

ÖKOPLANA

KLIMAÖKOLOGIE
LUFTHYGIENE
UMWELTPLANUNG

KLIMAGUTACHTEN ZUM VORHABENBEZOGENEN BEBAUUNGSPLAN „OBER DEM ENGELWASSER“ IN ILVESHEIM



Vorhabenträger:

Götz Ingenieur GmbH
Roßlauer Weg 2-4
68309 Mannheim

Bearbeitet von:

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

Mannheim, 22. September 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: DEUTDE3333

Steuernummer: 37137/44979

Inhalt	Seite
1 Aufgabenstellung	1
2 Planungsgebiet und Planungsentwurf	3
3 Untersuchungsmethodik	5
4 Klimaökologische Analyse	8
4.1 Allgemeine klimatische Bedingungen im Raum Ilvesheim und Folgen des Klimawandels	8
4.2 Lokalklimatische Verhältnisse am Planungsstandort und in dessen Umfeld	11
5 Numerische Modellrechnungen zur kleinräumigen Dar- stellung der strömungsdynamischen und thermischen Folgerscheinungen des Planungsvorhabens	15
5.1 Modellrechnungen zur ortsspezifischen Belüftungssituation	15
5.1.1 Luftströmungen aus östlichen Richtungen	15
5.1.2 Luftströmungen aus nordnordöstlichen Richtungen	17
5.1.3 Luftströmungen aus westnordwestlichen Richtungen	18
5.2 Modellrechnungen zum örtlichen Lufttemperaturfeld	19
5.2.1 Thermische Situation an einem heißen Sommertag (16:00 Uhr) mit westnordwestlicher Luftströmung	20
5.2.2 Thermische Situation in einer warmen Sommernacht (23:00 Uhr) mit nordnordöstlicher Luftströmung	21
5.2.3 Lufttemperaturfeld in einer warmen Sommernacht (23:00 Uhr) mit schwacher westnordwestlicher Luftströmung	22
6 Zusammenfassung – Planung, planungsbedingte Klima- modifikationen, Bewertung und Planungsempfehlungen	24
6.1 Einfluss der geplanten Bebauung „Ober dem Engelwasser“ auf die klimaökologischen Funktionsabläufe und Bewertung	25
6.2 Planungsempfehlungen	28
Quellenverzeichnis / weiterführende Schriften	35

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1:** Lage des Untersuchungsgebietes im Ortsgebiet von Ilvesheim – Ausschnitt aus der TK 1:25.000
- Abb. 2:** Luftbild vom Planungsgebiet
- Abb. 3:** Planungsgebiet und dessen Umfeld – fotografische Dokumentation
- Abb. 4:** Auszüge aus dem Einheitlichen Regionalplan von 2020 und dem FNP des Nachbarschaftsverbandes Heidelberg-Mannheim (Stand 19.09.2022)
- Abb. 5.1:** Vorhabenbezogener Bebauungsplan „GE Ober dem Engelwasser“
- Abb. 5.2:** Lageplan Konzept 21 „GE Ober dem Engelwasser“
- Abb. 6:** Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und Windgeschwindigkeiten im Planungsumfeld. Windrosen auf Basis von Modellrechnungen, Datenkollektiv „alle Tage“
- Abb. 7.1:** Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittlere Windgeschwindigkeit. Zeitraum: 30-Jahre-Mittelwerte, 1990-2019, alle Tage
- Abb. 7.2:** Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittlere Windgeschwindigkeit. Mai bis September 2019, alle Tage / Strahlungstage / Heiße Tage
- Abb. 8:** Kaltluftbewegungen – Strömungsrichtung und Strömungsgeschwindigkeit. Ergebnisse mesoskaliger Modellrechnungen
- Abb. 9:** Lufttemperaturverteilung in einer windschwachen Strahlungsnacht. Ergebnisse mesoskaliger Modellrechnungen
- Abb. 10:** Tages-Oberflächentemperaturen - Median der Sommermonate 2018 - 2022
- Abb. 11.1:** Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen - Ist-Zustand. Windgeschwindigkeit und Windrichtung (1.5 m ü.G.) bei einer Anströmung aus Nordnordosten (20°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 11.2:** Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen - Plan-Zustand. Windgeschwindigkeit und Windrichtung (1.5 m ü.G.) bei einer Anströmung aus Nordnordosten (20°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 11.3:** Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen – Vorher-Nachher-Vergleich. Planungsbedingte Veränderung der Windgeschwindigkeit (1.5 m ü.G.) bei einer Anströmung aus Nordnordosten (20°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

- Abb. 12.1:** Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen - Ist-Zustand. Windgeschwindigkeit und Windrichtung (1.5 m ü.G.) bei einer Anströmung aus Osten (90°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 12.2:** Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen - Plan-Zustand. Windgeschwindigkeit und Windrichtung (1.5 m ü.G.) bei einer Anströmung aus Osten (90°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 12.3:** Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen – Vorher-Nachher-Vergleich. Planungsbedingte Veränderung der Windgeschwindigkeit (1.5 m ü.G.) bei einer Anströmung aus Osten (90°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 13.1:** Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen - Ist-Zustand. Windgeschwindigkeit und Windrichtung (1.5 m ü.G.) bei einer Anströmung aus Westnordwesten (290°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 13.2:** Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen - Plan-Zustand. Windgeschwindigkeit und Windrichtung (1.5 m ü.G.) bei einer Anströmung aus Westnordwesten (290°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 13.3:** Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen – Vorher-Nachher-Vergleich. Planungsbedingte Veränderung der Windgeschwindigkeit (1.5 m ü.G.) bei einer Anströmung aus Westnordwesten (290°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 14.1:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Ist-Zustand. Lufttemperatur an einem heißen Sommertag um 16 Uhr (1.5 m ü.G.) bei einer Anströmung aus Westnordwesten (290°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 14.2:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Plan-Zustand. Lufttemperatur an einem heißen Sommertag um 16 Uhr (1.5 m ü.G.) bei einer Anströmung aus Westnordwesten (290°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 14.3:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen – Vorher-Nachher-Vergleich. Planungsbedingte Zunahme der Lufttemperatur an einem heißen Sommertag um 16 Uhr (1.5 m ü.G.) bei einer Anströmung aus Westnordwesten (290°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 15.1:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Ist-Zustand. Lufttemperatur in einer warmen Sommernacht um 23 Uhr (1.5 m ü.G.) bei einer Anströmung aus Nordnordosten (20°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

- Abb. 15.2:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Plan-Zustand. Lufttemperatur in einer warmen Sommernacht um 23 Uhr (1.5 m ü.G.) bei einer Anströmung aus Nordnordosten (20°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 15.3:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen – Vorher-Nachher-Vergleich. Planungsbedingte Zunahme der Lufttemperatur in einer warmen Sommernacht um 23 Uhr (1.5 m ü.G.) bei einer Anströmung aus Nordnordosten (20°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 16.1:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Ist-Zustand. Lufttemperatur in einer warmen Sommernacht um 23 Uhr (1.5 m ü.G.) bei einer Anströmung aus Westnordwesten (290°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 16.1:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Plan-Zustand. Lufttemperatur in einer warmen Sommernacht um 23 Uhr (1.5 m ü.G.) bei einer Anströmung aus Westnordwesten (290°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 16.3:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen – Vorher-Nachher-Vergleich. Planungsbedingte Zunahme der Lufttemperatur in einer warmen Sommernacht um 23 Uhr (1.5 m ü.G.) bei einer Anströmung aus Westnordwesten (290°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

1 Aufgabenstellung

Im Nordwesten der Gemeinde Ilvesheim plant die GÖTZ INGENIEUR GMBH (Mannheim) als Vorhabenträgerin im Bereich des Gewanns „Ober dem Engelwasser“ die Schaffung von Planungsrecht für eine gewerbliche Nutzung der aktuell landwirtschaftlich genutzten Flächen. Die Lage des Planungsgebiets kann der **Abbildung 1** entnommen werden. Auf dem ca. 1.25 ha großen Areal südlich des bestehenden Lidl-Marktes soll eine Lagerhalle für Micrologistik sowie ein Gewerbehof realisiert werden.

Bereits im Jahr 2013 wurde am Planungsstandort ein eingeschränktes Gewerbegebiet („Ilvesheim Nord / Feudenheimer Straße“) ausgewiesen, um vorrangig dem ortsansässigen Gewerbe räumliche Entwicklungsperspektiven zu ermöglichen. Der Bebauungsplan trat nach einer mehrjährigen Planungsphase am 25.07.2013 in Kraft, nachdem zuvor der Flächennutzungsplan geändert und ein Zielabweichungsverfahren zum Regionalplan erfolgreich abgeschlossen werden konnte. Der Bebauungsplan leidet jedoch unter beachtlichen Verfahrensfehlern im Sinne des § 214 Abs. 1 Nr. 2 Baugesetzbuch (BauGB), die zu seiner Unwirksamkeit führen. Mit dem vorhabenbezogenen Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“ soll für den Bereich erneut Planungsrecht geschaffen und damit die Rechtsunsicherheit des ursprünglichen Bebauungsplanes aufgehoben werden (MVV REGIOPLAN 2023A).

Das Planungsgebiet ist in der aktuellen Raumnutzungskarte des „Einheitlichen Regionalplans der Metropolregion Rhein-Neckar“ noch im Bereich einer Grünstäur (Bestandteil eines regionalen Grünzugs) verortet. Der Verband Region Rhein-Neckar überarbeitet allerdings gegenwärtig den gültigen Einheitlichen Regionalplan Rhein-Neckar (ERP). Im Planentwurf zur 1. Änderung des Regionalplans, der bis April 2023 in der Offenlage war, ist die gewerbliche Baufläche mit aufgenommen.

Da durch die geplante Überbauung der bisherigen Freiflächen siedlungsklimatisch relevante Auswirkungen (thermische Zusatzbelastung für die direkt angrenzende Wohnbebauung von Ilvesheim) dennoch nicht ausgeschlossen werden können, sind im Rahmen des anstehenden Planungsprozesses die aus der angedachten Bebauung sich ergebenden klimatischen Folgeerscheinungen zu bilanzieren und zu bewerten.

Die klimaökologischen Belange werden im Rhein-Neckar-Raum und somit auch in Ilvesheim in den nächsten Jahren zunehmend an Bedeutung gewinnen, da als Folge des Klimawandels ein deutlicher Anstieg bioklimatisch belastender heißer Sommertage ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) und Tropennächte ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) zu erwarten ist.

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

Über die Formulierung von ergänzenden Planungshinweisen sind Maßnahmen zur Sicherung bzw. Neugestaltung günstiger strömungsdynamischer und thermischer / bioklimatischer Verhältnisse aufzuzeigen.

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

- 1 Vertiefende Analyse und Bewertung der ortsspezifischen klimaökologischen Funktionsabläufe unter besonderer Berücksichtigung des Strömungsgeschehens. Auswertung vorhandener Klimadaten und Prognosen zum Klimawandel.
- 2 Qualitative / quantitative Bestimmung und Diskussion der klimaökologischen Wechselwirkungen zwischen dem Planungsgebiet und dessen Umfeld sowie der zu erwartenden planungsbedingten klimatischen Veränderungen mit Hilfe mikroskaliger Modellrechnungen.
 - a) Vergleichende Beurteilung von Ist- und Plan-Zustand bzgl. der Belüftungsintensitäten am Tag und in der Nacht.
 - b) Vergleichende Beurteilung von Ist- und Plan-Zustand bzgl. der thermischen Umgebungsbedingungen (Lufttemperatur).
- 3 Darstellung von Optimierungsmöglichkeiten zur Sicherung bzw. Entwicklung möglichst günstiger strömungsdynamischer und thermischer Umgebungsbedingungen.

2 Planungsgebiet und Planungsentwurf

Das ca. 12.525 m² große Planungsgebiet „Ober dem Engelwasser“ im Nordwesten der Gemeinde Ilvesheim umfasst landwirtschaftlich genutzte Flächen zwischen dem bestehenden Lidl-Markt im Norden und einem Wohngebäude (aktuell in Bau) auf den Flurstücken 2648, 2649, 2650, 2651 und 3722 (teilweise).

Die Geländehöhe liegt bei ca. 97 m ü. NHN (**Abbildung 1**). Der Neckar im Süden verläuft in einer Höhe von ca. 93 m ü. NN.

Wie die **Abbildungen 2** und **3** dokumentieren, werden die Flächen im Planungsgebiet aktuell landwirtschaftlich genutzt. Am Westrand besteht ein Feldweg. Östlich schließt die Wohnbebauung von Ilvesheim an. Sie ist von 2-geschossigen Wohnhäusern geprägt. Am Neckar (Flurstücke 3840 und 3841) besteht ein 4- bis 9-geschossiger Mehrfamilienhauskomplex.

Wie in Kap. 1 bereits erwähnt, befindet sich das Planungsgebiet laut Raumnutzungskarte des „Einheitlichen Regionalplans der Metropolregion Rhein-Neckar“ (**Abbildung 4**) am Ostrand einer klimaökologisch bedeutsamen Grünzäsur zwischen der Ortslage Ilvesheim im Osten und der Bundesautobahn A 6 im Westen. Diese verläuft in ca. 275 m Entfernung auf einem ca. 8 m hohen Damm und wird von Lärmschutzwänden begleitet.

Der Flächennutzungsplan (FNP) 2015/2020 (Gesamtfortschreibung 2020) des NACHBARSCHAFTSVERBANDES HEIDELBERG-MANNHEIM stellt das Plangebiet als gewerbliche Baufläche (G, Zeitstufe I: jederzeit entwickelbar) dar. Die textliche Festsetzung 08.01 setzt fest, dass in der gewerblichen Baufläche Einzelhandel mit zentren- und nahversorgungsrelevanten Sortimenten auszuschließen ist (MVV REGIOPLAN 2023A).

Der Entwurf zum vorhabenbezogenen Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“ (**Abbildung 5.1**) setzt das Planungsgebiet als Gewerbegebiet mit abweichender Bauweise fest. Die GRZ ist mit 0.6 angegeben. Eine Überschreitung der GRZ ist für Stellplätze und ihre Zufahrten sowie Nebenanlagen bis zu einer Gesamt-GRZ von 0.82 zulässig (MVV REGIOPLAN 2023B). Die maximal zulässige Höhe der Oberkante aller Bauteile ist auf 104.60 m ü. NN festgesetzt.

Als grünordnerische Maßnahmen sind Dach- und Fassadenbegrünungen sowie Baumpflanzungen vorgesehen. So sind u. a. je 6 Stellplätze ein Baum 2. Ordnung (mittelgroßer Baum, Wuchshöhe 10 - 20 m) oder je 5 Stellplätze ein Baum 3. Ordnung (Kleinbaum, Wuchshöhe 2 - 10 m) zu pflanzen.

Die verkehrliche Erschließung erfolgt über einen Anschluss an die Feudenheimer Straße.

Das zur Begutachtung vorgelegte Planungskonzept (**Abbildung 5.2**) sieht im nördlichen Planungsteilgebiet den Bau einer Lagerhalle für Micrologistik vor. Sie umfasst eine Fläche von ca. 2.010 m² (Länge = 63.60 m, Breite = 31.60 m). In der Halle sind auch die erforderlichen Büro- und Sozialräume untergebracht.

Unmittelbar südlich schließt ein Gewerbehof mit ca. 1.423 m² Grundfläche an. Hier sind bis zu 2-geschossige Gewerbeeinheiten möglich. Ein Teil der erforderlichen Stellplätze wird über PV-Carports bereitgestellt.

Mit Ausnahme der Fahrgassen und der LKW-/LZ-Bereiche werden die befestigten Flächen mit versickerungsfähigen Belägen hergestellt.

Versickerungsflächen sind zudem am Nord- und Südrand des Planungsgebiets angedacht.

Zum Schutz der östlich angrenzenden Wohnbebauung gegenüber Lärmimmissionen sind am Ostrand des Gewerbehofs sowie am Ostrand der im nördlichen Planungsteilgebiet angeordneten Stellplatzflächen Lärmschutzwände erforderlich.

Den nachfolgenden klimaökologischen Modellrechnungen wird eine Wandhöhe von 4 m zu Grunde gelegt. Die Lärmschutzwände sind begrünt.

Am Ostrand des Planungsgebiets ist zudem ein Grünstreifen mit Bäumen geplant.

3 Untersuchungsmethodik

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

Dabei wird auf Erkenntnisse (Messungen, Modellrechnungen) aus vorliegenden Klimauntersuchungen zurückgegriffen [GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA (2009/2021), ÖKOPLANA (2013)].

In einem weiteren Schritt werden mit Hilfe mikroskaliger Modellrechnungen (Modellpakete MISKAM und ENVI-met)¹ die kleinräumigen Strömungsverhältnisse und die Lufttemperaturverteilungen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld analysiert. Damit werden flächendeckend die klimatischen Positiv- bzw. Negativeffekte aufgezeigt. Die eingesetzten Modelle MISKAM und ENVI-met entsprechen dem Stand der Technik, sind langjährig geprüft und von der VDI anerkannt.

Grundlagen bilden der aktuelle Ist-Zustand sowie der Plan-Zustand. Die Bebauung für den Plan-Zustand basiert auf dem vorgelegten Planungskonzept (**Abbildung 5.2**).

Die Simulation der örtlichen Belüftungsverhältnisse erfolgt mit dem 3-dimensionalen prognostischen Strömungsmodell MISKAM. Hierbei werden die Bau- und Flächennutzungsstrukturen in einem Gitter abgebildet (horizontal 4 m x 4 m, vertikal nicht-äquidistant 0.5 - 4 m). Vegetationsflächen werden über ihre Wuchshöhe, Blattflächendichte und ihren Bedeckungsgrad definiert. Der Bedeckungsgrad wird mit 30 – 50% angesetzt.



Grafik 1: „Programmstempel“ MISKAM

¹ **GIESE-EICHHORN (2009/2016):** Handbuch zum prognostischen Strömungsmodell MISKAM. Wackernheim.
Das Rechenmodell MISKAM ist ein dreidimensionales, nichthydrostatisches Strömungsmodell, das laut eines Forschungsberichtes des Landes Baden-Württemberg die Charakteristika der Strömungs- und Konzentrationsverteilung sehr gut wiedergibt.

BRUSE, M. (2002/2023): ENVI-met - Mikroskaliges Klimamodell. Bochum.

Die thermische Situation ist ein Ergebnis aus dem vielfältigen Zusammenspiel verschiedener Flächennutzungs- und Klimaparameter. Die Klimaparameter (z.B. Feuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur) reagieren sensibel auf Veränderungen der Flächennutzungsstrukturen.

Angesichts der sehr unterschiedlichen Prozesse hat es sich als sinnvoll herausgestellt, numerische Methoden zu benutzen, um deren Einflüsse zu prognostizieren. Zur Anwendung kommt, wie bereits o.a., das Modell ENVI-met.



Grafik 2: „Programmstempel“ ENVI-met

ENVI-met ist ein Mikroklimamodell, das auf Grundlage der numerischen Strömungsdynamik die Wechselwirkung zwischen Gebäuden, Vegetation, natürlichen und künstlichen Oberflächen in einer virtuellen Umgebung simuliert.

Dabei werden die wichtigsten atmosphärischen Prozesse nachgebildet. Die mathematischen Berechnungen beruhen nach BRUSE (1999) auf den Gesetzen der Strömungs- (Windfeld) und Thermodynamik (Temperaturberechnungen) sowie der allgemeinen Atmosphärenphysik (z.B. Turbulenzprognose). Die Bebauung wird durch einfache Basiselemente (Würfel in ENVI-met: Grid) nachgebaut / modelliert (4 m x 4 m in der Horizontalen, 0.5 – 4.0 m nicht-äquidistant in der Vertikalen).

Alle Strukturen (z.B. Vegetation, Gebäude) werden in rechtwinklige Modellquader eingebettet. Numerisch werden diese Modellquader von der Sonne beschienen und vom Wind umströmt und deren Wechselwirkungen mit den Oberflächen und Strukturen simuliert (BRUSE 2003, S. 66).

Die erforderlichen Geländehöhen wurden einem digitalen Geländemodell (siehe **Abbildung 1**) und Plänen zur Bestandsbebauung entnommen. Die Flächennutzung und Gebäudehöhen in der Umgebung wurden Luftbildern entnommen bzw. vor Ort kartiert.

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

Messungen helfen bei dieser Problemstellung nicht weiter, da nur existierende atmosphärische Zustände instrumentell erfassbar sind.

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

Abschließend erfolgt auf Grundlage der klimaökologischen Analysen eine Bewertung.

4 Klimaökologische Analyse

4.1 Allgemeine klimatische Bedingungen im Raum Ilvesheim und Folgen des Klimawandels

Die Gemeinde Ilvesheim befindet sich nach der Systematik von KÖPPEN in der warmgemäßigten Klimazone. Bioklimatisch ist der Raum Ilvesheim durch seine Lage in der Oberrheinischen Tiefebene als Zone mit häufiger Wärmebelastung und seltenem Kältereiz zu bewerten (<https://www.dwd.de>).

Die Jahresmitteltemperatur beträgt im Rhein-Neckar-Kreis laut GERICS² (2021, <https://www.gerics.de/klimaausblick-landkreise>) im 30-jährigen Mittel ca. 9.9°C (1971 – 2000). Die Julitemperaturen erreichen Durchschnittswerte um 18.8°C, die minimalen Durchschnittswerte werden im Januar mit 1.2°C im Januar bestimmt.

Laut Statistik von GERICS (2021) sind im Rhein-Neckar-Kreis im 30-jährigen Mittel (1971 – 2000)

- 14.1 Eistage ($T_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$)
- 67.4 Frosttage ($T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$)
- 8.2 heiße Tage ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$)
- 42.7 Sommertage ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$)
- 0.4 Tropennächte ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$)

zu registrieren.

Mittelfristige Prognosen weisen darauf hin, dass die sommerliche Wärmebelastung im Zuge des globalen Klimawandels im Raum Ilvesheim deutlich zunehmen wird.

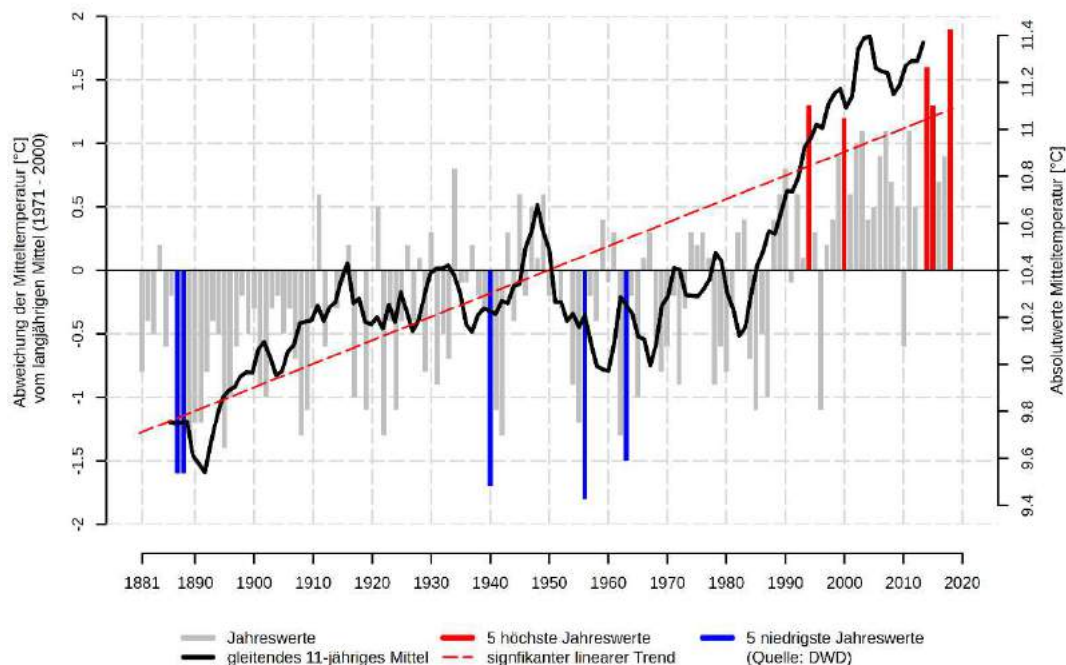
Nach Berechnungen von GERICS (2021) wird die mittlere Jahresmitteltemperatur gegenüber der Zeitspanne 1971 – 2000 im Zeitraum 2036 – 2065 (= nahe Zukunft) um ca. 1.9°C zunehmen. Die Anzahl der bioklimatisch besonders relevanten heißen Tage und Sommertage wird um ca. 7.7 Tage/Jahr bzw. 16.0 Tage/Jahr ansteigen.

² GERICS = Climate Service Center Germany mit Sitz in Hamburg

Da zugleich die Anzahl der Tropennächte (+3.7 Tage/Jahr) zunimmt, steigt ebenfalls die Wahrscheinlichkeit langanhaltender Hitzewellen. Die erhöhte Wärmebelastung führt insbesondere bei alten und kranken Menschen sowie Kleinkindern zu gesundheitsgefährdendem Hitzestress.

Den o.a. Projektionen liegt das Antriebsszenario RCP8.5³ (mittlere bzw. hohe Temperaturzunahme) zu Grunde, das hohe zukünftige Treibhausgasemissionen berücksichtigt.

Der prägnante Anstieg der klimawandelbedingten Wärmebelastungen wird durch **Grafik 3** veranschaulicht.



Grafik 3: Entwicklung der Mitteltemperatur in Mannheim im Zeitraum 1881 bis 2019 (Datenquelle: DWD 2020) – aus: GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA (2021)

³ Das Szenario RCP8.5 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 RCP8.5 wird auch als „Weiter wie bisher Szenario“ bezeichnet.

Die Jahressumme des Niederschlags beläuft sich im Rhein-Neckar-Kreis im 30-jährigen Mittel (1971 - 2000) auf ca. 850 mm (GERICS 2021), wobei der Monat Juni die größte Niederschlagshöhe (ca. 87 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. 57 mm im Februar auf.

Die Anzahl der Tage mit Starkniederschlag (≥ 20 mm/Tag) wird in der Projektion 2036 – 2065 um ca. 1.4 – 3.1 Tage/Jahr zunehmen.

Die Windverteilung im Raum Ilvesheim ist durch die großräumige Leitlinienwirkung der Oberrheinischen Tiefebene geprägt, wobei sich in Ilvesheim vermehrt südsüdöstliche bis südsüdwestliche und nördliche bis nordnordwestliche Windrichtungen einstellen (**Abbildung 6**). Durch die Flächennutzung und das Kleinrelief kann es aber lokal zu auffallenden Differenzierungen kommen. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt im mehrjährigen Mittel im Bereich des Planungsgebiets ca. 2.5 m/s (Datenquelle: www.lubw.baden-wuerttemberg.de), so dass von einer insgesamt mäßigen Durchlüftung gesprochen werden kann.

Vorliegende Winddaten aus Mannheim (DWD-Wetterwarte) dokumentieren, dass mittlere Windgeschwindigkeiten über 3.0 m/s, die eine intensive bodennahe Durchlüftung ermöglichen, vorwiegend in den Wintermonaten bzw. in den Übergangsjahreszeiten auftreten.

Im Sommer schwächt sich die Intensität der bodennahen Ventilation deutlich ab, was zusammen mit hohen Lufttemperaturen (Sommertage mit Lufttemperaturen $\geq 25^{\circ}\text{C}$) vermehrt zu bioklimatischen Belastungen führt.

Die niedrigen Windgeschwindigkeiten im Raum Mannheim/Ilvesheim sind mit ein Grund, weshalb sich häufig Inversionen (> 225 Tage im Jahr) einstellen.

Für die Luftbelastung und die Luftfeuchtigkeit sind Inversionen von großer Bedeutung, da der vertikale Luftaustausch nahezu zum Erliegen kommt. Eine verstärkte Luftschadstoffakkumulation und vermehrte Nebelbildung sind die Folgen.

4.2 Lokalklimatische Verhältnisse am Planungsstandort und in dessen Umfeld

Zur Beschreibung des ortsspezifischen Strömungs- und Ventilationsgeschehens im Planungsgebiet und in dessen Umfeld kann auf berechnete Windstatistiken der LUBW sowie auf gemessene Winddaten an der DWD-Messstation Mannheim-Vogelstang zurückgegriffen. Zusätzlich stehen Ergebnisse mesoskaliger Modellrechnungen zur Verfügung, die die klimaökologisch besonders relevanten nächtlichen Kaltluftbewegungen beschreiben.

Die Windverteilung im Raum Ilvesheim ist, wie in Kap. 4.1 bereits angeführt, durch die großräumige Leitlinienwirkung des Oberrheinischen Tieflandes geprägt, wobei sich vermehrt Winde aus südlichen und nördlichen Richtungssektoren einstellen (**Abbildungen 6** und **7.1**).

Im Planungsumfeld werden im mehrjährigen Mittel durchschnittliche Windgeschwindigkeiten von ca. 2.5 m/s bestimmt. Die große Häufigkeit von mittleren Windgeschwindigkeiten unter 3.0 m/s (= 66%) belegt dabei die recht ungünstigen Ventilationsverhältnisse. Eine intensive Durchlüftung der Bebauung findet nur an ca. 34% der Tage im Jahr statt.

Großzügigen Übergängen zwischen klimaökologischen Ausgleichsräumen (Freiräume) und klimaökologischen Wirkungsräumen (Bebauung) sowie regionalen Grünzügen und Grünzäsuren als Luftleitbahnen mit geringer Oberflächenrauigkeit ist daher besondere Beachtung zu schenken.

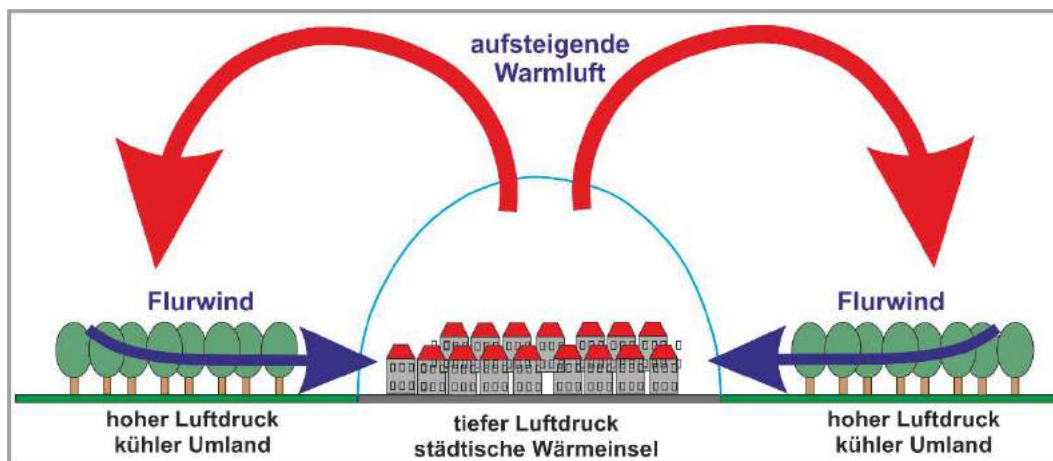
Im Raum Ilvesheim wirken sich an Strahlungstagen nach Sonnenuntergang zudem ortsspezifische Regionalströmungen aus. Wie der **Abbildung 7.2** entnommen werden kann, häufen sich in Strahlungsnächten (ca. 18% der Nächte/Jahr im Zeitraum 1971 – 2018)⁴ großwetterlagenbedingt in der ersten Nachthälfte nordnordöstliche Windrichtungen. In der zweiten Nachthälfte nimmt der Anteil nordwestlicher Windrichtungen deutlich zu. Hier machen sich regional angelegte Luftströmungen entlang der Oberrheinischen Tiefebene bemerkbar, die auch noch westlich des Rheins in Ludwigshafen am Rh. zu registrieren sind. Derartige Windrichtungswechsel sind auch in den Nachtstunden heißer Sommertage zu registrieren.

⁴ Aus: GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA (2021)

Am Planungsstandort zeigt sich in besonders windschwachen Strahlungsnächten (mittlere Windgeschwindigkeit unter 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.) zudem der Einfluss lokaler Flurwinde (siehe **Grafik 4**). Diese haben ihre Entstehung thermischen Effekten zwischen dem kühlen Freilandgefüge und der überwärmten Bebauung von Ilvesheim, Feudenheim und Seckenheim zu verdanken.

Ausgeprägte Temperaturunterschiede zwischen Freiland und Bebauung begünstigen im Verlauf windschwacher Strahlungswetterlagen die Entstehung lokaler Luftströmungen, die sich als messbare Strömungen über kühleren Freiräumen zu den Zentren der Überwärmung gerichtet entwickeln. Die Intensität dieser Lokalströmungen ist einerseits vom Temperaturunterschied Freiland - Bebauung (Druckausgleich zwischen höherem Luftdruck des kühleren Freilandes und niedrigerem Luftdruck der wärmeren Bebauung) und andererseits von der Oberflächenbeschaffenheit (Bodenrauigkeit) des Entstehungsgebiets abhängig.

Damit kann die Kaltluft nicht nur über regional angetriebene Kaltluftströmungen, sondern auch über Mikrozirkulationen (Flurwinde) in die Bebauung einströmen und die dortige thermische Belastung nachhaltig herabsetzen.



Grafik 4: Schematische Darstellung des Flurwindeffekts.
Aus: GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA 2021

Die Mächtigkeit dieser Ausgleichsströmungen schwankt zwischen wenigen Metern und mehreren Dekametern. Die meist schubartigen Strömungen erreichen in Bodennähe (2 m ü.G.) Geschwindigkeiten von ca. 0.5 - 1.5 m/s. Wirken diese Lokalströmungen mit Regionalströmungen größerer Reichweite oder wetterlagenbedingten Luftströmungen geringer Geschwindigkeit zusammen, so kommt es zu einer Intensivierung des Luftaustausches im Bereich der Bebauung.

Wie die Ergebnisse mesoskaliger Modellsimulationen (GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA 2009) belegen (**Abbildung 8⁵**), wird in windschwachen Strahlungsnächten aus den klimaökologischen Ausgleichsräumen zwischen Heddesheim und Ladenburg / Ilvesheim lokale Kaltluft herangeführt, die bereits in den frühen Abendstunden die örtliche Abkühlung forciert. Aufgrund der geringen Oberflächenrauigkeit der meist landwirtschaftlich genutzten Freiflächen gelangt die Kalt-/Frischluff über den Freiraum zwischen westlichem Ortsrand Ilvesheim und der Bundesautobahn A 6 bis zum Neckar und somit in den Stadtraum Mannheim. Dort intensiviert sie die nächtliche Abkühlung (= bioklimatischer Positiveffekt). Das Planungsgebiet stellt somit ein nicht zu unterschätzendes Bindeglied zwischen Freiraum und Bebauung dar.

Die Strömungsgeschwindigkeiten in Bodennähe sind recht gering, so dass bodennahe Hindernisse in Form von Hochbau und Dämmen (u.a. Bundesautobahn A 6) vermehrt zu Kaltluftstagnation führen können.

In der Regionalplanung wird für die Breite eines regional bedeutsamen Kaltlufttransportgebietes (Regionaler Grünzug) in der Regel eine Mindestbreite von ca. 400 – 500 m gefordert (BMBau 1979). Grünzäsuren, die als Bindeglied zwischen zwei größeren Freiraumgefügen und somit als „Kaltluftabflussgebiet bzw. Kaltluftzugbahn“ definiert sind, sollten als Minimum eine Breite von ca. 200 m aufweisen. Damit wird sichergestellt, dass sich mögliche Warmlufteinträge aus benachbarten Siedlungsstrukturen nicht überlagern und somit die bodennahen Kaltluftbewegungen unterbinden.

Die verbleibende Breite zwischen Planungsgebiet und Bundesautobahn A 6 von ca. 275 m bewegt sich somit weiterhin in der geforderten Größenordnung einer klimawirksamen Grünzäsur.

Zur Beurteilung der thermischen Umgebungsbedingungen kann auf Ergebnisse von Modellrechnungen aus dem Jahr 2009 (GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA 2009) zurückgegriffen werden.

Eine Analyse der Temperaturverteilung erfolgt in der Stadt-/Siedlungsklimatologie vorwiegend nach Sonnenuntergang, da sich im Verlauf der nächtlichen Abkühlungsphase die durch unterschiedliche Flächennutzung bzw. Oberflächenmaterialien (vegetationsbedeckte Oberflächen bzw. Baukörper) bedingten thermischen Unterschiede am stärksten ausbilden.

⁵ Bei den Modellrechnungen wurde die Lärmschutzwand entlang der Autobahn A 6 noch nicht berücksichtigt.

Abhängig von der Flächennutzung, der Lagebeziehung zu klimaökologisch wirksamen Ausgleichsräumen und dem Geländere relief bilden sich nach Sonnenuntergang wärmere und kühlere Bereiche. Hierfür ist sowohl die kleinräumige als auch die großräumigere (regionaler Maßstab) Kaltluftentstehung und Kaltluftbewegung von wesentlicher Bedeutung.

Bereits vor Sonnenuntergang beginnen sich die Bodenoberflächen sowie die darauf befindlichen Materialien und damit auch die darüber liegenden Luftschichten abzukühlen. Über Vegetationsflächen (z.B. Wiesen, Ackerland) ist diese Abkühlung besonders intensiv. In ebenem Gelände stagniert die so entstehende Kaltluft häufig am Ort ihrer Entstehung, wenn sie nicht durch eine überregionale/regionale Luftströmung höherer Geschwindigkeit ausgeräumt werden kann.

Die **Abbildung 9** zeigt die flächenhafte Verteilung der Lufttemperatur in einer sommerlichen Strahlungsnacht (04:00 Uhr). Im vorliegenden Fall umfassen die Farbfelder jeweils einen Temperaturbereich von 1.0 °C.

Die maximale Temperaturdifferenz beträgt im Umfeld des Planungsgebietes ca. 3.0 K. Die tiefsten Werte (14 – 15 °C) werden über Ackerflächen und Wiesen westlich und nördlich von Ilvesheim gemessen. Auch entlang des Neckars zeigen sich vergleichbar niedrige Lufttemperaturen.

Im Bereich der an das Planungsareal anschließenden Wohnbebauung (Beethovenstraße) werden Lufttemperaturen von ca. 15.0 – 16.0 °C simuliert. Die Bebauung profitiert zum einen von der Kaltluftzufuhr über die benachbarten Freiflächen und zum anderen von den bebauungsinternen Grünflächen (Hausgärten). Eine ausgeprägte Wärmeinsel, wie im Ortszentrum von Seckenheim (Lufttemperaturen über 18.0 °C), ist in Ilvesheim nördlich des Neckarkanals nicht zu bilanzieren. Insgesamt liegen somit im Planungsumfeld vergleichsweise günstige bioklimatische Verhältnisse vor.

Die thermische Situation an warmen / heißen Sommertagen wird im Wesentlichen durch die örtlichen Oberflächentemperaturen bestimmt.

Wie Ergebnisse satellitengebundener Infrarotaufnahmen (**Abbildung 10**) dokumentieren, zeigt das Planungsgebiet mit mittleren Oberflächentemperaturen von ca. 33 -36°C gegenüber bebauten Lagen um ca. 3 – 6 K niedrigere Werte. Die Wasserflächen des Neckars bilden in den Sommermonaten am Tag eine deutliche Temperatursenke (mittlere Oberflächentemperatur ca. 24 – 27°C).

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

Wie in Kap. 3 bereits angeführt, werden zur Bilanzierung der siedlungsklimatischen Folgeerscheinungen des Planungsvorhabens numerische Modellrechnungen durchgeführt.

In einem ersten Schritt werden auf Grundlage vergleichender mikroskaliger Strömungssimulationen für relevante Windrichtungen die planungsbedingten Veränderungen bzgl. der lokalen Belüftungsintensitäten berechnet.

Zur Bestimmung der bodennahen Belüftung werden insgesamt drei besonders relevante Windrichtungen (20°, 90° und 290°) analysiert.

Die Darstellung der Rechenergebnisse erfolgt in Form von Strömungskarten und in Form von Differenzendarstellungen zwischen Plan- und Ist-Zustand.

Die dargestellten Horizontalschnitte (1.5 m ü.G., Aufenthaltsbereich des Menschen) geben die mittlere Windgeschwindigkeit für eine 1 m mächtige Luftschicht (Höhe ± 0.5 m) wieder. Die zusätzliche Darstellung der Windvektoren verdeutlicht Beschleunigungs- und Umlenkeffekte.

In einem zweiten Schritt erfolgt eine Bilanzierung der zu erwartenden planungsbedingten Lufttemperaturmodifikationen an einem heißen Sommertag und in warmen Sommernächten.

5.1 Modellrechnungen zur ortsspezifischen Belüftungssituation

5.1.1 Luftströmungen aus nordnordöstlichen Richtungen

Als konstante Randbedingung wird zunächst eine Luftströmung aus Nordnordosten (20°) gewählt, wie sie in Strahlungsnächten in der ersten Nachthälfte häufig zu beobachten ist. Als Strömungsgeschwindigkeit wird für eine windschwache Situation ein Wert von 2.0 m/s (10 m ü.G.) gewählt. Bei einer derartigen Situation fungiert das Planungsgebiet aktuell als Teil einer siedlungsklimatisch relevanten Kaltluftleitbahn in Richtung Neckar (Mannheimer Gemarkung).

Die **Abbildung 11.1** zeigt das berechnete Windfeld für den **Ist-Zustand** in einer Höhe von 1.5 m ü.G.

Deutlich erkennbar sind auf dem Bild des Ist-Zustandes die Luv- und Leeeffekte von Gebäuden in Ilvesheim. Die im bodennächsten Luftraum (1.5 m ü.G.) durch die Oberflächenrauigkeit des Bodens und der Vegetation von ca. 2.0 m/s (10 m ü.G.) in freien Lagen auf Werte zwischen 1.2 und 1.4 m/s reduzierte Windgeschwindigkeit wird durch bauliche Strömungshindernisse weiter abgeschwächt. So werden in der Ortslage Ilvesheim vermehrt Strömungsgeschwindigkeiten zwischen ca. 0.1 und 0.6 m/s bilanziert. Im Bereich der Bebauung Ilvesheim Nordwest ergibt sich gegenüber dem Freiland somit eine mittlere Windgeschwindigkeitsreduzierung von ca. 50 - 95%.

Strömungsparallele Straßenzüge (z.B. Beethovenstraße) und Gebäudeabstandsflächen fungieren innerhalb der Bebauung als Strömungsleitbahnen.

Auffallende Beschleunigungseffekte ergeben sich am Rand des mehrgeschossigen Gebäudekomplexes südlich der Ecke Mozartstraße / Beethovenstraße, die durch vermehrte Turbulenzen hervorgerufen werden.

Die Ergebnisse dokumentieren zudem die Durchlüftungsfunktion der Grünzäsur zwischen Ilvesheim und der Bundesautobahn A 6. In Strahlungs Nächten gelangt die über das Freiraumgefüge Heddesheim, Ladenburg, Ilvesheim zuströmende Kaltluft über die Grünzäsur in Richtung Neckar und von dort weiter nach Westen in Richtung Mannheim. Die Autobahnbrücke bildet dabei trotz Lärmschutzwänden ein noch überwindbares bzw. durchströmbares Hindernis. Die lokalklimatische Bedeutung wird offenbar.

Die prognostischen Strömungssimulationen für den **Plan-Zustand (Abbildungen 11.2 und 11.3)** dokumentieren die Veränderung des bodennahen Windfeldes durch die geplante Bebauung „Ober dem Engelwasser“.

Es wird deutlich, dass die Barrierewirkung des Planungsvorhabens in der bioklimatisch besonders relevanten Höhenschicht 1.5 m ü.G. größtenteils räumlich eng auf das Planungsgebiets selbst begrenzt bleibt. Allein am Westrand der in Bau befindlichen Wohnbebauung südlich des Planungsgebiets reichen die Windschatteneffekte ca. 60 m nach Süden. Eine siedlungsklimatisch relevante Abschwächung der Kaltluftbewegungen im Bereich der Grünzäsur in Nord-Süd-Richtung ist somit nicht festzustellen. Die Abschwächung der bodennahen Belüftung durch lokale Kaltluft bleibt räumlich weitgehend auf das unmittelbare Planungsgebiet beschränkt.

Durch die Freiraum-parallele Anströmungsrichtung stellt sich auch im Bereich der bestehenden Bebauung von Ilvesheim keine relevante Abschwächung der Belüftungsintensität ein. Vielmehr sind an des Ostkanten der potenziellen Neubauten durch „Eckeneffekte“ leichte Windbeschleunigungen zu erwarten.

Zwischen dem Planungsgebiet und der südlich benachbarten Bebauung wird über die Mozartstraße ein weiterhin ausreichender Luftaustausch gesichert. Luftstagnationstendenzen werden in diesem Bereich nicht simuliert.

5.1.2 Luftströmungen aus östlichen Richtungen

Die Ergebnisse der Modellrechnungen für eine Luftströmung aus östlichen Richtungen (90°) soll den Einfluss der geplanten Gewerbeflächen auf die Entlüftung der bestehenden Bebauung im Bereich der Beethovenstraße sowie auf die Querbelüftung der Grünzäsur dokumentieren.

Die **Abbildung 12.1** dokumentiert für den **Ist-Zustand**, dass durch die Bau- und Erschließungsstruktur im Bereich Beethovenstraße / Lidl-Markt derzeit eine ausreichende Entlüftung bei vorherrschenden östlichen Winden besteht. Die Ost-West-verlaufenden Stichstraßen bilden funktionsfähige bebauungsinterne Entlüftungsbahnen, wodurch insbesondere an heißen Sommertagen Wärmestaus unterbunden werden. Bereiche mit Windgeschwindigkeiten unter 0.3 m/s (meist Gebäudelelagen) werden von Zonen höherer Windgeschwindigkeiten durchbrochen. Klimauntersuchungen in Mannheim (ÖKOPLANA 2010) dokumentieren, dass windchwache Zonen (< 0.3 m/s) erst ab einer Flächengröße von ca. 1 ha und einer vertikalen Erstreckung von ca. 0 - 4 m ü.G. vermehrte thermische Belastungen, Schwüle und u.U. erhöhte Luftschadstoffbelastung hervorrufen können. Diese Flächengröße wird nicht erreicht.

Im **Plan-Zustand (Abbildungen 12.2 und 12.3)** wird durch die potenzielle Bebauung im Planungsgebiet „Ober dem Engelwasser“ die bodennahe Durchlüftungsfunktion der Grünzäsur zwischen der Feudenheimer Straße im Norden und dem Neckarkanal im Süden nur sehr kleinräumig auf einer durchschnittlichen Fläche von ca. 16% geschwächt. Ein bodennahes Durchgreifen des Höhenwindes zwischen potenziellem Gewerbegebiet und der Autobahntrasse A 6 ist gewährleistet, so dass bei Ostwinden im Laufe der zweiten Nachthälfte weiterhin Kaltluft aus dem Bereich der Grünzäsur über die Bundesautobahn A 6 in Richtung Feudenheim transportiert werden kann. Erst in der zweiten Nachthälfte ist die lokale Kaltluft in den Sommermonaten ausreichend mächtig, um den Autobahndamm und die Lärmschutzwände vermehrt zu überströmen.

In der Bestandsbebauung östlich des Planungsgebiets sind nur sehr kleinräumig westlich der Beethovenstraße planungsbedingte Windgeschwindigkeitsreduzierungen zu bilanzieren. Hier machen sich vor allem die Lärmschutzwände bemerkbar.

Eine großflächige Zunahme von Luftstagnationstendenzen bleibt aber aus, da sich bei vorherrschenden Ostwinden die Lee-Effekte der Bestandswohnbebauung und die Luv-Effekte der potenziellen Neubebauung überschneiden.

Eine ausreichende „Entlüftung“ der Bestandsbebauung östlich des Planungsgebiets bleibt gewährleistet. Als vorteilhaft zeigt sich dabei die Längsausrichtung der geplanten Lagerhalle in ungefährer Ost-West-Richtung.

5.1.3 Luftströmungen aus westnordwestlichen Richtungen

Als konstante Randbedingung wird im Folgenden eine Luftströmung aus westnordwestlichen Richtungen (290°) gewählt. Als Strömungsgeschwindigkeit wird wiederum eine windschwache Situation vorgegeben (Eingangsgeschwindigkeit: 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.). Bei dieser Situation befindet sich die Wohnbebauung von Ilvesheim (Beethovenstraße) in unmittelbarer Lee-Lage zur geplanten Gewerbefläche.

Die **Abbildung 13.1** dokumentiert, dass im **Ist-Zustand** durch die Bau- und Erschließungsstruktur im Bereich Beethovenstraße derzeit trotz des Lidl-Marktes eine klimaökologisch recht günstig wirkende räumliche Verzahnung mit dem westlichen Freiraum besteht. Sowohl am Tag als auch in der Nacht ergeben sich aufgrund der geringen Oberflächenrauigkeit der Ackerflächen günstige Ventilationseffekte, die die Ausbildung großflächiger Windstagnationsbereiche mit Windgeschwindigkeiten unter 0.3 m/s (1.5 m ü.G.) innerhalb der Bebauung unterbinden. In den Nachtstunden wird bei vorherrschenden Winden aus westlichen Richtungssektoren bodennah Kaltluft herangeführt, wodurch an warmen Sommertagen eine rasche abendliche Abkühlung gesichert wird. Dies wird auch durch die Ergebnisse mesoskaliger Modellrechnungen (**Abbildung 9**) dokumentiert.

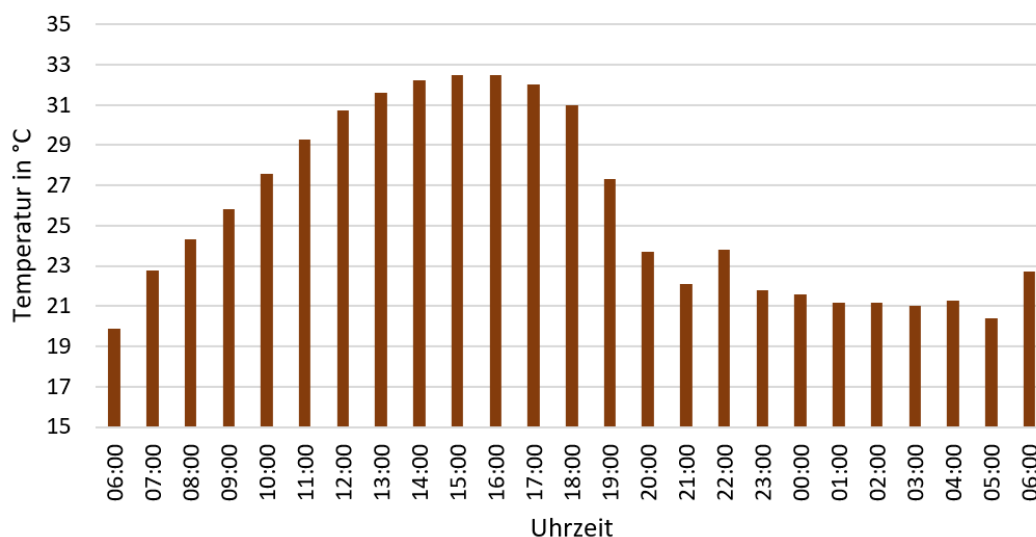
Die Ergebnisse der Strömungssimulationen für den **Plan-Zustand** (**Abbildungen 13.2** und **13.3**) belegen, dass sich mögliche Strömungsmodifikationen, die von der geplanten Bebauung hervorgerufen werden, auf die unmittelbar benachbarte Wohnbebauung westlich der Beethovenstraße begrenzen. Im Bereich der Ost-West-verlaufenden Stichstraßen und Gebäudeabstandsflächen wird die mittlere Windgeschwindigkeit reduziert. Es kommt jedoch nicht zur Ausbildung großflächiger Windstagnationsbereiche von über 1 ha Größe, so dass keine deutliche Zunahme der bioklimatischen Belastung zu erwarten ist (siehe Kap. 5.2). Voraussetzung ist, dass der geplante Grünstreifen mit lockeren Baumpflanzungen am Ostrand des Plangebiets sowie eine vollflächige Begrünung der Lärmschutzwände realisiert werden.

5.2 Modellrechnungen zum örtlichen Lufttemperaturfeld

Zahlreiche Stadt-/Siedlungsklimastudien belegen, dass sich tagsüber intensiv aufgeheizte befestigte Areale nach Sonnenuntergang in den Sommermonaten nur verzögert abkühlen. Während über vegetationsbedeckten Bereichen nach Sonnenuntergang die Luft- und Oberflächentemperaturen vergleichsweise rasch sinken, bleiben versiegelte Flächen (Straßen, Parkplätze, Gebäude/Hallen) die ganze Nacht hindurch überwärmt. Auch Wasserflächen (z.B. Neckar) bilden sich in Sommernächten durch die thermische Trägheit des Wassers vergleichsweise warm ab. Sie tragen in den Nachtstunden nicht zur lokalen Kaltluftbildung bei. Diese bleibt auf die begrünten Areale entlang der Wasserflächen begrenzt.

Durch die angestrebten baulichen und grünordnerischen Maßnahmen im Planungsgebiet „Ober dem Engelwasser“ ist mit einer örtlichen Veränderung der thermischen Umgebungsbedingungen zu rechnen.

Die nachfolgenden Berechnungen zur Lufttemperatur beziehen sich auf bioklimatisch besonders belastende heiße Sommertage (16:00 Uhr ungefährer Zeitpunkt der höchsten thermischen Belastung im Juni, siehe **Grafik 5**) bzw. warme Sommernächte (23:00 Uhr, Zeitpunkt bis zu dem in der Regel in Sommernächten die Wohnungen vor dem Zu-Bett-Gehen nochmals durchgelüftet werden).



Grafik 5: Beispielhafter Tagesgang der Lufttemperatur an einem heißen Sommertag (18.-19.08.2023) an der DWD-Station Mannheim (Vogelstang)

Bei den nachfolgenden Modellrechnungen wird davon ausgegangen, dass im Plan-Zustand die Erschließungsstraßen schwarz asphaltiert sind und Erschließungswege und Parkplätze im Plan-Zustand mit mittelgrauem Pflaster belegt sind. Im Sinne eines Worst-Case-Szenarios wird keine Dachbegrünung berücksichtigt.

Für den Baumbestand wird im ENVI-met-Modell die Datenbank „simple plants“ (ds / dm) benutzt.

5.2.1 Thermische Situation an einem heißen Sommertag (16 Uhr) mit westnordwestlicher Luftströmung (290°)

Die **Abbildung 14.1** zeigt für den **Ist-Zustand** die berechnete Lufttemperaturverteilung gegen 16:00 Uhr an einem heißen Sommertag ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$). Vorausgesetzt wird eine westnordwestliche Luftströmung (290°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. Bei Winden aus westnordwestlichen Richtungen befindet sich die Ortslage Ilvesheim (Beethovenstraße) im Lee des Planungsgebiets.

Bei Lufttemperaturen im Bereich schattenwerfender Gehölzbestände von ca. 32.00 – 32.30°C werden über asphaltierten, unbeschatteten Stellplatzflächen und Straßenzügen Lufttemperaturen bis ca. 34.20°C berechnet. Über Wiesen- und Ackerflächen sind in unbeschatteten Bereichen Lufttemperaturen bis ca. 32.70°C zu bilanzieren. Die thermische Gunstfunktion schattenwerfender Gehölzbestände und unversiegelter Freiflächen wird offenbar.

Niedrigste Lufttemperaturen werden über den Wasserflächen des Neckars berechnet. Bei sommerlichen Wassertemperaturen von ca. 23°C bildet der Neckar an heißen Sommertagen eine Lufttemperatursenke.

Im Bereich der bestehenden Wohnbebauung von Ilvesheim östlich des Planungsgebiets ist eine Vielfalt unterschiedlicher Mikroklimata gegeben. Während über den Straßenflächen Lufttemperaturen bis ca. 33.80°C berechnet werden, sind in den Hausgärten um ca. 1.0 – 1.5 K niedrigere Lufttemperaturen zu bestimmen.

Mit der Realisierung der geplanten Bebauung am Planungsstandort (**Plan-Zustand, Abbildungen 14.2 und 14.3**) nimmt die Lufttemperatur zum Zeitpunkt der Tageshöchsttemperatur örtlich um ca. 0.25 – 1.75 K zu. Die Wärmeabstrahlung der versiegelten Oberflächen erhöht die Wärmebelastung.

In der östlich benachbarten Wohnbebauung an der Beethovenstraße ist kleinräumig ein planungsbedingter Lufttemperaturanstieg von ca. 0.25 – 0.75 K zu erwarten.

Die recht geringe planungsbedingte Lufttemperaturbeaufschlagung in der Bestandsbebauung ist im Wesentlichen auf zwei Aspekte zurückzuführen:

- Am Tag führt der intensive vertikale Luftaustausch dazu, dass bodennahe Warmluft vermehrt mit kühleren Luftmassen höherer Luftschichten durchmischt wird.
- Der geplante Grünstreifen mit Bäumen am Ostrand des Planungsgebiets dämpft zusammen mit der potenziell begrünten Lärmschutzwand den Warmlufteintrag in Richtung Osten.

Die aus dem Plan-Zustand resultierenden Lufttemperaturverhältnisse entlang der Beethovenstraße entsprechen weiterhin dem ortstypischen Niveau.

Im Bereich der südlich angrenzenden Wohnbebauung (aktuell noch in Bau) ist ebenfalls keine relevante Lufttemperaturzunahme zu bilanzieren.

5.2.2 Thermische Situation in einer warmen Sommernacht (23:00 Uhr) mit schwacher nordnordöstlicher Luftströmung

In sommerlichen Strahlungs Nächten sind im Planungsgebiet und in dessen Umfeld in der ersten Nachthälfte häufig nordnordöstliche Windrichtungen zu erwarten (siehe **Abbildung 7.2**), weshalb in den nachfolgenden Berechnungen Winde aus 20° mit einer Windgeschwindigkeit von 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. Berücksichtigung finden (= windschwache sommerliche Strahlungsnacht).

Die Ergebnisse der mikroskaligen Modellrechnungen (1.5 m ü.G.) für den **Ist-Zustand (Abbildung 15.1)** zeigen, dass das Planungsgebiet bei derartigen Verhältnissen als Teil einer Grünzäsur, den klimafunktionalen Bezug zwischen dem Freiraumgefüge Heddesheim, Ladenburg, Ilvesheim und dem Freiraum Neckar herstellt.

Im Untersuchungsgebiet werden gegen 23:00 Uhr zwischen der Grünzäsur und der Wohnbebauung Ilvesheim maximale Lufttemperaturdifferenzen von ca. 2.0 – 3.5 K simuliert. In den großflächig überbauten / versiegelten Bereichen sorgt das hohe Wärmespeichervermögen der Baumaterialien (u.a. Stein, Asphalt) nach Sonnenuntergang gegenüber den Vegetationsflächen für einen verzögerten Temperaturrückgang. Die „Warmluftfahne“ der Bebauung Ilvesheim reicht im Süden über den Neckarkanal hinweg bis zum Neckar. Am Westrand reicht die „Wärmeaura“ nur ca. 50 m in den Freiraum. Ein deutlich intensiverer und weiter reichender thermischer Einfluss wird durch das klimaökologische Ausgleichspotenzial der Hausgärten unterbunden.

Im **Plan-Zustand (Abbildungen 15.2 und 15.3)** steigt die Lufttemperatur am Planungsstandort von ca. 21.7 - 23.2°C auf Werte von ca. 22.3 – 24.1°C an. Damit stellen sich thermische Verhältnisse ein, wie sie aktuell in der östlich benachbarten Wohnbebauung von Ilvesheim vorherrschen. Eine intensivere Aufheizung wird durch den geplanten Grünstreifen am Ostrand und die verbleibende offene räumliche Verzahnung mit der Grünzäsur (= Kaltluftproduktionsflächen) unterbunden. Eine thermische Zusatzbelastung für die direkt östlich benachbarten Wohngrundstücke ist bei der vorgegebenen Situation nicht zu erwarten.

Im Bereich des Wohngebäudes südlich des Planungsgebiets ist hingegen eine Lufttemperaturzunahme von ca. 22.0 – 22.9°C auf ca. 23.1 – 24.2°C festzustellen. Damit wird jedoch auch dort das ortstypische nächtliche Lufttemperaturniveau von Ilvesheim im Bereich Beethovenstraße / Mozartstraße nicht überschritten. Wie aus der **Abbildung 9** hervorgeht, bleibt die Wohnlage damit im Vergleich zum Ortszentrum von Ilvesheim weiterhin thermisch begünstigt.

Die Grünzäsur zwischen dem Planungsgebiet und der Bundesautobahn A 6 bleibt mit ihren klimaökologischen Ausgleichsflächen für eine klimaökologisch funktionsfähige Verbindungsachse zwischen größeren Freiräumen (Freiraumgefüge Hedesheim, Ladenburg, Ilvesheim und Neckar) weiterhin ausreichend dimensioniert – Breite > 200 m.

5.2.3 Thermische Situation in einer warmen Sommernacht (23:00 Uhr) mit schwacher westnordwestlicher Luftströmung

Bei nächtlichen Winden aus westnordwestlichen Richtungen, wie sie in Strahlungsnächten insbesondere im Laufe der zweiten Nachthälfte auftreten können, befindet sich die Ortslage Ilvesheim im Lee des Planungsgebietes.

Wie den Rechenergebnissen für den **Ist-Zustand (Abbildung 16.1)** zu entnehmen ist, zeigt sich die Wohnbebauung am Nordwestrand von Ilvesheim thermisch nur mäßig belastet. Die direkte Lagebeziehung zur kaltluftproduzierenden Grünzäsur macht sich positiv bemerkbar. Zudem tragen die Hausgärten kleinräumig zum raschen Abbau nächtlicher Wärmebelastung bei. Dies wird auch anhand der mesoskaligen Berechnungen (**Abbildung 9**) offenbar.

Bei Realisierung der geplanten Bebauung (**Plan-Zustand, Abbildungen 16.2 und 16.3**) ist in der potenziellen Gewerbegebietsfläche sowie im Bereich der unmittelbar östlich angrenzenden Wohnbebauung in warmen Sommernächten mit einem Anstieg der Lufttemperatur um ca. 0.25 – 1.75 K zu rechnen.

Temperaturzunahmen über 1.5°C sind jedoch sehr kleinräumig auf die unmittelbare Leelage zum Gewerbegebiet begrenzt, so dass sich insgesamt keine gravierende Zusatzbelastung für Ilvesheim ergibt. Das resultierende Temperaturniveau übersteigt nicht das ortsübliche Maß. Von Bedeutung ist jedoch, dass die im Planungsentwurf (**Abbildung 5.2**) dargestellte Grünfläche mit einer Baumreihe zwischen bestehender Wohnbebauung und Gewerbegebiet realisiert wird. Die Fläche trägt zusammen mit einer möglichst beidseitig begrünten Lärmschutzwand zur Minderung des Warmlufteintrags in Richtung Osten bei.

6 Zusammenfassung – Planung, planungsbedingte Klimamodifikationen, Bewertung und Planungsempfehlungen

Im Nordwesten der Gemeinde Ilvesheim plant die GÖTZ INGENIEUR GMBH (Mannheim) als Vorhabenträgerin im Bereich des Gewanns „Ober dem Engelwasser“ die Schaffung von Planungsrecht für eine gewerbliche Nutzung aktuell landwirtschaftlich genutzten Flächen.

Das ca. 12.525 m² große Planungsgebiet befindet sich zwischen dem bestehenden Lidl-Markt im Norden und einem Wohngebäude (aktuell in Bau) auf den Flurstücken 2648, 2649, 2650, 2651 und 3722 (teilweise).

Der Entwurf zum vorhabenbezogenen Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“ setzt das Planungsgebiet als Gewerbegebiet mit abweichender Bauweise fest. Die GRZ ist mit 0.6 angegeben. Die maximal zulässige Höhe der Oberkante aller Bauteile ist auf 104.60 m ü. NN festgesetzt.

Als grünordnerische Maßnahmen sind Dach- und Fassadenbegrünungen sowie Baumpflanzungen vorgesehen. So sind u.a. je 6 Stellplätze ein Baum 2. Ordnung (mittelgroßer Baum, Wuchshöhe 10 – 20 m) oder je 5 Stellplätze ein Baum 3. Ordnung (Kleinbaum, Wuchshöhe 2 - 10 m) zu pflanzen.

Die verkehrliche Erschließung erfolgt über einen Anschluss an die Feudenheimer Straße.

Das zur Begutachtung vorgelegte Planungskonzept sieht im nördlichen Planungsteilgebiet den Bau einer ca. 2.010 m² großen Lagerhalle für Micrologistik vor, in welcher auch die erforderlichen Büro- und Sozialräume untergebracht sind.

Unmittelbar südlich schließt ein Gewerbehof mit einer ca. 1.423 m² großen Grundfläche an. Hier sind bis zu 2-geschossige Gewerbeeinheiten möglich. Ein Teil der erforderlichen Stellplätze wird über PV-Carports bereitgestellt.

Mit Ausnahme der Fahrgassen und der LKW-/LZ-Bereiche werden die befestigten Flächen mit versickerungsfähigen Belägen hergestellt.

Versickerungsflächen sind zudem am Nord- und Südrand des Planungsgebiets angedacht.

Zum Schutz der östlich angrenzenden Wohnbebauung gegenüber Lärmimmissionen sind am Ostrand des Gewerbehofs sowie am Ostrand der im nördlichen Planungsteilgebiet angeordneten Stellplatzflächen Lärmschutzwände erforderlich.

Am Ostrand des Planungsgebiets ist zudem ein Grünstreifen mit Bäumen geplant.

Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens sind mit Hilfe des vorliegenden Klimagutachtens die klimaökologischen Verhältnisse im Planungsgebiet und in dessen Umgebung vertiefend zu analysieren und die aus dem Planungsentwurf sich ergebenden lokalklimatischen Modifikationen mit Hilfe numerischer Modellrechnungen zu bilanzieren und zu bewerten.

6.1 Einfluss der geplanten Bebauung „Ober dem Engelwasser“ auf die klimaökologischen Funktionsabläufe und Bewertung

Aus den in Kap. 4 beschriebenen ortsspezifischen Klimaverhältnissen resultiert die klimaökologische Zielvorstellung, dass die angedachte gewerbliche Bebauung in der östlich und südlich benachbarten Bestandswohnbebauung keine großflächige thermische Zusatzbelastung bewirkt, die über das ortsspezifische Niveau hinausgeht.

Die Ergebnisse der prognostischen Strömungssimulationen dokumentieren, dass bei vorherrschenden Winden aus östlichen Richtungssektoren die potenzielle Bebauung im Planungsgebiet „Ober dem Engelwasser“ die bodennahe Durchlüftungsfunktion der Grünzäsur zwischen der Feudenheimer Straße im Norden und dem Neckarkanal im Süden nur sehr kleinräumig auf einer durchschnittlichen Fläche von ca. 16% schwächt. Ein bodennahes Durchgreifen des Höhenwindes zwischen Planungsgebiet und der Autobahntrasse A 6 ist gewährleistet, so dass bei Ostwinden im Laufe der zweiten Nachthälfte weiterhin Kaltluft aus dem Bereich der Grünzäsur über die Bundesautobahn A 6 in Richtung Feudenheim transportiert werden kann. In der Bestandsbebauung östlich des Planungsgebiets machen sich bei Ostwinden nur sehr kleinräumig westlich der Beethovenstraße planungsbedingte Windgeschwindigkeitsreduzierungen bemerkbar. Eine großflächige Zunahme von Luftstagnationstendenzen bleibt aber aus, da sich bei vorherrschenden Ostwinden die Lee-Effekte der Bestandswohnbebauung und die Luv-Effekte der potenziellen Neubebauung überschneiden. Eine ausreichende „Entlüftung“ der Bestandsbebauung östlich des Planungsgebiets bleibt gewährleistet.

Bei vorherrschenden Westnordwest-Winden, bei welchen sich die Bestandswohnbebauung von Ilvesheim im Lee des Planungsgebiets befindet, bleiben die planungsbedingten Strömungsmodifikationen sehr kleinräumig auf die unmittelbar benachbarte Wohnbebauung westlich der Beethovenstraße begrenzt. Im Bereich der Ost-West-verlaufenden Stichstraßen und Gebäudeabstandsflächen wird die mittlere Windgeschwindigkeit reduziert.

Es kommt jedoch nicht zur Ausbildung großflächiger Windstagnationsbereiche von über 1 ha Größe, so dass weiterhin ein ausreichender bodennaher Luftaustausch gesichert bleibt.

Eine als kritisch einzustufende Veränderung der bodennahen Belüftungsverhältnisse geht damit vom Planungsgebiet nicht aus.

Die Ergebnisse der Modellrechnungen zu den thermischen Umgebungsbedingungen belegen, dass von der geplanten Bebauung sowohl am Tag als auch in der Nacht gegenüber dem Ist-Zustand in der Umgebungsbebauung keine gravierende Zusatzbelastung ausgeht.

Mit der Realisierung der geplanten Bebauung am Planungsstandort (**Plan-Zustand, Abbildungen 14.2 und 14.3**) nimmt die Lufttemperatur an klimaökologisch besonders relevanten heißen Sommertagen zum Zeitpunkt der Tageshöchsttemperatur örtlich zwar um ca. 0.25 – 1.75 K zu, in der östlich benachbarten Wohnbebauung an der Beethovenstraße bleibt der planungsbedingte Lufttemperaturanstieg jedoch auch bei Winden aus westlichen Richtungssektoren kleinräumig auf ca. 0.25 – 0.75 K begrenzt.

Die recht geringe planungsbedingte Lufttemperaturbeaufschlagung in der Bestandsbebauung ist im Wesentlichen auf zwei Aspekte zurückzuführen:

- Am Tag führt der intensive vertikale Luftaustausch dazu, dass bodennahe Warmluft vermehrt mit kühleren Luftmassen höherer Luftschichten durchmischt wird.
- Der geplante Grünstreifen mit Bäumen am Ostrand des Planungsgebiets dämpft zusammen mit der potenziell begrünten Lärmschutzwand den Warmlufteintrag in Richtung Osten.

Die aus dem Plan-Zustand resultierenden Lufttemperaturverhältnisse entlang der Beethovenstraße entsprechen weiterhin dem ortstypischen Niveau.

Im Bereich der südlich angrenzenden Wohnbebauung (aktuell noch in Bau) ist ebenfalls keine relevante Lufttemperaturzunahme zu bilanzieren.

In sommerlichen Strahlungs Nächten sind im Planungsgebiet und in dessen Umfeld in der ersten Nachthälfte häufig nordnordöstliche Windrichtungen zu erwarten. Im Plan-Zustand steigt die Lufttemperatur am Planungsstandort von ca. 21.7 - 23.2°C auf Werte von ca. 22.3 – 24.1°C an. Damit stellen sich thermische Verhältnisse ein, wie sie aktuell in der östlich benachbarten Wohnbebauung von Ilvesheim vorherrschen. Eine intensivere Aufheizung wird durch den geplanten Grünstreifen am Ostrand und die verbleibende offene räumliche Verzahnung mit der Grünzäsur (= Kaltluftproduktionsflächen) unterbunden.

Eine thermische Zusatzbelastung für die direkt östlich benachbarten Wohngrundstücke ist bei der vorgegebenen Situation nicht zu erwarten.

Im Bereich des Wohngebäudes südlich des Planungsgebiets ist hingegen eine Lufttemperaturzunahme von ca. 22.0 – 22.9°C auf ca. 23.1 – 24.2°C festzustellen. Damit wird aber auch dort das ortstypische nächtliche Lufttemperaturniveau von Ilvesheim im Bereich Beethovenstraße / Mozartstraße nicht überschritten.

Im Laufe der zweiten Nachthälfte häufen sich im Planungsgebiet Winde aus nord-westlichen Richtungssektoren. Bei Realisierung der geplanten Bebauung ist am Planungsstandort sowie im Bereich der unmittelbar östlich angrenzenden Wohnbebauung in warmen Sommernächten mit einem Anstieg der Lufttemperatur um ca. 0.25 – 1.75 K zu rechnen. Temperaturzunahmen von über 1.5°C sind jedoch sehr kleinräumig auf die unmittelbare Leelage zum Gewerbegebiet begrenzt, so dass sich insgesamt keine gravierende Zusatzbelastung für Ilvesheim ergibt. Das resultierende Temperaturniveau übersteigt nicht das ortsübliche Maß.

Von Bedeutung ist jedoch, dass die im Planungsentwurf dargestellte Grünfläche am Ostrand mit einer Baumreihe realisiert wird. Die Fläche bewirkt zusammen mit einer möglichst beidseitig begrünten Lärmschutzwand eine Minderung des Wärmelufteintrags in Richtung Osten.

Wie die durchgeführten Modellrechnungen zu den thermischen Umgebungsbedingungen dokumentieren, bleibt somit die thermische Zusatzbelastung innerhalb der bestehenden Bebauung kleinräumig auf den unmittelbaren Nahbereich (Beethovenstraße) begrenzt und übersteigt dort nicht das ortsübliche Maß.

6.2 Planungsempfehlungen

Angesichts der Prognosen zu den Klimawandelfolgen, die u.a. eine deutliche Zunahme von heißen Tagen ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) und Tropennächten ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) erwarten lassen, muss es Ziel der Planung sein, die im Planungsentwurf bereits skizzierten klimaökologischen Ausgleichsmaßnahmen umzusetzen und mit ergänzenden Planungsempfehlungen zu unterstützen.

Dachbegrünung:

Die Festsetzungen zum bisherigen Bebauungsplan-Vorentwurf sehen für flach geneigte Dächer mit einer Neigung bis 15° eine extensive Dachbegrünungen vor. Der Begrünungsanteil an den Dachflächen soll mindestens 70% betragen. Die Dachbegrünung dient u.a. der Klimaanpassung. Zusätzliche PV-Anlagen könnten zusätzlich einen Beitrag zum Klimaschutz (CO_2 -Reduktion) leisten. Sie sind in Kombination mit einer extensiven Dachbegrünung realisierbar. Ein fachgerecht begrüntes und gut gepflegtes Flachdach erhöht die Effizienz von darauf installierten Photovoltaikanlagen (siehe **Foto 1**). Durch die niedrigeren Oberflächentemperaturen der Dachoberfläche wird die Leistung der Solarmodule erhöht.

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 begrüntem Dächern ist die vertikale Auftriebsströmung und somit die Staubaufwirbelung 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.

Bei intensiv begrünten Dächern (z.B. geplante Dachgärten) werden ca. 62 - 67% der eingestrahlt Energie in latente Wärme umgesetzt. Diese steht dann nicht mehr zur Erwärmung der Umgebungsluft zur Verfügung. Die Lufttemperatur über den Dächern (0.5 m) ist daher um ca. 0.6 – 1.5 K kühler (PFOSE ET AL. 2013).

Die kühlende Wirkung einzelner Dachbegrünungen beschränkt sich allerdings auf die Luftmassen direkt über der Dachoberfläche. Es ist jedoch anzunehmen, dass eine Begrünung vieler Dächer auch einen signifikanten Effekt auf die Nachbarschaft aufweist.

- 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.

Dachbegrünungen sind mit vielen weiteren Synergieeffekten verbunden. Hierzu zählen u.a. Lärminderung und die Erhöhung der Biodiversität (PFOSE ET AL. 2013) sowie Energieeinsparungen im Gebäude durch die Dämmwirkung der Begrünung.



Foto 1: Beispielhafte Darstellung einer extensiven Dachbegrünung in Kombination mit PV-Anlagen (Fotoaufnahme: ÖKOPLANA)

Aus klimaökologischer Sicht wären sogenannte Retentions Gründächer zu empfehlen. Hierbei wird der Ablauf der Dachfläche mit einem Drosselement versehen, wodurch gezielt eine größere Regenmenge auf dem Dach zurückgehalten werden kann, als bei „normalen“ Gründächern (die Dachkonstruktion muss auf die zeitweilige Belastung mit Wasser ausgelegt sein).

Das gespeicherte Wasser kann einerseits zur Bewässerung der Dachbegrünung genutzt werden, aber auch zeitlich verzögert im Gebäudeumfeld einer Versickerungsanlage oder der Kanalisation zugeführt werden. Die Zwischenspeicherung des Niederschlagswassers erfolgt in einem separaten Stauraum unterhalb der Begrünung, die entweder intensiv oder extensiv sein kann.

Fassadenbegrünung:

Durch eine Begrünung von Fassadenflächen kann ein weiterer Beitrag zur Reduktion der örtlichen Überhitzung an heißen Sommertagen geleistet werden. Begrünte Wände heizen sich weniger 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 PFOSER 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. Zusätzlich reduziert sich durch den Schattenwurf der Vegetation auf die Gebäudewand 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. 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 zusammenhängende geschlossene Fassadenflächen ab einer Größe von 50 m² an, die nicht durch Fenster-, Tür- oder Toröffnungen gegliedert sind. Dabei können sowohl wandgebundene als auch bodengebundene Begrünungen (Gerüstkletterpflanzen) gewählt werden (siehe **Foto 2**). Brandschutzrechtliche Anforderungen sind zu beachten.



Foto 2: Beispielhafte Fassadenbegrünung (Bild freigegeben von: ©VERTIKO GmbH)
<https://www.vertiko.de/begrueenungen-loesungen/living-wall-outdoor/>

Erforderliche Lärmschutzwände sollten beidseitig intensiv begrünt werden.

Sicherung / Neuanlage begrünter Flächen im Planungsgebiet:

Der vorgelegte Planungsentwurf (**Abbildung 5.2**) sieht im nördlichen, südlichen und östlichen Gebietsrand die Sicherung von Grünstreifen vor. Trotz des vergleichsweise geringen Flächenanteils tragen diese zur Reduzierung der thermischen Ungunst von versiegelten Erschließungsflächen bei. Die ergänzende Anpflanzung von Gehölzen am Ostrand wäre zu begrüßen. Die Baumschatten und der Verdunstungseffekt dämpfen an warmen Sommertagen die Aufheizung versiegelter Flächen.

Im Bereich von Parkierungsflächen sind zur Schattenbildung und Erhöhung des örtlichen Grünvolumens Baumpflanzungen vorzusehen. Die auf S. 3 beschriebene Vorgabe durch die Festsetzungen im Bebauungsplan sind daher positiv zu bewerten. Dabei ist auf eine klimaangepasste Artenwahl zu achten.

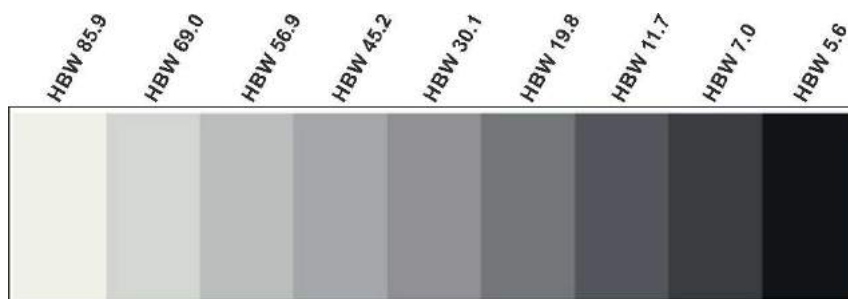
Die Verschattung verringert die thermische Belastung durch die direkte Sonneneinstrahlung am Tag. Modellrechnungen zum Bioklima (u.a. GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA 2021) belegen, dass am frühen Nachmittag unter Bäumen die gefühlte Temperatur um bis zu ca. 10 K niedriger ist als in unbeschatteten 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 Pflanzgruben an. So kann zum Beispiel durch den Einsatz von Baumrigolen der Wasserhaushalt eines Baumes optimiert werden. In der Rigole kann Niederschlagswasser temporär zurückgehalten und gespeichert werden, so dass es zu einem späteren Zeitpunkt zur Bewässerung des Baumes eingesetzt werden kann. Vor allem in den ersten Jahren nach der Pflanzung müssen Jungbäume bei anhaltender Trockenheit regelmäßig bewässert werden.

Die Anlage von PV-Carports, wie im Planungsentwurf bereits berücksichtigt, ist aus klimaökologischer Sicht ebenfalls anzustreben. Sie verschatten am Tag die befestigten Stellplatzflächen, wodurch die Wärmeabgabe in den Nachtstunden effektiv reduziert werden kann. Sie leisten zugleich einen Beitrag zum Klimaschutz.

Berücksichtigung des Albedo-Effektes, Minimierung der Bodenversiegelung:

Damit günstige thermische/bioklimatische Umgebungsbedingungen gesichert werden, sind Pkw-Stellplatzflächen und Fußwege mit möglichst hellen Oberflächenbelägen zu befestigen. Es sollte für Pflasterbeläge ein Hellbezugswert (engl. Albedo)⁶ zwischen ca. 30.0 und 60.0 gewählt werden (siehe **Grafik 6**), 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 bioklimatischen Belastung durch die Reflexstrahlung kommen.



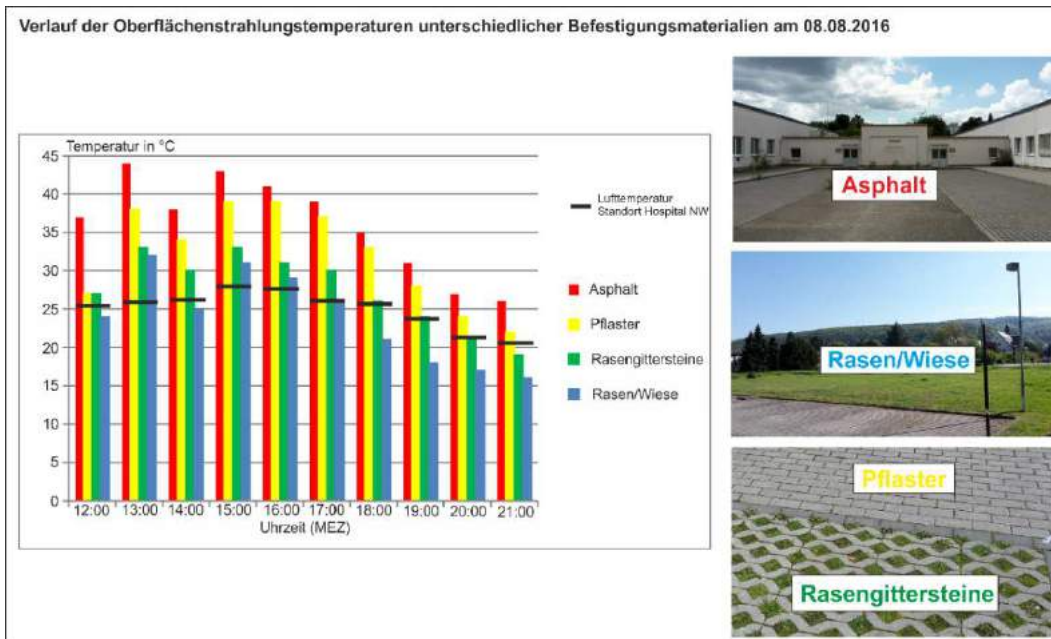
Grafik 6: Hellbezugswerte unterschiedlicher Grautöne (aus: <https://www.brillux.de>)

Wie **Grafik 7** zeigt, weisen graue Pflasterbeläge gegenüber schwarzen Asphaltflächen deutlich niedrigere Oberflächentemperaturen auf.

Bei Parkplätzen sind Rasengittersteine/Rasenfugenpflaster/Schotterrasen o.ä. zu wählen. Die Vorteile geringerer Bodenversiegelungen sind u.a.:

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

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.



Grafik 7: 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 3**).

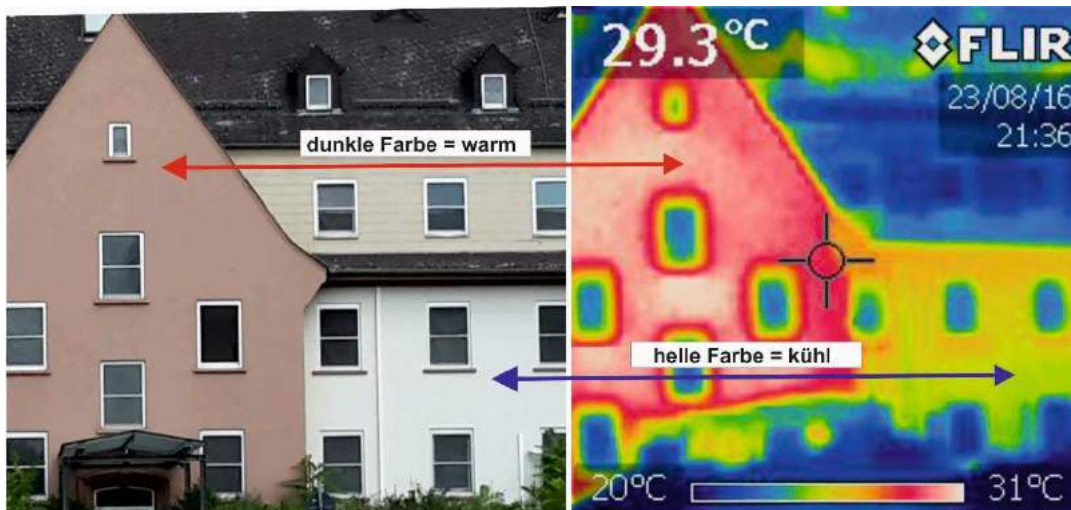


Foto 3: Oberflächentemperaturen unterschiedlich heller Fassaden
(Aufnahme: ÖKOPLANA, AUS: GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA 2017)

Ein Großteil der o.a. Planungsmaßnahmen findet im vorgelegten Bebauungsplanentwurf bereits Berücksichtigung.

Fazit:

Die zur Bewertung des vorgelegten Planungsentwurfs durchgeführten Klimaanalysen lassen in der Gesamtbilanz keine gravierenden klimaökologischen Negativeffekte erwarten, die einer Realisierung entgegenstehen. Unvermeidbare strömungsdynamische Veränderungen führen in der nächstgelegenen Wohnbebauung zu keinen großflächigen Beeinträchtigungen der Belüftungsintensitäten. Eine gravierende thermische / bioklimatische Zusatzbelastung, die zu einer Überschreitung des ortstypischen Klimaniveaus führt, ist im Planungsgebiet und in dessen Umfeld bei Beachtung der Planungshinweise nicht festzustellen.



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

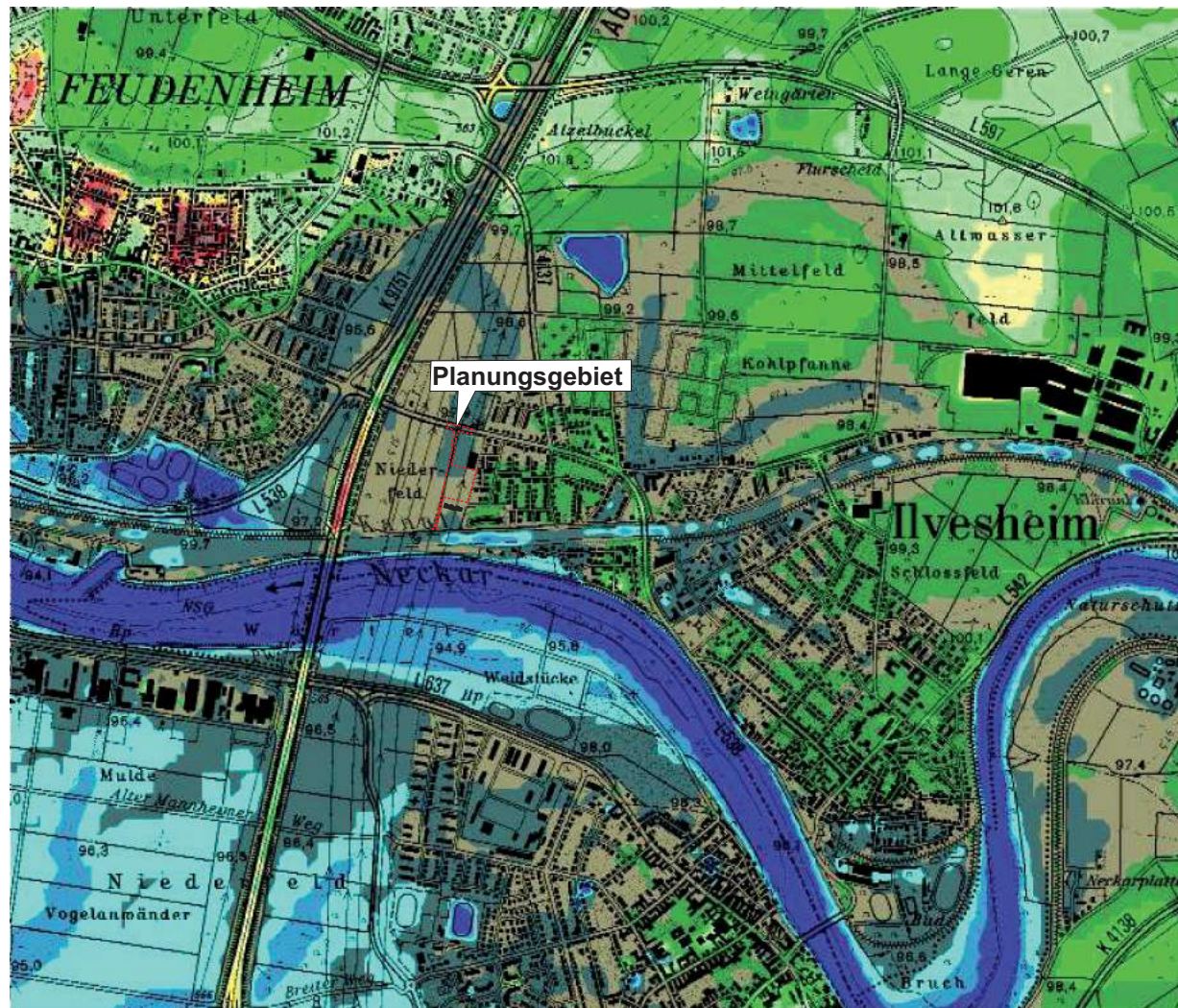
Mannheim, 22. September 2023


Quellenverzeichnis / weiterführende Schriften

- BRUSE, M. (2002/2023):** ENVI-met - Mikroskaliges Klimamodell. Bochum.
- BRUSE, M. (2003):** Stadtgrün und Stadtklima – Wie sich Grünflächen auf das Mikroklima in Städten auswirken. In: LÖBF-Mitteilungen 1/2003. S. 66 – 70.
- EICHHORN, J. (2009/2016):** Miskam - Mikroskaliges Klima- und Ausbreitungsmodell. Mainz.
- FRIEDRICH, J. ET AL. (2014):** Klimaanpassung in Kommunen und Regionen – eine Praxishilfe des Umweltbundesamtes. In: UVP-Report 28 (3 + 4). Hamm. S. 133 - 138
- GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH / ÖKOPLANA (2009):** Analyse der klima- und immissionsökologischen Funktionen für das Gebiet der Metropolregion Rhein-Neckar auf Basis einer GIS-gestützten Modellierung von stadtklimatisch und lufthygienisch relevanten Kenngrößen mit dem 3D-Klimamodell FITNAH. Hannover, Mannheim.
- GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH / ÖKOPLANA (2017):** Planungsempfehlungen für die (stadt-)klimawandelgerechte Entwicklung von Konversionsflächen – Modellvorhaben Heidelberg. Reihe KLIMOPASS-Berichte. Projekt.-Nr. 4500442984/23. Hrsg.: LUBW. Karlsruhe.
- GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA (2021):** Stadtklimaanalyse Mannheim 2020. Hannover, Mannheim.
- IÖR (2011):** REGKLAM Ergebnisbericht. Regionales Klimaanpassungsprojekt Modellregion Dresden. Stadtstrukturabhängige Ausweisung sensibler Siedlungsräume bei thermischen Belastungen als Grundlage für die künftige Stadtentwicklung. Dresden.
- MANN ET AL. (2000):** Wasserhaushalt begrünter Dächer. In: Dach + Grün. 1/2000
- MVV REGIOPLAN (2023A):** Vorhabenbezogener Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“. Planungsrechtliche Festsetzungen – Vorentwurf vom 03.08.2023. Mannheim.
- MVV REGIOPLAN (2023B):** Vorhabenbezogener Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“. Rahmenbedingungen und Vorhabenbeschreibung. Mannheim.
- ÖKOPLANA (2010):** Stadtklimaanalyse Mannheim 2010. Mannheim.
- ÖKOPLANA (2013):** Klimagutachten zum Bebauungsplan „Ilvesheim Nord / Feudenheimer Straße“ in Ilvesheim. Mannheim.

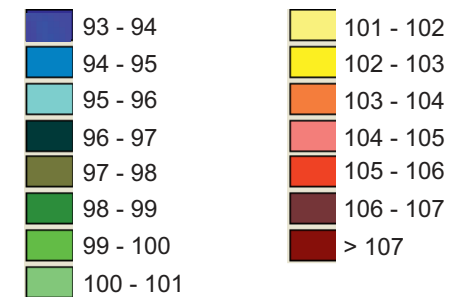
- PFOSE ET AL. (2013):** Gebäude, Begrünung und Energie: Potenziale und Wechselwirkungen. Interdisziplinärer Leitfaden als Planungshilfe zur Nutzung energetischer, klimatischer und gestalterischer Potenziale sowie zu den Wechselwirkungen von Gebäude, Bauwerksbegrünung und Gebäudeumfeld, Forschungsbericht, Technische Universität Darmstadt.
- SCHMIDT, M. (2004):** Gebäudebegrünung als Element der Regenwasserbewirtschaftung und Energieeinsparung durch passive Gebäudekühlung. Berlin.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2003):** VDI 3787, Bl. 5. Lokale Kaltluft. Düsseldorf.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2020):** VDI 3787, Bl. 4. Umweltmeteorologie - Methoden zur Beschreibung von Stark- und Schwachwinden in bebauten Gebieten und deren Bewertung. Düsseldorf.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2020):** VDI 3787, Bl. 8. Umweltmeteorologie - Stadtentwicklung im Klimawandel. Düsseldorf.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2021):** VDI 3787, Bl. 2. Umweltmeteorologie - Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung der thermischen Komponente des Klimas. Düsseldorf.

Abb. 1 Lage des Untersuchungsgebietes im Ortsgebiet von Ilvesheim
Ausschnitt aus der TK 1:25.000



 Planungsgebiet
B-Plan "GE Ober dem
Engelwasser"

Geländehöhe in m ü. NN



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
in Ilvesheim

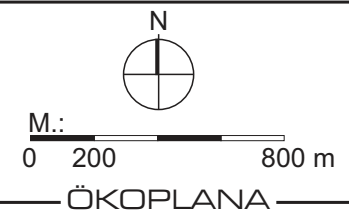



Abb. 2 Luftbild vom Planungsgebiet



 Bebauungsplangebiet
„Ober dem Engelwasser“

Luftbild Datenquelle: LGL BW

Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
in Ilvesheim

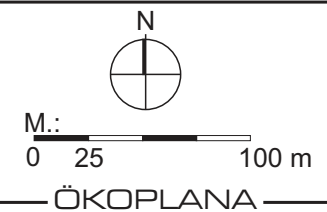


Abb. 3 Planungsgebiet und dessen Umfeld - fotografische Dokumentation



Blick auf die Wohnbebauung östlich des Plangebiets



Blick auf die Bebauung südlich des Plangebiets

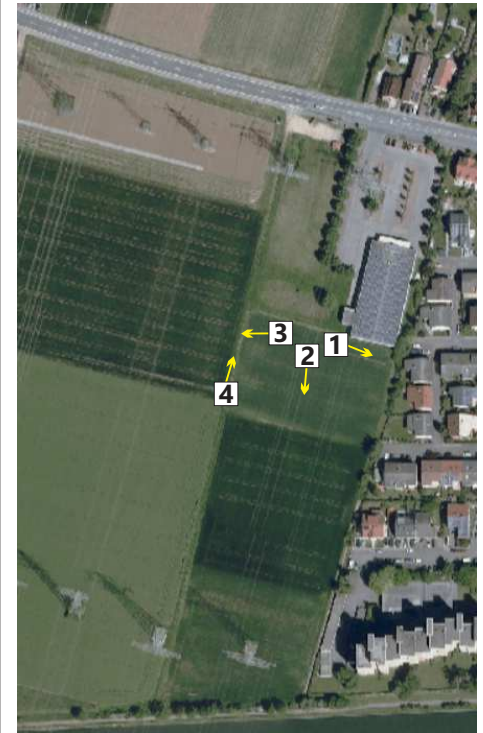


Blick vom Westrand des Plangebiets in Richtung A 6



Blick nach Norden in Richtung der Feudenheimer Straße

Fotos: ÖKOPLANA 08/2023
Luftbild: LGL BW

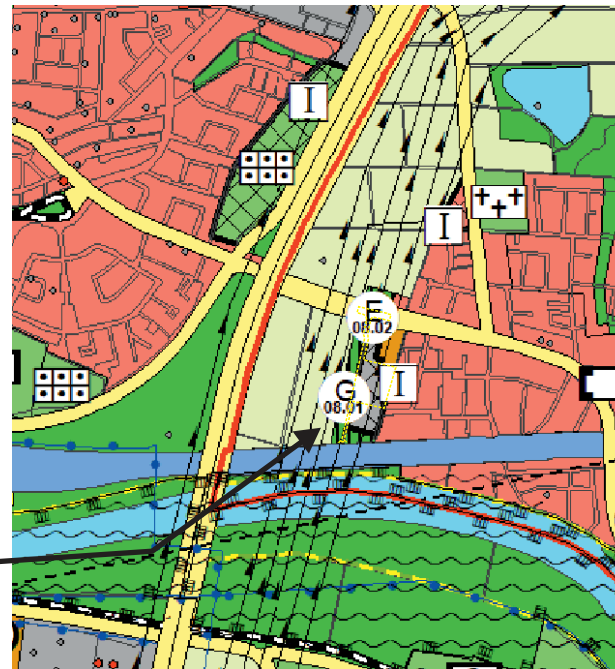


Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
in Ilvesheim

Abb. 4 Auszüge aus dem Einheitlichen Regionalplan von 2020 und dem FNP des Nachbarschaftsverbandes Heidelberg-Mannheim (Stand 19.09.2022)



Grünzäsung als Bestandteil eines Regionalen Grünzugs



G, Zeitstufe 1: jederzeit entwickelbar

Planungsgebiet
B-Plan "GE Ober dem
Engelwasser"

Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
in Ilvesheim



Abb. 5.1 Vorhabenbezogener Bebauungsplan „GE Ober dem Engelwasser“



- Planzeichenerläuterung**
(gem. Planzeichenverordnung 1990 - PlanzV 90)
- Art der baulichen Nutzung (§ 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB)**

GE	Gewerbegebiet (§ 8 BauNVO)
----	----------------------------
 - Maß der baulichen Nutzung (§ 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB)**
 0,6 Grundflächenzahl (GRZ) für Hauptanlagen
 GH_{max} 104,60 maximale Gebäudehöhe 104,60 mÜNNH
 - Bauweise, überbaubare Grundstücksfläche (§ 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB)**

—	Baugrenze
a	abweichende Bauweise
 - Straßenverkehrsflächen (§ 9 Abs. 1 Nr. 11 BauGB)**

■	Straßenverkehrsflächen
▨	Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung
■	Zweckbestimmung: Fuß- und Radweg
—	Straßenbegrenzungslinie
 - Hauptversorgungs- und Hauptabwasserleitungen (§ 9 Abs. 1 Nr. 13 BauGB)**

—	Höchstspannungsleitung oberirdisch, mit Schutzstreifen
—	Mast mit Sicherheitsabstand
—	Gasleitung unterirdisch, mit Schutzstreifen 2,0 m
 - Sonstige Planzeichen**

—	Grenze des räumlichen Geltungsbereiches
—	Grenze des räumlichen Geltungsbereiches B-Plan "Nahversorgung Nord"
■	Umgrenzung von Flächen für Stellplätze und Nebenanlagen
■	Umgrenzung von Flächen für Vorkehrungen zum Schutz gegen schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne des BImSchG
 - Planunterlage**

■	bestehende Gebäude
—	bestehende Flurgrenze
 - Nutzungsschablone**

GE	Art der baulichen Nutzung
0,6 a	GRZ / Bauweise
GH _{max} = 104,60 mÜNNH	max. Gebäudehöhe

Planungsgebiet
B-Plan "GE Ober dem
Engelwasser"

Grafik: MVV Regioplan GmbH

Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
in Illvesheim

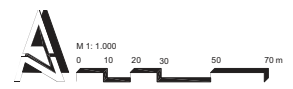
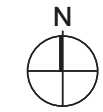
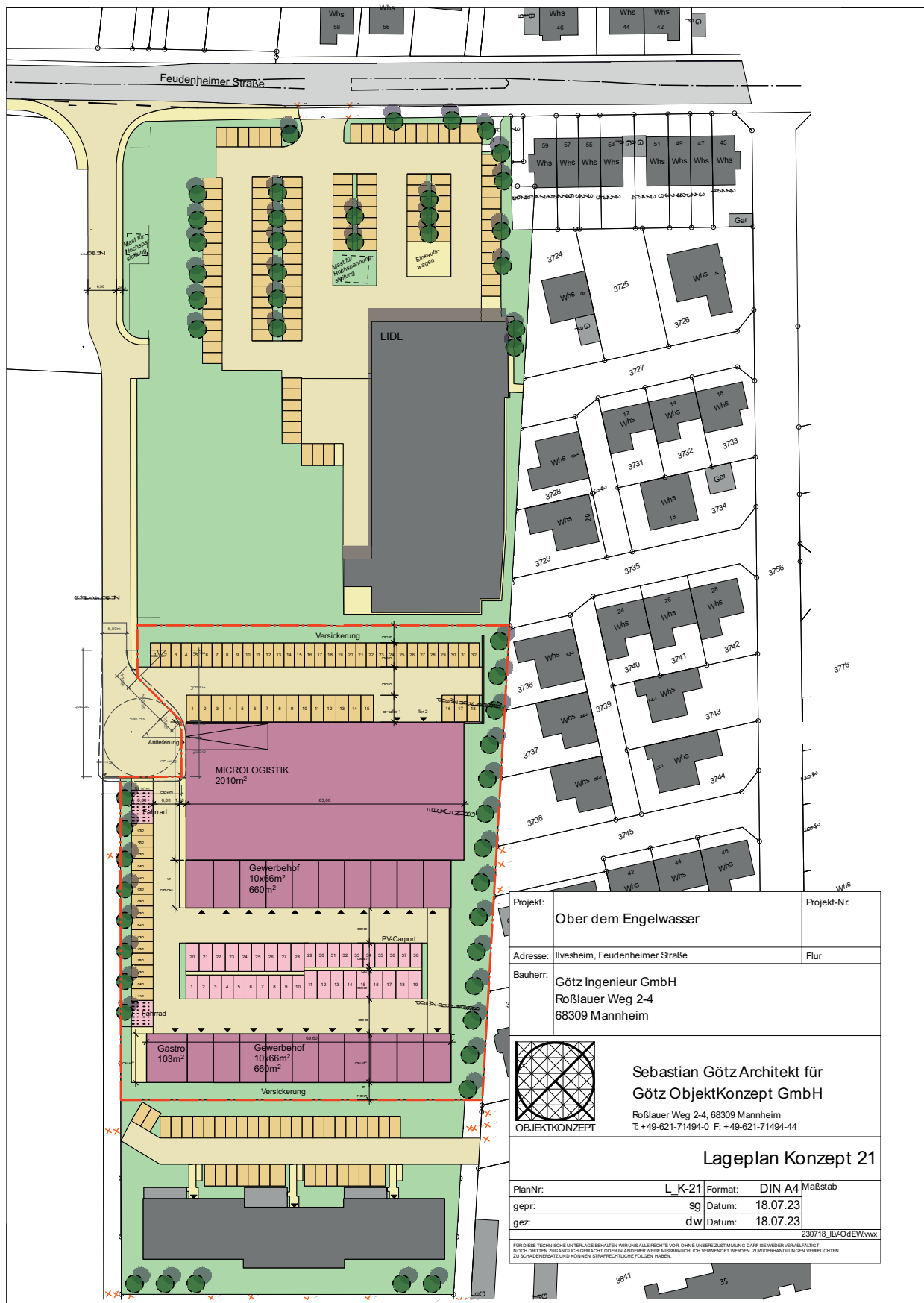


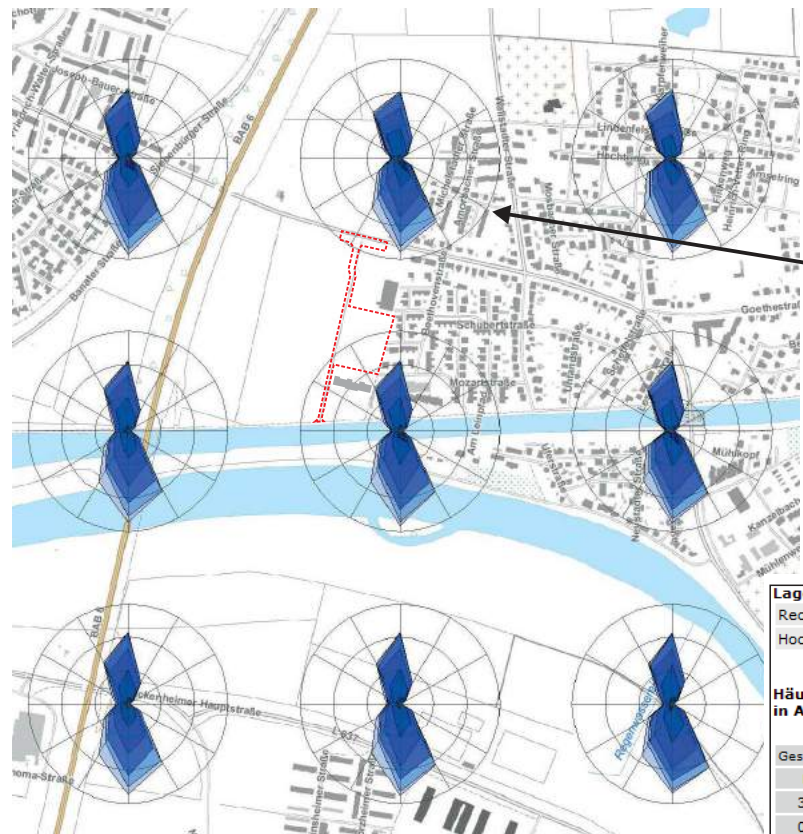
Abb. 5.2 Lageplan Konzept 21 „GE Ober dem Engelwasser“










Projekt:	Ober dem Engelwasser	Projekt-Nr.
Adresse:	Ilvesheim, Feudenheimer Straße	Flur
Bauherr:	Götz Ingenieur GmbH Roßlauer Weg 2-4 68309 Mannheim	
		
	Sebastian Götz Architekt für Götz ObjektKonzept GmbH Roßlauer Weg 2-4, 68309 Mannheim T +49-621-71494-0 F: +49-621-71494-44	
	Lageplan Konzept 21	
PlanNr:	L_K-21	Format: DIN A4 Maßstab
gepr:	sg	Datum: 18.07.23
gez:	dw	Datum: 18.07.23
	<small>230718_ILV-0dEW.wvx</small>	
	<small>FÜR DIESE TECHNISCHE UNTERLAGE BEHALTEN WIR UNS ALLE RECHTE VOR OHNE UNSERE ZUSTIMMUNG DARF SIE WEDER VERKOPPIERT NOCH ÖFFENTLICH ZUGÄNGLICH GEMACHT ODER IN ANDERER WEISE MISSBRÄUCHLICH VERWENDET WERDEN. ZWISCHENVERÄNDERUNGEN VERPFLICHTEN ZU SCHADENSERSATZ UND KÖNNEN STRAFRECHTLICHE FOLGEN HABEN.</small>	

Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
in Ilvesheim

**Abb. 6 Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten im Planungsumfeld
Windrosen auf Basis von Modellrechnungen, Datenkollektiv "alle Tage"**



 Planungsgebiet
B-Plan "GE Ober dem
Engelwasser"

-  > 5.0 m/s
-  > 4.0 - 5.0 m/s
-  > 3.0 - 4.0 m/s
-  > 2.0 - 3.0 m/s
-  > 1.0 - 2.0 m/s
-  0 - 1.0 m/s

Lage
 Rechtswert: 3467500
 Hochwert: 5483008 mittlere Windgeschw.: 2,61 m/s

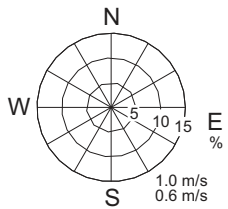
**Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten (m/s)
in Abhängigkeit von der Windrichtung in %:**

Geschwindigkeit	0-1,0 m/s	>1,0-2,0 m/s	>2,0-3,0 m/s	>3,0-4,0 m/s	>4,0-5,0 m/s	> 5,0 m/s	Summe
Richtung							
345-015°	0.82	6.14	4.59	3.37	0.33	0.04	15.29
015-045°	0.62	2.16	1.71	0.89	0.04	0	5.42
045-075°	0.29	1.4	0.17	0.06	0	0	1.92
075-105°	0.09	0.28	0	0	0	0	0.37
105-135°	0.83	0.58	0.54	0.47	0.47	0.07	2.96
135-165°	3.31	1.59	4.22	3.26	3.21	0.58	16.17
165-195°	1.44	4.89	6.69	3.64	3.03	1.27	20.96
195-225°	0.79	2.06	3.39	2.77	0.99	2.59	12.59
225-255°	0.24	1.47	1.71	1.21	0.63	0.61	5.87
255-285°	0.78	0.4	0.52	0.14	0.09	0.14	2.07
285-315°	0.32	1.86	1.24	0.2	0.06	0.66	4.34
315-345°	0.87	5.49	3.23	1.74	0.39	0.32	12.04
Summe	10.4	28.32	28.01	17.75	9.24	6.28	

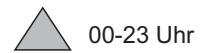
Projekt:
 Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
 Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
 in Illvesheim



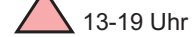
**Abb. 7.1 Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittlere Windgeschwindigkeit
Zeitraum: 30-Jahre-Mittelwerte, 1990 - 2019, Alle Tage**



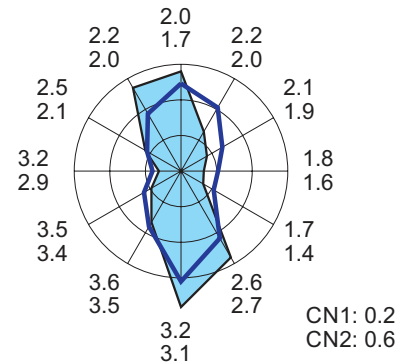
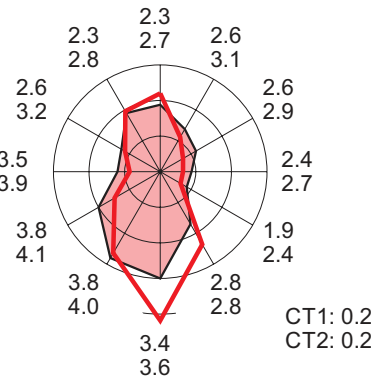
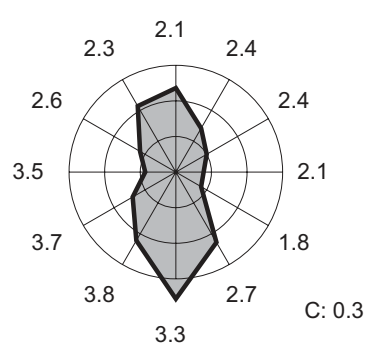
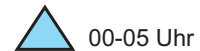
Standort: DWD Wetterstation



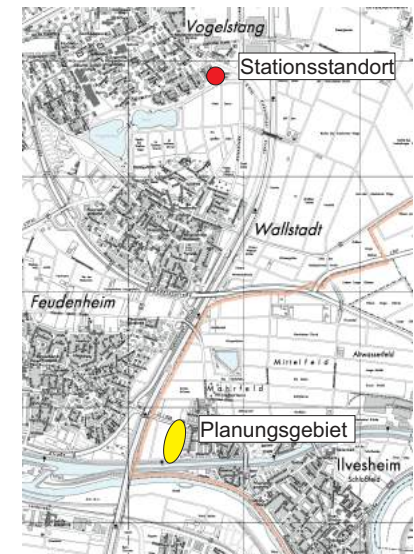
C: Windstillen



CT: Windstillen

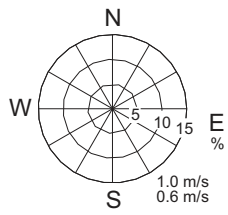


Datenquelle:
DWD Offenbach a. M.



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
in Ilvesheim

**Abb. 7.2 Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittlere Windgeschwindigkeit
Zeitraum: Mai - September 2019, alle Tage / Strahlungstage / Heiße Tage**



▲ 00-23 Uhr

C: Windstillen

▲ 06-12 Uhr

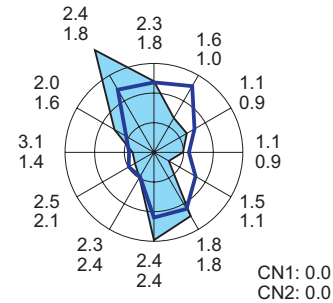
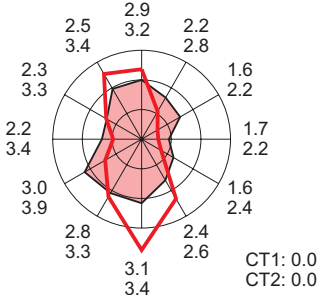
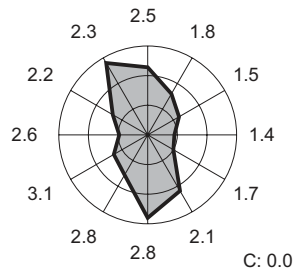
▲ 13-19 Uhr

CT: Windstillen

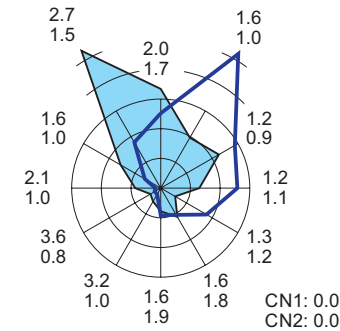
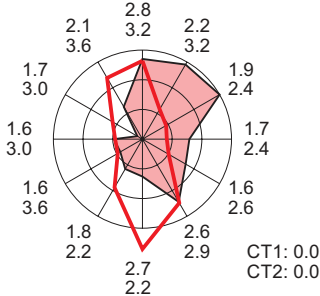
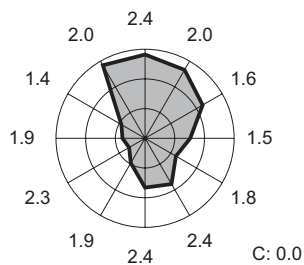
▲ 20-23 Uhr

▲ 00-05 Uhr

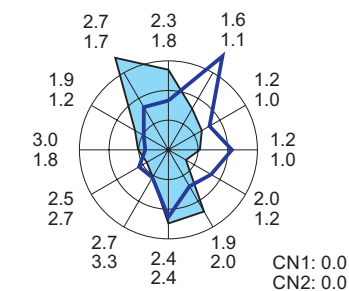
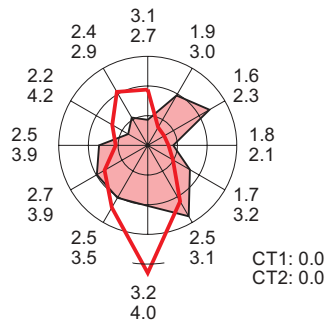
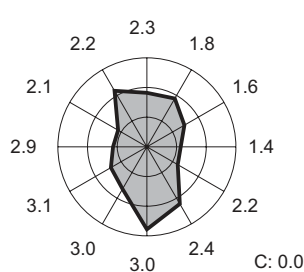
Standort: DWD Wetterstation - Alle Tage



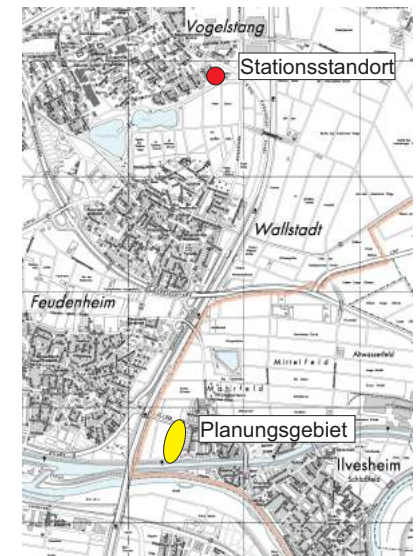
Standort: DWD Wetterstation - Strahlungstage



Standort: DWD Wetterstation - Heiße Tage

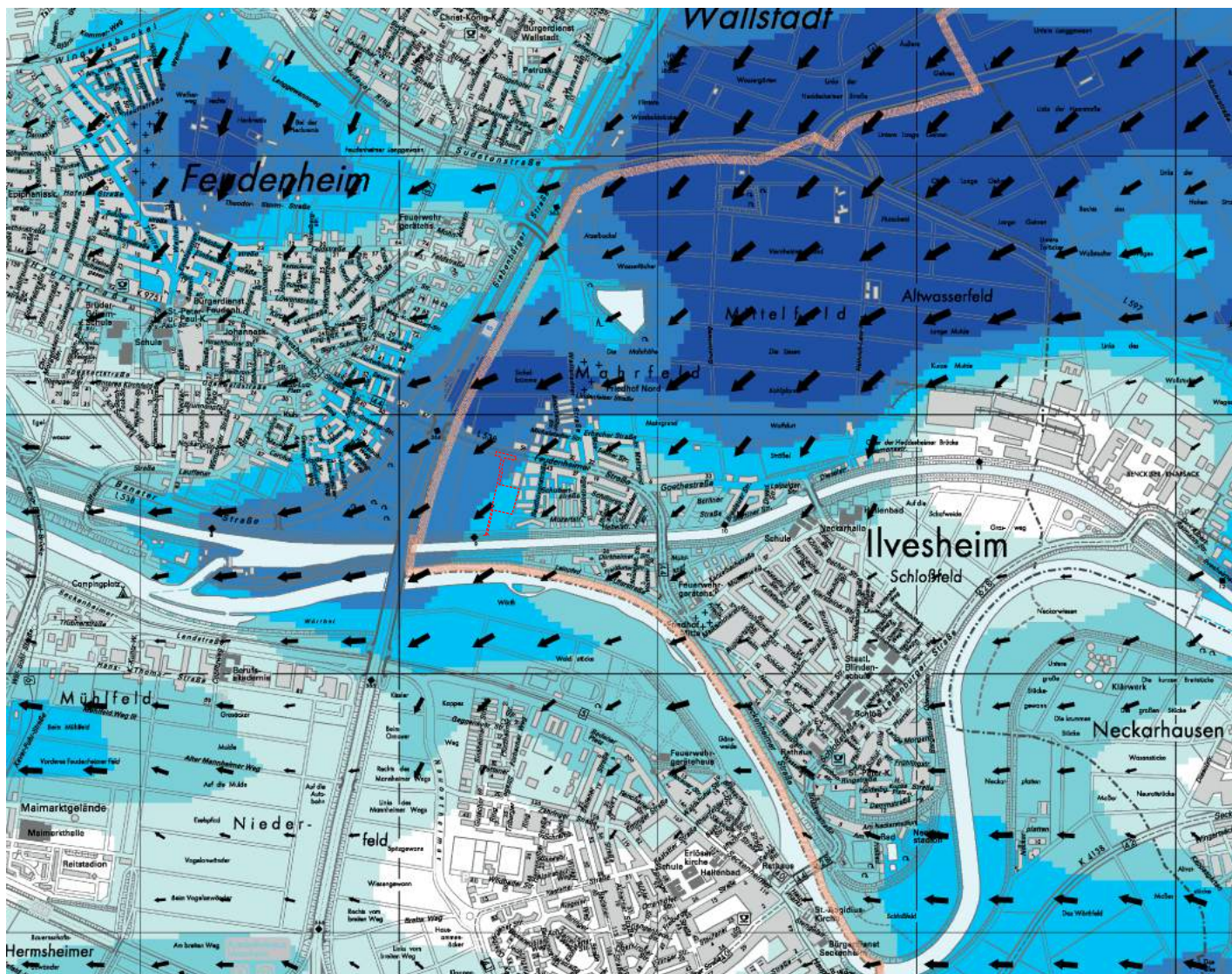


Datenquelle:
DWD Offenbach a. M.

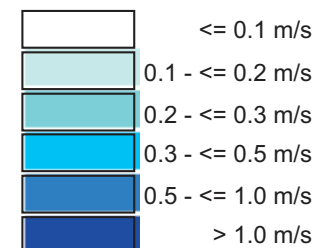


Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
in Ilvesheim

Abb. 8 Kaltluftbewegungen - Strömungsrichtung und Strömungsgeschwindigkeit
Ergebnisse mesoskaliger Modellrechnungen



Windgeschwindigkeit 2 m ü.G.
 Zeitpunkt: 04:00 Uhr



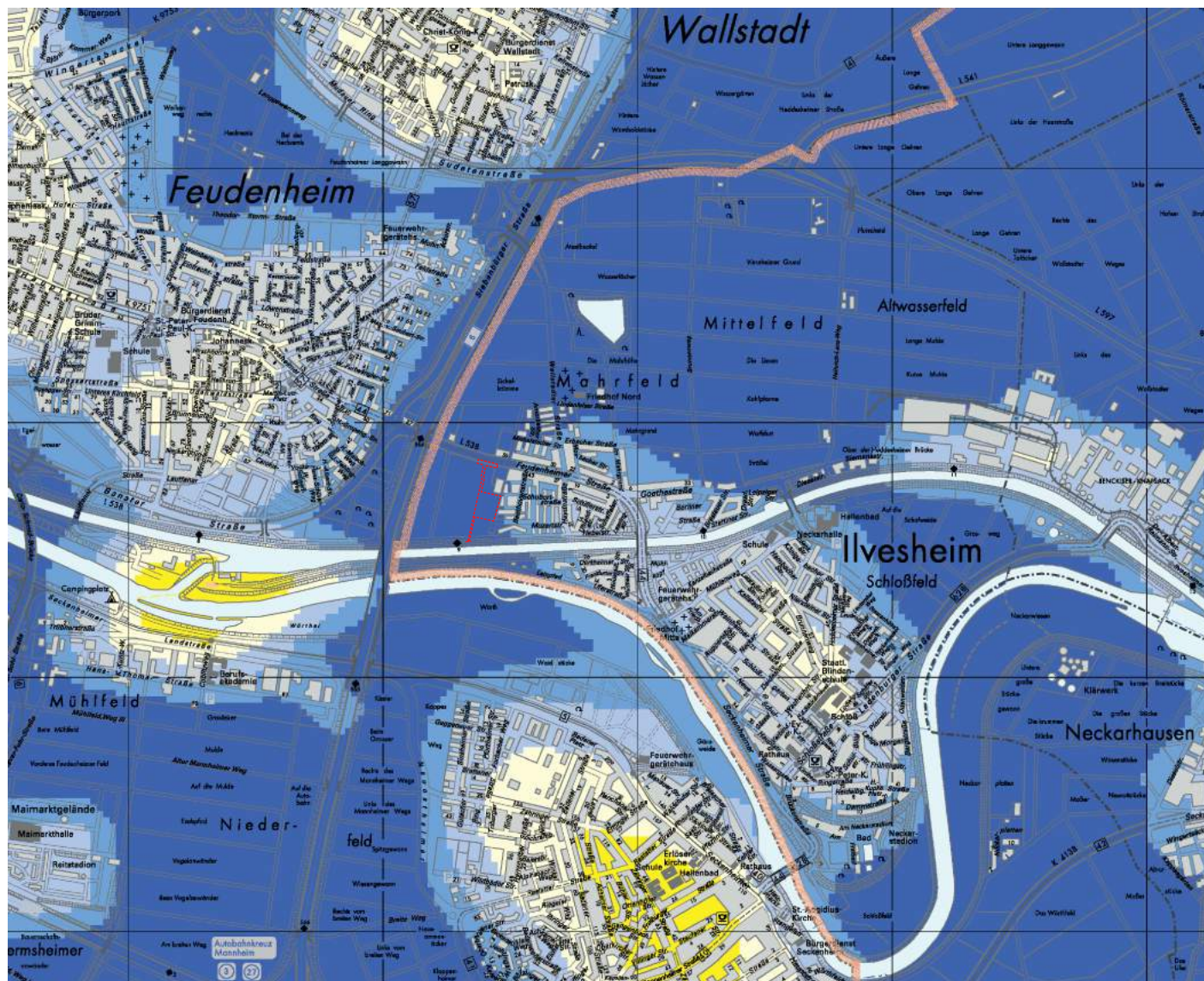
Datenquelle:
 ÖKOPLANA /
 GEO-NET Umweltconsulting GmbH 2009

Projekt:
 Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
 Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
 in Ilvesheim

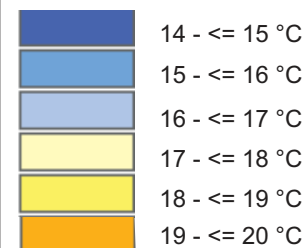


M.:
 0 200 800 m

Abb. 9 Lufttemperaturverteilung in einer windschwachen Strahlungsnacht
Ergebnisse mesoskaliger Modellrechnungen



Lufttemperatur 2 m ü.G.
Zeitpunkt: 04:00 Uhr



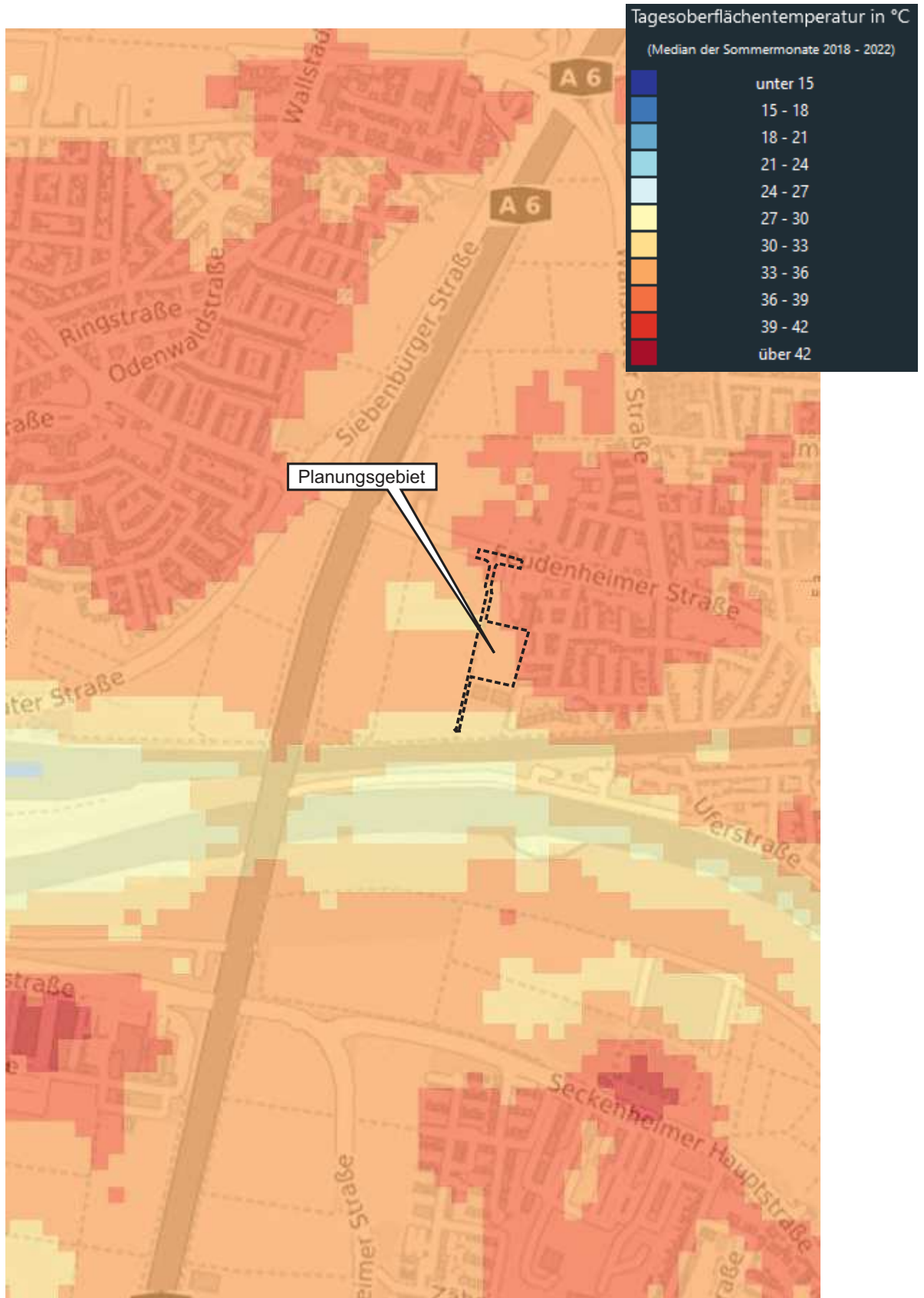
Planungsgebiet

Datenquelle:
ÖKOPLANA /
GEO-NET Umweltconsulting GmbH 2009

Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
in Ilvesheim



Abb. 10 Tages-Oberflächentemperaturen - Median der Sommermonate 2018 - 2022



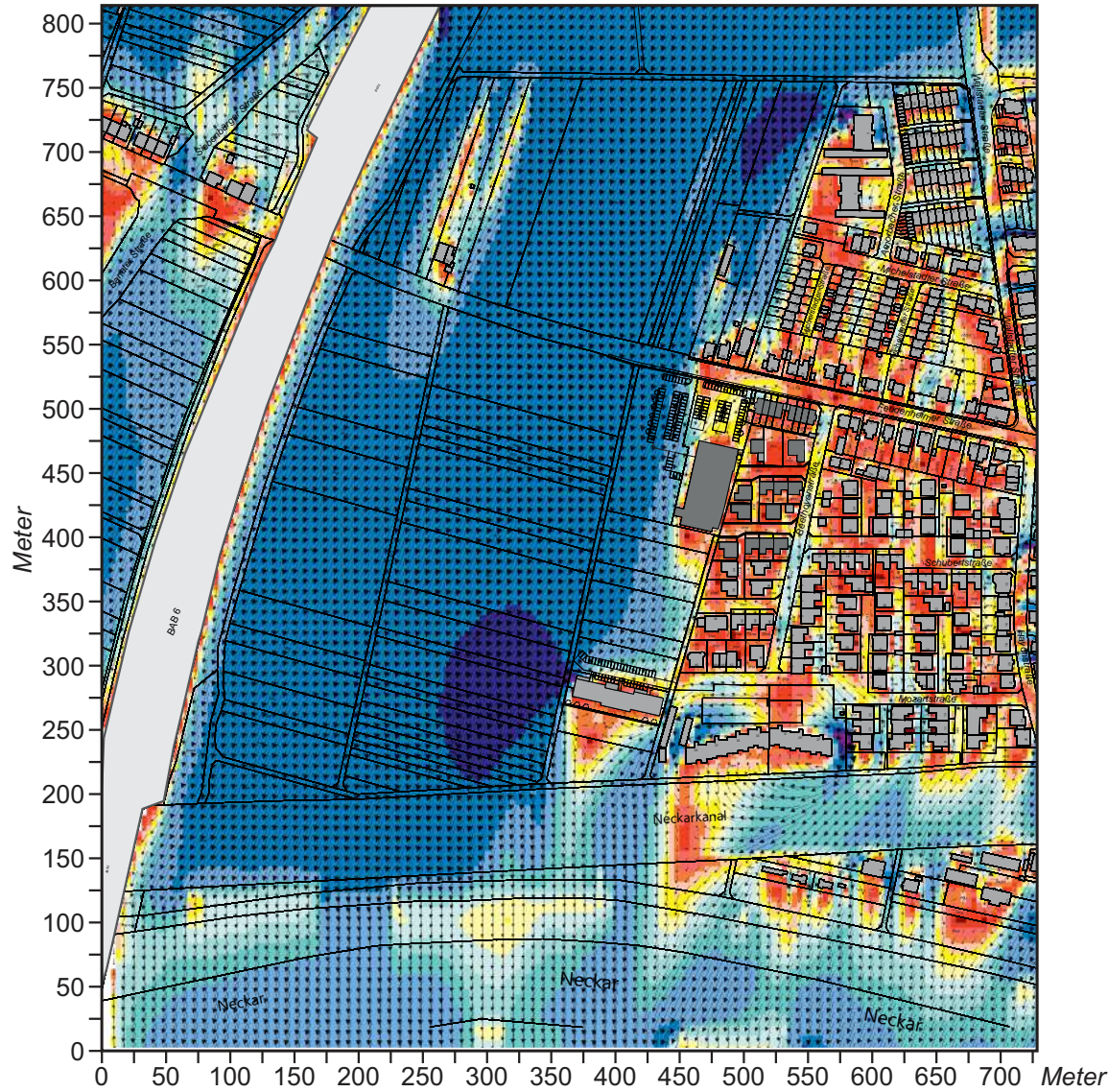
Datenquelle Temperaturdaten:
(c) UrbanGreenEye - LUP GmbH



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
in Ilvesheim



Abb. 11.1 Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen - Ist-Zustand
Windgeschwindigkeit und Windrichtung (1.5 m ü.G.) bei einer Anströmung aus Nordnordosten (20°)
mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



- Bebauung - Bestand
- Bebauung - Planung

Windgeschwindigkeit
in m/s

- ≥ 1.6
- ≥ 1.4
- ≥ 1.2
- ≥ 1.0
- ≥ 0.9
- ≥ 0.8
- ≥ 0.7
- ≥ 0.6
- ≥ 0.5
- ≥ 0.4
- ≥ 0.3
- ≥ 0.2
- ≥ 0.1
- ≥ 0.0

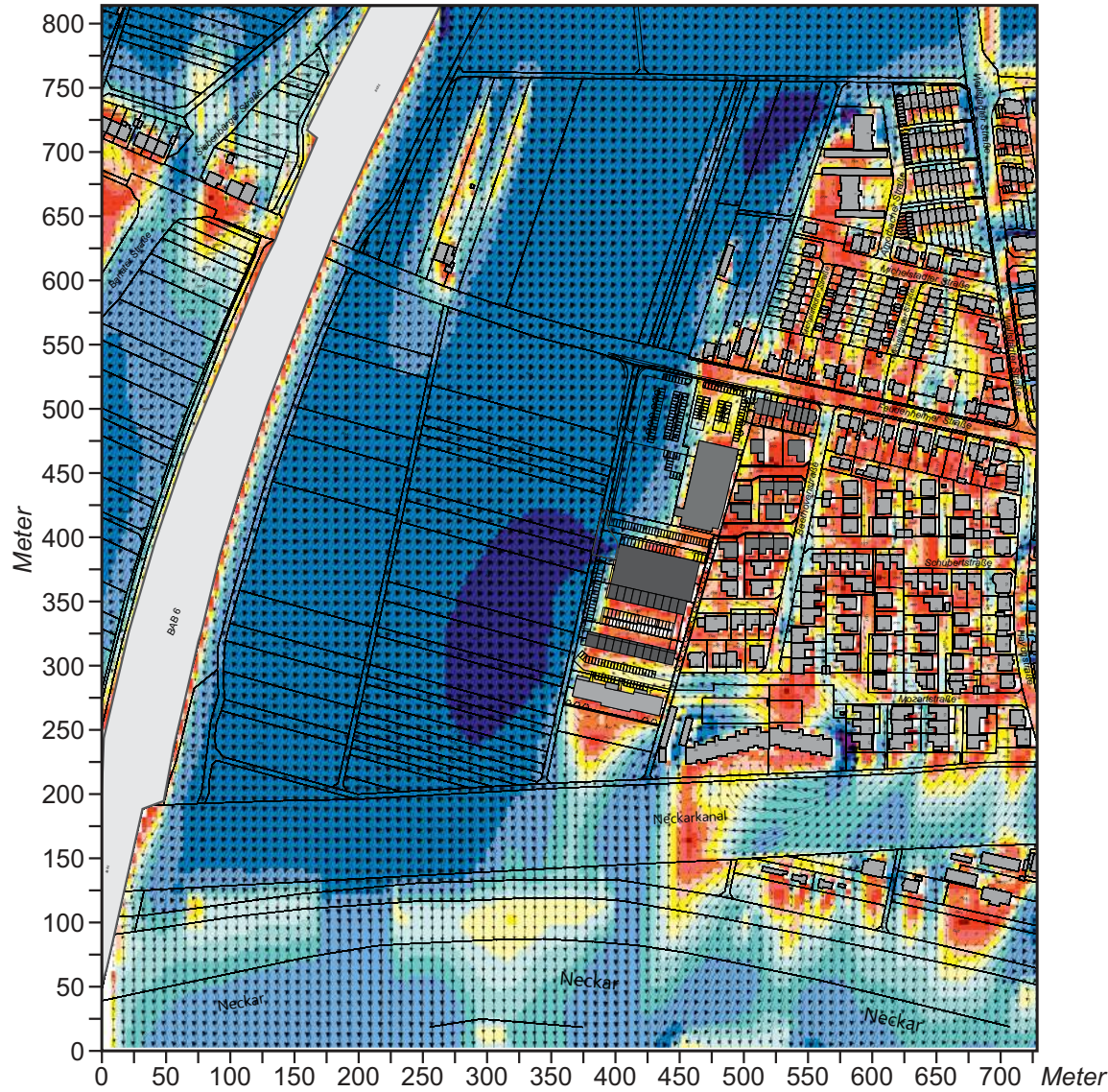
↓
Anströmungsrichtung

↙ ↘ ↗ Windvektoren

Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
in Ilvesheim

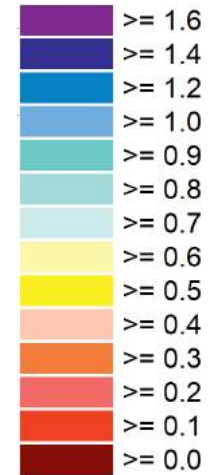


Abb. 11.2 Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen - Plan-Zustand
Windgeschwindigkeit und Windrichtung (1.5 m ü.G.) bei einer Anströmung aus Nordnordosten (20°)
mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Bebauung - Bestand
 Bebauung - Planung

Windgeschwindigkeit
in m/s



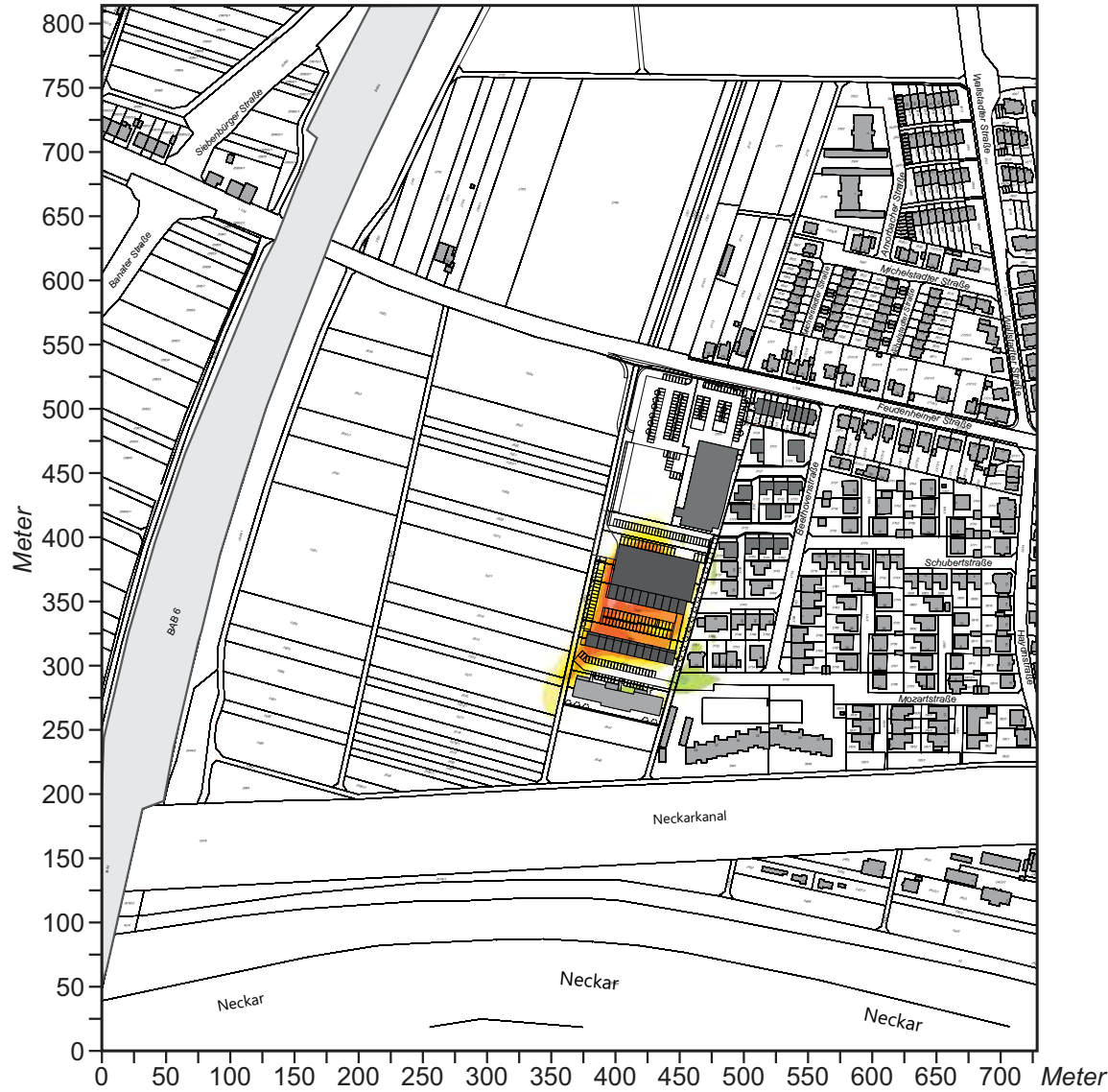
Anströmungsrichtung

Windvektoren

Projekt:
 Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
 Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
 in Ilvesheim

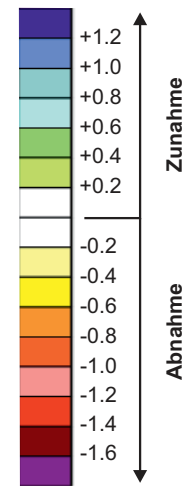


Abb. 11.3 Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen - Vorher-Nachher-Vergleich
Planungsbedingte Veränderung der Windgeschwindigkeit bei einer Anströmung aus Nordnordosten (20°)
mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Bebauung - Bestand
 Bebauung - Planung

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



Zunahme

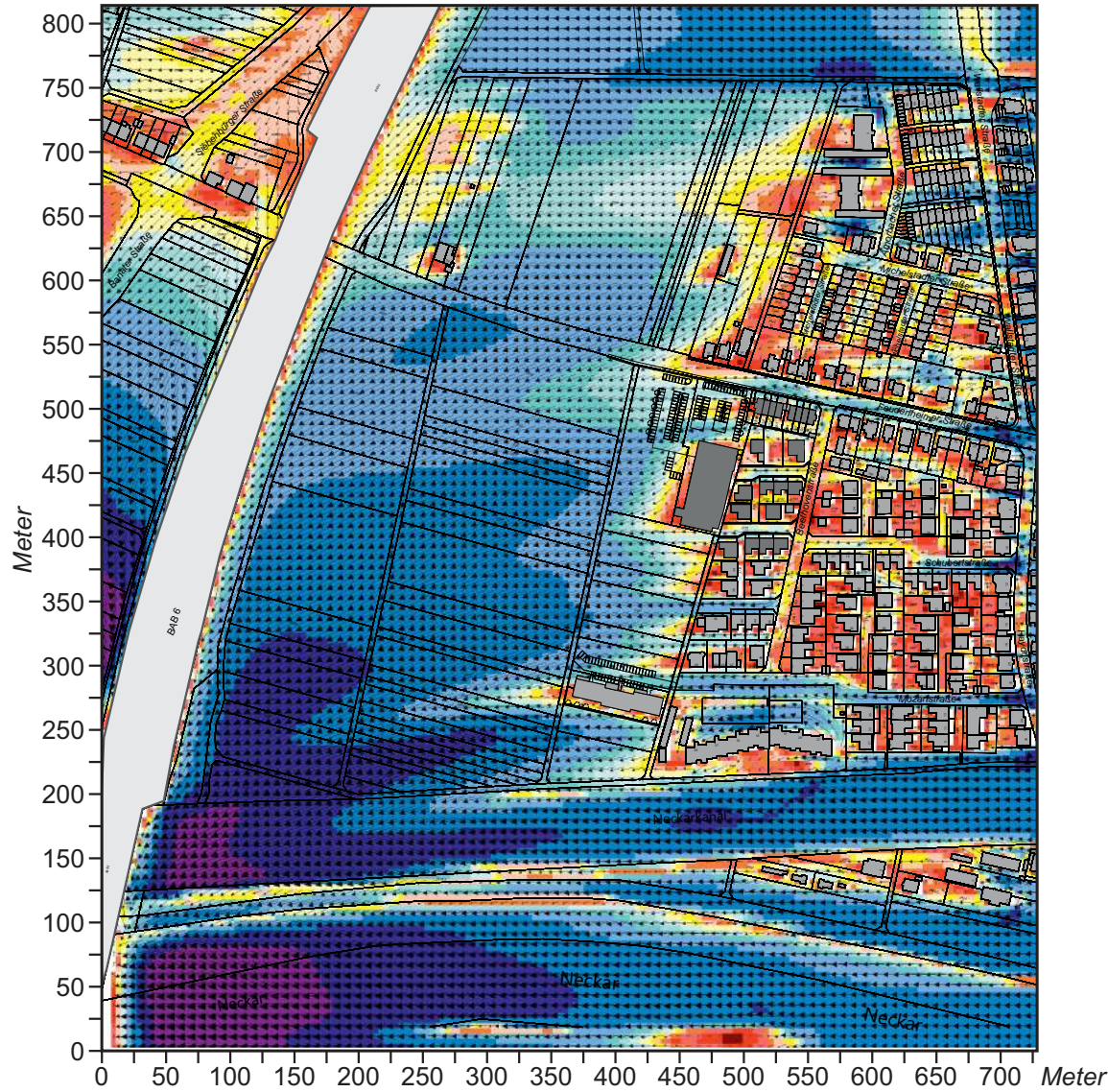
Abnahme

Anströmungsrichtung

Projekt:
 Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
 Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
 in Ilvesheim

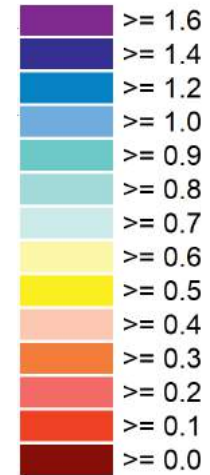


Abb. 12.1 Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen - Ist-Zustand
Windgeschwindigkeit und Windrichtung (1.5 m ü.G.) bei einer Anströmung aus Osten (90°)
mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Bebauung - Bestand
 Bebauung - Planung

Windgeschwindigkeit
in m/s



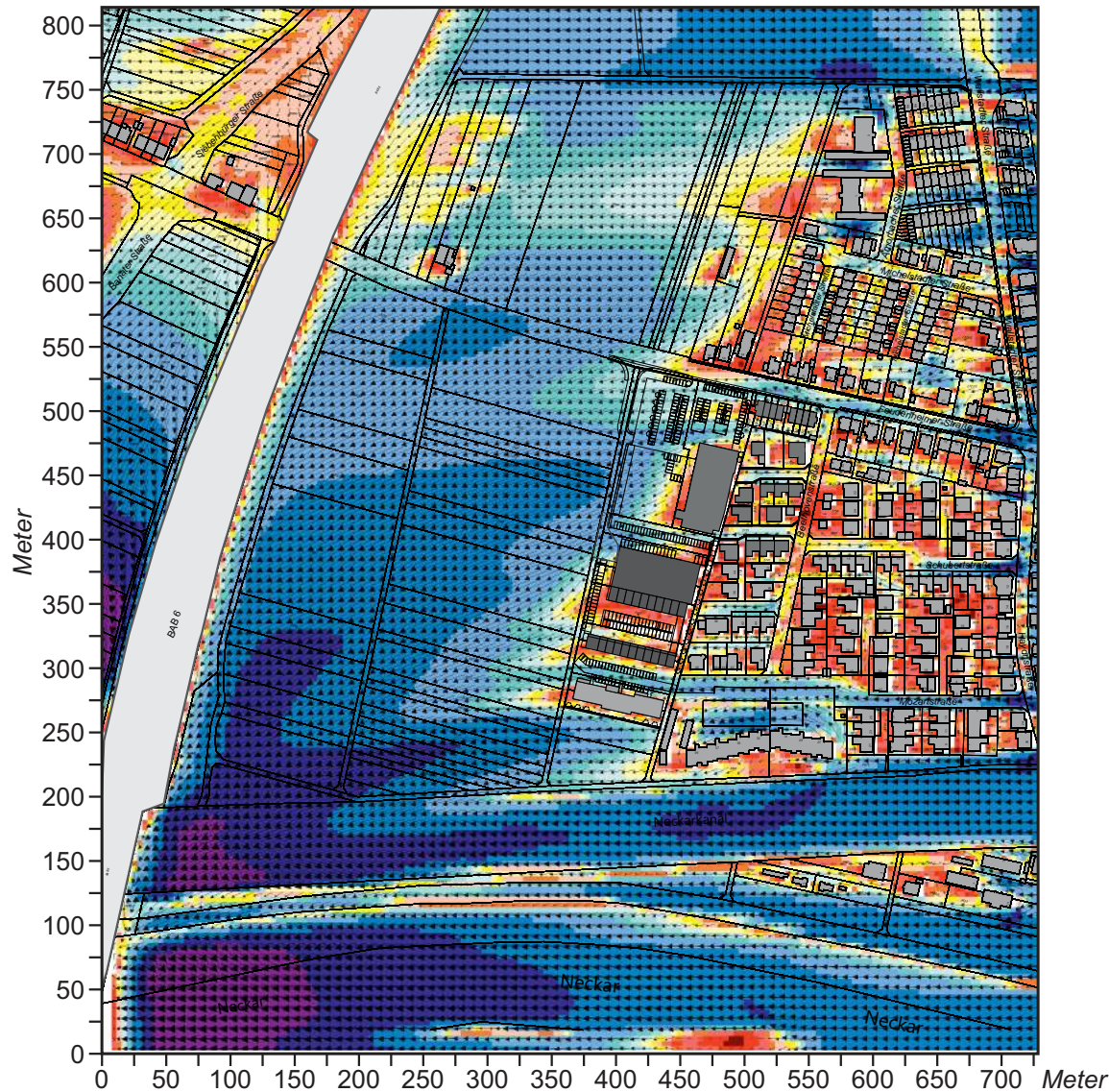
←
Anströmungsrichtung

 Windvektoren

Projekt:
 Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
 Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
 in Ilvesheim



Abb. 12.2 Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen - Plan-Zustand
Windgeschwindigkeit und Windrichtung (1.5 m ü.G.) bei einer Anströmung aus Osten (90°)
mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Bebauung - Bestand
 Bebauung - Planung

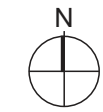
Windgeschwindigkeit in m/s

- ≥ 1.6
- ≥ 1.4
- ≥ 1.2
- ≥ 1.0
- ≥ 0.9
- ≥ 0.8
- ≥ 0.7
- ≥ 0.6
- ≥ 0.5
- ≥ 0.4
- ≥ 0.3
- ≥ 0.2
- ≥ 0.1
- ≥ 0.0

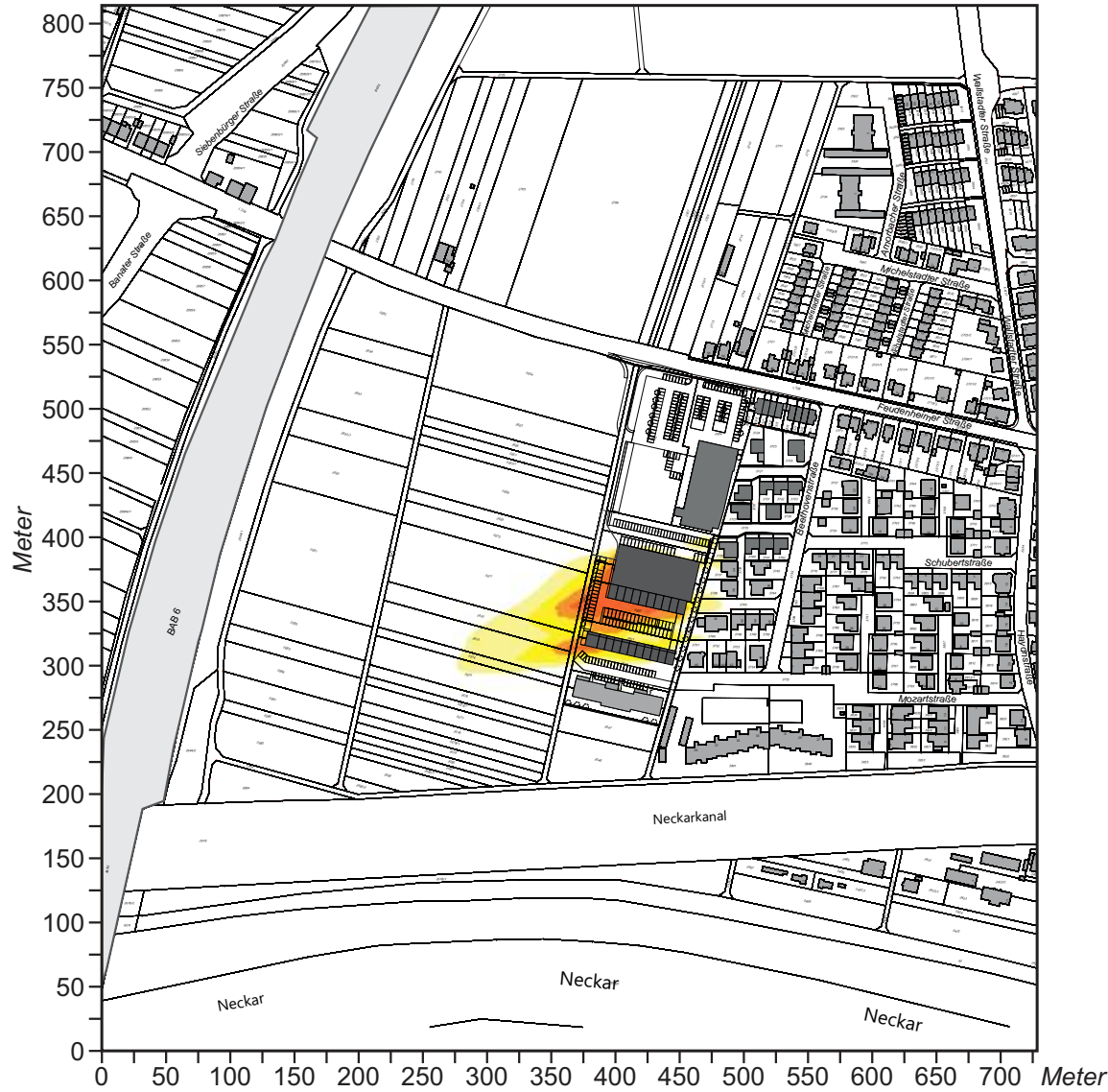
← Anströmungsrichtung

Windvektoren

Projekt:
 Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
 Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
 in Ilvesheim

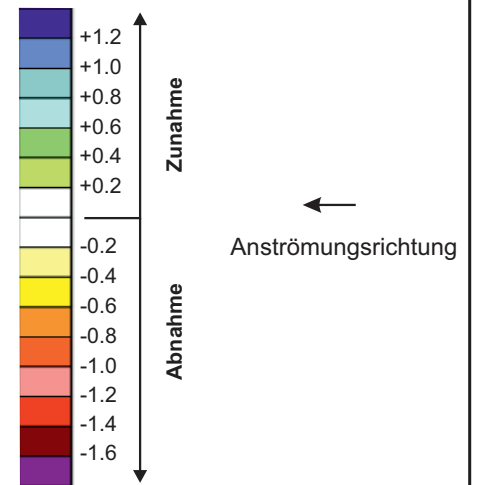


**Abb. 12.3 Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen - Vorher-Nachher-Vergleich
Planungsbedingte Veränderung der Windgeschwindigkeit bei einer Anströmung aus Osten (90°)
mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.**



Bebauung - Bestand
 Bebauung - Planung

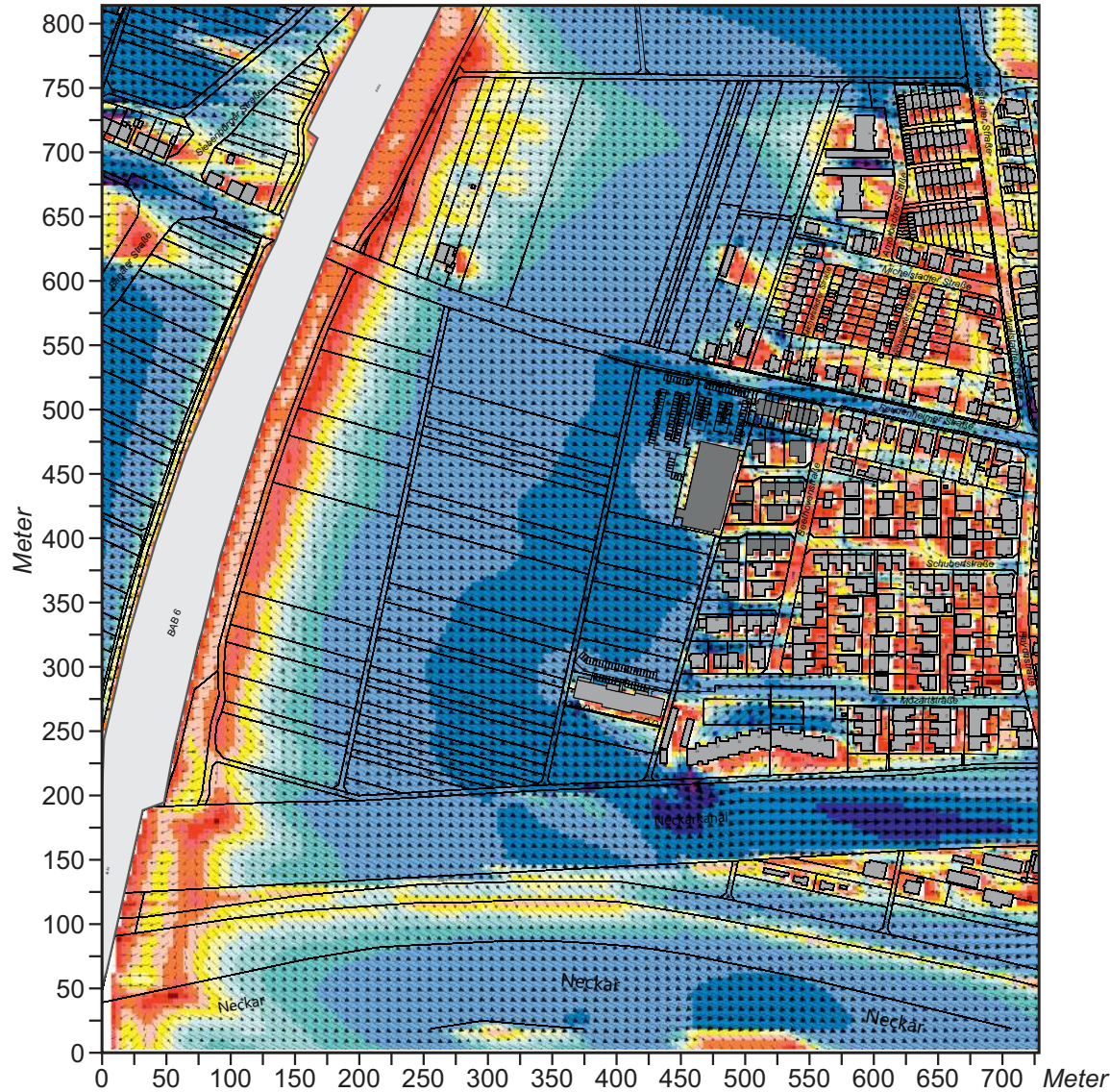
**Zu- bzw. Abnahme der
Windgeschwindigkeit
in m/s**



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
in Ilvesheim



Abb. 13.1 Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen - Ist-Zustand
Windgeschwindigkeit und Windrichtung (1.5 m ü.G.) bei einer Anströmung aus Westnordwesten (290°)
mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



- Bebauung - Bestand
- Bebauung - Planung

Windgeschwindigkeit
in m/s

- ≥ 1.6
- ≥ 1.4
- ≥ 1.2
- ≥ 1.0
- ≥ 0.9
- ≥ 0.8
- ≥ 0.7
- ≥ 0.6
- ≥ 0.5
- ≥ 0.4
- ≥ 0.3
- ≥ 0.2
- ≥ 0.1
- ≥ 0.0

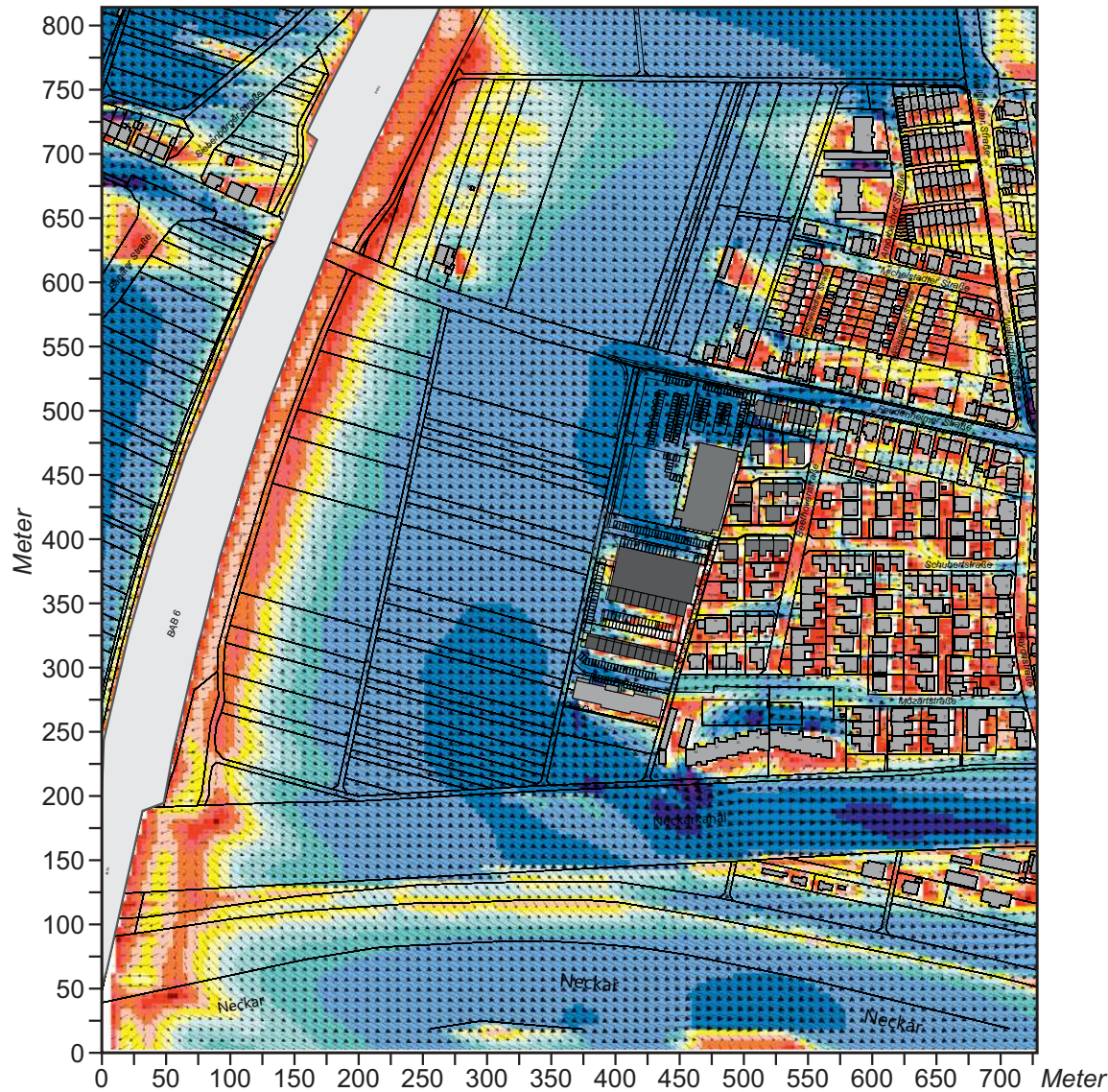
→ Anströmungsrichtung

↙ ↘ ↗ Windvektoren

Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
in Ilvesheim



Abb. 13.2 Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen - Plan-Zustand
Windgeschwindigkeit und Windrichtung (1.5 m ü.G.) bei einer Anströmung aus Westnordwesten (290°)
mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Bebauung - Bestand
 Bebauung - Planung

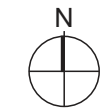
Windgeschwindigkeit in m/s

- ≥ 1.6
- ≥ 1.4
- ≥ 1.2
- ≥ 1.0
- ≥ 0.9
- ≥ 0.8
- ≥ 0.7
- ≥ 0.6
- ≥ 0.5
- ≥ 0.4
- ≥ 0.3
- ≥ 0.2
- ≥ 0.1
- ≥ 0.0

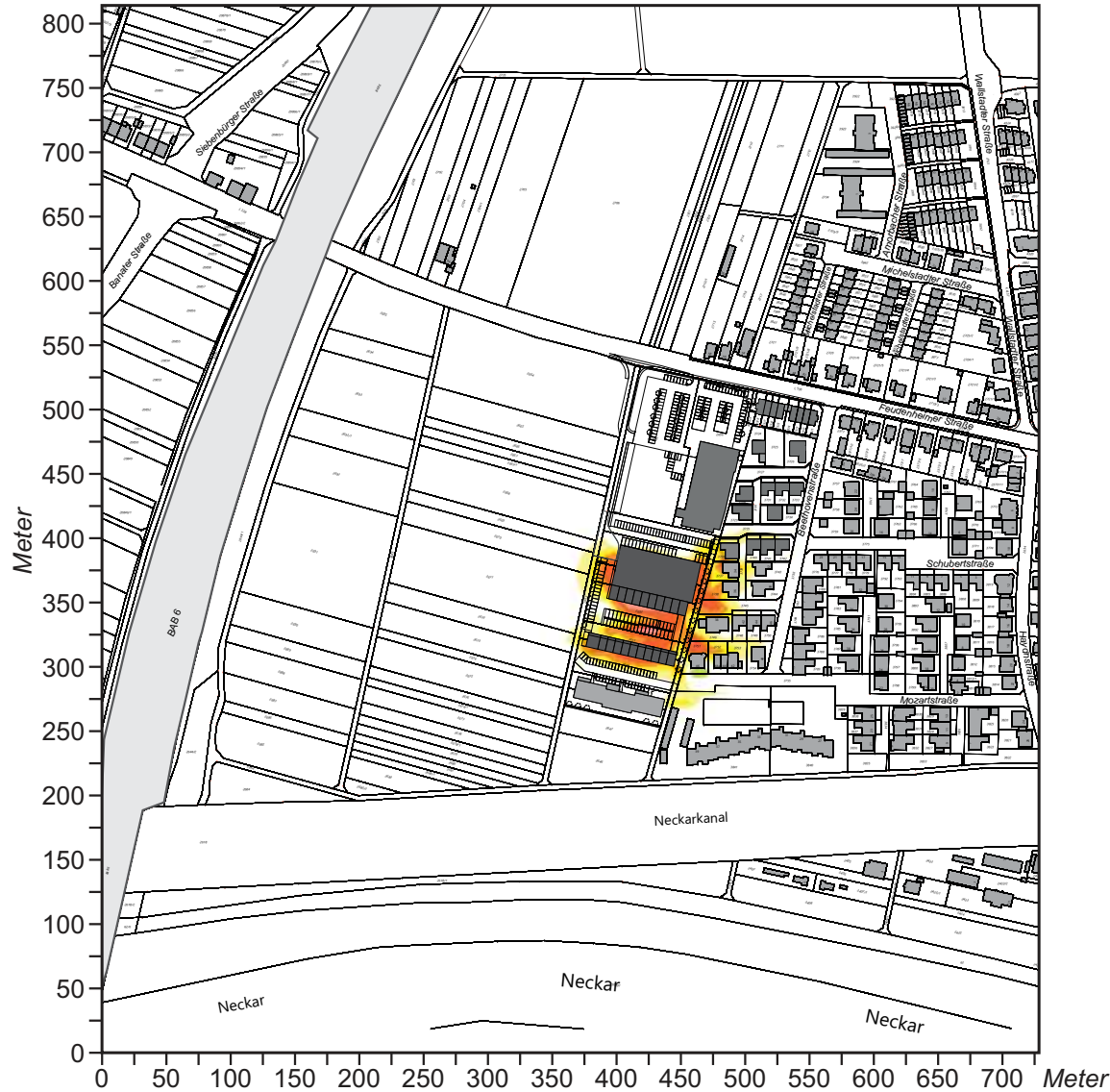
Anströmungsrichtung

Windvektoren

Projekt:
 Klimagutachten zum vorhabenbezogenen Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“ in Ilvesheim

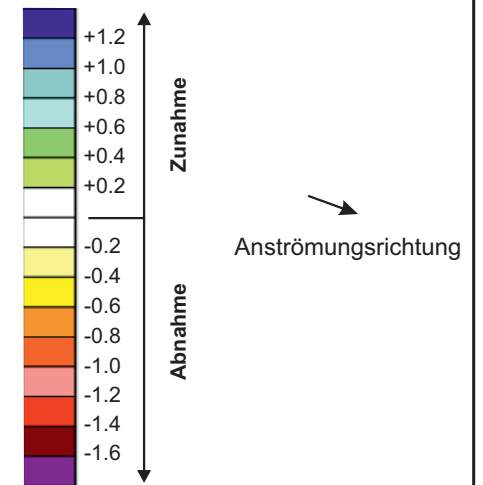


**Abb. 13.3 Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen - Vorher-Nachher-Vergleich
Planungsbedingte Veränderung der Windgeschwindigkeit bei einer Anströmung aus Westnordwesten (290°)
mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.**



- Bebauung - Bestand
- Bebauung - Planung

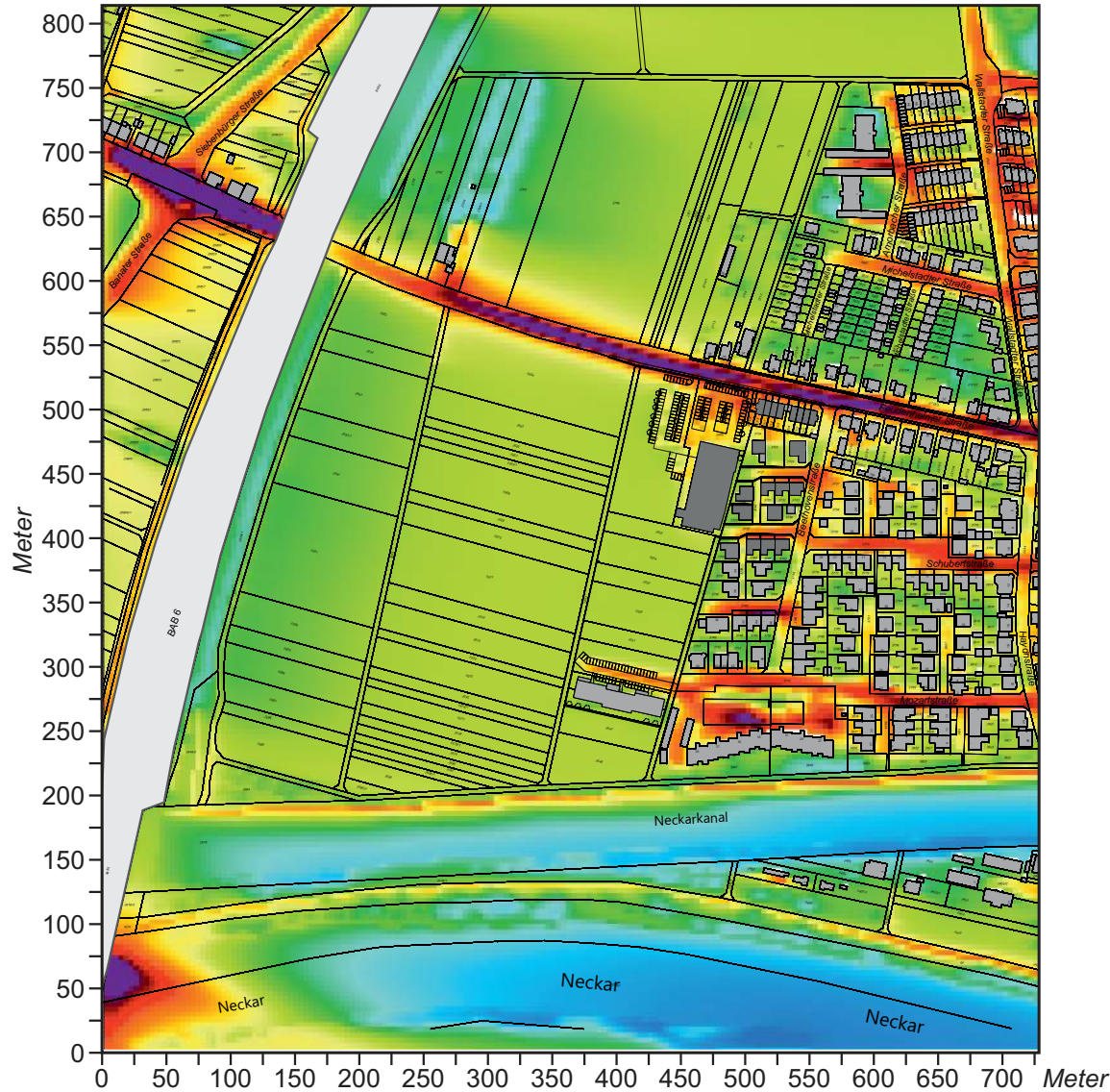
**Zu- bzw. Abnahme der
Windgeschwindigkeit
in m/s**



Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
in Illvesheim

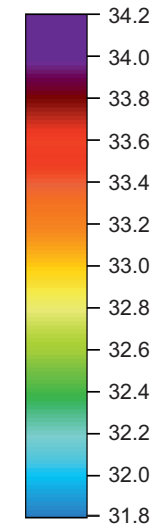


Abb. 14.1 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Ist-Zustand
Lufttemperatur an einem heißen Sommertag um 16 Uhr (1.5 m ü.G.)
bei einer Anströmung aus Westnordwest (290°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



- Bebauung - Bestand
- Bebauung - Planung

Lufttemperatur
in °C

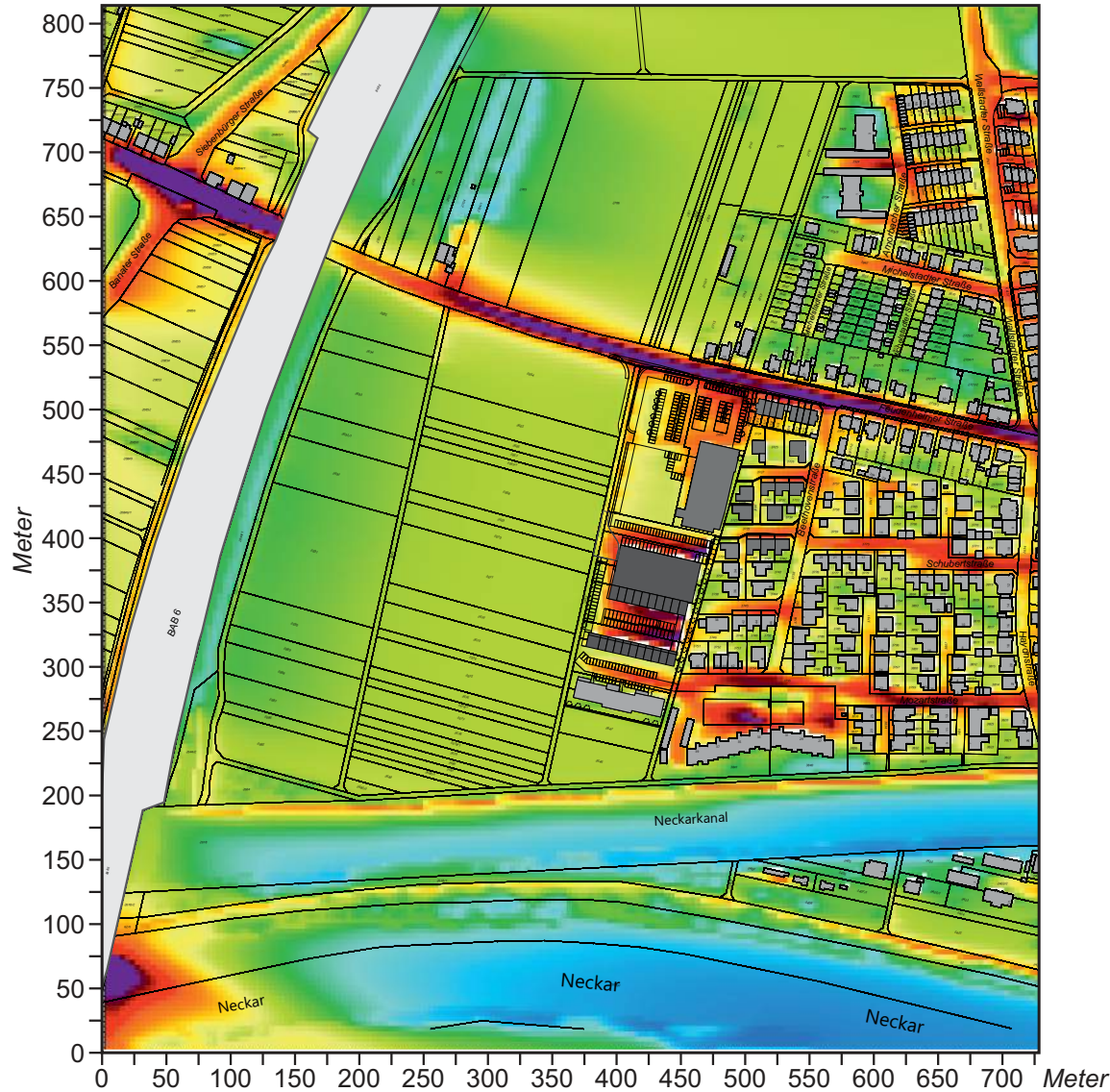


→
Anströmungsrichtung

Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
in Ilvesheim

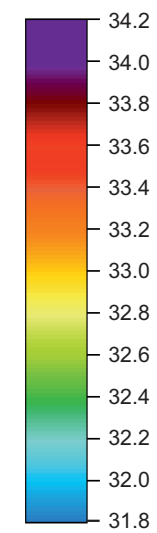


Abb. 14.2 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Plan-Zustand
Lufttemperatur an einem heißen Sommertag um 16 Uhr (1.5 m ü.G.)
bei einer Anströmung aus Westnordwest (290°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



- Bebauung - Bestand
- Bebauung - Planung

Lufttemperatur
in °C



→ Anströmungsrichtung

Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
in Ilvesheim

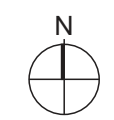
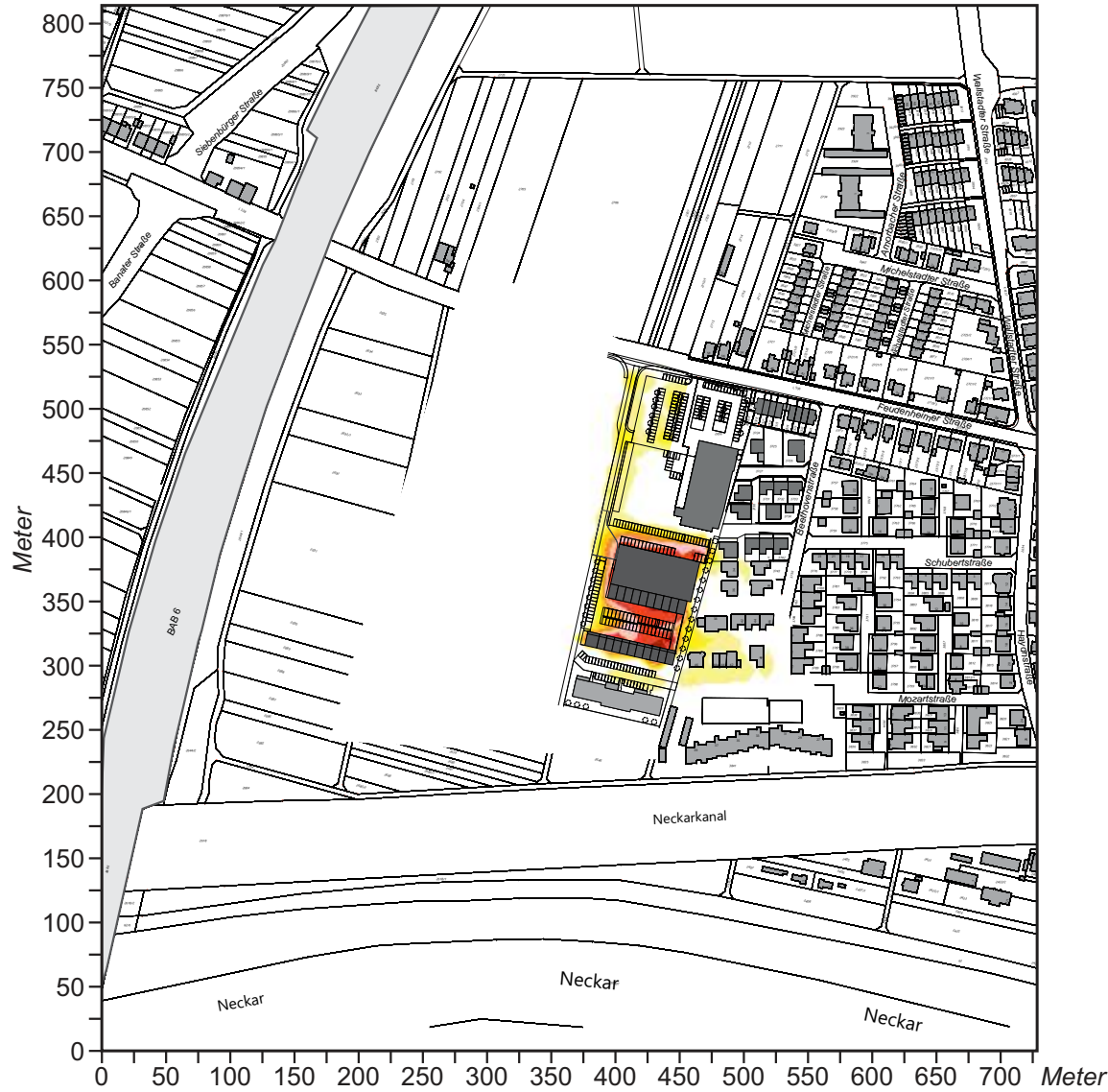
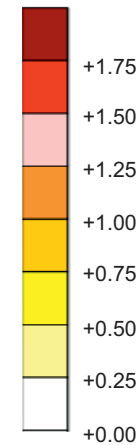


Abb. 14.3 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Vorher-Nachher-Vergleich
Planungsbedingte Zunahme der Lufttemperatur an einem heißen Sommertag um 16 Uhr (1.5 m ü.G.)
bei einer Anströmung aus Westnordwesten (290°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



- Bebauung - Bestand
- Bebauung - Planung

**Planungsbedingte Zunahme
der Lufttemperatur in K**

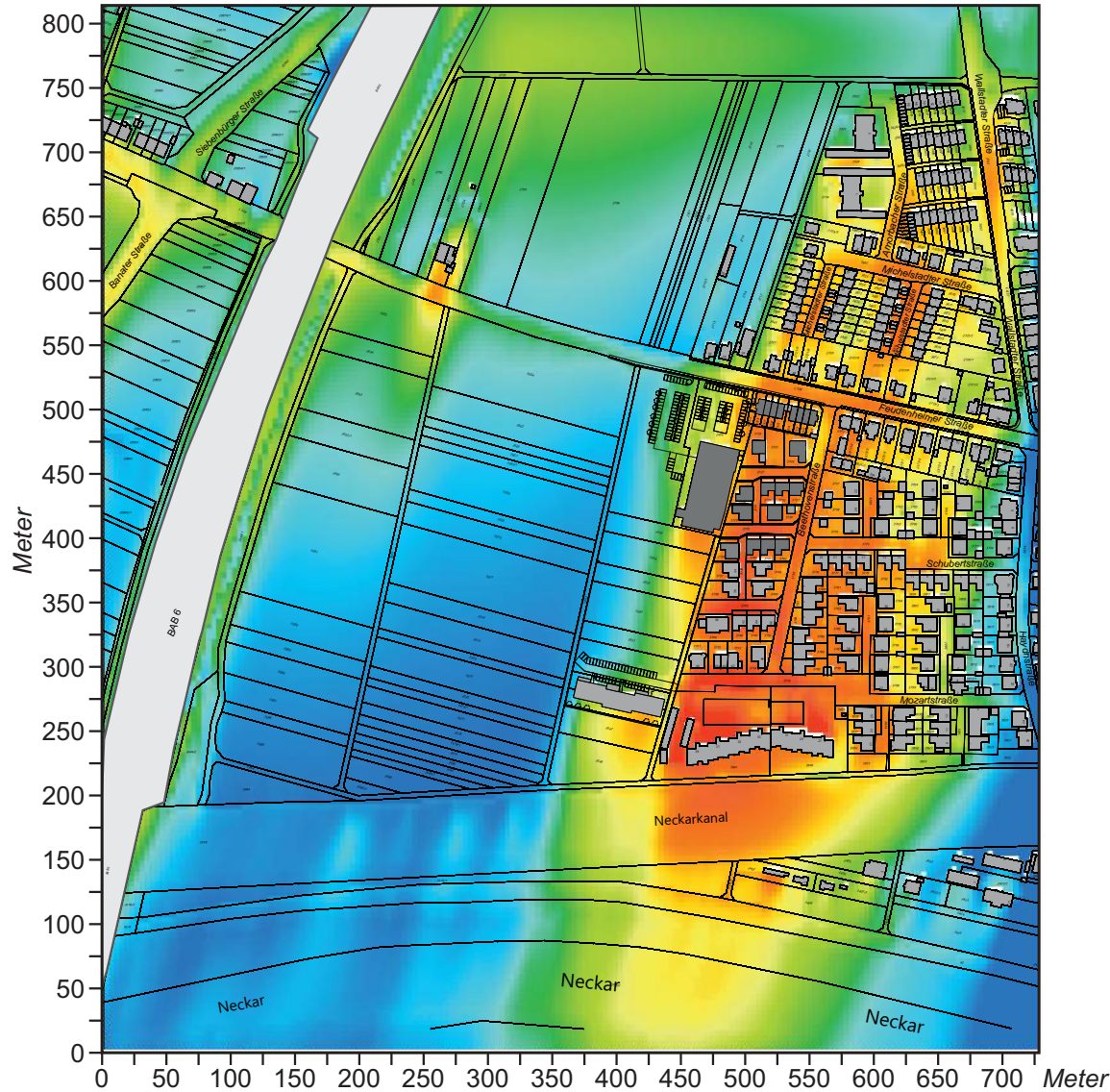




→
Anströmungsrichtung

Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
in Ilvesheim

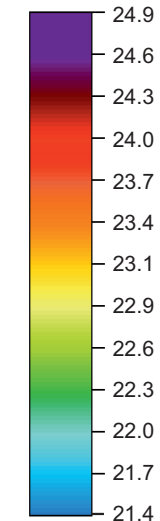


Abb. 15.1 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Ist-Zustand
Lufttemperatur in einer warmen Sommernacht um 23 Uhr (1.5 m ü.G.)
bei einer Anströmung aus Nordnordosten (20°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



-  Bebauung - Bestand
-  Bebauung - Planung

Lufttemperatur
in °C

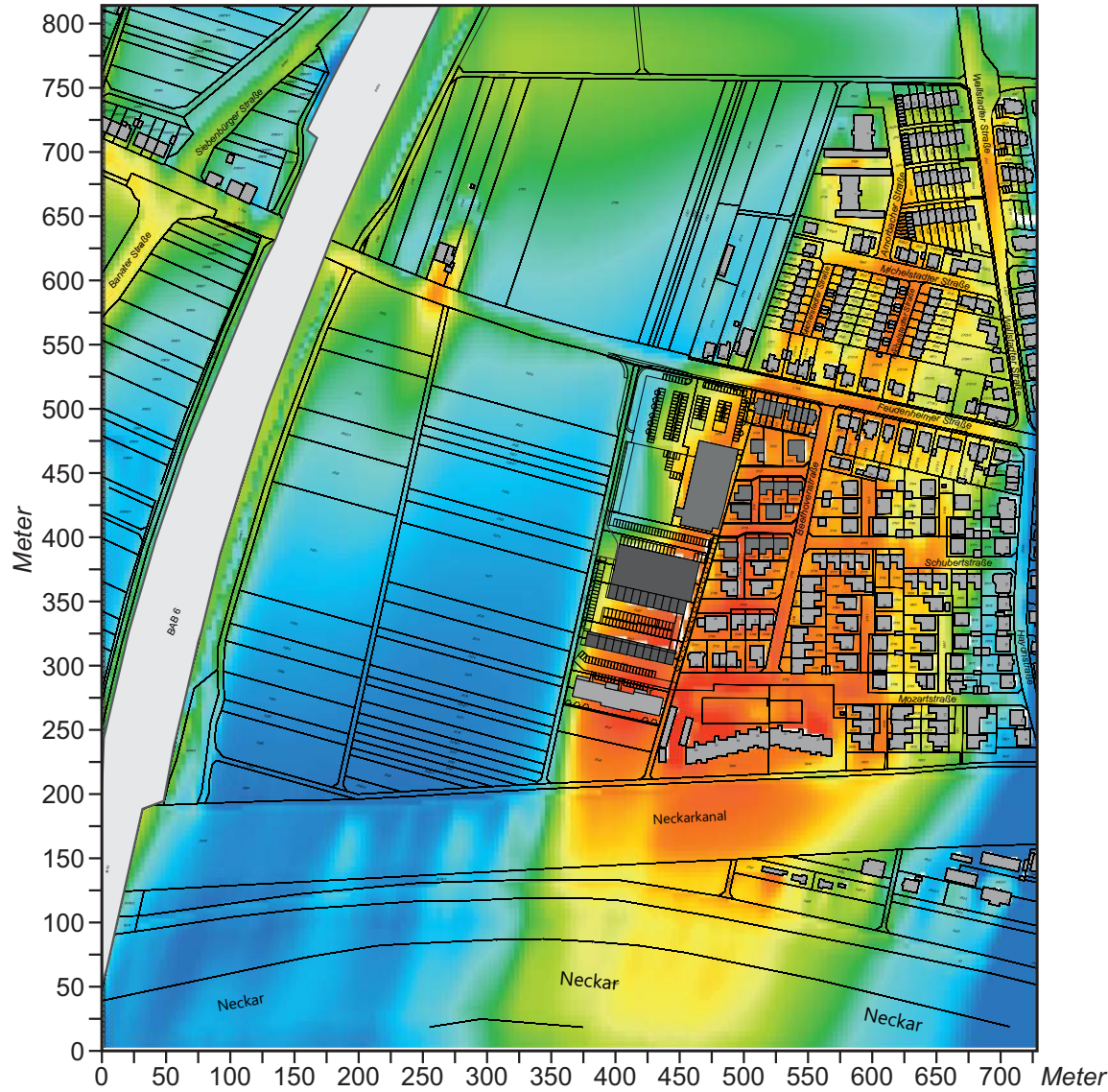




↓
Anströmungsrichtung

Projekt:
Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
in Ilvesheim

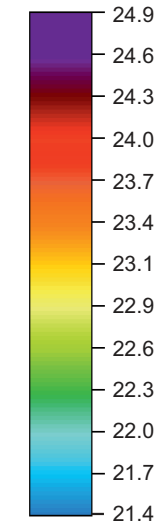


Abb. 15.2 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Plan-Zustand
Lufttemperatur in einer warmen Sommernacht um 23 Uhr (1.5 m ü.G.)
bei einer Anströmung aus Nordnordosten (20°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



-  Bebauung - Bestand
-  Bebauung - Planung

**Lufttemperatur
in °C**

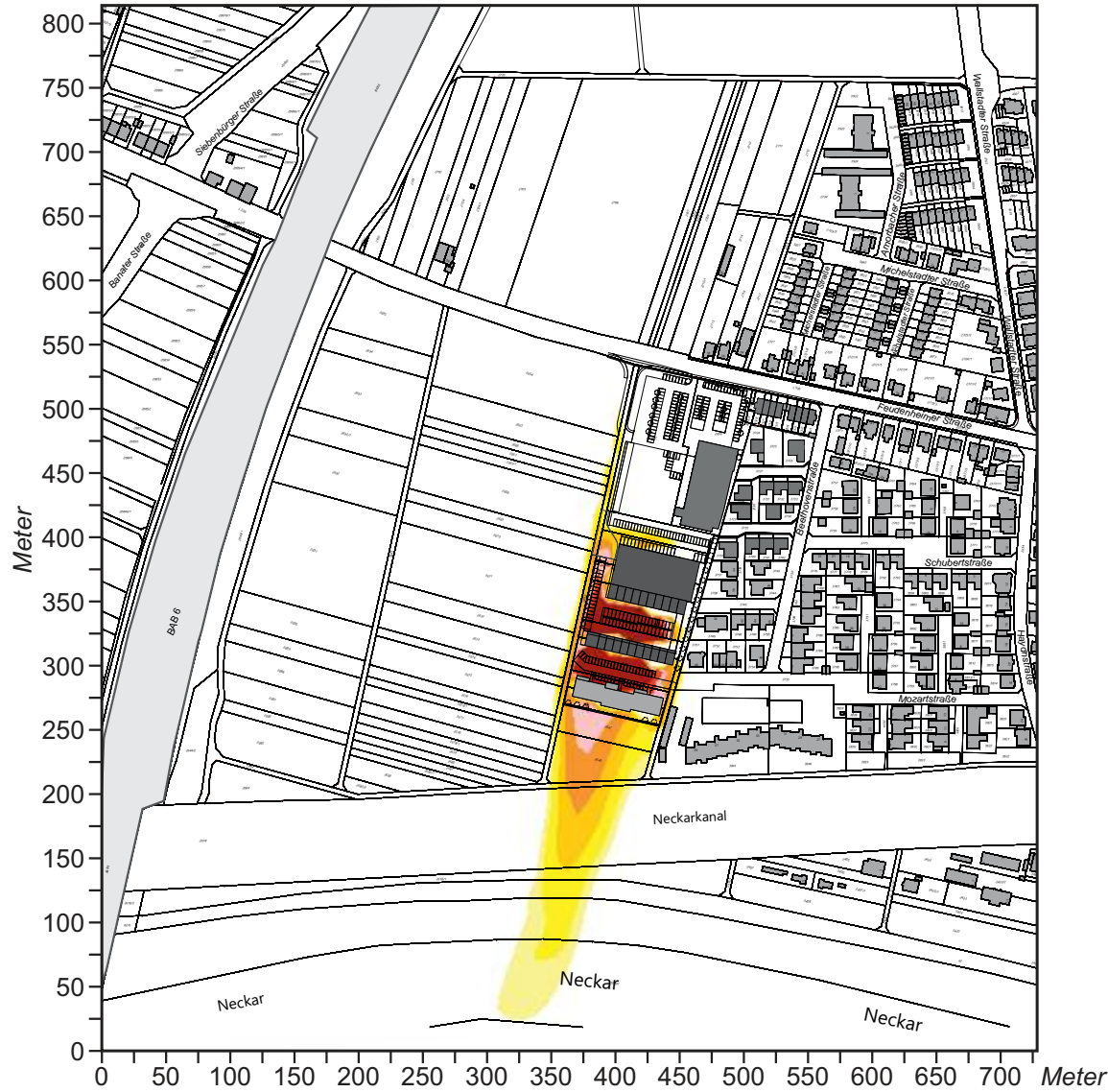


↓
Anströmungsrichtung

Projekt:
 Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
 Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
 in Ilvesheim

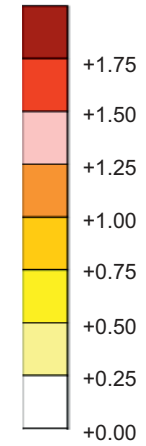


Abb. 15.3 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Vorher-Nachher-Vergleich
Planungsbedingte Zunahme der Lufttemperatur in einer warmen Sommernacht um 23 Uhr (1.5 m ü.G.)
bei einer Anströmung aus Nordnordosten (20°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Bebauung - Bestand
 Bebauung - Planung

Planungsbedingte Zunahme der Lufttemperatur in K



Anströmungsrichtung

Projekt:
 Klimagutachten zum vorhabenbezogenen Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“ in Ilvesheim

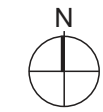
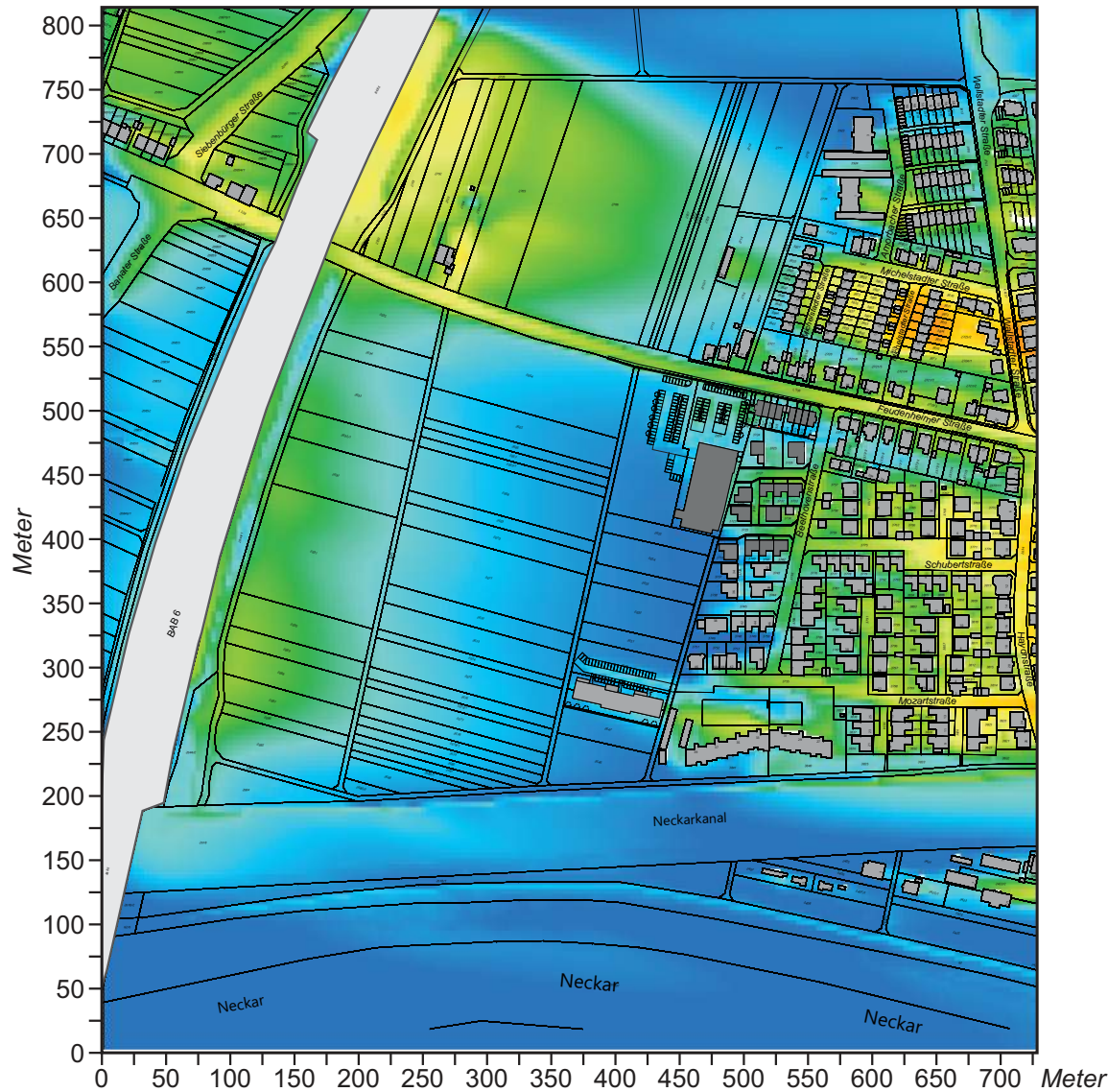


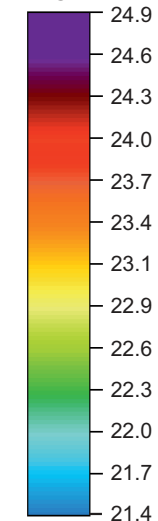


Abb. 16.1 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Ist-Zustand
Lufttemperatur in einer warmen Sommernacht um 23 Uhr (1.5 m ü.G.)
bei einer Anströmung aus Westnordwesten (290°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



-  Bebauung - Bestand
-  Bebauung - Planung

**Lufttemperatur
in °C**

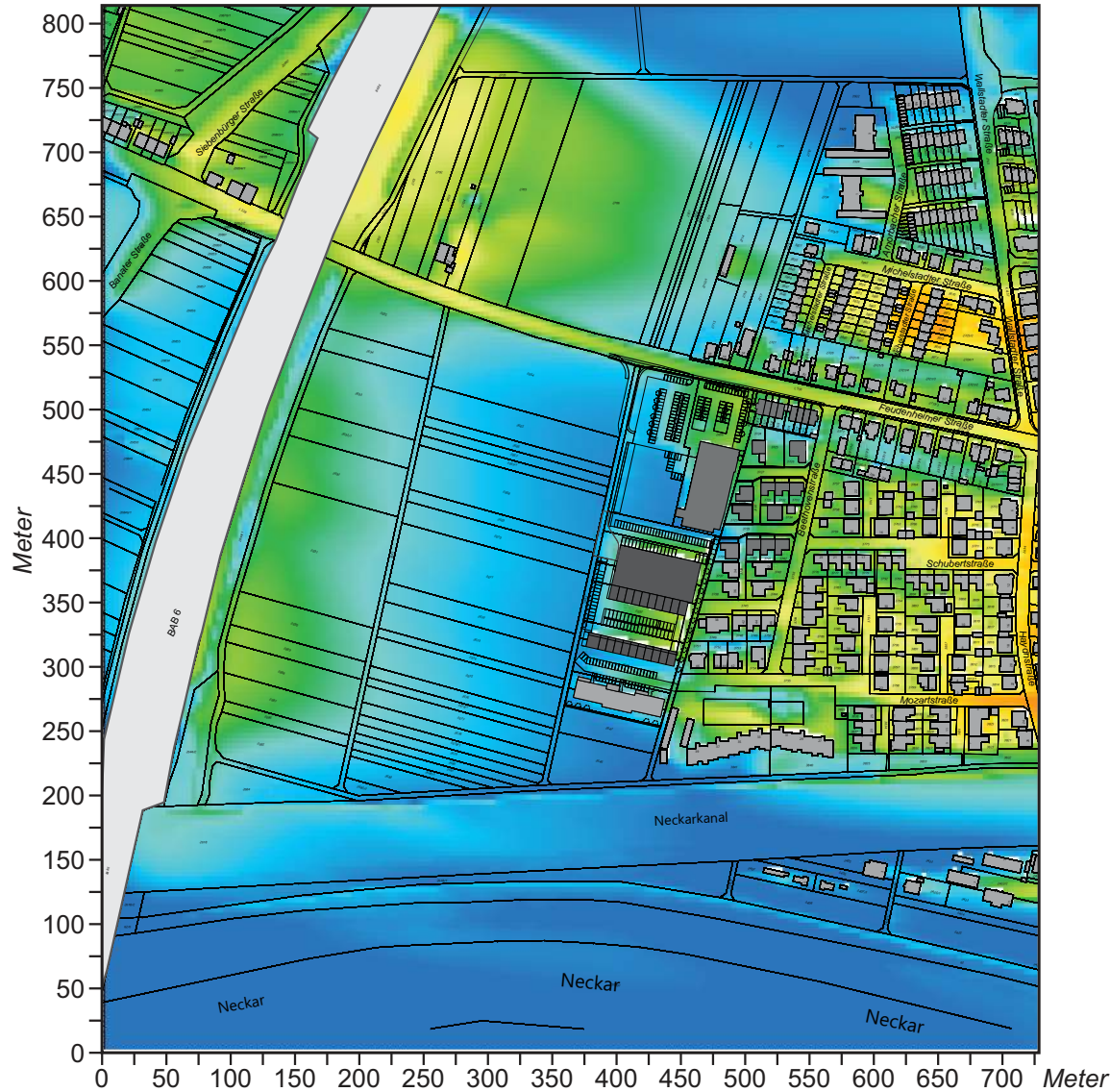


 Anströmungsrichtung

Projekt:
 Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
 Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
 in Ilvesheim

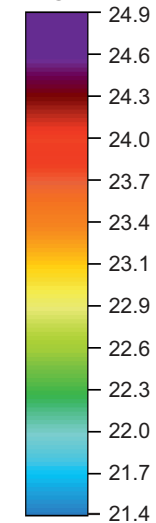


Abb. 16.2 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Plan-Zustand
Lufttemperatur in einer warmen Sommernacht um 23 Uhr (1.5 m ü.G.)
bei einer Anströmung aus Westnordwesten (290°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



- Bebauung - Bestand
- Bebauung - Planung

**Lufttemperatur
in °C**

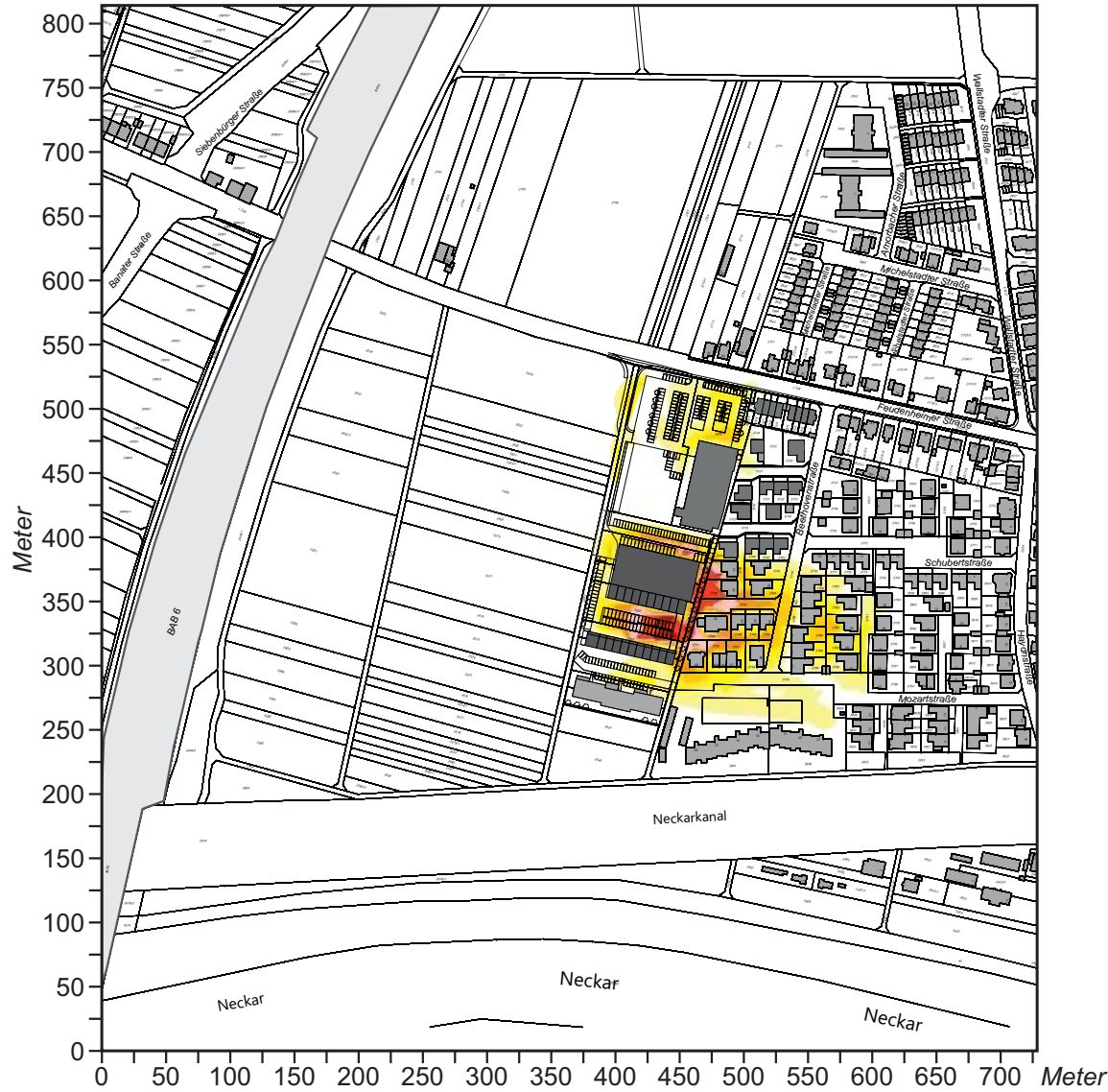


→
Anströmungsrichtung

Projekt:
 Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
 Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
 in Ilvesheim

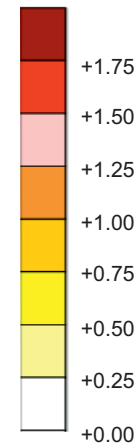


Abb. 16.3 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Vorher-Nachher-Vergleich
Planungsbedingte Zunahme der Lufttemperatur in einer warmen Sommernacht um 23 Uhr (1.5 m ü.G.)
bei einer Anströmung aus Westnordwesten (290°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



- Bebauung - Bestand
- Bebauung - Planung

Planungsbedingte Zunahme der Lufttemperatur in K



→
Anströmungsrichtung

Projekt:
 Klimagutachten zum vorhabenbezogenen
 Bebauungsplan „Ober dem Engelwasser“
 in Ilvesheim

