

ÖKOPLANA

KLIMAÖKOLOGIE
LUFTHYGIENE
UMWELTPLANUNG

KLIMAGUTACHTEN ZUM BEBAUUNGSPLAN N116 „ERWEITERUNG GEWERBGEBIET NORD“ IN HATTERSHEIM AM MAIN



Vorhabenträger:

IONOS SE	NTT Global Data Centers FRA5 GmbH
Elgendorfer Straße 57	Voltastraße 15
56419 Montabaur	65795 Hattersheim am Main

Bearbeitet von:

Dipl.-Geogr. Achim Burst
M. Sc. Geogr. Patrick Burst
Dr. Wolfgang Lähne

Mannheim, 15. November 2023

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

Geschäftsinhaber:
Dipl.-Geogr. Achim Burst

Gemeinsam engagiert in der



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

Steuernummer: 37137/44979

Inhalt	Seite
1 Aufgabenstellung	1
2 Planungsgebiet und Planungsentwurf	3
3 Untersuchungsmethodik	6
4 Allgemeine klimatische Bedingungen im Raum Hattersheim am Main und Folgen des Klimawandels	9
5 Ergebnisse numerischer Modellrechnungen zum lokalen Klimageschehen	14
5.1 Kaltluftprozessgeschehen	14
5.1.1 Ergebnisse, 1. Nachthälfte	16
5.1.2 Ergebnisse, 2. Nachthälfte	19
5.1.3 Kurzfazit	19
5.2 Thermische Umgebungsbedingungen	20
5.2.1 Lufttemperaturfeld an einem heißen Sommertag (16:00 Uhr) mit westsüdwestlicher Luftströmung	21
5.2.2 Lufttemperaturfeld an einem heißen Sommertag (16:00 Uhr) mit westlicher Luftströmung	22
5.2.3 Lufttemperaturfeld in einer warmen Sommernacht (23:00 Uhr) mit westlicher Luftströmung (Flurwinde)	23
5.3 Belüftungsverhältnisse	24
5.3.1 Tagsituation – Windanströmung aus Westsüdwesten	25
5.3.2 Tagsituation – Windanströmung aus Westen	26
6 Zusammenfassung und Bewertung	28
7 Planungsempfehlungen	34
Quellenverzeichnis / weiterführende Schriften	43

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1:** Lage des Bebauungsplans N116 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim – Ausschnitt aus der TK 1:25.000
- Abb. 2:** Geländehöhen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld
- Abb. 3:** Geltungsbereich vom Bebauungsplan N116 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim
- Abb. 4:** Fotografische Dokumentation – Planungsgebiet und dessen Umfeld
- Abb. 5:** Lage des Bebauungsplans N116 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim – Ausschnitt aus dem Regionalen Flächennutzungsplan 2010
- Abb. 6:** Bebauungsplan N116 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim, Stand 15.11.2023
- Abb. 7.1:** Planungsentwurf für den Planungsstandort S01 im Bebauungsplan N116 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim
- Abb. 7.2:** Planungsentwurf für den Planungsstandort S02 im Bebauungsplan N116 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim (Vorabzug)
- Abb. 8:** Klimawandelfolgen im Main-Taunus-Kreis
- Abb. 9:** Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittlere Windgeschwindigkeiten am DWD Messstandort Frankfurt-Flughafen. Zeitraum: 2010 - 2021
- Abb. 10:** Berechnete Windrose für das Planungsgebiet – Häufigkeitsverteilung der Windrichtung
- Abb. 11:** Typische Tagesgänge der Lufttemperatur und des Windes an heißen Sommertagen ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$). DWD-Station Frankfurt-Flughafen
- Abb. 12:** Tages-Oberflächentemperaturen – Median der Sommermonate 2018 - 2022
- Abb. 13.1:** Ist-Zustand – Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen. Geschwindigkeit und Richtung lokaler Kaltluftbewegungen 2 m ü.G. in der 1. Nachthälfte (3 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung)
- Abb. 13.2:** Ist-Zustand – Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen. Kaltluftvolumenstromdichte in der 1. Nachthälfte (3 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung)
- Abb. 13.3:** Ist-Zustand – Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen. Ausbreitung eines Tracergases im Kaltluftstrom 2 m ü.G. in der 1. Nachthälfte (3 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung)

- Abb. 14.1:** Plan-Zustand – Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen. Geschwindigkeit und Richtung lokaler Kaltluftbewegungen 2 m ü.G. in der 1. Nachthälfte (3 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung)
- Abb. 14.2:** Plan-Zustand – Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen. Kaltluftvolumenstromdichte in der 1. Nachthälfte (3 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung)
- Abb. 14.3:** Vorher-Nachher-Vergleich – Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen. Planungsbedingte Veränderung der Kaltluftfließgeschwindigkeit 2 m ü.G. und des Kaltluftvolumenstroms in der 1. Nachthälfte (3 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung)
- Abb. 15.1:** Ist-Zustand – Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen. Geschwindigkeit und Richtung lokaler Kaltluftbewegungen 2 m ü.G. in der 2. Nachthälfte (6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung)
- Abb. 15.2:** Ist-Zustand – Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen. Kaltluftvolumenstromdichte in der 2. Nachthälfte (6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung)
- Abb. 15.3:** Ist-Zustand – Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen. Ausbreitung eines Tracergases im Kaltluftstrom 2 m ü.G. in der 2. Nachthälfte (6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung)
- Abb. 16.1:** Plan-Zustand – Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen. Geschwindigkeit und Richtung lokaler Kaltluftbewegungen 2 m ü.G. in der 2. Nachthälfte (6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung)
- Abb. 16.2:** Plan-Zustand – Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen. Kaltluftvolumenstromdichte in der 2. Nachthälfte (6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung)
- Abb. 16.3:** Vorher-Nachher-Vergleich – Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen. Planungsbedingte Veränderung der Kaltluftfließgeschwindigkeit 2 m ü.G. und des Kaltluftvolumenstroms in der 2. Nachthälfte (6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung)
- Abb. 17.1:** Ist-Zustand – Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen. Lufttemperatur 1.5 m ü.G., 16:00 Uhr an einem heißen Sommertag – Windanströmung aus Westsüdwesten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 17.2:** Plan-Zustand – Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen. Lufttemperatur 1.5 m ü.G., 16:00 Uhr an einem heißen Sommertag – Windanströmung aus Westsüdwesten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

- Abb. 17.3:** Vorher-Nachher-Vergleich – Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen. Planungsbedingte Veränderung der Lufttemperatur 1.5 m ü.G., 16:00 Uhr an einem heißen Sommertag – Windanströmung aus Westsüdwesten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 18.1:** Ist-Zustand – Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen. Lufttemperatur 1.5 m ü.G., 16:00 Uhr an einem heißen Sommertag – Windanströmung aus Westen mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 18.2:** Plan-Zustand – Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen. Lufttemperatur 1.5 m ü.G., 16:00 Uhr an einem heißen Sommertag – Windanströmung aus Westen mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 18.3:** Vorher-Nachher-Vergleich – Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen. Planungsbedingte Veränderung der Lufttemperatur 1.5 m ü.G., 16:00 Uhr an einem heißen Sommertag – Windanströmung aus Westen mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 19.1:** Ist-Zustand – Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen. Lufttemperatur 1.5 m ü.G., 23:00 Uhr in einer warmen Sommernacht – Windanströmung aus Westen mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.
- Abb. 19.2:** Plan-Zustand – Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen. Lufttemperatur 1.5 m ü.G., 23:00 Uhr in einer warmen Sommernacht – Windanströmung aus Westen mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.
- Abb. 19.3:** Vorher-Nachher-Vergleich – Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen. Planungsbedingte Veränderung der Lufttemperatur 1.5 m ü.G., 23:00 Uhr in einer warmen Sommernacht – Windanströmung aus Westen mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.
- Abb. 20.1:** Ist-Zustand – Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen. Windgeschwindigkeit 1.5 m ü.G., Windanströmung aus Westsüdwesten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 20.2:** Plan-Zustand – Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen. Windgeschwindigkeit 1.5 m ü.G., Windanströmung aus Westsüdwesten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 20.3:** Vorher-Nachher-Vergleich – Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen. Planungsbedingte Veränderung der Windgeschwindigkeit 1.5 m ü.G., Windanströmung aus Westsüdwesten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

- Abb. 20.4:** Plan-Zustand – Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen. Vertikalschnitte A – A* und B – B* der Windgeschwindigkeiten, Windanströmung aus Westsüdwesten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 20.5:** Vorher-Nachher-Vergleich – Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen. Bereiche mit Abschwächungen der Windgeschwindigkeit durch die Rückkühler auf den Rechenzentren 26 m ü.G., Windanströmung aus Westsüdwesten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 21.1:** Ist-Zustand – Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen. Windgeschwindigkeit 1.5 m ü.G., Windanströmung aus Westen mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 21.2:** Plan-Zustand – Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen. Windgeschwindigkeit 1.5 m ü.G., Windanströmung aus Westen mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 21.3:** Vorher-Nachher-Vergleich – Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen. Planungsbedingte Veränderung der Windgeschwindigkeit 1.5 m ü.G., Windanströmung aus Westen mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

1 Aufgabenstellung

In der Stadt Hattersheim am Main ist zwischen dem Hattersheimer Friedhof/Claudiusweg im Nordosten, der Mainzer Landstraße im Südosten, der L 3011 im Südwesten und der Autobahn A 66 im Nordwesten die Fortentwicklung des Gewerbegebiets Nord geplant (Lage siehe **Abbildung 1**). Vorgesehen ist die Ausweisung von Sondergebietsflächen mit der Nutzung Rechenzentrum. Die Flächengröße des gesamten Plangebiets beträgt ca. 7 ha.

Der Bebauungsplan-Entwurf sieht für die Hauptgebäude der Rechenzentren der Vorhabenträger IONOS SE und NTT GLOBAL DATA CENTERS FRA5 GMBH drei Baufelder mit einer maximalen Grundfläche von insgesamt 30.700 m² vor. Die maximalen Gebäudehöhen im Bereich der Baufelder für die Hauptgebäude belaufen sich auf 25 m.

Verkehrsflächen, Flächen für Nebenanlagen und Stellplätze, Versorgungsflächen, Flächen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft sowie Flächen zum Anpflanzen von Bäumen und Sträuchern ergänzen die Nutzungen im Planungsgebiet.

Aktuell werden die Plangebietsflächen landwirtschaftlich und gartenbaulich genutzt.

Wie dem Regionalen Flächennutzungsplan 2010 des REGIONALVERBANDS FRANKFURTRHEINMAIN entnommen werden kann, befindet sich das Planungsgebiet am Hattersheimer Siedlungsrand in einem Vorbehaltsgebiet für besondere Klimafunktionen. Die Landwirtschafts- und Gartenbauflächen fungieren zusammen mit dem Hattersheimer Friedhof als Kalt- und Frischlufttransportgebiet. Die von den Klimafunktionen „Kaltluftentstehung und Kaltlufttransport“ ausgehenden thermischen Gunsteffekte (u.a. forcierte nächtliche Abkühlung in warmen Sommer Nächten) sind angesichts des Klimawandels mit einer zunehmenden Häufung von Hitzetagen ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) und Tropennächten ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) für die angrenzende Bestandsbebauung von Hattersheim am Main von nicht zu unterschätzender Bedeutung.

Im Rahmen des anstehenden Planungsprozesses sind daher die ortsspezifischen strömungsdynamischen und thermischen / bioklimatischen Verhältnisse vertiefend zu analysieren und die aus den vorgesehenen Planungen resultierenden Modifikationen zu beurteilen. Dabei sind auch die Wärmeemissionen der potenziellen Rechenzentrumsgebäude zu beachten.

Zur qualitativen und quantitativen Bewertung der derzeitigen klimaökologischen Situation sowie zur Abschätzung des Einflusses der vorgesehenen Bebauung auf das örtliche klimatische Wirkungsgefüge sind auf Grundlage vorhandener Klimadaten (Deutscher Wetterdienst, HLNUG) und numerischer Modellrechnungen die klimaökologischen Positiv- und Negativeffekte zu bilanzieren und zu bewerten sowie ggf. Möglichkeiten zur Optimierung der lokalen Situation aufzuzeigen. Bei den Modellrechnungen wird dabei der Plan-Zustand (max. mögliche Bebauung laut Bebauungsplanentwurf) dem Ist-Zustand gegenübergestellt.

Für die Klimauntersuchung sowie für die Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse in planungsbezogene Bewertungen und Empfehlungen sind somit folgende Schwerpunkte zu setzen:

- Vertiefende Analyse und Bewertung der ortsspezifischen klimaökologischen Funktionsabläufe unter besonderer Berücksichtigung des Strömungsgeschehens.
- Qualitative und quantitative Bestimmung und Diskussion der klimaökologischen Wechselwirkungen zwischen Freiflächen und Bebauung sowie der zu erwartenden strömungsdynamischen und thermischen/bioklimatischen Veränderungen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld mit Hilfe numerischer Modellrechnungen.
- Ggf. Darstellung von Optimierungsmöglichkeiten zur Sicherung möglichst günstiger strömungsdynamischer und thermischer Umgebungsbedingungen.

2 Planungsgebiet und Planungsentwurf

Das ca. 7 ha große Bebauungsplangebiet N116 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ befindet sich zwischen dem Hattersheimer Friedhof/Claudiusweg im Nordosten, der Mainzer Landstraße im Südosten, der L 3011 im Südwesten und der Autobahn A 66 im Nordwesten auf der Flur 21 in den Gewannen „Die Krummgewann“, „Presensgewann“ und „Die Wachtelgewann“. Das Gebiet zeigt eine Höhenlage von ca. 97 – 114 m ü. NHN (siehe **Abbildung 2**). An der Rampe zur Autobahnanschlussstelle A 66 steigt das Gelände im Bereich des Randwalls auf ca. 120 m ü. NHN an. Entlang der A 66 befindet sich auf der Südseite zudem eine Lärmschutzwand.

Wie die **Abbildungen 3 und 4** dokumentieren, werden die Plangebietsflächen aktuell landwirtschaftlich und gartenbaulich (im Gewinn „Die Krummgewann“) genutzt.

Im Regionalen Flächennutzungsplan 2010 des REGIONALVERBANDS FRANKFURTRHEINMAIN (**Abbildung 5**) ist das Planungsgebiet als Vorbehaltsgebiet für die Landwirtschaft ausgewiesen. Die Landwirtschafts- und Gartenbauflächen fungieren zusammen mit dem Hattersheimer Friedhof als Kalt- und Frischlufttransportgebiet. Entsprechend ist das Planungsgebiet am Hattersheimer Siedlungsrand als ein Vorbehaltsgebiet für besondere Klimafunktionen definiert. Nördlich der A66 und südwestlich der L3011 schließt im dortigen Freiraumgefüge ein „Vorranggebiet Regionaler Grünzug“ an.

Entlang der A66 schließen an das Planungsgebiet gewerblich genutzte Flächen an. Die dortigen Gewerbehallen sind vorwiegend 2-geschossig angelegt. Nordöstlich des Claudiusweg schließt locker durchgrünte Wohnbebauung an (Bebauungsplangebiet „Baugebiet West – 1. Änderung“). Sie ist in den Randbereichen von 2-geschossigen Reihenhäusern und 1-geschossigen Einzelhäusern geprägt. In zentraler Lage befinden sich Hochhausbauten und Mehrfamilienhäuser. Südöstlich des Hattersheimer Friedhofs grenzen ebenfalls Wohngebietsflächen (Reihenhäuser und Mehrfamilienhäuser) an.

Der vom Planungsbüro STADT.QUARTIER vorgelegte Bebauungsplanentwurf N116 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ (**Abbildung 6**) weist zwei Sondergebietsflächen „Rechenzentrum“ (SO1 und SO2) aus.

Im Sondergebiet SO1 sind insgesamt drei mit Baugrenzen abgetrennte Bereiche mit einer Gesamtflächengröße von 24.075 m² ausgewiesen. In ihnen sind max. Gebäudehöhen von 25.0 m (Rechenzentren) und 6.0 m festgesetzt. Neben erforderlichen Stellplatzflächen, die mit Rasengittersteinen befestigt werden sollen, sind auch Baumpflanzungen sowie Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft dargestellt (M1). Ergänzend sind Fassadenbegrünungen und Flächen zum Anpflanzen von Bäumen und Sträuchern (P1 / P2) vorgesehen.

Die **Abbildung 7.1** zeigt den Planungsentwurf für den Planungsstandort SO1 des Unternehmens NTT GLOBAL DATA CENTERS FRA5 GMBH.

Die Flächenbilanz im Sondergebiet 1 (SO1 - NTT) mit einer Gesamtfläche von 42.200 m² lautet wie folgt:

Versiegelte Flächen (80%)	33.760 m² (100%)
davon:	
Asphaltierte Flächen	8.102 m ² (24%)
Pflaster, Wege	1.257 m ² (4%)
Gebäude / Dachfläche	22.450 m ² (66%)
Stellplätze (Rasengittersteine)	1.950 m ² (6%)

Grünflächen mit Bodenanschluss (20%)	8.440 m²
---	----------------------------

Auf den Rechenzentren (Gebäude A und B) befinden sich jeweils 24 wärmeemittierende Rückkühler. Laut Informationen des Vorhabensträgers wird in der Regel Warmluft mit einer Temperatur von 25 – 30°C mit einer Geschwindigkeit von ca. 8 – 10 m/s ausgeblasen. Die ausströmende Luftmenge pro Gerät liegt bei ca. 150-185 m³/s. An heißen Tagen muss mit einer max. Luftaustrittstemperatur von 55 – 60°C (ca. 30 Std. im Jahr) gerechnet werden.

Im Sondergebiet SO2 im nördlichen Planungsteilgebiet ist für ein Rechenzentrum ein Baufeld mit einer Flächengröße von 6.700 m² geplant. Die max. Gebäudehöhe beträgt 25.0 m. Die erforderlichen Stellplatzflächen können bei Bedarf mit PV-Anlagen überstellt werden. Am Nordrand wird auf den Rasenflächen auch eine optionale PV-Anlage in Betracht gezogen.

Die **Abbildung 7.2** dokumentiert den Planungsentwurf für den Planungsstandort SO2 des Unternehmens IONOS SE.

Die vorgegebene Bilanz der Flächennutzung im Sondergebiet SO2 (Gesamtfläche: 14.796 m²) lautet wie folgt:

Versiegelte Flächen (80%)	11.837 m² (100%)
davon:	
Asphaltierte Flächen	2.888 m² (24%)
Pflaster, Wege	473 m² (4%)
Gebäude / Dachfläche	6.456 m² (55%)
Stellplätze (Rasengittersteine)	710 m² (6%)
Schotterrasen	659 m² (6%)
PV-Anlagen	650 m² (5%)

Grünflächen mit Bodenanschluss (20%)	2.959 m²
---	-----------------

Neben erforderliche Stellplatzflächen, die mit Rasengittersteinen befestigt werden sollen, sind auch Baumpflanzungen sowie Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft dargestellt.

Derzeit sind in der Planung 8 Trockenrückkühler vorgesehen. Der emittierende Luftvolumenstrom je Rückkühler liegt bei hohen Außentemperaturen (über 30°C) bei ca. 50 – 55 m³/s mit einer Temperatur bis 57°C. Die Jahresstunden mit Temperaturen über 30°C liegen im Raum Frankfurt am Main nach Angaben des Vorhabenträgers bei ca. 300 Std. / Jahr.

Die verkehrliche Erschließung erfolgt über den Verkehrskreisel an der Mainzer Landstraße an der Südecke des Friedhofs Hattersheim und über die Heddingheimer Straße im Nordosten.

3 Untersuchungsmethodik

Zur klimaökologischen Bewertung des vorgelegten Planungsentwurfs erfolgt zunächst eine Beschreibung der lokalen Klimasituation. Hierbei wird auf Daten des Deutschen Wetterdienstes und der HLNUG zurückgegriffen. Die Auswertung von Daten zu den örtlichen Klimawandelfolgen Daten ergänzen die datenbasierte klimaökologische Bestandsanalyse.

Die interaktive Umweltprüfung (WebSUP) zum Regionalplan REGION FRANKFURTRHEINMAIN (<https://www.region-frankfurt.de/Unsere-Themen-Leistungen/Regionaler-Flächennutzungsplan/Umweltprüfung/>) weist eine Konflikt mit dem Thema „Kaltlufthaushalt“ nach.

Daher werden in einem weiteren Analyseschritt mit Hilfe des seit vielen Jahren im Gutachtensektor eingesetzten und vielfach geprüften Kaltluftströmungsmodells KLAM_21 (Vers. 2.012, siehe **Grafik 1**) des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES die ortstypischen lokalen Kaltluftbewegungen in einer sommerlichen windschwachen Strahlungsnacht für den Ist- und Plan-Zustand vergleichend analysiert.



Grafik 1: „Programmstempel“ KLAM_21

Als Grundlage dient ein digitales Geländemodell (DGM10), das vom HESSISCHEN LANDESAMT FÜR BODENMANAGEMENT UND GEOINFORMATION bereitgestellt wurde. Die Flächennutzung und Gebäudehöhen (Bestand) wurden über Luftbilder und über ein digitales Oberflächenmodell (DOM1) bestimmt.

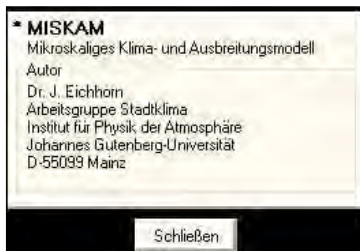
Mit Hilfe der KLAM_21-Simulationen werden die möglichen Veränderungen des örtlichen, kaltluftbedingten Windfeldes durch die potenziellen Sondergebietsflächen aufgezeigt. Neben der Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung bodennaher Kaltluftbewegungen werden hierdurch auch Informationen zum Kaltluftvolumenstrom bereitgestellt.

Es soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass eine solche Abschätzung zur Auswirkung von geplanten Flächennutzungsänderungen nur durch den Einsatz numerischer Modelle möglich ist.

Messungen helfen bei dieser Problemstellung nicht weiter, da nur existierende atmosphärische Zustände instrumentell erfassbar sind. Modellrechnungen gestatten es dagegen, schon im Planungsstadium vorgesehener Nutzungsänderungen mögliche unerwünschte oder gar negative Klimaveränderungen zu erkennen.

Da sich das Planungsgebiet am bisherigen Siedlungsrand befindet und das Gelände derzeit unbebaut ist, besitzt das Areal sowohl als thermische Ausgleichsfläche als auch als Belüftungsbahn eine stadtklimatische Bedeutung. Die Belüftungseffekte vermeiden am Tag lokale Hitzestaus und reduzieren über den vermehrten bodennahen Luftmassenaustausch die örtliche Wärmebelastung.

Zur Prüfung des Einflusses der geplanten Bebauung auf die lokalen Belüftungseffekte werden mikroskalige Windfeldsimulationen durchgeführt. Dabei kommt das allgemein anerkannte Modellpaket MISKAM (Vers. 6.3)¹ zum Einsatz (**Grafik 2**).



Grafik 2: „Programmstempel“ MISKAM

Das Strömungsmodell MISKAM wurde anhand mehrerer Datensätze aus Windkanälen und Naturmessreihen überprüft und umfangreich validiert. Es ist auch in der Lage, die strömungsdynamischen Auswirkungen der Abluftfahnen auf dem Dach der geplanten Rechenzentrumsgebäude zu simulieren.

Die Gesamtgröße des Rechengebietes orientiert sich am Geltungsbereich des Bebauungsplangebiets N116 und dessen benachbarter Bebauung. Es beträgt inkl. der erforderlichen Randbereiche eine Flächengröße von 1.000 x 1.000 m. Die Modellhöhe beträgt 300 m. Die Rechenauflösung ist horizontal äquidistant 5 x 5 m. Die vertikale Auflösung ist nicht-äquidistant. Sie reicht von 1 m und 2 m bis 10 m ab 40 m ü.G.

Für die Vegetation (Bäume, höhere Sträucher) wird ein Vegetationsbedeckungsgrad von 40 - 60% zu Grunde gelegt.

Die Modellrechnungen werden für zwei relevante Tagsituationen durchgeführt.

¹ GIESE-EICHHORN (2003): MISKAM – Handbuch. Wackernheim.

Zur Simulation der thermischen Umgebungsbedingungen (Tag- und Nachtsituation) erfolgt eine Berechnung des bodennahen Lufttemperaturfeldes. Das eingesetzte Mikroklimamodell ENVI-met² (**Grafik 3**) simuliert auf Grundlage der numerischen Strömungs- und Thermodynamik sowie der allgemeinen Atmosphärenphysik die Wechselwirkung zwischen Gebäuden, Vegetation, natürlichen und künstlichen Oberflächen in einer virtuellen Umgebung. Dabei wird die Auftriebsströmung durch die Rückkühler auf den Rechenzentrumsgebäude mit Hilfe warm abstrahlender Oberflächen (Tag: 60°C, Nacht 30°C) überschlägig berücksichtigt.

Die Berechnungen werden wiederum für die o.a. Planungskonfigurationen durchgeführt.



Grafik 3: „Programmstempel“ ENVI-met

² **GIESE-EICHHORN (1998/2016):** Handbuch zum prognostischen Strömungsmodell MISKAM. Warkernheim.

Das Rechenmodell MISKAM ist ein dreidimensionales, nichthydrostatisches Strömungsmodell, das laut eines Forschungsberichtes des Landes Baden-Württemberg die Charakteristika der Strömungs- und Konzentrationsverteilung sehr gut wiedergibt.

BRUSE, M. (2002/2023): ENVI-Met - Mikroskaliges Klimamodell, Vers. 5.1.1. Essen.

4 Allgemeine klimatische Bedingungen im Raum Hattersheim am Main und Folgen des Klimawandels

Die Region Hattersheim am Main befindet sich in der warmgemäßigten, feuchten Westwindzone. Das Klima wird überwiegend von milden, feuchten und damit wolkenreichen Luftmassen geprägt, die mit den am häufigsten vorkommenden Südwest- bis Westwinden herangeführt werden.

Die Jahressumme des Niederschlags beläuft sich im Landkreis Main-Taunus mit der Ortslage Hattersheim im 30-jährigen Mittel (1971 - 2000) auf ca. 699 mm (GERICS³ 2021), wobei der Monat Juni die größte Niederschlagshöhe (ca. 72 mm) aufweist. In diesem Monat kommt es durch hohe Einstrahlungsintensität und der daraus folgenden Konvektion mit Wolkenbildung verstärkt zu Schauern und Gewittern. Die geringsten Niederschläge treten mit einer monatlichen Niederschlagsmenge von durchschnittlich ca. 45 mm im Februar auf.

Die Jahresmitteltemperatur beträgt im mehrjährigen Mittel ca. 9.3°C (1971 – 2000) – siehe **Abbildung 8**. Die Julitemperaturen erreichen Durchschnittswerte um 18.1°C, die minimalen Durchschnittswerte werden mit 0.8°C im Januar gemessen.

Laut Statistik von GERICS sind im Landkreis Main-Taunus-Kreis im 30-jährigen Mittel (1971 – 2000)

- 16.8 Eistage/Jahr ($T_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$)
- 74.0 Frostage/Jahr ($T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$)
- 6.3 heiße Tage/Jahr ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$)
- 34.6 Sommertage/Jahr ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$)
- 0.3 Tropennächte/Jahr ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$)

pro Jahr zu registrieren.

Mittelfristige Prognosen deuten darauf hin, dass die sommerliche Wärmebelastung im Zuge des globalen Klimawandels in Main-Taunus-Kreis deutlich zunehmen wird. Nach Berechnungen von GERICS (2021) wird die mittlere Jahresmitteltemperatur im Zeitraum 2036 – 2065 (= nahe Zukunft) gegenüber der Zeitspanne 1971 – 2000 um ca. 1.9 K zunehmen (**Abbildung 8**).

³ GERICS = Climate Service Center Germany mit Sitz in Hamburg
https://gerics.de/products_and_publications/fact_sheets/landkreise/index.php.de

Die Anzahl der bioklimatisch besonders relevanten heißen Tage und Sommertage wird um ca. 5.0 Tage/Jahr bzw. 13.0 Tage/Jahr ansteigen. Den Projektionen liegt das Antriebsszenario RCP8.5⁴ (mittlere bzw. hohe Temperaturzunahme) zu Grunde, das hohe zukünftige Treibhausgasemissionen berücksichtigt. Da zugleich die Anzahl der Tropennächte (+2.2 Tage/Jahr) zunimmt, steigt ebenfalls die Wahrscheinlichkeit lang anhaltender Hitzewellen. Die erhöhte Wärmebelastung führt insbesondere bei alten und kranken Menschen sowie Kleinkindern zu gesundheitsgefährdendem Hitzestress. Die zunehmende Hitzebelastung mindert auch die Produktivität am Arbeitsplatz.

Durch die o.a. thermisch wirksamen Klimawandelfolgen wird die Sicherstellung günstiger thermischer Umgebungsverhältnisse zukünftig weiter an Bedeutung gewinnen.

Die Anzahl der Tage mit Starkniederschlag (≥ 20 mm/Tag) wird von 3.1 Tage/Jahr (1971 – 2000) auf ca. 4.1 Tage/Jahr (2036 – 2065) zunehmen, weshalb bei Baumaßnahmen ausreichende Retentionsmöglichkeiten zu berücksichtigen sind.

Analysiert man die mehrjährigen Winddaten (2010 – 2021) der nächstgelegenen DWD-Station Frankfurt-Flughafen (**Abbildung 9**) und der synthetischen Windstatistik der HLNUG aus dem Windrosenatlas Hessen (**Abbildung 10**), so zeigt sich, dass die vorherrschenden Windrichtungen im Raum Hattersheim im Allgemeinen Südsüdwest bis Westsüdwest und Nord bis Ostnordost sind, wobei es durch die Flächennutzung und das Relief lokal zu leichten Differenzierungen kommen kann.

Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt im mehrjährigen Mittel (2010 – 2021) im Bereich des Planungsgebiets (Freiland) ca. 2.2 - 2.8 m/s (DWD 2004: Jahresmittel der Windgeschwindigkeit 10 m ü.G. – https://www.dwd.de/DE/leistungen/windkarten/deutschland_und_bundeslaender.html), wodurch eine nur mäßige Durchlüftung möglich ist.

Innerhalb der Bebauung sinkt die mittlere Windgeschwindigkeit stellenweise auf Werte von unter 2.0 m/s, so dass dort von insgesamt geringer Durchlüftungsintensität auszugehen ist.

⁴ Das Szenario RCP 8.5 weist einen starken Anstieg des Strahlungsantriebes auf, der sich bis zum Ende des Jahrhunderts nicht abschwächt und einen Anstieg der globalen Mitteltemperatur um ca. 4,8 C gegenüber dem Zeitraum 1985-2005 bewirken würde. Das Szenario RCP 8.5 wird auch als „Weiter wie bisher Szenario“ bezeichnet.

Die höchsten mittleren Windgeschwindigkeiten werden an der DWD-Station Frankfurt-Flughafen großwetterlagenbedingt bei Winden aus südwestlichen Richtungen registriert (4.1 – 4.7 m/s). Bei Winden aus nordöstlichen Richtungen (Nebenmaximum) stellen sich mittlere Windgeschwindigkeiten von 2.2 – 3.2 m/s ein.

In den Nachtstunden häufen sich zunehmend nordöstliche Winde mit mittleren Windgeschwindigkeiten von ca. 1.8 – 2.9 m/s. Die geringeren Windgeschwindigkeiten deuten darauf hin, dass die Nordostwinde häufig mit schwächer ausgeprägten Regionalströmungen in Verbindung zu bringen sind. Diese entwickeln sich als Sammelstrom des Wetterauwindes, der Bergwinde des Maintals und des Niddatals sowie der darin einmündenden Taunustäler.

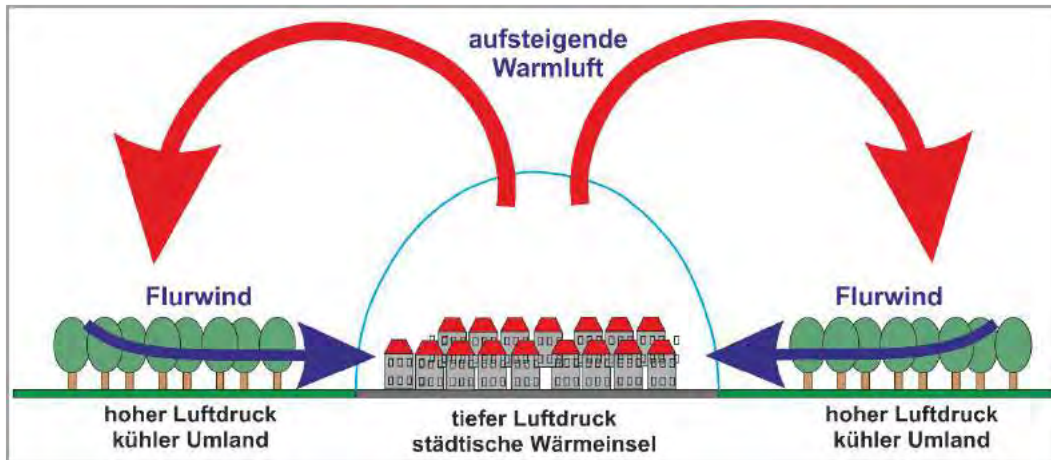
Am Planungsgebiet sind zudem Einflüsse lokaler Kaltluftabflüsse über die Hangzone nordwestlich der A66 zu erwarten.

Im Rahmen der Klimaaanalyse wird das Augenmerk vermehrt auf thermisch belastende heiße Sommertage ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) und warme Sommernächte gelegt.

In der **Abbildung 11** sind exemplarisch Tagesgänge der Lufttemperatur und des Windes an der DWD-Station Frankfurt-Flughafen dargestellt. Beide Tagesgänge (24.-25.07.2018, 03.-04.08.2018) zeigen den Lufttemperaturverlauf im Zuge eines heißen Sommertags mit einer darauffolgenden Tropennacht.

Die Winddaten dokumentieren, dass derartige Situationen des Öfteren mit Winden aus nordöstlichen bis östlichen Richtungssektoren in Verbindung stehen. In Strahlungsnächten (ca. 22% der Nächte im Jahr) ist im Planungsgebiet und in dessen Umfeld eine Häufung nordwestlicher bis nordöstlicher Kaltluftbewegungen zu erwarten.

Von Seiten der Regionalplanung wird in besonderem Maße darauf geachtet, dass zwischen einzelnen Siedlungsgebieten und an den Siedlungsrändern günstige Luftaustauschmöglichkeiten gesichert bleiben (siehe Kennzeichnung „Regionaler Grünzug“ und „Vorbehaltsgebiet für besondere Klimafunktionen“ im Regionalen Flächennutzungsplan 2010). Damit kann die Kaltluft nicht nur über Tal- und Hangabwinde, sondern auch über Mikrozirkulationen (Flurwinde) in die Bebauung einströmen (siehe **Grafik 1**) und die dortige thermische Belastung nachhaltig herabsetzen.



Grafik 4: Schematische Darstellung des Flurwindeffekts

Das Kaltluftprozessgeschehen am Übergang Freiland – Bebauung kann allgemein wie folgt beschrieben werden.

In wolkenlosen, windschwachen Nächten kühlt sich der Erdboden und die darüber liegende bodennahe Luft aufgrund der ungehinderten langwelligen Ausstrahlung und der abgeschwächten vertikalen Durchmischung der bodennahen Luftschichten verstärkt ab. Es kommt, abhängig von der Flächennutzung, zu sog. Kaltluftbildung unterschiedlicher Intensität (siehe **Tabelle 1**).

Nutzung	Kaltluftproduktionsrate in $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$
Grünland, Ackerland	~ 15 - 20
Wald	~ 12 - 15
Gartenbau, Mischflächen	~ 10 - 15
Kleingärten	~ 6
Friedhofsflächen	~ 6
Sport-/Freizeitflächen	~ 3 - 6
Wasseroberflächen	0

Tabelle 1: Kaltluftproduktionsraten unterschiedlicher Flächennutzungstypen
(BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (2013),
ÖKOPLANA 2010)

In reliefiertem Gelände (= Planungsgebiet) nimmt die Kaltluftmächtigkeit im Allgemeinen hangabwärts zu, da von höheren Geländelagen kommend immer mehr Kaltluft in den Abfluss mit einbezogen wird. Die Intensität des Kaltluftabflusses ist von der Hangneigung sowie von der Oberflächenrauigkeit des Bewuchses / Bebauung abhängig.

Die Reibungskraft der Oberflächen bremst die Strömungsdynamik. Bei Hangneigungen von unter 2° sind in der Regel Impulse von übergeordneten Windströmungen (z.B. Regionalströmungen) erforderlich, um innerhalb der bodennahen Kaltluftschicht Fließbewegungen auszulösen. Auch Flurwindeffekte zwischen kühlen und deutlich überwärmten Gebieten vermögen die bodennahe Kaltluft in Bewegung zu setzen. Flurwindartige Luftaustauschbewegungen vollziehen sich schon bei Lufttemperaturunterschieden von 3 K (ÖKOPLANA 2010). Die absolute Temperatur der Luft spielt dabei keine wesentliche Rolle. D.h. ob sich ein Unterschied von 10 K zwischen +30°C und +20°C warmer Luft oder zwischen 10°C und 0°C einstellt ist nur wenig relevant. Aus diesem Grund können sich Kaltluftbewegungen und Kaltluftströmungssysteme das gesamte Jahr über in ähnlicher Struktur und in nur leicht variierender Intensität ausbilden (BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG 2013).

Kaltluftbewegungen zeigen in der ersten Nachthälfte die größten Fließgeschwindigkeiten, da zu diesem Zeitpunkt die vertikale Mächtigkeit der stabil geschichteten Luftmassen noch geringer ist und somit regionale und überregionale Winde höherer Geschwindigkeit noch vermehrt bodennah durchgreifen können.

Kaltluftstaus bilden sich im Luv von natürlichen und anthropogenen Hindernissen (Wald- und Siedlungsrand, einzelne Baukörper, Straßendämme etc.). 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 thermische Situation an warmen / heißen Sommertagen wird im Wesentlichen durch die örtlichen Oberflächentemperaturen bestimmt.

Wie Ergebnisse satellitengebundener Infrarotaufnahmen (**Abbildung 12**) dokumentieren, zeigen die Landwirtschaftsflächen (33 – 36°C) im Planungsgebiet am Tag niedrigere mittlere Oberflächentemperaturen als versiegelte Gewerbeflächen an der Heddingheimer Straße (39 bis über 42°C) und die Wohnbebauung von Hattersheim (36 – 39°C). Niedrigste mittlere Oberflächentemperaturen (30 – 33°C) werden im Bereich von Gehölzflächen (Friedhof Hattersheim) registriert. Die thermische Gunstwirkung schattenwerfender Gehölze wird damit offensichtlich.

5 Ergebnisse numerischer Modellrechnungen zum lokalen Klimageschehen

5.1 Kaltluftprozessgeschehen

Für das Aufzeigen der möglichen Auswirkungen einer potenziellen Bebauung im Bebauungsplangebiet N116 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ auf die lokalen Kaltluftströmungen werden vergleichende Kaltluftströmungssimulationen für den Ist- und Plan-Zustand mit dem Kaltluftströmungsmodell KLAM_21 (siehe Kap. 3) durchgeführt.

Vorausgesetzt wird eine siedlungsklimatisch besonders relevante sommerliche Strahlungsnacht mit typischer schwacher nordöstlicher Regionalströmung (30°, 0.5 m/s in einer Höhe von 40 m ü.G.).

Das Modell berechnet die zeitliche Entwicklung der Kaltluftströmung bei gegebener zeitlich konstanter Kaltluftproduktionsrate. Diese, ebenso wie die Reibungskoeffizienten, werden über die Art der Landnutzung gesteuert.

Es werden neun Landnutzungsklassen berücksichtigt:

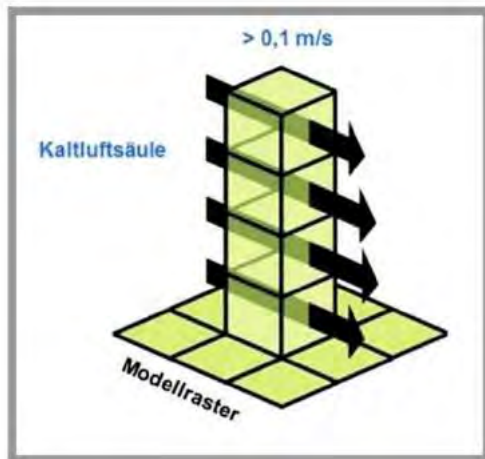
- Siedlung / dichte Bebauung,
- Siedlung / lockere Bebauung,
- Wald / Gehölze,
- Halb versiegelte Flächen / Bahntrasse
- Gewerbegebiete,
- Friedhof / Grünanlagen,
- unversiegelte Freiflächen (z.B. Wiesen, Landwirtschaftsflächen),
- versiegelte Flächen/Straßen,
- Wasserflächen.

Siedlungsgebiete werden als teilweise durchströmbare (poröse) Hindernisse im Modell berücksichtigt (DEUTSCHER WETTERDIENST 2008). Damit gelingt es, die Strömungsverdrängung durch die Baukörper sowie die bremsende Wirkung der Gebäude in Übereinstimmung mit Beobachtungen zu modellieren. Die geplanten Baukörper sowie größere Gewerbebauten werden allerdings als undurchströmbare Hindernisse mit ihrer potenziellen Gebäudehöhe definiert.

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 Kaltluftvolumenstromdichte (nach: GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH / ÖKOPLANA 2020)

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.

Das betrachtete Rechengebiet (**Abbildung 13**) umfasst eine Gebietsgröße von 4.0 x 3.0 km (12 km²), womit die planungsnahen Kaltluftentstehungs- und Kaltluftzielgebiete erfasst werden.

Die Ergebnisse der Kaltluftberechnungen werden für den Zeitpunkt 3 Std.⁵ (= 1. Nachthälfte) und 6 Std. (= 2. Nachthälfte) nach einsetzender Kaltluftbildung dargestellt.

Siedlungsklimatisch ist besonders die Abkühlungsleistung der Kaltluft in der 1. Nachthälfte von Bedeutung, da in der Regel in dieser Phase die Wohnungen vor dem Schlafengehen nochmals gelüftet werden.

⁵ In den Monaten Juni/Juli entspricht dies ca. dem Zeitpunkt 23:15 – 23:45 Uhr (MEZ)

5.1.1 Ergebnisse, 1. Nachthälfte

Die **Abbildung 13.1** zeigt für den **Ist-Zustand** die Ergebnisse der Kaltluftströmungssimulationen in der 1. Nachthälfte - 3 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung. Bioklimatisch ist der Zeitpunkt von Bedeutung, da im Hochsommer tagsüber überwärmte Wohnungen in der 1. Nachthälfte meist nochmals durchgelüftet werden. Kühle Umgebungsverhältnisse intensivieren die bioklimatische Entlastungswirkung.

In dieser Kaltluftbildungsphase bestimmen im Planungsgebiet sehr schwache westsüdwestliche bis nordnordwestliche Kaltluftbewegungen (bis max. 0.5 m/s in einer Höhe von 2 m ü.G.) das bodennahe Ventilationsgeschehen. Wie die Windvektoren verdeutlichen, gelangt kühle Luft aus der nordwestlich gelegenen Hangzone über die A 66 hinweg in das Planungsgebiet. Die Lärmschutzanlage auf der Südostseite der A 66 sowie der dicht begrünte Wall an der Autobahnanschlussstelle A66 bilden allerdings eine bodennahe Strömungsbarriere. Zusätzlich bilden sich zwischen den Freiflächen im Planungsgebiet und der westlich / nordwestlich angrenzenden Bestandsbebauung von Hattersheim am Main flurwindartige Luftaustauschprozesse aus.

Die Kaltluftmächtigkeit beläuft sich 3 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung im Planungsgebiet auf ca. 10 – 14 m. Darüber herrschen nordöstliche Regionalströmungen vor. Bei der thermischen Gunstfunktion von Kaltluft ist zu beachten, dass sich zwischen 2 m ü.G. und 20 m ü.G. bereits ein deutlicher Temperaturanstieg bemerkbar machen kann. Vertikalsondierungen in Mannheim und Mainz zeigen zwischen diesen Höhenschichten bereits Temperaturzunahmen von ca. 2 – 3 K (ÖKOPLANA 2010, 2015). Die abkühlende Wirkung von lokalen Kaltluftbewegungen kommt somit insbesondere in unbebauten Kaltluftzugbahnen zum Tragen. Wird die Kaltluft durch bauliche Hindernisse angehoben, verliert sie an abkühlender Wirkung.

Die **Abbildung 13.2** bildet für den Ist-Zustand die räumliche Verteilung der Kaltluftvolumenstromdichte in der 1. Nachthälfte ab.

Die Berechnungsergebnisse zeigen über den Landwirtschafts- und Gartenflächen im Planungsgebiet sowie im Bereich des Friedhofs Hattersheim Kaltluftvolumina von ca. 1 – 5 m³/m·s. Im südlich davon gelegenen Freiraumgefüge (Bereich Lindenhof / Berghof) strömt ein Kaltluftvolumen von ca. 5 – 20 m³/m·s in Richtung Südosten. Hier machen sich gerichtete Kaltluftabflüsse entlang des Hangeinschnitts „Im unteren Grund“ nordwestlich der A66 bemerkbar.

Bestimmt man entlang des Claudiuswegs und der Mainzer Landstraße (L3265) über ein 550 m langes Querprofil A-A* (Lage siehe **Abbildung 13.2**) den vom Planungsgebiet in die benachbarte Bestandswohnbauung (= Kaltluftzielgebiet) zufließenden Kaltluftvolumenstrom, so ergibt sich ein Wert von ca. 1.072 m³/s.

Laut VDI-Richtlinie 3787-Blatt 5 (2003) ist ein Kaltluftvolumenstrom ab etwa 10.000 m³/s erforderlich, um kleinere Orte vollständig in intensiver Form zu durchströmen und dabei markante Abkühlungen zu bewirken.

Dementsprechend sind die Ventilationseffekte der über das Planungsgebiet nach Osten strömenden Kaltluft (Profil A–A*) als gering einzustufen.

In **Abbildung 13.3** ist mittels einer Ausbreitungssimulation (Tracer) die Ausbreitungsrichtung von Kaltluft aus dem nördlichen Planungsteilgebiet dargestellt.

In Bodennähe setzt sich die von Nordwesten her zuströmende Hangkaltluft gegenüber der darüber vorherrschenden nordöstlichen Regionalströmung durch. Folge ist, dass die im Planungsgebiet entstehende Kaltluft in der dargestellten Strömungsschicht 2 m ü.G. (Bewegungsraum des Menschen) in Richtung Nordosten fließt. Zwischen Herderstraße und Roseggerweg / Kleiststraße strömt die Luft vermehrt nach Südosten, wobei sie in diesem Bereich bereits deutlich an Kühlwirkung verloren hat. Das Planungsgebiet ist damit Bestandteil eines siedlungsnahen Kaltluft-einzugsgebiets.

In den **Abbildungen 14.1 - 14.3** sind für den **Plan-Zustand** die berechnete Kaltluftfließgeschwindigkeit, die Kaltluftvolumenstromdichte sowie die planungsbedingten Effekte gegenüber dem Ist-Zustand mittels einer Differenzendarstellung dokumentiert.

Die an den potenziell möglichen Rechenzentren im Planungsgebiet zu erwartenden Veränderungen beim Windfeld können wie folgt beschrieben werden. Die Bebauung wirkt im vorliegenden Fall für die von Nordwesten / Westensüdwesten zuströmende Kaltluft als zusätzliche Barriere. Die Strömung wird daher an der Nordwest- West- und Südwestseite der geplanten Bebauung verzögert, was in Luv-Lage zu einer vermehrt windberuhigten Zone führt. Auch im Lee der geplanten Bebauung wird die Strömung abgeschwächt. Die räumliche Erstreckung dieses Bereichs erstreckt sich entlang der Heddingheimer Straße bis ca. zum Kreuzungsbereich mit der Goethestraße / Roseggerweg (siehe **Abbildung 14.3**). Nordöstlich des Friedhofs Hattersheim ist die Wohnbebauung zwischen Claudiusweg und Herderstraße von leichten Windgeschwindigkeitsreduktionen (bis ca. 0.1 m/s) tangiert.

Der im Luv-Bereich verzögerte Anteil der Strömung wird mit etwas höherer Windgeschwindigkeit an den Seiten vorbeigeführt (Umströmungseffekt), weshalb im Bereich der Mainzer Landstraße auf Höhe des Verkehrskreisels an der Dürerstraße leichte planungsbedingte Windgeschwindigkeitsanstiege (0.1 – 1.0 m/s) zu bilanzieren sind.

Dadurch, dass die vertikale Mächtigkeit der lokalen Kaltluft in der 1. Nachthälfte auf ca. 14 m begrenzt bleibt, werden die max. 25 m hohen Rechenzentren nicht wesentlich überströmt. Dort bestimmen bereits nordöstliche Regionalströmungen des Luftaustauschgeschehen. Die über die Rückkühler emittierte Warmluft mit einer Temperatur von ca. 25 – 30°C wird nach Südwesten verfrachtet, wobei sich diese durch konvektive Prozesse rasch den Umgebungstemperaturen anpassen und im bodennächsten Luftraum (bis ca. 15 m ü.G.) nicht wirksam werden.

Bestimmt man auch für den Plan-Zustand über das 550 m lange Querprofil A-A* den vom Planungsgebiet in die benachbarte Wohnbebauung einsickernden Kaltluftvolumenstrom, so ergibt sich in der 1. Nachthälfte ein Wert von ca. 611 m³/s (**Abbildung 14.2**). Gegenüber dem Ist-Zustand nimmt der Kaltluftvolumenstrom damit um ca. 461 m³/s (= -43%) ab (**Abbildung 14.3**).

Laut VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5 (2003) ist bei stadt-/siedlungsklimatisch bedeutsamen Kaltluftströmungen eine Verringerung der Kaltluftvolumina oder der Kaltluftfließgeschwindigkeit von mehr als 10% gegenüber dem Ist-Zustand als Eingriff mit lokalklimatisch nachteiligen Folgen (Zunahme der thermischen Belastung) im Kaltluftzielgebiet zu bewerten. Diese sind mit Hilfe mikroklimatischer Modellstudien vertiefend zu bestimmen

Prozentuale Änderung gegenüber dem Ist-Zustand	≤ 5 %	≤ 10 %	> 10 %
Auswirkung	gering	mäßig	hoch
Veränderung der Häufigkeit des Auftretens (in Jahresstunden)			
Prozentuale Änderung gegenüber dem Ist-Zustand	≤ 5 %	≤ 10 %	> 10 %
Auswirkung	gering	mäßig	hoch

Tabelle 2: Klimaökologische Bewertung von planungsbedingten Modifikationen des Kaltluftvolumenstroms oder der Kaltluftfließgeschwindigkeit (aus: VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5 2003, S. 53)

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 wärmebelasteten Kaltluftzielgebiet zu erwarten.

5.1.2 Ergebnisse, 2. Nachthälfte

Im weiteren Verlauf der Nacht nimmt die Kaltluftfließgeschwindigkeit aufgrund der zunehmend stabil geschichteten bodennahen Luftschichten ab (**Abbildung 15.1**). Die Kaltluftfließgeschwindigkeit nimmt im Planungsgebiet allerdings nur im nördlichen Teilbereich weiter ab. In den anderen Planungsteilbereichen bleibt die Intensität der flurwindartigen Kaltluftbewegungen auf weiterhin niedrigen Werten nahezu konstant. Obwohl die Kaltluftmächtigkeit auf ca. 20 m weiter ansteigt, nimmt daher die lokale Kaltluftvolumenstromdichte nicht deutlich zu (**Abbildung 15.3**). Im **Ist-Zustand** wird in der 2. Nachthälfte im Bereich des Profils A-A* ein Kaltluftvolumenstrom von ca. 1.107 m³/s Kaltluftvolumina bilanziert. Die Ausbreitungsrichtung der Kaltluft gegenüber der 1. Nachthälfte bleibt nahezu gleich.

Die Ergebnisse der Modellrechnungen für den **Plan-Zustand** (**Abbildungen 16.1 - 16.3**) belegen, dass die relative planungsbedingte Modifikation des örtlichen Kaltluftvolumenstroms in Richtung der Bestandswohnbebauung von Hattersheim gegenüber der 1. Nachthälfte nahezu konstant bleibt. Im Bereich des Profils A-A* beläuft sich die relative planungsbedingte Abschwächung des Kaltluftvolumenstroms auf -41%. Die Planung führt damit in der Ortslage Hattersheim zu einer auffallenden Beeinträchtigung der kaltluftspezifischen Belüftung.

Die von den Rückkühlern der Rechenzentren emittierte Warmluft (Auslasshöhe > 20 m ü.G.) wird von der in Strahlungsnächten zumeist vorherrschenden regionalen Nordostströmung von der Bebauung Hattersheim weggeführt. Sie gelangt aufgrund ihrer Auftriebsbewegung und der konvektiven Durchmischung über Dachniveau nicht in die bodennächsten Kaltluftschichten.

5.1.3 Kurzfazit

Bzgl. des lokalen Kaltluftströmungsgeschehens ist die Ausweisung eines Sondergebiets „Rechenzentrum“ zwischen dem Hattersheimer Friedhof/Claudiusweg im Nordosten, der Mainzer Landstraße im Südosten, der L 3011 im Südwesten und der Autobahn A 66 im Nordwesten mit einer zunehmenden Schwächung der flurwindartigen Belüftungseffekte im Bereich der Bebauung nordöstlich des Claudiuswegs verbunden. Die planungsbedingte relative Abnahme des lokalen Kaltluftvolumenstroms beträgt im Laufe einer windschwachen sommerlichen Strahlungsnacht mit einer dann zumeist vorherrschenden übergeordneten nordöstlichen Regionalströmung ca. 41 – 43%. Nach VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5 sind daraus u.U. kritisch einzustufende Abschwächungen der nächtlichen Abkühlung abzuleiten. Es ist daher in einem weiteren Analyseschritt zu klären, mit welchen planungsbedingten thermischen Veränderungen im Planungsumfeld zu rechnen ist.

Aufgrund der recht geringen Kaltluftvolumina ($< 1.200 \text{ m}^3/\text{s}$), die über das Planungsgebiet in die Bestandswohnbauung von Hattersheim am Main zufließen, ist die Flächengröße mit modifizierten Kleinklimaverhältnissen als gering einzustufen. Als grobe Faustregel gilt, dass die Eindringtiefe von Kaltluft in die Bebauung je $1.000 \text{ m}^3/\text{s}$ ca. 100 – 150 m beträgt. In strömungsoffenen Bereichen (z.B. strömungsparallele Straßenzüge, Gartenbereiche) kann die Eindringtiefe jedoch auch deutlich größer sein. Laut VDI-Richtlinie 3787-Blatt 5 (2003) ist ein Kaltluftvolumenstrom ab etwa $10.000 \text{ m}^3/\text{s}$ erforderlich, um kleinere Orte (Ortslänge ca. 1.000 m) vollständig zu durchströmen. Die Ergebnisse der thermischen Detailanalyse werden in Kap. 5.2 diskutiert und bewertet.

5.2 Thermische Umgebungsbedingungen

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, Baukörper) die ganze Nacht hindurch überwärmt. Im vorliegenden Fall kommt hinzu, dass im Bereich der geplanten Rechenzentren im Dachniveau Warmluft emittiert wird (siehe Kap. 2).

Durch die Überbauung des Planungsstandorts ist damit trotz der vorgesehenen grünordnerischen Maßnahmen (Baumpflanzungen, stellenweise Dach- und Fassadenbegrünungen) eine Zunahme der Wärmebelastung am Tag und in der Nacht zu erwarten.

Angesichts des Klimawandels mit erhöhter sommerlicher Wärmebelastung (siehe Kap. 4) ist aus Sicht der Klimaökologie bei der baulichen Inanspruchnahme des Planungsgebietes von Bedeutung, dass der von der Bebauung ausgehende kleinräumige „Wärmeinseleffekt“ eng begrenzt bleibt und in der bestehenden Wohnbebauung keine großflächigen thermischen Zusatzbelastungen bewirkt. Eine alleinige Zunahme der Wärmebelastung im Bereich gewerblicher Nutzflächen ist dabei von untergeordneter Bedeutung, da ihnen im Vergleich zur Wohnnutzung insbesondere in den Nachtstunden kein besonderer Schutz zugewiesen werden muss. Die nachfolgenden Berechnungen beziehen sich auf bioklimatisch besonders belastende heiße Sommertage (16:00 Uhr, Zeitpunkt der Tageshöchsttemperatur, siehe **Abbildung 11**) bzw. auf eine warme Sommernacht (23:00 Uhr, Zeitpunkt an dem in Sommernächten die Wohnungen vor dem Zu-Bett-Gehen nochmals durchgelüftet werden).

Den Modellrechnungen für die Tagsituation werden westsüdwestliche und westliche Windrichtungen zu Grunde gelegt. Sie repräsentieren nach **Abbildung 10** die Hauptwindrichtungen. Zudem befinden sich bei derartigen Situationen Wohngebiete im Lee des Planungsgebiets.

Für die Nachtsituation werden den Berechnungen flurwindartige Westwinde vorausgesetzt. Diese zeigen sich im Planungsgebiet in windschwachen Strahlungsnächten (siehe **Abbildung 14.1 / 16.1**).

5.2.1 Lufttemperaturfeld an einem heißen Sommertag (16:00 Uhr) mit westsüdwestlicher Luftströmung

Die **Abbildung 17.1** zeigt für den **Ist-Zustand** die berechnete Lufttemperaturverteilung gegen 16:00 Uhr (Zeitpunkt der Tageshöchsttemperatur) an einem heißen Sommertag - $T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$ in der bioklimatisch relevanten Bezugshöhe 1.5 m ü.G.

Bei Lufttemperaturen im Bereich von schattenwerfenden Gehölzbeständen bzw. über Wiesen/Landwirtschaftsflächen von ca. $32.25 - 33.00^{\circ}\text{C}$ werden über großflächig versiegelten Arealen (z.B. versiegelte Stellplatzflächen, A66) Lufttemperaturen bis ca. 35.00°C berechnet. Die thermische Gunstfunktion schattenwerfender Gehölzbestände wird u.a. im Bereich des Friedhofs Hattersheim offenbar. Auch die Schattenbildung durch höhere Baukörper kann sich an heißen Sommertagen thermisch positiv auswirken.

Am Planungsstandort zeigen sich Lufttemperaturen von ca. 32.50°C (Gehölzbestände) bis ca. 33.00°C (Landwirtschaftsflächen).

Größere Lufttemperaturunterschiede werden am Tag durch den recht intensiven vertikalen Luftaustausch unterbunden.

Bei potenzieller Realisierung einer Bebauung nach vorgelegtem Bebauungsporentwurf (**Plan-Zustand, Abbildungen 17.2 und 17.3**) geht durch die bauliche Inanspruchnahme der Landwirtschafts- und Garten-/Gehölzflächen siedlungsnahes thermisches Gunstpotenzial verloren. Die Schattenwürfe der neuen Gebäude und der Baumpflanzungen wirken einer zusätzlichen intensiven Aufheizung der Bodenoberflächen entgegen. Dies wird vor allem durch die Differenzendarstellung zum Ist-Zustand ersichtlich.

In den unbeschatteten Teilbereichen der Sondergebiete 1 und 2 ist durch die erhöhte Wärmeabstrahlung der Bebauung und der Erschließungsflächen gegenüber dem Ist-Zustand eine Zunahme der Lufttemperatur um ca. $1.25 - 2.00\text{ K}$ zu bilanzieren.

In westlicher Richtung bildet der Friedhof Hattersheim einen thermisch wirksamen Puffer, um eine auffallende thermische Zusatzbelastung in den benachbarte Wohngebietsflächen zu unterbinden.

Auch die über Dachniveau emittierte Warmluft (max. 55 – 60°C) wird in den relevanten bodennächsten Luftschichten (unterhalb ca. 20 m .ü.G.) durch die konvektiven Prozesse nicht wirksam.

5.2.2 Lufttemperaturfeld an einem heißen Sommertag (16:00 Uhr) mit westlicher Luftströmung

Bestimmen am Tag westliche Winde das ortsspezifische Klimageschehen, so sind im **Ist-Zustand (Abbildung 18.1)** zwischen den Landwirtschafts- / Gehölzflächen- / Gartenbauflächen und den Gewerbegebietsflächen nordwestlich der Heddingheimer Straße Lufttemperaturdifferenzen von ca. 1.0 – 2.0 K zu bestimmen. Insbesondere großflächig versiegelte Flächen ohne schattenwerfende Bäume heizen die bodennahen Luftschichten intensiv auf. Auch die A66 hebt sich am Tag als Wärmeband von den benachbarten Landwirtschaftsflächen im Norden ab.

Im Bereich der locker durchgrünter Wohnbebauung von Hattersheim bilden die Hausgärten thermische Gunsträume mit Lufttemperaturen von ca. 32.50 – 33.00°C, wohingegen in den Straßenzügen und im Bereich versiegelter Stellplatzflächen Lufttemperaturen bis 34.00°C vorherrschen.

Bei Realisierung des **Plan-Zustands (Abbildungen 18.2 und 18.3)** nimmt die Lufttemperatur allein im Planungsgebiet selbst stellenweise um ca. 1.0 – 2.0 K zu. In der benachbarte Bestandsbebauung sind allein wenige Wohnbauflächen südlich der Mainzer Landstraße zwischen Dürerstraße, Santa-Catarina-Allee und Ottilie-Roederstein-Platz von planungsbedingten Lufttemperaturanstiegen betroffen. Dort sind gegenüber dem Ist-Zustand um ca. 0.25 – 1.25 K höhere Lufttemperaturen zu erwarten. Die hieraus resultierenden thermischen Umgebungsbedingungen sind mit den Verhältnissen im Bereich der Wohnbauflächen entlang der Weingartenstraße (ca. 150 m weiter im Südosten) vergleichbar und können damit noch als ortstypisch eingestuft werden.

Planungsbedingte Lufttemperaturanstiege stellen sich auch im Bereich der Wohnbauflächen zwischen Heddingheimer Straße und Eichendorffring ein. Sie bleiben aber auf Werte von ca. 0.25 – 0.50 K begrenzt. Durch den geringfügigen Lufttemperaturanstieg wird das typische Lufttemperaturniveau in der dortigen Wohnbebauung nicht überschritten. Dies wird durch **Abbildung 18.2** dokumentiert.

Die Wärmeemissionen über die Rückkühler der Rechenzentren lassen aufgrund der tagsüber intensiven vertikalen Durchmischung der bodennahen Luftschichten (< 20 m .ü.G.) keinen Wärmeeintrag in die Umgebungsbebauung erwarten.

5.2.3 Lufttemperaturfeld in einer warmen Sommernacht (23:00 Uhr) mit schwacher westlicher Luftströmung (Flurwinde)

Herrschen in den Nachtstunden am Planungsstandort flurwindartige Kaltluftbewegungen aus westlichen Richtungen vor (siehe Kap. 5.1), macht sich am Planungsstandort im **Ist-Zustand (Abbildung 19.1)** die örtliche Kaltluftbildung über unversiegelten Freiflächen thermisch positiv bemerkbar. Wie die Ergebnisse der Modellrechnungen dokumentieren, wird über den Landwirtschafts- und Gartenbauflächen sowie im Bereich des Friedhofs Hattersheim Kaltluft gebildet und mit den flurwindartigen Westwinden in die angrenzende Bebauung geführt. Dort trägt sie effektiv zur Minderung des lokalen Wärmeinseleffektes bei.

Vom „Wärmeband“ der A66 geht eine schwache Warmluftfahne aus, die Teile des Planungsgebiets thermisch beeinflusst. Östlich der Autobahnschlussstelle zeigen sich gegenüber den Freiflächen entlang der Mainzer Landstraße um ca. 1.0 bis 1.5 K (1.5 m ü.G.) höhere Lufttemperaturen.

Wie die **Abbildungen 19.2 und 19.2** dokumentieren, führt bei Realisierung einer potenziellen Bebauung nach vorgelegtem Bebauungsplanentwurf die Wärmeabstrahlung der Neubebauung (inkl. befestigter Erschließungsflächen) zu einer lokalen Abschwächung der nächtlichen Abkühlung. Am Planungsstandort werden gegenüber dem Ist-Zustand um bis ca. 0.4 – 2.3 K höhere Lufttemperaturen simuliert. Die Warmluftfahne der potenziellen Rechenzentren reicht östlich des Sondergebiets SO1 über den Friedhof Hattersheim hinweg bis in Wohnlagen südwestlich der Mainzer Landstraße. Dort wird zwischen Dürerstraße, Sironastraße und Weingartenstraße gegenüber dem Ist-Zustand eine Lufttemperaturzunahme um ca. 0.2 – 1.4 K simuliert. Damit wird das ortsspezifische Lufttemperaturniveau, das als Bewertungsmaßstab heranzuziehen ist, allerdings in keiner prägnanten Form überschritten. Im Plan-Zustand werden in dem o.a. Bereich ähnliche nächtliche Lufttemperaturwerte bestimmt wie im Ist-Zustand südlich der Weingartenstraße.

Wie in Kap. 5.1 bereits angeführt, zeigt die vertikale Mächtigkeit der lokalen Kaltluft Werte bis ca. 20 m ü.G. Darüber dominieren in stadtklimatisch besonders relevanten sommerlichen Strahlungsnächten in der Regel nordöstliche Regionalwinde. Die Wärmeemissionen (in der Regel beträgt die Auslasstemperatur in den kühleren Nachtstunden ca. 25 – 30°C, siehe Kap. 2) auf den Dächern des Rechenzentrums (Auslasshöhe ≥ 25 m) labilisieren und erwärmen die lokale Kaltluftschicht nur in sehr geringem Maße. Ihre Abkühlungswirkung wird nicht wesentlich reduziert.

Östlich des Sondergebiets SO2 (nördliches Planungsteilgebiet) ist in einer typischen sommerlichen Strahlungsnacht die Wohnbebauung zwischen Claudiusweg, Heddingheimer Straße, Herderstraße und Hölderlinring von planungsbedingten Lufttemperaturmodifikationen betroffen.

In diesem Bereich wird die nächtliche Abkühlung gegenüber dem Ist-Zustand um ca. 0.2 – 1.5 K reduziert. Wie die Lufttemperaturverteilung für den Plan-Zustand (**Abbildung 19.2**) verdeutlicht, bleibt diese Wohnlage jedoch gegenüber den Wohnlagen nordöstlich der Herderstraße weiterhin begünstigt, so dass die berechneten Lufttemperaturmodifikation aus klimaökologischer Sicht als akzeptabel einzustufen sind. Der nördliche Teilbereich des Friedhofs sowie die Gehölzflächen auf dem Flurstück 411/4 zwischen Heddingheimer Straße und Eichendorffring bilden einen wirksamen „Kühlpuffer“ gegenüber der planungsbedingten Wärmefahne.

5.3 Belüftungsverhältnisse

Wie in Kap. 3 bereits angeführt, werden zur Bestimmung der planungsbedingten Modifikationen bei den ortsspezifischen Belüftungsverhältnisse (bodennaher Luftaustausch) numerische Strömungssimulationen mit dem Modell MISKAM durchgeführt.

Dem Plan-Zustand (siehe **Abbildung 6**) wird wiederum der Ist-Zustand gegenübergestellt.

Die Prüfung der planungsbedingten Windfeldmodifikationen erfolgt für zwei besonders relevante Tagsituation.

- Westsüdwestwind (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. (Hauptwindrichtung)
- Westwind (270°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

Bei beiden Situationen sind die Windschatteneffekte der geplanten Bebauung auf die östlich benachbarte Wohnbebauung von Hattersheim am Main gerichtet.

5.3.1 Tagsituation – Windanströmung aus Westsüdwesten

Wie der **Abbildung 10** zu entnehmen ist, herrschen am Planungsstandort zumeist westsüdwestliche (230 – 250°) Windrichtungen vor. Die Häufigkeit beträgt im mehrjährigen Mittel ca. 20% der Jahresstunden.

Legt man den Modellrechnungen den **Ist-Zustand (Abbildungen 20.1)** zu Grunde, so fungiert das Planungsgebiet als eine auf die Wohnbebauung nordöstlich des Claudiuswegs gerichtete Ventilationsfläche, über welcher der Höhenwind bodennah durchgreifen kann. Die Windgeschwindigkeit erreicht in der bodennächsten Luftschicht 1.5 m ü.G. (Bewegungsraum des Menschen) Werte bis über 1.4 m/s. Die rampenartige Zufahrt der L3011 zur A66 bildet allerdings ein auffallendes Strömungshindernis. Ein deutlicher Windschatteneffekt mit Windgeschwindigkeiten von unter 1.0 m/s zeigt sich in Richtung Nordosten bis in eine Entfernung von ca. 90 – 100 m (1.5 m ü.G.).

Innerhalb der Ortslage Hattersheim am Main werden allein entlang von strömungsparallel verlaufenden Straßenzügen und über großzügigen Hausgärten Windgeschwindigkeiten von über 1.0 m/s simuliert. Eine Ausnahme bildet zudem das direkte Umfeld der Hochhausbauten im Bereich der Goethestraße. Auch dort werden mittlere Windgeschwindigkeiten von über 1.0 m/s bestimmt.

Das Wohngebiet nordöstlich des Claudiuswegs weist damit größtenteils nur geringe Belüftungsintensitäten von unter 0.5 m/s auf.

Die Ergebnisse der Modellrechnungen für den **Plan-Zustand (Abbildungen 20.1 und 20.3)** dokumentieren, dass durch die bauliche Inanspruchnahme der Freiflächen im Planungsgebiet die Belüftungsintensität am Planungsstandort und in dessen Lee-Lagen erwartungsgemäß deutlich abnimmt. Durch die Luv- und Leewirkung der bis zu 25 m hohen Baukörper sinkt die mittlere Windgeschwindigkeit örtlich auf unter 0.3 m/s (= sehr geringe Belüftungsintensität). Betroffen sind hiervon allerdings keine lokalklimatisch besonders empfindlichen Wohnlagen. Die Lee-Effekte zeigen sich in relevanter Form allein im Bereich des Friedhofs Hattersheim und im Bereich der Gewerbegebietsflächen nordwestlich der Heddingheimer Straße. Im Bereich der Wohnbebauung Heddingheimer Straße 25 – 27 sind nur geringe Windgeschwindigkeitsreduktionen von ca. 0.2 m/s zu bilanzieren. Eine Ausbildung großflächiger Windstagnation tritt über den o.a. Grundstücken nicht auf.

Die **Abbildungen 20.4 und 20.5** dokumentieren die Strömungsmodifikationen durch die wärmeemittierenden Rückkühler auf den Rechenzentren.

Infolge der allgemein höheren Temperatur der ausströmenden Luft und deren vertikalen Impuls (Annahme: 9 m/s) steigt die Luft über den Rechenzentrumsgebäuden auf und kühlt sich dabei theoretisch trockenadiabatisch ($1^\circ/100\text{ m}$) durch die Luftdruckabnahme ab. Durch die Auftriebsströmung an den Rückkühlern wird das Windfeld bis in eine Höhe von ca. 65 m ü.G. beeinflusst.

Aufgrund der Vermischung mit dem großräumig vorherrschenden Westsüdwest-Wind wird die Warmluftfahne aber auch horizontal verfrachtet und damit vermehrt verdünnt, wodurch die Fahnenluft rasch den physikalischen Zustand (Wärmeinhalt, Feuchtegehalt und Geschwindigkeit) der Umgebungsluft annimmt. In einer Höhe von 26 m ü.G. zeigen sich die Effekte bis zum Claudiusweg bzw. bis zu den Gewerbegebietsflächen nordwestlich der Heddingheimer Straße (**Abbildung 20.5**). Eine Herunterführung der Warmluft in bodennächste Luftschichten findet aufgrund der Konvektion am Tag nicht statt.

Eine als kritisch einzustufende Schwächung der lokalen Belüftungsintensität im Bereich der zum Planungsstandort benachbarten Wohnbebauung ist somit nicht festzustellen.

5.3.2 Tagsituation – Windanströmung aus Westen

Als konstante Randbedingung wird nachfolgend eine mäßige Luftströmung aus Westen mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 2.5 m/s (10 m ü.G.) gewählt, um repräsentative Aussagen für schwachgradientige Wetterlagen mit Westwinden ableiten zu können.

Die **Abbildung 21.1** zeigt die Ergebnisse der Strömungssimulationen für den **Ist-Zustand**. Vergleichbar mit der Situation mit Westsüdwest-Wind, bildet das unbebaute Planungsgebiet eine siedlungsnahе Ventilationsfläche. Die vergleichsweise hohen Windgeschwindigkeiten über den Landwirtschaftsflächen begünstigen am südwestlichen Siedlungsrand von Hattersheim am Main den bodennahen Luftaustausch. Hierdurch werden an warmen Sommertagen Wärmestaus unterbunden und ganzjährig die Tendenz Luftschadstoffakkumulationen reduziert.

Bei baulicher Realisierung eine maximal möglichen Bebauung nach Bebauungsplan-Entwurf N116 (**Plan-Zustand**, **Abbildungen 21.2** und **21.3**) stehen örtlichen Windschatteneffekten an anderer Stelle planungsbedingte Windbeschleunigungen gegenüber. Diese tangieren allerdings nur das Bebauungsplangebiet selbst und Teile der A66.

Von planungsbedingten Windgeschwindigkeitsabnahmen sind in der benachbarten Wohnbebauung nur die Grundstücke Heddingheimer Straße 21- 27, Eichendorffring 17b – 21f sowie Mainzer Landstraße 11 – 19 / Gabriele-Münter-Straße 2- 8 betroffen. In diesen Bereich nimmt die bodennahe Windgeschwindigkeit größtenteils um ca. 0.2 m/s – 0.4 ab. Allein im Bereich der Grundstücke Eichendorffring 21 – 21c sind Werte bis ca. 1.0 m/s zu bilanzieren.

Eine allseitige (großflächige) Tendenz zu Luftstagnation tritt aber auch in diesen Lagen nicht auf, so dass auch im Plan-Zustand eine weiterhin ausreichende Belüftung gegeben ist.

6 Zusammenfassung und Bewertung

In der Stadt Hattersheim am Main ist zwischen dem Hattersheimer Friedhof / Claudiusweg im Nordosten, der Mainzer Landstraße im Südosten, der L 3011 im Südwesten und der Autobahn A 66 im Nordwesten die Fortentwicklung des Gewerbegebiets Nord geplant. Vorgesehen ist die Ausweisung von Sondergebietsflächen mit der Nutzung Rechenzentrum.

Das ca. 7 ha große Planungsgebiet befindet sich in einer Höhenlage von ca. 97 – 114 m ü. NHN.

Derzeit werden die Plangebietsflächen landwirtschaftlich und gartenbaulich genutzt.

Der vom Planungsbüro Stadt.Quartier vorgelegte Bebauungsplanentwurf N116 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ weist zwei Sondergebietsflächen „Rechenzentrum“ (SO1 und SO2) aus.

Im Sondergebiet SO1 sind insgesamt drei mit Baugrenzen abgetrennte Bereiche mit einer Gesamtflächengröße von 24.075 m² ausgewiesen. In ihnen sind max. Gebäudehöhen von 25.0 m (Rechenzentren) und 6.0 m festgesetzt. Neben erforderlichen Stellplatzflächen, die mit Rasengittersteinen befestigt werden sollen, sind auch Baumpflanzungen sowie Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft dargestellt (M1). Ergänzend sind Fassadenbegrünungen und Flächen zum Anpflanzen von Bäumen und Sträuchern (P1 / P2) vorgesehen.

Auf den Rechenzentren befinden sich jeweils 24 wärmeemittierende Rückkühler. Laut Informationen des Vorhabensträgers wird in der Regel Warmluft mit einer Temperatur von 25 – 30°C mit einer Geschwindigkeit von ca. 8 – 10 m/s ausgeblasen. Die ausströmende Luftmenge pro Gerät liegt bei ca. 150-185 m³/s. An heißen Tagen muss mit einer max. Luftaustrittstemperatur von 55 – 60°C (ca. 30 Std. im Jahr) gerechnet werden.

Im Sondergebiet SO2 (nördliches Planungsteilgebiet) ist für ein Rechenzentrum ein Baufeld mit einer Flächengröße von 6.700 m² geplant. Es soll in drei Bauphasen realisiert werden. Die max. Gebäudehöhe beträgt 25.0 m. Die erforderlichen Stellplatzflächen können bei Bedarf mit PV-Anlagen überstellt werden. Am Nordrand wird auf den Rasenflächen auch eine optionale PV-Anlage in Betracht gezogen.

Neben erforderliche Stellplatzflächen, die mit Rasengittersteinen befestigt werden sollen, sind auch Baumpflanzungen sowie Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft dargestellt (M2).

Derzeit sind in der Planung 8 Trockenrückkühler vorgesehen. Der emittierende Luftvolumenstrom je Rückkühler liegt bei hohen Außentemperaturen (über 30°C) bei ca. 50 – 55 m³/s mit einer Temperatur bis 57°C. Die Jahresstunden mit Temperaturen über 30°C liegen im Raum Frankfurt am Main nach Angaben des Vorhabenträgers bei ca. 300 Std. / Jahr.

Die verkehrliche Erschließung erfolgt über den Verkehrskreisel an der Mainzer Landstraße an der Südecke des Friedhofs Hattersheim und über die Heddingheimer Straße im Nordosten.

Wie dem Regionalen Flächennutzungsplan 2010 des REGIONALVERBANDS FRANKFURT/RHEINMAIN zu entnehmen ist, befindet sich das Planungsgebiet am Hattersheimer Siedlungsrand in einem Vorbehaltsgebiet für besondere Klimafunktionen. Die Landwirtschafts- und Gartenbauflächen fungieren zusammen mit dem Hattersheimer Friedhof als Kalt- und Frischlufttransportgebiet. Die von den Klimafunktionen „Kaltluftentstehung und Kaltlufttransport“ ausgehenden thermischen Gunsteffekte (u.a. forcierte nächtliche Abkühlung in warmen Sommernächten) sind angesichts des Klimawandels mit einer zunehmenden Häufung von Hitzetagen ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) und Tropennächten ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) für die angrenzende Bestandsbebauung von Hattersheim am Main von nicht zu unterschätzender Bedeutung.

Im Rahmen des anstehenden Planungsprozesses sind daher die ortsspezifischen strömungsdynamischen und thermischen / bioklimatischen Verhältnisse vertiefend zu analysieren und die aus den vorgesehenen Planungen resultierenden Modifikationen zu beurteilen. Dabei sind auch die Wärmeemissionen der potenziellen Rechenzentrumsgebäude zu beachten.

Zur klimaökologischen Bewertung des vorgelegten Planungsentwurfs erfolgt zunächst eine Beschreibung der lokalen Klimasituation und möglicher Klimawandelfolgen. In weiteren Analyseschritten werden die planungsbedingten Veränderungen im Kaltluftprozessgeschehen, bei den thermischen Umgebungsbedingungen und bei den ortsspezifischen Belüftungsverhältnissen bilanziert.

Wie mehrjährige Winddaten (2010 – 2021) der nächstgelegenen DWD-Station Frankfurt-Flughafen und die synthetische Windstatistik der HLNUG für den Planungsstandort zeigen, herrschen im Raum Hattersheim im Allgemeinen Winde aus südsüdwestlichen bis westsüdwestlichen und nördlichen bis ostnordöstlichen Richtungen vor, wobei es durch die Flächennutzung und das Relief lokal zu leichten Differenzierungen kommen kann.

Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt im mehrjährigen Mittel (2010 – 2021) im Bereich des Planungsgebiets (Freiland) ca. 2.2 - 2.8 m/s. Innerhalb der Bebauung sinkt die mittlere Windgeschwindigkeit stellenweise auf Werte von unter 2.0 m/s, so dass dort von insgesamt geringer Durchlüftungsintensität auszugehen ist.

In den Nachtstunden häufen sich zunehmend nordöstliche Winde mit mittleren Windgeschwindigkeiten von ca. 1.8 – 2.9 m/s. Die geringeren Windgeschwindigkeiten deuten darauf hin, dass die Nordostwinde häufig mit schwächer ausgeprägten Regionalströmungen in Verbindung zu bringen sind. Diese entwickeln sich in ca. 22% der Nächte/Jahr als Sammelstrom des Wetterauwindes, der Bergwinde des Maintals und des Niddatals sowie der darin einmündenden Taunustäler. Am Planungsgebiet sind zudem Einflüsse lokaler Kaltluftabflüsse über die Hangzone nordwestlich der A66 zu erwarten.

Von Seiten der Regionalplanung wird in besonderem Maße darauf geachtet, dass zwischen einzelnen Siedlungsgebieten und an den Siedlungsrändern günstige Luftaustauschmöglichkeiten gesichert bleiben („Regionaler Grünzug“ und „Vorbehaltsgebiet für besondere Klimafunktionen“ im Regionalen Flächennutzungsplan 2010).

Die thermische Situation an warmen / heißen Sommertagen wird im Wesentlichen durch die örtlichen Oberflächentemperaturen bestimmt. Wie Ergebnisse satellitengebundener Infrarotaufnahmen dokumentieren, zeigen die Landwirtschaftsflächen (33– 36°C) im Planungsgebiet am Tag niedrigere mittlere Oberflächentemperaturen als versiegelte Gewerbeflächen an der Heddingheimer Straße (39 bis über 42°C) und die Wohnbebauung von Hattersheim (36 – 39°C). Niedrigste mittlere Oberflächentemperaturen (30 – 33°C) werden im Bereich von Gehölzflächen (Friedhof Hattersheim) registriert. Die thermische Gunstwirkung schattenwerfender Gehölze wird damit offensichtlich.

Die Ergebnisse der durchgeführten Kaltluftströmungssimulationen dokumentieren, dass durch die bauliche Inanspruchnahme der bisherigen Freiflächen nicht nur lokales Kaltluftentstehungspotenzial verloren geht, sondern dass die geplanten Rechenzentren auch prägnante Strömungsbarrieren darstellen.

Bestimmt man entlang des Claudiuswegs und der Mainzer Landstraße (L3265) über ein 550 m langes Querprofil A-A* (Lage siehe **Abbildung 13.2**) den vom Planungsgebiet in die benachbarte Bestandswohnbauung (= Kaltluftzielgebiet) zufließenden Kaltluftvolumenstrom, so ergibt sich im Ist-Zustand ein Wert von ca. 1.072 m³/s. Laut VDI-Richtlinie 3787-Blatt 5 (2003) ist ein Kaltluftvolumenstrom ab etwa 10.000 m³/s erforderlich, um kleinere Orte vollständig in intensiver Form zu durchströmen und dabei markante Abkühlungen zu bewirken.

Dementsprechend sind die Ventilationseffekte der über das Planungsgebiet nach Osten strömenden Kaltluft (Profil A–A*) als gering einzustufen.

Bestimmt man auch für den Plan-Zustand über das Querprofil A-A* den vom Planungsgebiet in die benachbarte Wohnbebauung einsickernden Kaltluftvolumenstrom, so ergibt sich in der 1. Nachthälfte ein Wert von ca. 611 m³/s und in der 2. Nachthälfte von 658 m³/s (Ist-Zustand 1.107 m³/s). Gegenüber dem Ist-Zustand nimmt der Kaltluftvolumenstrom damit ca. -43% bzw. – 41% ab.

Laut VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5 (2003) ist bei stadt-/siedlungsklimatisch bedeutsamen Kaltluftströmungen eine Verringerung der Kaltluftvolumina oder der Kaltluftfließgeschwindigkeit von mehr als 10% gegenüber dem Ist-Zustand als Eingriff mit lokalklimatisch nachteiligen Folgen (Zunahme der thermischen Belastung) im Kaltluftzielgebiet zu bewerten. Diese werden daher mit Hilfe mikroklimatischer Modellstudien vertiefend bestimmt.

Herrschen in den Nachtstunden am Planungsstandort flurwindartige Kaltluftbewegungen aus westlichen Richtungen vor, kommt es bei Realisierung einer potenziellen Bebauung nach vorgelegtem Bebauungsplanentwurf durch die vermehrte Wärmeabstrahlung der Neubebauung (inkl. befestigter Erschließungsflächen) zu einer lokalen Abschwächung der nächtlichen Abkühlung. Am Planungsstandort werden gegenüber dem Ist-Zustand um bis ca. 0.4 – 2.3 K höhere Lufttemperaturen simuliert. Die Warmluftfahne der potenziellen Rechenzentren reicht östlich des Sondergebiets SO1 über den Friedhof Hattersheim hinweg bis in Wohnlagen südwestlich der Mainzer Landstraße. Dort wird zwischen Dürerstraße, Sironastraße und Weingartenstraße gegenüber dem Ist-Zustand eine Lufttemperaturzunahme um ca. 0.2 – 1.4 K simuliert. Damit wird das ortsspezifische Lufttemperaturniveau, das als Bewertungsmaßstab heranzuziehen ist, allerdings in keiner prägnanten Form überschritten. Im Plan-Zustand werden in dem o.a. Bereich ähnliche nächtliche Lufttemperaturwerte bestimmt, wie im Ist-Zustand südlich der Weingartenstraße.

Wie in Kap. 5.1 angeführt, zeigt die vertikale Mächtigkeit der lokalen Kaltluft Werte bis ca. 20 m ü.G. Darüber dominieren in stadtklimatisch besonders relevanten sommerlichen Strahlungsnächten in der Regel nordöstliche Regionalwinde. Die Wärmeemissionen (in der Regel beträgt die Auslasstemperatur in den kühleren Nachtstunden ca. 25 – 30°C, siehe Kap. 2) auf den Dächern des Rechenzentrums (Auslasshöhe $\geq$ 20 m) labilisieren und erwärmen die lokale Kaltluftschicht nur in sehr geringem Maße. Ihre Abkühlungswirkung wird nicht wesentlich reduziert.

Östlich des Sondergebiets SO2 (nördliches Planungsteilgebiet) ist in einer typischen sommerlichen Strahlungsnacht die Wohnbebauung zwischen Claudiusweg, Heddingheimer Straße, Herderstraße und Hölderlinring von planungsbedingten Lufttemperaturmodifikationen betroffen.

In diesem Bereich wird die nächtliche Abkühlung gegenüber dem Ist-Zustand um ca. 0.2 – 1.5 K reduziert. Wie die Lufttemperaturverteilung für den Plan-Zustand (**Abbildung 19.2**) verdeutlicht, bleibt diese Wohnlage jedoch gegenüber den Wohnlagen nordöstlich der Herderstraße weiterhin begünstigt, so dass die berechneten Lufttemperaturmodifikation aus klimaökologischer Sicht als akzeptabel einzustufen sind. Der nördliche Teilbereich des Friedhofs sowie die Gehölzflächen auf dem Flurstück 411/4 zwischen Heddingheimer Straße und Eichendorffring bilden einen wirksamen „Kühlpuffer“ gegenüber der planungsbedingten Wärme-fahne.

Der Verlust an Kaltluftvolumen von 41-43% in den zum Planungsgebiet benachbarten Wohnlagen führt damit zu keinen erheblichen thermischen Zusatzbelastungen.

Auch die Ergebnisse der durchgeführten Strömungssimulationen zu den Belüftungsintensitäten am Tag, lassen keine gravierenden planungsbedingten Negativeffekt erwarten.

Legt man den Modellrechnungen die Hauptwindrichtung Westsüdwest zu Grunde, bleiben die Barriereeffekte der max. möglichen Bebauung nach Bebauungsplan-Entwurf auf Flächen des Friedhofs Hattersheim und auf Gewerbegebietsflächen nordwestlich der Heddingheimer Straße begrenzt. Im Bereich der Wohnbebauung Heddingheimer Straße 25 – 27 sind nur geringe Windgeschwindigkeitsreduktionen von ca. 0.2 m/s zu bilanzieren. Eine Ausbildung großflächiger Windstagnation tritt über den o.a. Grundstücken nicht auf.

Über den geplanten Rückkühlern der Rechenzentren (SO1 und SO2) steigt die Warmluft (vertikales Ausströmen aus den Rückkühlern ca. 9 m/s – Annahme) auf und kühlt sich dabei theoretisch trockenadiabatisch ($1^\circ/100\text{ m}$) durch die Luftdruckabnahme ab. Durch die Auftriebsströmung an den Rückkühlern wird das Windfeld bis in eine Höhe von ca. 65 m ü.G. beeinflusst. Als Folge der Vermischung mit dem großräumig vorherrschenden Westsüdwest-Wind wird die Warmluftfahne aber auch horizontal verfrachtet und damit vermehrt verdünnt, wodurch die Fahnenluft rasch den physikalischen Zustand (Wärmeinhalt, Feuchtegehalt und Geschwindigkeit) der Umgebungsluft annimmt. In einer Höhe von 26 m ü.G. zeigen sich die Effekte bis zum Claudiusweg bzw. bis zu den Gewerbegebietsflächen nordwestlich der Heddingheimer Straße. Eine Herunterführung der Warmluft in bodennächste Luftschichten findet aufgrund der Konvektion am Tag nicht statt.

Herrschen am Tag West-Winde vor, sind von planungsbedingten Windgeschwindigkeitsabnahmen in der benachbarten Wohnbebauung nur Grundstücke Heddingheimer Straße 21- 27, Eichendorffring 17b – 21f sowie Mainzer Landstraße 11 – 19 / Gabriele-Münter-Straße 2-8 betroffen.

In diesen Bereich nimmt die bodennahe Windgeschwindigkeit größtenteils um ca. 0.2 m/s – 0.4 ab. Allein im Bereich der Grundstücke Eichendorffring 21 – 21c sind Werte bis ca. 1.0 m/s zu bilanzieren. Eine allseitige (großflächige) Tendenz zu Luftstagnation tritt aber auch in diesen Lagen nicht auf, so dass auch im Plan-Zustand eine weiterhin ausreichende Belüftung gegeben ist.

7 Planungsempfehlungen

Angesichts der in Kap. 4 angeführten Prognosen zu den Klimawandelfolgen, die u.a. eine deutliche Zunahme von heißen Tagen ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) und Tropennächten ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) erwarten lassen, muss es Ziel der Planung sein, trotz der räumlich begrenzten klimatischen Negativwirkung der geplanten Bebauung, die strömungs-dynamische und thermische / bioklimatische Ungunst des Planungsvorhabens mit ergänzenden Ausgleichsmaßnahmen eng zu begrenzen. Dies wird auch von Seiten der HLNUG bei der Ausweisung von Gewerbegebieten gefordert - siehe **Grafik 6**.



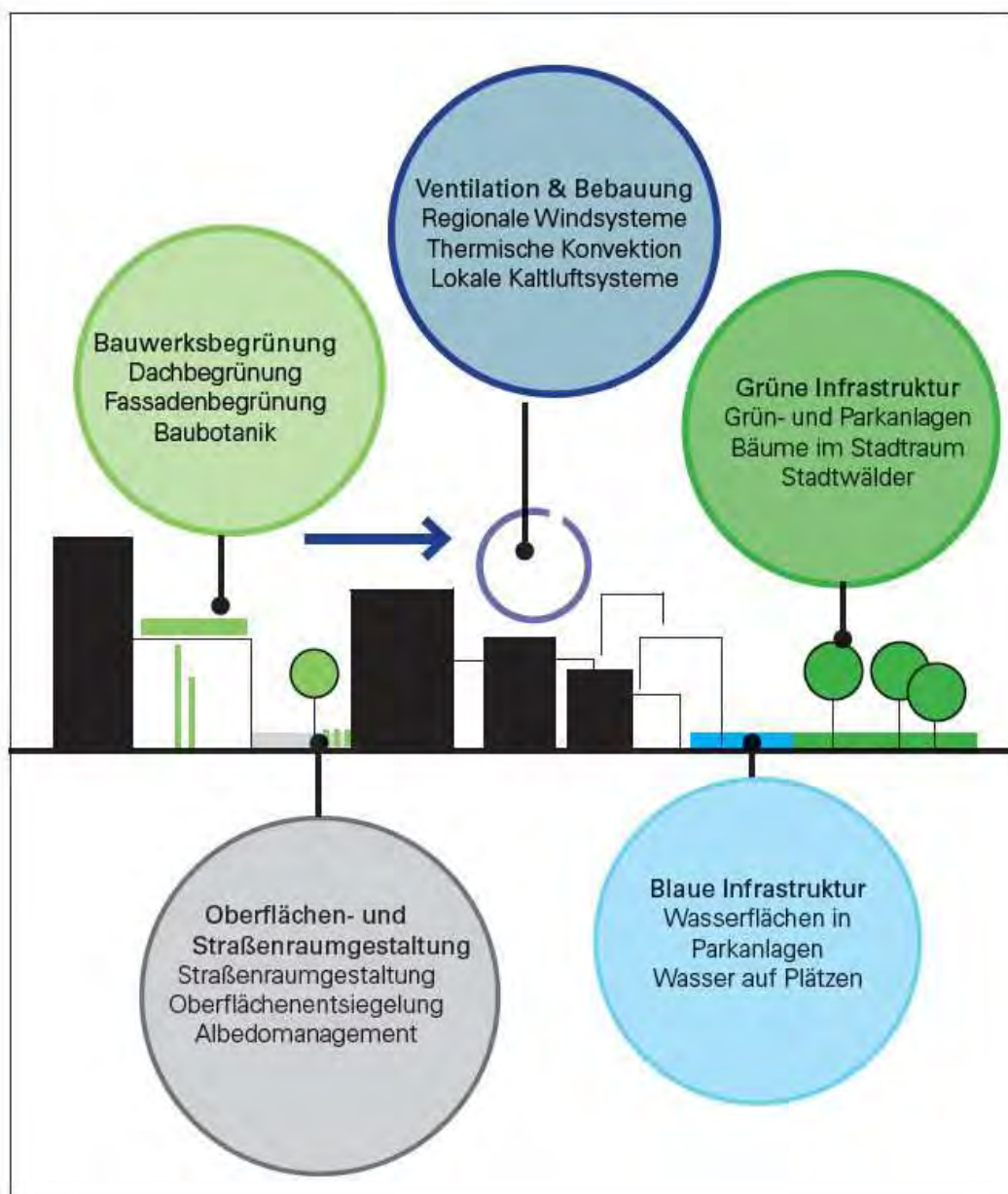
Grafik 6: Deckblatt der HLNUG-Broschüre „Gewerbegebiete – klimaangepasst und fit für die Zukunft“

https://hlnug.de/fileadmin/dokumente/klima/klimprax/Gewerbegebiete-_klimaangepasst_und_fit_web.pdf

Nachfolgend werden daher klimawirksame Planungsempfehlungen skizziert. Die Hinweise sind als „Werkzeuge“ und in ihrer Gesamtheit als „Werkzeugkoffer“ zu verstehen, die im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens konkretisiert werden können. Teilweise sind im vorgelegten Planungsentwurf bereits entsprechende klimaökologische Ausgleichsmaßnahmen aufgenommen. So ist bspw. auf der Maßnahmenfläche M1 die Anlage eines Erdbeckens zum Auffangen, Verdunsten und Versickern von Niederschlagswasser vorgesehen. Auf der Maßnahmenfläche M2 sind Obstbäume vorzusehen. Sie tragen örtlich zur Minderung der thermischen Belastung bei. Des Weiteren sind ergänzende Pflanzflächen (P1 und P2) geplant.

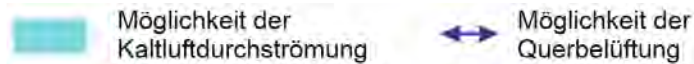
Insgesamt bieten sich aus klimaökologischer Sicht fünf Handlungsfelder an (siehe auch **Grafik 7**):

- Grüne Infrastruktur
- Bauwerksbegrünung
- Blaue Infrastruktur
- Oberflächen- und Straßenraumgestaltung
- Ventilation und Bebauung

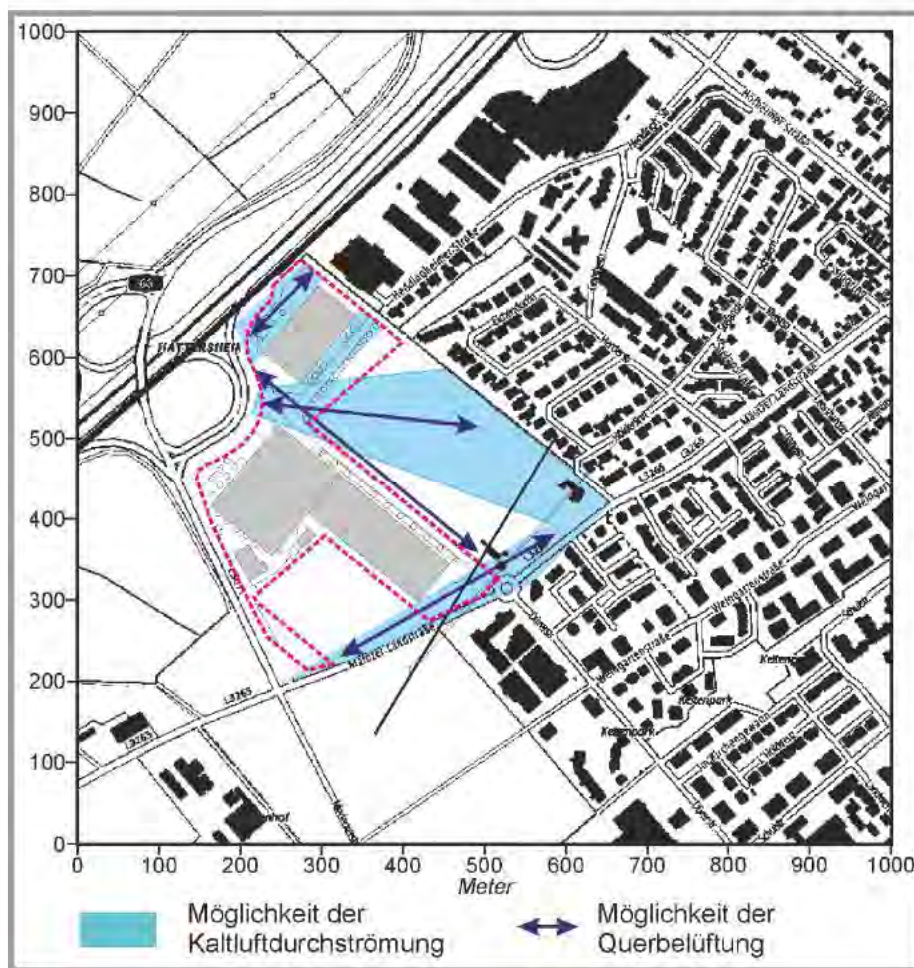


Grafik 7: Mögliche Handlungsfelder zur Gestaltung günstiger klimatischer Umgebungsbedingungen (aus: BAUMÜLLER, N. 2017)

Strömungsdynamik / Ventilation und geplante Bebauungsstrukturen:



Bebauungsinterne Ventilationsachsen dienen im Allgemeinen dazu, an heißen Sommertagen örtliche Wärmestaus zu unterbinden und ggf. Luftschadstoffakkumulationen zu vermeiden. Kaltluftleitbahnen sollen Kaltluftzuflüssen aus benachbarten klimaökologischen Ausgleichsräumen (z.B. Wiesen- und Landwirtschaftsflächen) eine Durchdringung der Bebauung ermöglichen, um den örtlichen Wärmeinseleffekt zu minimieren. Die Breite derartiger Zugbahnen sollte ein Mindestmaß von ca. 25 m aufweisen. Damit bleibt noch Raum für grünordnerische Maßnahmen in Form von Bäumen ohne die Durchlüftungsfunktion zu beeinträchtigen. Die Abstandsfläche zwischen den Baufeldern SO1 und SO2 bildet mit einer Breite von ca. 60 m (siehe **Grafik 8**) eine ausreichend breite Möglichkeit zur Kaltluftdurchströmung, wenngleich die Autobahnezufahrt zur A66 im Westen eine prägnante Strömungsbarriere darstellt.



Grafik 8: Möglichkeiten der Plangebietsdurchlüftung.
Grundlagenkarte: Hess. Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation.

Eine ausreichende Querbelüftung ist durch die Sicherung des Friedhofs Hattersheim und den Mindestabstand des Baufeldes SO1 (Südost) zur Mainzer Landstraße von ca. 30 m möglich.

Die Strömungsdynamik / Ventilation in der zum Planungsgebiet benachbarten Wohnbebauung bleibt damit in ausreichender Intensität gesichert.

Bauwerksbegrünung / Fassadenbegrünung:

Fassadenbegrünung



Durch eine Begrünung von Fassadenflächen kann ein weiterer Beitrag zur Reduktion der örtlichen Überhitzung an heißen Sommertagen geleistet werden. Begrünte Wände heizen sich in geringerem Maße auf, wodurch sie weniger Wärme an die Umgebung abgeben. Gleichzeitig bewirkt der Verdunstungseffekt der Vegetation eine weitere Abkühlung. Im Vergleich zu einer unbegrünten Wand können nach PFOSE ET AL. 2013 in ca. 0.6 m Abstand zur Begrünung Lufttemperaturreduktionen bis ca. 1.3 K gemessen werden. Modellrechnungen weisen auf Maximalwerte bis ca. 3.0 K hin. 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 ebenfalls 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 können durch eine gezielte Bepflanzung mit geeigneten Pflanzenarten ebenfalls eine wichtige Nahrungsquelle darstellen.

Für Fassadenbegrünungen bieten sich insbesondere die nach Südwesten und Südosten orientierten Wände an (z.B. fensterlose Flächen der Rechenzentren). Dabei können sowohl wandgebundene als auch bodengebundene Begrünungen (Gerüstkletterpflanzen) gewählt werden.

Klimatisch wirkungsvoll sind vor allem Begrünungen von zusammenhängenden geschlossenen Fassadenflächen ab einer Größe von 50 - 100 m². Auflagen des Brandschutzes sind dabei zu berücksichtigen.

Wandbegrünungen finden im Bebauungsplanentwurf bereits Beachtung. Sind an Teilen der Fassaden PV-Anlagen gewünscht, kann aus Gründen des „Klimaschutzes“ in diesen Bereichen auf Fassadenbegrünungen verzichtet werden.

Bauwerksbegrünung / Dachbegrünung:

Dachbegrünungen weisen folgende klimaökologischen Positiveffekte auf:

- Reduzierung der Luftschadstoffbelastung – insbesondere von Feinstaub – durch Erhöhung der schadstoffspezifischen Depositionsgeschwindigkeiten partikel- und gasförmiger Spurenstoffe. Durch die geringere Aufheizung der Luft über begrünten Dächern ist die vertikale Auftriebsströmung und somit die Stauaufwirbelung geringer.
- Dämpfung von Extremwerten der Oberflächentemperaturen durch die Verdunstungsleistung der Pflanzen. An heißen Sommertagen sind begrünte Dächer um ca. 17 – 33 K kühler als unbegrünte Dächer.
Die kühlende Wirkung einzelner Dachbegrünungen beschränkt sich allerdings auf die Luftmassen direkt über der Dachoberfläche.
- 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%.

Beispielhafte Möglichkeiten der Dachbegrünung

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

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

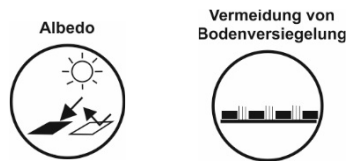
Blue Roof (extensiv Dachbegrünung mit Mäander-Wasserrückhalteelementen), Schichthöhe: 12 cm, Vegetationsform: Sedum – Kräuter – Gräser, Wasserrückhalt: $\geq 70\%$

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

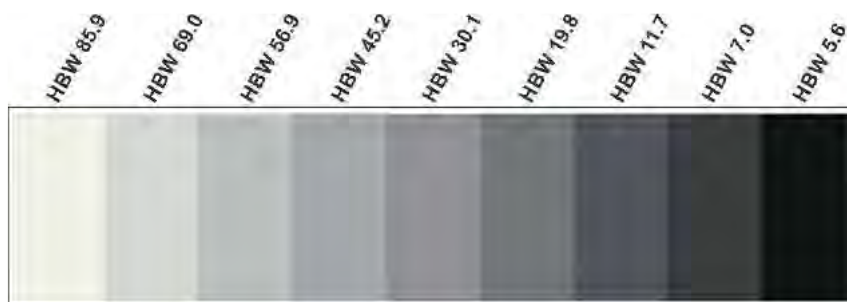
Durch die zahlreichen Technikaufbauten auf den Rechenzentrumsgebäuden ist eine großflächige Dachbegrünung nicht möglich.

Eine Gestaltung PV-überdachter Parkierungsflächen wäre aus klimaökologischer Sicht zu begrüßen. Sie dienen dem Klimaschutz. Die PV-Anlagen schränken über der potenziellen Freifläche die nächtliche Ausstrahlung und somit die Abkühlung zwar leicht ein, aus Klimaschutzgründen könnten sie aber an dieser Stelle akzeptiert werden.

Oberflächen- und Straßenraumgestaltung / Berücksichtigung des Albedo-Effektes, Minimierung der Bodenversiegelung:



Damit auf dem Gelände der Rechenzentren günstige thermische/bioklimatische Umgebungsbedingungen gesichert werden, sind die befestigten Erschließungsflächen auf das nur notwendige Maß zu begrenzen. Zudem sollten sie mit möglichst hellen Oberflächenbelägen ausgestaltet werden. Es sollte für Pflasterbeläge ein Hellbezugswert (engl. Albedo)⁶ zwischen ca. 30.0 und 60.0 gewählt werden (siehe **Grafik 9**), um am Tag die Aufheizung des Materials zu begrenzen und in der Nacht die örtliche Abkühlung nicht zu sehr zu verzögern. Bei zu hellen Belägen kann es am Tag zu Blendeffekten und zur Steigerung der bioklimatische Belastung durch die Reflexstrahlung kommen.



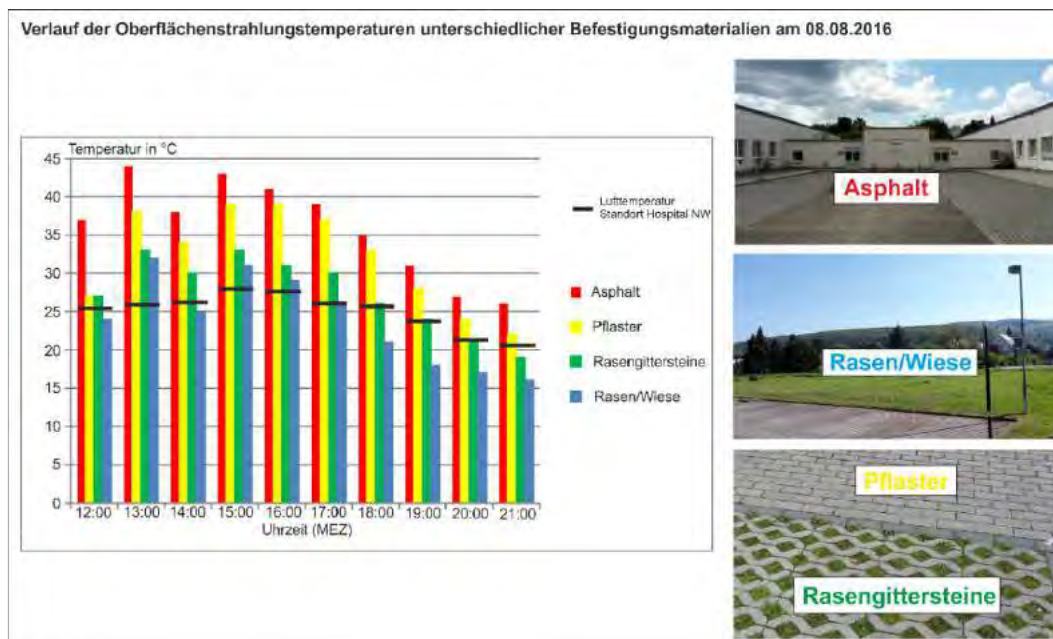
Grafik 8: Hellbezugswerte unterschiedlicher Grautöne (aus: <https://www.brillux.de>)

Wie **Grafik 10** zeigt, weisen graue Pflasterbeläge gegenüber schwarzen Asphaltflächen deutlich niedrigere Oberflächentemperaturen auf. Hierdurch wird in den Abendstunden auch die nächtliche Abkühlung forciert so dass der Wärmeinseleffekt räumlich eingeeengt werden kann.

⁶ Der Hellbezugswert definiert den Reflexionsgrad eines bestimmten Farbtons. Dabei ist der Reflexionsgrad des Schwarzpunktes = 0 % und der Reflexionsgrad des Weißpunktes = 100 %. Durch den Hellbezugswert wird beschrieben, wie weit der jeweilige Farbton vom Schwarzpunkt entfernt ist.

Bei Parkplätzen sind Rasengittersteine/Rasenfugenpflaster/Schotterrasen zu wählen. Dies findet in den Planungen von NTT und IONOS bereits Beachtung. Die Vorteile geringerer Bodenversiegelungen sind u.a.:

- Reduktion vom Regenwasserabfluss und Wasserspeicherung im Boden,
- erhöhte Verdunstung vom Boden,
- geringere Oberflächentemperaturen



Grafik 10: Oberflächentemperaturen unterschiedlicher Bodenbedeckungsarten
(Aufnahme: ÖKOPLANA, AUS: GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA 2017)

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

So führt die hohe Absorptionsfähigkeit dunkler Fassadenanstriche gegenüber hellen Fassaden zu deutlich höheren Oberflächentemperaturen (siehe **Foto 1**).

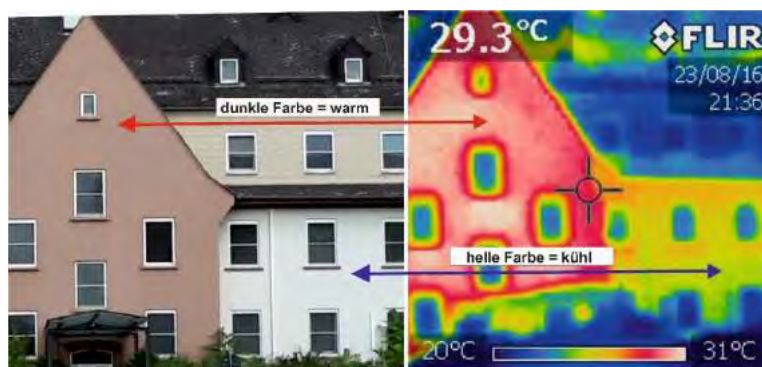
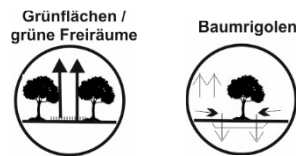


Foto 1: Oberflächentemperaturen unterschiedlich heller Fassaden
(Aufnahme: ÖKOPLANA, AUS: GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA 2017)

Grüne Infrastruktur / Sicherung begrünter Flächen im Planungsgebiet:



Der vorgelegte Planungsentwurf sieht die Pflanzung zahlreicher schattenwerfender Bäume vor. Diese tragen effektiv zur Reduzierung der thermischen Belastung an warmen / heißen Sommertagen bei. Die Baumschatten dämpfen an warmen Sommertagen die Aufheizung versiegelter und unversiegelter Flächen. Die gefühlte Temperatur ist in beschatteten Bereichen an heißen Sommertagen um bis zu über 10°C niedriger als in unbeschatteten Bereichen mit gleicher Bodenbedeckung. Die beschatteten Flächen speichern weniger Wärme, wodurch zudem der nächtliche Wärmeinseleffekt herabgesetzt wird.

Der zusätzlich kühlende Verdunstungseffekt von Bäumen ist stark abhängig von der Wasserverfügbarkeit. Wird ein Baum in Trockenperioden bewässert, kann er mehr Wasser verdunsten und der Kühleffekt ist größer als bei einem unbewässerten Baum, dem der ausgetrocknete Boden kaum Wasser liefert.

Daher kommt es zur Reduktion der Wärmebelastung auch auf die Pflege und eine sorgfältige Vorbereitung der Pflanzgruben⁷ an. So kann zum Beispiel durch den Einsatz von Baumrigolen der Wasserhaushalt eines Baumes optimiert werden.

In der Rigole kann Niederschlagswasser temporär zurückgehalten und gespeichert werden, so dass es zu einem späteren Zeitpunkt zur Bewässerung des Baumes eingesetzt werden kann. Vor allem in den ersten Jahren nach der Pflanzung müssen Jungbäume bei anhaltender Trockenheit regelmäßig bewässert werden.

Die Anlage von Retentionsbereichen (Versickerungsmulden), wie im Planungsentwurf bereits angedacht, ist ebenfalls vorteilhaft. Sie tragen zur Vermeidung von Überschwemmungen bei Starkniederschlagsereignissen bei. Zudem ist eine Speicherung von Wasser für trockenere Perioden möglich.

Bei der Auswahl möglichst großkroniger Laubbäume ist auf ihre Trockentoleranz und Hitzeresistenz zu achten. Des Weiteren sind kritische Allergiepotenziale zu berücksichtigen.

Eine weitere Möglichkeit zur Optimierung der thermischen Umgebungsbedingungen im Bereich der Freiflächen bieten Wasserflächen in Form von Wasserspielen. Die Fontänen verringern die thermische Belastung an heißen Sommertagen im unmittelbaren Nahbereich durch Verdunstungskälte.

⁷ Die Maße der Pflanzgruben sollte mindestens den Empfehlungen der FLL - Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (2010) entsprechen: Empfehlungen für Baumpflanzungen Teil 2: Standortvorbereitungen für Neupflanzungen Pflanzgruben und Wurzelraumerweiterung, Bauweisen und Substrate. Bonn.

In Kombination mit schattenwerfenden Bäumen sind lokale Lufttemperatursenkungen von ca. 0.2 – 1.5°C möglich.

Die ergänzenden Planungsempfehlungen dienen dazu, in Anlehnung an die landesweite Strategie zur Entwicklung klimaangepasster Baustrukturen, die baulich-freiraumplanerische Entwicklung des Bebauungsplangebiets N116 frühzeitig, proaktiv und systematisch auf die negativen Folgen des Klimawandels, wie z.B. Hitze, Trockenheit und Starkniederschläge vorzubereiten und dessen Widerstandskräfte zu stärken (Klimaresilienz).



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

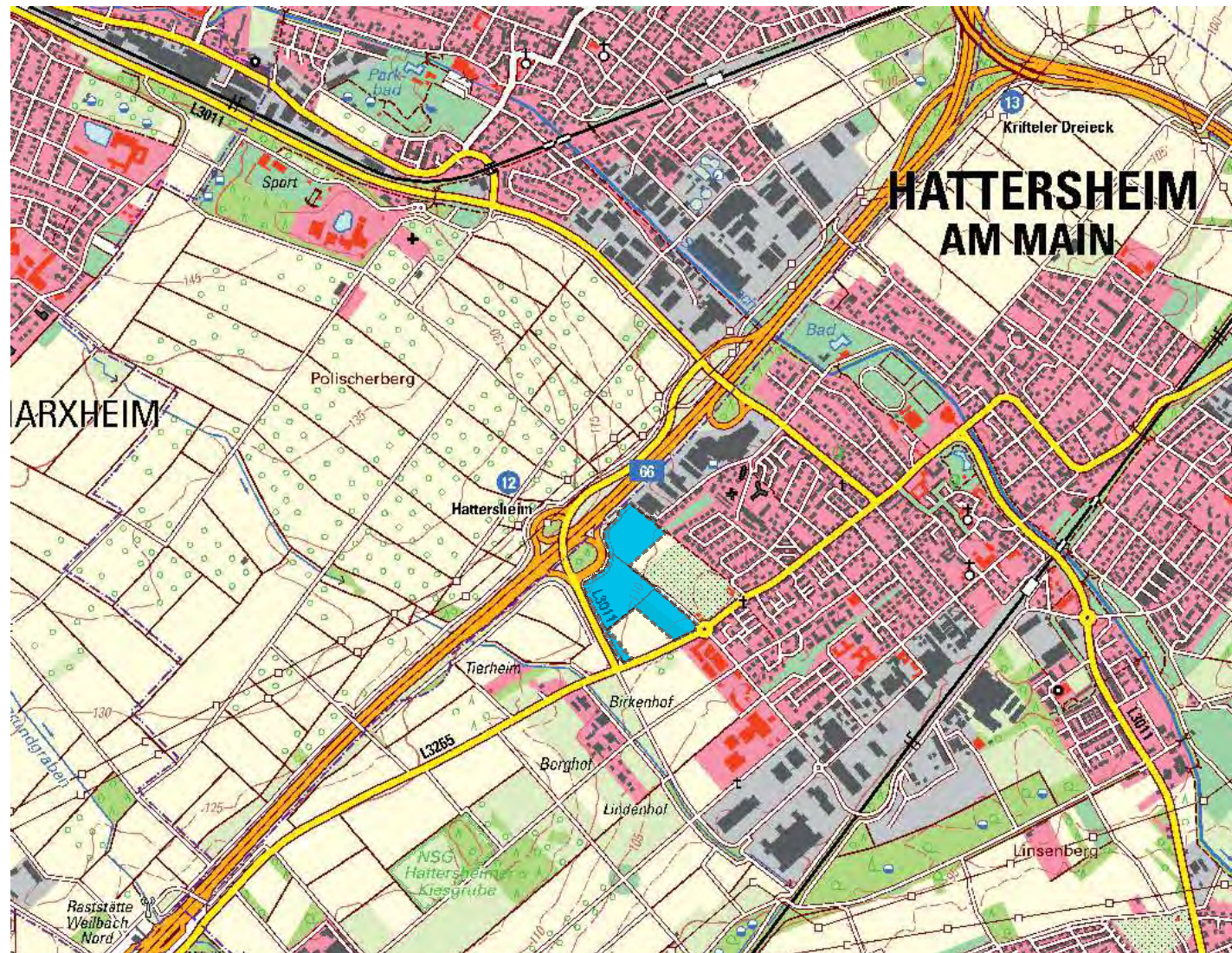
Mannheim, 15. November 2023

Quellenverzeichnis / weiterführende Schriften

- BAUMÜLLER, N. (2018):** Stadt im Klimawandel. Klimaanpassung in der Stadtplanung. Grundlagen, Maßnahmen und Instrumente. Dissertation am Städtebau-Institut der Universität Stuttgart. Stuttgart.
- BRUSE, M. (2002/2023):** ENVI-met - Mikroskaliges Klimamodell. Bochum.
- 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.
- DWD DEUTSCHER WETTERDIENST (2008):** Das Kaltluftabfluss-Modell KLAM_21. Theoretische Grundlagen und Handhabung des PC-Programms. Offenbach a.
- DWD DEUTSCHER WETTERDIENST (2017):** Modellbasierte Analyse des Stadtklimas als Grundlage für die Klimaanpassung am Beispiel von Wiesbaden und Mainz. Abschlussbericht zum Arbeitspaket 3 des Projekts KLIMAPRAX Wiesbaden/Mainz – Stadtklima in der kommunalen Praxis. Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 249. Offenbach a. M.
- FRIEDRICHS, J. ET AL. (2014):** Klimaanpassung in Kommunen und Regionen – eine Praxishilfe des Umweltbundesamtes. In: UVP-Report 28 (3 + 4). Hamm. S. 133 – 138.
- GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA (2015):** Stadtklimagutachten für die Stadt Heidelberg. Hannover, Mannheim.
- GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA (2017):** Planungsempfehlungen für die (stadt-)klimawandelgerechte Entwicklung von Konversionsflächen – Modellvorhaben Heidelberg. Reihe KLIMOPASS-Berichte. Hrsg.: LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Karlsruhe.
- GERICS (2021):** Klimaausblick – Main-Taunus-Kreis. Hamburg.
- GIESE-EICHHORN (1998/2016):** Handbuch zum prognostischen Strömungsmodell MISKAM. Wackernheim.
- GROSS, G. (1993):** Numerical Simulation of Canopy Flows. Springer Verlag, Heidelberg.

- GROSS, G. (2012):** Numerical Simulation of greening effects for idealised roofs with regional climate forcing. In: Meteorologische Zeitschrift, Vol 21, No 2, S. 171 -181, Heidelberg.
- IÖR (2011):** REGKLAM Ergebnisbericht. Regionales Klimaanpassungsprojekt Modellregion Dresden. Stadtstrukturabhängige Ausweisung sensibler Siedlungsräume bei thermischen Belastungen als Grundlage für die künftige Stadtentwicklung. Dresden.
- KING, E. (1973):** Untersuchungen über kleinräumige Änderungen des Kaltluftflusses und der Frostgefährdung durch Straßenbauten (Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 130, Band 17).
- ÖKOPLANA (2010):** Stadtklimaanalyse Mannheim 2010. Mannheim
- ÖKOPLANA (2015):** Klimauntersuchung in Mainz zur Grünzone / Luftleitbahn östlich des Karcherwegs zwischen Autobahn A 60 und An der Goldgrube im Norden. Mannheim.
- REGIONALVERBAND FRANKFURTRHEINMAIN (2010):** Regionaler Flächennutzungsplan – Umweltbericht. Frankfurt a. M.
- STADT.QUARTIER (2023):** Bebauungsplan Nr. N116 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“. Textliche Festsetzungen und örtliche Bauvorschriften zum Entwurf. Stand: 2023-09-07. Wiesbaden.
- UMLANDVERBAND FRANKFURT (1993):** Umweltvorsorge-Atlas. Frankfurt a. M.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2003):** VDI 3787, Bl. 5. Lokale Kaltluft. Düsseldorf.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2020):** VDI 3787, Bl. 8. Stadtentwicklung im Klimawandel. Düsseldorf.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2008/2022):** VDI-Richtlinie 3787, Blatt 2. Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung der thermischen Komponente des Klimas. Düsseldorf.

Abb. 1 Lage des Bebauungsplans N116 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim
Ausschnitt aus der TK 1:25.000



 Planungsgebiet

Flächengröße: ca. 6.8 ha

Grundlagenkarte:
Hess. Landesamt für Bodenmanagement
und Geoinformation

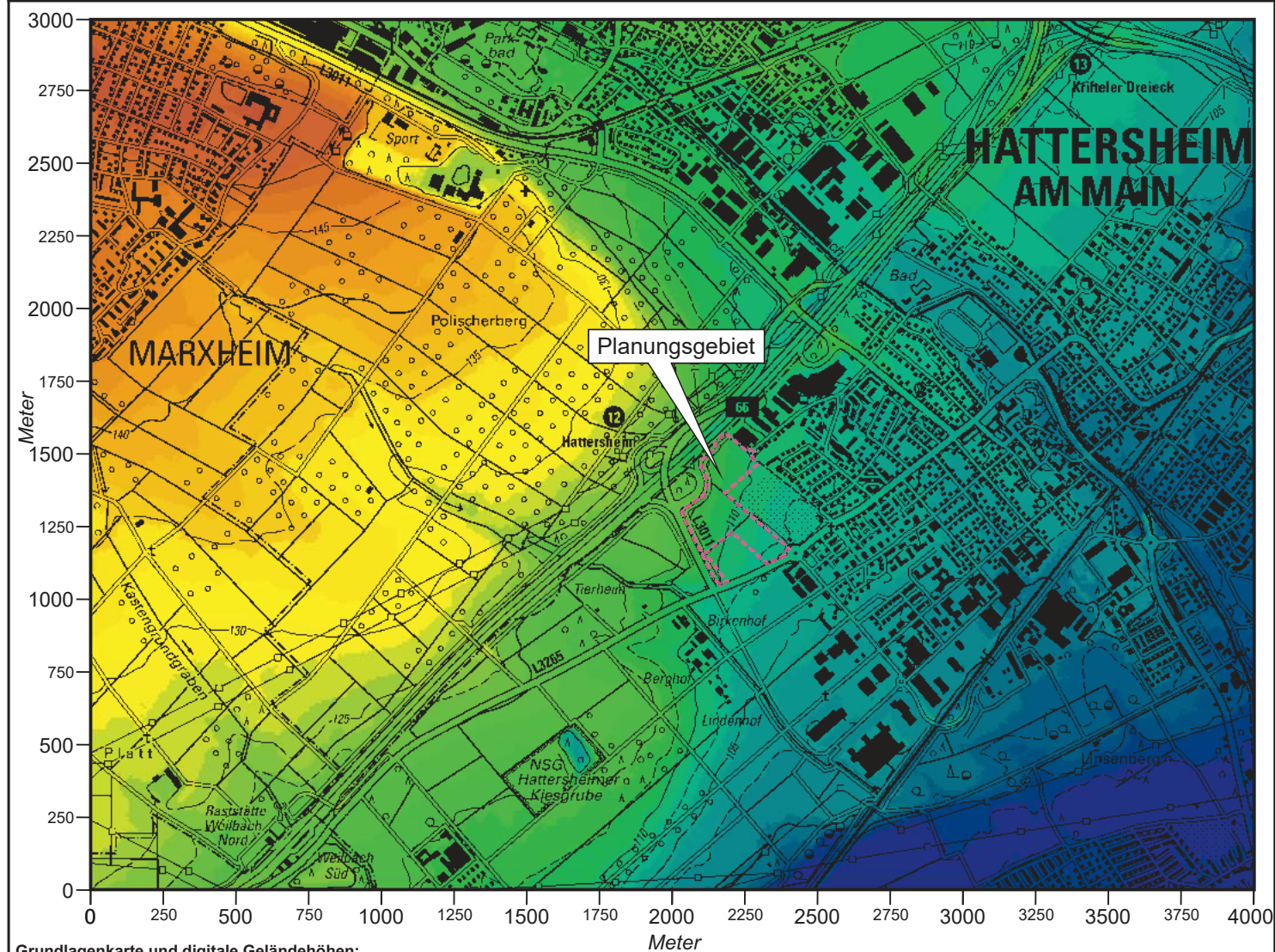
Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
„Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



M.:
0 250 1000 m

ÖKOPLANA

Abb. 2 Geländehöhen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld



 Planungsgebiet

Geländehöhe in m ü. NHN

91 - 92
92 - 94
94 - 96
96 - 98
98 - 100
100 - 102
102 - 104
104 - 106
106 - 108
108 - 110
110 - 112
112 - 114
114 - 116
116 - 118
118 - 120
120 - 122
122 - 124
124 - 126
126 - 128
128 - 130
130 - 132
132 - 134
134 - 136
136 - 138
138 - 140
140 - 142
142 - 144
144 - 146
146 - 148
148 - 150
150 - 152
152 - 154
154 - 156

Projekt:

Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
„Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



Grundlagenkarte und digitale Geländehöhen:
Hess. Landesamt für Bodenmanagement
und Geoinformation

ÖKOPLANA

Abb. 3 Geltungsbereich vom Bebauungsplan N116 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



 Planungsgebiet

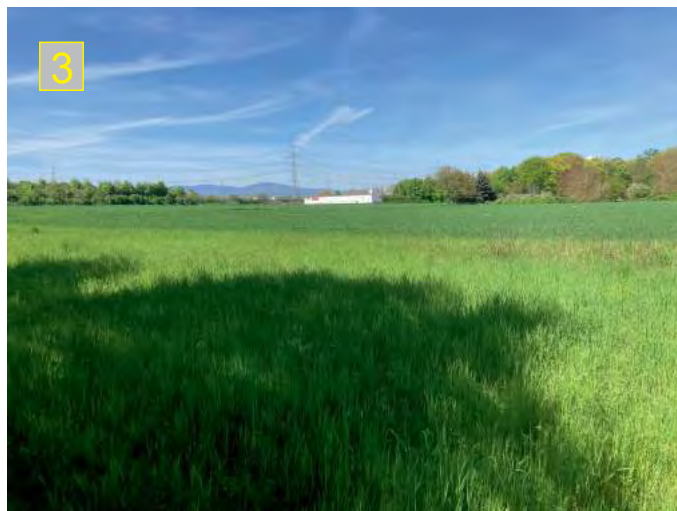
Luftbild bereitgestellt von:
HVBG Hessen

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
„Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



ÖKOPLANA

Abb. 4 Fotografische Dokumentation - Planungsgebiet und dessen Umfeld



Standorte der Fotoaufnahmen



Fotoaufnahmen: ÖKOPLANA

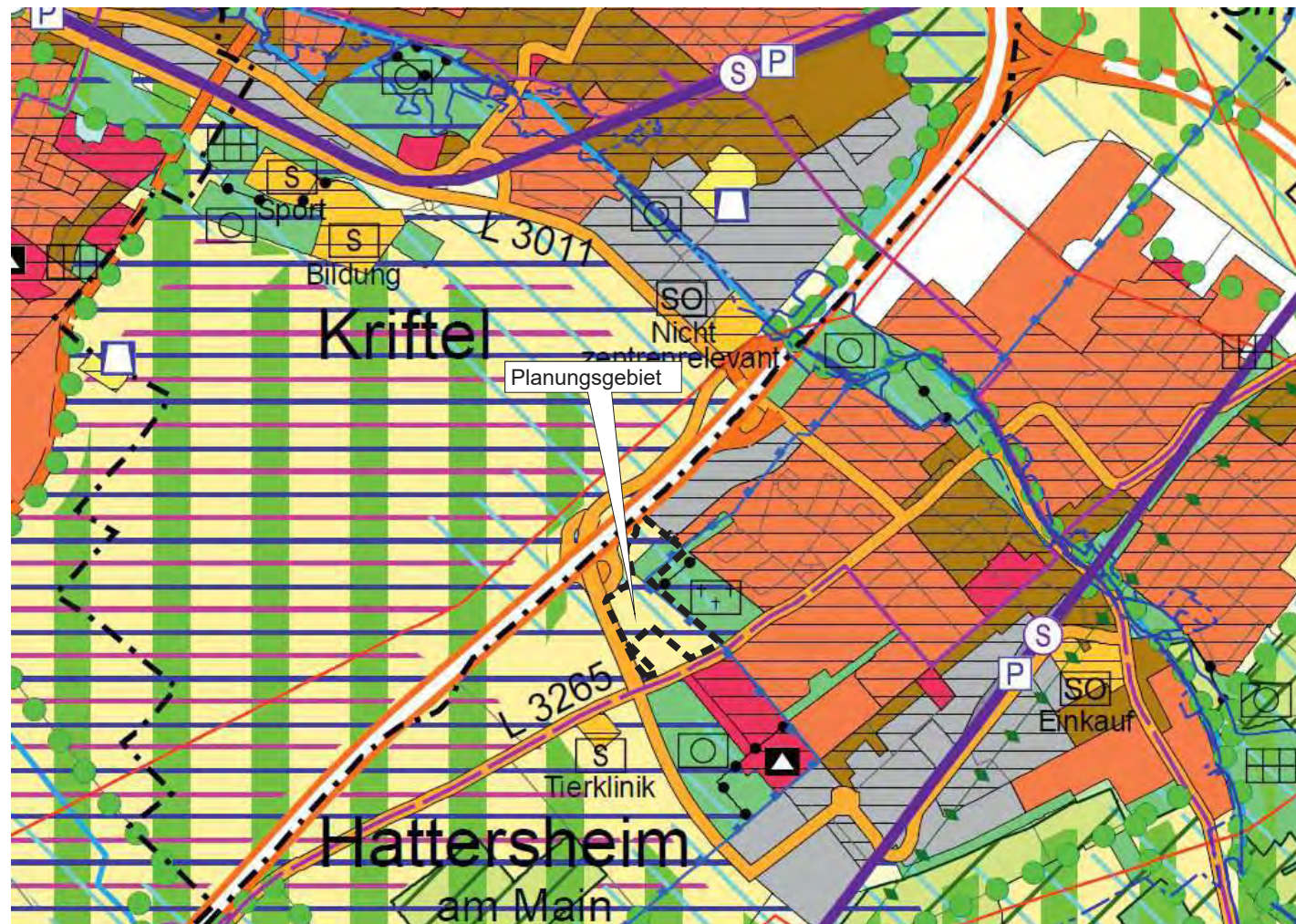
Luftbild:
Hess. Landesamt für Bodenmanagement
und Geoinformation

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
„Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



— ÖKOPLANA —

**Abb. 5 Lage des Bebauungsplans N116 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim
Ausschnitt aus dem Regionalen Flächennutzungsplan 2010**



Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
„Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim

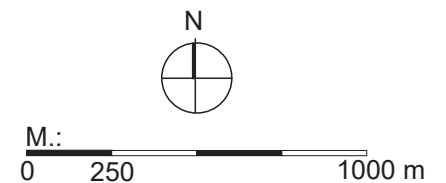


Abb. 6 Bebauungsplan N116 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim, Stand 15.11.2023



PLANUNGSRECHTLICHE FESTSETZUNGEN

(BauGB, BauNVO)

Hinweis: Bei allen in der Legende aufgeführten Zahlen handelt es sich um Beispiele, die Festsetzungen sind der Planzeichnung zu entnehmen.

Art der baulichen Nutzung (§ 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB)

- Sondergebiet
Zweckbestimmung:
- Rechenzentrum

Maß der baulichen Nutzung, Höhe der baulichen Anlagen (§ 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB)

- GR 6.700 m² Grundfläche als Höchstmaß
- OK 25 m Höhe der Gebäudeoberkante in Metern über dem Höhenbezugspunkt (BP)
- BP 112,5 m Höhenbezugspunkt in Metern über Normalhöhennull (i. d. NHN)

Bauweise, überbaubare Grundstücksflächen (§ 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB)

- a abweichende Bauweise
- Baugrenze

Nebenanlagen und Stellplätze (§ 9 Abs. 1 Nr. 4 BauGB)

- Umgrenzung von Flächen für Nebenanlagen, Stellplätze und deren Zufahrten
Zweckbestimmung:
- St Stellplatz
- Na Nebenanlagen
- PV Freifeld-Photovoltaikanlage

Verkehrsflächen (§ 9 Abs. 1 Nr. 11 BauGB)

- Öffentliche Verkehrsfläche
- Straßenbegrenzungslinie

Versorgungsflächen (§ 9 Abs. 1 Nr. 12 BauGB)

- Zweckbestimmung:
- Elektrizität
- Fernwärme

Grünflächen (§ 9 Abs. 1 Nr. 15 BauGB)

- Öffentliche Grünfläche
- Zweckbestimmung:
- Friedhof

Flächen oder Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft; Anpflanzen von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen (§ 9 Abs. 1 Nr. 20, 25 a) und b) BauGB)

- Fläche zum Anpflanzen von Bäumen und Sträuchern (siehe textliche Festsetzungen)
Zweckbestimmung:
- P1 Pflanzfläche P1
- P2 Pflanzfläche P2
- Maßnahme oder Fläche für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft (siehe textliche Festsetzungen)
Zweckbestimmung:
- M1 Maßnahmenfläche M1
- M2 Maßnahmenfläche M2
- Anpflanzen von Bäumen
- Fassadenbegrünung (siehe textliche Festsetzungen)

Flächen für Geh-, Fahr- und Leitungsrechte (§ 9 Abs. 1 Nr. 21 BauGB)

- Mit Geh-, Fahr- und Leitungsrechten zu belastende Fläche
Zweckbestimmung:
- GFL Geh-, Fahr- und Leitungsrecht zugunsten der Syna GmbH

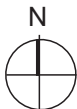
Sonstige Planzeichen

- Grenze des räumlichen Geltungsbereichs des Bebauungsplans
- Abgrenzung des Maßes der Nutzung (§ 16 Abs. 5 BauNVO)

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
„Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim

Grafik bereitgestellt von:
Stadt.Quartier

M.:
0 25 100 m



ÖKOPLANA

Abb. 7.1 Planungsentwurf für den Planungsstandort SO1 im Bebauungsplan N116 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



LEGENDE / LEGEND

	Grundstücksgrenze / Plot boundary		
	Geschweißter Gitterzaun / Welded mesh fence		
	Baugrenze / Construction boundary		
Beschreibung / Description		Fläche / Area	Ermittlung GRZ
	Asphaltstraße / Asphalt Road	8.007 m ²	7.820,637 m ² *
	Grünfläche mit Bodenanschluss / Green area with ground connection	10.204 m ²	8.268,378 m ² **
	Rasengitterstein / Grass paver	1.908 m ²	1.908 m ²
	Pflaster / Paving	1.654 m ²	1.654 m ²
	Gebäude / Building	22.431,932 m ²	22.431,756 m ²
	Betonfläche / Concrete area	140 m ²	140 m ²
Gesamtfläche / Total area		44.344,932 m²	42.222,771 m²
		* 7.820,637 m ² = 8.007 m ² - 186,363 m ² (Asphaltstraße - Zufahrt)	
		** 8.268,378 m ² = 10.204 m ² - 1.935,622 m ² (Natürliches Biotop)	

PKW Stellplatz Tabelle / Passenger Car Parking Schedule		Anzahl / Number
	Barrierefreier PKW-Stellplatz / Disabled passenger car parking spaces	8
	PKW-Stellplätze / Passenger car parking spaces	96
	PKW-Stellplätze mit Elektroladesäulen / Passenger car parking with electric loading station	46
Gesamtparkplätze = 150 / Total parking spaces = 150		

Bepflanzungstabelle / Planting Schedule		Anzahl / Number
	Erhaltung: Bäume / Trees to be retained	68

Road Rerouting	
	Old Route
	New Route

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
„Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim

Grafik bereitgestellt von:
Royal HaskoningDHV



Abb. 7.2 Planungsentwurf für den Planungsstandort SO2 im Bebauungsplangebiet N116 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim (Vorabzug)



Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
„Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim

Grafik bereitgestellt von:
Drees & Sommer SE



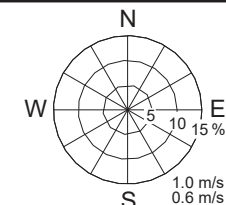
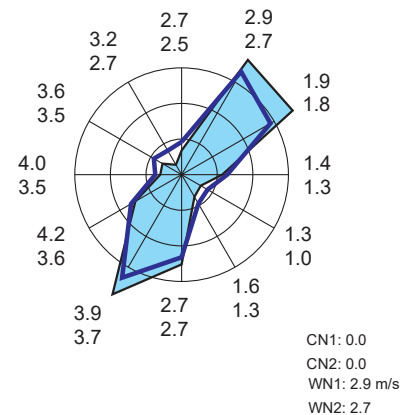
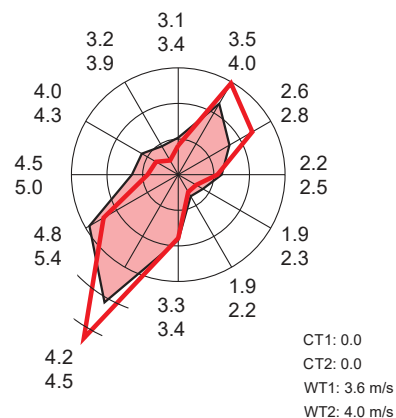
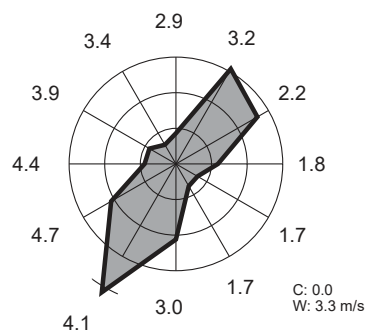
Abb. 8 Klimawandelfolgen im Main-Taunus-Kreis



KLIMAAUSBLICK Main-Taunus-Kreis (Szenario RCP8.5 *Representative Concentration Pathways*)

Kennwert	Zeitraum 1971 - 2000	Klimaänderung 2036 - 2065	Zeitraum 2036 - 2065
Jahresmittel der Lufttemperatur	9.3°C	+1.9°C →	11.2°C
Anzahl der Sommertage ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$)	34.6 Tage/Jahr	+13.0 Tage/Jahr →	47.6 Tage/Jahr
Anzahl der heißen Tage ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$)	6.3 Tage/Jahr	+5.0 Tage/Jahr →	11.3 Tage/Jahr
Anzahl der Tropennächte ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$)	0.3 Tage/Jahr	+2.2 Tage/Jahr →	2.5 Tage/Jahr
Max. Andauer von Hitzeperioden	3.1 Tage	+1.7 Tage →	4.8 Tage
Anzahl der Tage mit Starkniederschlag ($\geq 20 \text{ mm/Tag}$)	3.1 Tage/Jahr	+1.0 Tage/Jahr →	4.1 Tage/Jahr

Abb. 9 Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittlere Windgeschwindigkeiten am DWD Messstandort Frankfurt-Flughafen. Zeitraum: 2010 - 2021



00-23 Uhr

C: Windstillen
W: mittlere Windgeschwindigkeit

06-12 Uhr

13-19 Uhr

CT: Windstillen
WT: mittlere Windgeschwindigkeit

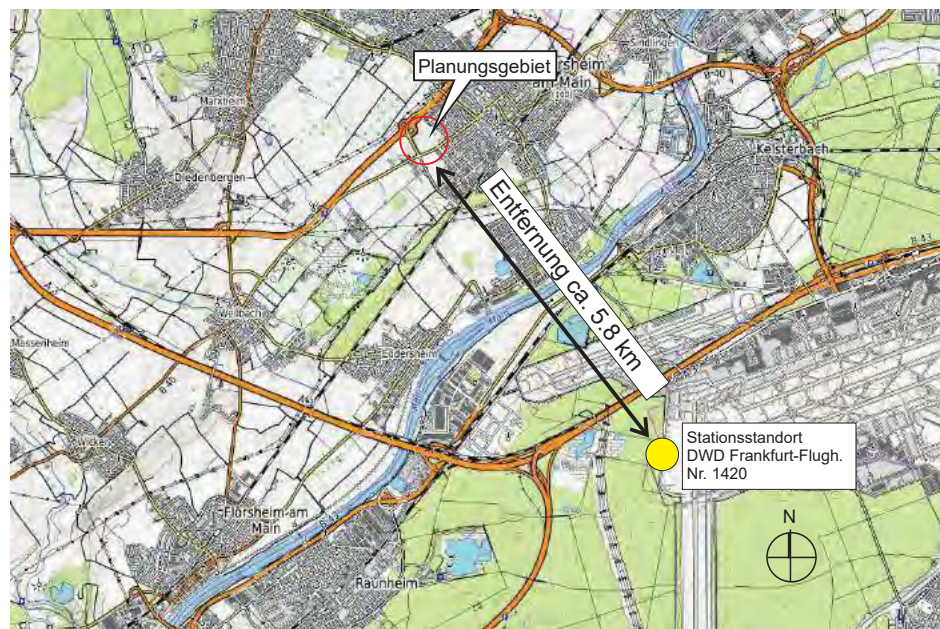
20-23 Uhr

00-05 Uhr

CN: Windstillen
WN: mittlere Windgeschwindigkeit

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
„Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim

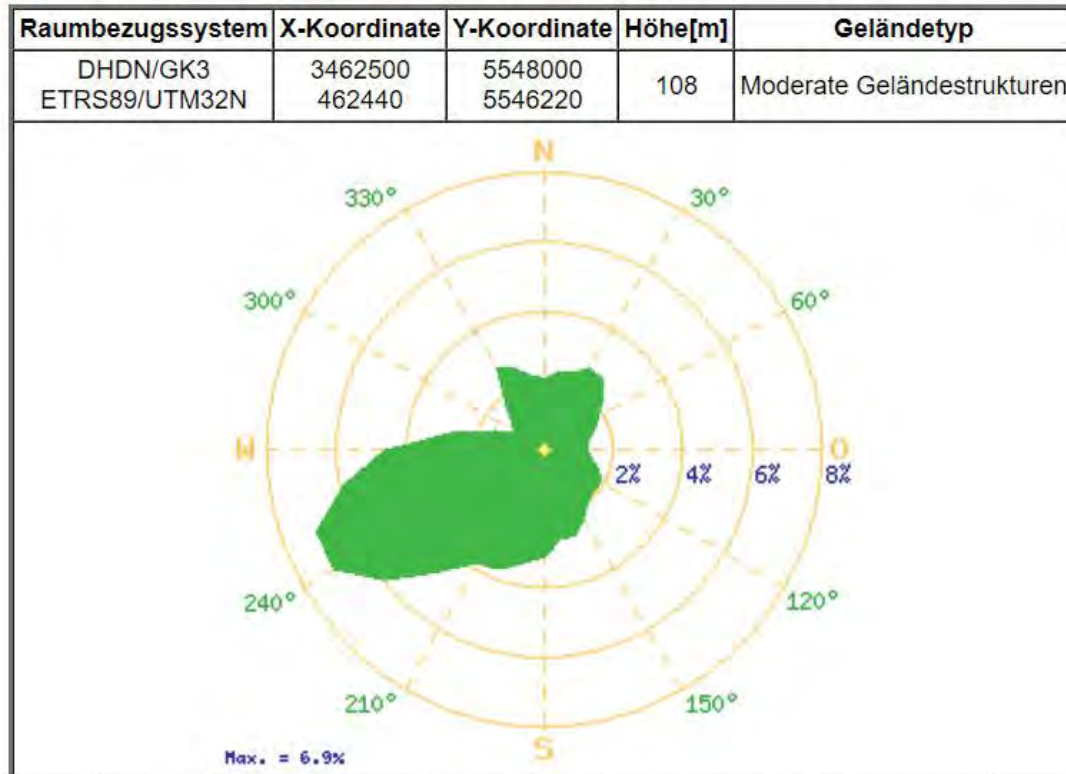
Datenquelle:



Kartendarstellung: © OpenTopoMap (CC-BY-SA)
Kartendaten: © OpenStreetMap-Mitwirkende, SRTM

ÖKOPLANA

Abb. 10 Berechnete Windrose für das Planungsgebiet - Häufigkeitsverteilung der Windrichtung

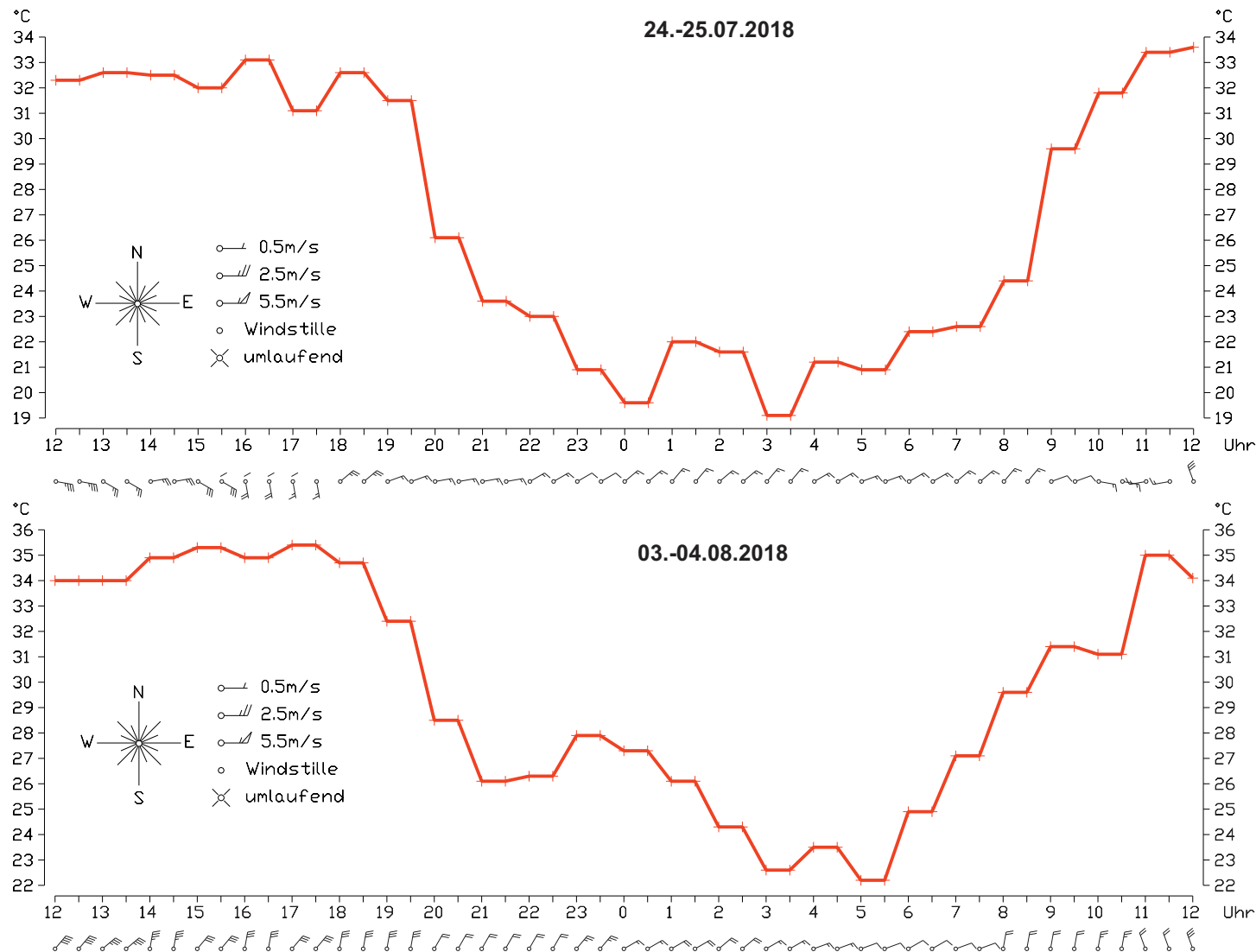


Windrichtungssektor	0° N	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°
Häufigkeit in %	2,0	2,2	2,3	2,7	2,6	2,2	1,8	1,5	1,3
Windrichtungssektor	90° O	100°	110°	120°	130°	140°	150°	160°	170°
Häufigkeit in %	1,3	1,3	1,6	1,9	1,9	2,0	2,3	2,7	2,7
Windrichtungssektor	180° S	190°	200°	210°	220°	230°	240°	250°	260°
Häufigkeit in %	3,1	3,4	3,7	3,8	4,6	5,9	6,9	6,9	5,8
Windrichtungssektor	270° W	280°	290°	300°	310°	320°	330°	340°	350°
Häufigkeit in %	4,5	2,6	1,5	1,0	1,2	1,7	2,6	2,5	2,2

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
„Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim

Datenquelle:
<https://windrosen.hessen.de>

**Abb. 11 Typische Tagesgänge der Lufttemperatur und des Windes an heißen Sommertagen ($T_{\max} \geq 30^\circ\text{C}$)
DWD-Station Frankfurt-Flughafen**

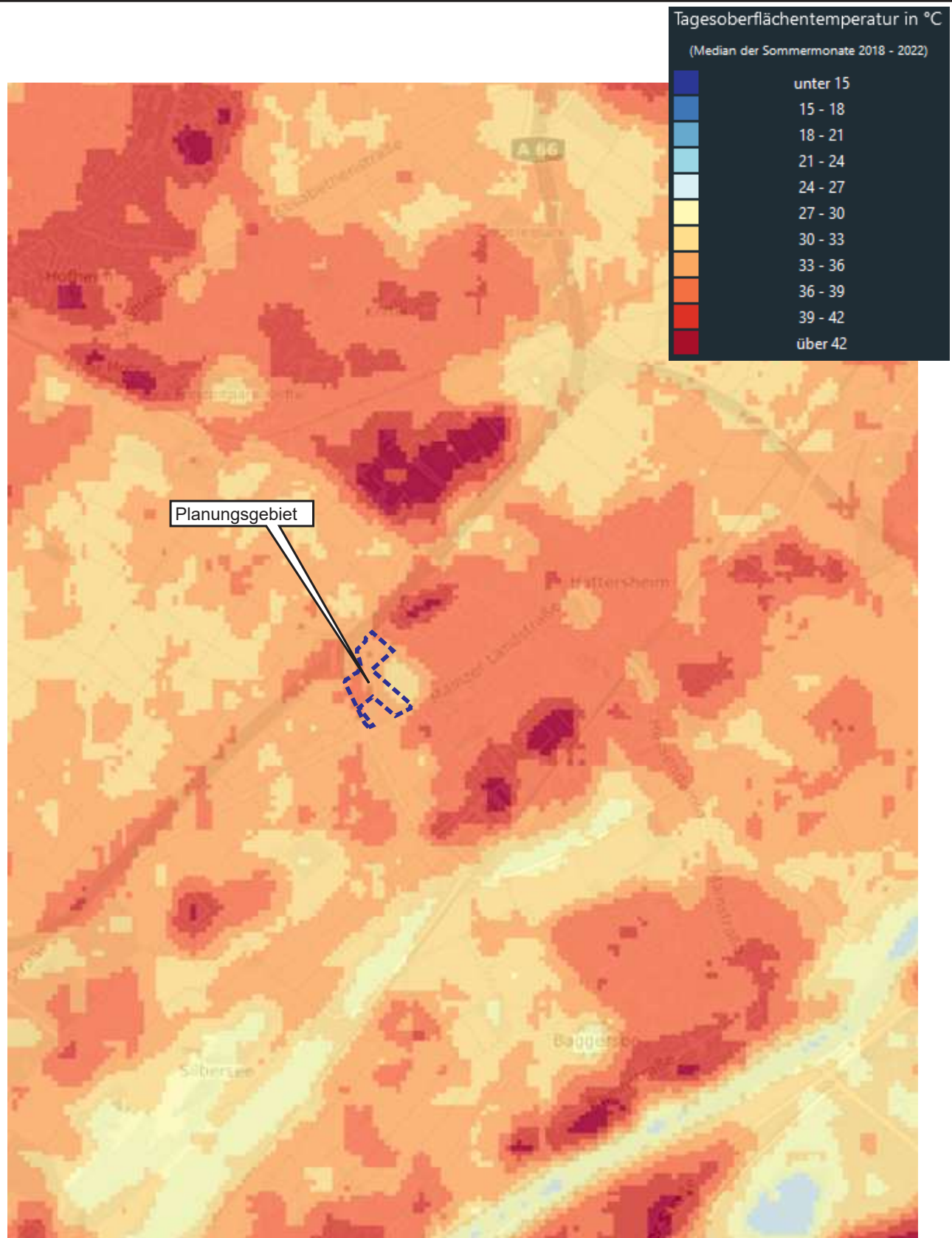


Datenquelle:



Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
„Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim

Abb. 12 Tages-Oberflächentemperaturen - Median der Sommermonate 2018 - 2022



Datenquelle Temperaturdaten:
(c) UrbanGreenEye - LUP GmbH



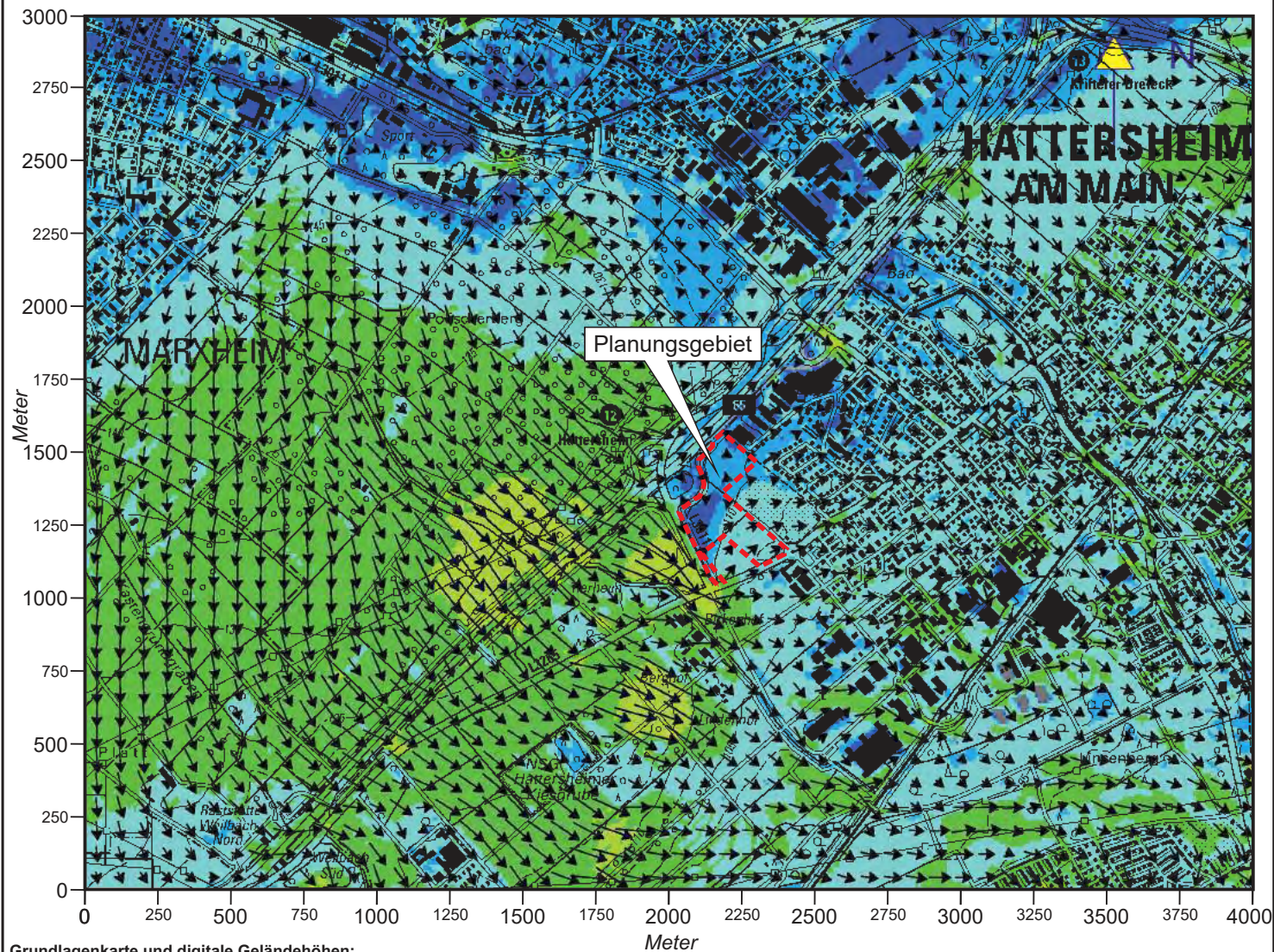
Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
„Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim

M.:
0 375 1500 m



ÖKOPLANA

Abb. 13.1 Ist-Zustand - Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen
Geschwindigkeit und Richtung lokaler Kaltluftbewegungen 2 m ü.G. in der
1. Nachthälfte (3 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung)



Grundlagenkarte und digitale Geländehöhen:
 Hess. Landesamt für Bodenmanagement
 und Geoinformation

 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
-  ueber 3,0 bis 4,0

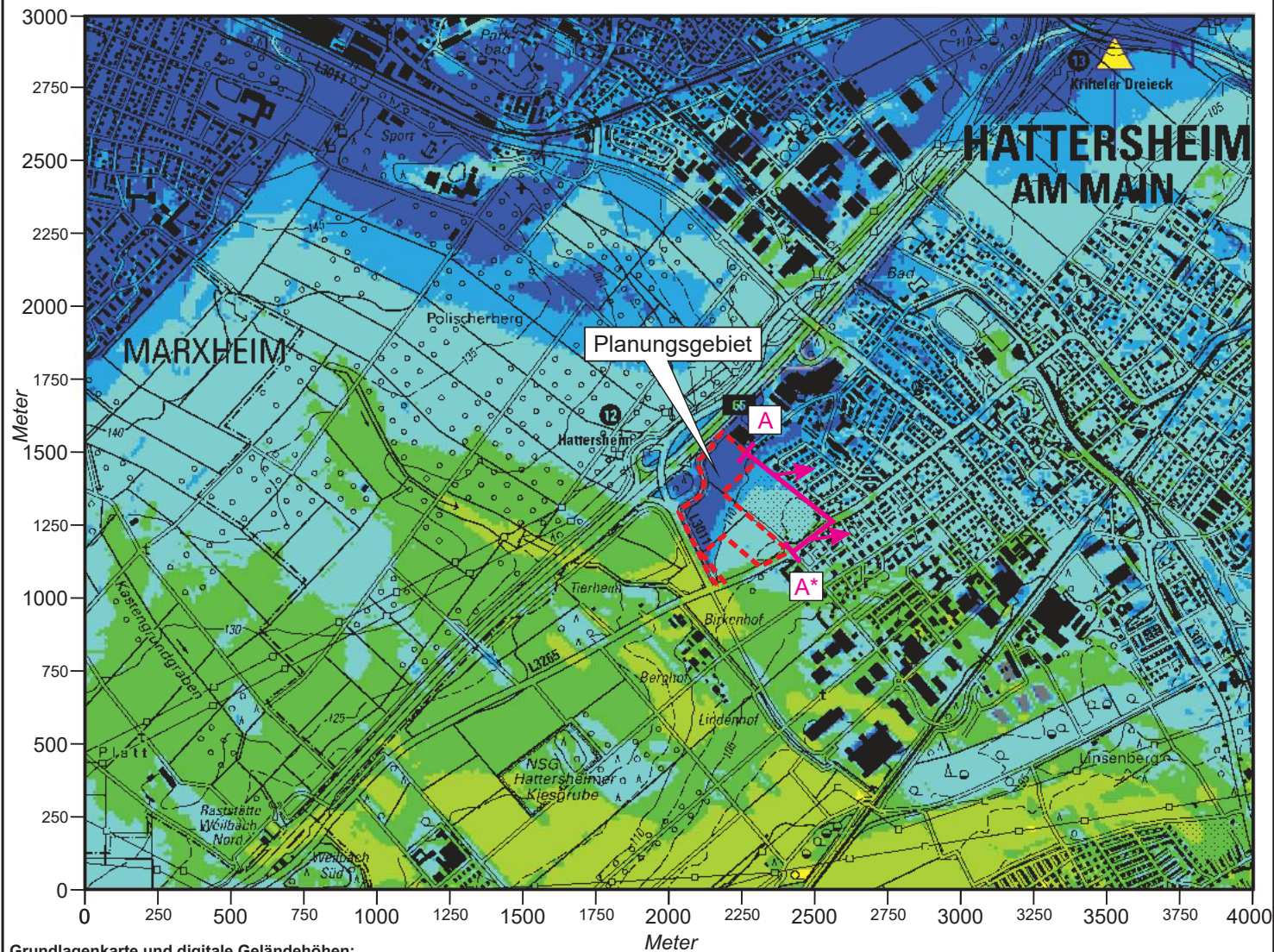
 Deutscher
 Wetterdienst
 Modell KLAM_21
 V2.012

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



ÖKOPLANA

Abb. 13.2 Ist-Zustand - Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen
Kaltluftvolumenstromdichte in der 1. Nachthälfte (3 Std. nach einsetzender
Kaltluftbildung)



Grundlagenkarte und digitale Geländehöhen:
 Hess. Landesamt für Bodenmanagement
 und Geoinformation

Planungsgebiet

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



Kaltluftvolumenstrom

1.072 m^3/s

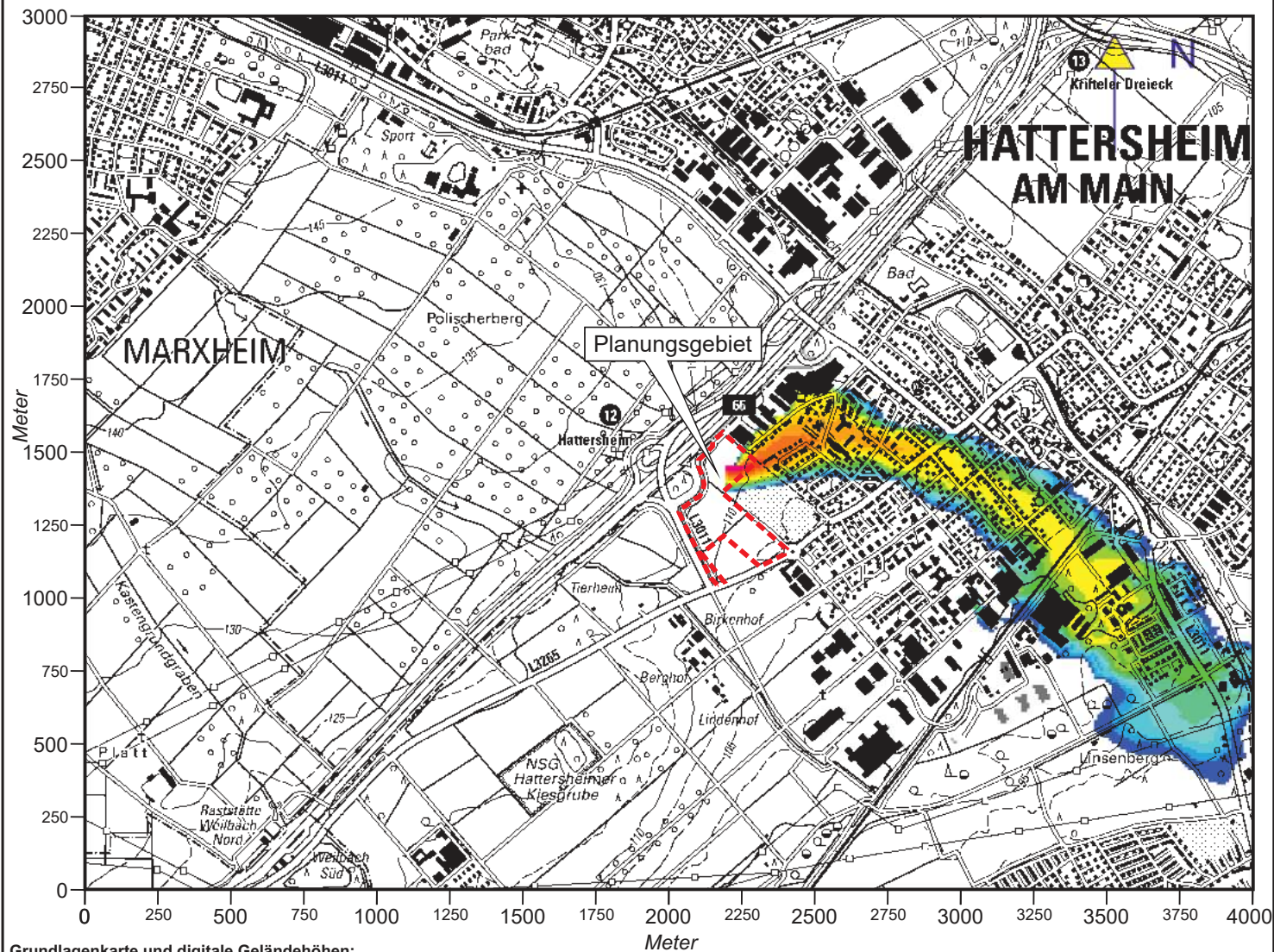
Bewertungprofil
 im Luv des Kaltluftziel-
 gebiets in Fließrichtung



Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



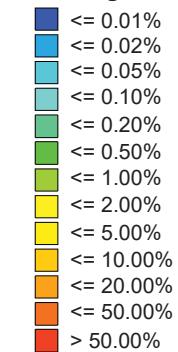
Abb. 13.3 Ist-Zustand - Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen
Ausbreitung eines Tracergases im Kaltluftstrom 2 m ü.G. in der
1. Nachthälfte (3 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung)



Grundlagenkarte und digitale Geländehöhen:
 Hess. Landesamt für Bodenmanagement
 und Geoinformation

 Planungsgebiet

**Relative
Tracergaskonzentration**



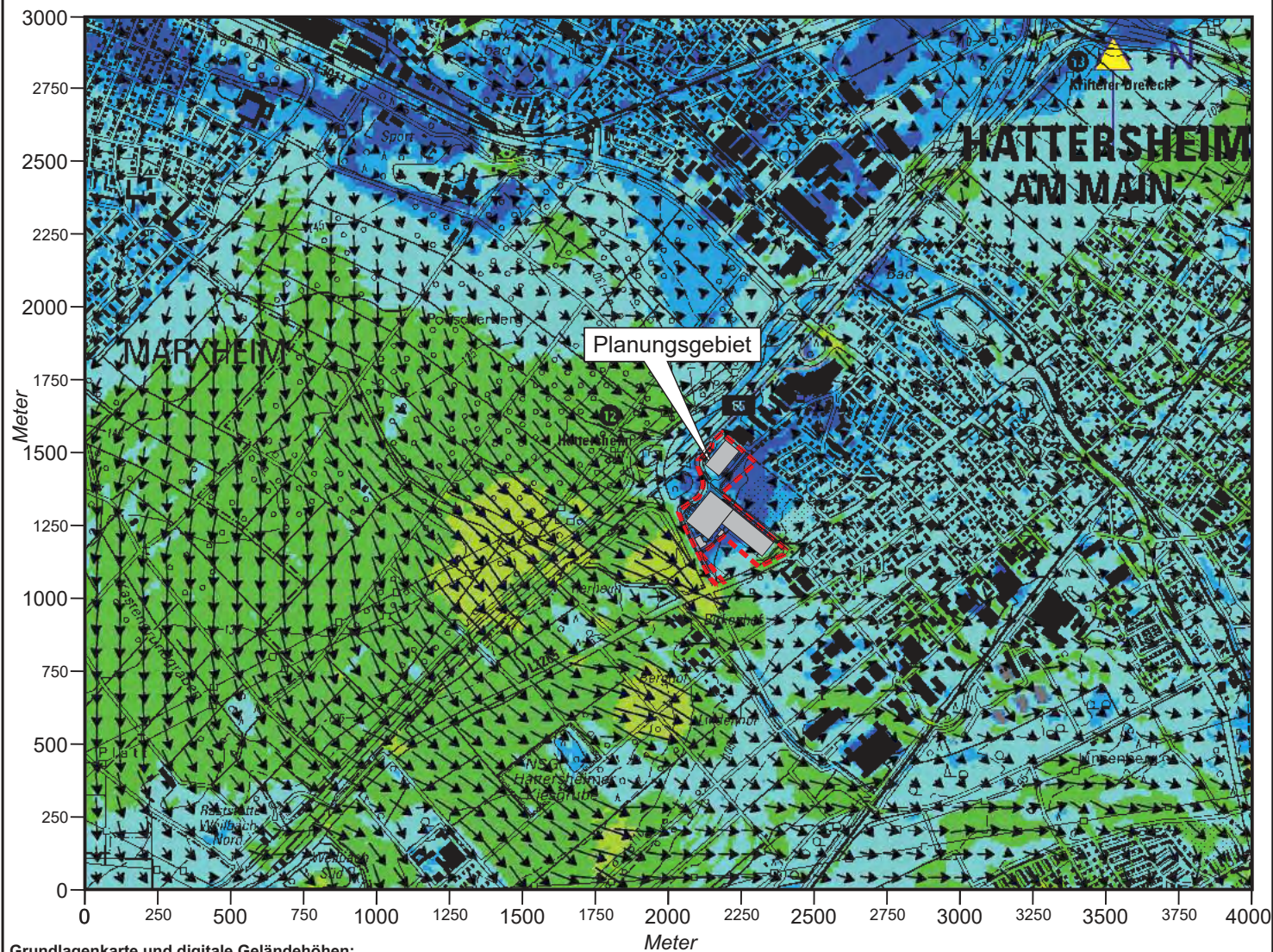
 Deutscher
Wetterdienst
Modell KLAM_21
V2.012

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



ÖKOPLANA

Abb. 14.1 Plan-Zustand - Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen
Geschwindigkeit und Richtung lokaler Kaltluftbewegungen 2 m ü.G. in der
1. Nachthälfte (3 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung)



Grundlagenkarte und digitale Geländehöhen:
 Hess. Landesamt für Bodenmanagement
 und Geoinformation

 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
-  ueber 3,0 bis 4,0

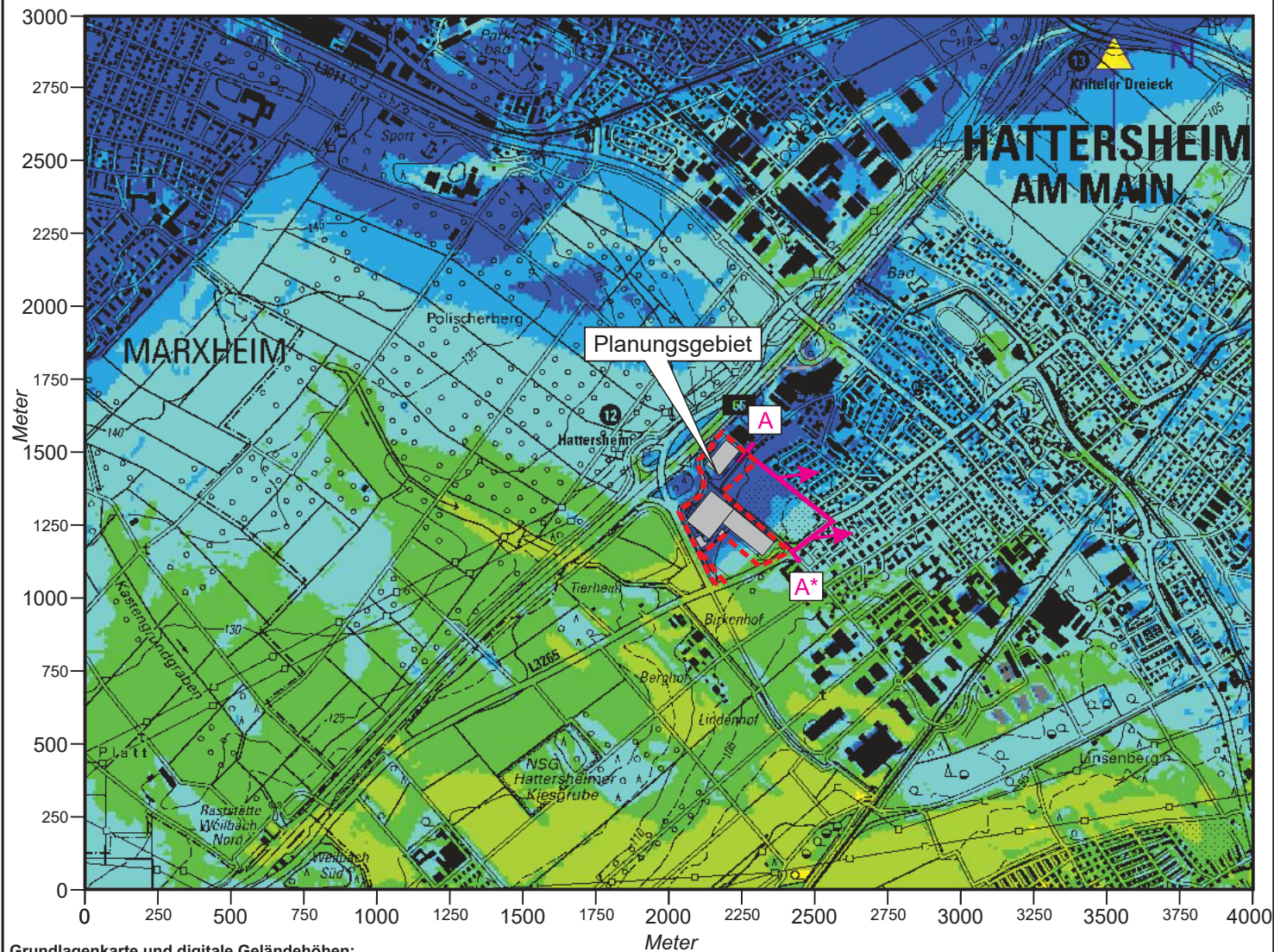


Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



ÖKOPLANA

Abb. 14.2 Plan-Zustand - Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen
Kaltluftvolumenstromdichte in der 1. Nachthälfte (3 Std. nach einsetzender
Kaltluftbildung)



Grundlagenkarte und digitale Geländehöhen:
 Hess. Landesamt für Bodenmanagement
 und Geoinformation

 Planungsgebiet

Kaltluftvolumen-
stromdichte in $\text{m}^3/\text{m}^2 \text{ s}$

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

Kaltluftvolumenstrom

 611 m^3/s

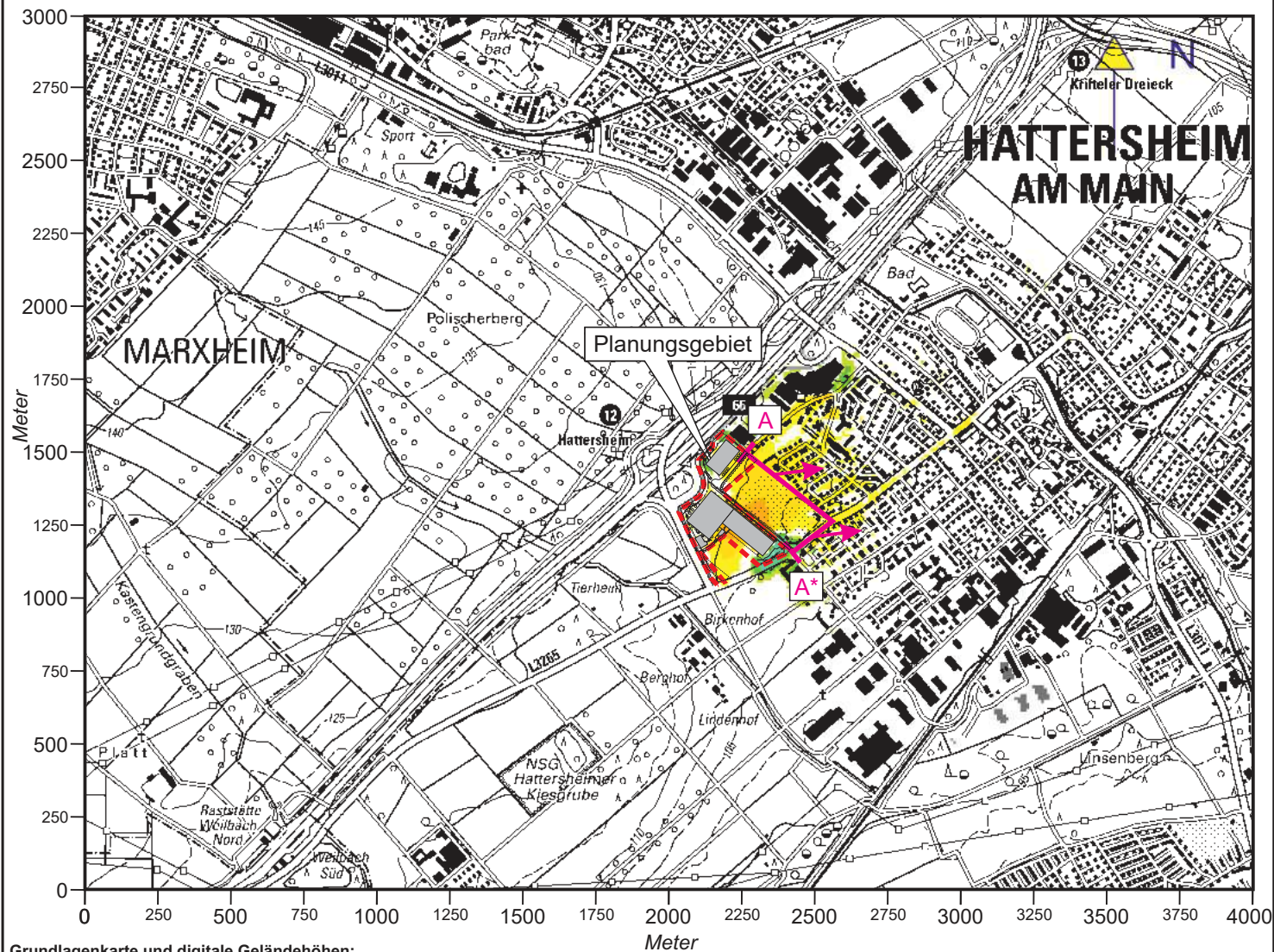
 Deutscher
Wetterdienst
Modell KLAM_21
V2.012

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



ÖKOPLANA

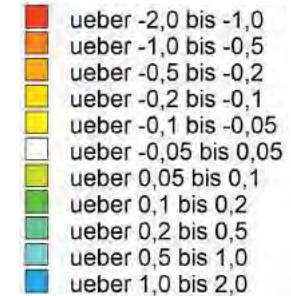
Abb. 14.3 Vorher-Nachher-Vergleich - Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen
Planungsbedingte Veränderung der Kaltluftfließgeschwindigkeit 2 m ü.G. und des
Kaltluftvolumenstroms in der 1. Nachthälfte (3 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung)



Grundlagenkarte und digitale Geländehöhen:
 Hess. Landesamt für Bodenmanagement
 und Geoinformation

 Planungsgebiet

Planungsbedingte
 Zu- bzw. Abnahme der
 Kaltluftfließgeschwindigkeit
 in m/s



Relative Abnahme des
 Kaltluftvolumenstroms
 gegenüber dem Ist-Zustand



Bewertungsprofil
 im Luv des Kaltluftziel-
 gebiets in Fließrichtung

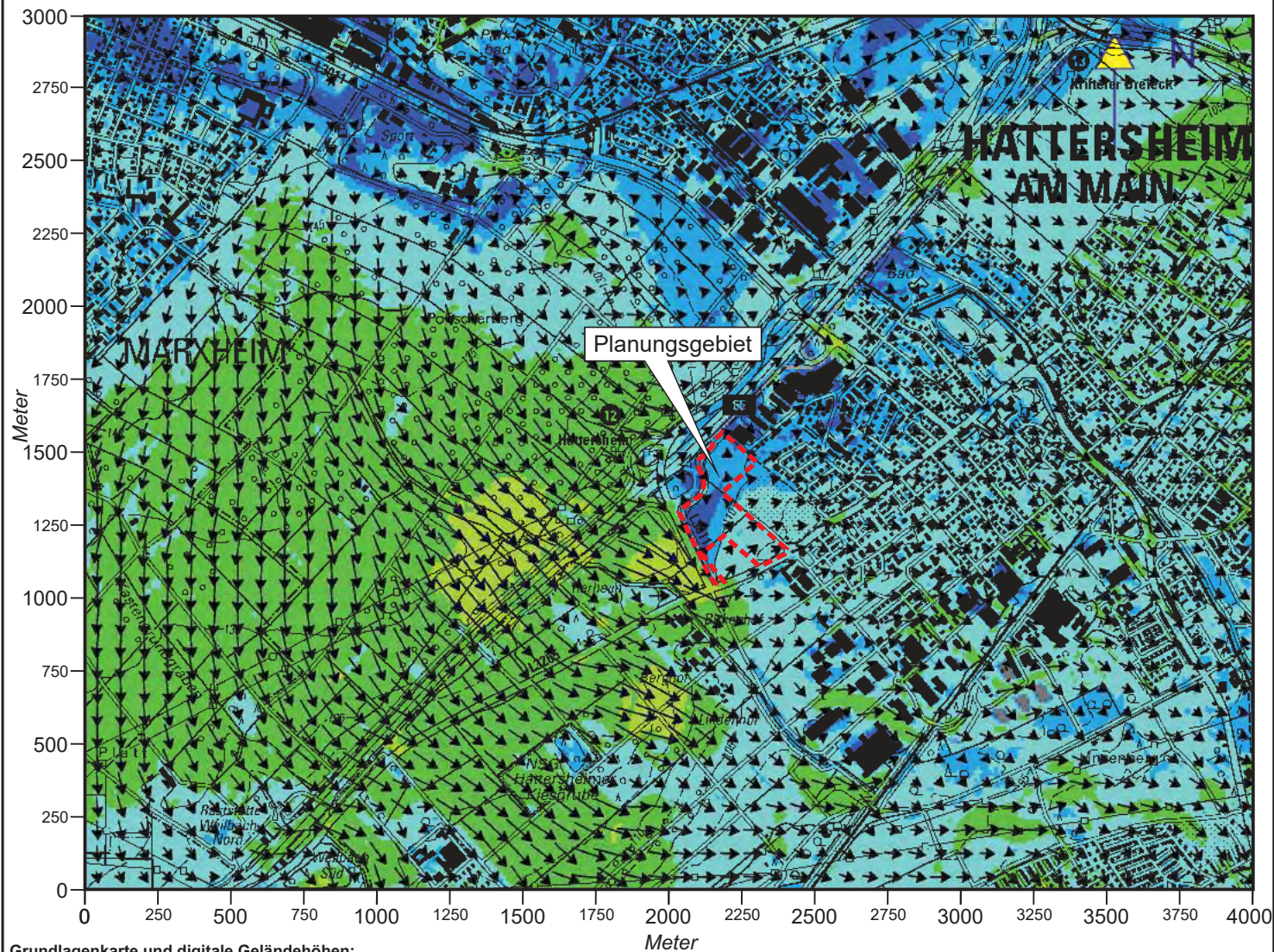


Deutscher
 Wetterdienst
 Modell KLAM_21
 V2.012

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



Abb. 15.1 Ist-Zustand - Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen
Geschwindigkeit und Richtung lokaler Kaltluftbewegungen 2 m ü.G. in der
2. Nachthälfte (6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung)



 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
-  ueber 3,0 bis 4,0

 **DWD** Deutscher
Wetterdienst
Modell KLAM_21
V2.012

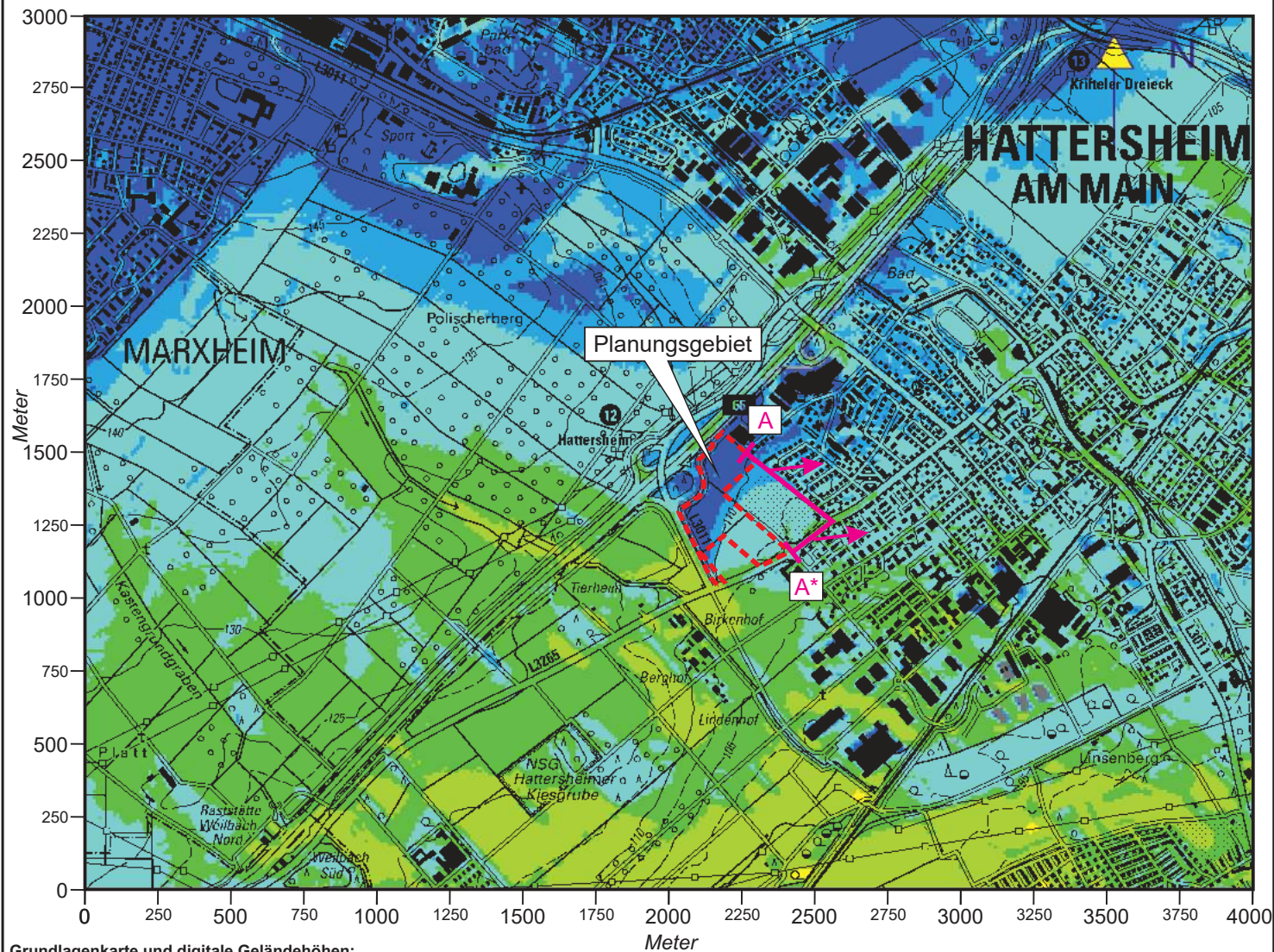
Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
„Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



Grundlagenkarte und digitale Geländehöhen:
Hess. Landesamt für Bodenmanagement
und Geoinformation

ÖKOPLANA

Abb. 15.2 Ist-Zustand - Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen
Kaltluftvolumenstromdichte in der 2. Nachthälfte (6 Std. nach einsetzender
Kaltluftbildung)



Grundlagenkarte und digitale Geländehöhen:
 Hess. Landesamt für Bodenmanagement
 und Geoinformation

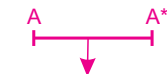
Planungsgebiet

Kaltluftvolumen-
stromdichte in $\text{m}^3/\text{m}^2 \text{ s}$



Kaltluftvolumenstrom

1.107 m^3/s



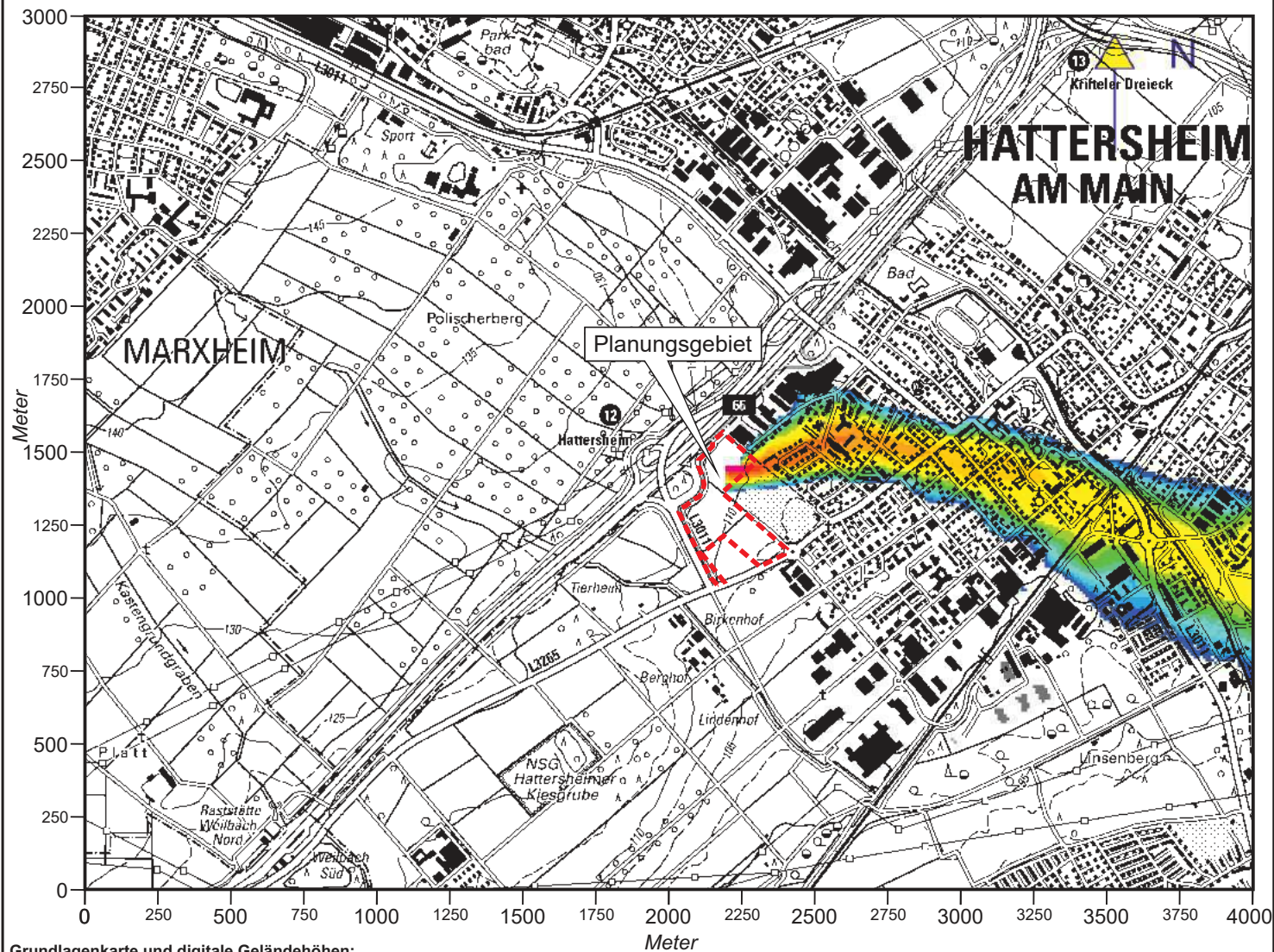
Bewertungsprofil
 im Luv des Kaltluftziel-
 gebiets in Fließrichtung



Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



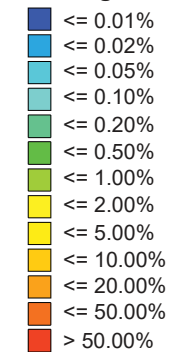
Abb. 15.3 Ist-Zustand - Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen
Ausbreitung eines Tracergases im Kaltluftstrom 2 m ü.G. in der
2. Nachthälfte (6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung)



Grundlagenkarte und digitale Geländehöhen:
 Hess. Landesamt für Bodenmanagement
 und Geoinformation

 Planungsgebiet

**Relative
 Tracergaskonzentration**



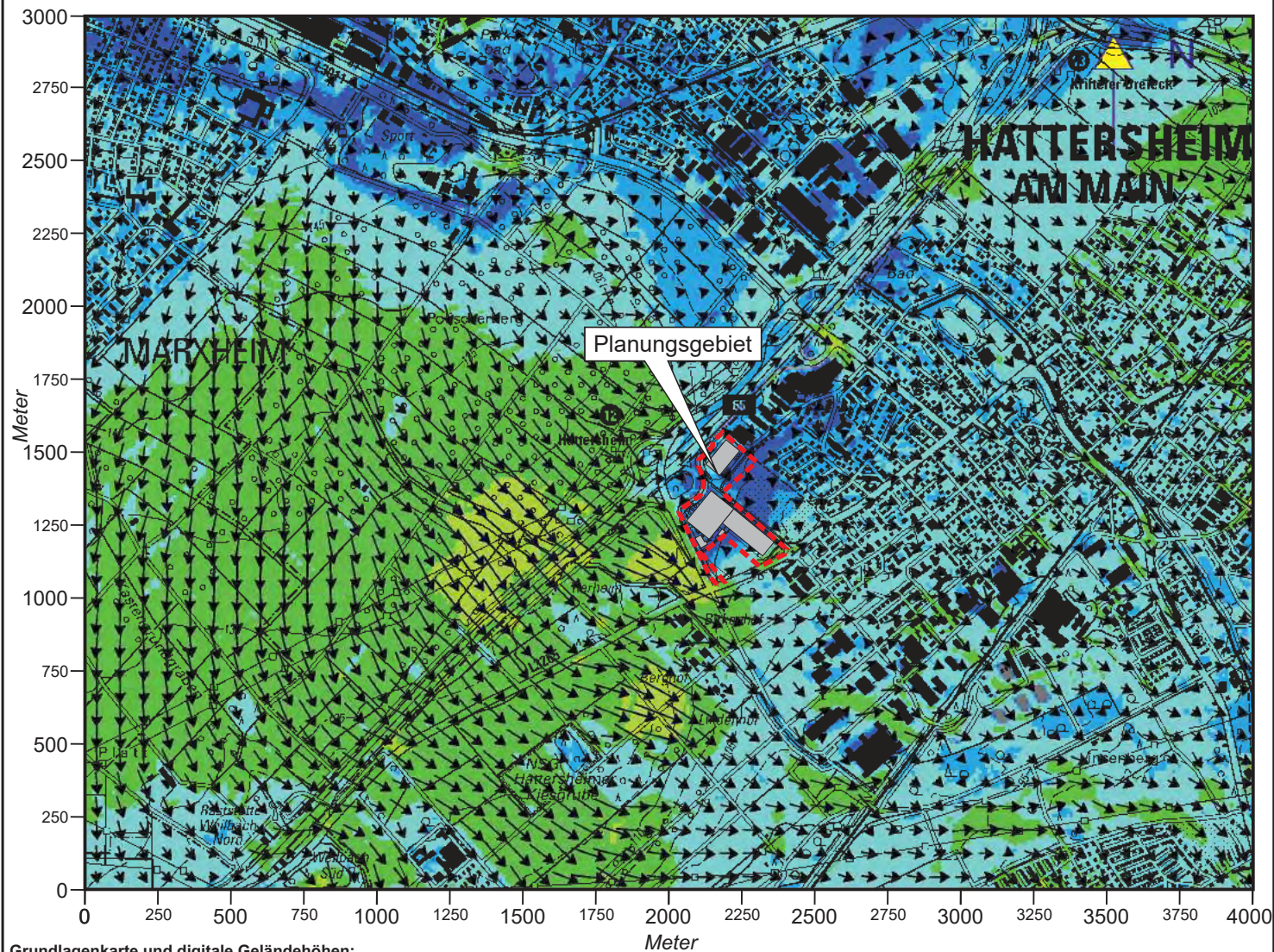
 Deutscher
 Wetterdienst
 Modell KLAM_21
 V2.012

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



ÖKOPLANA

Abb. 16.1 Plan-Zustand - Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen
Geschwindigkeit und Richtung lokaler Kaltluftbewegungen 2 m ü.G. in der
2. Nachthälfte (6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung)



Grundlagenkarte und digitale Geländehöhen:
 Hess. Landesamt für Bodenmanagement
 und Geoinformation

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
- ueber 3,0 bis 4,0

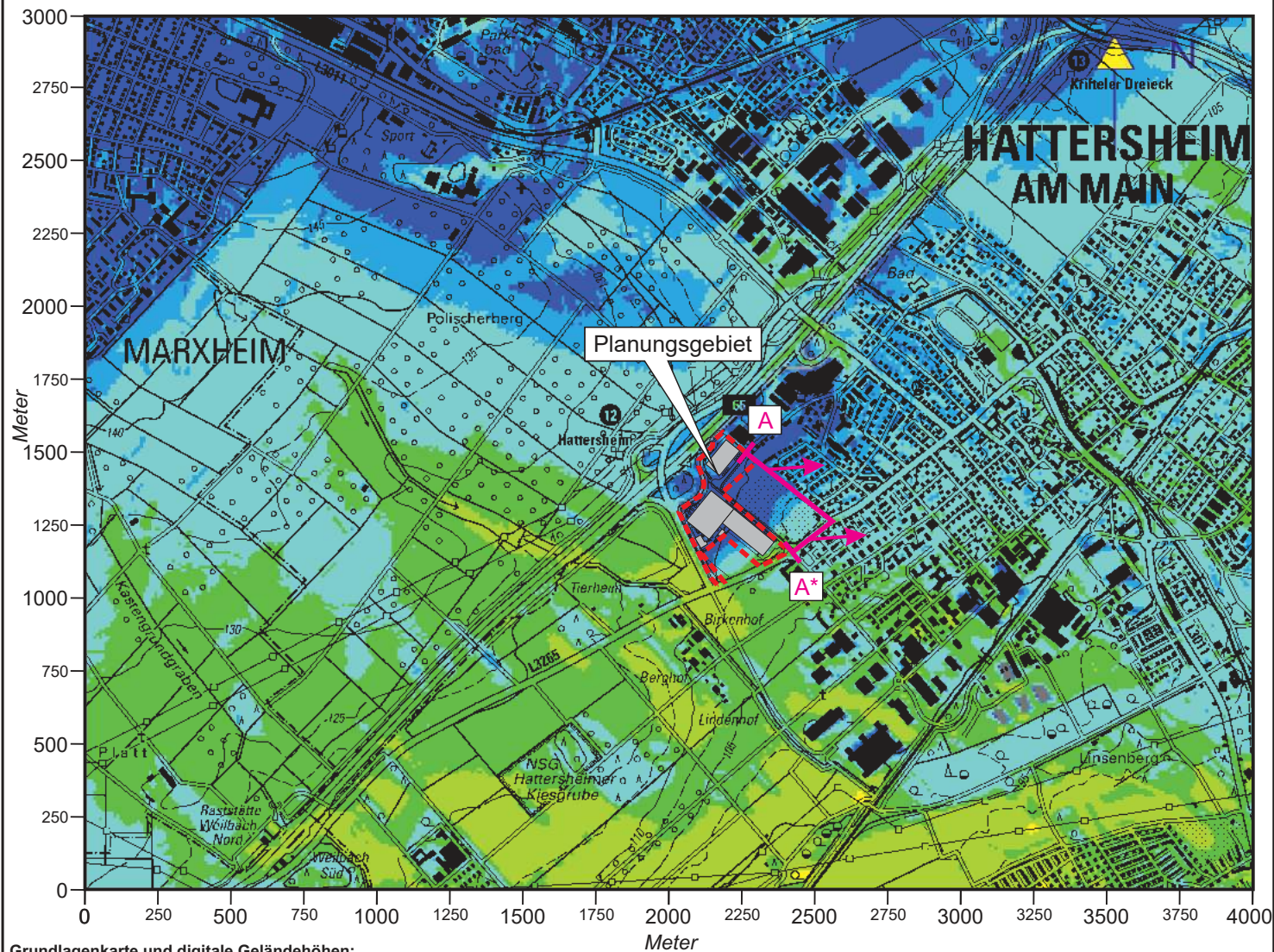
DWD Deutscher
 Wetterdienst
 Modell KLAM_21
 V2.012

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



ÖKOPLANA

Abb. 16.2 Plan-Zustand - Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen
Kaltluftvolumenstromdichte in der 2. Nachthälfte (6 Std. nach einsetzender
Kaltluftbildung)



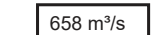
Grundlagenkarte und digitale Geländehöhen:
 Hess. Landesamt für Bodenmanagement
 und Geoinformation

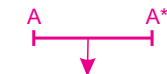
 Planungsgebiet

Kaltluftvolumen-
 stromdichte in $\text{m}^3/\text{m}^2 \text{ s}$

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

Kaltluftvolumenstrom

 658 m^3/s

 A A*

Bewertungsprofil
 im Luv des Kaltluftziel-
 gebiets in Fließrichtung

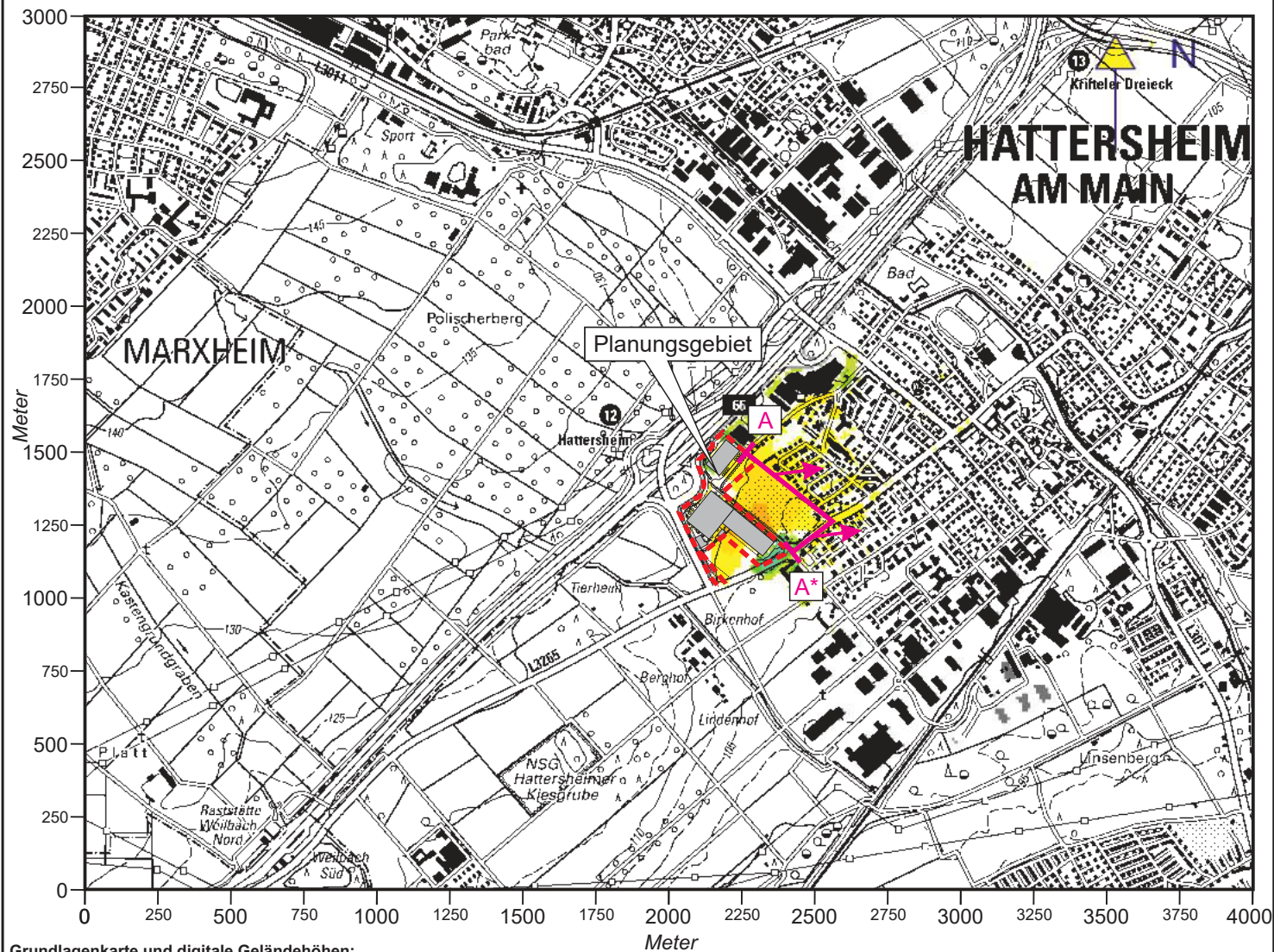
 DWD Deutscher
 Wetterdienst
 Modell KLAM_21
 V2.012

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



ÖKOPLANA

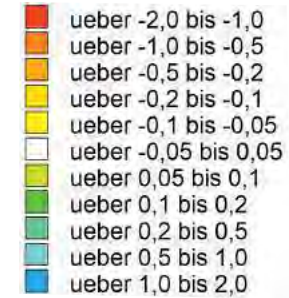
Abb. 16.3 Vorher-Nachher-Vergleich - Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen
Planungsbedingte Veränderung der Kaltluftfließgeschwindigkeit 2 m ü.G. und des
Kaltluftvolumenstroms in der 2. Nachthälfte (6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung)



Grundlagenkarte und digitale Geländehöhen:
 Hess. Landesamt für Bodenmanagement
 und Geoinformation

 Planungsgebiet

Planungsbedingte
 Zu- bzw. Abnahme der
 Kaltluftfließgeschwindigkeit
 in m/s



Relative Abnahme des
 Kaltluftvolumenstroms
 gegenüber dem Ist-Zustand



Bewertungsprofil
 im Luv des Kaltluftziel-
 gebiets in Fließrichtung

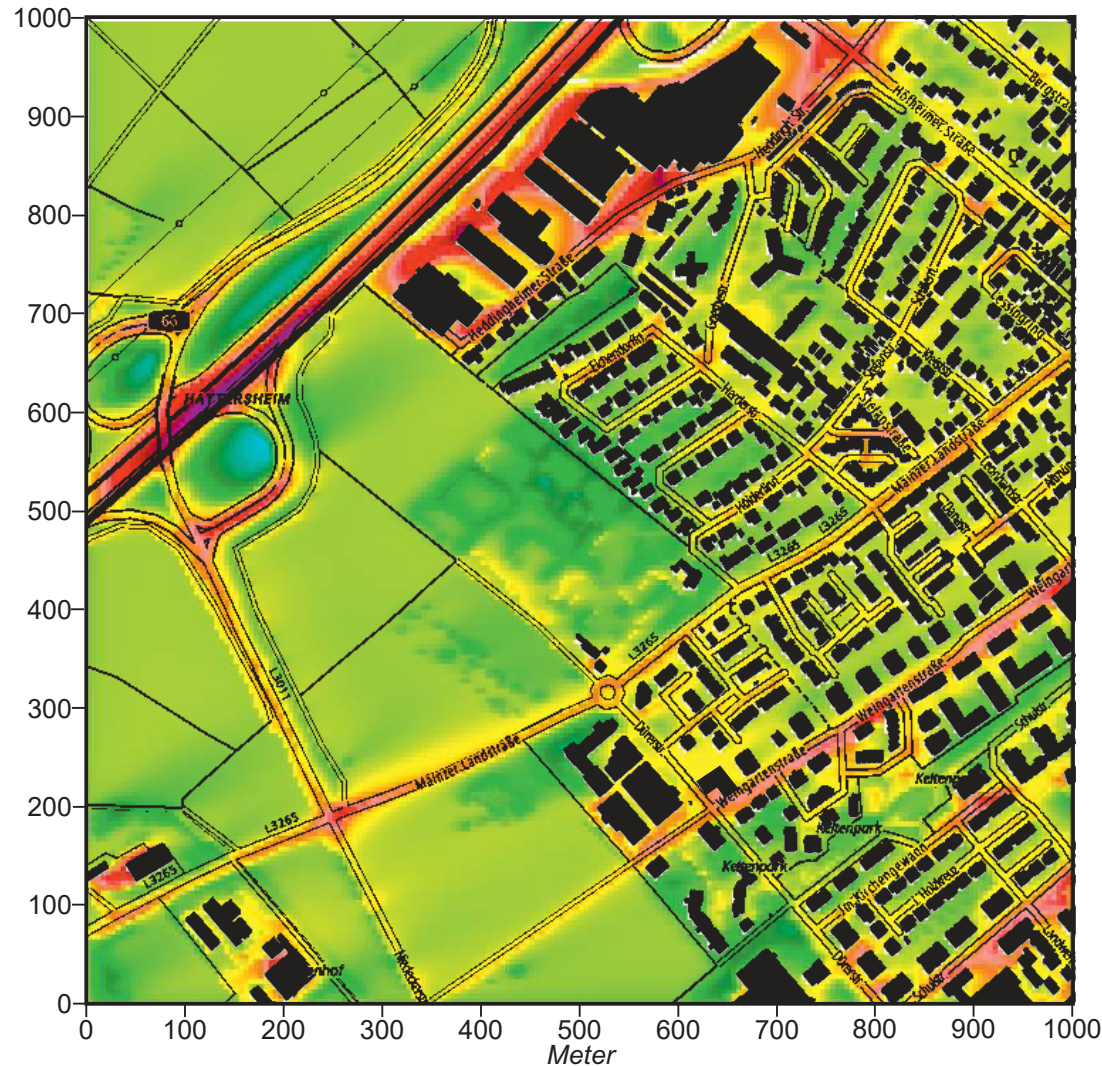


Deutscher
 Wetterdienst
 Modell KLAM_21
 V2.012

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim

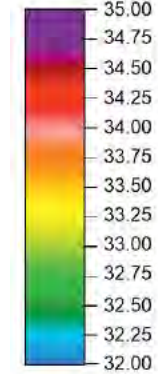


Abb. 17.1 Ist-Zustand - Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen
Lufttemperatur 1.5 m ü.G., 16:00 Uhr an einem heißen Sommertag
Windanströmung aus Westsüdwesten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Geplante Baukörper

Lufttemperatur in °C



Anströmungsrichtung

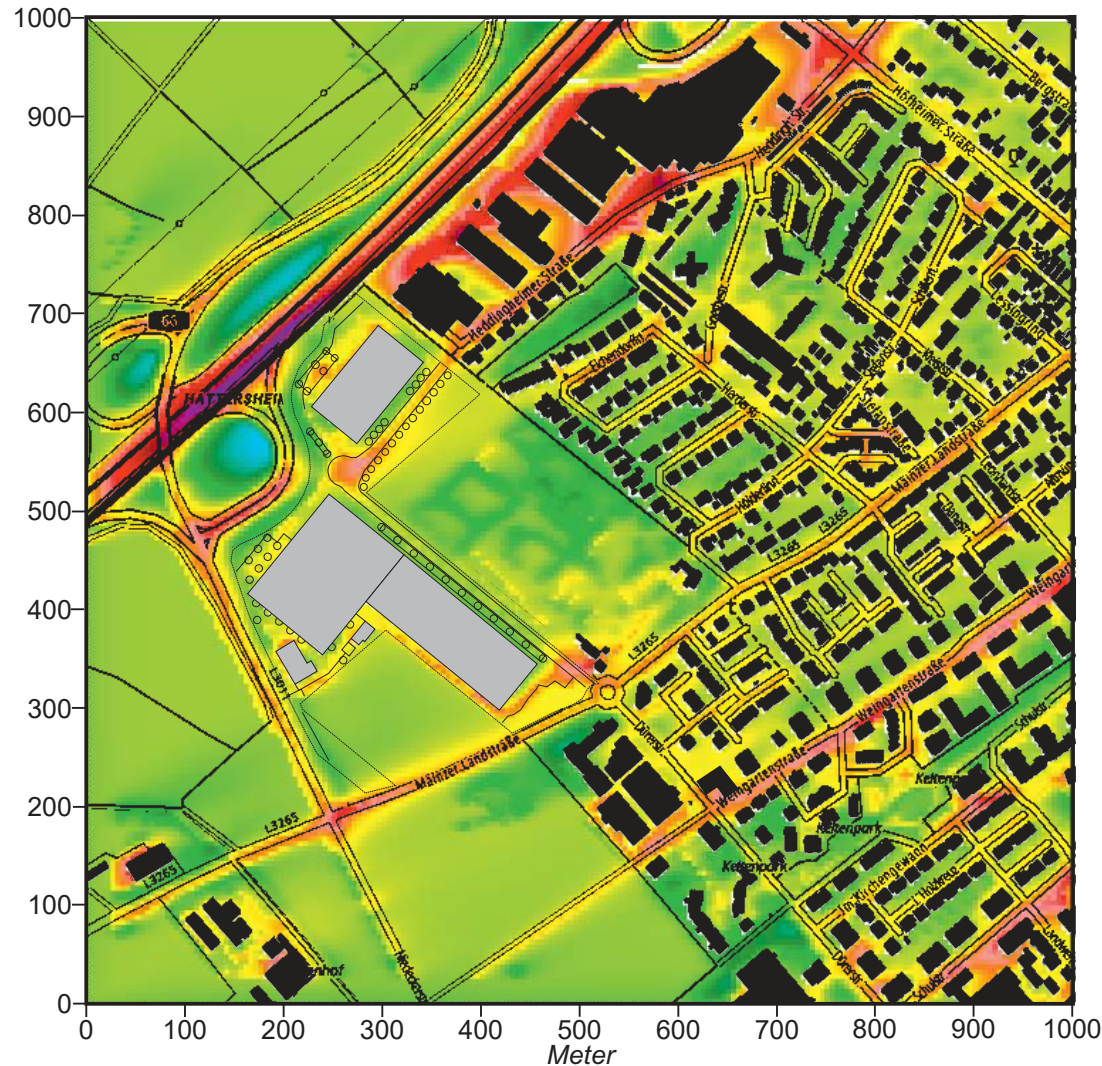
Grundlagenkarte:
 Hess. Landesamt für Bodenmanagement
 und Geoinformation

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



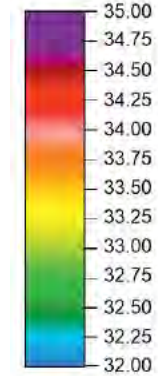
ÖKOPLANA

Abb. 17.2 Plan-Zustand - Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen
 Lufttemperatur 1.5 m ü.G., 16:00 Uhr an einem heißen Sommertag
 Windanströmung aus Westsüdwesten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Geplante Baukörper

Lufttemperatur in °C



Anströmungsrichtung

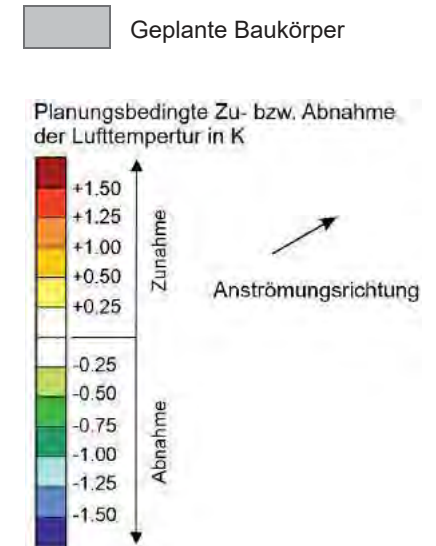
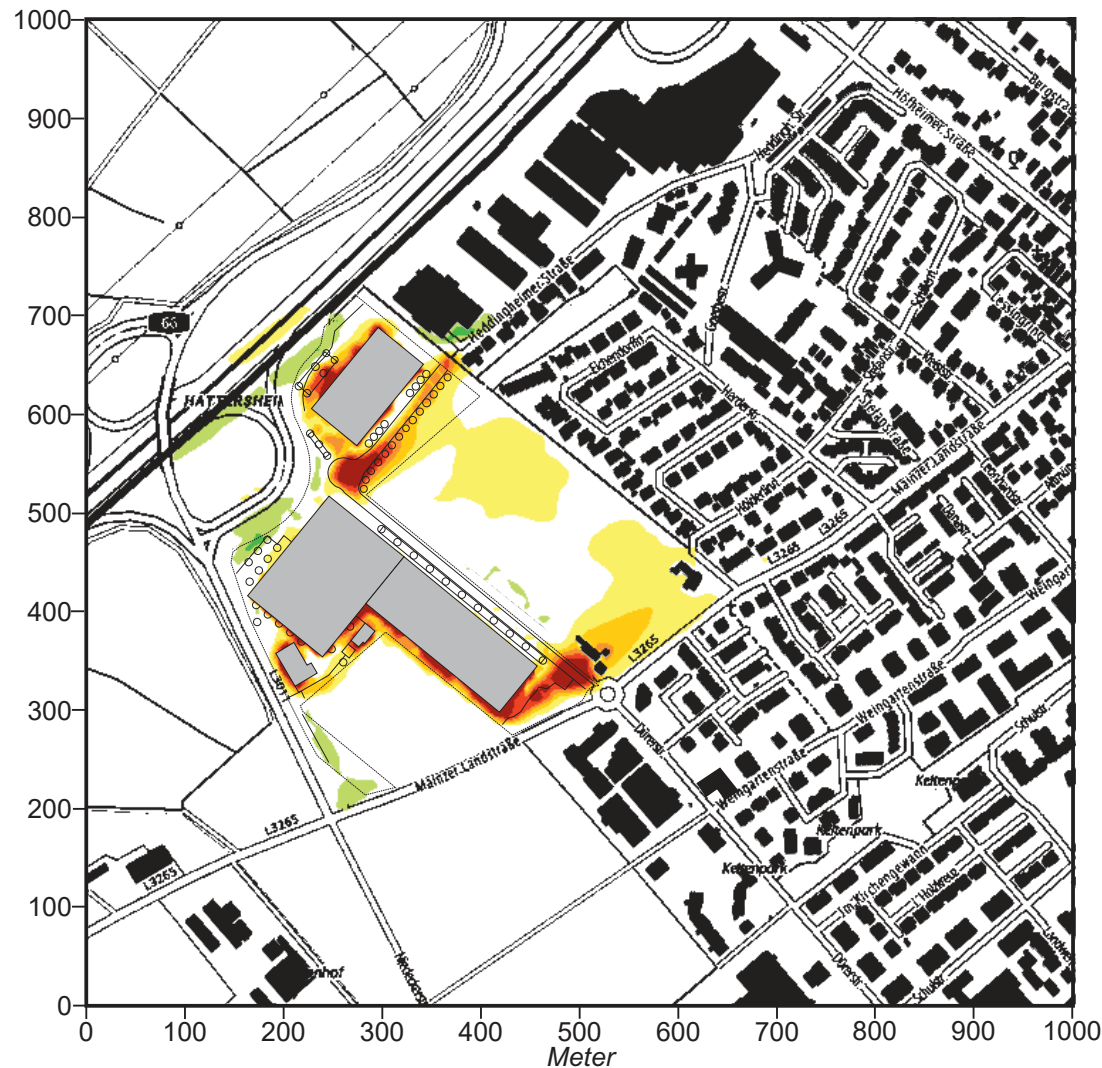
Grundlagenkarte:
 Hess. Landesamt für Bodenmanagement
 und Geoinformation

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



ÖKOPLANA

Abb. 17.3 Vorher-Nachher-Vergleich - Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen
 planungsbedingte Veränderung der Lufttemperatur 1.5 m ü.G., 16:00 Uhr an einem heißen Sommertag
 Windanströmung aus Westsüdwesten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

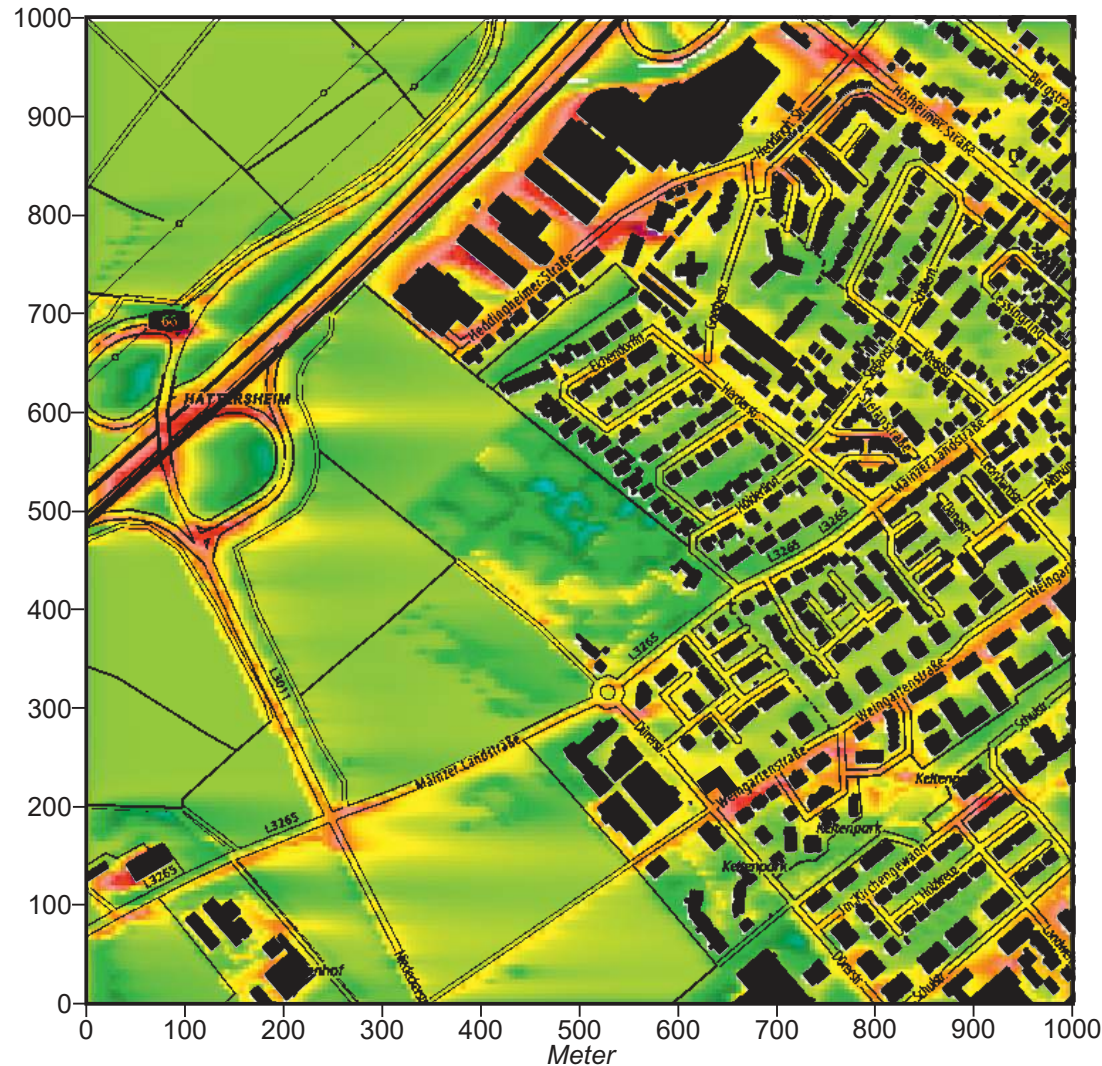


Grundlagenkarte:
 Hess. Landesamt für Bodenmanagement
 und Geoinformation

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim

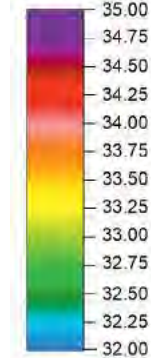


Abb. 18.1 Ist-Zustand - Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen
Lufttemperatur 1.5 m ü.G., 16:00 Uhr an einem heißen Sommertag
Windanströmung aus Westen mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Geplante Baukörper

Lufttemperatur in °C



Anströmungsrichtung

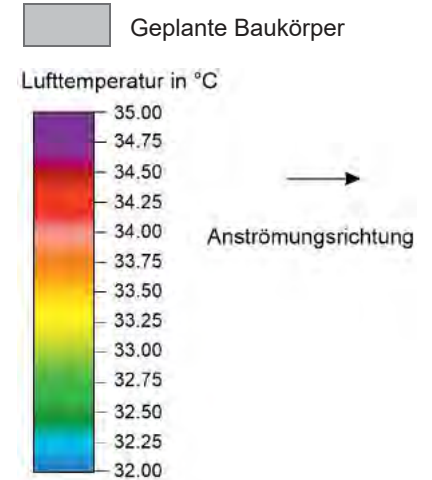
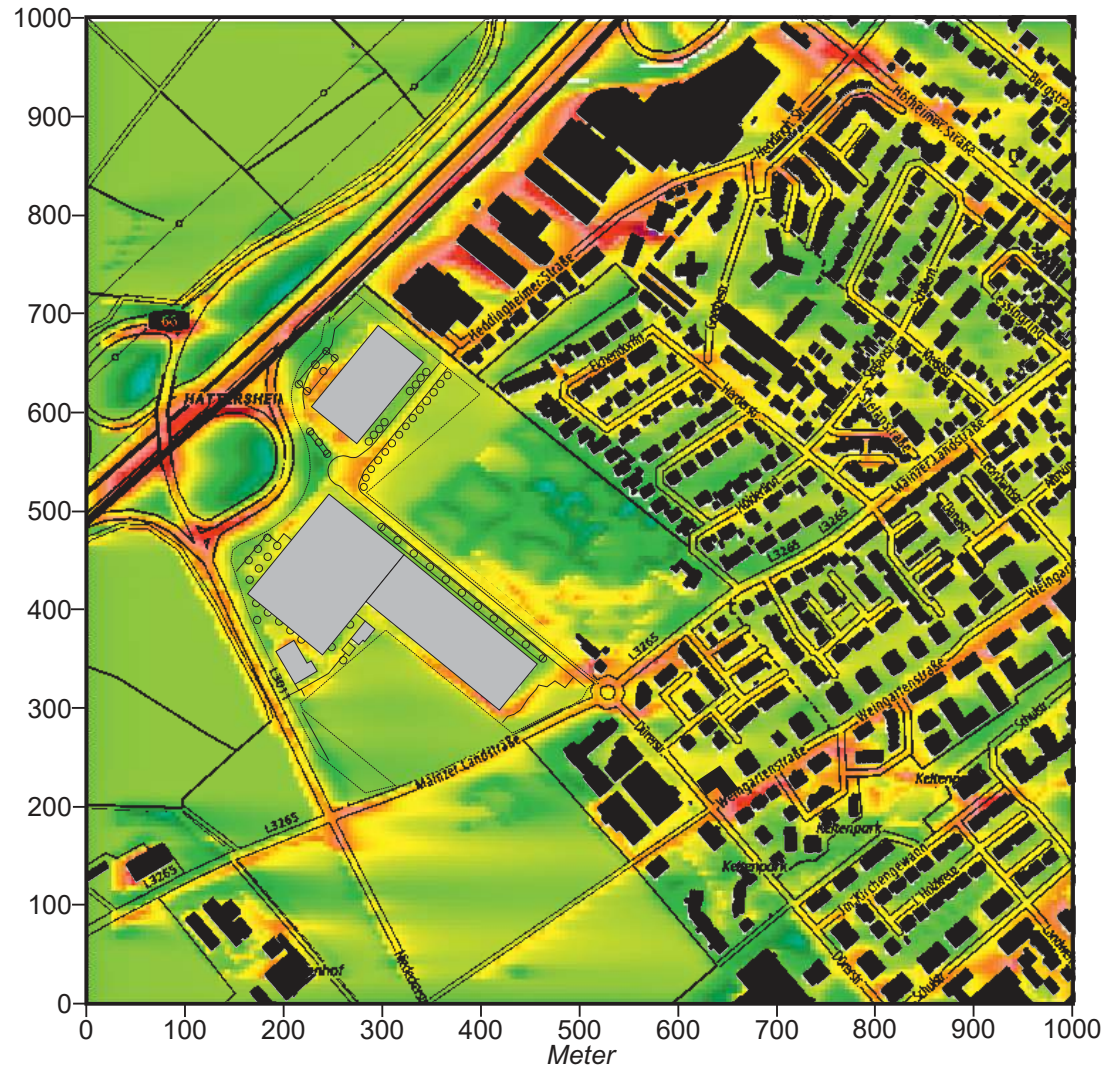
Grundlagenkarte:
 Hess. Landesamt für Bodenmanagement
 und Geoinformation

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



ÖKOPLANA

Abb. 18.2 Plan-Zustand - Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen
 Lufttemperatur 1.5 m ü.G., 16:00 Uhr an einem heißen Sommertag
 Windanströmung aus Westen mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

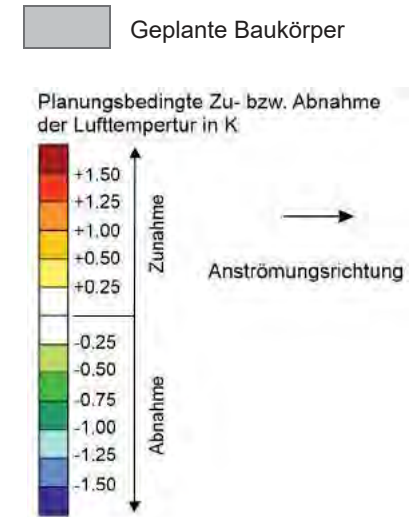
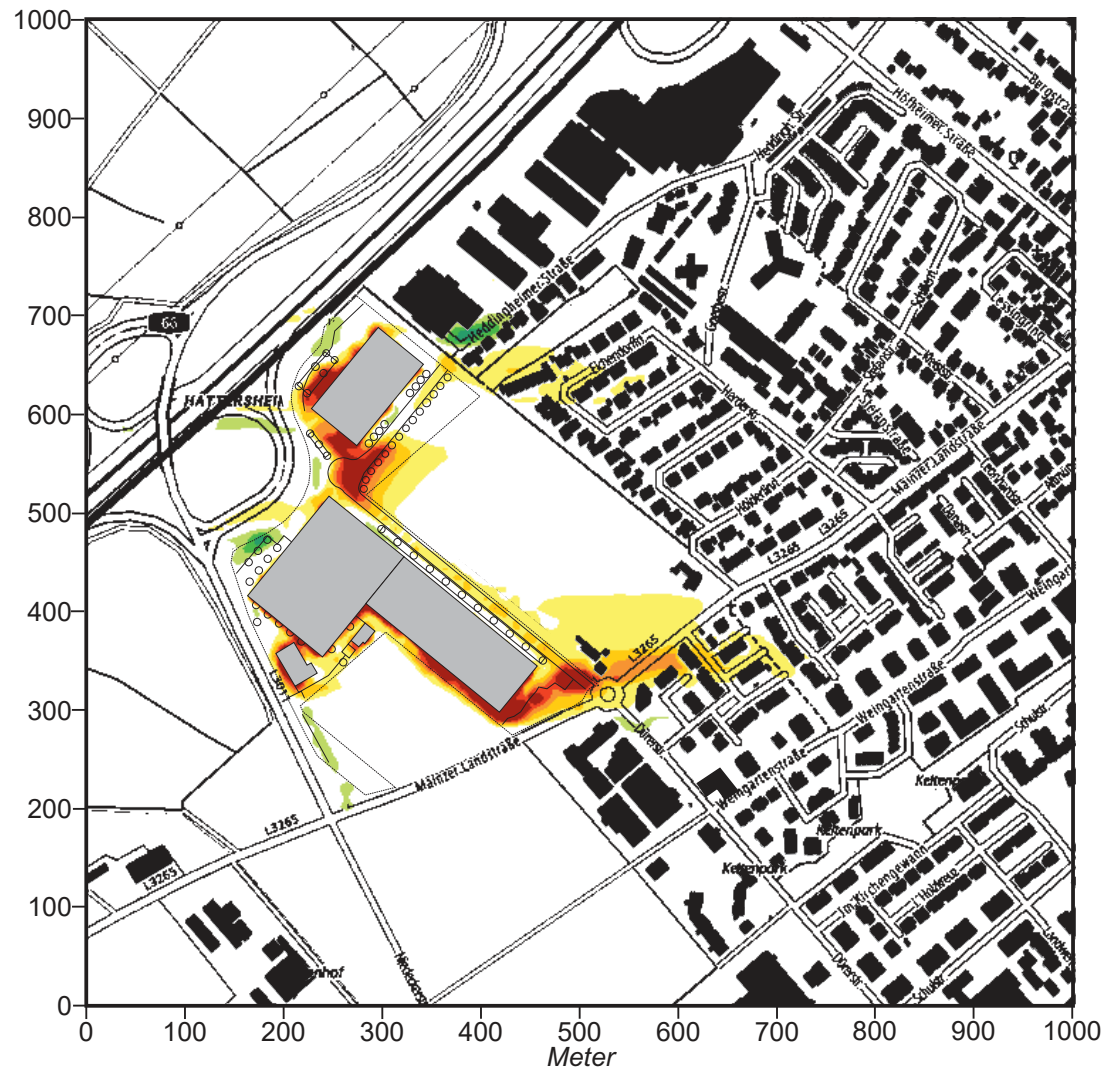


Grundlagenkarte:
 Hess. Landesamt für Bodenmanagement
 und Geoinformation

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



Abb. 18.3 Vorher-Nachher-Vergleich - Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen
 planungsbedingte Veränderung der Lufttemperatur 1.5 m ü.G., 16:00 Uhr an einem heißen Sommertag
 Windanströmung aus Westen mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

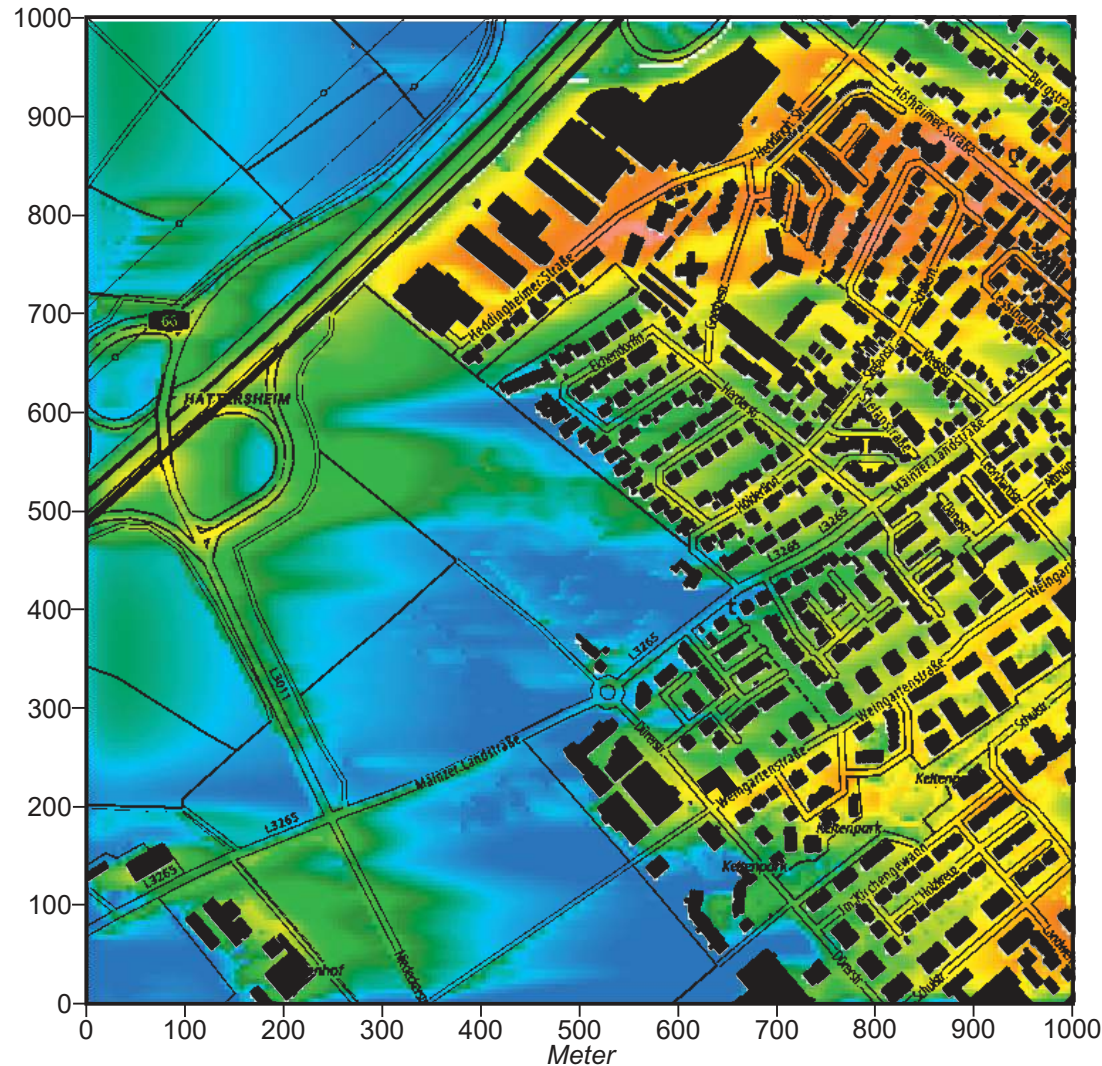


Grundlagenkarte:
 Hess. Landesamt für Bodenmanagement
 und Geoinformation

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim

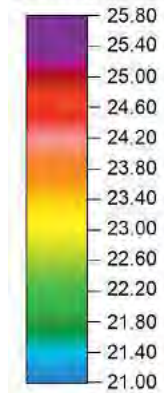


Abb. 19.1 Ist-Zustand - Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen
Lufttemperatur 1.5 m ü.G., 23:00 Uhr in einer warmen Sommernacht
Windanströmung aus Westen mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.



Geplante Baukörper

Lufttemperatur in °C



Anströmungsrichtung

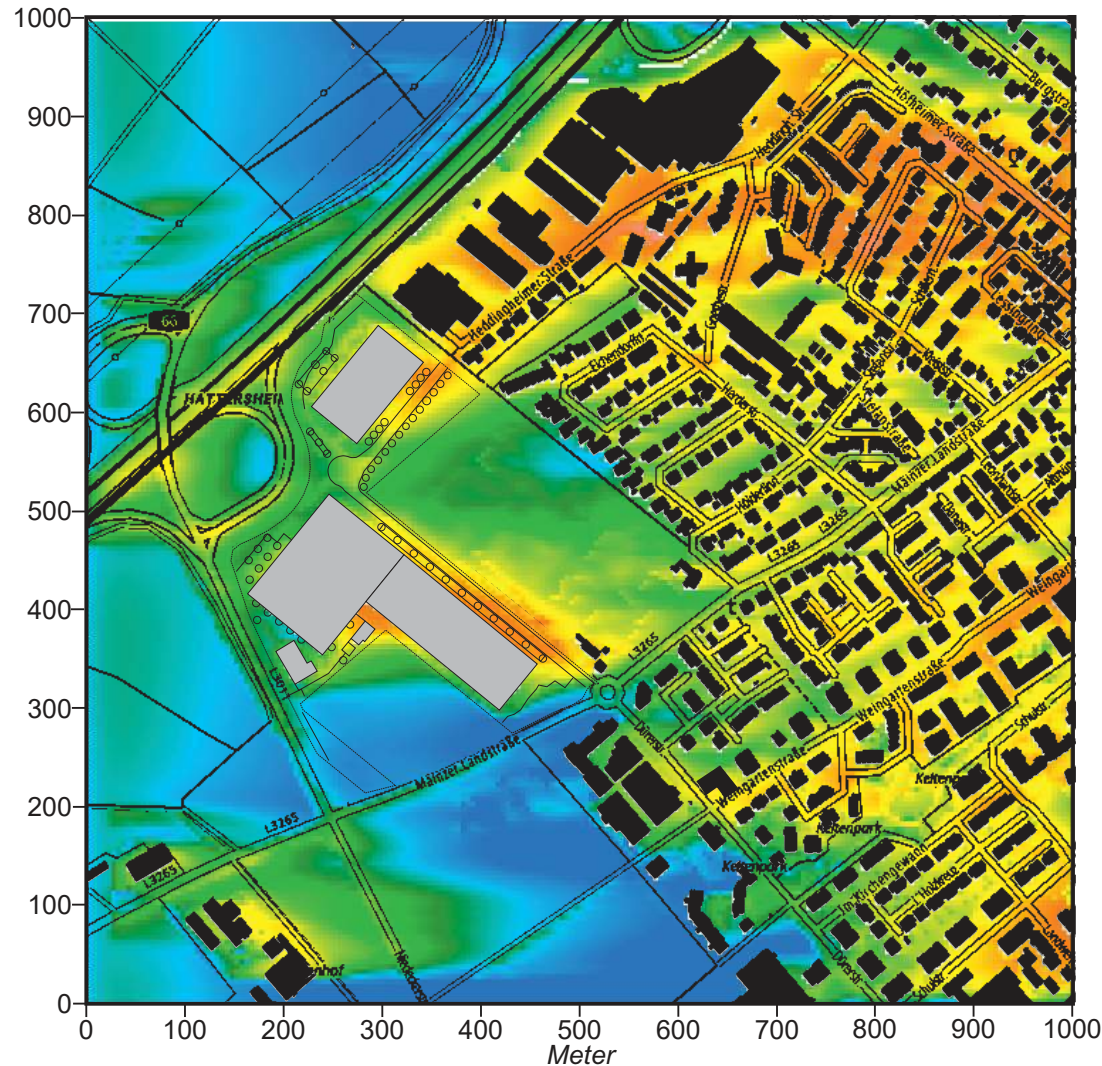
Grundlagenkarte:
 Hess. Landesamt für Bodenmanagement
 und Geoinformation

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



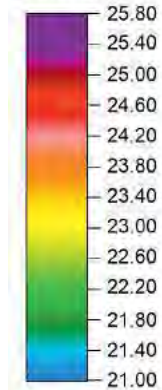
ÖKOPLANA

Abb. 19.2 Plan-Zustand - Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen
Lufttemperatur 1.5 m ü.G., 23:00 Uhr in einer warmen Sommernacht
Windanströmung aus Westen mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.



Geplante Baukörper

Lufttemperatur in °C



Anströmungsrichtung

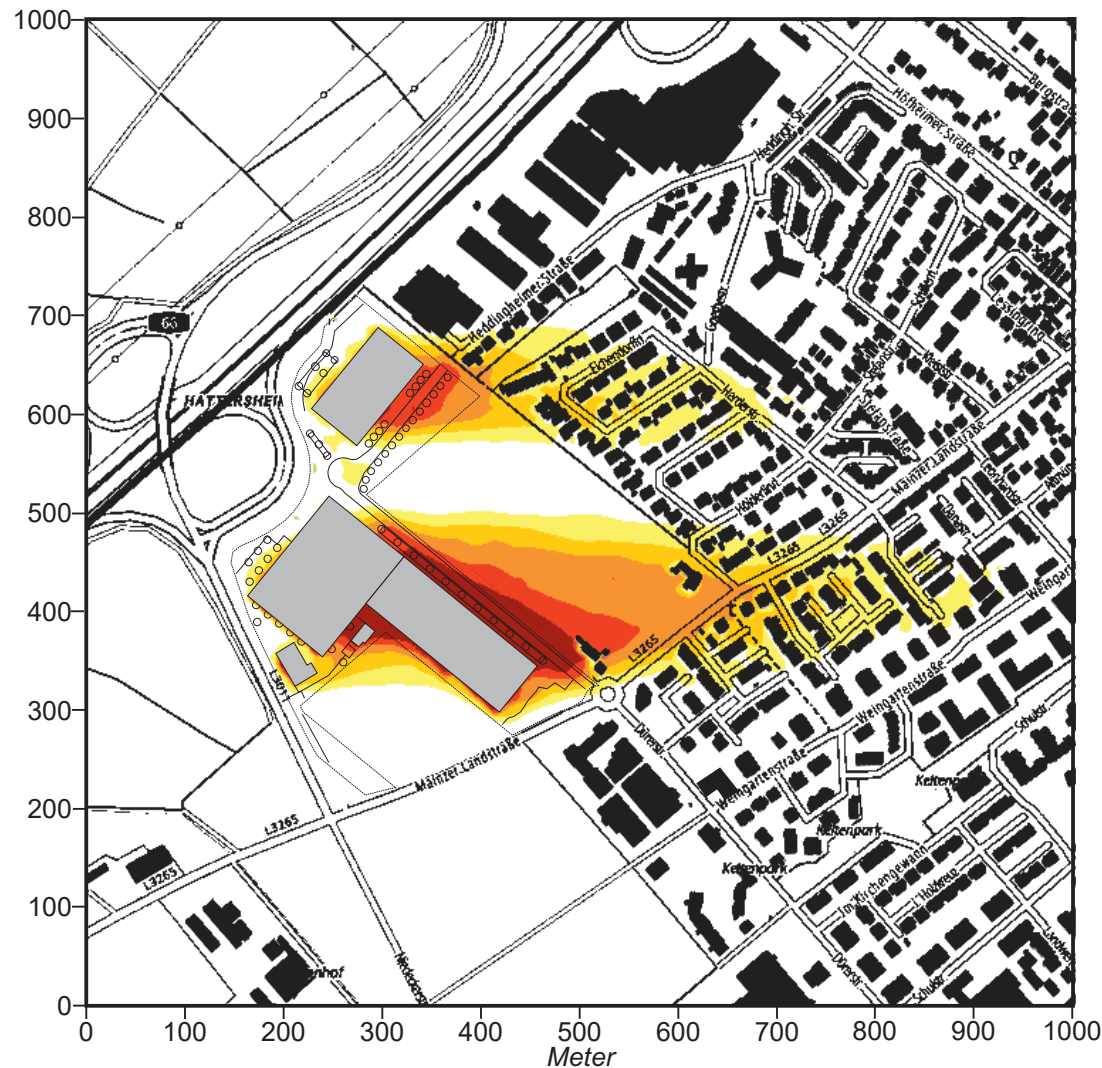
Grundlagenkarte:
 Hess. Landesamt für Bodenmanagement
 und Geoinformation

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



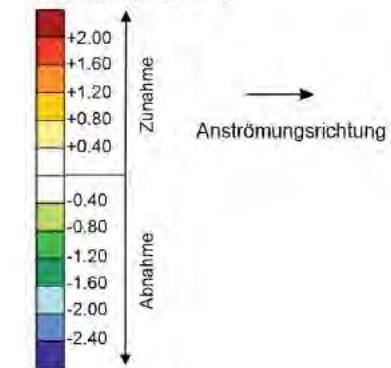
ÖKOPLANA

Abb. 19.3 Vorher-Nachher-Vergleich - Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen
 planungsbedingte Veränderung der Lufttemperatur 1.5 m ü.G., 23:00 Uhr in einer warmen Sommernacht
 Windanströmung aus Westen mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.



Geplante Baukörper

Planungsbedingte Zu- bzw. Abnahme
 der Lufttemperatur in K



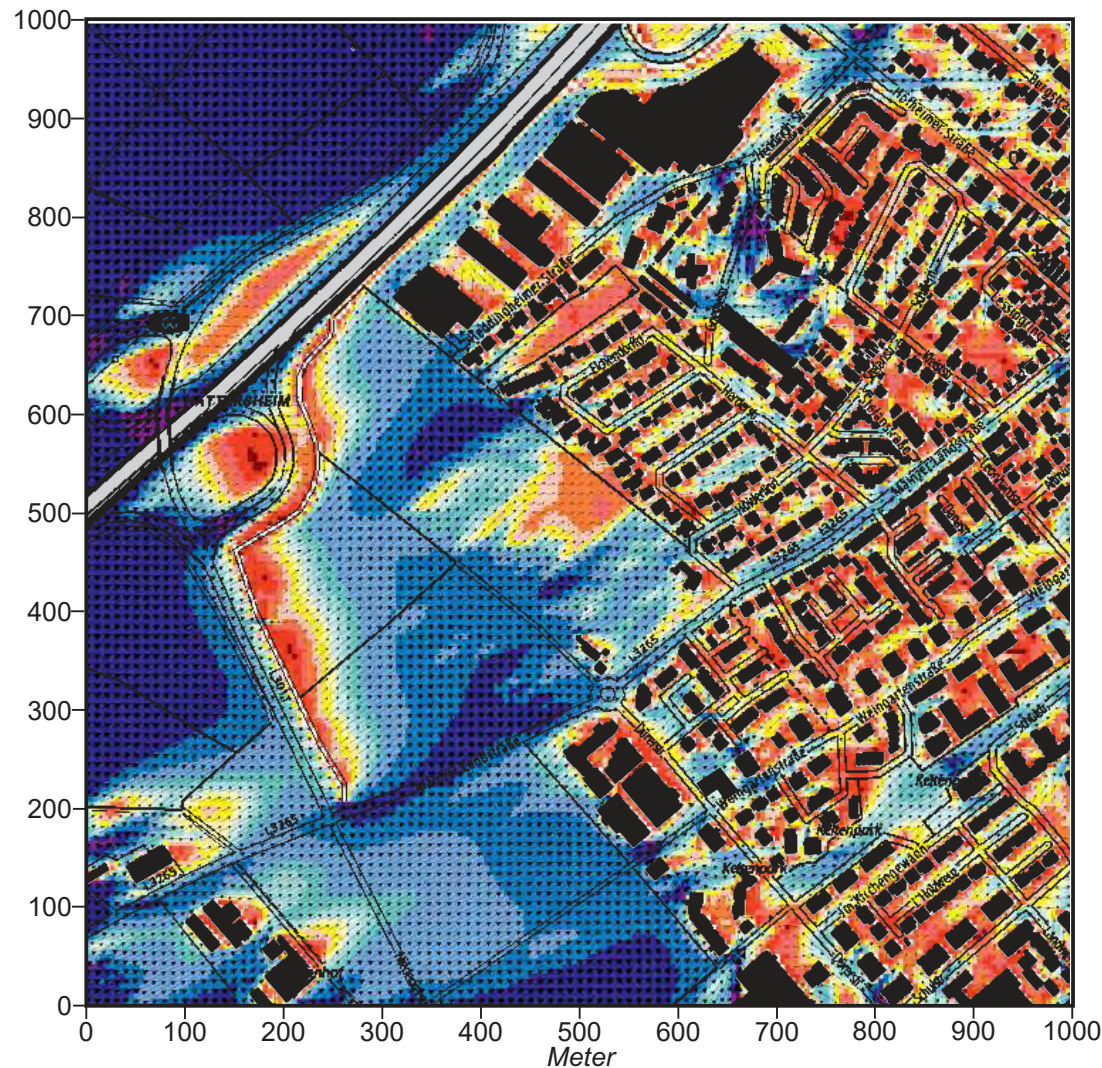
Grundlagenkarte:
 Hess. Landesamt für Bodenmanagement
 und Geoinformation

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



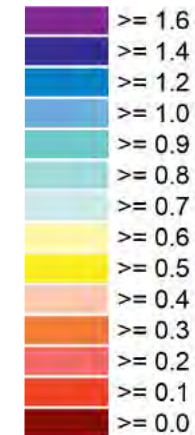
ÖKOPLANA

Abb. 20.1 Ist-Zustand - Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen
Windgeschwindigkeit 1.5 m ü.G., Windanströmung aus Westsüdwesten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Geplante Baukörper

Windgeschwindigkeit
in m/s



Anströmungsrichtung

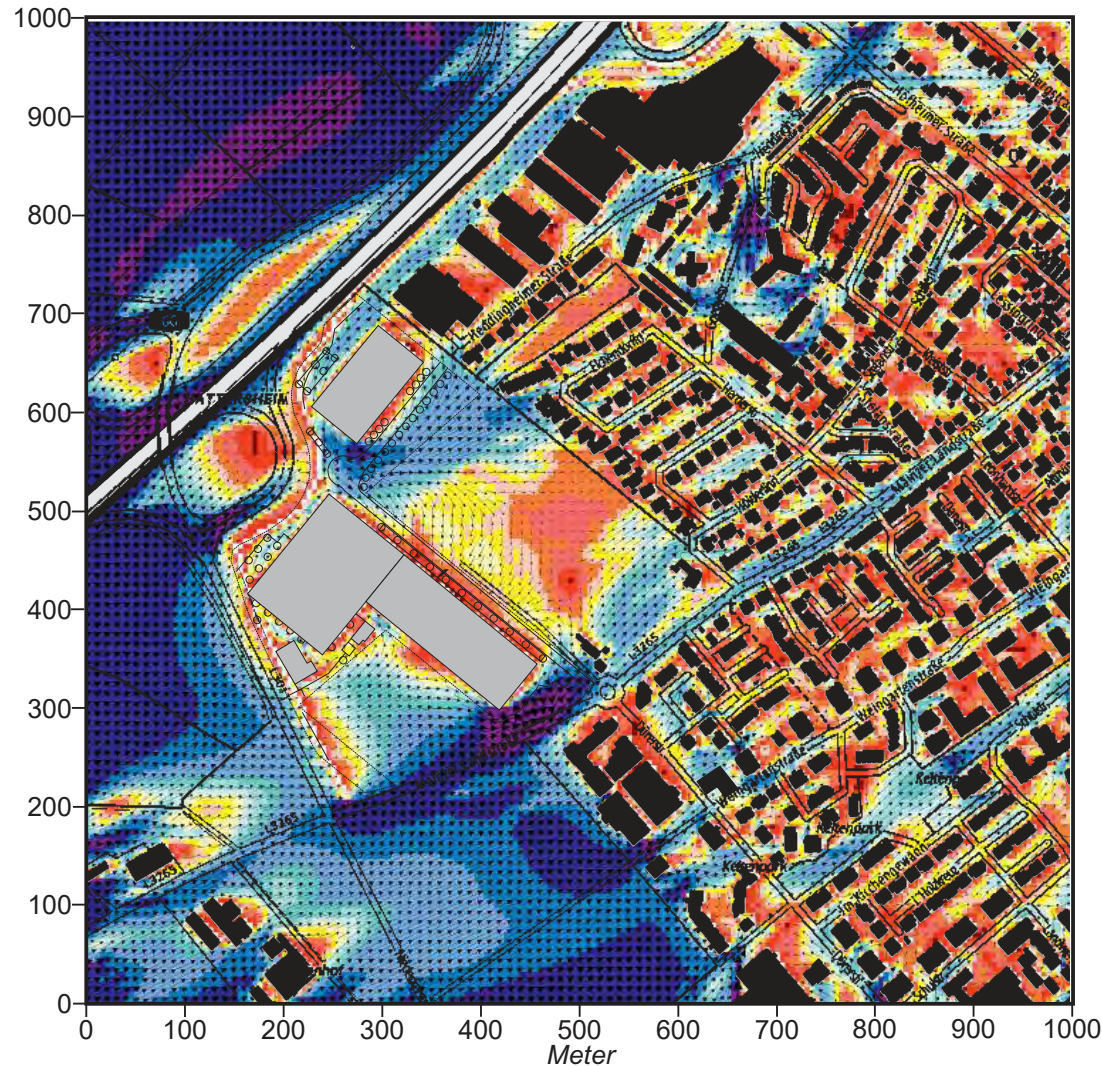
Grundlagenkarte:
Hess. Landesamt für Bodenmanagement
und Geoinformation

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
„Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



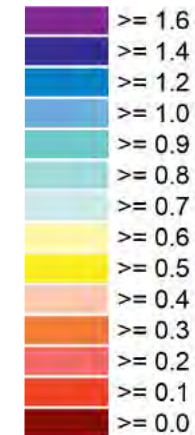
ÖKOPLANA

Abb. 20.2 Plan-Zustand - Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen
 Windgeschwindigkeit 1.5 m ü.G., Windanströmung aus Westsüdwesten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Geplante Baukörper

Windgeschwindigkeit
in m/s



Anströmungsrichtung

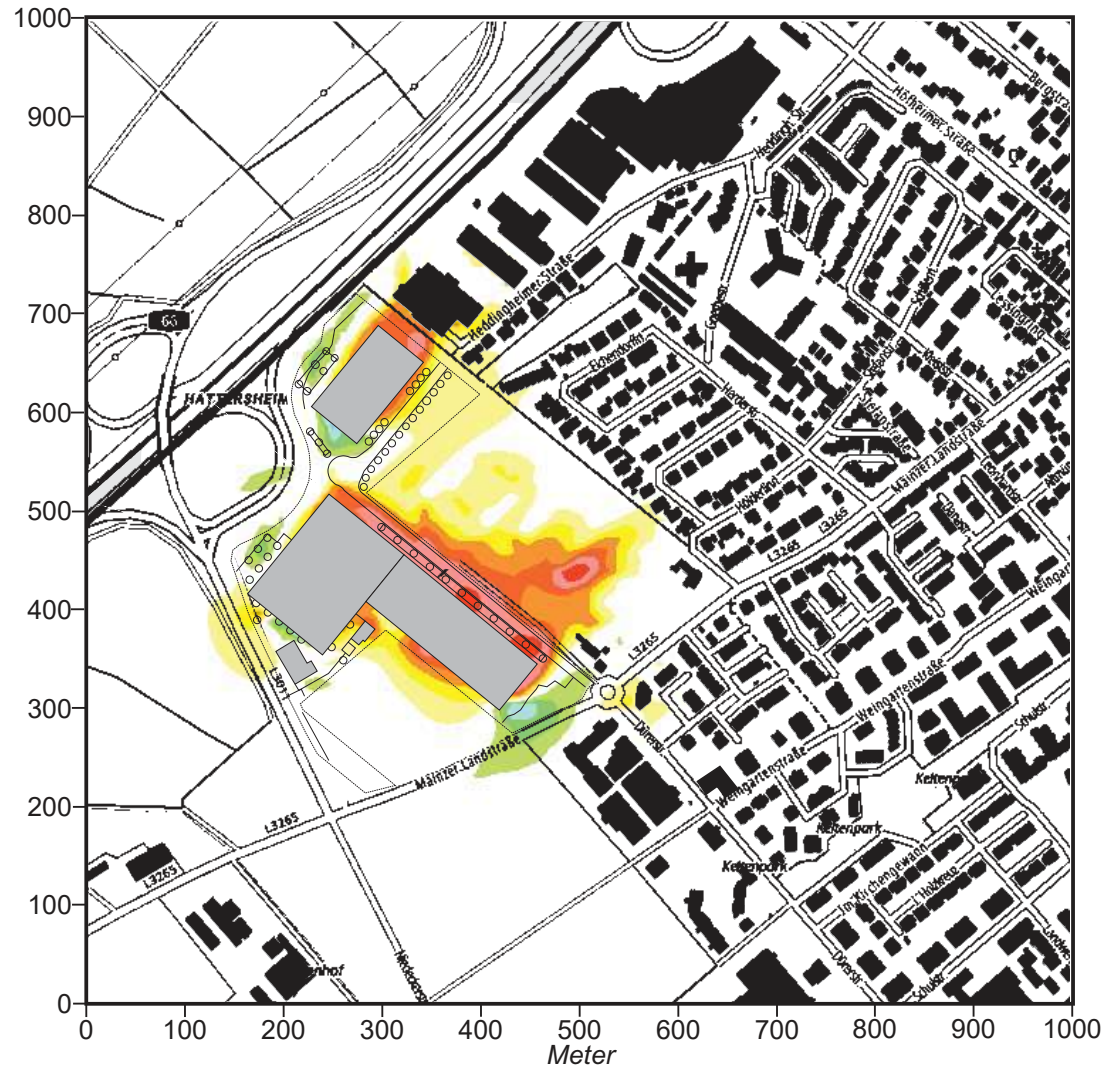
Grundlagenkarte:
Hess. Landesamt für Bodenmanagement
und Geoinformation

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
„Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



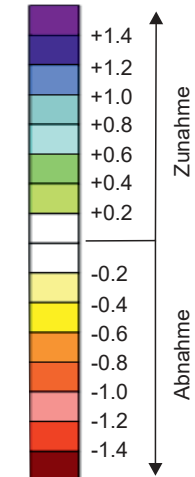
ÖKOPLANA

Abb. 20.3 Vorher-Nachher-Vergleich - Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen
Planungsbedingte Veränderung der Windgeschwindigkeit 1.5 m ü.G.,
Windanströmung aus Westsüdwesten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Geplante Baukörper

Zu- bzw. Abnahme der Windgeschwindigkeit in m/s



Anströmungsrichtung

Grundlagenkarte:
 Hess. Landesamt für Bodenmanagement
 und Geoinformation

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim

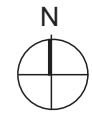
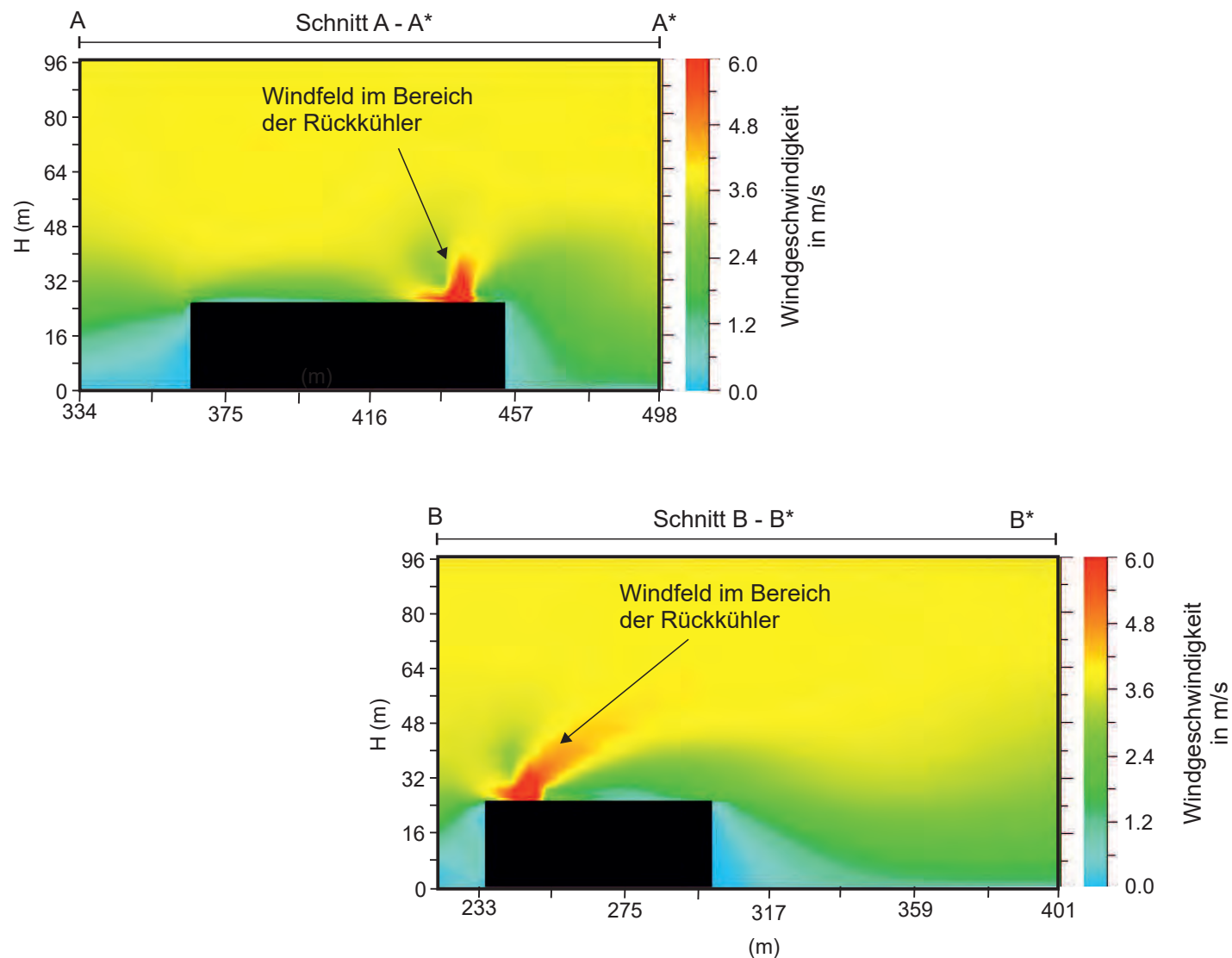
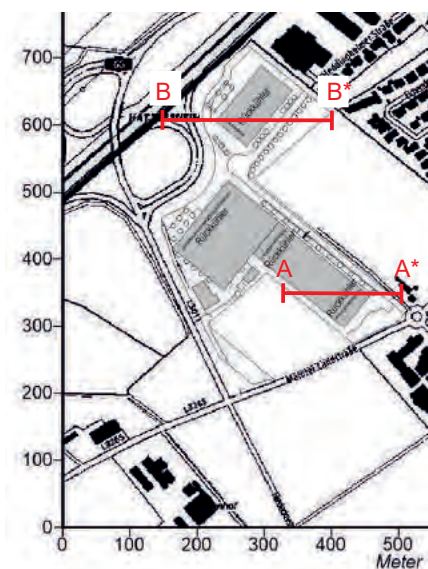


Abb. 20.4 Plan-Zustand - Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen
Vertikalschnitte A - A* und B - B* der Windgeschwindigkeiten, Windanströmung aus Westsüdwesten
mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Lage der Schnitte



Grundlagenkarte:
Hess. Landesamt für Bodenmanagement
und Geoinformation

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
„Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



Abb. 20.5 Vorher-Nachher-Vergleich - Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen
Bereiche mit Abschwächung der Windgeschwindigkeit durch die Rückkühler auf den Rechenzentren 26 m ü.G.,
Windanströmung aus Westsüdwesten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



 Geplante Baukörper

Bereich mit Abnahme der horizontalen Windgeschwindigkeit durch die Rückkühler am Tag



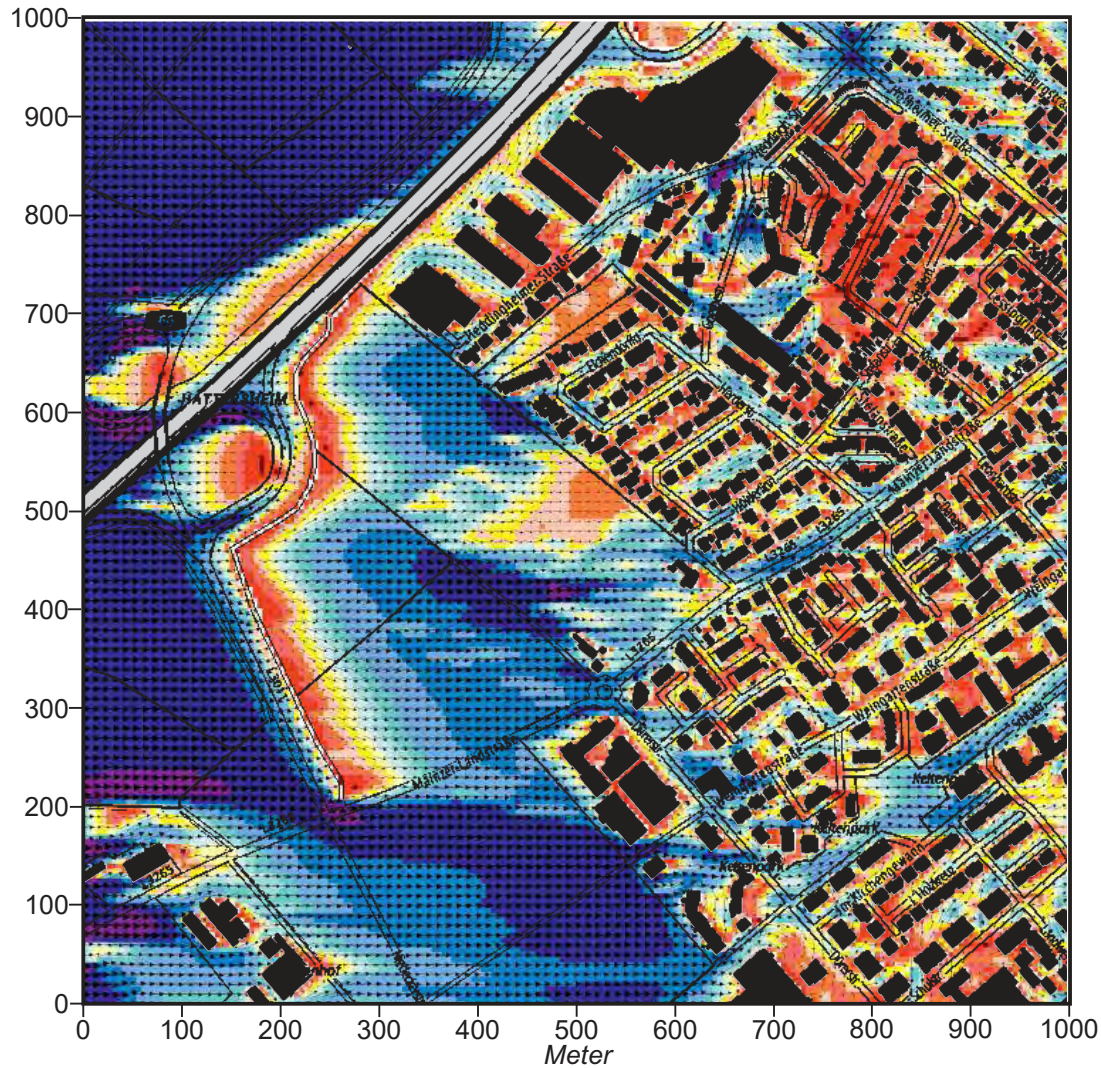
 Anströmungsrichtung

Grundlagenkarte:
 Hess. Landesamt für Bodenmanagement
 und Geoinformation

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim

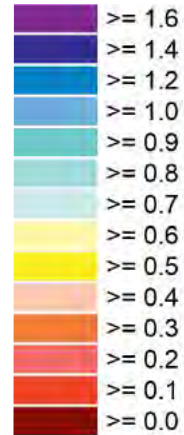


Abb. 21.1 Ist-Zustand - Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen
Windgeschwindigkeit 1.5 m ü.G., Windanströmung aus Westen mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



 Geplante Baukörper

**Windgeschwindigkeit
in m/s**



Anströmungsrichtung

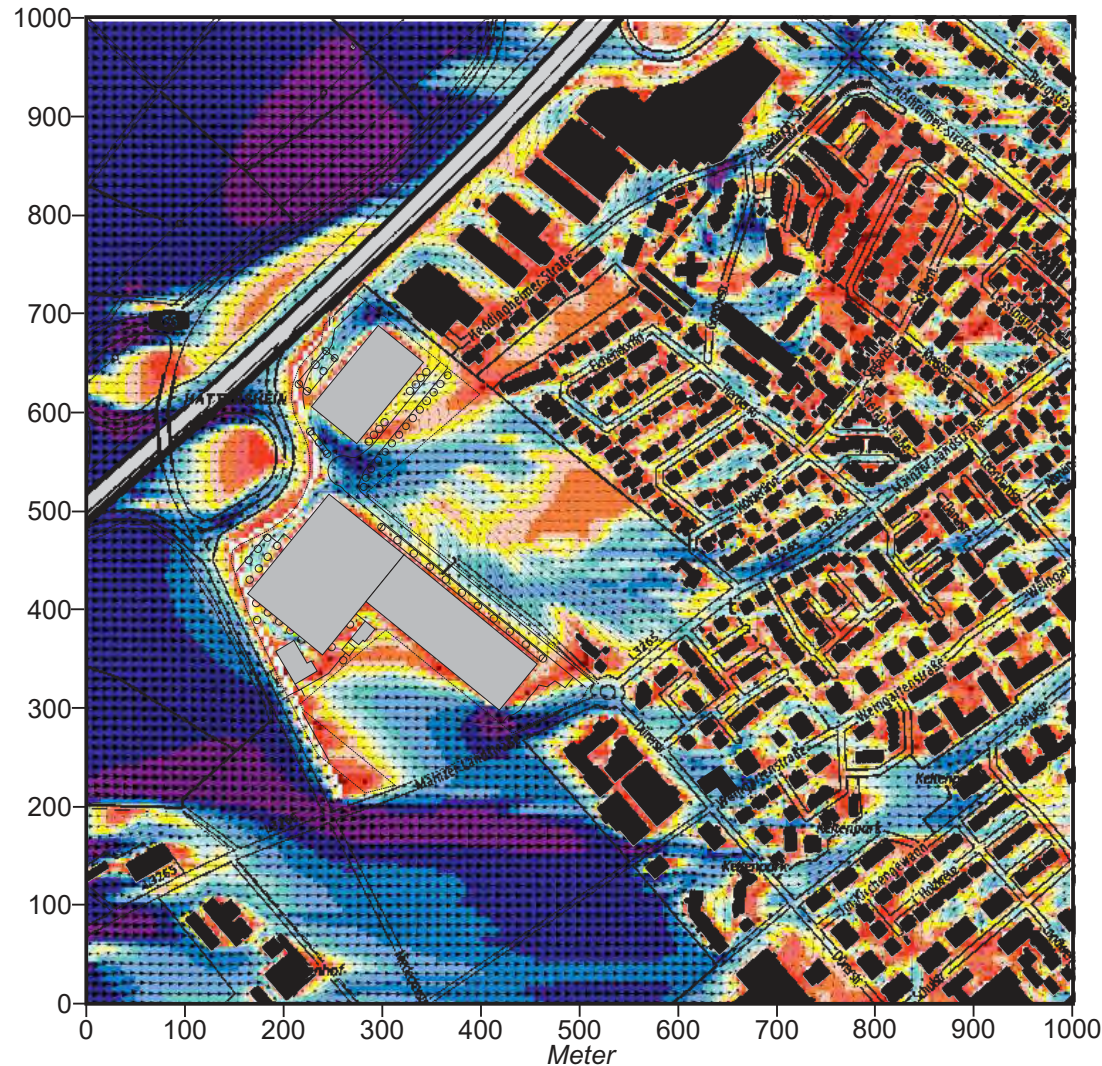
Grundlagenkarte:
Hess. Landesamt für Bodenmanagement
und Geoinformation

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
„Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



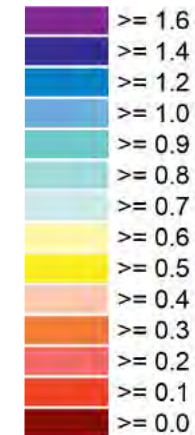
- ÖKOPLANA -

Abb. 21.2 Plan-Zustand - Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen
Windgeschwindigkeit 1.5 m ü.G., Windanströmung aus Westen mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Geplante Baukörper

**Windgeschwindigkeit
in m/s**



→
Anströmungsrichtung

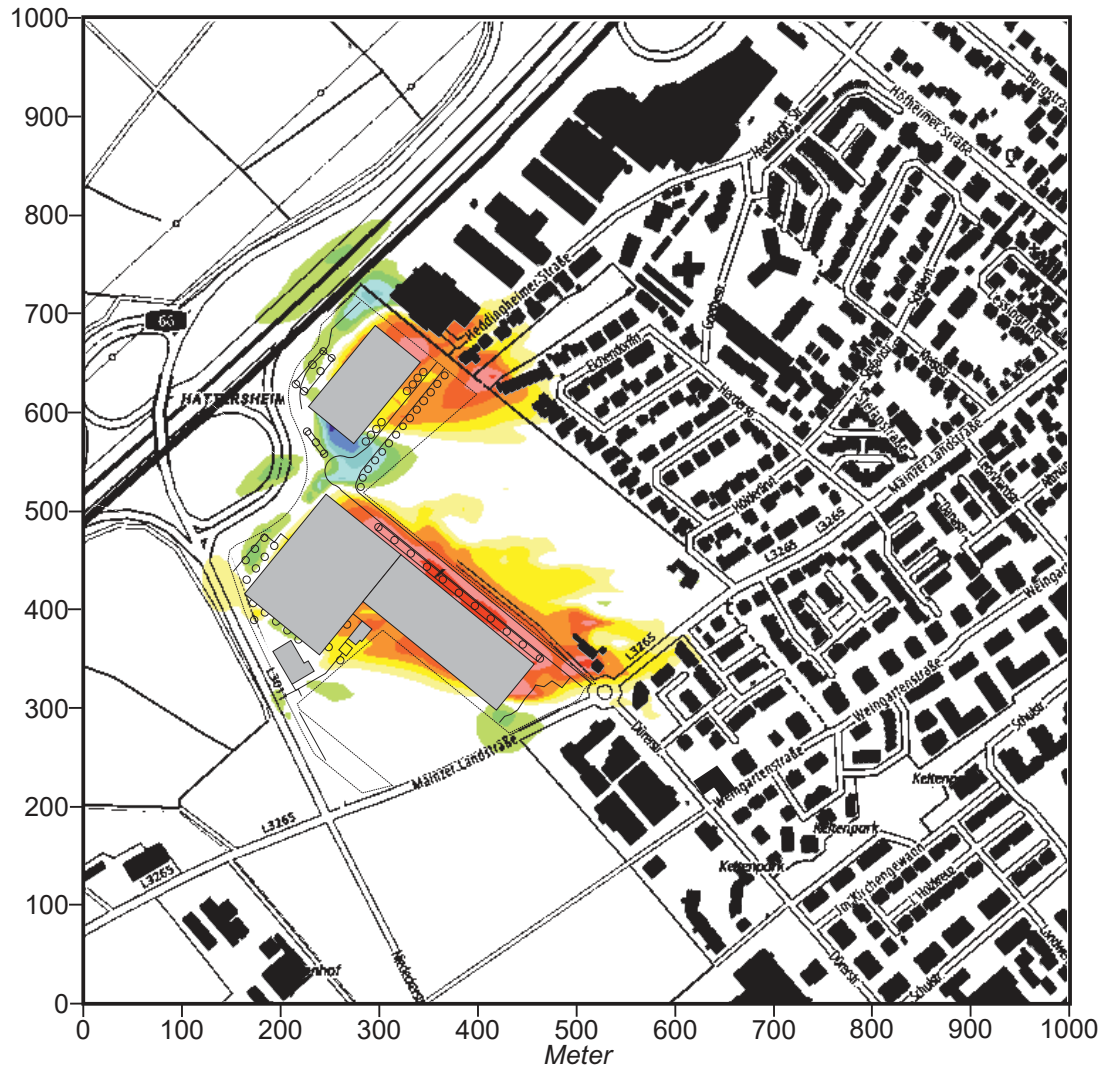
Grundlagenkarte:
 Hess. Landesamt für Bodenmanagement
 und Geoinformation

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
 „Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



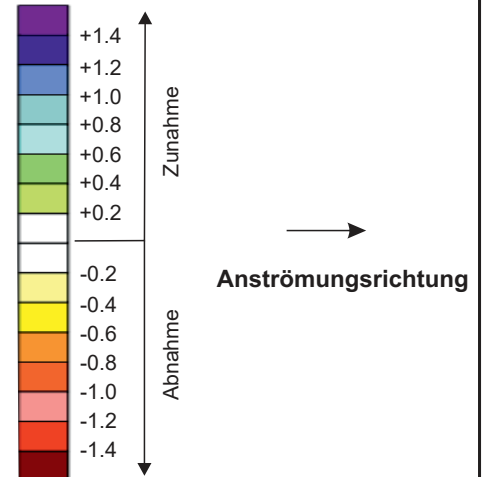
ÖKOPLANA

Abb. 21.3 Vorher-Nachher-Vergleich - Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen
Planungsbedingte Veränderung der Windgeschwindigkeit 1.5 m ü.G.,
Windanströmung aus Westen mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



 Geplante Baukörper

**Zu- bzw. Abnahme der
Windgeschwindigkeit in m/s**



Grundlagenkarte:
Hess. Landesamt für Bodenmanagement
und Geoinformation

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan N116
„Erweiterung Gewerbegebiet Nord“ in Hattersheim



- ÖKOPLANA -