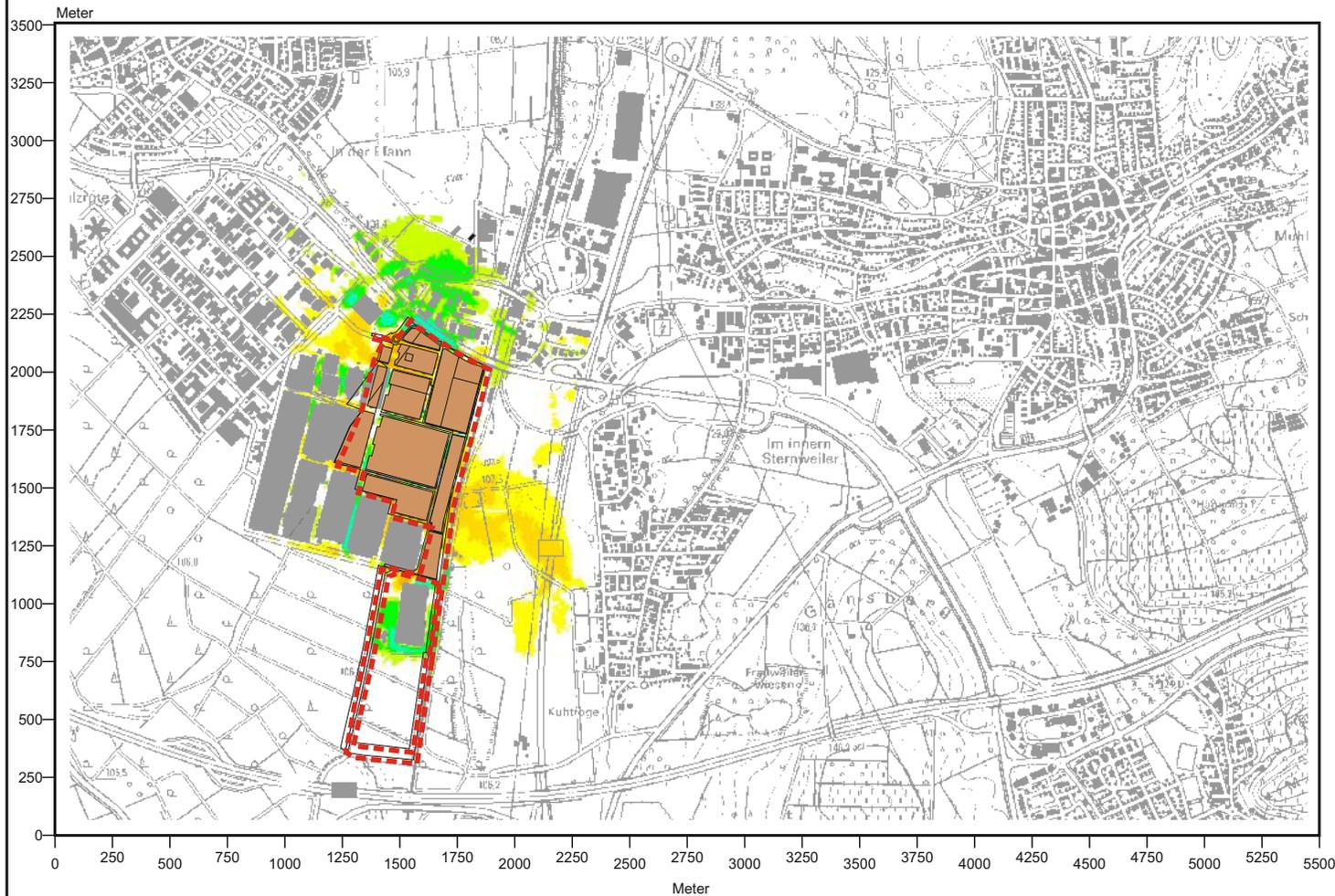
 Windvektor



Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf



Abb. 15 Vorher-Nachher-Vergleich - Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, 2 Std, nach einsetzender Kaltluftbildung. Planungsbedingte Veränderung der Kaltluftfließgeschwindigkeit 2 m ü.G. in einer sommerlichen Strahlungsnacht mit östlicher Regionalströmung (2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.)



Karten- und Reliefdaten:
TK 1:25.000 / DGM_10, LGL Baden-Württemberg

 Planungsgebiet

Zu- bzw. Abnahme der Kaltluftfließgeschwindigkeit in m/s

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

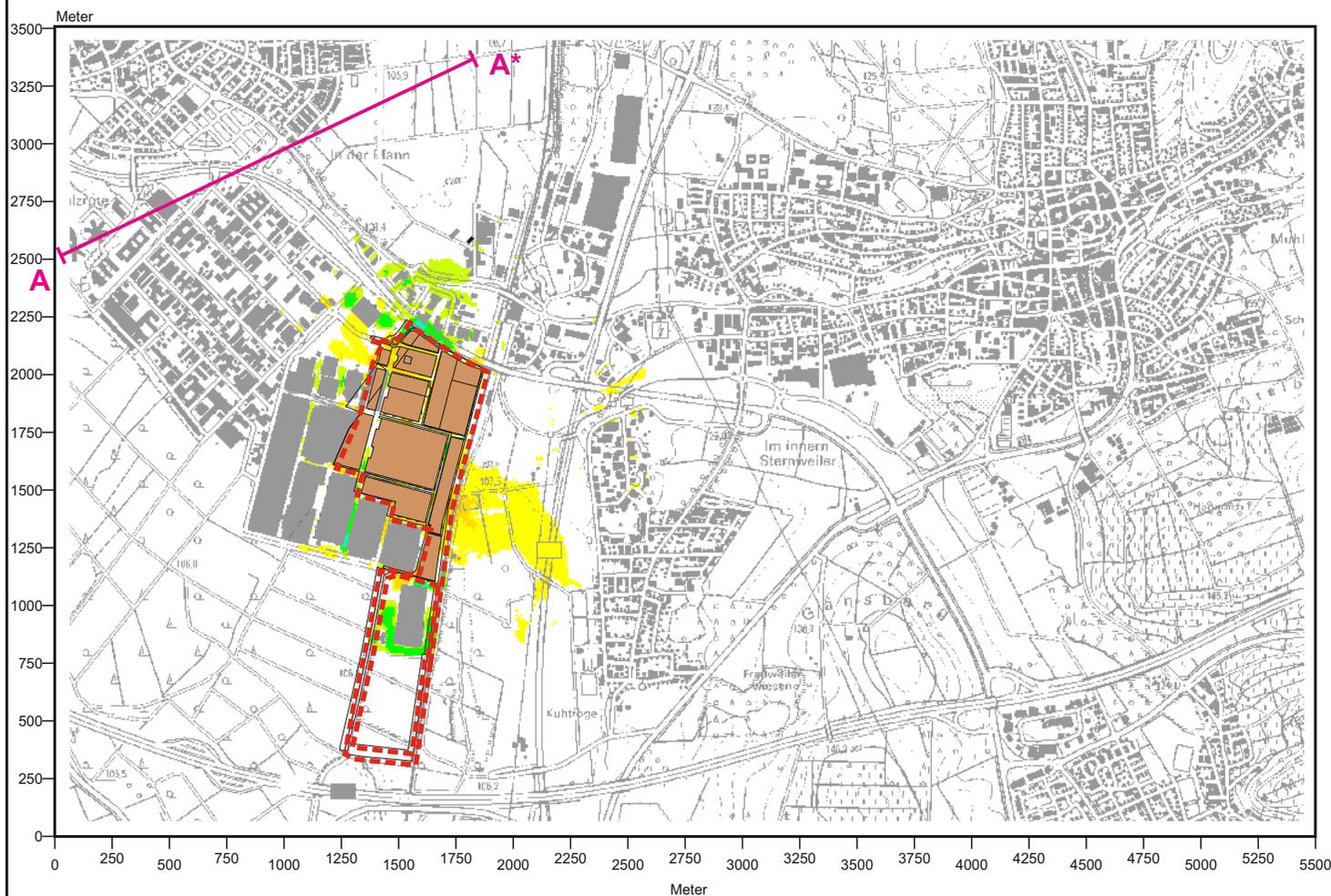
↑ Zunahme
↓ Abnahme



Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf



Abb. 16 Vorher-Nachher-Vergleich - Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, 2 Std, nach einsetzender Kaltluftbildung. Planungsbedingte Veränderung des Kaltluftvolumenstroms in einer sommerlichen Strahlungsnacht mit östlicher Regionalströmung (2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.)



Karten- und Reliefdaten:
TK 1:25.000 / DGM_10, LGL Baden-Württemberg

Planungsgebiet

Zu- bzw. Abnahme des Kaltluftvolumenstroms in $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{s}$

- 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
- ueber 2 bis 5

↑ Zunahme
↓ Abnahme

Bewertungsprofil A - A*

Ist-Zustand: $5.041 \text{ m}^3/\text{s}$
Plan-Zustand: $4.964 \text{ m}^3/\text{s}$
Relative Abnahme: 1.5%

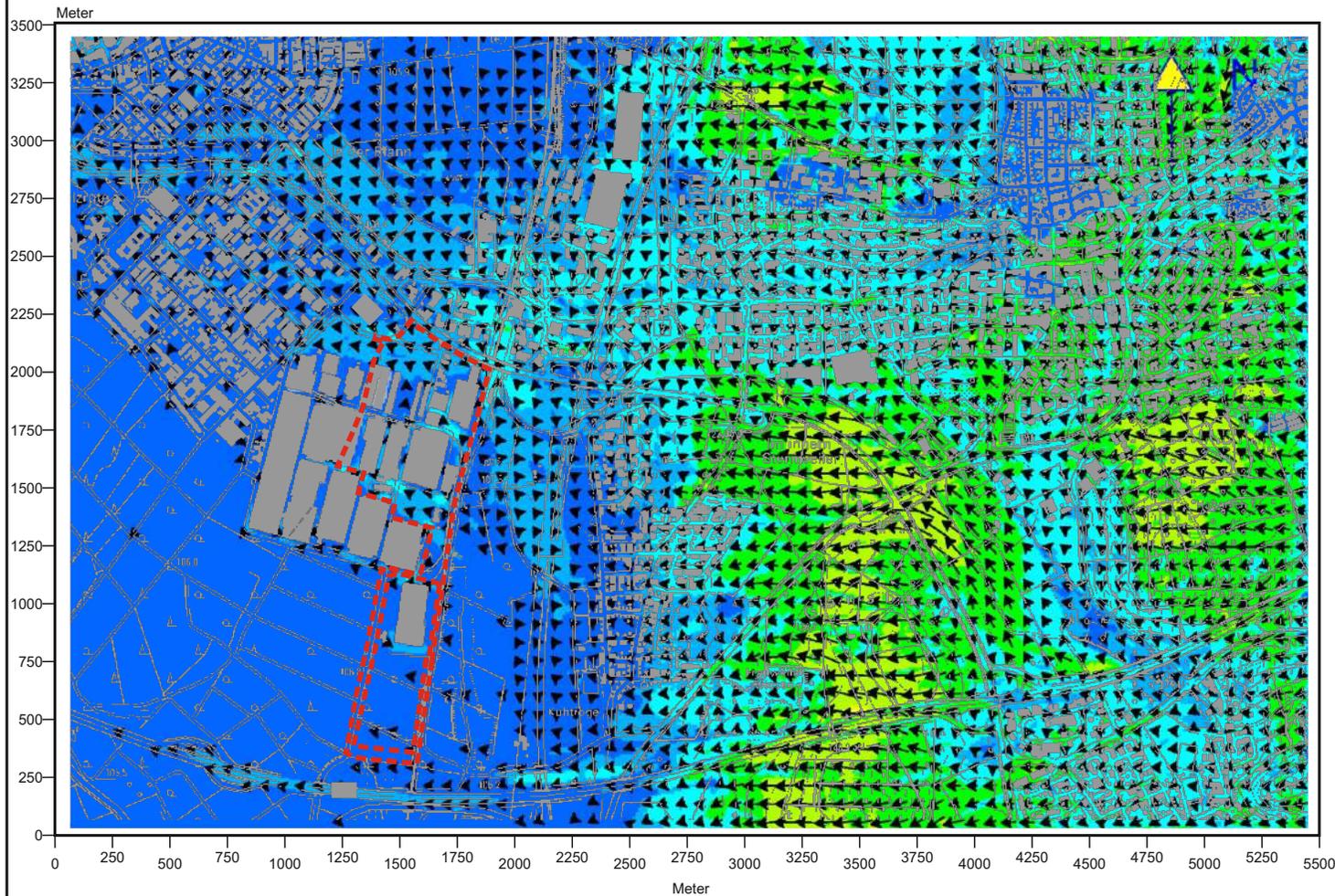


Projekt:

Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf



Abb. 17 Ist-Zustand - Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, 5 Std, nach einsetzender Kaltluftbildung. Kaltluftfließgeschwindigkeit 2 m ü.G. in einer sommerlichen Strahlungsnacht mit östlicher Regionalströmung (2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.)



Karten- und Reliefdaten:
TK 1:25.000 / DGM_10, LGL Baden-Württemberg

 Planungsgebiet

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

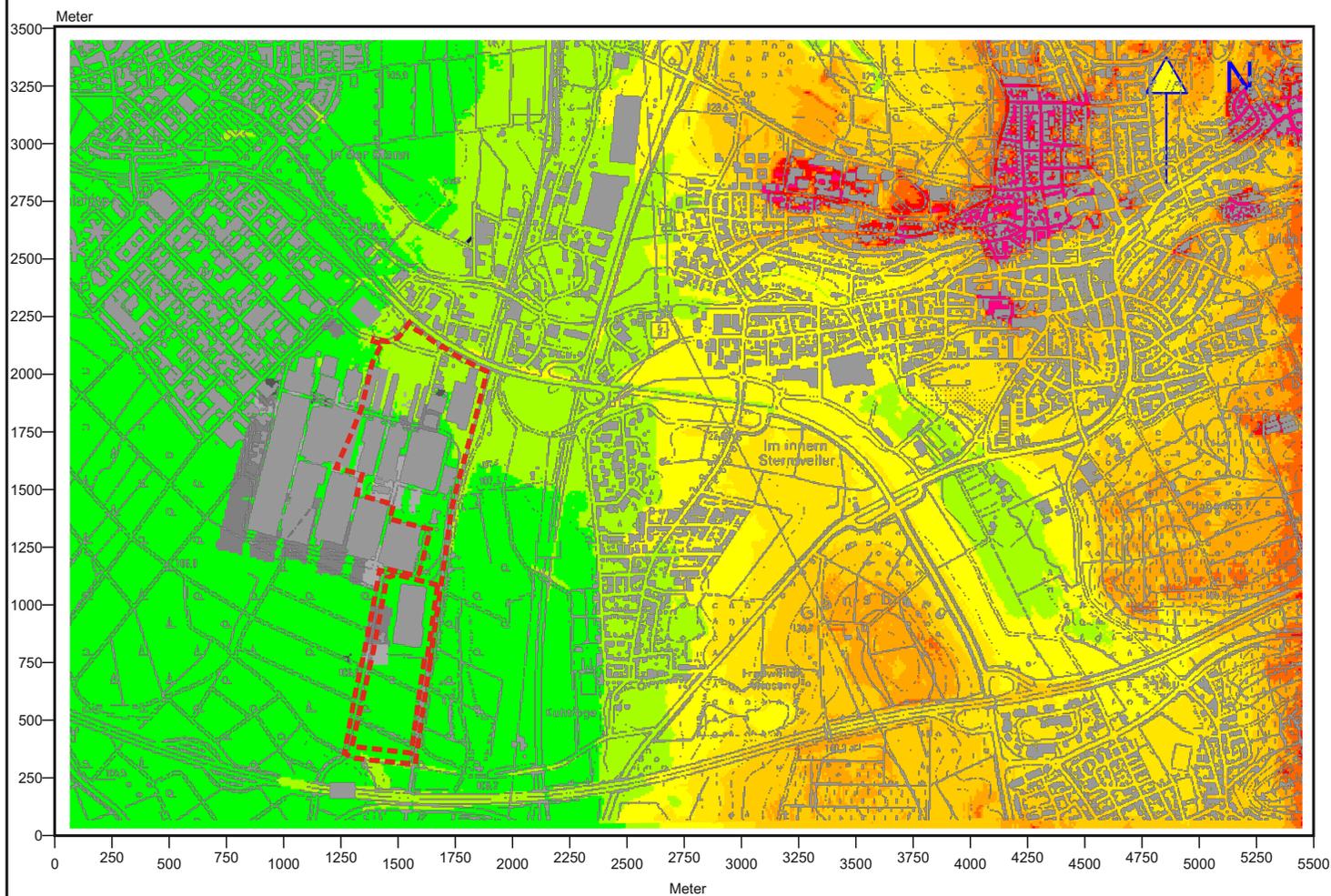
 Windvektor



Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf



Abb. 18 Ist-Zustand - Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, 5 Std, nach einsetzender Kaltluftbildung. Kaltflughöhe in einer sommerlichen Strahlungsnacht mit östlicher Regionalströmung (2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.)



Karten- und Reliefdaten:
TK 1:25.000 / DGM_10, LGL Baden-Württemberg

 Planungsgebiet

Kaltflughöhe in m

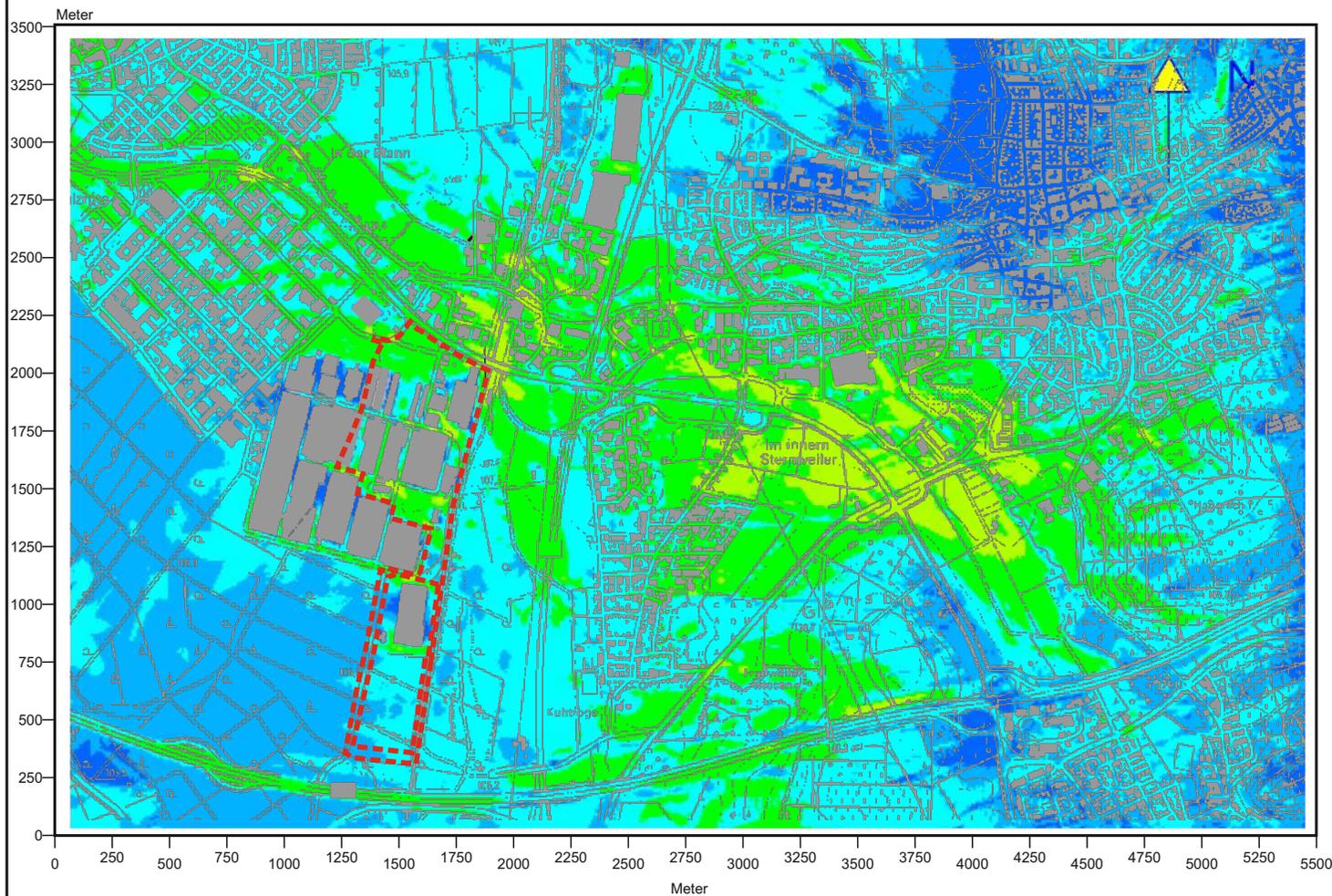
-  0
-  1
-  2
-  3 bis 4
-  5 bis 9
-  10 bis 14
-  15 bis 19
-  20 bis 29
-  30 bis 39



Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf



Abb. 19 Ist-Zustand - Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, 5 Std, nach einsetzender Kaltluftbildung. Kaltluftvolumenstrom in einer sommerlichen Strahlungsnacht mit östlicher Regionalströmung (2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.)



Karten- und Reliefdaten:
TK 1:25.000 / DGM_10, LGL Baden-Württemberg

 Planungsgebiet

Kaltluftvolumenstrom
in m³/m s

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

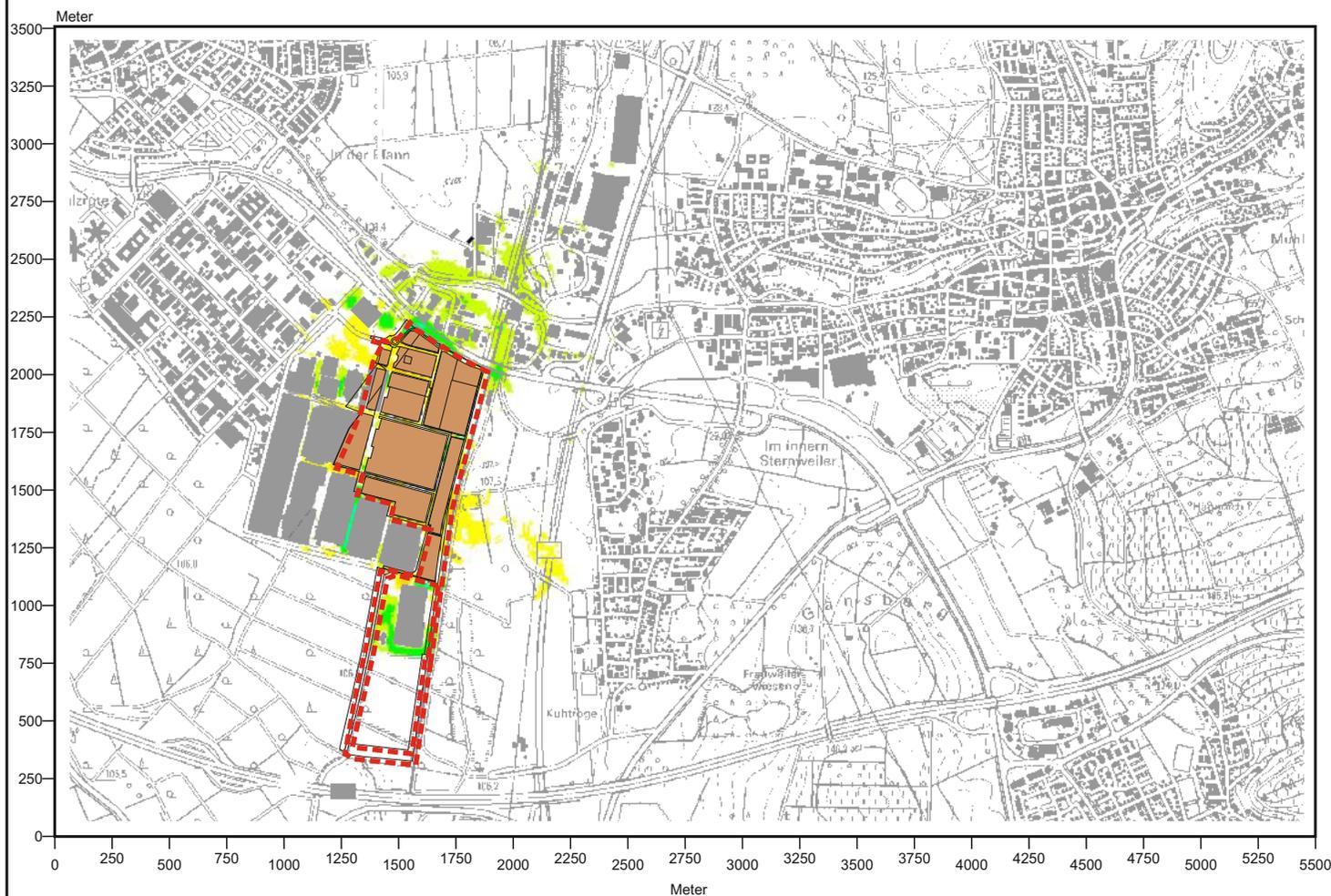
 Windvektor



Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf



Abb. 20 Vorher-Nachher-Vergleich - Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, 5 Std, nach einsetzender Kaltluftbildung. Planungsbedingte Veränderung der Kaltluftfließgeschwindigkeit 2 m ü.G. in einer sommerlichen Strahlungsnacht mit östlicher Regionalströmung (2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.)



Karten- und Reliefdaten:
TK 1:25.000 / DGM_10, LGL Baden-Württemberg

 Planungsgebiet

Zu- bzw. Abnahme der Kaltluftfließgeschwindigkeit in m/s

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

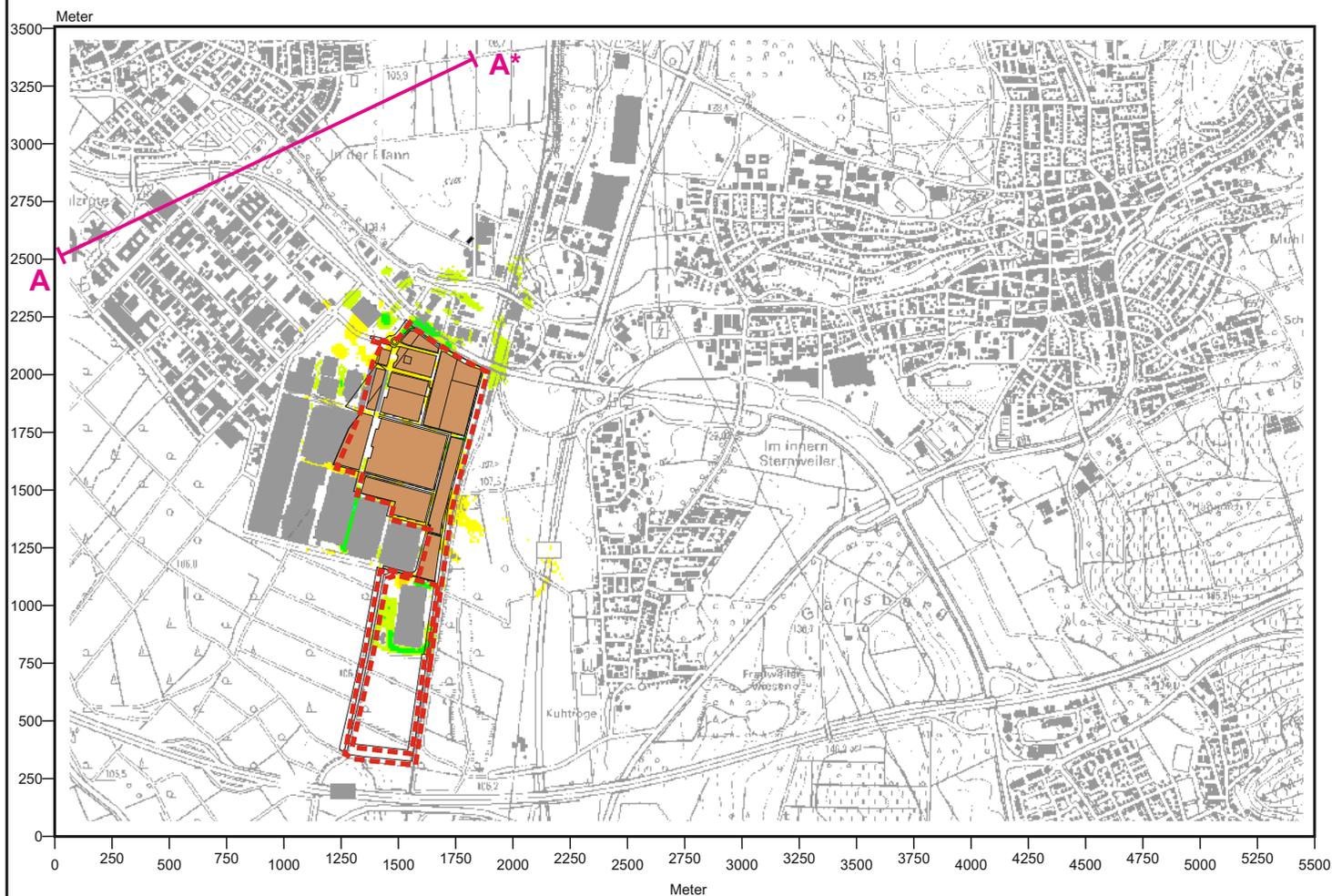
↑ Zunahme
↓ Abnahme



Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf



Abb. 21 Vorher-Nachher-Vergleich - Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen, 5 Std, nach einsetzender Kaltluftbildung. Planungsbedingte Veränderung des Kaltluftvolumenstroms in einer sommerlichen Strahlungsnacht mit östlicher Regionalströmung (2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.)



Karten- und Reliefdaten:
TK 1:25.000 / DGM_10, LGL Baden-Württemberg

 Planungsgebiet

Zu- bzw. Abnahme des Kaltluftvolumenstroms in $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{s}$

-  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
 -  ueber 2 bis 5
- ↑ Zunahme
↓ Abnahme

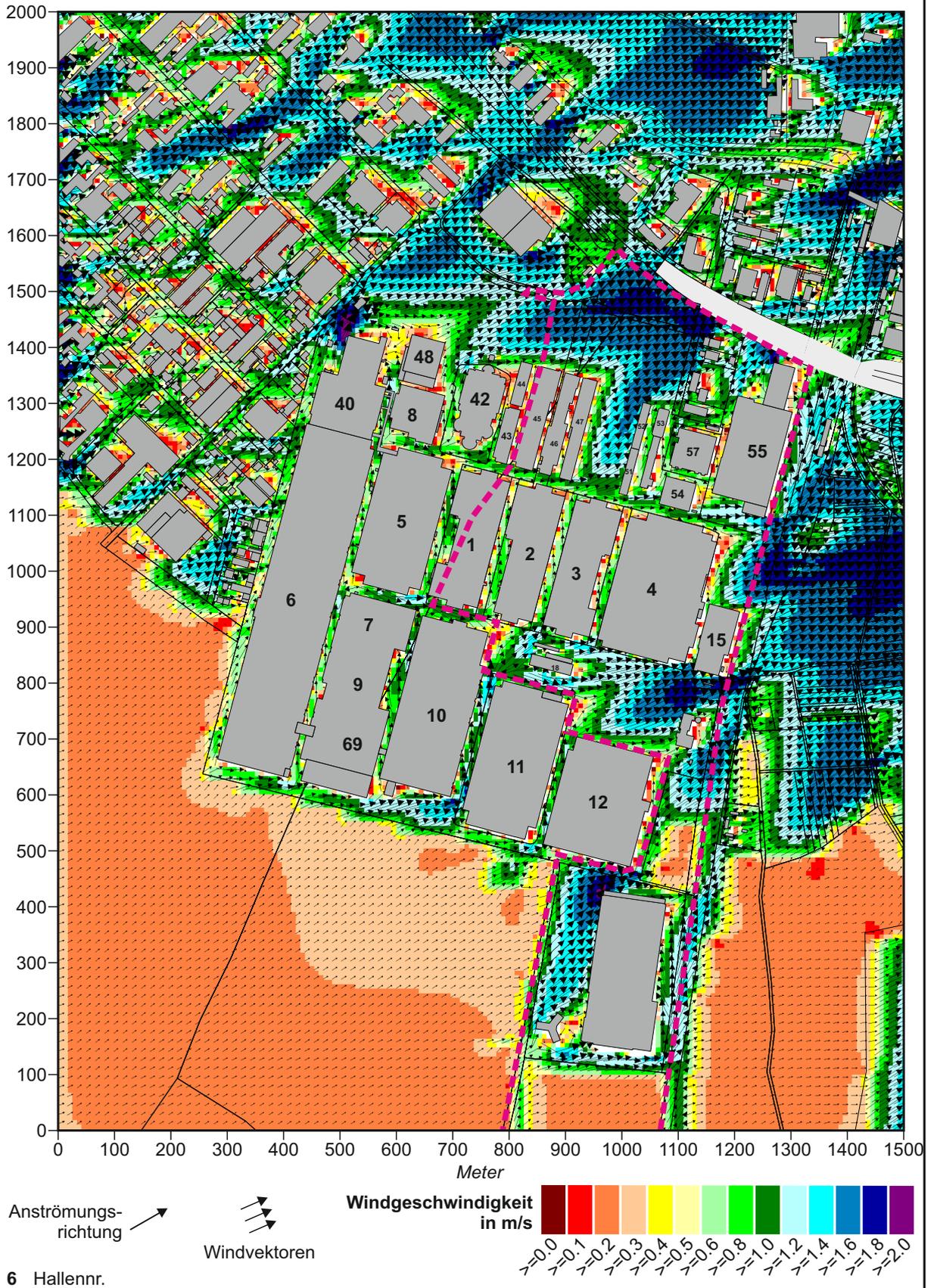
Bewertungsprofil A - A*
Ist-Zustand: $5.051 \text{ m}^3/\text{s}$
Plan-Zustand: $4.934 \text{ m}^3/\text{s}$
Relative Abnahme: 2.3%



Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf

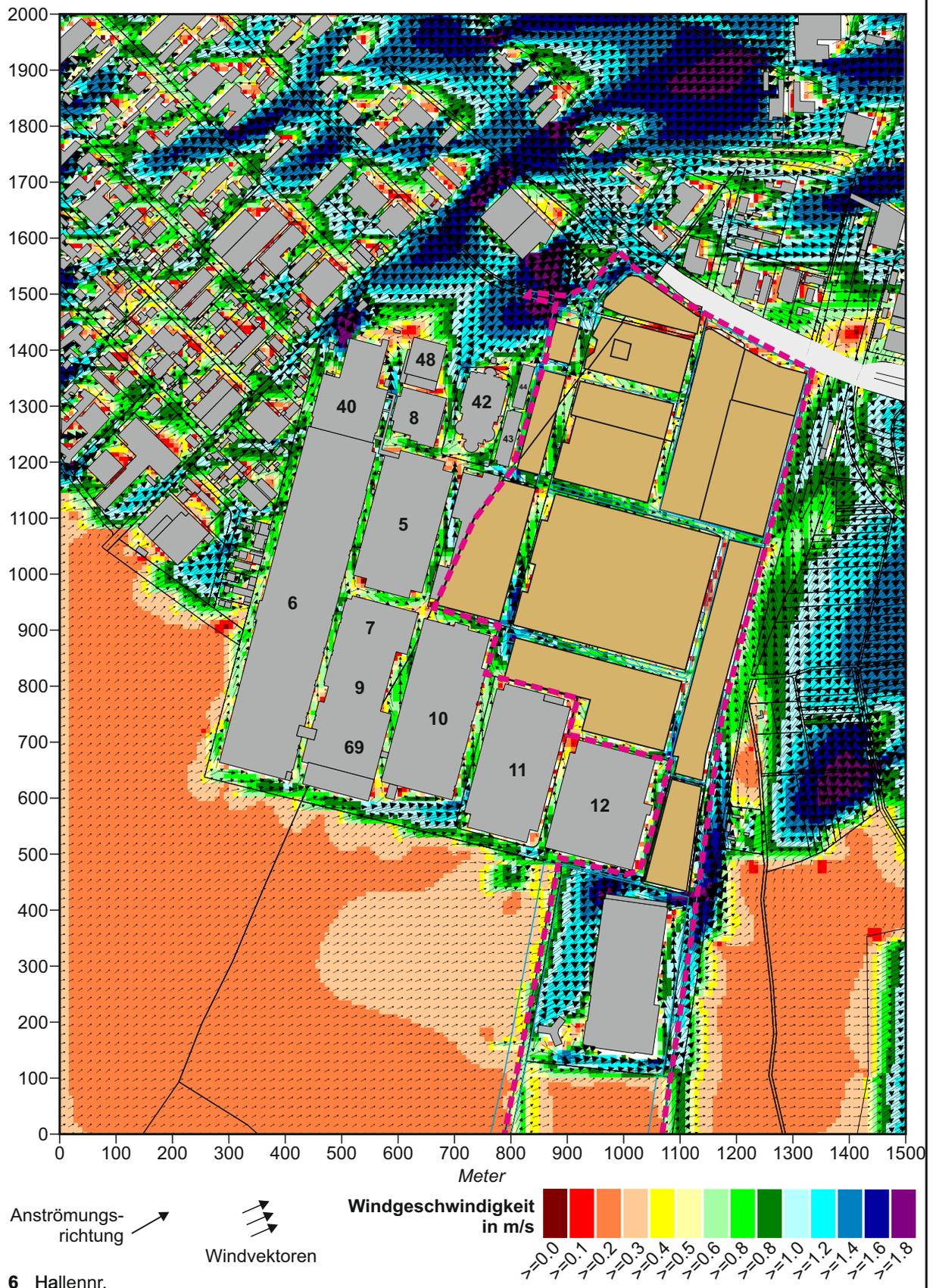


Abb. 22 Ist-Zustand. Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen. Tagsituation - Windfeld 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Westsüdwesten (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch
 und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf

Abb. 23 Plan-Zustand. Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen. Tagsituation - Windfeld 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Westsüdwesten (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



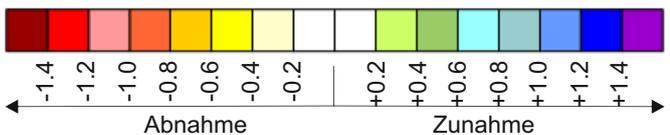
Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf

Abb. 24 Vorher-Nachher-Vergleich. Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen. Tagsituation - Planungsbedingte Veränderung der Windgeschwindigkeit 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Westsüdwesten (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Anströmungsrichtung →

Zu- bzw. Abnahme der Windgeschwindigkeit in m/s

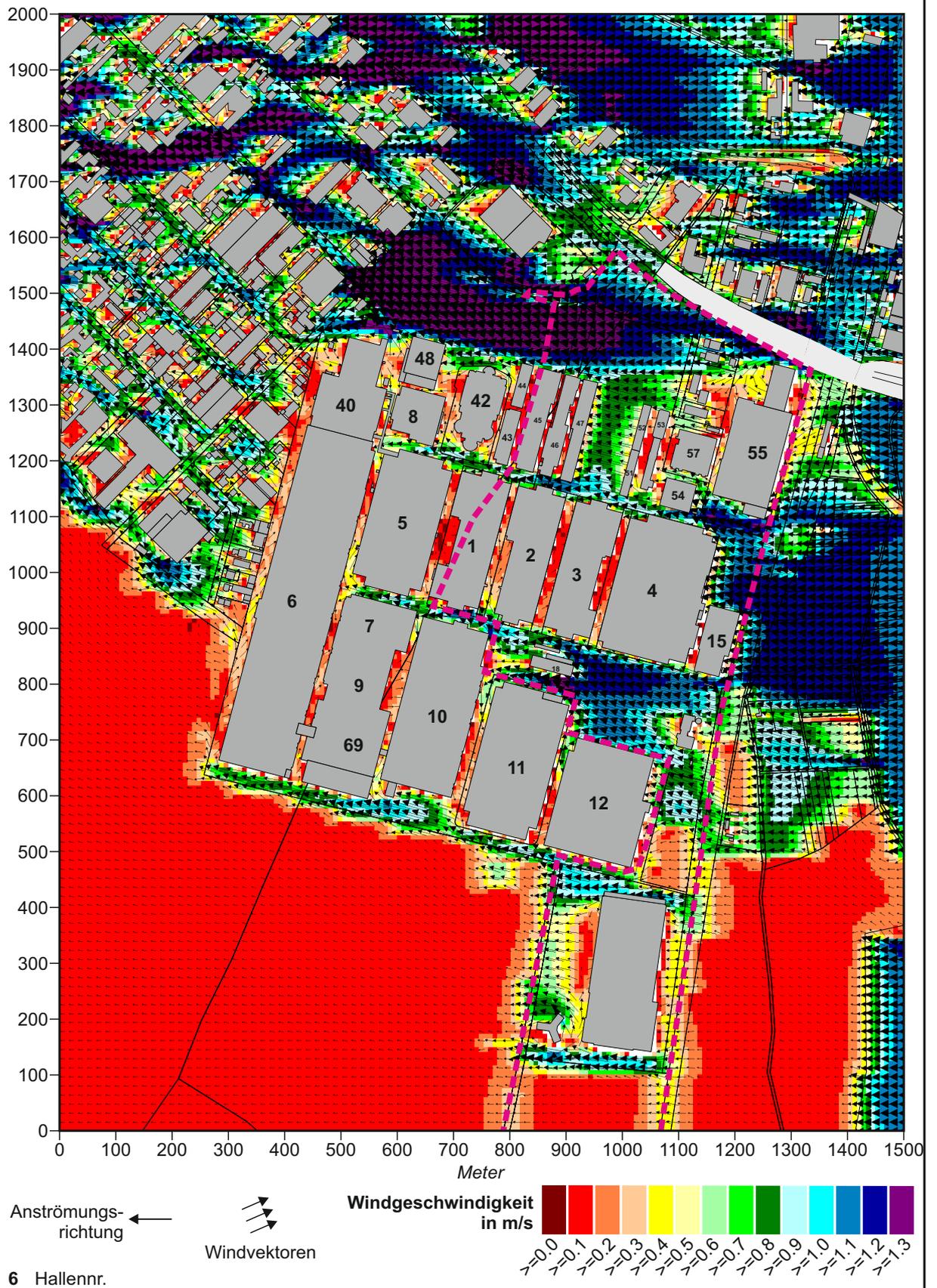


6 Hallennr.

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf

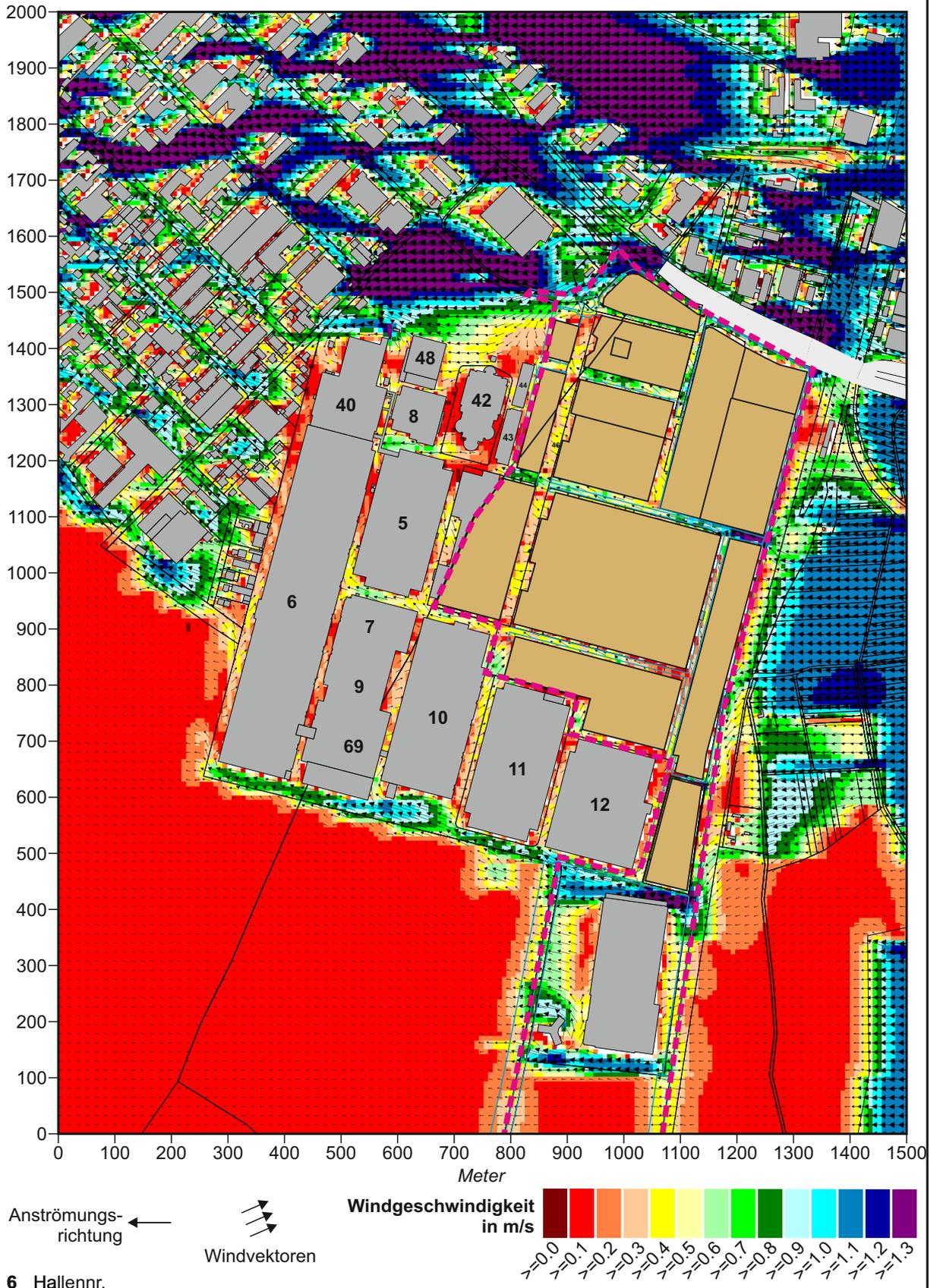


Abb. 25 Ist-Zustand. Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen.
 Nachtsituation - Windfeld 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus
 Osten (90°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



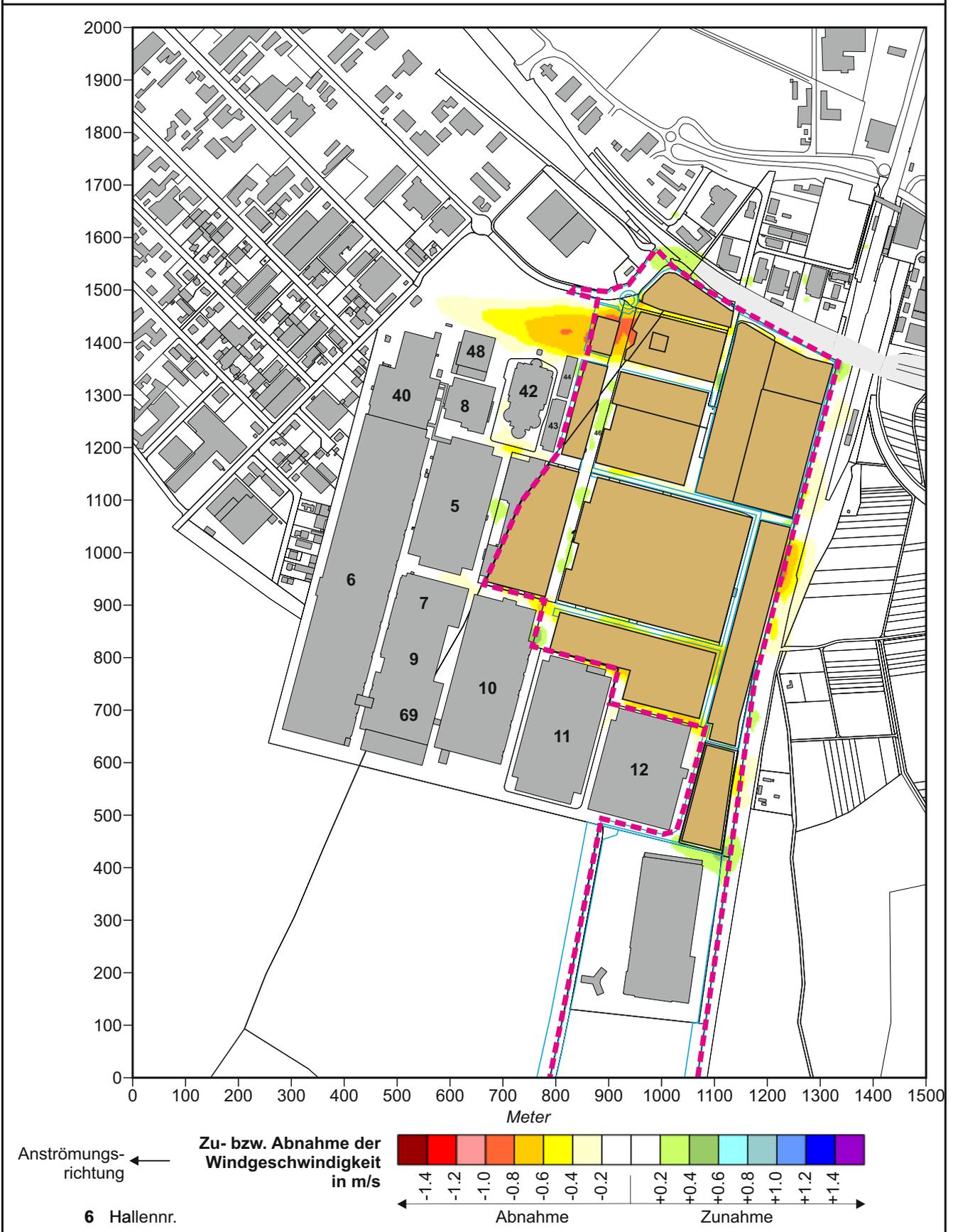
Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM -
 Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch
 und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“,
 Stadt Walldorf

Abb. 26 Plan-Zustand. Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen. Nachtsituation - Windfeld 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Osten (90°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



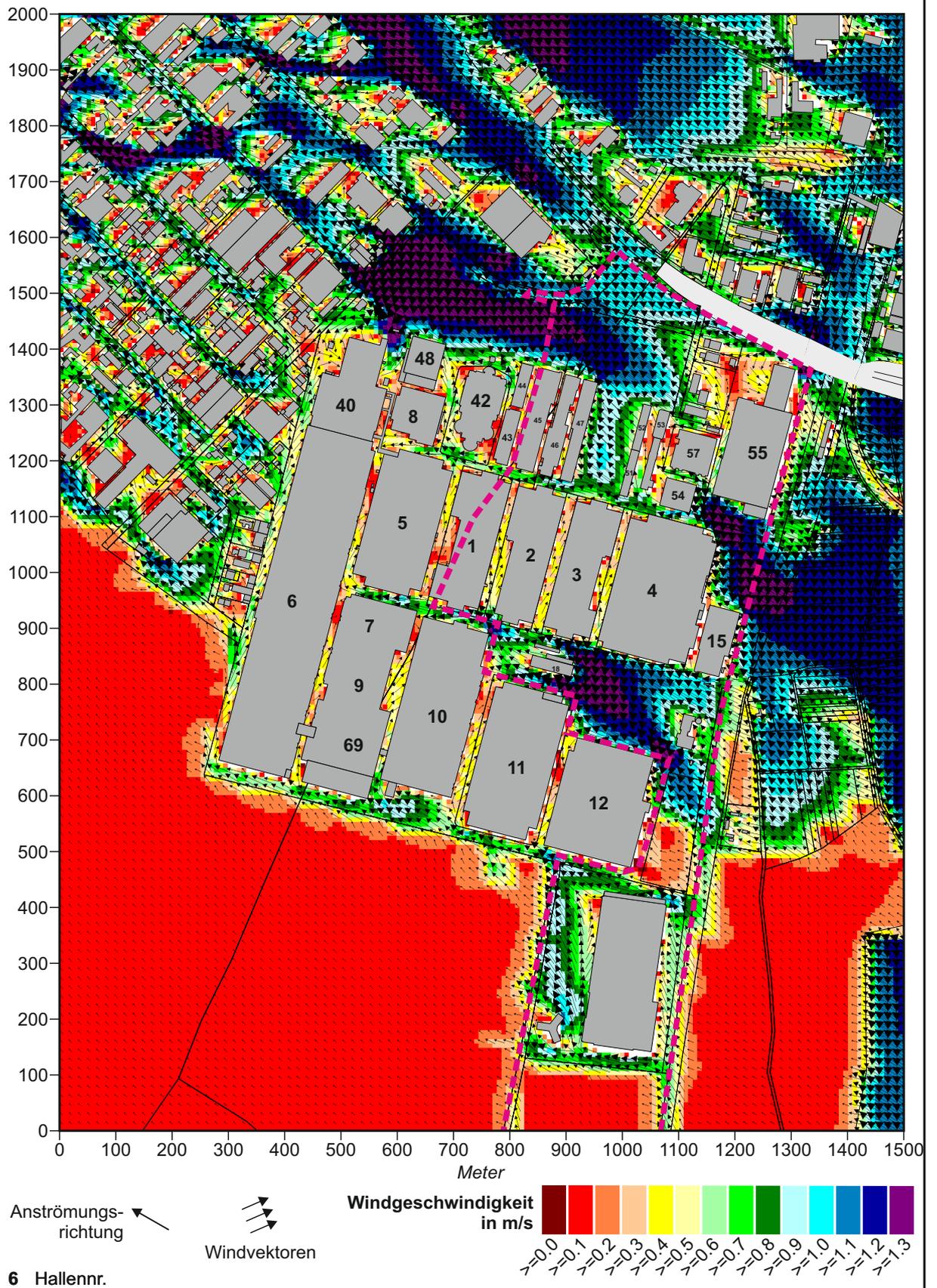
Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch
 und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf

Abb. 27 Vorher-Nachher-Vergleich. Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen. Nachtsituation - Planungsbedingte Veränderung der Windgeschwindigkeit 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Osten (90°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



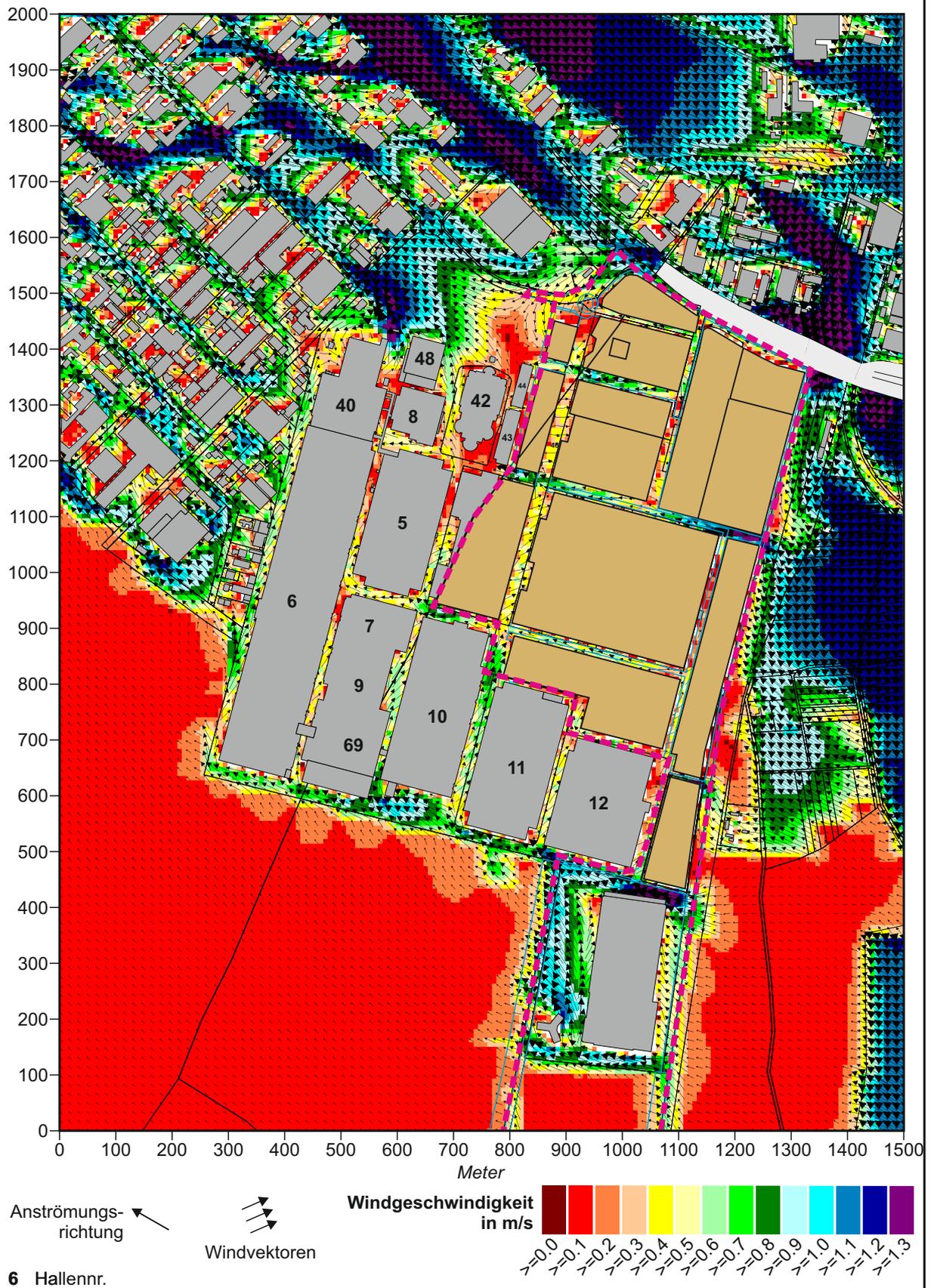
Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch
 und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf

Abb. 28 Ist-Zustand. Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen. Nachtsituation - Windfeld 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ost-südosten (120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



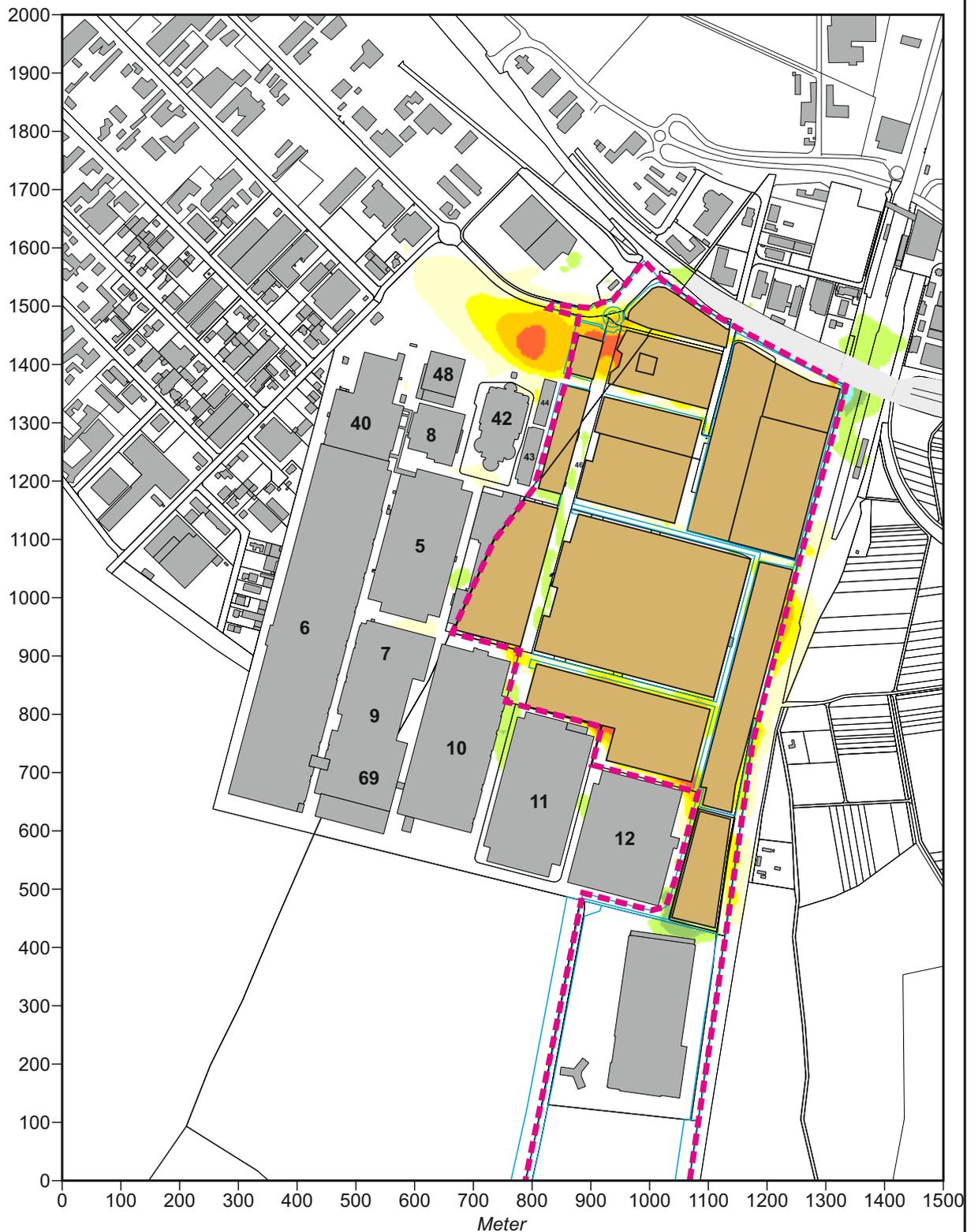
Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch
 und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf

Abb. 29 Plan-Zustand. Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen. Nachtsituation - Windfeld 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ost-südosten (120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



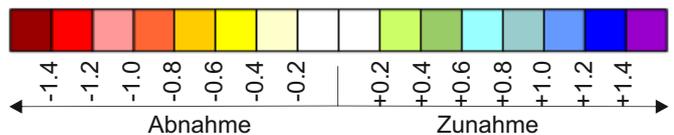
Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch
 und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf

Abb. 30 Vorher-Nachher-Vergleich. Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen. Nachtsituation - Planungsbedingte Veränderung der Windgeschwindigkeit 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ost-südosten (120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Anströmungsrichtung

Zu- bzw. Abnahme der Windgeschwindigkeit in m/s

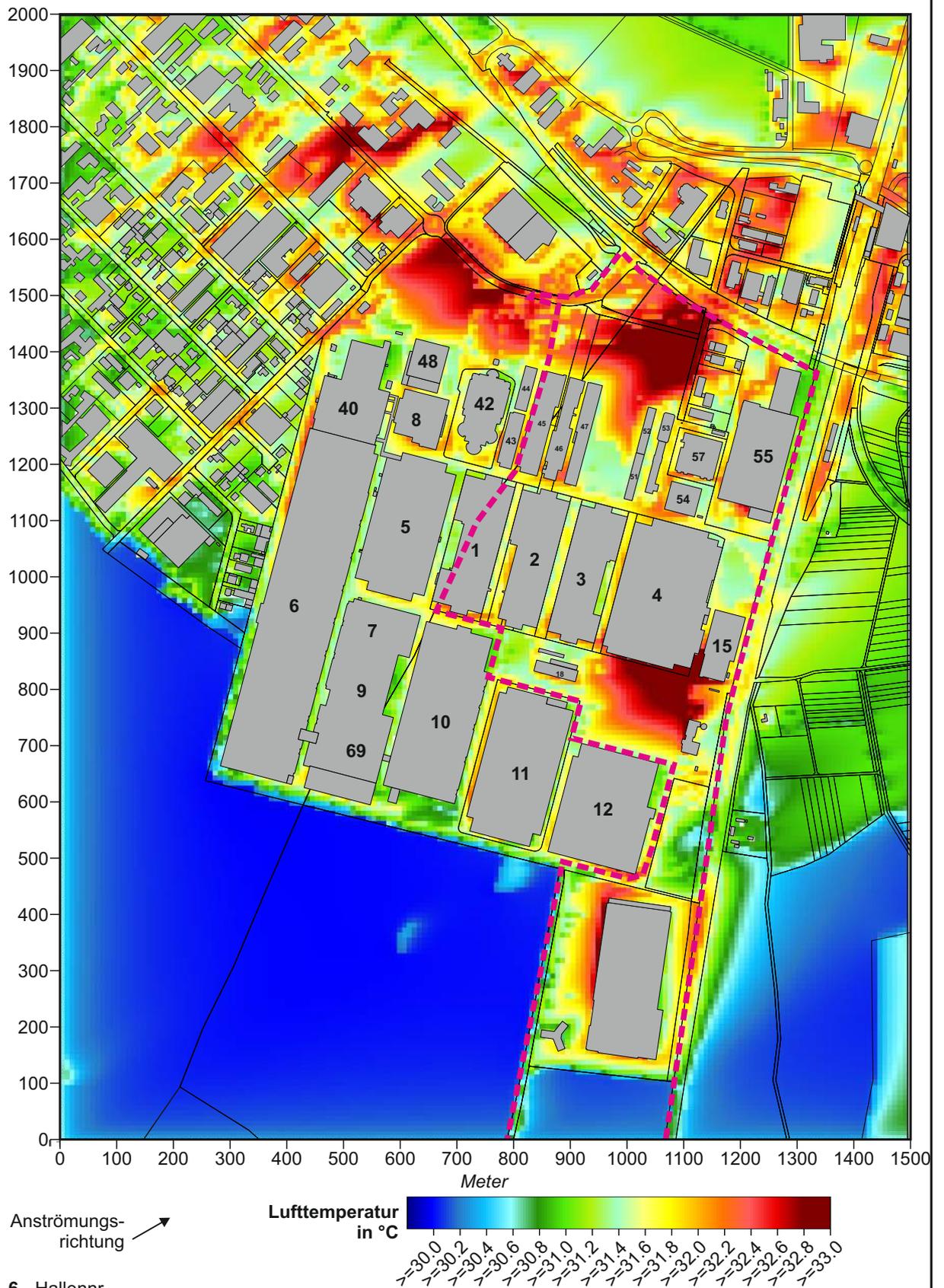


6 Ha

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf

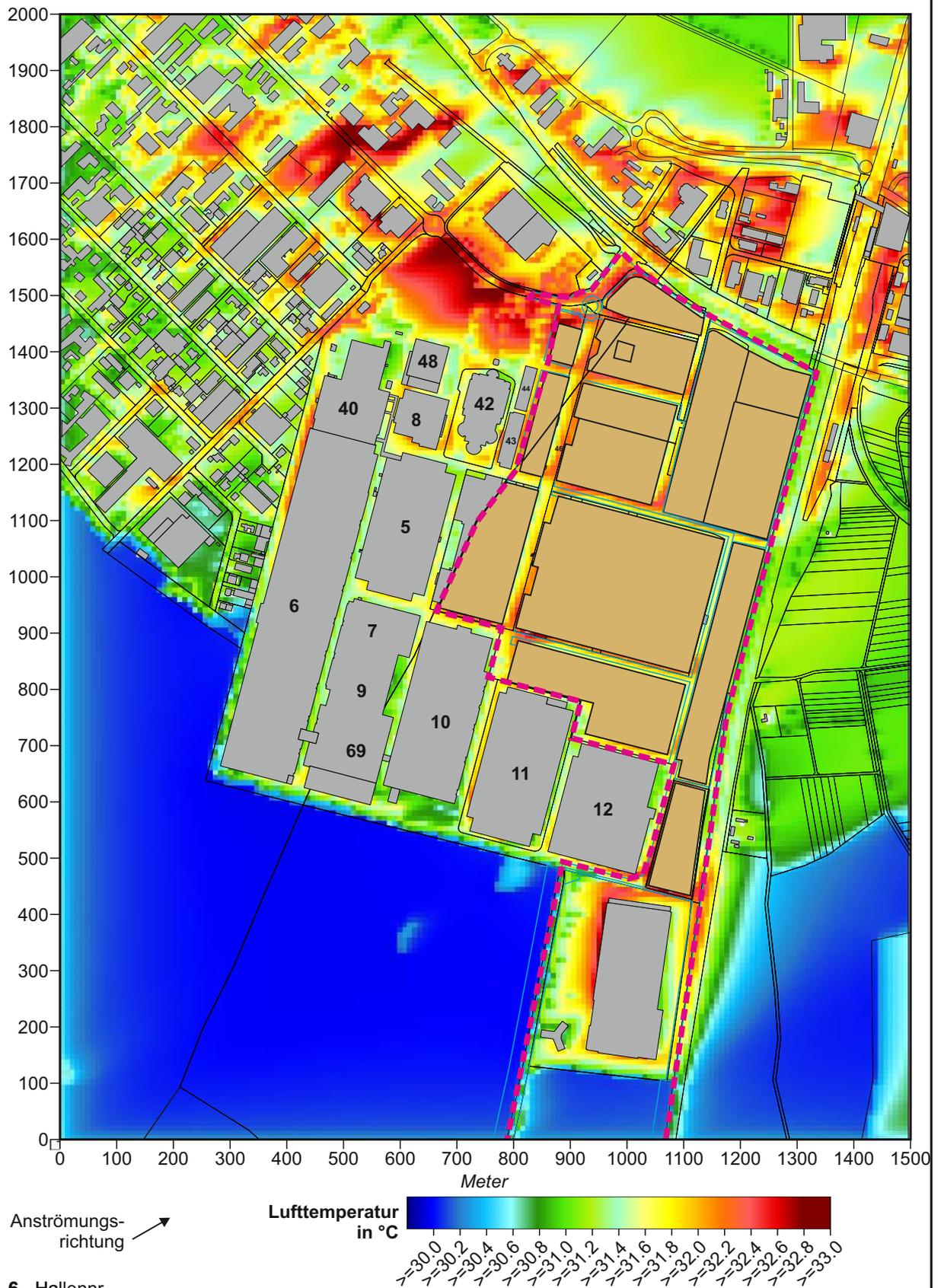


Abb. 31 Ist-Zustand. Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen. Tagsituation - Lufttemperaturfeld 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Westsüdwesten (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. an einem heißen Sommertag (16 Uhr)



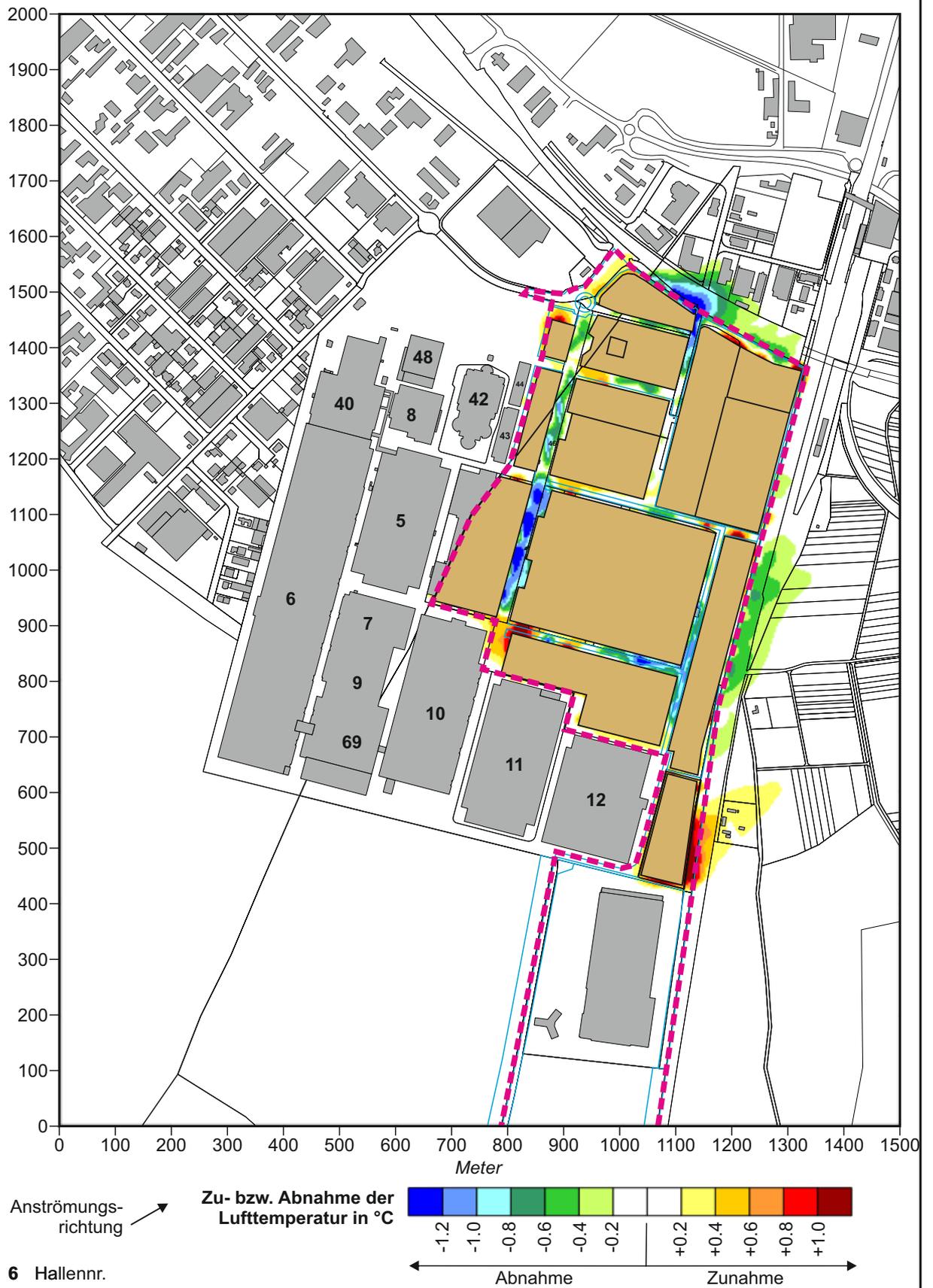
Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf

Abb. 32 Plan-Zustand. Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen. Tagsituation - Lufttemperaturfeld 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Westsüdwesten (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. an einem heißen Sommertag (16 Uhr)



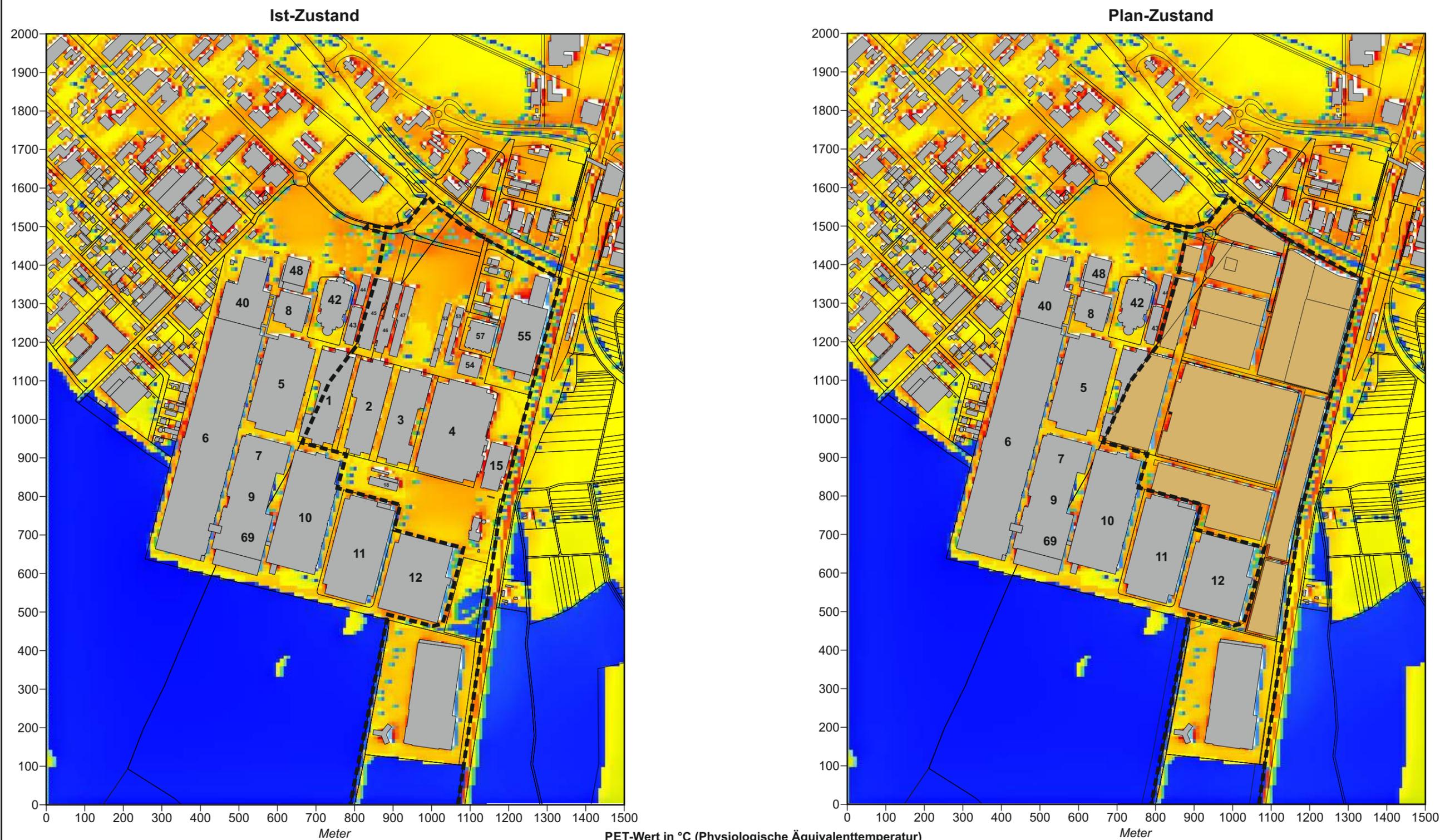
Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf

Abb. 33 Vorher-Nachher-Vergleich. Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen. Tagsituation - Planungsbedingte Veränderung der Lufttemperatur 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Westsüdwesten (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. an einem heißen Sommertag (16 Uhr)



Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf

Abb. 34 Ergebnisse numerischer Simulationen zur bioklimatischen Belastung - PET-Werte
 Vergleich von Ist-Zustand und Plan-Zustand 1.5 m ü.G.
 Tagsituation (14:00 Uhr), Windanströmung aus Westsüdwesten (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



PET-Wert in °C (Physiologische Äquivalenttemperatur)

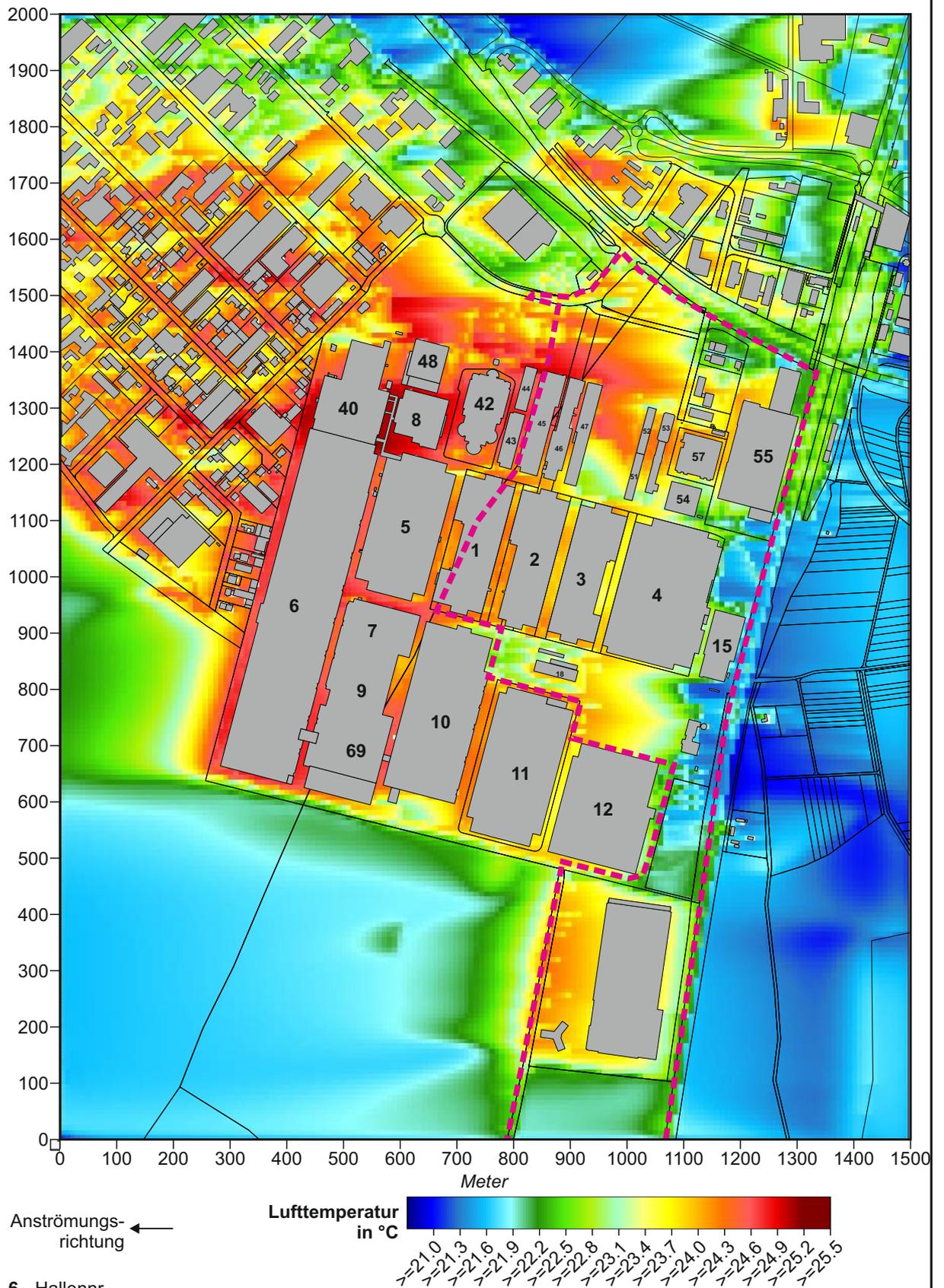


Anströmungs-
richtung →
6 Hallennr.

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM -
 Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch
 und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“,
 Stadt Walldorf



Abb. 35 Ist-Zustand. Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen.
Nachtsituation - Lufttemperaturfeld 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus
Osten (90°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. in einer Tropennacht (00:00 Uhr)

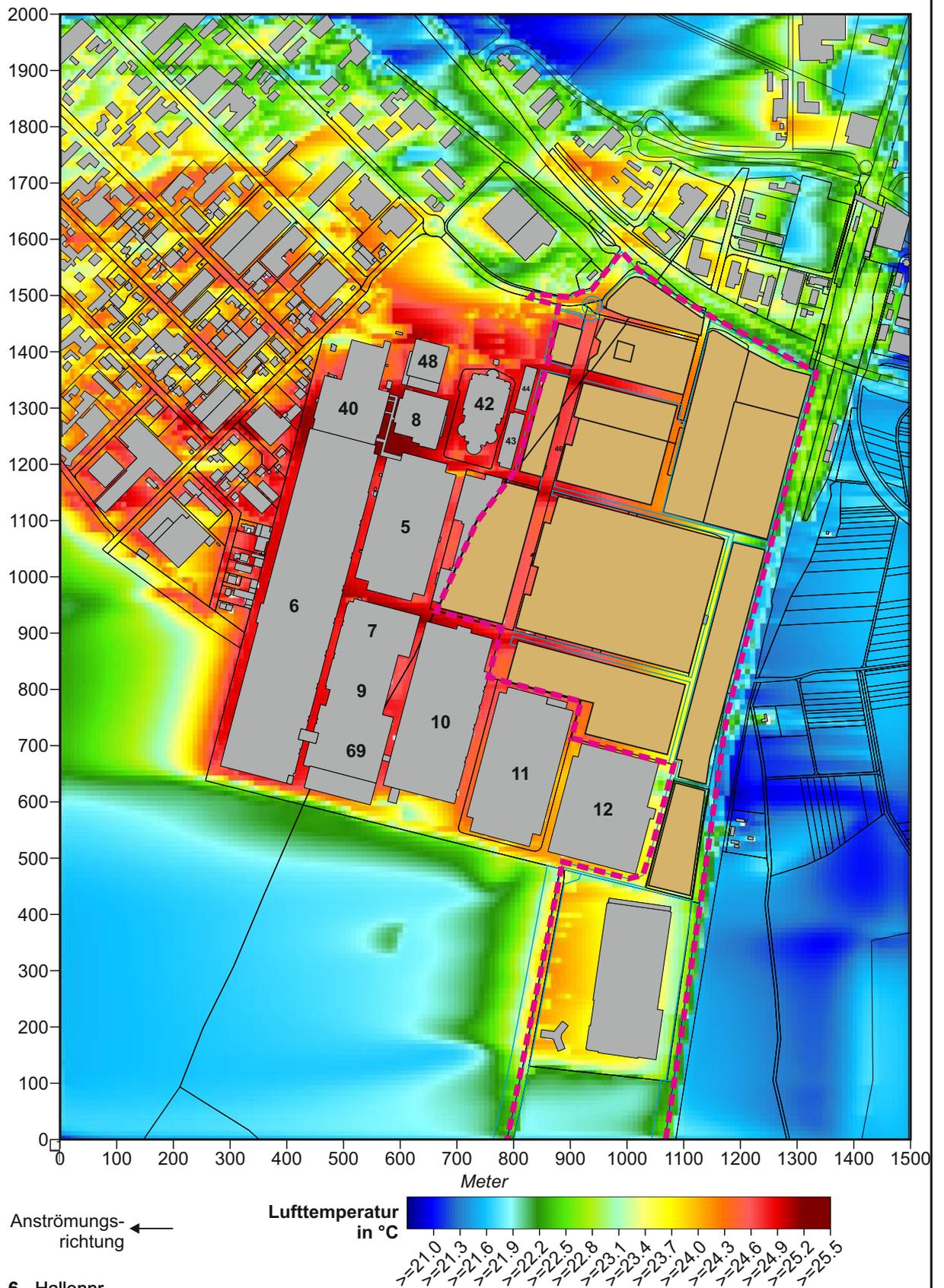


6 Hallennr.

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf



Abb. 36 Plan-Zustand. Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen.
Nachtsituation - Lufttemperaturfeld 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus
Osten (90°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. in einer Tropennacht (00:00 Uhr)



Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf

Abb. 37 Vorher-Nachher-Vergleich. Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen. Tagsituation - Planungsbedingte Veränderung der Lufttemperatur 2 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Osten (90°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. in einer Tropennacht (00 Uhr Uhr)



Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan „HDM - Digital Campus und Service Port“, Stadt Wiesloch
 und Bebauungsplan „HDM - Digital Campus“, Stadt Walldorf