

ÖKOPLANA

KLIMAÖKOLOGIE
LUFTHYGIENE
UMWELTPLANUNG

KLIMAGUTACHTEN ZUM BEBAUUNGSPLAN NR. 148 „FRANKFURTER STRASSE“ IN RÜSSELSHEIM AM MAIN



Auftraggeber:



Stadt Rüsselsheim am Main
FB Umwelt und Planung
Marktplatz 4
65428 Rüsselsheim am Main

Bearbeitet von:

Dipl.-Geogr. Achim Burst

Mannheim, 14. März 2022

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

Geschäftsinhaber:
Dipl.-Geogr. Achim Burst

Gemeinschaftlich engagiert in der



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

Steuernummer: 37137/44979

| Inhalt | | Seite |
|---------------|---|--------------|
| 1 | Aufgabenstellung | 1 |
| 2 | Planungsgebiet und Planungsentwurf | 2 |
| 3 | Untersuchungsmethodik | 3 |
| 4 | Klimaökologische Situation am Planungsstandort und Folgen des Klimawandels | 6 |
| 5 | Numerische Modellrechnungen zur kleinräumigen Darstellung der strömungsdynamischen und thermischen / bioklimatischen Folgeerscheinungen einer potenziellen baulichen Ergänzung im Planungsgebiet | 9 |
| 5.1 | Modellrechnungen zum lokalen Kaltluftströmungsgeschehen | 9 |
| 5.1.1 | Grundlagen | 9 |
| 5.1.2 | Ergebnisse | 13 |
| 5.2 | Modellrechnungen zur ortsspezifischen Belüftungssituation | 15 |
| 5.2.1 | Tagsituation – Windanströmung aus Nordosten (45°) | 16 |
| 5.2.2 | Nachtsituation – Windanströmung aus Ostnordosten (60°) | 16 |
| 5.3 | Modellrechnungen zu den thermischen Umgebungsbedingungen | 17 |
| 5.3.1 | Thermische Situation an einem heißen Sommertag (16:00 Uhr) mit nordöstlicher Luftströmung (45°) | 17 |
| 5.3.2 | Thermische Situation in einer Tropennacht (23:00 Uhr) mit schwacher ostnordöstlicher Luftströmung (45°) | 18 |
| 6 | Zusammenfassung und Bewertung | 20 |
| | Quellenverzeichnis / weiterführende Schriften | 24 |

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1:** Lage des Bebauungsplangebiets Nr. 148 „Frankfurter Straße“ im Stadtgebiet von Rüsselsheim am Main - Übersichtsplan
- Abb. 2:** Topografische Lagesituation des Bebauungsplangebiets Nr. 148 „Frankfurter Straße“
- Abb. 3:** Luftbild vom Bebauungsplangebiet Nr. 148 „Frankfurter Straße“ und von dessen Umfeld
- Abb. 4:** Fotografische Dokumentation - Bebauungsplangebiet Nr. 148 „Frankfurter Straße“
- Abb. 5:** Ausschnitt RegFNP 2010, Stand 31.12.2020
- Abb. 6:** Bebauungsplanentwurf Nr. 148 „Frankfurter Straße“, Stand: 23.06.2021
- Abb. 7:** Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittlere Windgeschwindigkeiten am DWD Messstandort Frankfurt-Flughafen. Zeitraum: 2010 - 2021
- Abb. 8:** Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittlere Windgeschwindigkeiten am DWD Messstandort Frankfurt-Flughafen. Zeitraum: 2010 - 2021
- Abb. 9.1:** Tagesgang der der Lufttemperatur und des Windes am 24.-25.07.2018 an der DWD-Station Frankfurt-Flughafen. Heißer Sommertag
- Abb. 9.2:** Tagesgang der der Lufttemperatur und des Windes am 03.-04.08.2018 an der DWD-Station Frankfurt-Flughafen. Heißer Sommertag
- Abb. 10.1:** Ist-Zustand, Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen. Kaltluftfließgeschwindigkeit in einer sommerlichen Strahlungsnacht 3 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung. Regionalströmung aus Nordnordosten (30°) mit 2.0 m/s
- Abb. 10.2:** Plan-Zustand, Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen. Kaltluftfließgeschwindigkeit in einer sommerlichen Strahlungsnacht 3 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung. Regionalströmung aus Nordnordosten (30°) mit 2.0 m/s

- Abb. 10.3:** Vorher-Nachher-Vergleich, Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen. Planungsbedingte Veränderung der Kaltluftfließgeschwindigkeit in einer sommerlichen Strahlungsnacht 3 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung. Regionalströmung aus Nordnordosten (30°) mit 2.0 m/s
- Abb. 11.1:** Ist-Zustand - Ergebnisse numerischer Windfeldsimulationen. Belüftungsintensität am Tag. Windanströmung aus Nordosten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 11.2:** Plan-Zustand - Ergebnisse numerischer Windfeldsimulationen. Belüftungsintensität am Tag. Windanströmung aus Nordosten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 11.3:** Vorher-Nachher-Vergleich. Ergebnisse numerischer Windfeldsimulationen. Planungsbedingte Veränderung der Belüftungsintensität am Tag. Windanströmung aus Nordosten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 12.1:** Ist-Zustand - Ergebnisse numerischer Windfeldsimulationen. Belüftungsintensität in der Nacht. Windanströmung aus Ostnordosten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.
- Abb. 12.2:** Plan-Zustand - Ergebnisse numerischer Windfeldsimulationen. Belüftungsintensität in der Nacht. Windanströmung aus Ostnordosten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.
- Abb. 12.3:** Vorher-Nachher-Vergleich. Ergebnisse numerischer Windfeldsimulationen. Planungsbedingte Veränderung der Belüftungsintensität in der Nacht. Windanströmung aus Ostnordosten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.
- Abb. 13.1:** Ist-Zustand - Ergebnisse numerischer Lufttemperatursimulationen. Lufttemperatur an einem heißen Sommertag. Windanströmung aus Nordosten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 13.2:** Plan-Zustand - Ergebnisse numerischer Lufttemperatursimulationen. Lufttemperatur an einem heißen Sommertag. Windanströmung aus Nordosten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 13.3:** Vorher-Nachher-Vergleich. Ergebnisse numerischer Lufttemperatursimulationen. Planungsbedingte Veränderung der Lufttemperatur an einem heißen Sommertag. Windanströmung aus Nordosten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

- Abb. 14.1:** Ist-Zustand - Ergebnisse numerischer Lufttemperatursimulationen. Lufttemperatur in einer sommerlichen Tropennacht. Windanströmung aus Ostnordosten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.
- Abb. 14.2:** Plan-Zustand - Ergebnisse numerischer Lufttemperatursimulationen. Lufttemperatur in einer sommerlichen Tropennacht. Windanströmung aus Ostnordosten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.
- Abb. 14.3:** Vorher-Nachher-Vergleich. Ergebnisse numerischer Lufttemperatursimulationen. Planungsbedingte Veränderung der Lufttemperatur in einer sommerlichen Tropennacht. Windanströmung aus Ostnordosten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.

1 Aufgabenstellung

Im Norden von Rüsselsheim am Main steht am Übergang zum Mainvorland das Bebauungsplanverfahren Nr. 148 „Frankfurter Straße“ an. Das ca. 1.78 ha große Planungsgebiet entlang der Frankfurter Straße umfasst im Nordosten eine Grünanlage mit Spielplatz (Stresemannanlage), im Südwesten Wohnnutzung mit südöstlich angegliederten Gärten sowie südlich der Frankfurter Straße den begrünten Seckendorffplatz (Lage siehe **Abbildung 1**).

Es besteht die Absicht, mit dem Bebauungsplan die großzügigen Hausgärten und den historischen Weinberg im südlichen Teil der Grundstücke Frankfurter Straße 76 bis 96 gegenüber einer ergänzenden Bebauung zu sichern, um u.a. deren stadtklimatisches Gunspotenzial (Kalt- und Frischluftbildung) in Verbindung mit dem Mainvorland zu sichern und damit den Klimawandelfolgen mit erhöhter thermischer / bioklimatischer Belastung entgegen zu wirken.

Die angestrebte Beschränkung der Nutzungsmöglichkeiten der Grundstücke Frankfurter Straße 76 bis 96 bedarf einer sorgfältigen Bestandsanalyse. Im Rahmen der planerischen Abwägung muss das private Interesse an baulichen Ergänzungen mit dem öffentlichen Interesse an einer Sicherung der Hausgärten abgewogen werden. Es müssen in der planerischen / ökologischen Gesamtbilanz gewichtige Allgemeinbelange tangiert werden, um eine bauliche Nutzung der Hausgärten ausschließen zu können.

Zur qualitativen und quantitativen Bewertung der derzeitigen klimaökologischen Situation sowie zur Abschätzung des Einflusses der vorgesehenen Bebauung auf das örtliche klimaökologische Wirkungsgefüge sind somit auf Grundlage vorhandener Klimadaten (DWD-Station Flugwetterwarte Frankfurt) und mit Hilfe von meso- und mikroskaligen Modellrechnungen die örtlichen klimatischen Positiv- und Negativeffekte für den Ist-Zustand und den potenziellen Plan-Zustand mit baulicher Inanspruchnahme der Hausgärten zu bilanzieren.

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

- Vertiefende Analyse und Bewertung der ortsspezifischen klimaökologischen Funktionsabläufe unter besonderer Berücksichtigung des Strömungsgeschehens.
- Qualitative und quantitative Bestimmung und Diskussion der klimaökologischen Wechselwirkungen zwischen Freiflächen und Bebauung sowie der zu erwartenden klimatischen Veränderungen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld mit Hilfe meso- und mikroskaliger Modellrechnungen (Belüftung, thermische Umgebungsbedingungen).

2 Planungsgebiet und Planungsentwurf

Das ca. 1.78 ha große Bebauungsplangebiet Nr. 148 „Frankfurter Straße“ befindet sich im östlichen Kernbereich der Stadt Rüsselsheim am Übergang zum Mainvorland zwischen der Frankfurter Straße / Schillerstraße im Süden bzw. Südosten und dem Straßenzug An der Festung im Nordosten. Neben den Hausgrundstücken Frankfurter Straße 76 – 96 umfasst das Planungsgebiet zudem die öffentlichen Grünflächen Stresemannanlage und Seckendorffplatz.

Die Geländehöhen im Planungsgebiet liegen zwischen ca. 87 m ü. NN (Stresemannanlage) und ca. 92 m ü. NN (An der Festung) – siehe **Abbildung 2**. Die Frankfurter Straße verläuft auf einer Höhe von ca. 88 m ü. NN. Der Main verläuft auf einer Höhe von ca. 84 m ü. NN.

Wie den **Abbildungen 3** und **4** entnommen werden kann, ist das Bebauungsplangebiet im Bereich der Grundstücke Frankfurter Straße 76 – 96 von einer villenartigen Einzelhausbebauung mit z.T. parkartig angelegten Hausgärten (mit ausgeprägtem Baumbestand) sowie von einem historischen Weinberg geprägt. Im Bereich der Kita Frankfurter Straße 80 bestimmen zudem Spielflächen das Erscheinungsbild der Freiflächen.

Die Stresemannanlage weist einen Kinderspielplatz sowie baumüberstellte Rasenflächen auf. Die Grünanlage Seckendorffplatz ist von Rasenflächen und lockerem Baumbestand geprägt.

Nordwestlich des Bebauungsplangebiets schließt die Festung Rüsselsheim an, die von einem Wall umgeben ist. Im Nordosten befindet sich eine Sportanlage (u.a. Kunstrasenplatz).

Im Regionalen Flächennutzungsplan (RegFNP) 2010 (Stand 31.12.2020, **Abbildung 5**) der REGION FRANKFURTRHEINMAIN ist das Planungsgebiet als Wohnbaufläche (Bestand) und Grünfläche (Stresemannanlage, Seckendorffplatz) gekennzeichnet. Die Sportanlagen und das Mainvorland sind als Vorbehaltsgebiete für besondere Klimafunktionen ausgewiesen. Sie fungieren u.a. als Strömungsbahnen.

Der von der Stadt Rüsselsheim vorgelegte Bebauungsplanentwurf Nr. 148 „Frankfurter Straße“ weist die Grundstücke Frankfurter Straße 76 – 96 als allgemeines Wohngebiet (WA) aus. Die GRZ ist mit 0.2 und die GFZ mit 0.4 festgesetzt. Bei offener Bauweise ist eine Bebauung mit zwei Vollgeschossen (Sattel-/Walmdach) möglich (**Abbildung 6**). Die eingetragenen Baugrenzen umschließen die Bestandsbebauung.

3 Untersuchungsmethodik

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

Hierbei wird auf Klimadaten des DEUTSCHER WETTERDIENSTES und der HLNUG zurückgegriffen.

In einem weiteren Schritt werden mit Hilfe des seit vielen Jahren im Gutachtensektor eingesetzten und vielfach geprüften Kaltluftströmungsmodells KLAM_21 (Vers. 2.012, siehe **Grafik 1**) des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES die ortstypischen lokalen Kaltluftbewegungen in einer sommerlichen windschwachen Strahlungsnacht analysiert.



Grafik 1: „Programmstempel“ KLAM_21

Dabei wird dem Ist-Zustand ein potenzieller Plan-Zustand mit einer ergänzenden 2-geschossigen Bebauung entlang der Frankfurter Straße gegenüber gestellt. Als Grundlage dient ein digitales Geländemodell im 1 m- und 5 m-Raster (DGM_1/_5), das von der STADT RÜSSELSHEIM bzw. vom HESSISCHEN LANDESAMT FÜR BODENMANAGEMENT UND GEOINFORMATION bereitgestellt wurde.

Mit Hilfe der KLAM_21-Simulationen werden in einem ersten Untersuchungsstep die möglichen Veränderungen des örtlichen, kaltluftbedingten Windfeldes durch die potenzielle bauliche Ergänzung aufgezeigt. Neben der Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung bodennaher Kaltluftbewegungen werden hierdurch auch Informationen zum Kaltluftvolumenstrom bereitgestellt.

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

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

Zur Bilanzierung der kleinräumigen Belüftungsverhältnisse (Ist-Zustand, potenzieller Plan-Zustand) kommt das mikroskalige Klimamodell MISKAM¹ (**Grafik 2**) zum Einsatz. Bei dem prognostischen Strömungsmodell werden die Bau- und Flächennutzungsstrukturen im vorliegenden Fall in einem Gitter (horizontal 3 m x 3 m, vertikal nicht-äquidistant 0.5 - 10 m) abgebildet. Vegetationsflächen werden über ihre Wuchshöhe, Blattflächendichte und Bedeckungsgrad definiert. Der Bedeckungsgrad wird mit 30 – 60% angesetzt.



Grafik 2: „Programmstempel“ MISKAM

Weitere Informationen finden sich in:

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

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



Grafik 3: „Programmstempel“ ENVI-met

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

² **BRUSE, M. (2002/2021):** ENVI-Met - Mikroskaliges Klimamodell. Bochum/Essen.

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.

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 (3 m x 3 m in der Horizontalen, 0.5 - 2 m nicht-äquidistant in der Vertikalen). Alle Strukturen (z.B. Vegetation, Gebäude) werden in rechtwinklige Modellquader eingebettet.

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

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

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

Abschließend erfolgt auf Grundlage der klimaökologischen Analysen eine Bewertung.

Für die potenzielle Bebauung entlang der Frankfurter Straße wird eine Bebauung mit 2 Vollgeschossen und Satteldach angenommen. Die Traufhöhe wird mit +6 m (94 m ü. NN) angenommen. Die Firsthöhe beträgt +11 m (99 m ü. NN). Die Flächengröße der Baukörper orientiert sich an der Bestandsbebauung. Die verbleibenden Freiflächen entlang der Frankfurter Straße werden bei den Modellrechnungen als versiegelt zu Grunde gelegt (Pflasterbelag).

Zwischen der Bestandsbebauung und der geplanten Bebauung bleiben die Hausgärten gesichert.

4 Klimaökologische Situation am Planungsstandort und Folgen des Klimawandels

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

Der Jahresmittelwert der Lufttemperatur liegt im Raum Rüsselsheim nach Berechnungen des POTSDAM-INSTITUTS FÜR KLIMAFOLGENFORSCHUNG E.V. (www.klimafolgenonline.com) für den Zeitraum 1981 – 2010 bei einem Wert von ca. 11.0°C an. Die Anzahl der Sommertage ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) liegt bei 55.7 Tagen (1981 – 2010). Die Anzahl der heißen Tage ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) wird mit 14.2 (1981 – 2010) angegeben.

Das Stadtgebiet von Rüsselsheim gehört mit seiner Lage im Rhein-Main-Tiefland / Untermainebene nach CHRISTOFFER ET AL. (1989) zu einer der windschwächsten Regionen Deutschlands.

Analysiert man die mehrjährigen Winddaten (2010 – 2021) der Station *DWD Flugwetterwarte Frankfurt a. M.*³ (**Abbildung 7**), so zeigt sich deutlich der Einfluss des von Südwest nach Nordost verlaufenden Taunus, durch den die ausgeprägte Häufigkeit der südwestlichen (ca. 31.3% der Jahresstunden) und nordöstlichen (ca. 28.6% der Jahresstunden) Richtungssektoren hervorgerufen wird.

Die höchsten mittleren Windgeschwindigkeiten (4.1 – 4.7 m/s) werden großwetterlagenbedingt bei Winden aus südwestlichen Richtungen registriert. Bei Winden aus nordöstlichen Richtungen (Nebenmaximum) stellen sich mittlere Windgeschwindigkeiten von 2.2 – 3.2 m/s ein. Die geringeren Windgeschwindigkeiten deuten darauf hin, dass die Nordostwinde häufig mit schwächer ausgeprägten Lokal- und Regionalströmungen in Verbindung zu bringen sind.

Der Jahresmittelwert der Windgeschwindigkeit liegt bei ca. 3.3 m/s.

Ähnliche Windrichtungsverteilungen zeigen auch Windmessungen aus dem Jahr 2013 an der HLNUG-Luftmessstation Raunheim (**Abbildung 8**), die sich ca. 2.5 km nordöstlich des Planungsgebiets befindet.

Die mittlere Jahreswindgeschwindigkeit beträgt ca. 1.7 m/s (2017). Ein derartiger Wert dürfte auch in der Bebauung von Rüsselsheim zu erwarten sein.

www.dwd.de

Für die Betrachtung der Auswirkungen einer potenziellen baulichen Ergänzung im Bebauungsplangebiet Nr. 148 „Frankfurter Straße“ auf die ortsspezifischen klein-klimatischen Verhältnisse wird das Augenmerk vermehrt auf thermisch belastende heiße Sommertage/Tropennächte gelegt.

In den **Abbildungen 9.1** und **9.2** sind exemplarisch die Tagesgänge der Lufttemperatur und des Windes an der DWD-Station Flugwetterwarte Frankfurt a. M. dargestellt. Beide Tagesgänge (24.-25.07.2018, 03.-04.08.2018) zeigen den Lufttemperaturverlauf im Zuge eines heißen Sommertags. Die Tageshöchsttemperaturen werden gegen 16:00 Uhr bzw. 17:00 Uhr erreicht.

In den Nachtstunden flaut der Wind zunehmend ab und es häufen sich nordöstliche Windrichtungen, was auf regionale/lokale Strömungsprozesse in der Untermainebene zurückzuführen ist.

Derartige tagesperiodische Windrichtungsdrehungen sind an sogenannten Strahlungstagen, an denen sich bevorzugt kaltluftinduzierte Regional- und Lokalwindssysteme ausbilden können, verstärkt zu beobachten.

So sind in Rüsselsheim in Strahlungsnächten (ca. 22% der Nächte im Jahr) auch entlang des Mainvorlandes vermehrt nordöstliche Luftbewegungen zu erwarten. Sie tragen in der angrenzenden Bebauung wesentlich zur Belüftung bei. Von Seiten der Regional- und Stadtplanung wird daher in besonderem Maße darauf geachtet, dass zwischen dem Freiraumgefüge Main / Mainvorland und der Bebauung eine möglichst offene räumliche Verzahnung gesichert bleibt (siehe Kennzeichnung „Vorbehaltsgebiet für besondere Klimafunktionen“ für das Mainvorland im Regionalen Flächennutzungsplan 2010) und bebauungsinterne Strömungsleitbahnen gestärkt werden.

Die Sicherstellung günstiger thermischer Umgebungsverhältnisse wird zukünftig an Bedeutung zunehmen, da die sommerliche Wärmebelastung infolge des globalen Klimawandels weiter ansteigen wird.

Nach Berechnungen des POSTDAM-INSTITUTS FÜR KLIMAFOLGENFORSCHUNG E.V. (www.klimafolgenonline.com) wird die mittlere Jahresmitteltemperatur im Raum Rüsselsheim im Zeitraum 2031 – 2060 gegenüber der Zeitspanne 1981 – 2010 um ca. 1.7 K auf 12.7°C zunehmen. Die Anzahl der Sommertage wird um ca. 27 Tage ansteigen und auch bei den heißen Tagen wird sich eine prägnante Häufung (+11 Tage) einstellen. Den Projektionen liegt das Antriebsszenario RCP8.5 (mittlere Temperaturzunahme) zu Grunde, die hohe zukünftige Treibhausgasemissionen berücksichtigen.

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

Um Städte langfristig tolerant gegenüber den prognostizierten Hitzeereignissen zu entwickeln, werden in der Stadtplanung aktuell in vielen deutschen Städten (vgl. FRIEDRICH, S. ET AL. 2014) klimaökologische Zielvorstellungen formuliert. Es sollen insbesondere Maßnahmen

- zum Erhalt oder zur Schaffung günstiger Belüftungseffekte,
- zum Erhalt oder zur Schaffung von Freiflächen (Klimaoasen) und Frischluftschneisen,
- zur Flächenentsiegelung, zur Begrünung (Verschattung) von Straßenzügen und Freiflächen

ergriffen werden.

Diesen Forderungen stehen häufig bauliche Verdichtungen in Stadtgebieten entgegen.

Die Modifikationen der örtlichen Kaltluftbewegungen, der Belüftungsintensität und der thermischen Belastung durch eine potenzielle baulich Verdichtung im Planungsgebiet werden daher mit den nachfolgenden numerischen Modellrechnungen aufgezeigt und bewertet.

5 Numerische Modellrechnungen zur kleinräumigen Darstellung der strömungsdynamischen und thermischen / bioklimatischen Folgeerscheinungen einer potenziellen baulichen Ergänzung im Planungsgebiet

Wie in Kap. 3 bereits angeführt, werden zur Bilanzierung der siedlungsklimatischen Folgeerscheinungen einer potenziellen baulichen Verdichtung im Bebauungsplan-gebiet Nr. 148 „Frankfurter Straße“ numerische Modellrechnungen durchgeführt.

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

In einem weiteren Analyseschritt werden für relevante Windrichtungen die planungsbedingten Veränderungen bzgl. der lokalen Belüftungsintensitäten berechnet.

Zuletzt erfolgt eine Bilanzierung der zu erwartenden thermischen Modifikationen an heißen Sommertagen und in Tropennächten.

5.1 Modellrechnungen zum lokalen Kaltluftströmungsgeschehen

5.1.1 Grundlagen

Bei der Betrachtung und Bewertung der klimaökologische Auswirkungen einer potenziellen baulichen Verdichtung im Bebauungsplangebiet Nr. 148 „Frankfurter Straße“ sind windschwache Sommer- / Hitzetage wegen ihres bioklimatischen Belastungspotenzials von besonderem Interesse. Wichtige Ausgleichsfaktoren für die im Tagesverlauf auftretenden hohen Temperaturen sind in von Überhitzung betroffenen Siedlungsgebieten die nächtliche Abkühlung und der Zustrom kühler Luft durch Kaltluftfließbewegungen / Flurwinde (vgl. BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG 2013).

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

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

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

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

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

Über Wasserflächen (stehende und fließende Gewässer) entwickeln sich i. d. R. eigene Klimate, die insbesondere während des Sommerhalbjahres aufgrund der spezifischen Wärmespeicherkapazität temperausgleichende Wirkungen haben. Während sich am Tag die Luft meist stärker erwärmt als der Wasserkörper, zeigen Wasserflächen in Sommernächten meist höhere Temperaturwerte als die Luft. Sie leisten demnach keinen aktiven Beitrag zur bodennahen sommerlichen Kaltluftbildung und sind als Kaltlufttransportbahn nur mäßig geeignet, da über den vergleichsweise „warmen“ Wasserflächen die nächtliche Kaltluft vermehrt labilisiert wird.

Die Intensität der Kaltluftströmung ist von der Geländeneigung sowie von der Oberflächenrauigkeit des Bewuchses und von regionalen Strömungsprozessen abhängig. Die Reibungskraft der Oberflächen bremst die Strömungsdynamik.

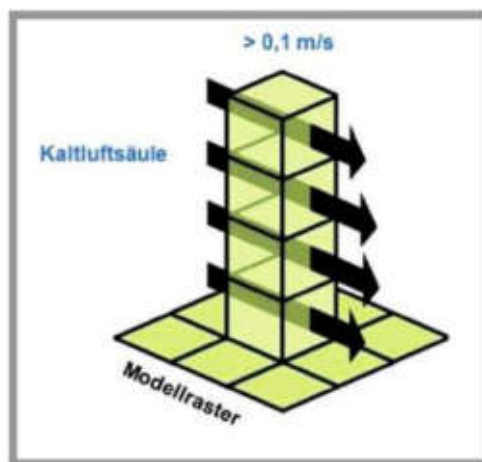
Kaltluftbewegungen zeigen in der ersten Nachthälfte die größten Fließgeschwindigkeiten, da im Laufe der Nacht die Stabilität der Luftschichtung und damit die Neigung zur Ausbildung von ortsfesten Kaltluftseen (in ebenem Gelände bzw. in Mulden) zunimmt.

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

Kleinere Hindernisse werden von der zuströmenden Kaltluft ohne nennenswerte Staubbildung um- oder überströmt.

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

1. Aus dem **Kaltluftvolumenstrom**, der das in einer bestimmten Zeiteinheit transportierte Gesamtvolumen an Kaltluft durch eine definierte vertikale Fläche senkrecht zur Strömungsrichtung angibt.
Dabei wird das Luftvolumen über die variable absolute Höhe der Kaltluftschicht aufsummiert (integriert), während die horizontale Breite der Fläche stets einem Meter entspricht („Kaltluftvolumenstromdichte“, siehe **Grafik 4**).
Geschwindigkeit und Richtung können innerhalb der Luftsäule veränderlich sein.



Grafik 4: Prinzipskizze Kaltluftvolumenstrom (nach: GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH / ÖKOPLANA 2019)

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

Zur Beschreibung des nächtlichen Kaltluftströmungsgeschehens im Planungsgebiet und in dessen Umfeld sowie zur Bestimmung des Einflusses der geplanten Bebauung auf die lokale Kaltluftdynamik werden nachfolgend auf Grundlage eines digitalen Geländemodells Kaltluftströmungssimulationen durchgeführt.

Das Modell KLAM_21 berechnet die zeitliche Entwicklung der Kaltluftströmung bei gegebener zeitlich konstanter Kaltluftproduktionsrate. Diese, ebenso wie die Reibungskoeffizienten, werden über die Art der Landnutzung gesteuert. Es werden neun Landnutzungsklassen berücksichtigt: Siedlung dicht, Siedlung locker, Gehölze / Wald, halbversiegelte Flächen, Gartenflächen, Gewerbe-/Industrieflächen, unversiegelte Flächen, versiegelte Flächen und Wasserflächen.

Zusammenhängende Siedlungsflächen werden als teilweise durchströmbare (poröse) Hindernisse im Modell berücksichtigt (GROSS 1989, DEUTSCHER WETTERDIENST 2008). Damit gelingt es, die Strömungsverdrängung durch die Baukörper sowie die bremsende Wirkung der Gebäude in Übereinstimmung mit Beobachtungen zu modellieren.

Die Bebauung im Planungsgebiet wird als detaillierte Bebauung mit entsprechenden Gebäudehöhen aufgelöst, um den kleinräumigen Einfluss auf das örtliche Kaltluftgeschehen herausarbeiten zu können.

Das betrachtete Rechengebiet umfasst eine Gebietsgröße von 1.5 x 1.5 km (9 km²) inkl. Randbereiche im Norden, so dass die planungsnahen Kaltlufteinzugsgebiete und Kaltluftwirkgebiete mitberücksichtigt werden.

Vorausgesetzt wird die für Kaltluftbewegungen optimale Situation, d.h. eine klare und windschwache Nacht mit großräumigeren nordnordöstlichen Winden (2.0 m/s), wie sie an der DWD Klimamessstation Frankfurt-Flughafen in Strahlungsnächten zu erfassen sind (siehe **Abbildung 7**).

5.1.2 Ergebnisse

Die **Abbildung 10.1** zeigt für den **Ist-Zustand** die Ergebnisse der Kaltluftsimulationen in der ersten Nachhälfte - drei Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung⁴. Bioklimatisch ist der Zeitpunkt von Bedeutung, da im Hochsommer tagsüber überwärmte Wohnungen in der ersten Nachthälfte meist nochmals durchgelüftet werden. Kühle Umgebungsverhältnisse intensivieren die bioklimatische Entlastungswirkung.

In dieser Kaltluftbildungsphase bestimmen im Planungsgebiet schwache (0.2 – 1.0 m/s, 2.0 m ü.G.) nordöstliche Kaltluftbewegungen das bodennahe Ventilationsgeschehen. Wie die Windvektoren verdeutlichen, gelangt die kühlere Luft aus dem Mainvorlandbereich (Sportgelände) über den Damm (An der Festung) und die Stresemannanlage in das Planungsgebiet. Die Gärten sowie die Frankfurter Straße bilden dabei eine bebauungsinterne Kaltluftleitbahn in Richtung Rüsselsheimer Innenstadt. Die z.T. dichten Gehölzstrukturen in den Hausgärten des Planungsgebiets bewirken zwar eine leichte Schwächung der Strömungsintensität, zugleich tragen sie durch Kaltluftbildung aber auch zu einer Unterstützung der örtlichen Abkühlung bei.

Eine flurwindartige Kaltluftzufuhr vom Mainvorland aus nordwestlicher Richtung ist durch die Barrierewirkung der Festung Rüsselsheim nicht gegeben.

Eine weitere klimafunktionale Verknüpfung zwischen dem Mainvorland (= Vorbehaltsgebiete für besondere Klimafunktionen) und dem Innenstadtbereich von Rüsselsheim besteht erst wieder auf Höhe des Verna-Parks (Stadtpark) südwestlich der Parkschule.

Im **Plan-Zustand (Abbildungen 10.2)** bilden die ergänzenden 2-geschossigen Wohnhäuser entlang der Frankfurter Straße zusätzliche Strömungsbarrieren. Wie die Differenzendarstellung zur Windgeschwindigkeit zwischen Plan- und Ist-Zustand (**Abbildung 10.3**) dokumentiert, kommt es bei vorherrschenden nordöstlichen Kaltluftströmungen im Luv der Bebauung zu Stauwirkungen, die bis zur Stresemannanlage nachweisbar sind. Im Bereich der Hausgärten und in Lee-Lage ist ebenfalls eine deutliche Abschwächung der kaltluftbedingten Belüftungsintensität zu bilanzieren. Sie reicht entlang der Frankfurter Straße bis nahe der Parkschule und betrifft auch Teile der nach Süden verlaufenden Weinbergstraße.

⁴ In den Monaten Juni/Juli entspricht dies ca. dem Zeitpunkt 23:15 – 23:45 Uhr (MEZ)

Im Bereich des Seckendorffplatzes und im Bereich des Straßenzugs An der Festung stellen sich leichte Windbeschleunigungen ein, die auf die vermehrte planungsbedingte Labilisierung der bodennahen Kaltluftschichten zurückzuführen sind. Sie gehen mit einer Minderung der Abkühlungswirkung einher.

Bestimmt man südwestlich des Bebauungsplangebiets Nr. 148 „Frankfurter Straße“ über das Bewertungsprofil A – A* den in Richtung Rüsselsheimer Innenstadt einfließenden Kaltluftstrom, so ergeben sich Kaltluftvolumenströme von 332 m³/s im Ist-Zustand und 293 m³/s im Plan-Zustand. Die planungsbedingte relative Abnahme des ortsspezifischen Kaltluftvolumenstroms entlang der Frankfurter Straße beläuft sich demnach auf ca. 11.7%.

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

Durch die planungsbedingte Verjüngung der vegetationsbedeckten Strömungsleitbahn wird somit die Funktion der Frankfurter Straße zwischen Stresemannanlage und Parkschule als Kaltluftleitbahn nachhaltig eingeschränkt. Gegenüber dem Verna-Park (Stadtpark) ist die Bedeutung des Planungsgebiets als klimaökologischer Ausgleichsraum für die Rüsselsheimer Innenstadt zwar deutlich geringer, für die Bebauung im Umfeld der Frankfurter Straße zwischen Stresemannanlage und Parkschule ist die abkühlende Wirkung der lokalen Kaltluftbewegungen/Kaltluftentstehung angesichts der prognostizierten Zunahme heißer Tage / Tropennächte aber von nicht zu unterschätzender Bedeutung.

5.2 Modellrechnungen zur ortsspezifischen Belüftungssituation

Durch die bauliche Inanspruchnahme von Teilen der Hausgärten Frankfurter Straße 76 – 96 ist örtlich mit einer Reduzierung der lokalen Belüftungsintensitäten zu rechnen. Eine ausreichende Belüftung ohne großflächige Ausbildung von Luftstagnationsbereichen (Windgeschwindigkeit < 0.3 m/s) ist zum einen zur Begrenzung der sommerlichen Wärmebelastung erforderlich und zum anderen unterbindet eine möglichst intensive Belüftung ganzjährig die Akkumulation von Luftschadstoffen.

Nachfolgend wird mit Hilfe des Modell MISKAM Vers. 6.3 der Einfluss der geplanten Bebauung auf die örtliche Belüftungssituation analysiert. Dem Ist-Zustand wird dabei wiederum der Plan-Zustand mit einer ergänzenden 2-geschossigen Bebauung gegenübergestellt.

Das Untersuchungsgebiet umfasst eine Flächengröße von 480 m x 360 m zzgl. der Randbereiche.

Die Modellrechnungen werden jeweils für eine besonders relevante Tag- und Nachtsituation durchgeführt.

Vorgaben für die Tagsituation:

- Nordost-Wind (45°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
= Bestimmung der planungsbedingten Barrierewirkung an Strahlungstagen mit zumeist großwetterlagenbedingten Nordost-Winden.

Vorgaben für die Nachtsituation:

- Ostnordost-Wind (60°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.
= Bestimmung der planungsbedingten Barrierewirkung bei vorherrschenden lokalen Kaltluftströmungen mit Unterstützung großwetterlagenbedingter Ostnordost-Winde (leicht bewölkte Situation).

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

Zur Verdeutlichung der Strömungsmodifikationen durch den Plan-Zustand werden zusätzlich Differenzendarstellungen zum Ist-Zustand erstellt (2.0 m ü.G.).

5.2.1 Tagsituation – Windanströmung aus Nordosten (45°)

Bei Strahlungswetterlagen herrschen häufig großräumig Nordost-Winde vor. Die bislang unbebauten Teilbereiche des Planungsgebiets bilden dann zusammen mit der Frankfurter Straße eine bebauungsinterne Ventilationsachse, über welcher der Höhenwind verstärkt bodennah durchgreifen kann. In der Höhenschicht 2 m ü.G. werden über der rauigkeitsarmen Straßenfläche der Frankfurter Straße im **Ist-Zustand (Abbildung 11.1)** mittlere Windgeschwindigkeiten von ca. 1.0 – 1.2 m/s simuliert. Im Bereich der Stresemannanlage und der Hausgärten Frankfurter Straße 76 – 96 zeigen sich mittlere Windgeschwindigkeiten von ca. 0.5 – 1.0 m/s. Allein im Windschatten von Baukörpern sind mittlere Windgeschwindigkeiten unter 0.3 m/s zu verzeichnen.

Mit Realisierung der ergänzenden Bebauung entlang der Frankfurter Straße (**Plan-Zustand, Abbildungen 11.2 und 11.3**) und der damit einhergehenden Zunahme der Oberflächenrauigkeit nimmt im Planungsgebiet und entlang der Frankfurter Straße bis ca. zur Parkschule die Windgeschwindigkeit flächenhaft um ca. 0.1 – 0.7 m/s ab. Eine vermehrte Neigung zu Luftstagnation am Tag ist jedoch nicht zu bilanzieren. Die verbleibenden Belüftungsintensität ist ausreichend, um Luftschadstoffakkumulationen zu unterbinden. Auch eine Zunehmende Tendenz zu Wärme-staus ist aus den Ergebnissen für die Tagsituation nicht abzuleiten.

5.2.2 Nachtsituation – Windanströmung aus Ostnordosten (60°)

Wie der Windstatistik in **Abbildung 7** zu entnehmen ist, treten in den Nachstunden vermehrt Winde aus ostnordöstlichen Richtungssektoren auf. Diese Häufung erfolgt auch bei leicht bedecktem Nachthimmel. Bei derartigen Verhältnissen bildet die ergänzende Bebauung in Richtung der Rüsselsheimer Innenstadt eine zusätzliche Strömungsbarriere.

Die Ergebnisse der Modellrechnungen für den **Ist- und Plan-Zustand (Abbildungen 12.1 – 12.3)** zeigen, dass eine ergänzende Bebauung die örtliche Strömungsintensität herabsetzt. Die Hausgärten verlieren z.T. ihre Funktion als Luftaustauschfläche. Gegenüber der Situation mit regional/lokal Kaltluftströmungen in Strahlungsnächten bleibt die Barrierewirkung allerdings kleinräumig auf das unmittelbare Planungsumfeld begrenzt. Außerhalb des Windschattenbereichs der potenziellen Bebauung kann bei neutraler bis labiler Luftschichtung der großwetterlagenbedingte Höhenwind wieder bodennah durchgreifen. Eine vermehrte Neigung zu Luftstagnation ist im Planungsumfeld allein an der Ecke Frankfurter Straße / Weinbergstraße festzustellen.

5.3 Modellrechnungen zu den thermischen Umgebungsbedingungen

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

Durch die bauliche Inanspruchnahme von innerstädtischen Kaltluftproduktionsflächen ist im Planungsumfeld insbesondere in den Nachtstunden mit einer örtlichen Verzögerung und Verringerung der nächtlichen Abkühlung zu rechnen.

Die nachfolgenden Berechnungen zur Lufttemperatur beziehen sich auf bioklimatisch besonders belastende heiße Sommertage (16:00 Uhr, ungefähre Zeitpunkt der Tageshöchsttemperatur im Sommer, siehe **Abbildung 9.1**) bzw. Tropennächte (23:00 Uhr, Zeitpunkt bis zu dem in der Regel in Sommernächten die Wohnungen vor dem Zu-Bett-Gehen nochmals durchgelüftet werden).

Als Anströmungsrichtungen werden wiederum ein Nordost- bzw. Ostnordost-Winde ($45^\circ / 60^\circ$) gewählt, da sich bei diesen Verhältnissen die Innenstadt von Rüsselsheim im Lee des Planungsgebietes befindet (= Worst-Case-Szenario).

5.3.1 Thermische Situation an einem heißen Sommertag (16 Uhr) mit nordöstlicher Luftströmung (45°)

Die **Abbildung 13.1** 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 für Strahlungswetterlagen typische nordöstliche Luftströmung (45°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

Bei Lufttemperaturen im Bereich schattenwerfender Gehölzbestände von unter 33.00°C werden über asphaltierten, unbeschatteten Stellplatzflächen und Straßenzügen Lufttemperaturen bis über 34.75°C berechnet. Über Rasen- und Wiesenflächen sind in unbeschatteten Bereichen Lufttemperaturen bis 33.50°C zu bilanzieren. Die thermische Gunstfunktion schattenwerfender Gehölzbestände und unversiegelter Freiflächen wird offenbar.

Die mit Kunstrasen hergestellten Sportplatzflächen nordöstlich des Planungsgebietes heizen sich am Tag recht stark auf und bilden im Gegensatz zu natürlichen Rasenflächen keine Temperatursenke.

Laut Messungen durch ÖKOPLANA (2018) auf einem Sportgelände in Wiesbaden heizen sich am Tag Kunstrasenflächen ähnlich wie schwarze Asphaltflächen sehr stark auf und tragen somit zur Wärmebelastung bei. So werden bspw. gegen 12:00 Uhr bei Lufttemperaturen von ca. 26°C über Kunstrasenflächen Oberflächenstrahlungstemperaturen bis knapp 38°C registriert. Asphalt und Tartanbahnen zeigen mit Werten von ca. 37°C und 40°C ebenfalls extrem hohe Werte.

Bei Realisierung einer ergänzenden Bebauung im Planungsgebiet (**Abbildungen 13.2 und 13.3**) ist allein in unmittelbarer Nähe zur Flächennutzungsänderung eine Lufttemperaturzunahme um ca. 0.25 – 1.00°C zu erwarten, da die verbleibenden Grünflächen im nördlichen Grundstücksbereich einer intensiveren Erwärmung entgegen wirken. Des Weiteren unterbindet der tagsüber recht intensive vertikale Luftaustausch (= labile Luftschichtung) größere Lufttemperaturdifferenzen.

5.3.2 Thermische Situation in einer Tropennacht (23:00 Uhr) mit schwacher ostnordöstlicher Luftströmung (45°)

Wie u.a. in Kap. 4 bereits erläutert, setzen am Planungssandort in stadtklimatisch besonders relevanten Sommernächten vermehrt regional angelegte Winde aus nordöstlichen Richtungssektoren ein. Daher wird nachfolgend den Berechnungen eine beispielhafte Situation mit Ostnordost-Winden (2.0 m/s) zu Grunde gelegt.

Die Ergebnisse der mikroskaligen Modellrechnungen für den **Ist-Zustand (Abbildung 14.1)** belegen, dass das Mainvorland sowie die Stresemannanlage und die Hausgärten im Planungsgebiet als lokale Temperatursenken fungieren. Bei vorherrschenden Wind aus Ostnordosten wird die Kaltluft vermehrt in Richtung der Rüsselsheimer Innenstadt transportiert.

Während im Freiraumgefüge Mainvorland und über den Hausgärten Frankfurter Straße 76 – 96 Lufttemperaturen von ca. 22.00 - 22.80 simuliert werden, stellen sich über versiegelten Straßenzügen (Frankfurter Straße und in dichter bebauten Stadtlagen Lufttemperaturen von ca. 23.60 – 25.80°C ein.

Mit Realisierung der potenziellen Bebauung im Bebauungsplangebiet Nr. 148 „Frankfurter Straße“ (**Plan-Zustand, Abbildungen 14.2 und 14.3**) geht ein Teil der örtlichen Lufttemperatursenke verloren. Im Bereich der ergänzenden Bebauung steigen die Lufttemperaturen um ca. 0.30 – 1.50°C an. Eine noch deutlichere Zunahme der Lufttemperatur ist der Sicherung der Stresemannanlage und der verbleibenden Hausgartenbereiche zu verdanken.

Die Differenzendarstellung zwischen Plan- und Ist-Zustand zeigt, dass die thermischen Negativeffekte der potenziellen Bebauung bis nahe der Parkschule reichen. Eine thermische Zusatzbelastung der dicht bebauten Rüsselsheimer Innenstadt ist demnach zwar nicht nachweisbar, mit der baulichen Verdichtung wird aber eine stadtklimatisch wirksame Verbindungsachse zwischen dem Kaltluftentstehungspotenzial des Mainvorlandes und der überwärmten Rüsselsheimer Bebauung weiter eingengt.

6 Zusammenfassung, Bewertung und Planungsempfehlungen

Im Norden von Rüsselsheim am Main steht am Übergang zum Mainvorland das Bebauungsplanverfahren „Frankfurter Straße“ an.

Das ca. 1.78 ha große Bebauungsplangebiet Nr. 148 „Frankfurter Straße“ befindet sich zwischen der Frankfurter Straße / Schillerstraße im Süden bzw. Südosten und dem Straßenzug An der Festung im Nordosten. Neben den Hausgrundstücken Frankfurter Straße 76 – 96 umfasst das Planungsgebiet zudem die öffentlichen Grünflächen Stresemannanlage und Seckendorffplatz.

Das Bebauungsplangebiet im Bereich der Grundstücke Frankfurter Straße 76 – 96 ist von einer villenartigen Einzelhausbebauung mit z.T. parkartig angelegten Hausgärten sowie einem historischen Weinberg geprägt. Im Bereich der Kita Frankfurter Straße 80 bestimmen zudem Spielflächen das Erscheinungsbild der Freiflächen. Die Stresemannanlage weist einen Kinderspielplatz sowie baumüberstellte Rasenflächen auf. Die Grünanlage Seckendorffplatz ist von Rasenflächen und lockerem Baumbestand bedeckt.

Nordwestlich des Bebauungsplangebiets schließt die Festung Rüsselsheim an, die von einem Wall umgeben ist. Im Nordosten grenzt eine Sportanlage (u.a. Kunstrasenplatz) an.

Im Regionalen Flächennutzungsplan 2010 (Stand 31.12.2020) der REGION FRANKFURTRHEIMAIN ist das Planungsgebiet als Wohnbaufläche (Bestand) und Grünfläche (Stresemannanlage, Seckendorffplatz) gekennzeichnet. Die Sportanlagen und das Mainvorland sind als Vorbehaltsgebiete für besondere Klimafunktionen ausgewiesen. Sie fungieren u.a. als Strömungsleitbahnen und Kaltluftentstehungsflächen.

Der von der Stadt Rüsselheim vorgelegte Bebauungsplanentwurf Nr. 148 „Frankfurter Straße“ weist die Grundstücke Frankfurter Straße 76 – 96 als allgemeines Wohngebiet (WA) aus. Die GRZ ist mit 0.2 und die GFZ mit 0.4 festgesetzt. Bei offener Bauweise ist eine Bebauung mit zwei Vollgeschossen (Sattel-/Walmdach) möglich. Die eingetragenen Baugrenzen umschließen die Bestandsbebauung.

Mit den Festsetzungen ist beabsichtigt, die großzügigen Hausgärten und den historischen Weinberg im südlichen Teil der Grundstücke Frankfurter Straße 76 bis 96 gegenüber einer ergänzenden Bebauung zu sichern, um u.a. deren stadtklimatisches Gunstpotenzial (Kalt- und Frischluftbildung) in Verbindung mit dem Mainvorland zu sichern und damit den Klimawandelfolgen mit erhöhter thermischer / bioklimatischer Belastung entgegen zu wirken.

Bei der Beantwortung der Frage, ob die im Bebauungsplanentwurf vorgenommenen Beschränkungen der Bebaubarkeit rechtssicher umgesetzt werden können, ist u.a. das Abwägungsgebot nach § 1 Abs. 7 BauGB zu beachten. Die Stadt als Planungsträger darf durch ihre Bauleitplanung die bauliche Nutzbarkeit von Grundstücken verändern bzw. die Nutzungsmöglichkeiten einschränken. Hierfür sind aber gewichtige städtebauliche Allgemeinbelange anzuführen. Hierzu zählen in Anbetracht der Klimawandelfolgen mit einer prägnanten Zunahme von heißen Tagen ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) und Tropennächten ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) auch stadtklimatische Aspekte.

Im Rahmen des vorliegenden Klimagutachtens werden daher für einen potenziellen Planfall die klimaökologischen Folgeerscheinungen aufgezeigt und bewertet.

Für den Planfall wird entlang der Frankfurter Straße eine Bebauung mit 2 Vollgeschossen und Satteldach angesetzt. Die Traufhöhe wird mit +6 m (94 m ü. NN) angenommen. Die Firsthöhe beträgt +11 m (99 m ü. NN). Die Flächengröße der Baukörper orientiert sich an der Bestandsbebauung. Die verbleibenden Freiflächen entlang der Frankfurter Straße werden als versiegelt angenommen (Pflasterbelag). Zwischen der Bestandsbebauung und der geplanten Bebauung bleiben die Hausgärten gesichert.

Aus klimaökologischer Sicht ist von besonderer Bedeutung, dass eine möglichst barrierefreie räumliche Verknüpfung des Mainvorlandes (= Vorbehaltsgebiet für besondere Klimafunktionen / Kaltluftentstehung, Ventilation) mit dem Rüsselsheimer Stadtgefüge bestehen bleibt. Neben dem Verna-Park südwestlich der Parkschule besteht eine derartige Verbindung nur noch über die Sportanlage Am Sommerdamm und die Stresemannanlage sowie nach Südwesten fortführend über die Hausgärten im Planungsgebiet. Zwar bildet der Damm an der Opelbrücke bereits ein Strömungshindernis, die Ergebnisse der durchgeführten Kaltluftströmungssimulationen belegen aber die aktuelle Funktionsfähigkeit der Kaltluftleitbahn Stresemannanlage / Hausgärten Frankfurter Straße. Die z.T. dichten Gehölzstrukturen in den Hausgärten des Planungsgebiets bewirken eine leichte Schwächung der Strömungsintensität, zugleich tragen sie durch örtliche Kaltluftbildung aber auch zu einer Unterstützung der lokalen Abkühlung bei.

Bei Realisierung einer ergänzenden 2-geschossigen Bebauung entlang der Frankfurter Straße entstehen zusätzliche Strömungsbarrieren. Hierdurch wird die Kaltluftströmungsgeschwindigkeit bis nahe der Parkschule reduziert. Damit verbunden ist auch eine Abnahme des örtliche Kaltluftvolumenstroms. Er nimmt entlang der Kaltluftleitbahn Frankfurter Straße in Richtung Rüsselsheimer Innenstadt um ca. 11.7% ab.

Laut VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5 (2003) ist bei Kaltluftströmungen in stadtklimatisch relevanten Luftleitbahnen eine Verringerung der Strömungsvolumina von mehr als 10% gegenüber dem Ist-Zustand bereits als „starker Eingriff“ mit meist nachteiligen Folgen im Kaltluftzielgebiet (Bebauung südwestlich des Planungsgebiets) zu bewerten. Prozentuale Änderungen gegenüber dem Ist-Zustand zwischen 5 und 10% sind als „mäßige Auswirkung“ zu bewerten. Bei Werten unter 5% sind im Allgemeinen nur „geringe klimatische Auswirkungen“ im Kaltluftzielgebiet zu erwarten. Durch die planungsbedingte Verjüngung der vegetationsbedeckten Strömungsleitbahn wird somit die Funktion der Frankfurter Straße zwischen Stresemannanlage und Parkschule als Kaltluftleitbahn nachhaltig eingeschränkt. Gegenüber dem Verna-Park (Stadtpark) ist die Bedeutung des Planungsgebiets als klimaökologischer Ausgleichsraum für die Rüsselsheimer Innenstadt zwar deutlich geringer, für die Bebauung im Umfeld der Frankfurter Straße zwischen Stresemannanlage und Parkschule ist die abkühlende Wirkung der lokalen Kaltluftbewegungen/Kaltluftentstehung angesichts der prognostizierten Zunahme heißer Tage / Tropennächte aber von nicht zu unterschätzender Bedeutung.

Wie ergänzende Modellrechnungen zum nächtlichen Lufttemperaturfeld zeigen, ist entlang der Frankfurter Straße mit einer Zunahme der Lufttemperatur von ca. 0.3 – 1.5°C zu rechnen. Dies steht in Widerspruch zu den Bemühungen der Stadt Rüsselsheim, das Stadtgefüge gegenüber der zunehmenden sommerlichen Wärmebelastung unempfindlicher zu gestalten.

Die Ergebnisse der numerischen Modellrechnungen zur örtlichen Belüftungssituation am Tag und in leicht bis stark bewölkten Nächten lassen hingegen keine relevanten Negativeffekte (vermehrte Luftstagnationstendenzen mit der Gefahr von Luftschadstoffakkumulationen und Wärmestaus) erkennen.

Fazit:

Eine ergänzende Bebauung im Bebauungsplangebiet Nr. 148 „Frankfurter Straße“ schränkt in stadtklimatisch besonders relevanten Strahlungsnächten die lokale Kaltluftzufuhr aus dem Mainvorland (Vorbehaltsgebiet für besondere Klimafunktionen) in Richtung Rüsselsheimer Innenstadt weiter ein. Angesichts der prognostizierten Klimawandelfolgen mit einer deutlichen Zunahme der nächtlichen Wärmebelastung ist es aus klimaökologischer Sicht zu begrüßen, dass das örtliche klimaökologische Gunstpotenzial (u.a. Kaltluftbildung / Leitbahnfunktion) mit Hilfe des angestrebten Bebauungsplans gesichert wird.

Mögliche Ausgleichsmaßnahmen, z.B. in Form von Dach- und Wandbegrünungen, mindern bei einer potenziellen baulichen Inanspruchnahme von Teilflächen der Hausgärten zwar die bebauungsbedingten thermischen Zusatzbelastungen, die Barrierewirkung ergänzender Wohnhäuser wird die Leitbahnfunktion für Kaltluftbewegungen vom Mainvorland in das Stadtgefüge von Rüsselsheim aber nachhaltig schwächen.



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

Mannheim, 14. März 2022

Quellenverzeichnis / weiterführende Schriften

- BAUMÜLLER, J. (2017):** Das Baugesetzbuch als Unterstützer bei der Klimaanpassung in Städten: Chancen und Möglichkeiten. Vortrag 5. Seminar AKKlima-Oberrhein: Fortbildung zur städtebaulichen Anpassung an den Klimawandel. Emmendingen.
- BAUMÜLLER, N. (2018):** Stadt im Klimawandel. Klimaanpassung in der Stadtplanung. Grundlagen, Maßnahmen und Instrumente. Dissertation am Städtebau-Institut der Universität Stuttgart. Stuttgart.
- BMBAU, BUNDESMINISTERIUM FÜR RAUMORDNUNG, BAUWESEN UND STÄDTEBAU (1979):** Regionale Luftaustauschprozesse und ihre Bedeutung für die räumliche Planung. Schriftenreihe 06.032. Bonn.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (2013):** KLAMIS. Modellgestützte Klimaanalysen und –bewertungen für die Regionalplanung. Grundlagen für einen Leitfaden. Berlin.
- BRUSE, M. (2002/2021):** Envi-Met - Mikroskaliges Klimamodell. Bochum.
- BRUSE, M. (2003):** Stadtgrün und Stadtklima – Wie sich Grünflächen auf das Mikroklima in Städten auswirken. In: LÖBF-Mitteilungen 1/2003. S. 66 – 70.
- CHRISTOFFER, J.; ULBRICHT-EISSING, H. (1989):** Die bodennahen Windverhältnisse in der Bundesrepublik Deutschland. Berichte des Deutschen Wetterdienstes. Nr. 147. Offenbach a. M.
- DWD DEUTSCHER WETTERDIENST (2008):** Das Kaltluftabfluss-Modell KLAM_21. Theoretische Grundlagen und Handhabung des PC-Programms. Offenbach a. M.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (2017):** Modellbasierte Analyse des Stadtklimas als Grundlage für die Klimaanpassung am Beispiel von Wiesbaden und Mainz. Abschlussbericht zum Arbeitspaket 3 des Projekts KLIMAPRAX Wiesbaden/Mainz – Stadtklima in der kommunalen Praxis. Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 249. Offenbach a. M.
- DEUTSCHER STÄDTETAG (2012):** Positionspapier Anpassung an den Klimawandel – Empfehlungen und Maßnahmen der Städte. Köln.
- ERDELEN, V.; FEHLOW, M. (2021):** Erfassung ausgewählter Tiergruppen für den Bebauungsplan Frankfurter Straße in Rüsselsheim, Juni bis November 2021. Kelkheim.
- FRIEDRICHS, J. ET AL. (2014):** Klimaanpassung in Kommunen und Regionen – eine Praxishilfe des Umweltbundesamtes. In: UVP-Report 28 (3 + 4). Hamm. S. 133 - 138

- GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA (2017):** Planungsempfehlungen für die (stadt-)klimawandelgerechte Entwicklung von Konversionsflächen – Modellvorhaben Heidelberg. Reihe KLIMOPASS-Berichte. Hrsg.: LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Karlsruhe.
- GIESE-EICHHORN (1998/2016):** Handbuch zum prognostischen Strömungsmodell MISKAM. Wackernheim.
- GROSS, G. (1993):** Numerical Simulation of Canopy Flows. Springer Verlag, Heidelberg.
- GROSS, G. (2012):** Numerical Simulation of greening effects for idealised roofs with regional climate forcing. In: Meteorologische Zeitschrift, Vol 21, No 2, S. 171 -181, Heidelberg.
- HMUKLV (2015):** 2. Fortschreibung. Luftreinhalteplan für den Belastungsraum Rhein-Main, Teilplan Rüsselsheim. Wiesbaden.
- IÖR (2011):** REGKLAM Ergebnisbericht. Regionales Klimaanpassungsprojekt Modellregion Dresden. Stadtstrukturabhängige Ausweisung sensibler Siedlungsräume bei thermischen Belastungen als Grundlage für die künftige Stadtentwicklung. Dresden.
- KING, E. (1973):** Untersuchungen über kleinräumige Änderungen des Kaltluftflusses und der Frostgefährdung durch Straßenbauten (Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 130, Band 17).
- MAYER, H. (1989):** Workshop „Ideales Stadtklima“ am 126.10.1988 in München. DMG-Mitteil. 3/89, S. 52 -54.
- ÖKOPLANA (2018):** Klimaökologische Leitplanken und Anforderungen an das Planungskonzept „Freizeitbad am Sportpark Rheinhöhe“ in der Landeshauptstadt Wiesbaden. Mannheim.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2003):** VDI 3787, Bl. 5. Lokale Kaltluft. Düsseldorf.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2008):** VDI 3787, Bl. 2. Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung – Teil I: Klima. Düsseldorf.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2020):** VDI 3787, Bl. 8. Stadtentwicklung im Klimawandel. Düsseldorf.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2021):** VDI-Richtlinie 3787, Blatt 2. Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung der thermischen Komponente des Klimas. Entwurf. Düsseldorf.

Abb. 1 Lage des Bebauungsplangebiets Nr. 148 „Frankfurter Straße“ im Stadtgebiet von Rüsselsheim am Main -
Übersichtsplan

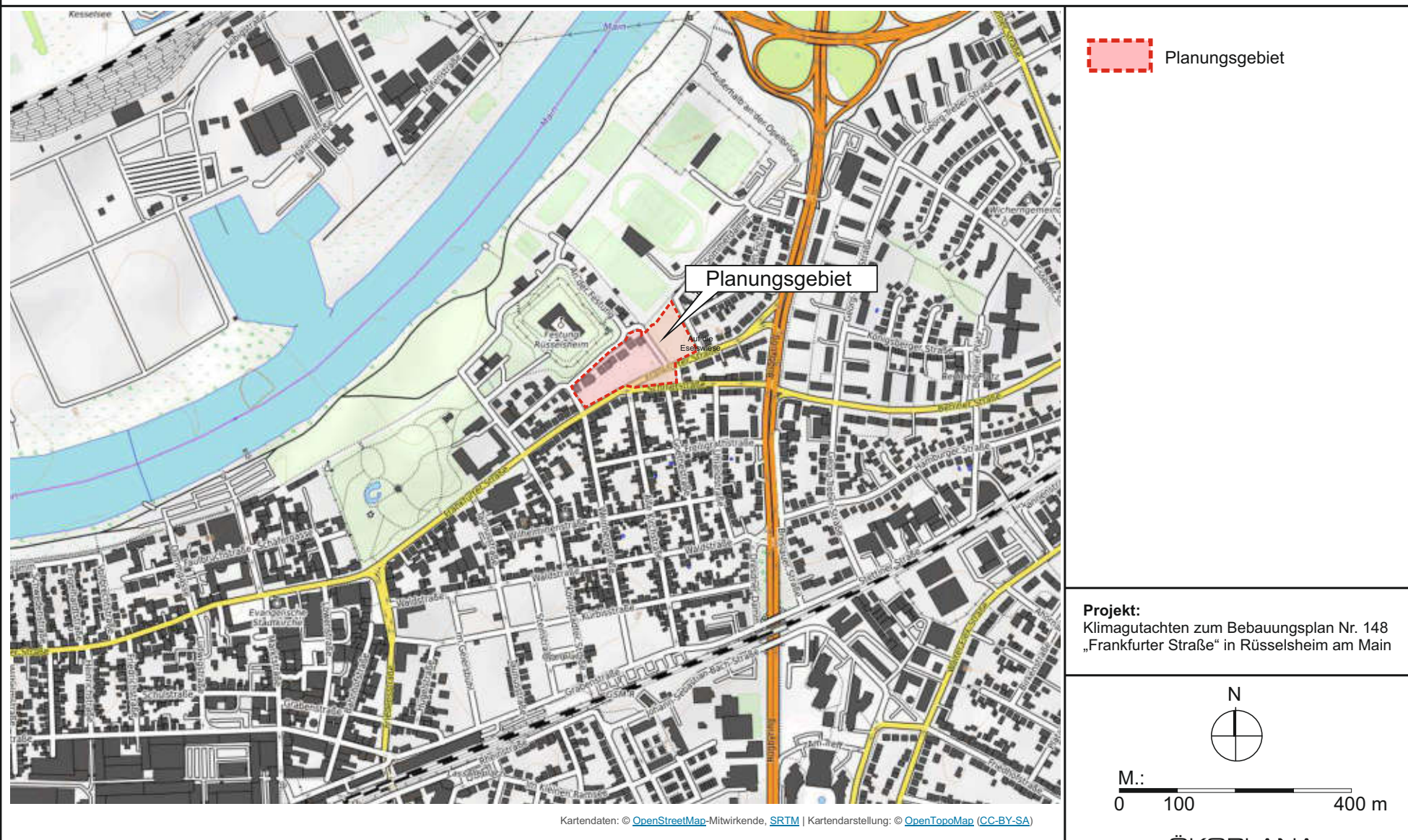
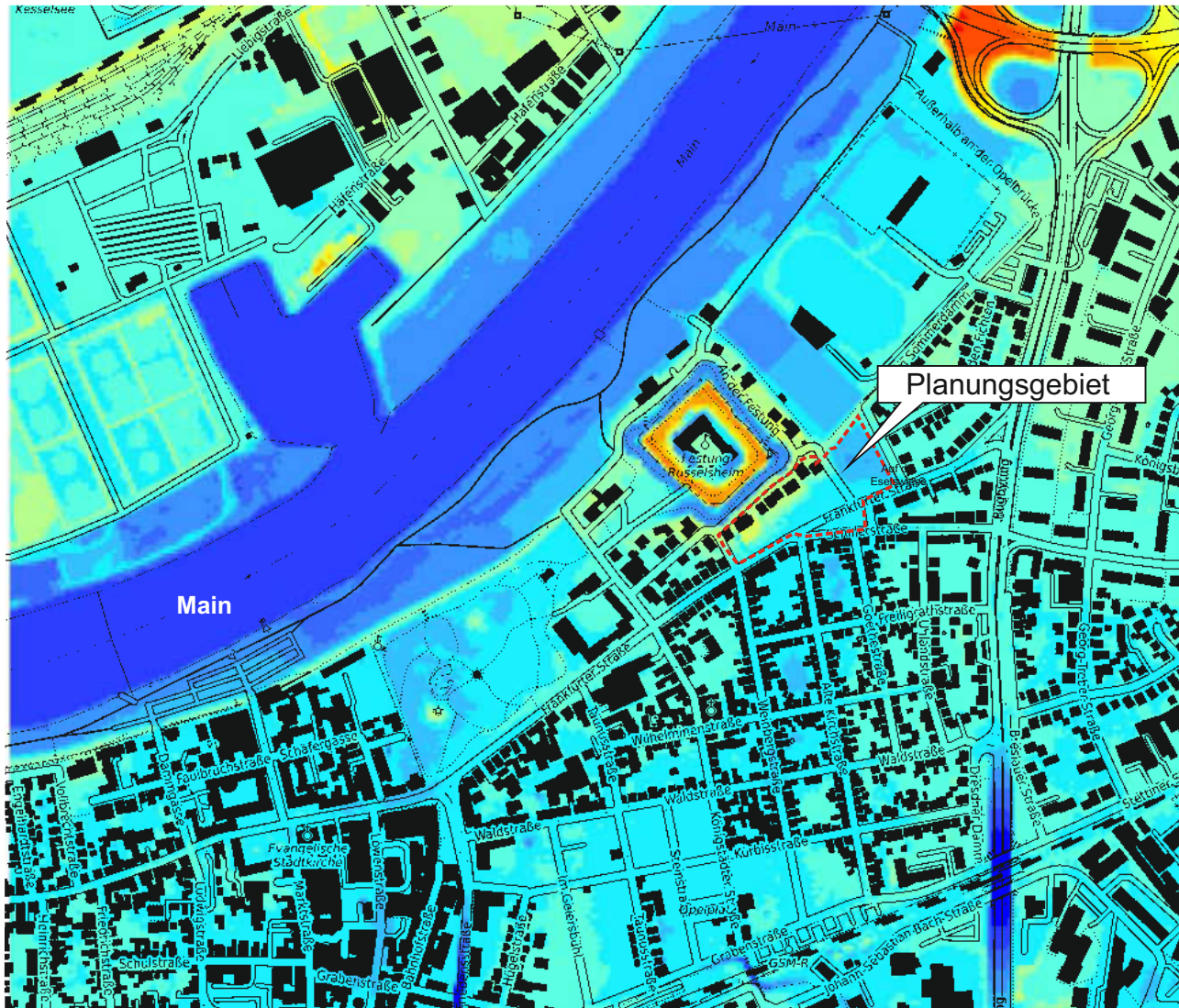
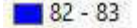
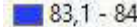
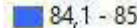
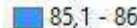
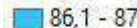
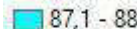
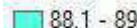
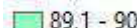

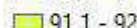




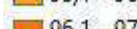
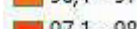



Abb. 2 Topografische Lagesituation des Bebauungsplangebiets Nr. 148 „Frankfurter Straße“



 Planungsgebiet

Geländehöhe in
m ü. NN


-  82 - 83
-  83,1 - 84
-  84,1 - 85
-  85,1 - 86
-  86,1 - 87
-  87,1 - 88
-  88,1 - 89
-  89,1 - 90
-  90,1 - 91
-  91,1 - 92
-  92,1 - 93
-  93,1 - 94
-  94,1 - 95
-  95,1 - 96
-  96,1 - 97
-  97,1 - 98
-  98,1 - 99

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan Nr. 148
„Frankfurter Straße“ in Rüsselsheim am Main

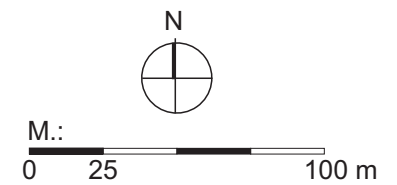


Abb. 3 Luftbild vom Bebauungsplangebiet Nr. 148 „Frankfurter Straße“ und von dessen Umfeld



 Planungsgebiet

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan Nr. 148
„Frankfurter Straße“ in Rüsselsheim am Main



Luftbild bereitgestellt von: Stadt Rüsselsheim am Main

ÖKOPLANA

Abb. 4 Fotografische Dokumentation - Bebauungsplangebiet Nr. 148 „Frankfurter Straße“



Standorte der Fotoaufnahmen und Blickrichtung

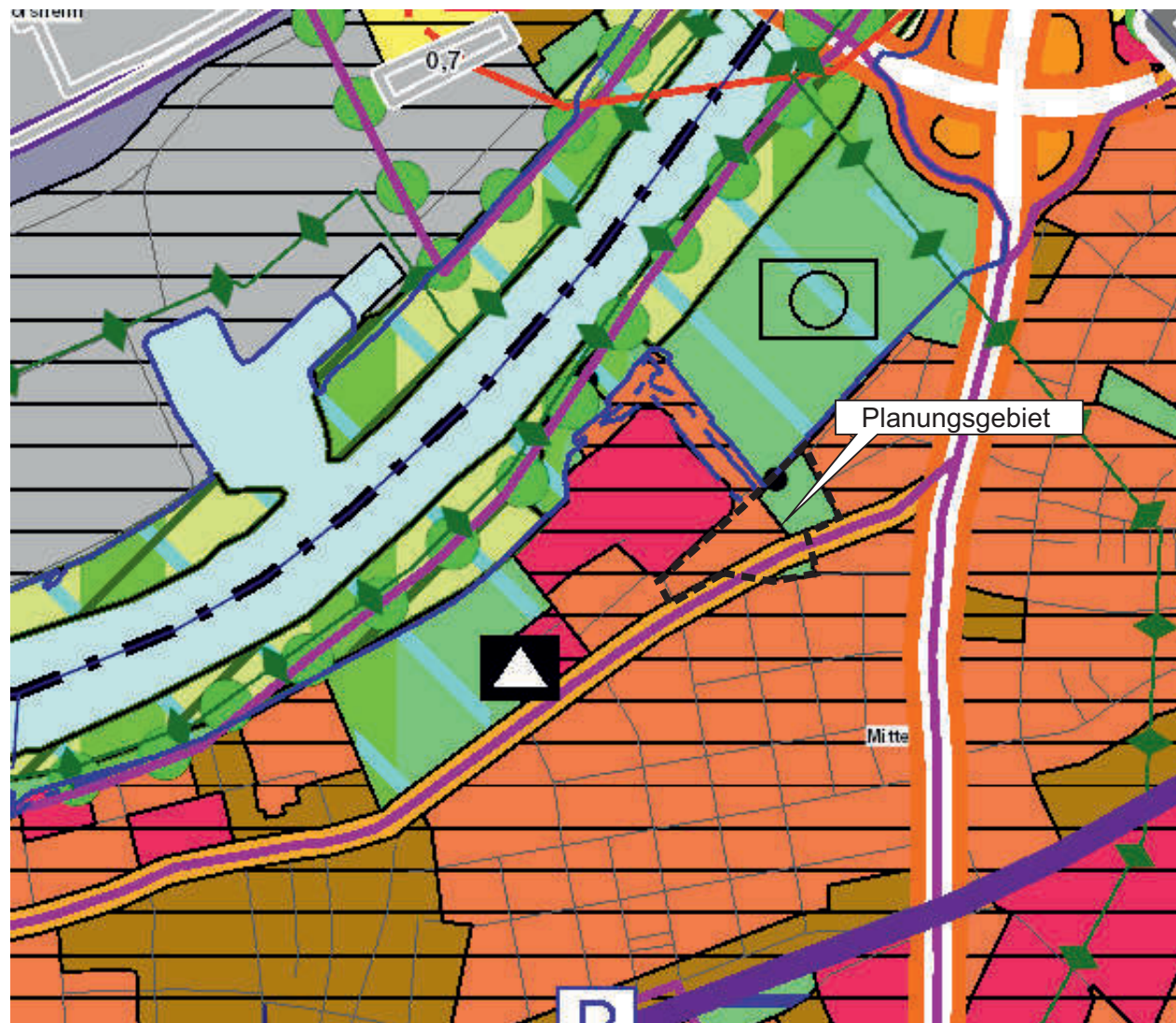


Fotoaufnahmen: ÖKOPLANA 02/2022
Luftbild bereitgestellt von: Stadt Rüsselsheim am Main



Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan Nr. 148
„Frankfurter Straße“ in Rüsselsheim am Main

Abb. 5 Ausschnitt RegFNP 20210, Stand 31.12.2020



-  Planungsgebiet
-  Wohnbaufläche, Bestand/geplant
-  Gemischte Baufläche, Bestand/geplant
-  Gewerbliche Baufläche, Bestand/geplant
-  Fläche für den Gemeinbedarf, Bestand/geplant
- Land- und Forstwirtschaft**
-  Voranggebiet für Landwirtschaft
-  Fläche für die Landbewirtschaftung
-  Wald, Bestand/Zuwachs
- Natur und Landschaft**
-  Voranggebiet für Natur und Landschaft
-  Vorbehaltsgebiet für Natur und Landschaft
-  Ökologisch bedeutsame Flächennutzung mit Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft
-  Voranggebiet für Regionalparkkorridor
-  Voranggebiet Regionaler Grünzug
-  Vorbehaltsgebiet für besondere Klimafunktionen
-  Still- und Fließgewässer
-  Sportanlage
-  Weiterführende Schule

Kartenquelle:
<https://www.region-frankfurt.de/>

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan Nr. 148
 „Frankfurter Straße“ in Rüsselsheim am Main



Abb. 6 Bebauungsplanentwurf Nr. 148 „Frankfurter Straße“, Stand: 23.06.2021



 Planungsgebiet

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan Nr. 148
„Frankfurter Straße“ in Rüsselsheim am Main

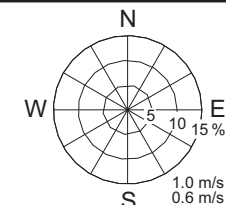
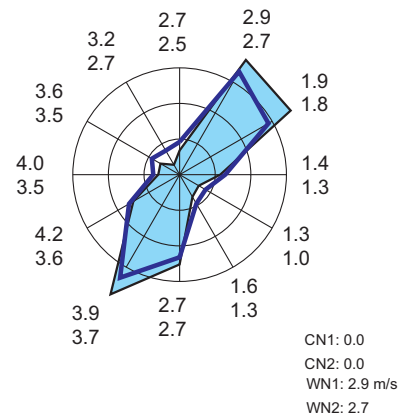
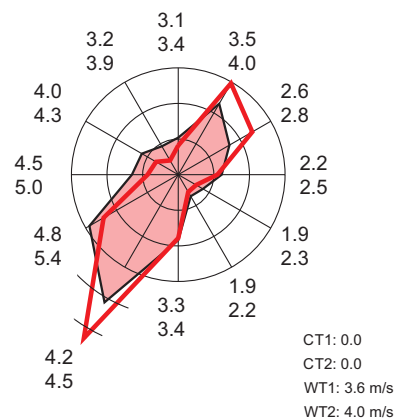
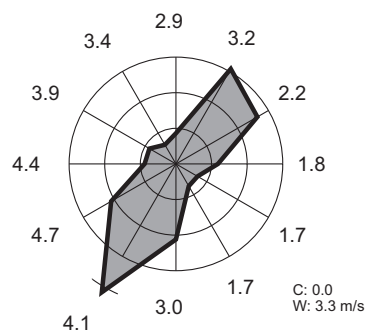


Luftbild bereitgestellt von: Stadt Rüsselsheim am Main

Frankfurter Straße
-Entwurf-
Fachbereich Umwelt und Planung
Maßstab: 1:1000 Stand 23.06.2021

ÖKOPLANA

Abb. 7 Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittlere Windgeschwindigkeiten am DWD Messstandort Frankfurt-Flughafen Zeitraum: 2010 - 2021



▲ 00-23 Uhr
C: Windstillen
W: mittlere Windgeschwindigkeit

▲ 06-12 Uhr
▲ 13-19 Uhr

CT: Windstillen
WT: mittlere Windgeschwindigkeit

▲ 20-23 Uhr
▲ 00-05 Uhr

CN: Windstillen
WN: mittlere Windgeschwindigkeit



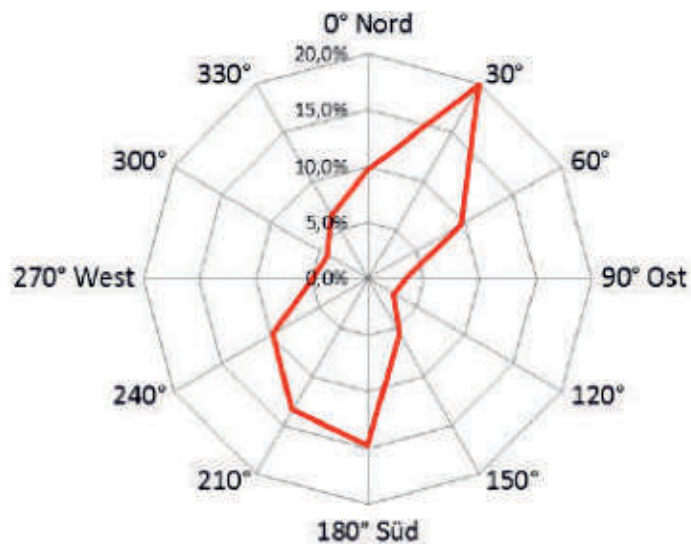
Kartendaten: © [OpenStreetMap](#)-Mitwirkende, [SRTM](#) | Kartendarstellung: © [OpenTopoMap](#) (CC-BY-SA)

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan Nr. 148
„Frankfurter Straße“ in Rüsselsheim am Main

Datenquelle:



**Abb. 8 Häufigkeitsverteilung der Windrichtung am der HLNUG-Luftmessstation Raunheim
Zeitraum: Jan. - Dez. 2013**



Kartendaten: © [OpenStreetMap](#)-Mitwirkende, [SRTM](#) | Kartendarstellung: © [OpenTopoMap](#) (CC-BY-SA)

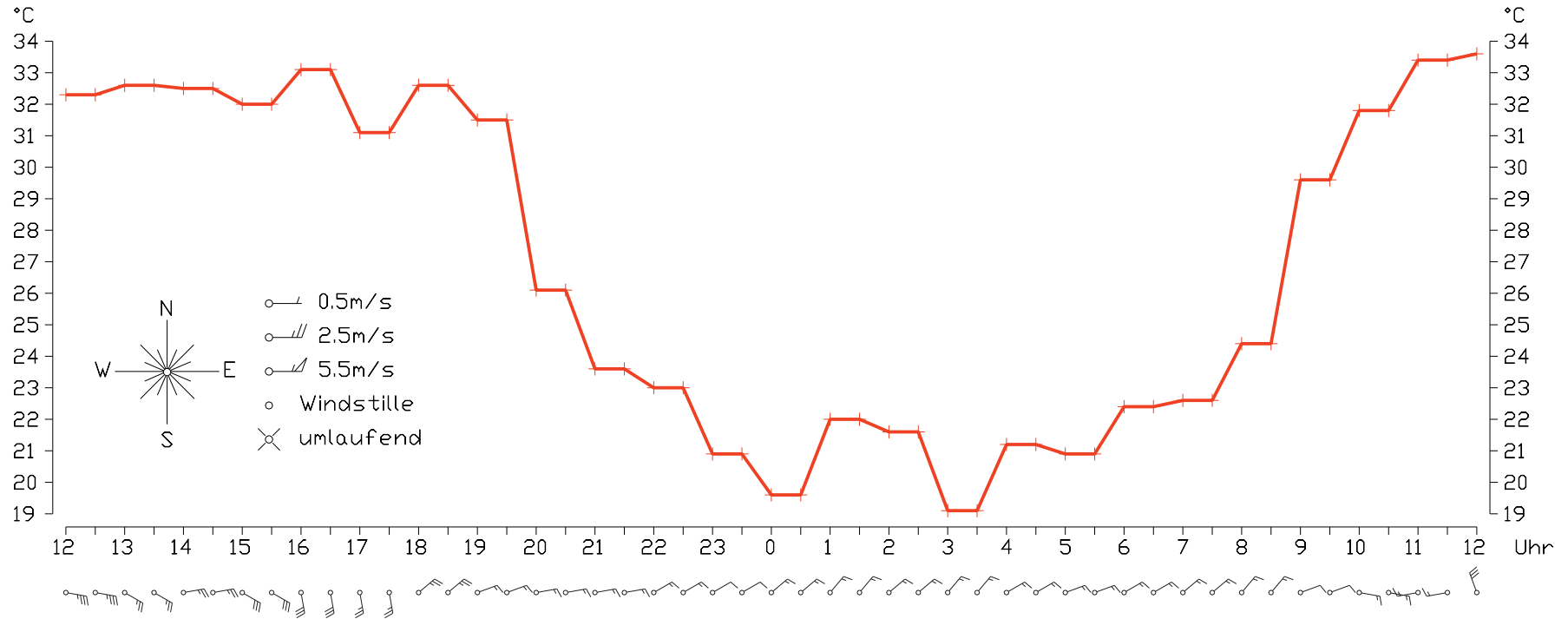
Grafik aus:
Hess. Ministerium für Umwelt, Klimaschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2015)

 Planungsgebiet

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan Nr. 148
„Frankfurter Straße“ in Rüsselsheim am Main



**Abb. 9.1 Tagesgang der Lufttemperatur und des Windes am 24.-25.07.2018 an der DWD-Station Frankfurt-Flughafen
Heißer Sommertag**

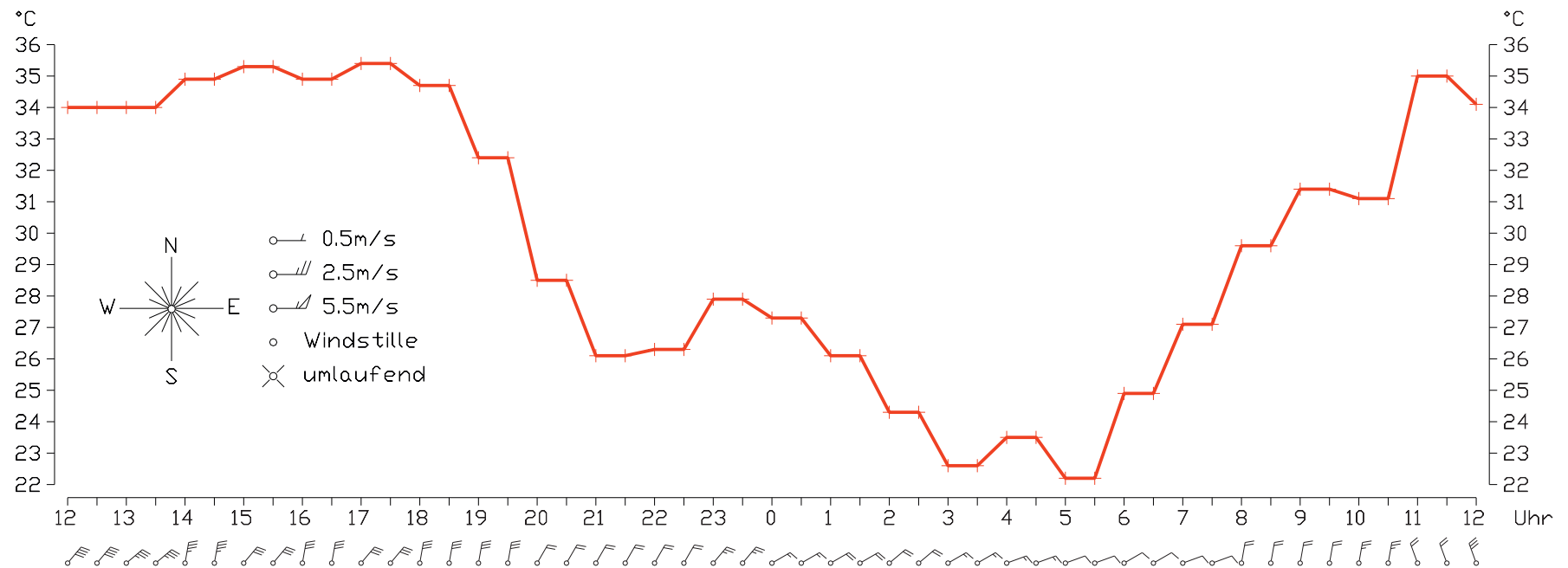


Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan Nr. 148
„Frankfurter Straße“ in Rüsselsheim am Main

Datenquelle:



**Abb. 9.2 Tagesgang der Lufttemperatur und des Windes am 03.-04.08.2018 an der DWD-Station Frankfurt-Flughafen
Heißer Sommertag**

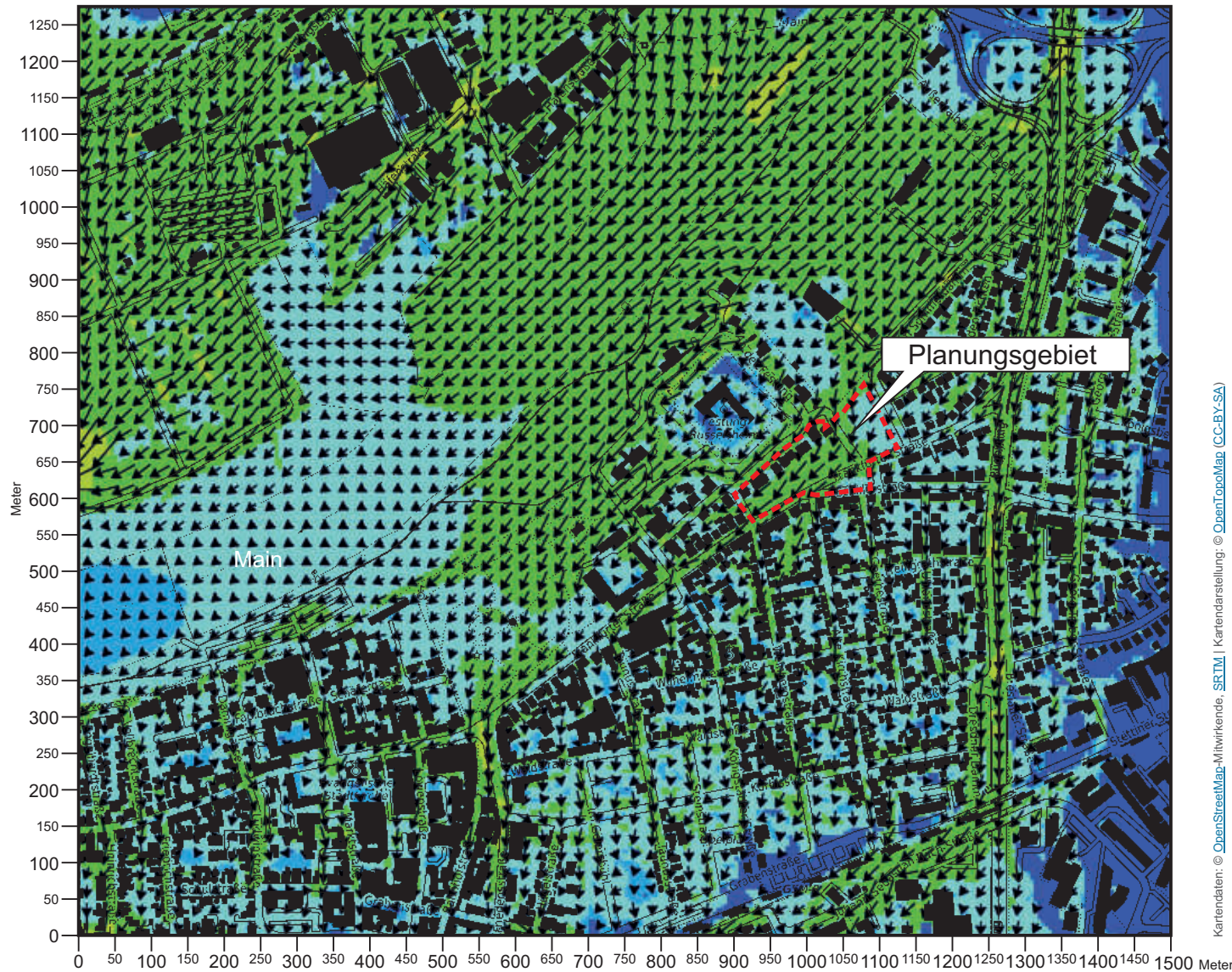


Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan Nr. 148
„Frankfurter Straße“ in Rüsselsheim am Main

Datenquelle:







Abb. 10.1 Ist-Zustand, Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen
Kaltluftfließgeschwindigkeit in einer sommerlichen Strahlungsnacht. 3 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung.
Regionalströmung aus Nordnordosten (30°) mit 2.0 m/s



 Planungsgebiet

Kaltluftfließgeschwindigkeit in m/s

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

 Windvektoren

Digitales Geländemodell
 Hess. Landesamt für Bodenmanagement
 und Geoinformation

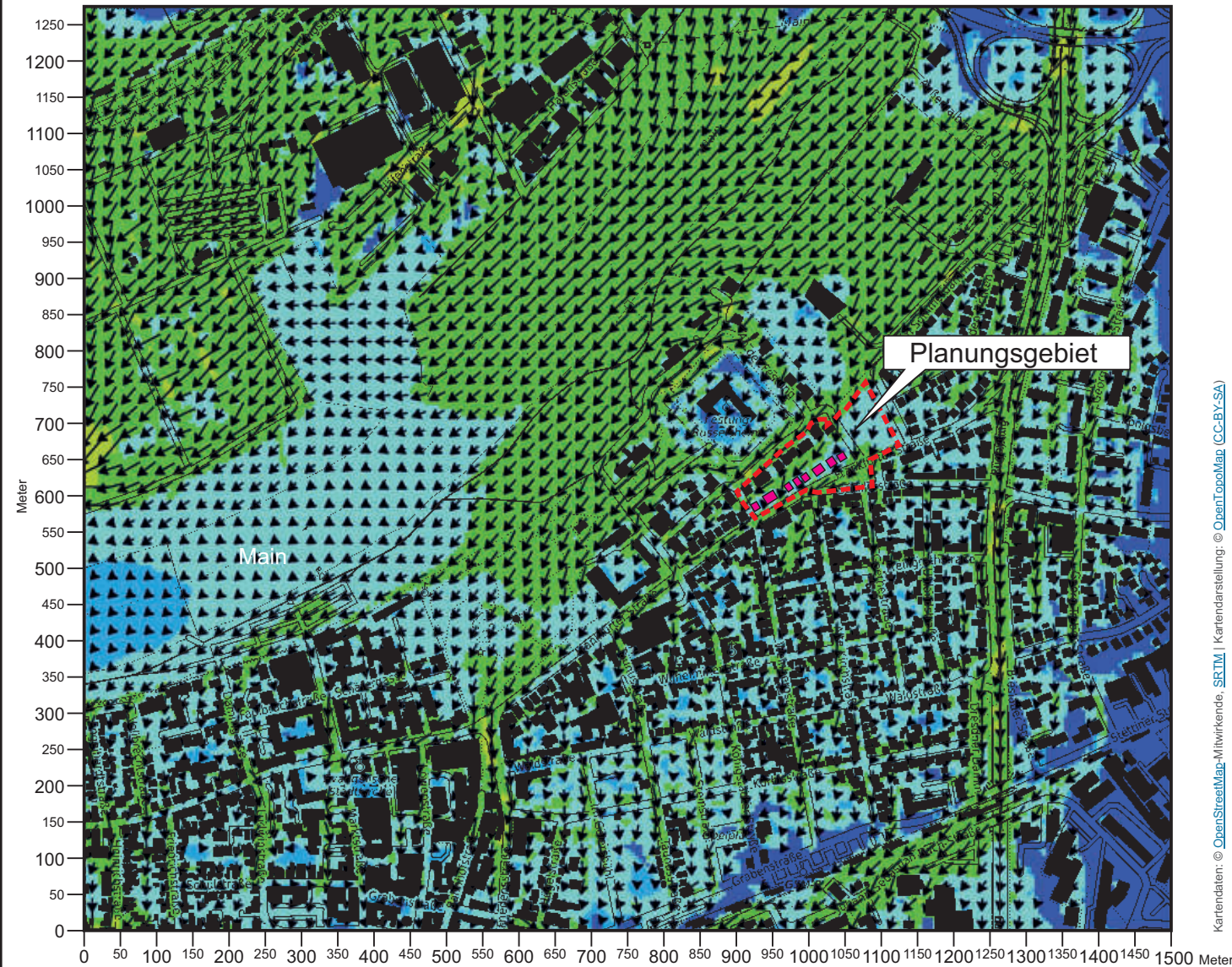


Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan Nr. 148
 „Frankfurter Straße“ in Rüsselsheim am Main



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

Abb. 10.2 Plan-Zustand, Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen
Kaltluftfließgeschwindigkeit in einer sommerlichen Strahlungsnacht. 3 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung.
Regionalströmung aus Nordnordosten (30°) mit 2.0 m/s



Planungsgebiet

Potenzielle Baukörper

Kaltluftfließgeschwindigkeit in m/s

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

Windvektoren

Digitales Geländemodell
 Hess. Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation

DWD Deutscher Wetterdienst
 Modell KLAM_21
 V2.012

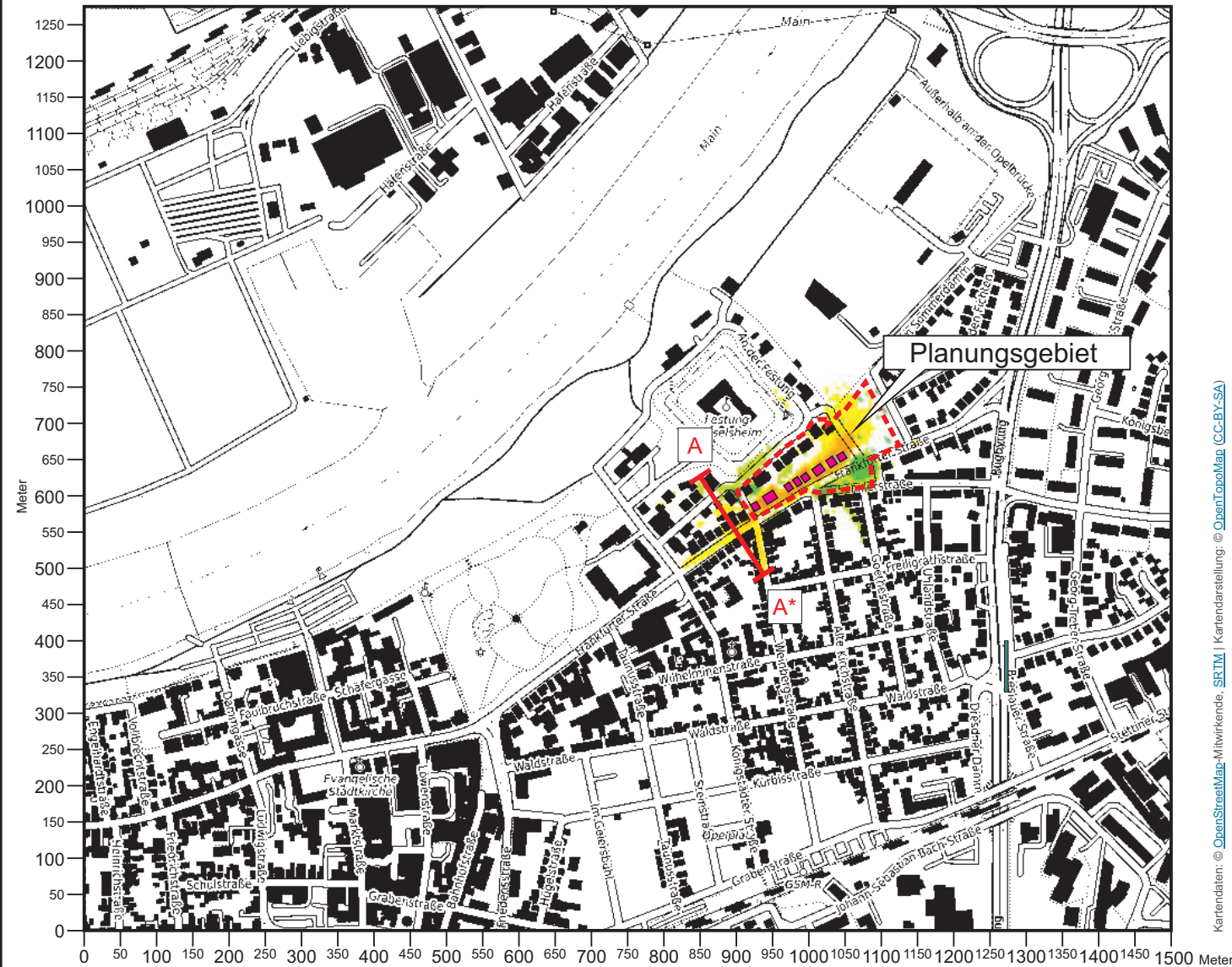
Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan Nr. 148
 „Frankfurter Straße“ in Rüsselsheim am Main

N

ÖKOPLANA

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

Abb. 10.3 Vorher-Nachher-Vergleich, Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen
Planungsbedingte Veränderung der Kaltluftfließgeschwindigkeit in einer sommerlichen Strahlungsnacht.
3 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung. Regionalströmung aus Nordnordosten (30°) mit 2.0 m/s



Planungsgebiet

Potenzielle Baukörper

Zu- bzw. Abnahme der Kaltluftfließgeschwindigkeit in m/s

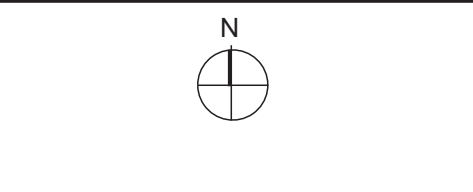
| | | |
|---------------|----------------------|---------|
| Orange | ueber -1,0 bis -0,5 | Abnahme |
| Yellow-Orange | ueber -0,5 bis -0,2 | |
| Yellow | ueber -0,2 bis -0,1 | |
| Light Yellow | ueber -0,1 bis -0,05 | Zunahme |
| White | ueber -0,05 bis 0,05 | |
| Light Green | ueber 0,05 bis 0,1 | |
| Green | ueber 0,1 bis 0,2 | |
| Dark Green | ueber 0,2 bis 0,5 | |

Bewertungsprofil A - A*
 Ist-Zustand: Kaltluftvolumenstrom = 332 m³/s
 Plan-Zustand: Kaltluftvolumenstrom = 293 m³/s
 Planungsbedingte relative Abnahme = -11.7%

Digitales Geländemodell
 Hess. Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation

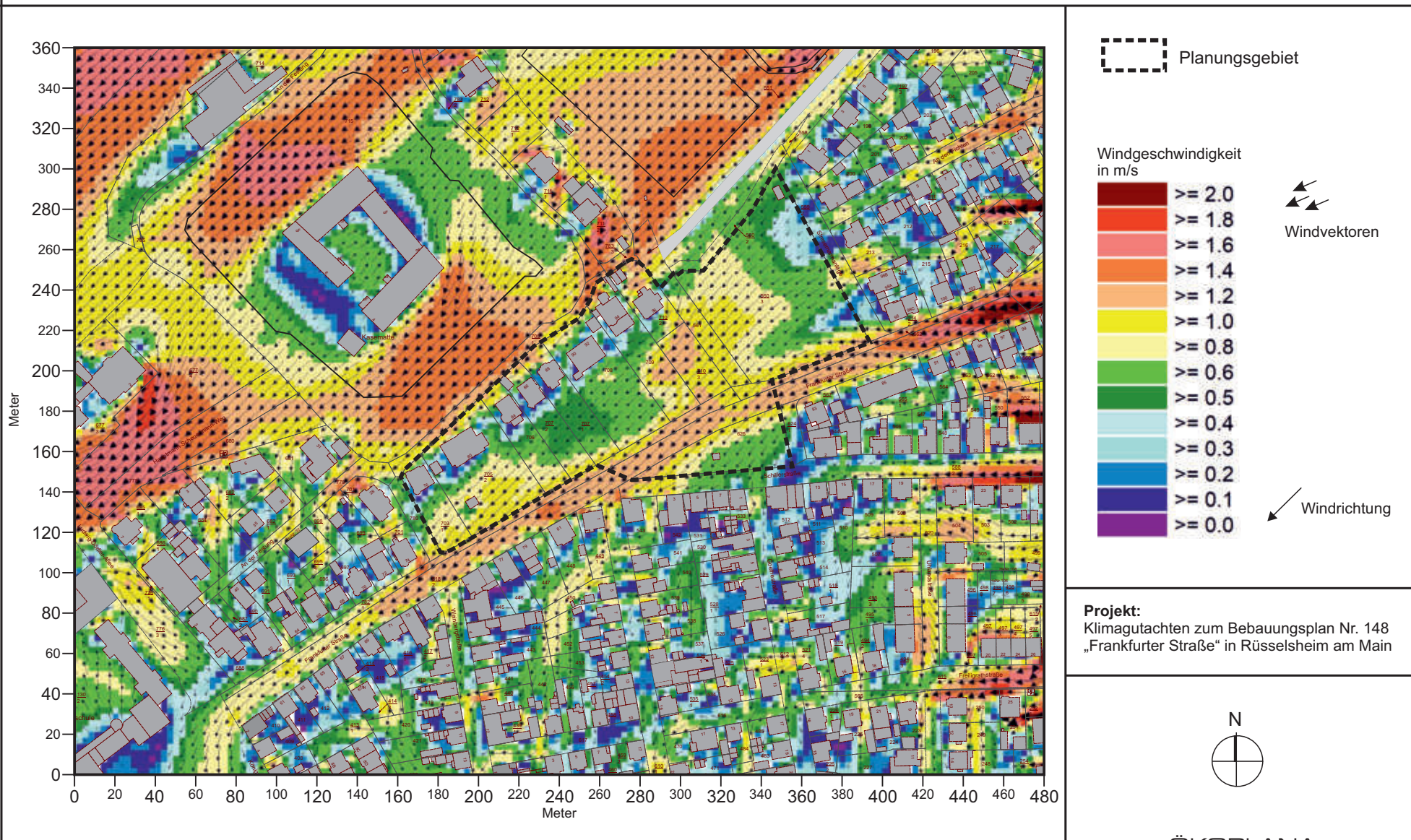
DWD Deutscher Wetterdienst
 Modell KLAM_21
 V2.012

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan Nr. 148
 „Frankfurter Straße“ in Rüsselsheim am Main



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

**Abb. 11.1 Ist-Zustand. Ergebnisse numerischer Windfeldsimulationen.
Belüftungsintensität am Tag. Windanströmung aus Nordosten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.**



**Abb. 11.2 Plan-Zustand. Ergebnisse numerischer Lufttemperatursimulationen.
Belüftungsintensität am Tag. Windanströmung aus Nordosten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.**

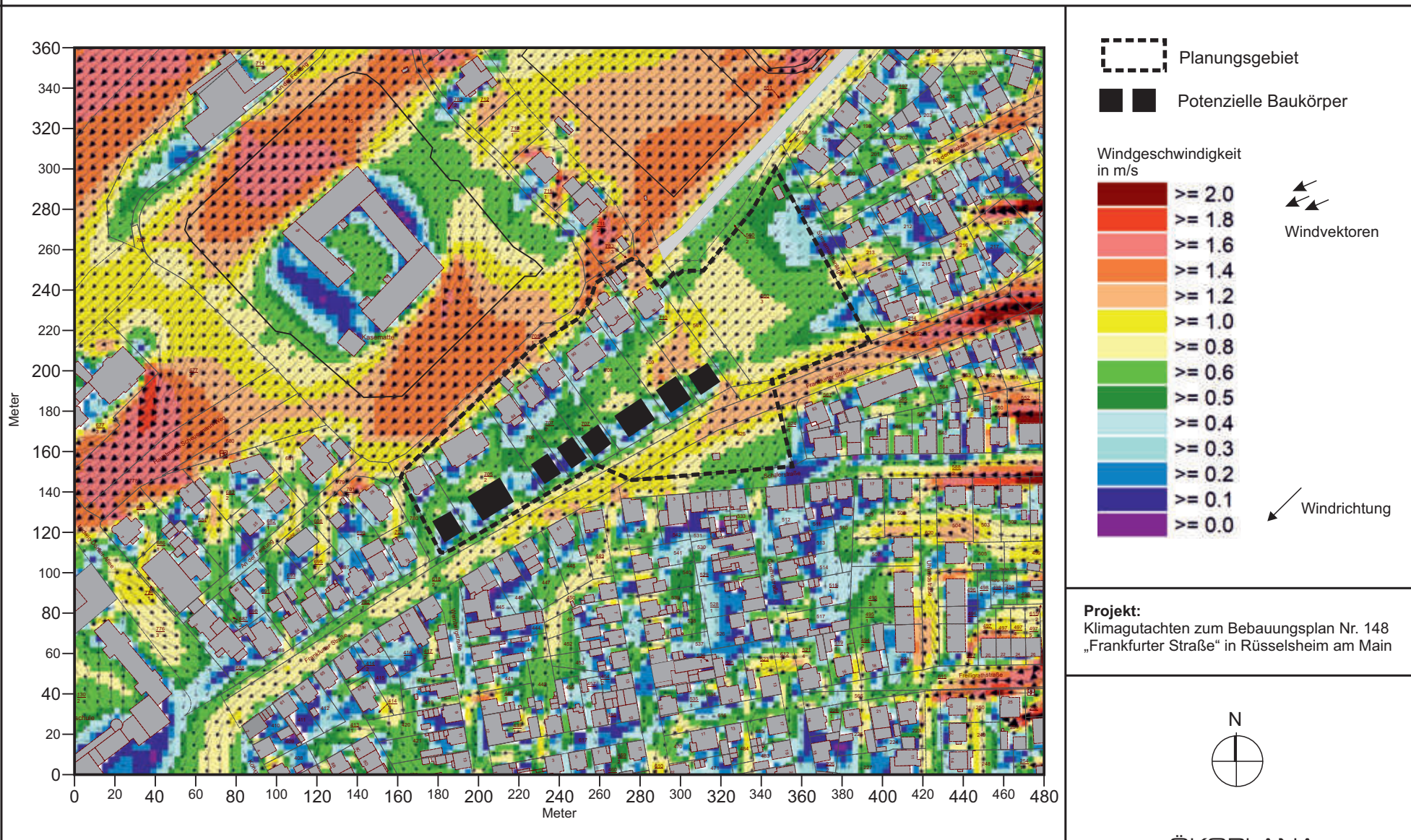
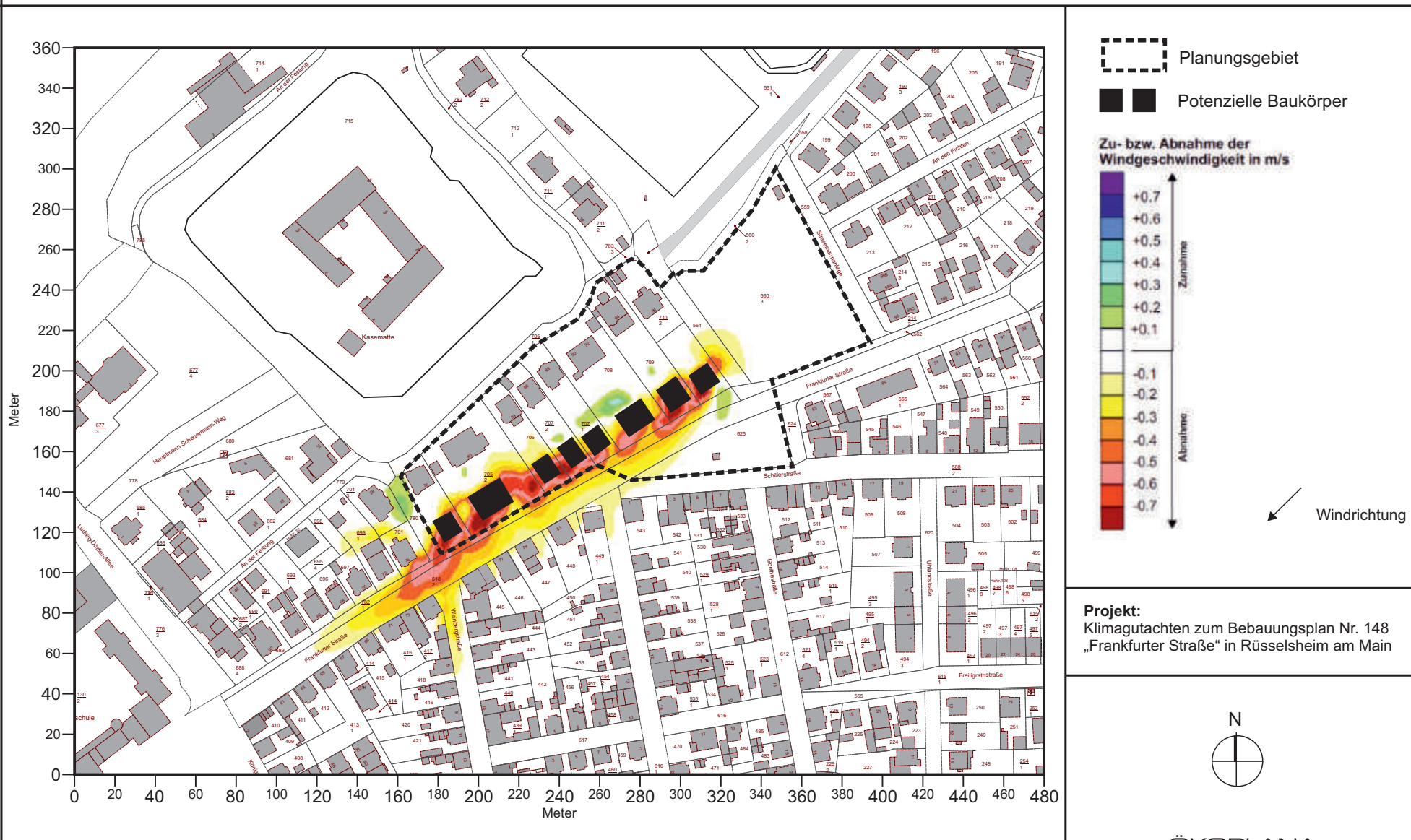


Abb. 11.3 Vorher-Nachher-Vergleich. Ergebnisse numerischer Windfeldsimulationen. Planungsbedingte Veränderung der Belüftungsintensität am Tag. Windanströmung aus Nordosten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Planungsgebiet
 Potenzielle Baukörper

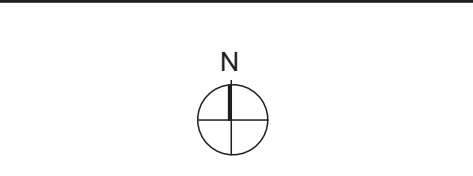
Zu- bzw. Abnahme der Windgeschwindigkeit in m/s

+0.7
+0.6
+0.5
+0.4
+0.3
+0.2
+0.1
-0.1
-0.2
-0.3
-0.4
-0.5
-0.6
-0.7

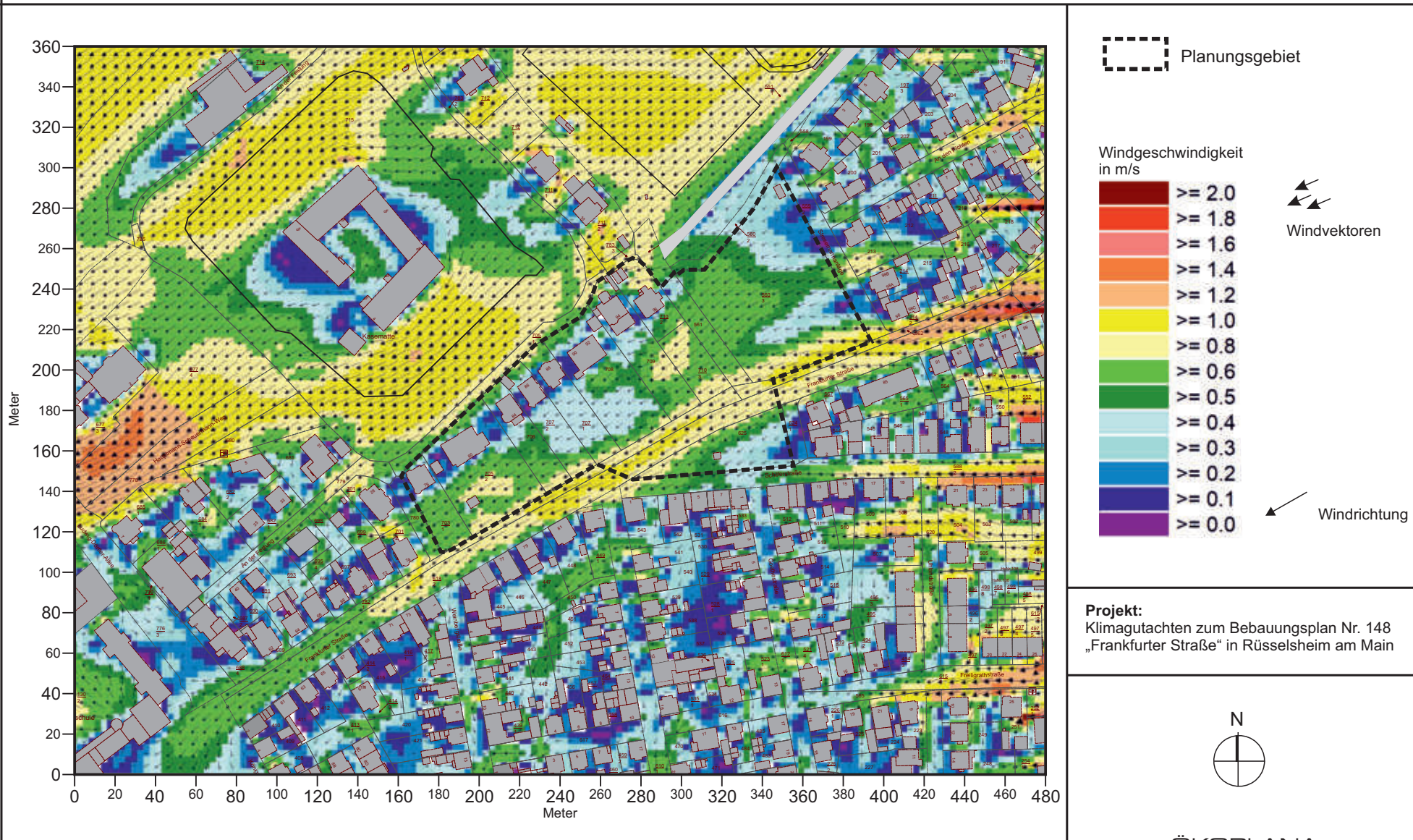
↑ Zunahme
↓ Abnahme

↙ Windrichtung

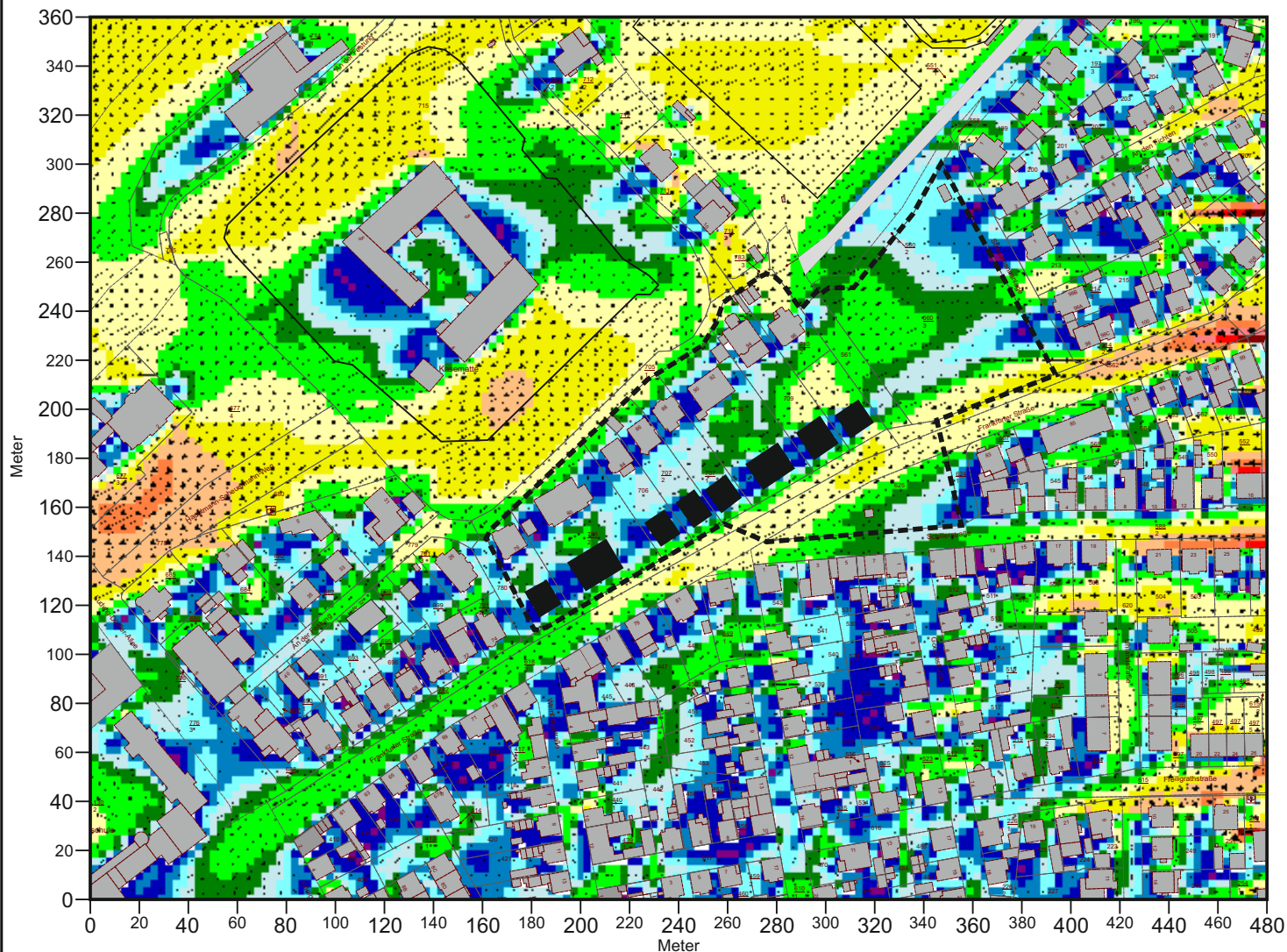
Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan Nr. 148
 „Frankfurter Straße“ in Rüsselsheim am Main



**Abb. 12.1 Ist-Zustand. Ergebnisse numerischer Windfeldsimulationen.
Belüftungsintensität in der Nacht. Windanströmung aus Ostnordosten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.**

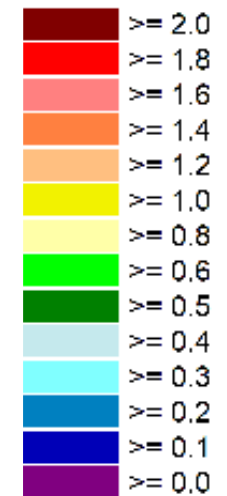


**Abb. 12.2 Plan-Zustand. Ergebnisse numerischer Windfeldsimulationen.
Belüftungsintensität in der Nacht. Windanströmung aus Ostnordosten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.**



 Planungsgebiet

Windgeschwindigkeit
in m/s



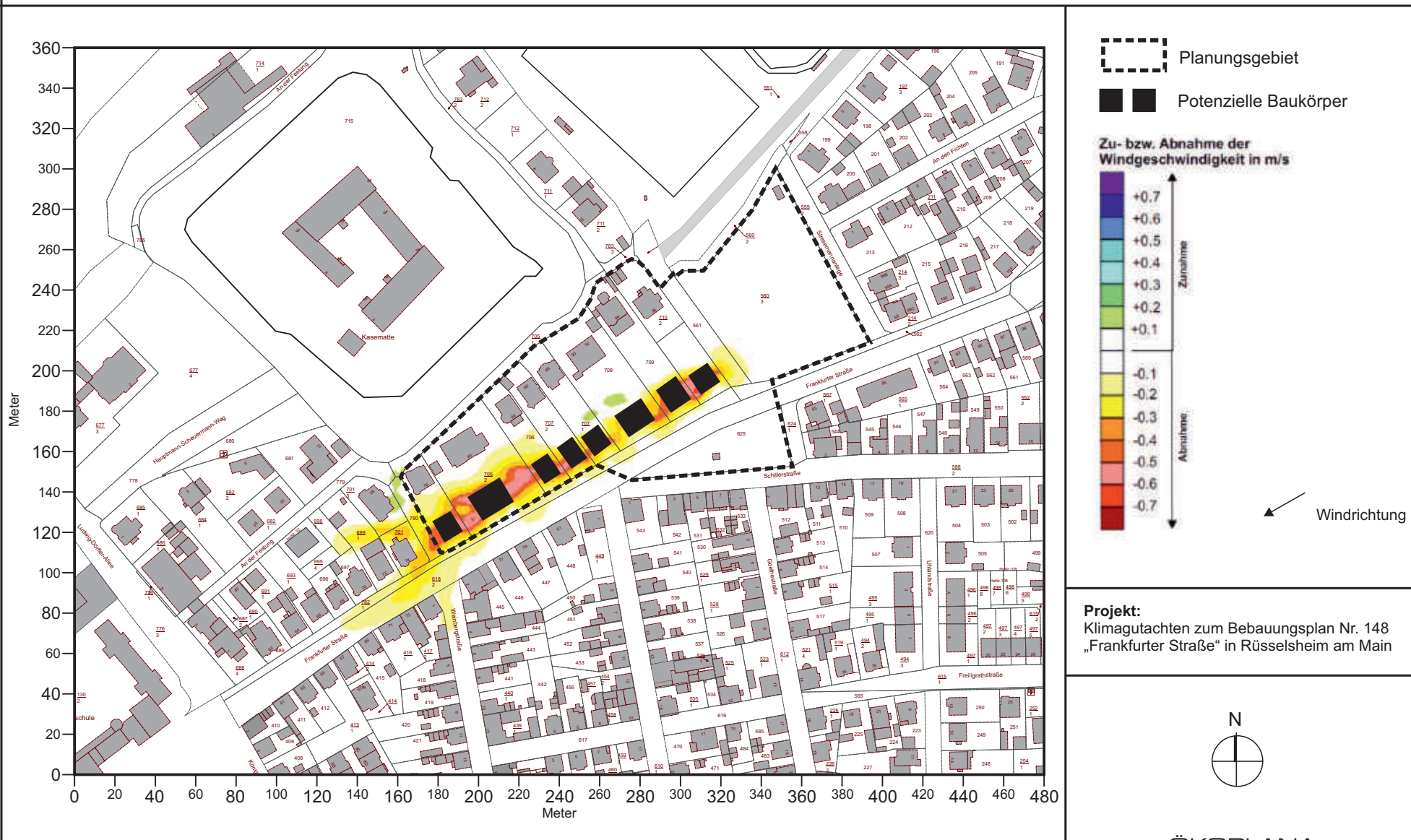
 Windvektoren

 Windrichtung

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan Nr. 148
„Frankfurter Straße“ in Rüsselsheim am Main



Abb. 12.3 Vorher-Nachher-Vergleich. Ergebnisse numerischer Windfeldsimulationen. Planungsbedingte Veränderung der Belüftungsintensität in der Nacht. Windanströmung aus Ostnordosten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.



Planungsgebiet
 Potenzielle Baukörper

Zu- bzw. Abnahme der Windgeschwindigkeit in m/s

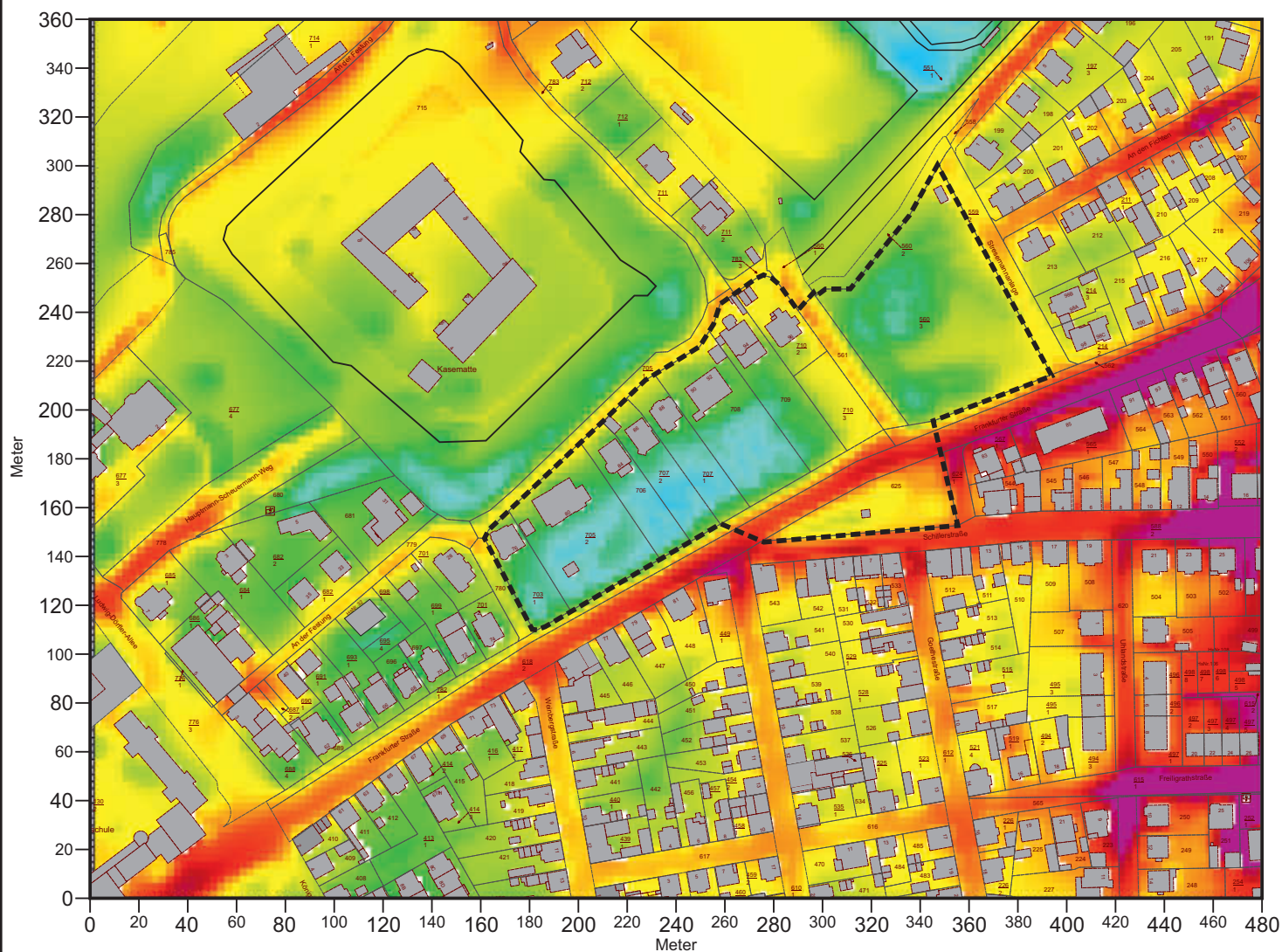
| |
|------|
| +0.7 |
| +0.6 |
| +0.5 |
| +0.4 |
| +0.3 |
| +0.2 |
| +0.1 |
| -0.1 |
| -0.2 |
| -0.3 |
| -0.4 |
| -0.5 |
| -0.6 |
| -0.7 |

↑ Zunahme
↓ Abnahme

↙ Windrichtung

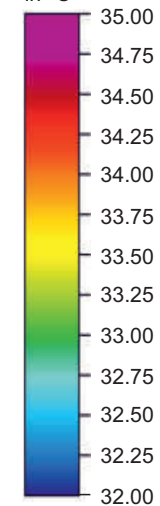
Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan Nr. 148
„Frankfurter Straße“ in Rüsselsheim am Main

Abb. 13.1 Ist-Zustand. Ergebnisse numerischer Lufttemperatursimulationen.
Lufttemperatur an einem heißen Sommertag (16 Uhr). Windanströmung aus Nordosten mit 2.5 m/s
in einer Höhe von 10 m ü.G.



Planungsgebiet

Lufttemperatur
in °C

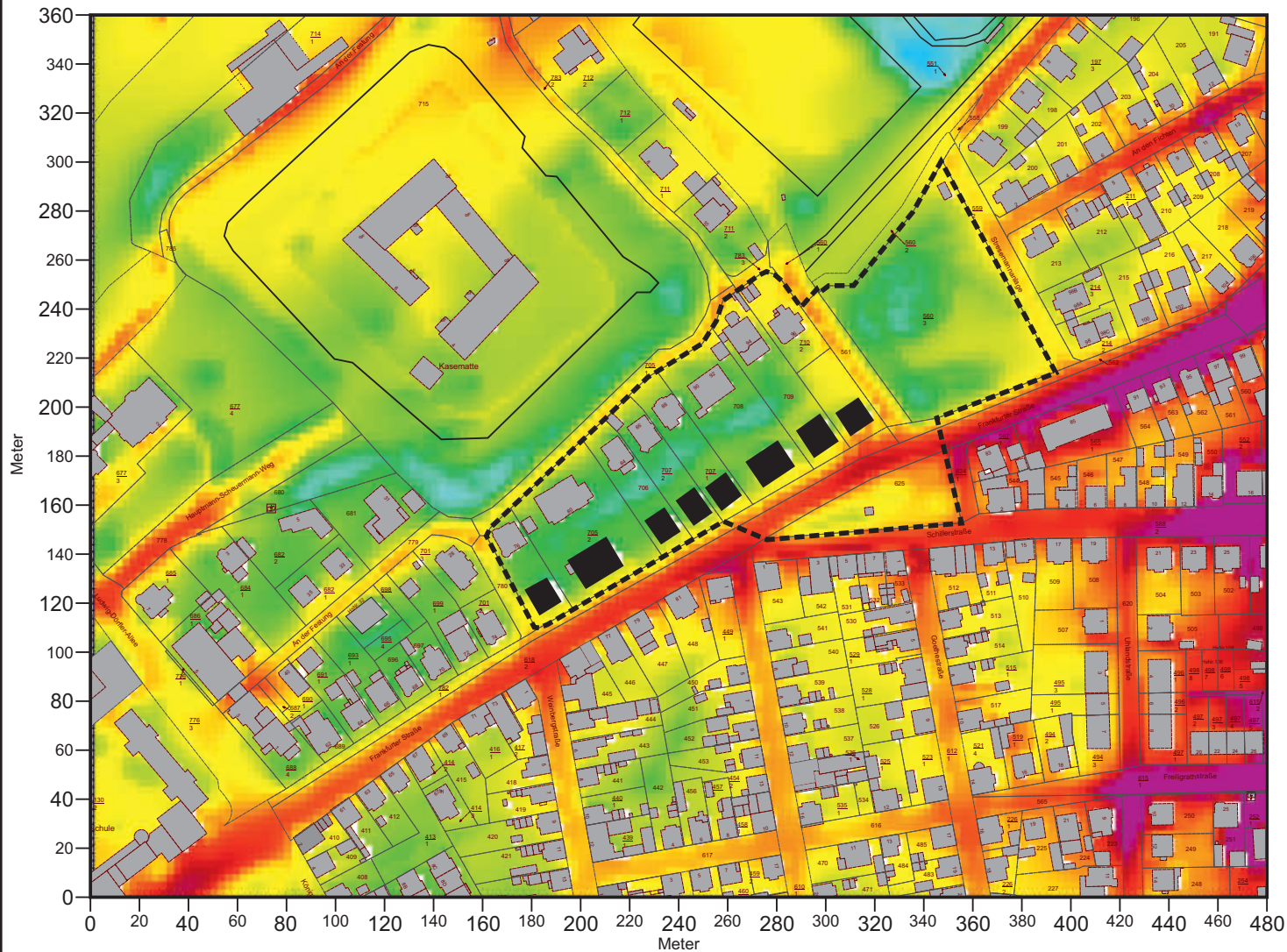


Windrichtung

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan Nr. 148
 „Frankfurter Straße“ in Rüsselsheim am Main



Abb. 13.2 Plan-Zustand. Ergebnisse numerischer Lufttemperatursimulationen. Lufttemperatur an einem heißen Sommertag (16 Uhr). Windanströmung aus Nordosten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Planungsgebiet
 Potenzielle Baukörper

Lufttemperatur in °C

35.00
 34.75
 34.50
 34.25
 34.00
 33.75
 33.50
 33.25
 33.00
 32.75
 32.50
 32.25
 32.00

Windrichtung

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan Nr. 148
 „Frankfurter Straße“ in Rüsselsheim am Main

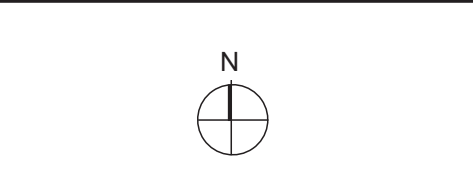


Abb. 13.3 Vorher-Nachher-Vergleich. Ergebnisse numerischer Lufttemperatursimulationen. Planungsbedingte Veränderung der Lufttemperatur an einem heißen Sommertag. Windanströmung aus Nordosten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

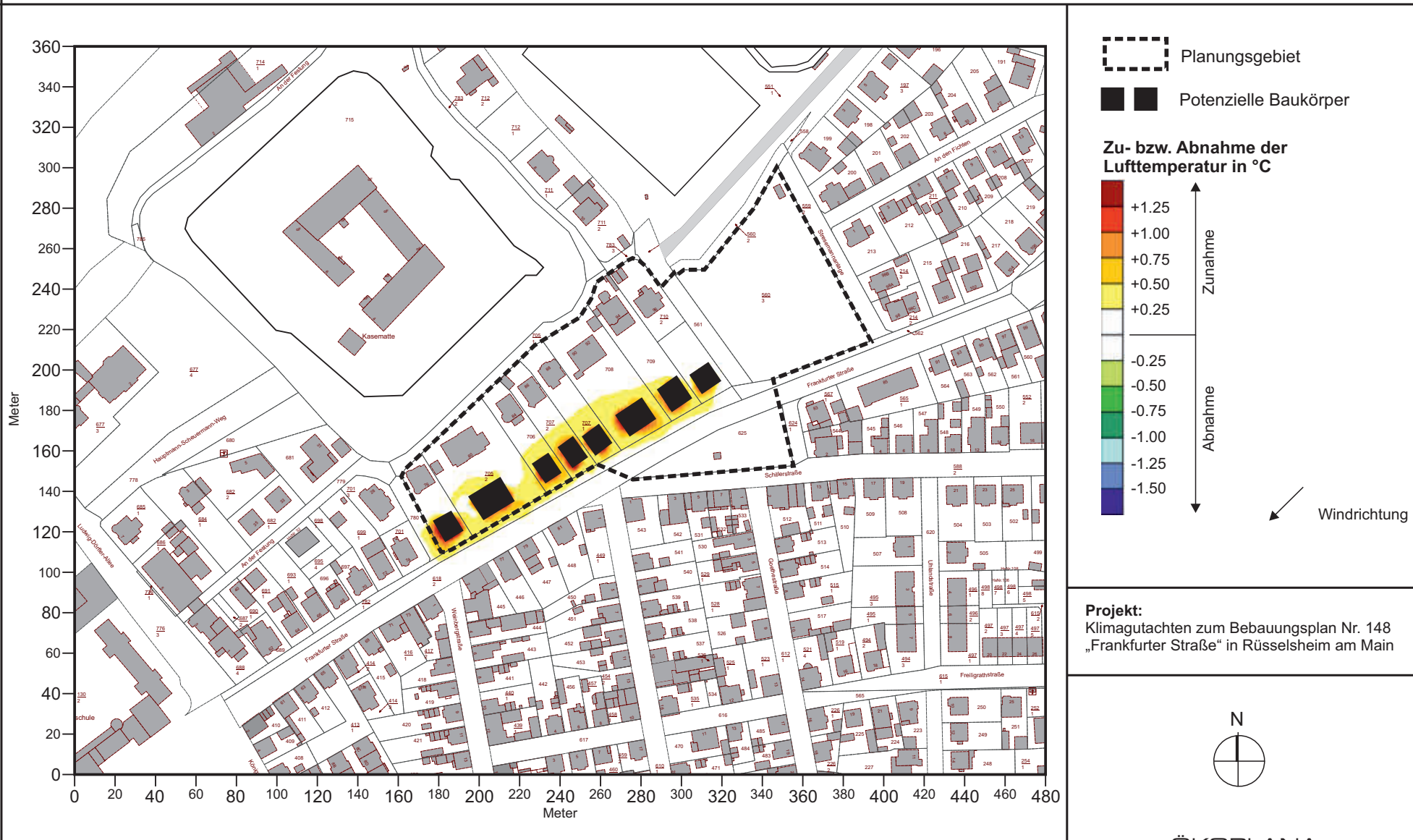
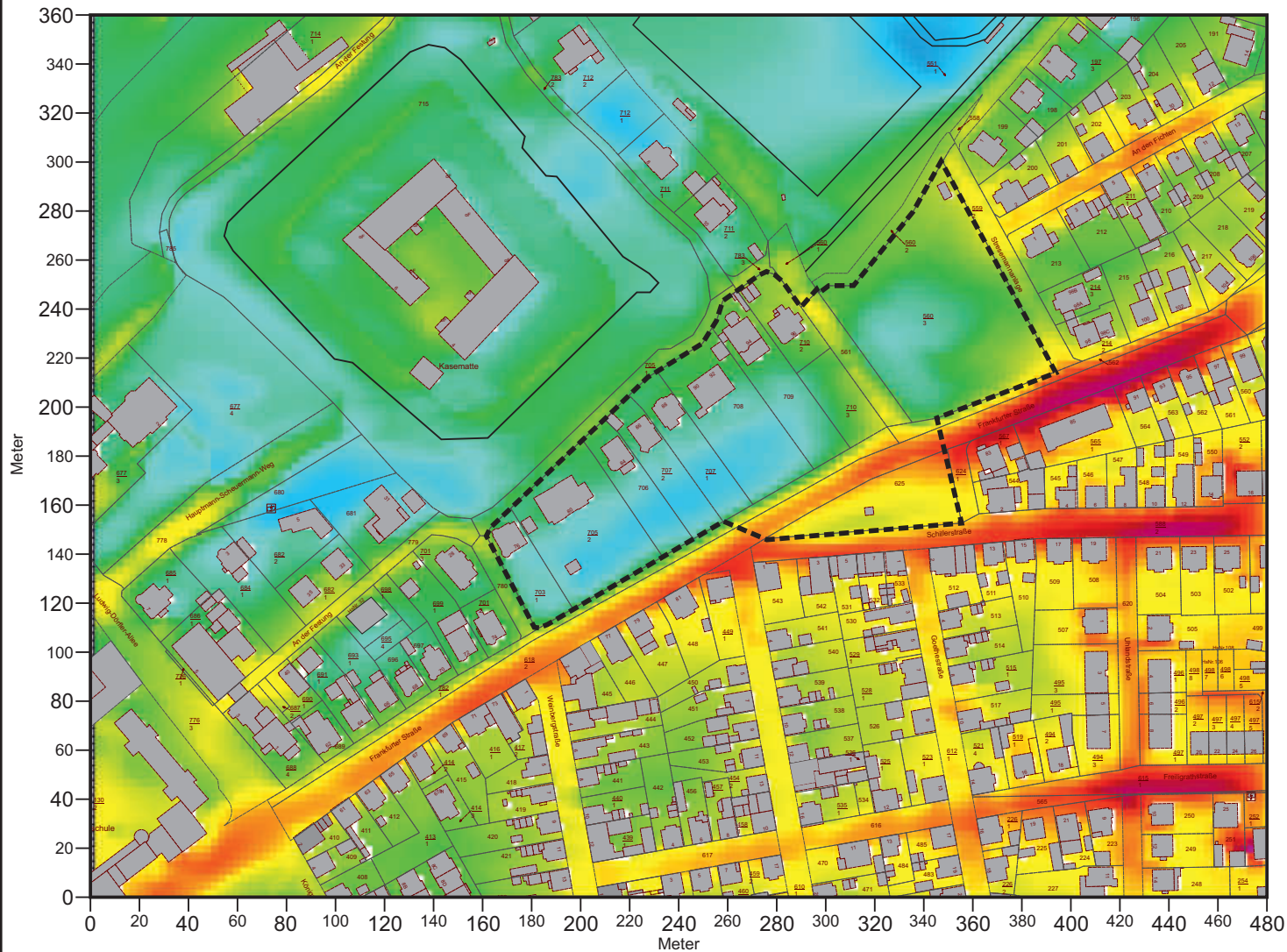
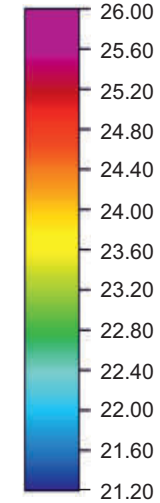


Abb. 14.1 Ist-Zustand. Ergebnisse numerischer Lufttemperatursimulationen.
Lufttemperatur in einer sommerlichen Tropennacht (23 Uhr). Windanströmung aus Ostnordosten mit 2.0 m/s
in einer Höhe von 15 m ü.G.



 Planungsgebiet

Lufttemperatur
in °C

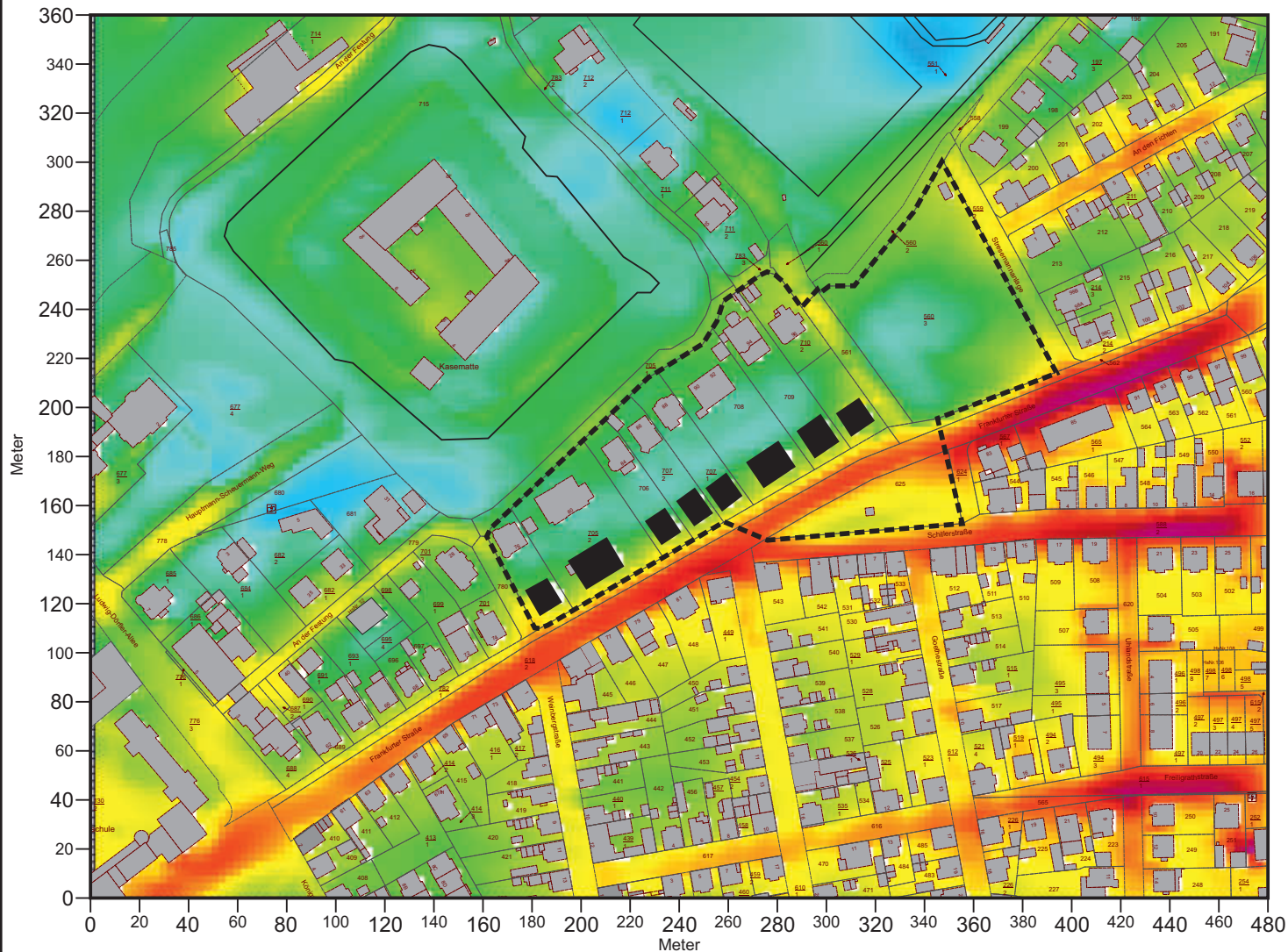


 Windrichtung

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan Nr. 148
 „Frankfurter Straße“ in Rüsselsheim am Main



Abb. 14.2 Plan-Zustand. Ergebnisse numerischer Lufttemperatursimulationen.
Lufttemperatur in einer sommerlichen Tropennacht (23 Uhr). Windanströmung aus Ostnordosten mit 2.0 m/s
in einer Höhe von 15 m ü.G.



Planungsgebiet
 Potenzielle Baukörper

Lufttemperatur
 in °C

26.00
 25.60
 25.20
 24.80
 24.40
 24.00
 23.60
 23.20
 22.80
 22.40
 22.00
 21.60
 21.20

↙ Windrichtung

Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan Nr. 148
 „Frankfurter Straße“ in Rüsselsheim am Main

N

Abb. 14.3 Vorher-Nachher-Vergleich. Ergebnisse numerischer Lufttemperatursimulationen. Planungsbedingte Veränderung der Lufttemperatur in einer sommerlichen Tropennacht. Windanströmung aus Nordosten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.

