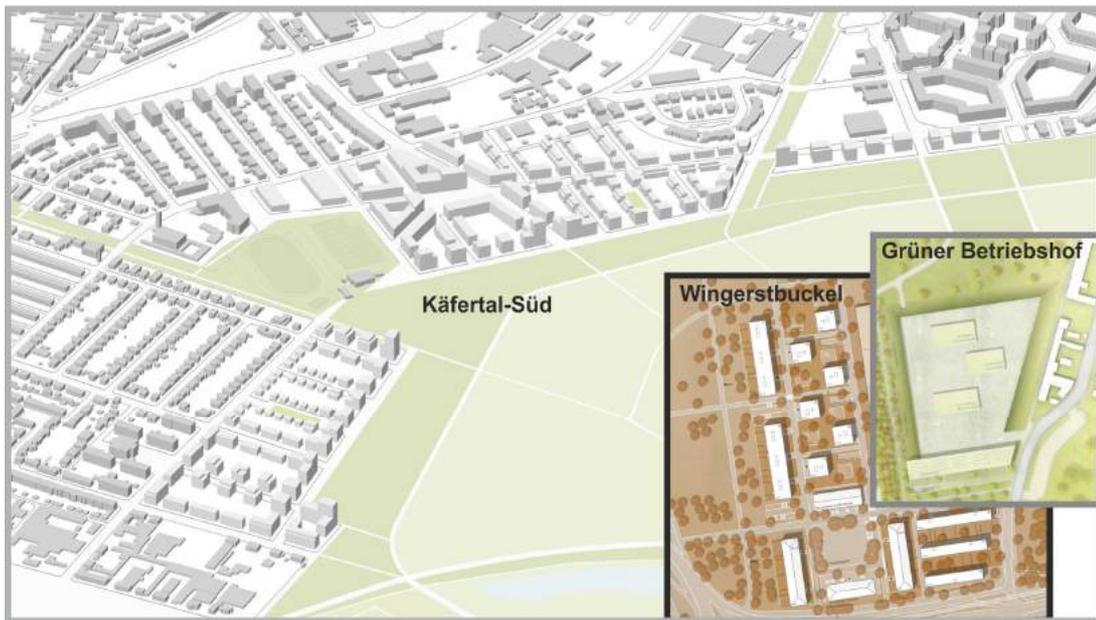


ÖKOPLANA

KLIMAÖKOLOGIE
LUFTHYGIENE
UMWELTPLANUNG

ANALYSE DER KLIMAÖKOLOGISCHEN MODIFIKATIONEN DURCH DIE STÄDTEBAULICHE ENTWICKLUNG IN DEN BEREICHEN KÄFERTAL-SÜD UND SPINELLI BARRACKS



Auftraggeber:

STADT MANNHEIM²

FB Stadtplanung
Projektgruppe Konversion
Postfach 10 00 35
D-68133 Mannheim

Bearbeitet von:

Dipl.-Geogr. Achim Burst
Dr. Wolfgang Lähne

Mannheim, den 23. Juli 2018

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

Geschäftsführer:
Dipl.-Geogr. Achim Burst

www.oekoplana.de

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

Inhalt	Seite
1 Einleitung und Aufgabenstellung	1
2 Klimaökologische / raumplanerische Grundlagen	5
3 Aktuelle städtebauliche Entwürfe für die Bereiche Käfertal-Süd, Wingertsbuckel / Talstraße (südliche Teilbereiche der Spinelli Barracks)	9
4 Numerische Modellrechnungen zur vertiefenden klimaökologischen Prüfung des aktuellen Planungs-entwurfs	11
4.1 Großflächige Kaltluftsimulationsrechnungen	11
4.1.1 Ist-Zustand	12
4.1.2 Plan-Zustand 2018	14
4.1.3 Zusammenfassendes Kurzfazit	16
4.2 Großflächige Modellrechnungen zu den lokalen Belüftungs-verhältnissen	17
4.2.1 Luftströmungen aus südsüdwestlichen Richtungen	18
4.2.2 Luftströmungen aus nordnordwestlichen Richtungen	21
4.2.3 Luftströmungen aus östlichen Richtungen	23
4.2.4 Zusammenfassendes Kurzfazit	24
4.3 Großflächige Modellrechnungen zu den thermischen Umgebungsbedingungen	25
4.3.1 Luftströmungen aus südsüdwestlichen Richtungen	26
4.3.2 Luftströmungen aus östlichen Richtungen	27
4.3.3 Zusammenfassendes Kurzfazit	28
4.4 Verfeinerte Betrachtung der klimaökologischen Aus-wirkungen des vorgelegten Planungskonzepts 2018 auf die lokalen klimatischen Umgebungsbedingungen	29
4.4.1 Untersuchungsraum 1 – Grüner Betriebshof, städte-bauliche Neuordnung „Wingertsbuckel“	30
4.4.1.1 Belüftungsverhältnisse	30
4.4.1.2 Lufttemperaturverhältnisse	32

4.4.2	Untersuchungsraum 2 – Käfertal-Süd zwischen Ida-Dehmel-Ring und Völklinger Straße	33
4.4.2.1	Belüftungsverhältnisse	33
4.4.2.2	Lufttemperaturverhältnisse	35
4.4.3	Untersuchungsraum 3 – Käfertal-Süd zwischen Völklinger Straße und Deidesheimer Straße	36
4.4.3.1	Belüftungsverhältnisse	36
4.4.3.2	Lufttemperaturverhältnisse	38
4.4.4	Untersuchungsraum 4 – Käfertal-Süd zwischen Deidesheimer Straße und Rüdesheimer Straße	39
4.4.4.1	Belüftungsverhältnisse	39
4.4.4.2	Lufttemperaturverhältnisse	41
5	Zusammenfassung, klimaökologische Bewertung und Planungsempfehlungen	42
	Textquellen / weiterführende Schriften	59

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1:** Luftbild vom Planungsgebiet Käfertal-Süd / Spinelli Barracks
- Abb. 2:** Masterplan zur Entwicklung eines durchgängigen Grünzugs Nordost
- Abb. 3:** Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und Windgeschwindigkeit. Zeitraum: Mai – September 2013, alle Tage
- Abb. 4:** Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und Windgeschwindigkeit. Zeitraum: Mai – September 2013, Strahlungstage / 1. und 2. Nachthälfte
- Abb. 5:** IR-Thermalbildaufnahme vom 31.08.2009 – Abendsituation (20:00 – 21:00 Uhr)
- Abb. 6:** Aktueller städtebaulicher Entwurf – Stand 04.2018, Bebauungsstrukturen und Gebäudehöhen im Bereich Käfertal-Süd
- Abb. 7:** Aktueller städtebaulicher Entwurf – 3D-Darstellung
- Abb. 8:** Städtebaulicher Entwurf – Stand 03.2017, Bebauungsstrukturen und Gebäudehöhen im Bereich Käfertal-Süd
- Abb. 9:** Entwurf – Grüner Betriebshof
- Abb. 10:** Städtebaulicher Entwurf – Wohnquartier Wingertsbuckel
- Abb. 11.1:** Ist-Zustand / Kaltluftbewegungen (02:00 Uhr) – Kaltluft-Fließgeschwindigkeit und Strömungsrichtung (Schichtmittel 0 – 4 m ü.G.) in einer windschwachen Strahlungsnacht. Ergebnisse mesoskaliger Modellrechnungen
- Abb. 11.2:** Ist-Zustand / Kaltluftbewegungen (02:00 Uhr) – Kaltluft-Volumenstrom in einer windschwachen Strahlungsnacht. Ergebnisse mesoskaliger Modellrechnungen
- Abb. 12.1:** Plan-Zustand / Kaltluftbewegungen (02:00 Uhr) – Kaltluft-Fließgeschwindigkeit und Strömungsrichtung (Schichtmittel 0 – 4 m ü.G.) in einer windschwachen Strahlungsnacht. Ergebnisse mesoskaliger Modellrechnungen
- Abb. 12.2:** Plan-Zustand / Kaltluftbewegungen (02:00 Uhr) – Kaltluft-Volumenstrom in einer windschwachen Strahlungsnacht. Ergebnisse mesoskaliger Modellrechnungen

- Abb. 13.1:** Plan-Zustand / Kaltluftbewegungen (02:00 Uhr) – Differenz der Kaltluft-Fließgeschwindigkeit (Schichtmittel 0 – 4 m ü.G.) zum Ist-Zustand in einer windschwachen Strahlungsnacht. Ergebnisse mesoskaliger Modellrechnungen
- Abb. 13.2:** Plan-Zustand / Kaltluftbewegungen (02:00 Uhr) – Differenz des Kaltluft-Volumenstroms zum Ist-Zustand in einer windschwachen Strahlungsnacht. Ergebnisse mesoskaliger Modellrechnungen
- Abb. 14.1:** Ist-Zustand – Belüftungsverhältnisse 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 14.2:** Plan-Zustand – Belüftungsverhältnisse 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 14.3:** Veränderung der Belüftungsverhältnisse 2 m ü.G. durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand, Windanströmung aus Südsüdwesten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 15.1:** Ist-Zustand – Belüftungsverhältnisse 2 m ü.G., Windanströmung aus Nordnordwesten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 15.2:** Plan-Zustand – Belüftungsverhältnisse 2 m ü.G., Windanströmung aus Nordnordwesten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 15.3:** Veränderung der Belüftungsverhältnisse 2 m ü.G. durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand, Windanströmung aus Nordnordwesten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 16.1:** Ist-Zustand – Belüftungsverhältnisse 2 m ü.G., Windanströmung aus Osten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 16.2:** Plan-Zustand – Belüftungsverhältnisse 2 m ü.G., Windanströmung aus Osten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

- Abb. 16.3:** Veränderung der Belüftungsverhältnisse 2 m ü.G. durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand, Windanströmung aus Osten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 17:** Beispielhafter Tagesgang der Lufttemperatur an einem heißen Sommertag (06.-07.08.2015) an der DWD-Wetterstation Mannheim-Vogelstang
- Abb. 18.1:** Ist-Zustand – Lufttemperaturverteilung 2 m ü.G. in einer warmen Sommernacht (02:00 Uhr), Windanströmung aus Südsüdwesten mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 18.2:** Plan-Zustand – Lufttemperaturverteilung 2 m ü.G. in einer warmen Sommernacht (02:00 Uhr), Windanströmung aus Südsüdwesten mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 18.3:** Veränderung der Lufttemperaturverteilung 2 m ü.G. durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand. Windanströmung aus Südsüdwesten mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 19.1:** Ist-Zustand – Lufttemperaturverteilung 2 m ü.G. in einer warmen Sommernacht (02:00 Uhr), Windanströmung aus Osten mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 19.2:** Plan-Zustand – Lufttemperaturverteilung 2 m ü.G. in einer warmen Sommernacht (02:00 Uhr), Windanströmung aus Osten mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 19.3:** Veränderung der Lufttemperaturverteilung 2 m ü.G. durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand. Windanströmung aus Osten mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 20:** Untersuchungsräume – mikroklimatische Detailanalyse
- Abb. 21.1:** Untersuchungsraum 1. Belüftungsverhältnisse / Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G., Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 21.2:** Untersuchungsraum 1. Belüftungsverhältnisse / Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) in einer windschwachen Sommernacht, 5 m ü.G., Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

- Abb. 21.3:** Untersuchungsraum 1. Veränderung der Belüftungsintensität durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G. und 5 m ü.G., Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 22.1:** Untersuchungsraum 1. Belüftungsverhältnisse / Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G., Windanströmung aus Norden (0°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 22.2:** Untersuchungsraum 1. Belüftungsverhältnisse / Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) in einer windschwachen Sommernacht, 5 m ü.G., Windanströmung aus Norden (0°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 22.3:** Untersuchungsraum 1. Veränderung der Belüftungsintensität durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G. und 5 m ü.G., Windanströmung aus Norden (0°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 23.1:** Untersuchungsraum 1. Belüftungsverhältnisse / Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) an einem windschwachen Sommertag, 2 m ü.G., Windanströmung aus Norden (0°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 23.1:** Untersuchungsraum 1. Belüftungsverhältnisse / Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) an einem windschwachen Sommertag, 5 m ü.G., Windanströmung aus Norden (0°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 23.3:** Untersuchungsraum 1. Veränderung der Belüftungsintensität durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand an einem windschwachen Sommertag, 2 m ü.G. und 5 m ü.G., Windanströmung aus Norden (0°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 24.1:** Untersuchungsraum 1. Lufttemperaturverteilung in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G. Windanströmung aus Norden (0°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

- Abb. 24.2:** Untersuchungsraum 1. Veränderung der Lufttemperaturverteilung in einer windschwachen Sommernacht durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand, 2 m ü.G. Windanströmung aus Norden (0°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 25.1:** Untersuchungsraum 2. Belüftungsverhältnisse / Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G., Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 25.2:** Untersuchungsraum 2. Belüftungsverhältnisse / Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) in einer windschwachen Sommernacht, 5 m ü.G., Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 25.3:** Untersuchungsraum 2. Veränderung der Belüftungsintensität durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G. und 5 m ü.G., Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 26.1:** Untersuchungsraum 2. Belüftungsverhältnisse / Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten (210°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 26.2:** Untersuchungsraum 2. Belüftungsverhältnisse / Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) in einer windschwachen Sommernacht, 5 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten (210°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 26.3:** Untersuchungsraum 2. Veränderung der Belüftungsintensität durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G. und 5 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten (210°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

- Abb. 27:** Untersuchungsraum 2. Veränderung der Belüftungsintensität durch den Plan-Zustand gegenüber der Planungsvariante 2017 in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G., Windanströmung aus Osten (80°) bzw. Südsüdwesten (210°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 28.1:** Untersuchungsraum 2. Lufttemperaturverteilung in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G. Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 28.2:** Untersuchungsraum 2. Lufttemperaturverteilung in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G. Windanströmung aus Südsüdwesten (210°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 28.3:** Untersuchungsraum 2. Veränderung der Lufttemperaturverteilung in einer windschwachen Sommernacht durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand, 2 m ü.G. Windanströmung aus Osten (80°) bzw. Südsüdwesten (210°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 29.1:** Untersuchungsraum 3. Belüftungsverhältnisse / Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G., Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 29.2:** Untersuchungsraum 3. Belüftungsverhältnisse / Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) in einer windschwachen Sommernacht, 5 m ü.G., Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 29.3:** Untersuchungsraum 3. Veränderung der Belüftungsintensität durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G. und 5 m ü.G., Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 30.1:** Untersuchungsraum 3. Belüftungsverhältnisse / Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten (210°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

- Abb. 30.2:** Untersuchungsraum 3. Belüftungsverhältnisse / Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) in einer windschwachen Sommernacht, 5 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten (210°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 30.3:** Untersuchungsraum 3. Veränderung der Belüftungsintensität durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G. und 5 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten (210°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 31:** Untersuchungsraum 3. Veränderung der Belüftungsintensität durch den Plan-Zustand gegenüber der Planungsvariante 2017 in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G., Windanströmung aus Osten (80°) bzw. Südsüdwesten (210°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 32.1:** Untersuchungsraum 3. Lufttemperaturverteilung in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G. Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 32.2:** Untersuchungsraum 3. Lufttemperaturverteilung in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G. Windanströmung aus Südsüdwesten (210°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 32.3:** Untersuchungsraum 3. Veränderung der Lufttemperaturverteilung in einer windschwachen Sommernacht durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand, 2 m ü.G. Windanströmung aus Osten (80°) bzw. Südsüdwesten (210°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 33.1:** Untersuchungsraum 4. Belüftungsverhältnisse / Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G., Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 33.2:** Untersuchungsraum 4. Belüftungsverhältnisse / Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) in einer windschwachen Sommernacht, 5 m ü.G., Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

- Abb. 33.3:** Untersuchungsraum 4. Veränderung der Belüftungsintensität durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G. und 5 m ü.G., Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 34.1:** Untersuchungsraum 4. Belüftungsverhältnisse / Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten (210°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 34.2:** Untersuchungsraum 4. Belüftungsverhältnisse / Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) in einer windschwachen Sommernacht, 5 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten (210°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 34.3:** Untersuchungsraum 4. Veränderung der Belüftungsintensität durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G. und 5 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten (210°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 35:** Untersuchungsraum 4. Veränderung der Belüftungsintensität durch den Plan-Zustand gegenüber der Planungsvariante 2017 in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G., Windanströmung aus Osten (80°) bzw. Südsüdwesten (210°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 36.1:** Untersuchungsraum 4. Lufttemperaturverteilung in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G. Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 36.2:** Untersuchungsraum 4. Lufttemperaturverteilung in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G. Windanströmung aus Südsüdwesten (210°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 36.3:** Untersuchungsraum 4. Veränderung der Lufttemperaturverteilung in einer windschwachen Sommernacht durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand, 2 m ü.G. Windanströmung aus Osten (80°) bzw. Südsüdwesten (210°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Am 25.10.2013, 14.01.2016 und 31.05.2017 wurden der Stadt Mannheim Klimagutachten zum Grünzug Nordost / Spinelli Barracks + Bundesgartenschau 2023 vorgelegt¹.

Besondere Beachtung wurde dabei dem Kaltluftströmungsgeschehen entlang des Grünzugs Nordost geschenkt. Durch die geplante Neugestaltung der Konversionsfläche „Spinelli Barracks“ (siehe **Abbildung 1**) wird es möglich, den Grünzug Nordost, der sich von den Vogelstang-Seen/Freiraum zwischen Feudenheim und Wallstadt über die Au, das Kleingartengelände Sellweiden und den Sportpark Pfeifferswörth bis zum Neckar/Maulbeerinsel und den Luisenpark bis in innenstadtnahe Lagen von Mannheim erstreckt, als durchgängiges stadtklimatisch relevantes „Grünband“ zu entwickeln.

Im Rahmen der Gutachten wurden dem aktuellen Ist-Zustand erste Planungen der Büros SINAI (2013) und RMP STEPHAN LENZEN LANDSCHAFTSARCHITEKTEN (2016/2017 – siehe **Abbildung 2**) gegenübergestellt.

Vergleichend wurden folgende Punkte vertiefend analysiert:

- Die Auswirkungen der Planungen auf die lokalen Kaltluftbewegungen.
- Die strömungsdynamischen Folgeerscheinungen der Planungen.
- Die Veränderung der thermischen Umgebungsbedingungen durch die Planungen.

Wie die Klimagutachten mit Hilfe von ortsspezifischen Messdaten und numerischen Modellrechnungen dokumentieren, kann die strömungsdynamische und thermische Barriere „Spinelli-Barracks“ durch landschaftsgestalterische Maßnahmen in klimaökologisch vorteilhafter Art und Weise aufgebrochen werden.

¹ **ÖKOPLANA (2013)**: Klimagutachten Mannheim, Grünzug Nordost / Spinelli Barracks + Bundesgartenschau 2023. Mannheim.

ÖKOPLANA (2016A): Ergänzendes Klimagutachten Mannheim, Grünzug Nordost / Spinelli Barracks + Bundesgartenschau 2023. Mannheim.

ÖKOPLANA (2017): Klimagutachten zum aktuellen Planungsentwurf Grünzug Nordost / Spinelli Barracks + Bundesgartenschau 2023. Mannheim.

Damit wird in den angrenzenden Stadtteilbereichen eine langfristige Stabilisierung günstiger bioklimatischer (z.B. rasche abendliche Abkühlung, Frischluftentstehung) und strömungsdynamischer (z.B. intensiverer Luftmassenwechsel mit Reduktion von Luftschadstoffanreicherungen) Umgebungsbedingungen möglich. Zudem wird erreicht, dass sich die Flurwinde, die entlang des Grünzugs Nordost bis in innenstadtnahe Bereiche Wirkung zeigen, stabilisiert werden.

Damit wird den Empfehlungen des DEUTSCHEN STÄDTETAGS (2012) gefolgt, der in seinem Positionspapier „Anpassung an den Klimawandel – Empfehlungen und Maßnahmen der Städte“ in Anbetracht der prognostizierten stadtklimatischen und wasserhaushaltlichen Veränderungen im Lebensraum Stadt (Stichwort: *Globaler Klimawandel*) gegensteuernde Maßnahmen anregt:

- Im gesamten Stadtgebiet sollten die zur Belüftung der Innenstadt relevanten Kaltluftschneisen ermittelt, erhalten und in ihrer Funktionsfähigkeit entwickelt und verbessert werden.
- Die innerstädtischen Grün- und Freiflächen sollten über „grüne Strahlen und Speichen“ als Biotopverbindungen mit dem Umland verbunden werden.
- Neue Parkanlagen (z.B. auf Konversionsflächen) schaffen Erholungsflächen und verbessern das lokale Klima im Stadtquartier.

Die Modellrechnungen wurden mit Hilfe der anerkannten Klimamodelle KLAM_21² (Kaltluftsimulationsmodell), MISKAM (Strömungsdynamik) und ENVI-met (thermische Verhältnisse)³ durchgeführt.

Im Zuge des weiteren Planungsprozesses wurde das Planungskonzept 2018 für die geplante bauliche Arrondierung Käfertal-Süd weiter optimiert, um u.a. städtebauliche und klimaökologische Erfordernisse vermehrt aufeinander abzustimmen.

² **DEUTSCHER WETTERDIENST (2005):** Das Kaltluftabflussmodell KLAM_21. Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 277. Offenbach a. M.

³ **GIESE-EICHHORN (2009/2012):** 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. (2002/2018): ENVI-met - Mikroskaliges Klimamodell. Bochum.

Für die Bereiche am Wingertsbuckel und an der Talstraße (südlicher Teil der Spinelli Barracks) wurden auf Grundlage eines architektonischen und landschaftsplanerischen Realisierungswettbewerbs (12/2017) neue Flächennutzungskonzepte entwickelt.

Für die städtebauliche Neuordnung des südlichen Teils der Spinelli Barracks (Wingertsbuckel) standen Vorschläge zur Nachnutzung der bestehenden Kasernenbauten sowie Entwürfe zur bauliche Nachverdichtung im Mittelpunkt.

Die Unterbringung des „Grünen Betriebshofs“ an der Talstraße war eine weitere Wettbewerbsaufgabe.

Zur Berücksichtigung klimaökologischer Belange wurden im Vorfeld des Wettbewerbs von ÖKOPLANA sogenannte „Leitgedanken“ formuliert. Sie dienten den Wettbewerbsteilnehmern dazu, ihre Entwürfe an den lokalklimatischen Erfordernissen auszurichten.

Klimaökologische „Leitgedanken“ zur städtebaulichen Neuordnung im Bereich „Wingertsbuckel“:

- Südlich des geplanten „Grünen Betriebshofs“ ist zwischen dem Planungsgebiet Wingertsbuckel und dem Bürgerpark im Osten eine möglichst offene räumliche Verzahnung zu entwickeln. Hierzu sind beispielsweise zwei durchgängige Luftleitbahnen in Ostnordost-West-südwest-Richtung mit Breiten von mindestens 25 m geeignet. Sie können sowohl mit Erschließungsstraßen/-wegen als auch mit parkartig begrünten Grünachsen verknüpft sein. Die Luftleitbahnen müssen nicht zwingend geradlinig sein. Sie können auch in leicht geschwungener/versetzter Form ausgebildet sein.
- Am West- und Nordrand des Planungsgebiets Wingertsbuckel ist eine geschlossene Blockrandbebauung zu vermeiden. Auch hier sind mit den angrenzenden Grünflächen des Grünzugs Nordost offene, begrünte Raumbeziehungen zu sichern.
- Der campusartige Charakter mit großzügigen begrünten Freiraumbereichen sollte durch bauliche Nachverdichtungen nicht verloren gehen.
- Ergänzende Baukörper sollten sich bzgl. ihrer Geschossigkeit an der Bestandsbebauung orientieren.
- Alternativ zu den langgestreckten Gebäudezeilen sind auch solitäre „Stadhäuser“ in lockerer Anordnung denkbar.
- Zur Vermeidung eines ausgeprägten Wärmeinseleffekts sind die Erschließungswege-/straßen sowie oberirdische Stellplatzflächen auf ein Minimum zu reduzieren. Straßenzüge und Stellplatzflächen sind zudem mit schattenwerfenden Baumpflanzungen zu begleiten.
- Dach- und Wandbegrünungen sind ebenfalls geeignet, den Wärmeinseleffekt des Planungsgebiets zu minimieren.

Im Rahmen der vorliegenden Klimaanalyse sind nun auf Grundlage der aktualisierten Planung nachfolgende Punkte zu bearbeiten:

- Analyse von klimaökologischen Auswirkungen des aktuellen Gesamtplans für den Grünzug Nordost auf die Nachbarbebauung. Berücksichtigung der angedachten freiraumplanerischen Maßnahmen, der städtebaulichen Entwicklung Käfertal-Süd, Wingertsbuckel und Grüner Betriebshof → Modifikationen des Kaltluftströmungsgeschehens, der Be- und Durchlüftung und der thermischen Umgebungsbedingungen inkl. mikroklimatischer Analyse.
- Gegenüberstellung der Belüftungsverhältnisse bei Realisierung des aktuellen Planstandes Käfertal-Süd zum Planstand 2017.
- Erarbeitung von Hinweisen zur klimaökologischen Optimierung der Planungsentwürfe.

2 Klimaökologische / raumplanerische Grundlagen

Durch die Aufgabe des weitgehend ebenen, ca. 80.9 ha großen Kasernenareals „Spinelli Barracks“ (**Abbildung 1**) besteht die Möglichkeit, den Grünzug Nordost, der sich von den Vogelstang-Seen/Freiraum zwischen Feudenheim und Wallstadt über die Au, das Kleingartengelände Sellweiden, den Sportpark Pfeiferswörth bis an den Neckar/Maulbeerinsel und den Luisenpark bis innenstadt-nahe Lagen von Mannheim erstreckt, als durchgängigen klimaökologisch wirksamen, innerstädtischen Grünzug fortzuentwickeln.

Die Spinelli Barracks, die innerhalb des Grünzugs Nordost derzeit eine strömungsdynamisch (erhöhte Oberflächenrauigkeit) und thermisch („kleinräumige Wärmeinsel“) negativ wirkende Barriere darstellen (Breite in Süd-Nord-Richtung bis ca. 1.040 m), sind bzgl. ihrer Flächennutzung von größeren Hallenbauten und großflächigen Stellplatzarealen gekennzeichnet. Die Stellflächen sind betoniert/asphaltiert oder mit Schotterrasen (ansatzweise begrünt) bedeckt. Die Hallen sind 1-geschossig. Die Kasernengebäude im südlichen Teilbereich sind überwiegend 2- bis 3-geschossig (+ Dachgeschoss).

Nördlich der Spinelli Barracks schließen die Wohngebiete Käfertal-Süd und Im Rott an. An der Südostgrenze des Kasernengeländes befindet sich das Gewerbegebiet Talstraße. Die südliche Begrenzung bildet die Verkehrsachse Wingerstbuckel mit der Wohnbebauung Feudenheim.

Im Bereich Am Aubuckel erfolgt ein auffallender Geländesprung (von ca. 99 m ü.NN auf ca. 90 – 94 m ü. NN) in Richtung LSG „Feudenheimer Au“.

Die *Machbarkeitsstudie Freiraum Rhein-Neckar, Bundesgartenschau 2023* des Büros SINAI (2012) zeigt auf, dass sich u.a. mit Hilfe der BUGA 2023 im Nordosten und Norden von Mannheim ein „Freiraumring“ entwickeln ließe, von welchem aus der Grünzug Nordost als durchgängige Freiraumachse bis in innenstadt-nahe Lagen abzweigen würde. Als optimale Zielgröße für die Breite des Grünzugs im Bereich der Spinelli-Barracks wurde von Seiten der Klimaökologie eine Zielgröße von 600 m genannt. Wie den Erläuterungen des BUNDESMINISTERIUMS FÜR RAUMORDNUNG, BAUWESEN UND STÄDTEBAU (1979) zu entnehmen ist, sollten stadtklimatisch besonders relevante Kaltlufttransportbahnen (Grünzäsuren) möglichst Breiten von 400 bis 500 m aufweisen. Als Minimum gelten 200 m.

Der Grünzug Nordost ist in der Raumnutzungskarte des „Einheitlichen Regionalplans Rhein-Neckar“ (seit 2014 verbindlich) als Grünzäsur ausgewiesen.

Grünzäsuren ergänzen regionale Grünzüge in Bereichen, wo der Freiraum zwischen Siedlungskörpern unter 1.000 m beträgt (z.B. im Bereich des Grünzugs Nordost) und sollen dicht zusammenliegende Siedlungsgebiete gliedern. Zudem sollen sie in Verbindung zur freien Landschaft stehen, um als Luftleitbahnen zu fungieren.

Wie dem Klimagutachten von 2013 (ÖKOPLANA 2013) zu entnehmen ist, bilden sich im Grünzug Nordost und in dessen Umfeld durch die Flächennutzung (Bebauung, Ackerflächen, Wiesen) charakteristische Lokalklimaerscheinungen aus. Dies dokumentiert sich einerseits in der von der Flächennutzung abhängigen Verteilung der Lufttemperatur und andererseits im Strömungsgeschehen des Raumes, das bei klimarelevanten Strahlungswetterlagen nach Sonnenuntergang sowohl durch überregionale und regionale Luftströmungen als auch durch lokale Kaltluftbewegungen (Flurwinde) bestimmt wird.

Im Allgemeinen ist die vorherrschende Windrichtung in Mannheim Süd bis Südwest, wobei es durch die Flächennutzung (Bebauung, Freiflächen/Wald) lokal zu auffallenden Differenzierungen kommen kann.

Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt im mehrjährigen Mittel im Bereich der Mannheimer Innenstadt ca. 2.0 m/s und im Freiland nördlich von Sandhofen ca. 3.0 m/s (Datenquelle: www.lubw.de), so dass innerhalb der städtischen Bebauung von insgesamt mäßiger bis schlechter Durchlüftung gesprochen werden kann (ÖKOPLANA 2010).

Die vorliegenden Winddaten aus Mannheim 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 stationären Messungen entlang des Grünzugs Nordost im Zeitraum Mai – September 2013 (Sommerzeitraum) dokumentieren (**Abbildung 3**), dass in freien Lagen (Bürgerpark, Feudenheimer Au) mittlere Windgeschwindigkeiten von 2.7 bzw. 2.8 m/s erreicht werden. Im Bereich des Straßenzugs Am Aubuckel macht sich insbesondere bei Südwestwinden die windabbremsende Wirkung der straßenbegleitenden Bäume bemerkbar. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt am Tag 1.7 m/s. In der Talstraße wirken der Baumbestand des östlich angrenzenden Bürgerparks und die Oberflächenrauigkeit der Spinelli-Barracks einer intensiven bodennahen Belüftung entgegen.

Im Messzeitraum Mai - September liegt das Windgeschwindigkeitsmittel am Tag bei 1.7 m/s. Die Intensität der Belüftung ist gegenüber freixponierten Lagen um ca. 40% reduziert.

Die Barrierewirkungen von Bebauung und dichten Gehölzen für den bodennahen Luftaustausch werden deutlich. Großflächig niedrige Windgeschwindigkeiten führen u.U. zu erhöhten Luftschadstoffakkumulationen und sommerlichen Wärmestaus.

Insbesondere in Strahlungs Nächten, die stadtklimatisch von besonderer Relevanz sind, nimmt entlang des Grünzugs Nordost die durchschnittliche Windgeschwindigkeit ab und die Häufigkeit nordöstlicher bis östlicher Windrichtungssektoren steigt auffallend an (siehe **Abbildung 4**). Dies ist vorwiegend auf regional/lokal angelegte Effekte (u.a. Flurwinde) zurückzuführen ist. Es dominieren durchschnittliche Windgeschwindigkeiten unter 1.5 m/s (Belüftung).

Im Bürgerpark werden ca. 350 m östlich der Spinelli Barracks zu ca. 49% der Nachtstunden ostnordöstliche bis ostsüdöstliche Luftströmungen registriert, die bodennah Kalt-/Frischluff in Richtung Spinelli Barracks transportieren. Sie sind im Wesentlichen auf flurwindartige Ausgleichsströmungen zwischen dem Freiraumgefüge östlich der BAB 6 und der Stadtbebauung zurückzuführen. Mittlere Strömungsgeschwindigkeiten von nur 0.7 – 1.4 m/s weisen dabei auf die Empfindlichkeit der Strömungen gegenüber Hindernissen in Form von Hochbau, Straßendämmen oder großflächig dichten Gehölzriegeln hin.

Zeitweise sind auch südliche und nördliche Richtungskomponenten zu registrieren. Die Freiflächen des Grünzugs Nordost ermöglichen dann eine Querbelüftung in Richtung Käfertal und Feudenheim.

Im Süden der Talstraße ist die Strömungsgeschwindigkeit der Flurwinde deutlich herabgesetzt, was durch die große Häufigkeit an Windstillen (ca. 45% der Nachtstunden) offenbar wird. Der Baumbestand des Bürgerparks sowie die westlich angrenzenden Spinelli-Barracks wirken in den Nachtstunden als Barriere auf die bodennahe Kaltluftbewegung.

Am Aubuckel zeigt sich deutlich der Einfluss der nordöstlichen bis östlichen Flurwinde entlang des Grünzugs Nordost, die Strömungsgeschwindigkeit ist gegenüber dem Messstandort *Grünzug Nordost* im Bürgerpark allerdings um ca. 29% reduziert. Das Kasernenareal mit seiner erhöhten Oberflächenrauigkeit sorgt für eine deutliche Abschwächung der Strömungsintensität.

Im LSG Feudenheimer Au führt die relative Tieflage des Geländes zwischen den Straßenzügen Am Aubuckel, Feudenheimer Straße und Riedbahntrasse zu vermehrter Ausbildung eines bodennahen Kaltluftsees, was durch die Barriere-wirkung der Spinelli-Barracks gegenüber den nordöstlichen Flurwinden verstärkt wird. Die Häufigkeit der Windstillen beläuft sich daher in Strahlungsnächten trotz freier Lage auf ca. 11%.

Die Flurwinde entlang des Grünzugs Nordost weisen eine Mächtigkeit von ca. ca. 20 – 25 m auf. Eine exakte Abgrenzung gegenüber nördlichen bis nordöstli-chen Regionalströmungen ist kaum möglich.

In Bodennähe sind die reinen Kaltluftströmungsgeschwindigkeiten sehr gering. Sie schwanken in 2 m ü.G. zwischen ca. 0.1 – 1.0 m/s. Im Bereich der Spinelli Barracks bilden die bisherigen Stellflächen die wesentlichen Zugbahnen für die Kaltluftbewegungen. Im Bereich der Kasernenbauten sinken die Strömungsge-schwindigkeiten auf unter 0.5 m/s. Zudem wird im Bereich der Bebauung die Kaltluft vermehrt angehoben, wodurch die Kaltluft in wärmere Luftschichten ge-langt und teilweise aufgezehrt wird.

Im LSG Feudenheimer Au neigt die Kaltluft in Bodennähe vermehrt zu Stagnati-on. Schwache Austauschbewegungen in Richtung Sellweiden/Luisenpark sind jedoch nachweisbar.

Von den Kaltluftbewegungen entlang des Grünzugs Nordost profitieren insbe-sondere die angrenzenden Bebauungsstrukturen über den Zustrom von Kalt-und Frischluft (z.B. Käfertal, Wallstadt, Feudenheim).

Der unterschiedliche Einfluss bodennaher Kaltluftbewegungen über den Grün-zug Nordost macht sich auch im thermischen Wirkungsgefüge bemerkbar.

Zwischen den Wiesen und Landwirtschaftsflächen des Grünzugs Nordost öst-lich der Spinelli-Barracks und dem Kasernengelände werden in Sommernächten Temperaturanstiege von ca. 3 – 4°C gemessen. Dies führt dazu, dass sich auf Höhe der Spinelli-Barracks die „Wärmeinseln“ Feudenheim und Käfertal verbind-en (siehe auch IR-Thermalbildaufnahme von 2009, **Abbildung 5**) und dadurch für die Flurwinde eine thermische Barriere darstellen. Die über die Spinelli Barracks hinwegstreichende Kaltluft wird erwärmt und teilweise aufgezehrt. Erst im LSG Feudenheimer Au erfolgt eine Regeneration der Kaltluftwirkung.

Durch die Aufgabe des Kasernengeländes kann der Grünzug Nordost bis zum LSG Feudenheimer Au als durchgängiger klimaökologischer Ausgleichsraum gestaltet werden, was den Flurwindeneffekt in Richtung innenstadtnahe Lagen (bioklimatisch stark bis sehr stark belastet) langfristig stabilisieren würde.

3 Aktuelle städtebauliche Entwürfe für die Bereiche Käfertal-Süd, Wingertsbuckel / Talstraße (südliche Teilbereiche der Spinelli Barracks)

Der Masterplan zur Entwicklung eines durchgängigen Grünzugs Nordost (**Abbildung 2**) des Büros RMP STEPHAN LENZEN LANDSCHAFTSARCHITEKTEN sieht im Bereich Käfertal-Süd eine bauliche Arrondierung vor, die durch sog. Parkschaalen vom begrünten Spinelli-Gelände abrückt. Das aktuelle städtebauliche Konzept des ARCHITEKTURSTUDIOS WESSENDORF für die bauliche Arrondierung Käfertal-Süd kann den **Abbildungen 6** und **7** entnommen werden.

In unserem Klimagutachten von 2016 (ÖKOPLANA 2016A) wird empfohlen, die bauliche Arrondierung zwischen Ida-Ehre-Weg und Freihaltetrasse Im Rott in Form locker durchgrünter Einzel-/ Doppelhausbebauung zu gestalten.

Mit der solitären Anordnung von 4- bis 5-geschossigen (inkl. Staffelgeschosse) Mehrfamilienhäusern (siehe **Abbildung 6**) wird die Vorgabe bzgl. einer aufgelockerten Baustruktur berücksichtigt. In westlicher Fortsetzung ist im Bereich der Anna-Sammet-Straße eine Bebauung mit bis zu 8 Geschossen (inkl. Staffelgeschosse) vorgesehen. Die Geschossigkeit übersteigt somit die Vorgaben des Klimagutachtens.

Zwischen Freihaltetrasse Im Rott und Völklinger Straße empfiehlt das Klimagutachten von 2016 eine aufgelockerte Bebauungsstruktur, um Belüftungseffekte für die Bestandsbebauung südlich der Bad Kreuznacher Straße zu sichern.

Der aktuelle Planungsentwurf zeigt in Richtung Freiraumgefüge Spinelli-Areal eine offene räumliche Verzahnung. Entlang der Anna-Sammet-Straße sind riegelartige Blockrandabschlüsse, wie sie im Entwurf von 2017 noch vorgesehen waren (siehe **Abbildung 8**) einer offenen Blockrandbebauung gewichen. Sie sind zusätzlich durch N-S-gerichtete Erschließungswege gegliedert. Den Anschluss an die Bestandsbebauung bilden 3-geschossige (inkl. Staffelgeschoss) Reihenhauszeilen, wodurch zur nördlich angrenzenden Bestandsbebauung u.a. ausreichende Belüftungseffekte gesichert werden sollen.

Die Grün-/Freifläche westl. der Völklinger Straße wird, wie im Klimagutachten von 2016 (ÖKOPLANA 2016A) angeregt, nur randlich überbaut. Die bestehende Grünachse östlich der Deidesheimer Straße findet Anschluss an den Grünzug Nordost.

Zwischen Völklinger Straße, Sportplatz *TV Käfertal* und Dürkheimer Straße zeigt der aktuelle Planungsentwurf 2018 vorwiegend 4- bis 5-geschossige (inkl. Staffelgeschoss) Bauweisen. Punktuell werden aber auch Gebäude mit 7, 8 und 10 Geschossen anvisiert. Sie bilden im Bereich der (offenen) Blockrandbebauung markante Bauwerke.

Südlich der Wachenheimer Straße zeigt sich ein vielfältiger Mix aus 4- bis 6-geschossigen Mehrfamilienhäusern, 2- bis 4-geschossigen Einzel- / Reihenhäusern und markante Hochbauten mit 8 bzw. 10 Geschossebenen. Gegliedert wird die Bebauung durch begrünte Anger und Promenaden in Nordwest-Südost-Richtung, die den im Klimagutachten von 2016 (ÖKOPLANA 2016A) empfohlen, baulich aufgelockerten Übergang zum Grünzug Nordost realisieren.

Westlich der Talstraße ist anstelle der vorhandenen langgestreckten Hallen und Stellplatzflächen der Bau eines „Grünen Betriebshofs“ geplant.

Wie die Entwurfsplanung des Architekturbüros MWM+STARKE / GREENBOX LANDSCHAFTSARCHITEKTUR in **Abbildung 9** zeigt, soll der Betriebshof in abgesenkter Höhenlage realisiert werden, so dass er über begrünte Wälle in die Landschaft eingebettet wirkt. Der Lärm- und Sichtschutz wird so Teil des Freiraumgefüges. Die erforderlichen Büro- und Sozialräume werden in einem 3-geschossigen Riegel auf der Südseite des Grundstücks zusammengefasst. Die Werkstätten sind in drei mit Holzfassaden und Gründach ausgebildeten Gebäuden untergebracht.

Die verkehrliche Erschließung erfolgt über die Talstraße.

Im Bereich Wingertsbuckel (südlicher Teil der Spinelli Barracks) soll zur baulichen Neuordnung ein neues Wohnquartier entstehen (**Abbildung 10**). Der Entwurf von ASP ARCHITEKTEN GMBH / KOEBER LANDSCHAFTSARCHITEKTUR sieht vor, dass vier Kasernengebäude am Wingertsbuckel erhalten werden und damit eine abgeschlossene Anlage der Bestandsgebäude mit Quartiersplatz bilden. Die eingeschossigen Halle wird als Markthalle erhalten.

Nach Norden hin wird die Baustruktur mit 4-geschossigen Zeilenbauten und Punkthäusern ergänzt. Die dazwischenliegenden Freiräume sind parkartig durchgrünt. Östlich der Kasernengebäude am Wingertsbuckel sind drei 4-geschossige Zeilenbauten mit Laubengangerschließung parallel zur Straße vorgesehen.

Mit dem Entwurf wird versucht den klimaökologischen Vorgaben zu folgen.

4 Numerische Modellrechnungen zur vertiefenden klimaökologischen Prüfung des aktuellen Planungsentwurfs

4.1 Großflächige Kaltluftsimulationsrechnungen

Zur Gewinnung flächenhafter Informationen zum nächtlichen Kaltluftgeschehen wurden bereits im Rahmen der Klimagutachten von 2013, 2016 und 2017 (ÖKOPLANA 2013, ÖKOPLANA 2016A, ÖKOPLANA 2017) mit dem Kaltluftmodell KLAM_21, Vers. 2.010 des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES (2005) Berechnungen durchgeführt. Neben der Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung bodennaher Kaltluftbewegungen wurden hierdurch auch Informationen zum Kaltluftvolumenstrom bereitgestellt.

Nachfolgend werden auf Grundlage des Ist-Zustands und des aktuellen Plan-Zustands 2018 die für Kaltluftentstehung optimale Situation betrachtet. D.h. eine klare und windschwache Nacht mit einer schwachen nordöstlichen Regionalströmung (1.0 m/s), die die Kaltluftbewegungen von den östlichen Freiräumen in Richtung Grünzug Nordost unterstützt. Das betrachtete Rechengebiet weist eine Gebietsgröße von 5.0 x 3.0 km (15 km²). Gegenüber den Berechnungen von 2013 wurde der östliche Einströmungsrandbereich ausgedehnt, um verbesserte Ergebnisse zur erzielen. Im Ist-Zustand ergeben sich hierdurch gegenüber den Rechenergebnissen von 2013 (ÖKOPLANA 2013) leichte Abweichungen.

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: Dichte Bebauung, lockere Bebauung, gewerbliche Nutzungen, versiegelte Flächen, unversiegelte Freiflächen, Eisenbahnflächen, Gehölzflächen/Wald, Buschflächen, Wasser. Bei den Kleingärten findet ein Mix aus unversiegelten / versiegelten Freiflächen und Buschflächen Beachtung.

Die digitalen Geländedaten basieren auf einem digitalen Reliefmodell mit einer Rasterweite von 10 m, das LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG BADEN-WÜRTTEMBERG bereitgestellt wurde. Die Informationen der Landnutzung sind vorliegenden Luftbildern entnommen.

Die Ergebnisse der Kaltluftberechnungen beinhalten die Richtung und die Geschwindigkeit des Kaltluftstroms sowie die daraus resultierende Kaltluftvolumenstromdichte in $\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$ (= Kaltluftvolumen, das pro Sekunde durch einen 1 m breiten Streifen zwischen der Erdoberfläche und der Oberkante der Schichtdicke, die senkrecht zur Strömung steht, fließt).

4.1.1 Ist-Zustand

Die Ergebnisse der Kaltluftberechnungen für den Zeitpunkt zwei Stunden nach Mitternacht sind in den **Abbildungen 11.1** und **11.2** dargestellt.

Zu Beginn der 2. Nachthälfte zeigen sich deutlich die kaltluftbedingten Flurwindeffekte im Freiraumgefüge zwischen den Vogelstang-Seen und der Au, wobei die Grünflächen die wesentlichen Zugbahnen der ca. 20 – 25 m mächtigen Kaltluftschicht darstellen. Im Bereich der Bebauung wird die Kaltluft vermehrt angehoben, wodurch die Kaltluft in wärmere Luftschichten gelangt und vermehrt aufgezehrt wird.

In Bodennähe sind die reinen Kaltluftströmungsgeschwindigkeiten sehr gering. Sie schwanken im Mittel der bodennächsten Höhenschichten (0 – 4 m ü.G.) zwischen ca. 0.1 – 1.0 m/s. Dies korrespondiert mit den Feldmessungen von 2013 (ÖKOPLANA 2013). Auf dem Kasernenareal der Spinelli Barracks bilden die Stellflächen die wesentlichen Zugbahnen für die Kaltluftbewegungen. Im Bereich der Kasernenbauten sinken die Strömungsgeschwindigkeiten auf unter 0.5 m/s.

Im LSG Au neigt die Kaltluft in Bodennähe vermehrt zu Stagnation, Austauschbewegungen in Richtung Sellweiden/Luisenpark sind jedoch nachweisbar (siehe Windvektoren).

Von den Kaltluftbewegungen entlang des Grünzugs Nordost profitieren vor allem die angrenzenden Bebauungsstrukturen über den Zustrom von Kalt- und Frischluft (z.B. Käfertal, Wallstadt, Feudenheim).

Auffallende Strömungshindernisse entlang des Grünzugs Nordost sind neben den Spinelli Barracks auch die Gehölzbestände im Bürgerpark an der Talstraße. Gegenüber bebauten Gebieten weisen diese Flächen jedoch tagsüber eine bedeutende thermische Wohlfahrtswirkung auf und tragen in den Nachtstunden auch zur Kaltluftbildung bei.

Ermittelt man anhand der Kaltluftsimulationen den Kaltluftvolumenstrom, so ergibt sich auf Höhe der Spinelli Barracks über einen ca. 900 m breiten Streifen (A – A*, siehe **Abbildung 11.2**) ein Wert von ca. 9.050 m³/s.

Nördlich der U-Halle (Profillänge ca. 470 m) bewegt sich dabei ein Kaltluftvolumenstrom von ca. 5.520 m³/s (= 61% des Gesamtvolumenstroms) in Richtung Westen, während durch das Profil von der U-Halle bis zum Straßenzug Wingersbuckel (Profillänge ca. 430 m) ein Kaltluftvolumenstrom von ca. 3.530 m³/s (= 39% des Kaltluftvolumenstroms) strömt.

Durch das Profil B – B* (Länge ca. 350 m) am Westrand der Spinelli-Bebauung im Süden bewegt sich in Richtung Westsüdwesten ein Kaltluftvolumenstrom von ca. 2.400 m³/s.

Laut VDI-Richtlinie 3787 Blatt 5 (2003) ist in weitgehend ebenem Gelände ein Kaltluftvolumenstrom von über 10.000 m³/s erforderlich, damit die Kaltluft in die Zentren der Stadt- und Siedlungskörper einzudringen vermag⁴.

Der Wert von 9.050 m³/s liegt somit knapp unterhalb dieses Zielwertes.

Mit der Aufgabe des Kasernengeländes besteht nun die Möglichkeit, den Kaltluftvolumenstrom und damit die klimaökologische Ausgleichswirkung des Grünzugs Nordost in Richtung innenstadtnaher Lagen zu stabilisieren und zu intensivieren.

⁴ Ein Kaltluftvolumenstrom von 10.000 m³/s ergibt sich bspw., wenn ein 20 m mächtiges Kaltluftpaket mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 1 m/s über eine Strömungsbreite von 500 m in die Siedlung vordringt.

4.1.2 Plan-Zustand 2018

Die Berechnungen für den Plan-zustand berücksichtigen den aktuellen Plan-zustand 2018.

Wie ein Vergleich der Kaltluft-Fließgeschwindigkeiten zwischen aktuellem Plan-Zustand 2018 (**Abbildung 12.1**) und Ist-Zustand (**Abbildung 11.1**) anhand einer Differenzendarstellung (**Abbildung 13.1**) zeigt, können die Kaltluftfließbewegungen durch den Abriss von Kasernenhallen im nördlichen Teilbereich der Spinelli-Barracks intensiviert werden. Auch die bauliche Fragmentierung der U-Halle macht sich strömungsdynamisch positiv bemerkbar.

Der Intensivierung der Kaltluft-Fließgeschwindigkeit stehen an der potenziellen Siedlungsergänzung Käfertal-Süd sowie in den Bereichen Grüner Betriebshof / städtebauliche Neuordnung Wingerstbuckel Geschwindigkeitsreduzierungen entgegen. Eine zunehmende großflächige Neigung zu Kaltluftstagnation (Kaltluft-Fließgeschwindigkeit ≤ 0.1 m/s) wird innerhalb der geplanten Bebauung jedoch nicht bilanziert. Dies weist auf eine strömungsgünstige Bau- und Grünstruktur hin. Eine detaillierte Analyse der kaltluftbedingten Belüftung erfolgt in Kap. 4.4.

Ermittelt man mit Hilfe der Kaltluftsimulationen den veränderten Kaltluftvolumenstrom, der in das teilweise „freigeräumte“ Spinelli-Gelände einströmen kann (**Abbildungen 11.2** und **12.2**), so ergibt sich gegenüber dem Ist-Zustand ein zusätzlicher Kaltluftvolumenstrom von ca. $1.016 \text{ m}^3/\text{s}$. Insgesamt ergibt sich somit zwischen Straßenzug Wingerstbuckel im Süden und der Bebauung Käfertal im Norden ein max. Kaltluftvolumenstrom von ca. $10.066 \text{ m}^3/\text{s}$ (+11.2% gegenüber dem Ist-Zustand). Gegenüber dem Planungsfall von 2017 zeigt sich eine relative Abnahme des Kaltluftvolumenstroms von ca. 2.1%

Der anvisierte Zielwert nach VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5 von $10.000 \text{ m}^3/\text{s}$ wird erreicht.

Zur klimaökologischen Bewertung der o.a. Zahlen kann eine Einstufung der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 5 herangezogen werden. Erfolgt in stadtklimatisch relevanten Kaltluftzugbahnen durch Flächennutzungsänderungen eine Intensivierung des Kaltluftvolumenstroms um mehr als 10%, so ist dieser Eingriff als großer Eingriff mit weitreichenden klimatischen Positivwirkungen zu bewerten.

Auffallend ist, dass sich über das Profil zwischen U-Halle und der Bebauung Käfertal-Süd nun ein Kaltluftvolumenstrom von ca. 7.980 m³/s (= 79% des Gesamtvolumenstroms) in Richtung Westen bewegt. Zwischen U-Halle und Straßenzug Wingerstbuckel strömt noch ein Kaltluftvolumenstrom von ca. 2.086 m³/s (= 21%) nach Westen. Die neugeschaffene freie Zugbahn zwischen dem Freiraumgefüge östlich des Spinelli-Geländes und dem neuen Freiraum Spinelli stärkt somit in bedeutendem Maße die klimaökologische Gunstwirkung des Grünzugs Nordost.

Als strömungsgünstig ist die Ausformung der verbleibenden geschlossenen Gebäudeelemente der U-Halle zu bewerten.

Im Bereich des Profils B – B* westlich des Kasernengeländes-Süd ist ein Kaltluftvolumenstrom von ca. 2.445 m³/s zu bilanzieren (Ist-zustand = 2.400 m³/s). Die bauliche Neuordnung ist zusammen mit den begleitenden grünordnerischen Maßnahmen somit derart gestaltet, dass sich trotz baulicher Verdichtung keine klimaökologische Negativwirkung einstellt.

Der geplante Weiher in der Au zeigt auf die lokale Kaltluftbilanz keine gravierenden Einflüsse, was u.a. damit zusammenhängt, dass sich die Wasserfläche bei vorherrschenden Nordostwinden im Lee der Geländekante befindet.

Dort entwickelt sich bereits im Ist-Zustand in erhöhtem Maße ein Kaltluftstagnationsbereich, der auch durch das in Sommernächten im Vergleich zu Wiesen- und Landwirtschaftsflächen „warme“ Gewässer nicht auflöst wird.

Thermisch vorteilhaft ist, dass das Gewässer naturnah gestaltet (z.B. schmaler Röhrichtgürtel im Bereich der Flachwasserzone) und ohne größere versiegelte Randflächen in die Au-Landschaft eingebunden ist.

Auch die Anschüttung/Rampe im Bereich des Straßenzugs Am Aubuckel tritt im Kaltluftströmungsgeschehen nicht gravierend hervor. Die aus östlichen Richtungssektoren zuströmende Kaltluft gleitet über die Anschüttung hinweg, wodurch sich im Lee geringfügige Beschleunigungen ergeben.

Im Bereich der modifizierten Kleingartenanlagen im Süden der Au sind keine auffallenden Kaltluftströmungsveränderungen zu verzeichnen. Die erhöhte Rauigkeit und die leicht geringere Kaltluftproduktivität über dem neuen Kleingartengelände wird vom vermehrten Kaltluftvolumenstrom über das Spinelli- ausgeglichen.

Bei den Anlagen der Kleingärten wird davon ausgegangen, dass die Zuwege zu den einzelnen Parzellen in Form von Schotterrasen angelegt werden.

Im Bereich der baulichen Arrondierung Käfertal-Süd ist durch den geplanten Hochbau mit einem Verlust an Kaltluftvolumen (**Abbildung 13.2**) zu rechnen. Wie **Abbildung 12.1** zeigt, ermöglichen die gewählte Baustrukturen jedoch ein Einsickern der Kaltluft aus dem neuen Freiraumgefüge „Weite Mitte“, so dass in der Bestandsbebauung keine gravierenden Veränderungen zu bilanzieren sind. Von hoher Bedeutung ist dabei, dass die Freizone (Sportgelände) südlich des Joseph-Bauer-Hauses auch langfristig als Grünfläche erhalten bleibt. Sie bildet eine klimatisch wirksame Verknüpfung zum klimaökologischen Gunstpotenzial der „Weiten Mitte“.

4.1.3 Zusammenfassendes Kurzfazit

Die durchgeführten numerischen Modellrechnungen zu den lokalen nächtlichen Kaltluftbewegungen belegen die klimaökologischen Gunsteffekte des aktuellen Planungsentwurfs 2018. Die Freiraum-/Grünplanung des Büros RMP STEPHAN LENZEN LANDSCHAFTSARCHITEKTEN orientiert sich in deutlicher Weise an den klimaökologischen Zielvorgaben (siehe ÖKOPLANA 2013). Damit wird eine stadtklimatisch bedeutsame Aufwertung des Grünzugs Nordost erzielt. Die flurwindartigen Kaltluftbewegungen zwischen dem östlichen Freiraumgefüge und der Feudenheimer Au werden in wirksamer Weise intensiviert. Der Kaltluftvolumenstrom steigt auf Höhe der Talstraße um ca. 11.2% an, womit die Zielvorgabe von Seiten der Klimaökologie erfüllt wird.

Die geplante Anschüttung/Rampe Am Aubuckel beeinträchtigt den Kaltluftstrom in keiner nennenswerten Weise.

Auch der geplante Weiher und die teilweise Verlagerung der Kleingärten in der Feudenheimer Au in Richtung Osten zeigen keine negativen Effekte auf die lokalen Kaltluftbewegungen.

Das verbleibende Gewerbegebiet an der Talstraße bildet zusammen mit dem potenziellen Grünen Betriebshof und der städtebaulichen Neuordnung „Wingertsbuckel“ zwar einen strömungsdynamischen/thermischen Störfaktor, durch die Intensivierung der Kaltluftdynamik zwischen den U-Hallenfragmenten und der Randbebauung Käfertal-Süd sind diese jedoch als akzeptabel einzustufen.

4.2 Großflächige Modellrechnungen zu den lokalen Belüftungsverhältnissen

Wie die Ergebnisse von Windmessungen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld belegen (siehe ÖKOPLANA 2013), zeichnen sich bebaute Gebiete im Vergleich zum unbebauten Freiland durch eine Veränderung des horizontalen und vertikalen Windfeldes aus. Die Gründe hierfür sind nach KUTTLER (2004) sowohl in der größeren Bodenreibung durch die bauliche Strömungshindernisse zu sehen als auch in der Beeinträchtigung des Luftdruckfeldes durch die städtische Wärmeinsel. Zu den Charakteristika der Luftströmung in Siedlungsgebieten zählen u.a.:

- niedrigere Windgeschwindigkeiten,
- häufigeres Auftreten von Windstillen,
- eine durch die Feingliederung der Oberfläche vorgegebene, meist starke Beeinflussung der Windrichtungen als Folge der Kanalisierung durch Straßenzüge.

Ergeben sich in Stadtteilbereichen großflächig (Flächengröße ca. > 1 ha) windabgeschwächte Zonen, so hat dies Auswirkungen auf die bioklimatischen Umgebungsbedingungen.

Nachfolgend werden daher mit Hilfe großflächiger Modellrechnungen im 10 m-Raster die lokalen Modifikationen bzgl. der allgemeinen Belüftungsverhältnisse durch die geplanten Bau- und Freiflächenstrukturen aufgezeigt.

Die Modellrechnungen⁵ beschränken sich auf solche Situationen, bei denen mit den größten Auswirkungen auf die nähere Umgebung des Planungsgebietes zu rechnen ist.

Die Modellrechnungen werden jeweils (Ist-Zustand und Plan-Zustand 2018) für einen Gebietsausschnitt von 2.000 m in West-Ost-Richtung und 1.700 m in Süd-Nord-Richtung (inkl. Randzellen) durchgeführt. Die Modellhöhe beträgt 70 m. Die ergänzte Randbebauung wurde dem neuen Planentwurf von 2018 entnommen. Den Geschossen wurde jeweils eine Höhe von 3.5 m zugeordnet (Beispiel: 3-geschossige Bebauung → Gebäudehöhe 10.5 m).

⁵ Die Modellrechnungen für das Ventilationsgeschehen wurden mit dem mikroskaligen, prognostischen Rechenprogramm MISKAM durchgeführt.

Für jeweils relevante Situationen werden die Windfelder in Horizontalschnitten mittels Isotachen und Windvektoren dargestellt. Die Schnitte geben die mittlere Windgeschwindigkeit für eine 1 m mächtige Luftschicht (Höhe ± 0.5 m) wieder. Während aus der flächigen Isotachendarstellung Bereiche bestimmter Windgeschwindigkeiten⁶ zu entnehmen sind, geben die Pfeile der Vektordarstellung die Strömungsrichtung wieder.

4.2.1 Luftströmungen aus südsüdwestlichen Richtungen

Als konstante Randbedingung wird zunächst eine Luftströmung aus Südsüdwesten gewählt, um den Einfluss des Grünzugs Nordost und der potenziellen Randbebauung Käfertal-Süd auf die Belüftung von Käfertal/Im Rott zu bestimmen. Als Strömungsgeschwindigkeit wird für eine windschwache Situation am Tag ein Wert von 2.0 m/s (10 m ü.G.) gewählt. Laut der mehrjährigen Windrichtungsverteilung (siehe ÖKOPLANA 2013) ist im Jahresverlauf an ca. 10% der Stunden mit Luftströmungen aus südsüdwestlichen Richtungssektoren zu rechnen.

Ist-Zustand (Abbildung 14.1):

Die **Abbildung 14.1** zeigt das berechnete Windfeld (Tagsituation) in einer Höhe von 2 m ü.G. Die Einfriedung der Spinelli-Barracks findet keinen Eingang in die Berechnungen.

Deutlich erkennbar sind auf dem Bild des Ist-Zustandes die Luv- und Leeeffekte von Gebäuden in Planungsumfeld sowie die windabbremsende von größeren Gehölzflächen.

Die im bodennächsten Luftraum (2 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 1.4 und 1.6 m/s reduzierte Windgeschwindigkeit wird durch höhere Vegetationsbestände und bauliche Strömungshindernisse weiter abgeschwächt. So wird die mittlere Windgeschwindigkeit über dem Kleingartengelände Sellweiden / Feudenheimer Au durch die Oberflächenrauigkeit der Gärtenhäuser und Vegetationsbestände auf unter 0.5 m/s reduziert.

Auch im Bürgerpark östlich der Talstraße führt der Baumbestand sowie die Geländemodellierung kleinräumig zu einer Abschwächung der Belüftung.

⁶ Die Windgeschwindigkeiten werden in Geschwindigkeitsklassen eingeteilt, welchen bestimmte Farben entsprechen - Rot für höhere Geschwindigkeiten bis Blau/Lila für niedrige Werte.

Im Bereich der Spinelli-Barracks wird die Windgeschwindigkeit in Bodennähe (2 m ü.G.) durch die Kasernenbauten und –hallen punktuell herabgesetzt. Die Lee-Wirkung der einstöckigen Hallen reicht nur unwesentlich über das Kasernengelände hinaus, so dass die Belüftungssituation am Südrand von Käfertal insgesamt als günstig zu bezeichnen ist. Die Randbebauung ist überwiegend durchströmbar gestaltet, so dass bei Südsüdwestwinden insbesondere zwischen Deidesheimer Straße/St.-Hildegard-Kirche und Ida-Dehmel-Ring/Wohngebiet Im Rott Belüftungseffekte weit in die Bebauung hinein wirken können. In den Sommermonaten wird hierdurch am Tag die Neigung zu Wärmetaus mit erhöhter bioklimatischer Belastung deutlich abgeschwächt.

Plan-Zustand 2018 (Abbildungen 14.1 und 14.3):

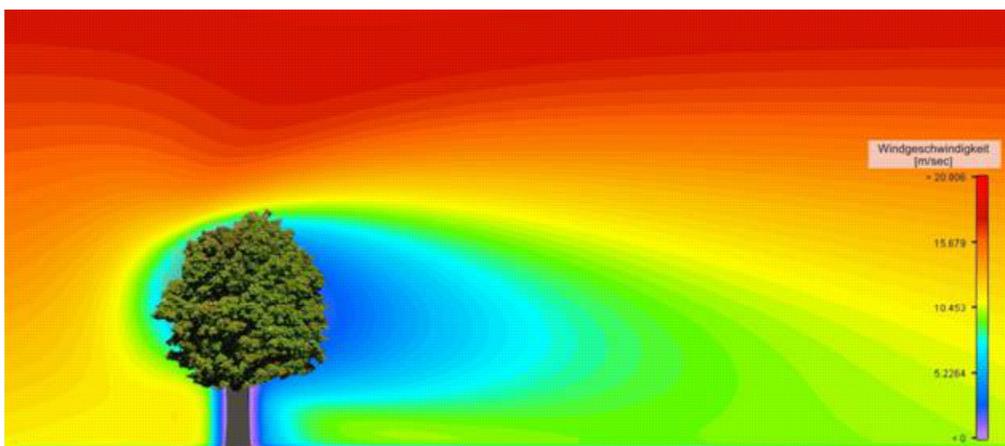
Die prognostischen Strömungssimulationen für den aktuellen Plan-Zustand 2018 dokumentieren die Veränderung des bodennahen Windfeldes durch die angestrebte Flächennutzungsänderung. Der Planungsentwurf 2018 sieht einen Rückbau des Kasernengeländes vor, so dass zwischen neuem Grünen Betriebshof an der Talstraße und der baulichen Arrondierung Käfertal-Süd eine Freizone mit einer Breite von ca. 570 m geschaffen wird, in der allein Fragmente der U-Halle verbleiben. In Richtung Westen weitet sich der neue Grünzug auf dem Spinelli-Areal auf über 700 m auf (inkl. der Parkschalen im Bereich Käfertal-Süd).

Wie anhand der Differenzendarstellung zwischen Ist- und Plan-Zustand verdeutlicht wird (**Abbildung 14.3**), nimmt die Intensität der Belüftung auf dem „freigeräumten“ Kasernengelände großflächig deutlich zu (> 50%), was sowohl bioklimatisch als auch lufthygienisch positiv zu bewerten ist.

Im Bereich des angedachten Grünen Betriebshofs stehen durch modifizierte Bebauungsstrukturen kleinräumigen Windabschwächungen Windbeschleunigungen gegenüber, so dass sich hieraus nur geringe Änderungen der Belüftungsintensität ergeben. Sie beschränken sich im Wesentlichen auf das Betriebsgelände. Die relative Tieflage des Grünen Betriebshofs ist dabei strömungsdynamisch als vorteilhaft einzustufen. Die Barrierewirkung in Bodennähe (2 m ü.G.) wird wirksam minimiert.

Auch die städtebauliche Neuordnung „Wingertsbuckel“ zeigt günstige Belüftungsverhältnisse. Mittlere Windgeschwindigkeiten unter 0.5 m/s bleiben auf die unmittelbaren Gebäudeleelagen begrenzt.

Die baulichen Arrondierungen Käfertal-Süd in Form von offener Blockrandbebauung führt im neu überbauten Planungsgebiet gegenüber dem Ist-Zustand zwar zu deutlichen Windgeschwindigkeitsminderungen, eine großflächige Neigung zu Luftstagnation (mittlere Windgeschwindigkeit unter 0.2 m/s) wird jedoch weitgehend unterbunden. Die Parkschale mit den geplanten Baumbeständen bewirkt örtlich zwar eine leichte Geschwindigkeitsreduktion, bildet aber mit der gewählten Dichte kein gravierendes Strömungshindernis. Wie **Grafik 1** aufzeigt, bewirkt die belaubte Baumkrone im Leebereich zwar eine deutliche Windabschwächung, der Stammraum bleibt allerdings weitgehend winddurchlässig. Der Baumstamm wird ohne weitreichende Bremswirkung umströmt. Bedeutsam ist somit für die Parkschale, dass im Bereich umfangreicher Baumpflanzungen keine zusätzlichen bodentiefe Sträucher und Hecken angepflanzt werden. Bei Einzelbäumen (bspw. im Bereich der „Weiten Mitte“) ist eine Kombination aus klimaökologischer Sicht vorstellbar.



Grafik 1: Hinderniswirkung eines Einzelbaums – Ergebnis numerischer Modellrechnungen.
© Institut für Hydromechanik – KIT Karlsruhe, Prof. Dr. Bodo Ruck (Leiter der Arbeitsgruppe Gebäude- und Umweltaerodynamik).

Die Grünachse „Im Rott“ bleibt als Ventilationsachse mit intensiviertem bodennahen Luftaustausch erhalten.

Als günstig ist auch der Verzicht auf eine verdichtete Randbebauung auf Höhe der Grünfläche/Sportfläche südöstlich der St.-Hildegard-Kirche zu bewerten. Die Verbindung der ca. 30 – 40 m breiten öffentlichen Grünfläche zwischen St. Ingberter Straße und Deidesheimer Straße als bebauungsinterne Ventilationsachse mit dem neu entwickelten Freiraumgefüge „Spinelli“ wird gesichert, wodurch in der Bestandsbebauung eine nachhaltige Schwächung der bodennahen Belüftung unterbunden wird.

Der Verzicht auf eine geschlossene Blockrandbebauung nördlich des Sportplatzgeländes (in **Abbildung 2**, die noch das Planungskonzept Käfertal-Süd von 2015 zeigt, ist im Süden ein noch geschlossener Blockrand eingetragen) ist im aktuellen Planungsvorschlag vorteilhaft. Hierdurch wird die strömungsdynamische Gunstwirkung der „Grüninsel Sportfläche“ auch nach Norden hin (Dürkheimer Straße) wirksam.

Die offene Baublockstruktur südöstlich der Wachenheimer Straße führt bei häufig vorherrschenden Südsüdwestwinden in der bestehenden Wohnbebauung zwischen Wachenheimer Straße und Dürkheimer Straße zu keiner gravierenden Abschwächung der Belüftung gegenüber dem Ist-Zustand. Die solitären Hochbauten mit bis zu 10 Geschossebenen bilden bei der gewählten Lage und Baufelddimension keine gravierenden Strömungshindernisse. Hier kann es allenfalls bei kräftigen Winden zu unangenehmen Zugscheinungen kommen.

Die Rampe Am Aubuckel bewirkt keine auffallenden Strömungsmodifikationen. Hier überwiegen bereits im Planungsnullfall die Windabschwächungen durch den straßenbegleitenden Gehölzbestand.

In der Feudenheimer Au bleiben die günstigen Belüftungseffekte erhalten.

4.2.2 Luftströmungen aus nordnordwestlichen Richtungen

Laut der mehrjährigen Windrichtungsverteilung ist im Jahresverlauf entlang des Grünzugs Nordost an ca. 9% der Stunden mit Luftströmungen aus nordnordwestlichen Richtungen zu rechnen.

Ist-Zustand (Abbildung 15.1):

Die **Abbildung 15.1** veranschaulicht, dass im Bereich der Spinelli Barracks die bodennahe Windgeschwindigkeit bei vorherrschenden Nordnordwestwinden von ca. 1.2 m/s in freien Lagen (2 m ü.G.) auf ca. 0.6 m/s (= 50%-ige Reduktion) abgesenkt ist. Die Abstandsfläche des Kasernengeländes mit Bebauung zur Wohnbebauung Käfertal von min. 100 m ermöglicht eine ausreichende Entlüftung der Wohnbauflächen nach Süden. Stauwirkungen sind nicht zu bilanzieren.

Plan-Zustand 2018 (Abbildungen 15.1 und 15.3):

Durch die potenzielle bauliche Arrondierung Käfertal-Süd verschiebt sich der Übergang Wohnbebauung – Freiraum zwischen Ida-Dehmel-Ring und Völklinger Straße um ca. 50 – 125 m nach Süden.

Bei Berücksichtigung möglicher Gebäude mit 5 – 10 Geschossebenen (GH ~ 17.5 – 35 m) und der Parkschale am Südrand des Arrondierungsgebiets reichen deren Lee-Effekte ca. 70 – 200 m (2 m ü.G.) in den Grünzug Nordost hinein.

Im verbleibenden Freiraum des neu gestalteten Grünzugs Nordost - „Spinelli-Park“ – steigt die mittlere Windgeschwindigkeit gegenüber den Ist-Zustand großflächig deutlich an.

Klimaökologisch vorteilhaft ist die Beibehaltung einer markanten Grünzäsur im Bereich des Sportgeländes TV Käfertal zwischen Völklinger Straße und Deidesheimer Straße. Sie fungiert strömungsdynamisch weiterhin als Bindeglied zwischen Bebauung Käfertal und Grünzug Nordost.

Insgesamt ist die bauliche Arrondierung derart strukturiert, dass der neu ergänzte Grünzug als Klimameliorationsraum wirksam werden kann. Innerhalb der Bestandsbebauung bleibt die Entlüftung in ausreichendem Maße gewahrt. Eine vermehrte Neigung zu Luftstagnation ist nicht zu bilanzieren.

Die angedachte Geländemodellierung Am Aubuckel ist aus strömungsdynamischer Sicht unproblematisch. Hier stellen sich nur bandförmig leichte Windabschwächungen ein.

Auch der geplante Grüne Betriebshof und die städtebauliche Neuordnung „Wingertsbuckel“ führt im Vergleich zum Ist-Zustand zu keiner relevanten Windabschwächung. Allein im Straßeneinmündungsbereich Talstraße lassen sich in Richtung Feudenheim Windabschwächungen bilanzieren. Die Kleinräumigkeit dieses Effektes lässt keine auffallenden klimatischen und lufthygienischen Negativeffekte erwarten (z.B. Luftstagnation). Eine vertiefende Detailbetrachtung erfolgt noch in Kap. 4.4

4.2.3 Luftströmungen aus östlichen Richtungen

Mit Winden aus ostnordöstlichen bis östlichen Richtungssektoren ist im Untersuchungsgebiet an ca. 7% der Stunden zu rechnen.

Ist-Zustand (Abbildung 16.1):

Die großflächigen Strömungssimulationen zeigen die Verhältnisse für eine wind-schwache Tagsituation, bei welcher der Höhenwind im Bereich der Spinelli-Barracks nahezu parallel zum Grünzug Nordost weht. Die strömungsdynamischen Auswirkungen der Kasernenbauten/-hallen bleiben bei der vorgegebenen Situation weitgehend auf das Kasernengelände selbst begrenzt. In den Lee-Lagen der Gebäude sinkt die mittlere Windgeschwindigkeit von ca. 1.4 m/s auf unter 1.0 m/s. Günstig wirken sich die Stellflächen aus, die eine geringe aerodynamische Rauigkeit aufweisen.

Am Aubuckel bremsen die begleitenden Gehölzriegel die bodennahen Winde ab. Wenige Meter von der Hangkante entfernt steigen die mittleren Windgeschwindigkeiten über den Wiesen und Landwirtschaftsflächen jedoch wieder deutlich an. Im Bereich der Kleingärten ist aufgrund der z.T. dichte Vegetationsstrukturen (Hecken, Sträucher) die Belüftung in den bodennächsten Luftschichten reduziert.

Plan-Zustand 2018 (Abbildungen 16.2 und 16.3):

Durch die Schaffung eines durchgehenden Grünzugs Nordost - entsprechend der **Abbildung 2** - wird zwischen Käfertal und dem Straßenzug Am Wingertsbuckel großflächig die bodennahe Be- und Durchlüftung intensiviert. Dies wird anhand der Differenzendarstellung zwischen Plan-Zustand 2018 und Ist-Zustand verdeutlicht.

Diesen Gunsteffekten stehen Windabschwächungen im Bereich der angedachten baulichen Arrondierung Käfertal-Süd und am Grünen Betriebshof in der Talstraße und im Bereich der städtebaulichen Neuordnung „Wingertsbuckel“ entgegen. Diese räumlich eng begrenzte Barrierewirkung ist aus klimaökologischer Sicht zu akzeptieren.

Wie die Strömungssimulationen für den Planungsteilbereich Käfertal-Süd zeigen, nimmt die Windgeschwindigkeit im Bereich der weitgehend offenen Blockrandbebauung zwar deutlich ab, eine großflächige Neigung zu Luftstagnation (mittlere Windgeschwindigkeit unter 0.2 m/s) tritt jedoch nicht ein.

Hierbei macht sich die Sicherung von Freiräumen zur Querbelüftung (Im Rott, Sportplatzgelände im Bereich der St. Hildegard-Kirche) positiv bemerkbar. Gravierende negative Auswirkungen auf die Belüftung innerhalb der bestehenden Bebauung von Käfertal sind nicht zu bilanzieren.

Im Bereich der Feudenheimer Au bleiben die allgemein günstigen Belüftungsverhältnisse erhalten.

4.2.4 Zusammenfassendes Kurzfazit

Die durchgeführten numerischen Modellrechnungen zu den lokalen Belüftungsverhältnissen dokumentieren, dass mit dem aktuellen Planungsentwurf 2018 die örtlichen Belüftungsverhältnisse entlang des Grünzugs Nordost intensiviert werden, wodurch die allgemeine sommerliche Wärmebelastung reduziert wird. Die angedachten baulichen Arrondierungen berücksichtigen wesentliche klimaökologischen Zielvorgaben (siehe ÖKOPLANA 2013 / 2016A), wodurch in der Bestandsbebauung von Käfertal und Feudenheim der bodennahe Luftaustausch in erforderlicher Intensität erhalten bleibt. Die Ausbildung großflächiger Luftstagnationsbereiche innerhalb der Bebauung ist auf Grundlage der durchgeführten Strömungssimulationen nicht zu bilanzieren. Eine verfeinerte Detailbetrachtung kann dem Kap. 4.4 entnommen werden.

Auch in der Feudenheimer Au sind bei Realisierung des angestrebten Freiraum- / Grünkonzepts weiterhin ausreichende Belüftungsverhältnisse gegeben.

4.3 Großflächige Modellrechnungen zu den thermischen Umgebungsbedingungen

Zur großflächigen Bewertung der thermischen Folgeerscheinungen des Planungsentwurfs zur Entwicklung eines durchgängigen Grünzugs Nordost im Bereich „Spinelli Barracks“ werden nachfolgend die Ergebnisse von Modellrechnungen zu den thermischen Umgebungsbedingungen (Lufttemperaturfelder) analysiert, um daraus den Grad der möglichen thermischen Entlastung bzw. Zusatzbelastung im Planungsumfeld bewerten zu können.

Bei den 3-dimensionalen Modellrechnungen mit dem Modell ENVI-met wird über die Berechnung des Windfeldes und des Strahlungshaushaltes der Einfluss der Bebauung, versiegelter Oberflächen und unterschiedlicher Vegetationsstrukturen auf die Lufttemperatur (2 m ü.G.) bestimmt. Da sich die deutlichsten thermischen Differenzierungen im Allgemeinen in sommerlichen, windschwachen Strahlungsnächten einstellen, werden nachfolgend derartige Situationen geprüft und bewertet. Als Untersuchungszeitpunkt wird vergleichbar mit den Kaltluftströmungssimulationen der Zeitpunkt 02:00 Uhr gewählt. Die Rechenauflösung in der Horizontalen beträgt 10 x 10 m.

Wie der beispielhafte Tagesgang der Lufttemperatur an der DWD-Wetterstation Vogelstang für einen heißen Sommertag ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) zeigt (**Abbildung 17**), ist über den Freiflächen des Grünzugs Nordost zu diesem Zeitpunkt mit Lufttemperaturen um 19°C zu rechnen. Dieser Tagesgang ist Grundlage der Berechnungen.

Wie in ÖKOPLANA (2013) formuliert, muss es Ziel der neuen Planung sein, die bauliche Arrondierung im Bereich Käfertal-Süd derart zu gestalten, dass der davon ausgehenden Wärmeineffekt bzgl. seiner Intensität und räumlichen Ausdehnung gering bzw. eng begrenzt bleibt.

Im Sinne von Worst-Case-Szenarien werden Nachtsituationen mit Windanströmungen untersucht, bei denen die geplante Arrondierung Käfertal-Süd frontal angeströmt wird und mit deutlichsten thermischen Differenzierungen zwischen Freiräumen und Bebauung zu rechnen ist. Zudem wird eine typische Flurwind-situation analysiert.

4.3.1 Luftströmungen aus südsüdwestlichen Richtungen

Abbildung 18.1: Die Grafik zeigt die berechnete Lufttemperaturverteilung für den Ist-Zustand während einer windschwachen warmen Strahlungsnacht (02:00 Uhr) mit Südsüdwestwind 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

Im östlichen Teilbereich der Spinelli-Barracks, wo die Überbauung und Oberflächenversiegelung vergleichsweise großflächig ist, werden Lufttemperaturen zwischen ca. 21.5°C und 23.0°C simuliert. Vergleichbare Werte zeigen sich in der Bebauung Feudenheim und Käfertal im Nahbereich der Baukörper. In den Hausgärten und Grünflächen stellen sich hingegen Lufttemperaturen von ca. 19.5 – 21.5°C ein, was ihre klimaökologische Ausgleichswirkung unterstreicht. Östlich der Spinelli-Barracks und dem Gewerbegebiet Talstraße sinkt die Lufttemperatur über den Grünflächen auf unter 19.5°C. Zwischen östlichem Freiraumgefüge und Spinelli-Barracks werden max. Temperaturdifferenzen von ca. 4.0 – 4.5 K bestimmt, was mit den Ergebnissen der Lufttemperaturmessfahrten im Rahmen der Stadtklimauntersuchung von 2010 (ÖKOPLANA 2010) korrespondiert.

Im Westteil der Spinelli-Barracks ist die Wärmeinselbildung abgeschwächt. Mit den südsüdwestlichen Winden wird trotz des Geländesprungs Kaltluft aus der Au in Richtung Kasernenareal verfrachtet, wo sie zur Intensivierung der nächtlichen Abkühlung und damit zur Einengung der „Wärmeinsel“ Spinelli-Barracks beiträgt.

Abbildungen 18.2 und 18.3: Durch Schaffung neuer thermischer Gunstflächen (Grünflächen) auf dem Gelände der Spinelli Barracks ergeben sich im Plan-Zustand 2018 zusätzliche Kaltluftentstehungspotenziale, die bei vorherrschenden Südsüdwestwinden einen bedeutsamen Beitrag zur bioklimatischen Entlastung im Bereich Käfertal/Im Rott leisten. Trotz potenzieller Randbebauung Käfertal-Süd ist im vorliegenden Fall nördlich der Anna-Sammet-Straße gegenüber dem Ist-Zustand mit einem Temperaturrückgang um ca. 0.5 – 1.0 K zu rechnen.

Die Warmluftfahne der verbleibenden Spinelli-Bebauung (Wingertsbuckel, U-Hallenfragmente, Grüner Betriebshof) und des Gewerbegebietes Talstraße reicht bei der vorgegebenen Situation max. 180 m nach Norden. Die neu entwickelte barrierefreie Abstandsfläche zur Wohnbebauung Käfertal-Süd ist ausreichend dimensioniert, um eine Beaufschlagung der Wohnbebauung durch Warmluft aus dem Gewerbegebiet Talstraße / Spinelli-Gelände zu vermeiden.

Die geplante Bebauung zwischen Im Rott im Osten und Rüdesheimer Straße im Südwesten ist zusammen mit den Grünflächen derart strukturiert, dass die Wärmeinselausprägung gering bleibt und in der bestehenden Bebauung von Käfertal keine prägnante thermische Zusatzbelastung zu befürchten ist. Eine detaillierte Analyse erfolgt zusätzlich in Kap. 4.4.

4.3.2 Luftströmungen aus östlichen Richtungen

Anhand der **Abbildungen 17** (Ist-Zustand) und **18.1/18.2** (Plan-Zustand) zeigt sich die Veränderung des Lufttemperaturfeldes bei vorherrschenden Flurwinden aus östlichen Richtungen (80°).

Durch Schaffung eines durchgängigen Grünzugs wird das lokale Kaltluftentstehungspotenzial und die Kaltlufttransporteigenschaft des derzeitigen Spinelli-Geländes erheblich aufgewertet. Mit der Entwicklung großflächiger Grün- und Freiflächen auf dem Spinelli-Areal sinkt die Lufttemperatur im vorgegeben Fall vor Ort im Mittel um bis zu ca. 3.5 K. Dies bewirkt u.a., dass trotz baulicher Arrondierungen im Bereich Käfertal-Süd in der bestehenden Bebauung keine bedeutsamen großflächigen thermischen Zusatzbelastungen (> 2.0 K) zu erwarten sind.

Das verbleibende U-Hallenfragment bildet keinen gravierenden thermischen Störfaktor.

Die städtebauliche Neustrukturierung im südlichen Teil des Spinelli-Geländes (Wingertsbuckel / Grüner Betriebshof) lassen gegenüber dem Ist-Zustand ebenfalls keine bedeutsamen thermischen Zusatzbelastungen erwarten.

In der Feudenheimer Au bewirken die Wasserflächen keine nachhaltige Kaltluftvernichtung. Durch die naturnahe grünordnerische Ausgestaltung des Ufersaums und die vermehrte Zufuhr von Kaltluft aus dem „Spinelli-Park“ bleiben leichte Lufttemperaturerhöhungen (bis ca. 1 K) auf die unmittelbaren Wasserflächen begrenzt.

4.3.3 Zusammenfassendes Kurzfazit

Anhand der durchgeführten großflächigen Modellrechnungen zu den thermischen Umgebungsbedingungen wird verdeutlicht, dass der aktuelle Planungsentwurf des Büros RMP STEPHAN LENZEN LANDSCHAFTSARCHITEKTEN und die städtebaulichen Entwürfe für die Bereiche Käfertal-Süd, Wingertsbuckel und Grüner Betriebshof den klimaökologischen Zielvorstellungen weitgehend entsprechen. Durch die Schaffung eines durchgängigen Grünzugs auf dem Spinelli-Areal wird ein thermisch wirksames Gunspotenzial entwickelt, das die benachbarten Baustrukturen begünstigt. Trotz baulicher Arrondierungen bleibt in der Bestandsbebauung die vorhandene thermische Aufenthaltsqualität weitgehend gesichert. Dabei bilden die im Planungsentwurf berücksichtigten Grünflächen / Ventilationsachsen Im Rott sowie zwischen Völklinger Straße und Deidesheimer Straße wesentliche klimaökologische Gunsträume.

Die zusätzlichen Bauflächen bilden weitere bioklimatisch begünstigte Wohnbereiche.

Auch die städtebauliche Neuordnung im Süden des Spinelli-Geländes (Wingertsbuckel / Grüner Betriebshof) lassen gegenüber dem Ist-Zustand - bspw. in Feudenheim - keine bedeutsamen thermischen Zusatzbelastungen erwarten.

Eine Beibehaltung des Straßenzugs Am Aubuckel und die angedachte Rampe in Richtung Au ist unter thermischen Gesichtspunkten als unproblematisch einzustufen, da das von den Asphaltflächen ausgehende Wärmeband von den thermischen Ausgleichswirkungen des Grünzugs überprägt wird.

In der Feudenheimer Au ist mit den vorgelegten Grünstrukturen das lokale Kaltluftpotenzial gesichert. Die zusätzlichen Wasserflächen bewirken bei Umsetzung der angeregten naturnahen Uferbegrünung in sommerlichen Nächten keine auffallende Verzögerung der Luftabkühlung.

Auch die Verlagerung der Kleingärten und der Bau eines Radschnellwegs kann akzeptiert werden. Es ist davon auszugehen, dass die Gärten auch an heißen Sommertagen bewässert werden und dadurch in den Nachtstunden markante Kaltluftentstehungsflächen bilden. Der zusätzliche Wärmeeintrag über die befestigten Flächen des Radschnellwegs kommt durch das hohe örtliche Kaltluftentstehungspotenzial kaum zur Wirkung.

4.4 Verfeinerte Betrachtung der klimaökologischen Auswirkungen des vorgelegten Planungskonzepts 2018 auf die lokalen klimatischen Umgebungsbedingungen

Mit Hilfe räumlich hochaufgelöster mikroskaliger Modellrechnungen wird nachfolgend eine klimatische Detailanalyse des vorgelegten Plan-Zustands 2018 durchgeführt. Damit sollen bspw. die Funktionen von Gebäudeabstandsflächen und Grünstrukturen aufgezeigt werden.

Da verfeinerte mikroskalige Berechnungen mit den Modellen MISKAM und ENVI-met (im vorliegenden Fall 3 x 3 m Raster) bislang nur in räumlich begrenzten Untersuchungsgebieten mit vertretbarem Rechenaufwand durchgeführt werden können, wurde das Untersuchungsgebiet in vier Untersuchungsräume mit Flächengrößen von jeweils 720 x 720 m aufgeteilt (siehe **Abbildung 20**). Dargestellt wird jeweils eine Flächengröße von 600 x 600 m (in **Abbildung 20** die gestrichelt umrandete Fläche), da an den Rechenrändern modellbedingt Unschärfen auftreten.

Bei der Beurteilung der ortsspezifischen Belüftungsverhältnisse werden besonders relevante Tag- und Nachtsituationen begutachtet. Bei der Bewertung der thermischen Umgebungsbedingungen sind im vorliegenden Fall insbesondere die Nachtstunden (02:00 Uhr) von Interesse, da sich die flächennutzungsbedingten klimatischen Unterschiede („Wärmeinseleffekt“) besonders nach Sonnenuntergang deutlich ausprägen.

Für die Beurteilung der lokalen Belüftungseffekte und der thermischen Umgebungsbedingungen werden jeweils für die geplante bzw. bestehende Bebauung relevante Strömungsrichtungen vorgegeben.

Gegenüber der großflächigen Analyse ergeben sich bei den berechneten Wind- und Lufttemperaturfeldern Differenzierungen, da bei der Mikroanalyse die Flächennutzung im weiteren Umfeld außer Acht bleibt. Entscheidend bei der nachfolgenden Interpretation / Bewertung sind daher weniger die Absolutwerte, sondern die Relationen zwischen Ist- und Plan-Zustand

Details zu den Klimamodellen MISKAM (Vers. 6) und ENVI-met (Vers. 4.3.1) können folgenden Internetseiten entnommen werden:

<http://docplayer.org/73084289-Miskam-giese-eichhorn-umweltmeteorologische-software-handbuch-zu-version-6-im-auftrag-von-am-spielplatz-wackernheim-tel.html>

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

4.4.1. Untersuchungsraum 1 – Grüner Betriebshof, städtebauliche Neuordnung „Wingertsbuckel“

Wie in Kap. 3 bereits angeführt, ist westlich der Talstraße anstelle der vorhandenen langgestreckten Hallen und Stellplatzflächen der Bau eines „Grünen Betriebshofs“ geplant. Der Grüne Betriebshof soll in leicht in abgesenkter Höhenlage realisiert werden, so dass er über begrünte Wälle in die Landschaft eingebettet wirkt. Die erforderlichen Büro- und Sozialräume werden in einem 3-geschossigen Riegel auf der Südseite des Grundstücks bereitgestellt. Die Werkstätten sind in drei mit Holzfassaden und Gründach ausgebildeten Gebäuden untergebracht.

Im Bereich Wingertsbuckel (südlicher Teil der Spinelli Barracks) ist zur baulichen Neuordnung ein neues Wohnquartier geplant. Der vorliegende Planungsentwurf zeigt, dass vier Kasernengebäude am Wingertsbuckel erhalten werden und hierdurch eine abgeschlossene Anlage der Bestandsgebäude mit Quartiersplatz bilden. Die eingeschossigen Halle wird somit als Markthalle erhalten.

Nach Norden hin wird die Baustruktur mit 4-geschossigen Zeilenbauten und Punkthäusern ergänzt. Die dazwischenliegenden Freiräume sind parkartig durchgrünt. Östlich der Kasernengebäude am Wingertsbuckel sind drei 4-geschossige Zeilenbauten mit Laubengangerschließung parallel zur Straße angedacht.

4.4.1.1 Belüftungsverhältnisse

Bei vorherrschenden Schwachwinden (Kaltluftbewegungen) aus östlichen Richtungen (**Abbildungen 21.1, 21.2**) zeigt sich der Untersuchungsraum 1 im Ist-Zustand mäßig bis gut belüftet. Während im südlichen Teilbereich der Talstraße der dicht bepflanzte Wall des Bürgerparks sowie die 3-geschossigen Kasernenbauten zu einer recht deutlichen Abschwächung des bodennahen Luftaustausches (2 und 5 m ü.G.) führen, zeigt sich das Kasernenareal in Leelage zum Gewerbestandort Talstraße insgesamt gut belüftet. Hier machen sich die strömungsparallele Ausrichtung der Kasernenbauten sowie die großen Erschließungs- und Stellplatzflächen mit geringer Oberflächenrauigkeit positiv bemerkbar. Luftstagnationsbereiche mit mittlere Windgeschwindigkeiten unter 0.2 m/s sind allein in den unmittelbaren Gebäudeleelagen zu erkennen.

Mit der Realisierung der vorgelegten Planungen für den Grünen Betriebshof und das Wohnquartier am Wingertsbuckel (= Plan-Zustand) kommt es am Planungsstandort durch die verdichtete Bebauung zwar zu kleinräumigen Windabschwächungen, eine großflächige klimatische Zusatzbelastung durch vermehrte Luftstagnationstendenzen ist jedoch nicht zu bilanzieren (**Abbildung 21.3**). Die gewählte Ausrichtung der Neubauten sowie ihre Abstandsflächen zueinander sind bei vorherrschenden Ostwinden strömungsgünstig gewählt. Auch die leichte Absenkung des Grünen Betriebshofs macht sich positiv bemerkbar. Die Barrierewirkung der Gewerbefläche wird hierdurch räumlich eng begrenzt.

Die angedachten Grünstrukturen (Baumstellungen) können aus klimaökologischer Sicht ebenfalls unterstützt werden.

Bei vorherrschendem Wind aus nördlichen Richtungssektoren befindet sich die Ortslage Feudenheim im Lee des Untersuchungsraums 1.

Wie den **Abbildungen 22.1 – 22.3** für eine windschwache Nachtsituation zu entnehmen ist, stehen durch die geplante Flächennutzungsänderung kleinräumigen Windgeschwindigkeitserhöhungen in neuen Freizonen Windgeschwindigkeitsabschwächungen in Arealen mit verdichteter Bebauung gegenüber. In Richtung der Bestandsbebauung Feudenheim südlich des Straßenzugs Wingertsbuckel stellen sich daher nur in kleinflächiger Ausprägung Windgeschwindigkeitsreduzierungen ein. Sie sind auf die Windschatteneffekte der drei geplanten 4-geschossigen Zeilenbauten an der Ecke Wingertsbuckel / Talstraße zurückzuführen. Betroffen hiervon ist die Bebauung Wingertsbuckel 14 – 201, Talstraße 121, 123 sowie Adolf-Damaschke-Ring 79.

Der Grüne Betriebshof stellt auch bei vorherrschenden Nordwinden kein bedeutsames Strömungshindernis dar.

Herrschen am Tag etwas kräftigere Nordwinde (2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.) zeigen sich zwischen Ist- und Plan-Zustand in vergleichbaren Lagen Windgeschwindigkeitsmodifikationen (**Abbildungen 23.1 – 23.3**). Von der geplanten Bebauung im südlichen Teilgebiet der Spinelli Barracks gehen keine strömungsdynamischen Negativeffekte aus, die eine grundlegende Änderung der Planung erfordern. Aus klimaökologischer Sicht ist allein eine Planänderung im Bereich der drei geplanten 4-geschossigen Zeilenbauten an der Ecke Wingertsbuckel / Talstraße zu empfehlen. Hier könnte der Verzicht auf die südliche Gebäudezeile oder die Änderung der Gebäudekubtur zur Gestaltung einer zusätzlichen Platzsituation die Windschattenwirkung auf die Feudenheimer Bebauung südlich des Straßenzugs am Wingertsbuckel auffangen.

4.4.1.2 Lufttemperaturverhältnisse

Die Ergebnisse der mikroskaligen Modellrechnungen zur Lufttemperaturverteilung für den Ist- und Plan-Zustand (**Abbildungen 24.1** und **24.2**) dokumentieren, dass sich trotz der geplanten baulichen Neuordnung im südlichen Teil der Spinelli Barracks in stadtklimatisch besonders relevanten Strahlungsnächten eine Abschwächung der thermischen Belastung einstellt. Herrschen schwache nördliche Windbewegungen vor, bei der sich die Bebauung von Feudenheim im Lee des Kasernenareals befindet, macht sich die vermehrte Kaltluftzufuhr über das neue Freiraumgefüge im Umfeld der U-Halle bis nach Feudenheim positiv bemerkbar. Gegenüber dem Ist-Zustand werden bspw. im nördlichen Teilbereich des Adolf-Damaschke-Rings um ca. 0.4 – 1.2 K niedriger Lufttemperaturen berechnet.

Dies unterstreicht, dass auch die grünordnerische Ausgestaltung der Plangebietsflächen im Untersuchungsraum 1 in ausreichendem Maße den klimaökologischen Zielvorstellungen entspricht. Der Wechsel von begrüntem, baumüberstellten Flächen und versiegelten Platzstrukturen ermöglicht eine vielfältige Ausprägung unterschiedlicher Mikroklimata unter Ausschluss von Extremen.

4.4.2. Untersuchungsraum 2 – Käfertal-Süd zwischen Ida-Dehmel-Ring und Völklinger Straße

Der aktuelle Planungsentwurf zeigt südlich der Anna-Sammet-Straße zwischen Ida-Dehmel-Ring im Osten und der Freihaltetrasse Im Rott im Westen eine Reihung von 4- bis 8-geschossigen Baukörpern. Ihr vorgelagert ist die Parkschale mit einem Mix aus Baumgruppen und Offengrün.

In Richtung Völklinger Straße sind südlich und nördlich der Anna-Sammet riegeartige Blockrandabschlüsse, wie sie im Entwurf von 2017 noch vorgesehen waren, einer offenen Blockrandbebauung (4- bis 8-geschossig) gewichen. Sie sind zusätzlich durch N-S-gerichtete Erschließungswege gegliedert. Den Anschluss an die Bestandsbebauung im Norden bilden 3-geschossige (inkl. Staffelgeschoss) Reihenhauszeilen.

4.4.2.1 Belüftungsverhältnisse

In den **Abbildungen 25.1 – 25.3** sind in vergleichender Form die feingliedrig simulierten Belüftungsverhältnisse in Strahlungsnächten mit Ostwind (80°) dargestellt.

Im Ist-Zustand fungieren die Freiflächen zwischen den Kasernenbauten auf dem Spinelli-Gelände und der Bestandsbebauung nördlich der Anna-Sammet-Straße als Luftleitbahnen, über welchen die Kaltluft weitgehend ungestört nach Westen strömen kann.

Durch den Abriss der Kasernenbauten im Plan-Zustand wird diese Luftleitbahn in Richtung Süden deutlich verbreitert und gleichzeitig in Richtung Norden durch die geplante Randbebauung Käfertal-Süd eingeengt. Dies spiegelt sich auch in den Ergebnissen der Strömungssimulationen wider. Während im Plan-Zustand im südlichen Teilbereich des Untersuchungsraums 2 die bodennahe Strömungsgeschwindigkeit ansteigt, kommt es im Bereich der Neubebauung in nahezu vergleichbarer Intensität zu Windgeschwindigkeitsreduzierungen.

In der Bestandsbebauung im Norden ergeben sich im Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand keine wesentlich veränderten Belüftungsintensitäten.

Innerhalb der geplanten Neubebauung Käfertal-Süd zwischen Ida-Dehmel-Ring und Völklinger Straße zeigen sich die Blockinnenbereiche zwar recht wind-schwach (Windgeschwindigkeiten 2 m ü.G unter 0.2 m/s), die offenen Blockränder ermöglichen jedoch ihre Be- und Entlüftung, so dass Wärmestaus ausbleiben.

Die Anna-Sammet-Straße fungiert im Plan-Zustand als Strömungs- / Kaltluftleitbahn, wobei die einreihige Baumpflanzung auf der Nordseite kein gravierendes Strömungshindernis darstellt.

In der Parkschale sind im Bereich der angedachten Baumgruppen zwar kleinräumige Windgeschwindigkeitsreduzierung gegenüber dem Offenland zu bestimmen, die geplante dichte der Baumstellungen ist jedoch dazu geeignet, erforderliche bodennahe Luftaustauscheffekte zwischen dem Freiraumgefüge Grünzug Nordost und der Neubebauung Käfertal-Süd in ausreichendem Maße zu gewährleisten.

Bei am Tag häufig vorherrschenden Winden aus südsüdwestlichen Richtungen mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. (**Abbildungen 26.1 – 26.3**) wird die strömungsdynamische Positivwirkung des Abrisses der Kasernenbauten offenkundig. Wie anhand der Differenzendarstellung zwischen Ist- und Plan-Zustand gezeigt werden kann, nimmt über dem neuen Freiraumgefüge südlich des Planungsgebiets Käfertal-Süd die bodennahe Windgeschwindigkeit (2 m ü.G.) im Mittel um ca. 40% zu. Hiervon profitiert die geplante Randbebauung Käfertal-Süd. Insbesondere über die S-N-orientierten neuen Erschließungsstraßen kann das Wohnquartier mit seiner offenen Blockrandbebauung intensiv belüftet werden. Die Ausbildung großflächiger Bereiche mit deutlich eingeschränktem bodennahen Luftaustausch bleibt aus. Ungünstig stellen sich allein die Belüftungsverhältnisse im Baublock am Nordostrand des zentralen Quartiersplatzes dar. Der nach Süden geschlossene Blockrand unterbindet bei Winden aus südlichen Richtungssektoren eine intensive Belüftung des Blockinnenbereichs. Um an Sommertagen die thermische Belastung zu begrenzen, ist bei der Gestaltung des Blockinnenbereichs auf eine möglichst intensive Begrünung zu achten. Damit können zwischen den aufgeheizten Fassaden und den kühlen Grünflächen Mikrozirkulationen angeregt werden, die örtlichen Luftstagnationstendenzen entgegenwirken.

Die Belüftungsintensität innerhalb der Bestandsbebauung nördlich des neuen Quartiers Käfertal-Süd bleibt in ausreichendem Maße gesichert. Die nach Norden offene räumliche Verzahnung ohne geschlossene bauliche Querriegel in Ost-West-Richtung macht sich positiv bemerkbar.

Wie die **Abbildung 8** zeigt, wurden im Zuge des fortschreitenden Planungsprozesses zum Wohngebiet Käfertal-Süd zwischen 2017 und 2018 Planänderungen vorgenommen, um insbesondere günstige örtliche Belüftungseffekte zu sichern.

Um die Auswirkungen der Planänderung auf die Belüftungsverhältnisse zu dokumentieren, sind in **Abbildung 27** die Windgeschwindigkeitsdifferenzen zwischen den Plan-Zuständen 2017 und 2018 dargestellt. Sowohl bei vorherrschenden Ostwinden als auch bei Südsüdwestwinden ist eine auffallende Zunahme der bebauungsinternen Belüftungsintensität festzustellen, wovon bei Südsüdwestwinden auch die Bestandsbebauung im Bereich der Elisabeth-Blaustein-Straße profitiert.

4.4.2.2 Lufttemperaturverhältnisse

Die **Abbildungen 28.1 - 28.3** zeigen die nächtlichen Lufttemperaturfelder für den Ist- und Plan-Zustand bei vorherrschenden Ost- und Südsüdwestwinden.

Legt man den mikroskaligen Modellrechnungen Ostwinde (80°) zu Grunde, so wird deutlich, dass im Plan-Zustand der Bereich Käfertal-Süd in erheblichem Umfang von der Kaltluftbildung über dem „freigeräumten“ Spinelli-Areal profitiert.

Die Wärmeinselbildung im Bereich der Neubebauung ist deutlich eingeschränkt, wodurch auch deren zusätzliche Wärmeaura nur in geringer Intensität in der nördlich angrenzenden Bestandsbebauung wirksam wird.

Geht man von den angedachten Begrünungsmaßnahmen in den geplanten Straßenräumen und Blockinnenbereichen aus, werden sich thermische Verhältnisse einstellen, die heute im Bereich der Elisabeth-Blaustein-Straße zu erfassen sind. Die örtlichen Lufttemperaturverhältnisse werden trotz zusätzlicher Randbebauung stabilisiert.

Herrschen in den Nachtstunden Südsüdwestwinde vor, wird im Plan-Zustand die über dem unbebauten Spinelli-Areal (südlicher Teil des Untersuchungsraums 2) vermehrt gebildete Kaltluft im Plangebiet Käfertal-Süd wirksam. Südlich der Anna-Sammet-Straße ist hierdurch eine rasche Abkühlung zu erwarten, zu der auch die Kaltluftproduktion über der Parkschale beiträgt. Die dort anvisierte grünordnerische Gestaltung mit Baumgruppen in südlicher Verlängerung von Gebäuden und baumlosen Bereichen in südlicher Verlängerung von S-N-orientierten Wegen und Straßenzügen ist dabei als günstig einzustufen.

Eine Lufttemperaturzunahme ist im Plan-Zustand im Untersuchungsraum 2 auf Bereiche am Übergang Käfertal-Süd / Bestandsbebauung im Norden beschränkt. So werden bspw. über den Grünflächen südwestlich der Elisabeth-Blaustein-Straße bei vorherrschenden Südsüdwestwinden Lufttemperaturanstiege um ca. 0.4 – 1.2 K berechnet. Da hiervon keine thermischen Belastungsschwerpunkte betroffen sind, kann eine Temperaturzunahme in dieser Größenordnung aus klimaökologischer Sicht akzeptiert werden.

4.4.3. Untersuchungsraum 3 – Käfertal-Süd zwischen Völklinger Straße und Deidesheimer Straße

Im Untersuchungsraum 3, der sich von der Völklinger Straße im Osten bis zur Deidesheimer Straße im Westen erstreckt, wird die Grün-/Freifläche westlich der Völklinger Straße, wie im Klimagutachten von 2016 (ÖKOPLANA 2016A) ange-regt, nur randlich überbaut. Die bestehende Grünachse östlich der Deideshei-mer Straße findet somit weiterhin Anschluss an den Grünzug Nordost.

Zwischen Völklinger Straße, Sportplatz *TV Käfertal* und Dürkheimer Straße zeigt der aktuelle Planungsentwurf 2018 vorwiegend 4- bis 5-geschossige (inkl. Staf-felgeschoss) Bauweisen. Punktuell werden aber auch Gebäude mit 7, 8 und 10 Geschossen anvisiert. Sie bilden im Bereich der (offenen) Blockrandbebauung markante Bauwerke.

4.4.3.1 Belüftungsverhältnisse

Die Ergebnisse der mikroskaligen Modellrechnungen zur nächtlichen Belüf-tungssituation bei vorherrschenden Ostwinden (**Abbildungen 29.1 – 29.3**) las-sen erkennen, dass die Sicherung des zentralen Freiraumgefüges um den Sportplatz TV Käfertal von hoher klimaökologischer Bedeutung ist. Bei Ostwin-den, wie sie in Strahlungs Nächten häufig vorherrschen, bildet der Freiraum ein Windfeldregenerationsraum, über welchem die Windschatteneffekte der geplan-ten Neubebauung im Osten aufgefangen werden. Eine bedeutsame Abschwä-chung der Belüftungsintensität im Bereich der Bestandsbebauung an der Dei-desheimer Straße im Westen wird hierdurch unterbunden (siehe **Abbildung 29.3**).

Die geplante Bebauung östlich des Sportplatzes zeigt sich bei Ostwinden aus-reichend belüftet. Innerhalb der Blockinnenbereiche ist die bodennahe Windge-schwindigkeit zwar auffallend reduziert, durch die offene Blockrandgestaltung sind aber die notwendigen Luftmassenwechsel in ausreichender Intensität gesi-chert.

Der zentrale Quartiersplatz an der Völklinger Straße bildet eine funktionierenden Ventilationsfläche, was den Belüftungsverhältnissen in den abzweigenden Stra-ßenzüge zu Gute kommt.

Die grünordnerische Ausgestaltung der Parkschale ist auch in diesem Teilbe-reich des Planungsgebiets Käfertal-Süd zu unterstützen.

Zwar ist im Bereich der Bäume durch die Oberflächenrauigkeit der Baumkronen die mittlere Windgeschwindigkeit herabgesetzt, die verbleibenden baumlosen Flächen sind jedoch derart dimensioniert, um ausreichende Belüftungsintensitäten in der benachbarten Wohnbebauung zu sichern.

Die Belüftungssituation am Tag bei häufig vorherrschenden Südsüdwestwinden ist in den **Abbildungen 30.1 – 30.3** dokumentiert.

Auch hier zeigt sich die lokalklimatische Bedeutung des Freiraums „Sportplatz TV Käfertal“. Eine durchgängige Strömungsbarriere entlang des Planungsgebiets Käfertal-Süd wird unterbunden, so dass von der anvisierten Neubebauung in Richtung Bestandsbebauung keine gravierende Beeinträchtigung der bodennahen Belüftung ausgeht. Die berechneten Windgeschwindigkeitsreduktionen nördlich der Dürkheimer Straße bleiben eng begrenzt, wodurch die Ausbildung zusätzlicher großflächiger Luftstagnationsbereiche unterbleibt.

Bebauungsintern bilden die geplanten Straßen- und Wegenetze feingliedrige Ventilationsachsen, wobei das angedachte Straßenbegleitgrün kein gravierendes Strömungshindernis bildet.

Auch bei dieser Strömungssituation sind die Baumstellungen und die Baumdichte in der Parkschale derart gewählt, dass eine ausreichende Belüftung über den Grünzug Nordost nach Norden stattfinden kann.

Im Untersuchungsraum 3 wurden zwischen 2017 und 2018 im geplanten Wohngebiet Käfertal-Süd ebenfalls Planänderungen vorgenommen. Positiv macht sich insbesondere die veränderte Gebäudestellung zwischen Dürkheimer Straße im Norden und Sportplatzgelände im Süden bemerkbar. Während 2018 in diesem Bereich zwei N-S- ausgerichtete 3- und 4-geschossige Baukörper angedacht sind, war an dieser Stelle 2017 noch eine nach Süden geschlossene Blockrandbebauung mit 4 Geschossen geplant.

Wie **Abbildung 31** anhand von Differenzkarten zwischen den Planzuständen von 2017 und 2018 belegt, kann die Belüftungsintensität vor allem in Richtung Norden deutlich gesteigert werden, wodurch auch das Kaltluftpotenzial aus dem Freiraum „Sportplatz-TV Käfertal“ vermehrt nach Norden Wirkung zeigen kann.

4.4.3.2 Lufttemperaturverhältnisse

Anhand der **Abbildungen 32.1 - 32.3** werden die nächtlichen Lufttemperaturfelder für den Ist- und Plan-Zustand bei vorherrschenden Ost- und Südsüdwestwinden dokumentiert.

Herrschen in den Nachtstunden Ostwinde vor, zeigt sich im südlichen Teilbereich des Untersuchungsraums 3 deutlich die thermische Positivwirkung des begrünten Kasernenareals. Gegenüber dem Ist-Zustand werden um bis ca. 3.0 K niedrigere Lufttemperaturen berechnet. Durch den Warmlufteintrag über das Planungsgebiet Käfertal-Süd im Bereich der Völklinger Straße nimmt die Lufttemperatur über dem Sportplatzgelände TV Käfertal und in der Bebauung westlich der Deidesheimer Straße hingegen um ca. 0.8 – 1.2 K zu. Das resultierende Temperaturniveau entspricht jedoch weiterhin der ortstypischen Situation. Ein intensiverer Warmlufteintrag wird durch den verbleibenden Grünraum „Sportplatz TV Käfertal“ verhindert.

Legt man den mikroskaligen Modellrechnungen für die Nachtstunden Südsüdwestwinde (210°) zu Grunde, so ergibt sich aus dem Plan-Zustand in der Bestandsbebauung keine gravierende thermische Zusatzbelastung. Nördlich der Dürkheimer Straße bleibt die Lufttemperaturerhöhung in warmen Sommernächten auf ca. 1.0°C begrenzt. Eine gravierende Zunahme der bioklimatischen Belastung ist hieraus nicht abzuleiten.

4.4.4. Untersuchungsraum 4 – Käfertal-Süd zwischen Deidesheimer Straße und Rüdesheimer Straße

Im Untersuchungsraum 4 ist südlich der Wachenheimer Straße ein vielfältiger Mix aus 4- bis 6-geschossigen Mehrfamilienhäusern, 2- bis 4-geschossigen Einzel- / Reihenhäusern und markante Hochbauten mit 8 bzw. 10 Geschossebenen vorgesehen. Gegliedert wird die Bebauung durch begrünte Anger und Promenaden in Nordwest-Südost-Richtung. Mit dem gewählten baulich aufgelockerten Übergang sowohl zum Grünzug Nordost als auch zur Bestandsbebauung nördlich der Wachenheimer Straße wird den Vorgaben aus dem Klimagutachten von 2016 (ÖKOPLANA 2016A) gefolgt. Die Geschossigkeit geht über die Empfehlung aus dem Klimagutachten (max. 3-geschossige Bebauung) allerdings hinaus.

4.4.4.1 Belüftungsverhältnisse

Bei vorherrschenden Schwachwinden (Kaltluftbewegungen) aus östlichen Richtungen (**Abbildungen 33.1 – 33.3**) zeigt sich der Untersuchungsraum 4 im Ist-Zustand recht gut belüftet. Über den rauigkeitsarmen Stellplatz-/Wiesenflächen des Spinelli-Geländes südlich der Wachenheimer Straße kann die aus östlichen Richtungen zuströmende Kaltluft bodennah wirksam werden und in die benachbarte Bestandsbebauung einfließen.

Günstig ist auch die Belüftungssituation in der Wohnbebauung zwischen Wachenheimer Straße im Süden und Edenkobener Straße bzw. Maikammerstraße im Norden. Neben den NO-SW-verlaufenden Straßenzügen bilden auch die Hausgärten zwischen den straßenbegleitenden Hausreihen wirksame Belüftungsflächen.

Mit Realisierung des Plan-Zustands wird über dem neuen Freiraumgefüge „Spinelli“ die kaltluftbedingte Belüftungsintensität gesteigert. Wie die Differenzendarstellung in **Abbildung 33.3** aufzeigt, nimmt die Windgeschwindigkeit in der Höhenschicht 2 m ü.G. um ca. 0.1 – 0.7 m/s zu. Dem stehen allerdings in der neuen Parkschale und innerhalb der geplanten Neubebauung Windabschwächungen gegenüber. Die Baumpflanzungen und die Bebauung erhöhen die Oberflächenrauigkeit.

Die Baumgruppierungen in der Parkschale sind derart platziert, dass die Ausbildung eines durchgehenden Bandes mit geringen Windgeschwindigkeiten von weniger als 0.2 m/s unterbleibt. Damit bleiben erforderliche Ventilationseffekte in ausreichendem Maße gewährleistet.

Innerhalb der Neubebauung bilden bei vorherrschenden Ostwinden die Hausgärten und Anger wichtige Ventilationsflächen, über denen der Wind bodennah durchgreifen kann. Die im städtebaulichen Entwurf (**Abbildung 6**) vorgesehenen Baumpflanzungen im Angerbereich stehen dieser Funktion nicht entgegen.

Im Bereich der Bestandsbebauung nördlich der Wachenheimer Straße ergeben sich aus der Planung keine bedeutsamen Strömungsmodifikationen (siehe **Abbildung 33.3**). Die gegenwärtige Belüftungsintensität bei vorherrschenden Ostwinden bleibt gesichert.

Auch am Tag bleibt im Plan-Zustand in der Bestandsbebauung bei häufig vorherrschenden Südsüdwestwinden die derzeitige Belüftungsqualität erhalten. Wie die **Abbildungen 34.1 – 34.3** aufzeigen, ist in der geplanten Wohnbebauung südlich der Wachenheimer Straße gegenüber dem unbebauten Ist-Zustand zwar mit einer deutlichen Reduktion der bodennahen Windgeschwindigkeit zu rechnen, durch die recht locker gestaltete Bebauung (Planung) entlang der Wachenheimer Straße ist die Lee-Wirkung der Neubebauung jedoch räumlich eng begrenzt.

Innerhalb des Planungsgebiets bilden die Erschließungsstraßen / Anger sowie die Hausgärten wirksame Ventilationsachsen, so dass windschwache Gebäudeleebereiche mit windstärkeren Freiflächen durchsetzt sind. Eine negativ zu wertende Ausbildung großflächiger Luftstagnationsbereiche (mittlere Windgeschwindigkeit unter 0.2 m/s) unterbleibt.

Im Untersuchungsraum 4 wurden zwischen 2017 und 2018 im geplanten Wohngebiet Käfertal-Süd ebenfalls Planänderungen vorgenommen (vgl. **Abbildungen 6** und **8**). Die Bebauung wurde an den Übergängen zur Bestandsbebauung durchlässiger angelegt, woraus sich im Planungsgebiet kleinräumige Positiveffekte ergeben – siehe **Abbildung 35**.

4.4.4.2 Lufttemperaturverhältnisse

In den **Abbildungen 36.1 – 36.3** sind die nächtlichen Lufttemperaturfelder für den Ist- und Plan-Zustand bei vorherrschenden Ost- und Südsüdwestwinden dargestellt.

Bei vorherrschenden Ostwinden (Kaltluftsituation mit Flurwindeffekten entlang des Grünzugs Nordost) ist im neuen Freiraumgefüge „Spinelli“ (Plan-Zustand) gegenüber dem Ist-Zustand mit deutlich niedrigeren Lufttemperaturen zu rechnen. Durch die Schaffung neuer Grünstrukturen wird die örtliche Kaltluftbildung gestärkt. Die neugeschaffenen Parkschalen unterstützen diesen Prozess. Innerhalb der geplanten Wohnbebauung südlich der Wachenheimer Straße ist bei der vorgegebenen Situation (warme Sommernacht) hingegen mit einer Lufttemperaturerhöhung um ca. 0.8 – 1.8 K zu rechnen. Damit wird dort ein Lufttemperaturniveau erreicht, wie es derzeit zwischen Deidesheimer Straße und Maikammerstraße anzutreffen ist. Das ortstypische Lufttemperaturniveau wird somit nicht überschritten.

In der Bestandsbebauung kommt es gegenüber dem Ist-Zustand nördlich der Wachenheimer Straße zwischen Bäckerweg, Leistadter Straße und Rüdeshheimer Straße zu einem Lufttemperaturanstieg von ca. 0.8 – 1.2 K. Hier macht sich die Wärmefahne der Neubebauung bemerkbar.

Bestimmen in den Nachtstunden Südsüdwestwinde das lokale Klimageschehen, ist im Plan-Zustand die Bebauung nördlich der Wachenheimer Straße zwischen Bäckerweg und Deidesheimer Straße von einer Temperaturbeaufschlagung betroffen. Gegenüber dem Ist-Zustand steigt die Lufttemperatur in Sommernächten um ca. 0.4 – 1.6°C an. Das Temperaturniveau entspricht dann der heutigen Situation nördlich der Edenkobener Straße und ist somit ebenfalls noch als ortstypisch einzustufen.

Die z.T. baumüberstellte Parkschale ist als Kaltluftentstehungsgebiet zu bewerten und trägt zusammen mit den Freiflächen über dem Grünzug Nordost zur günstigen Gestaltung der thermischen Umgebungsbedingungen im Untersuchungsraum 4 bei. Innerhalb der Neubebauung bilden die Hausgärten Lufttemperatursenken, wohingegen versiegelte Straßen und Wege über ihre nächtliche Wärmeabstrahlung zur Wärmeinselnbildung beitragen.

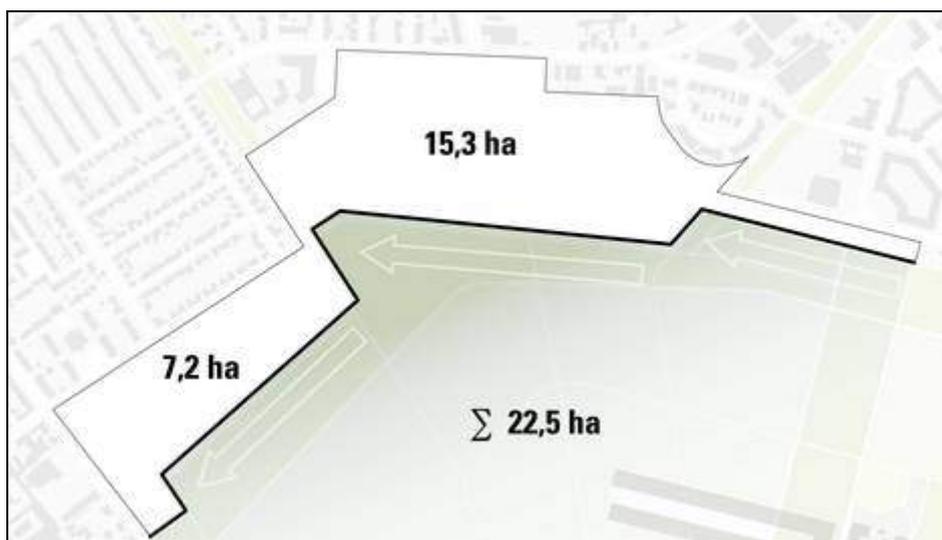
5 Zusammenfassung, klimaökologische Bewertung und Planungsempfehlungen

Die Stadt Mannheim plant mit Hilfe einer Bundesgartenschau im Jahr 2023 die Konversionsfläche „Spinelli Barracks“ neu zu gestalten und in den Grünzug Nordost, der sich von den Vogelstang-Seen/Freiraum zwischen Feudenheim und Wallstadt über die Au, das Kleingartengelände Sellweiden, den Sportpark Pfeifferswörth, den Neckar/Maulbeerinsel und den Luisenpark bis in die Innenstadt von Mannheim erstreckt, zu integrieren.

Aktuell bildet das Kasernenareal der Spinelli Barracks mit seinen zahlreichen versiegelten Stellplatzflächen und Hallenbauten innerhalb des Grünzugs Nordost eine strömungsdynamisch (erhöhte Oberflächenrauigkeit) und thermisch („kleinräumige Wärmeinsel“) negativ wirkende Barriere.

Zur Entwicklung des Grünzugs Nordost wurde vom Büro RMP STEPHAN LENZEN ein Masterplan vorgelegt (**Abbildung 2**), der neben der neuen landschaftsplanerischen Gestalt im Zentrum des Spinelli-Geländes auch den südlichen Randbereich von Käfertal (Käfertal-Süd) und das südliche Kasernenareal am Wingertsbuckel / Talstraße umfasst.

Der in das Planungskonzept eingebundene städtebauliche Entwurf „Käfertal-Süd“ des ARCHITEKTURSTUDIOS WESSENDORF (**Abbildung 6**) zur Ergänzung der Bestandsbebauung am Nordrand des Grünzugs umfasst eine Fläche von ca. 22,5 ha und sieht einen vielfältigen Mix aus unterschiedlichen Wohn- und Freiraumformen vor (siehe **Grafik 2**).



Grafik 2: Planungsgebiet Käfertal-Süd mit Flächengrößen. Grafikentwurf: Studio Wessendorf.

Westlich der Talstraße ist anstelle der vorhandenen langgestreckten Hallen und Stellplatzflächen der Bau eines „Grünen Betriebshofs“ geplant. Nach Plänen des Architekturbüros MWM+STARKE /GREENBOX LANDSCHAFTSARCHITEKTUR soll der Betriebshof in abgesenkter Höhenlage realisiert werden, so dass er über begrünte Wälle in die Landschaft eingebettet wirkt. Die erforderlichen Büro- und Sozialräume werden in einem 3-geschossigen Riegel auf der Südseite des Grundstücks zusammengefasst. Die Werkstätten sind in drei mit Holzfassaden und Gründach ausgebildeten Gebäuden untergebracht.

Im Bereich Wingertsbuckel (südlicher Teil der Spinelli Barracks) soll zur baulichen Neuordnung ein neues Wohnquartier entstehen. Der Entwurf von ASP ARCHITEKTEN GMBH / KOEBER LANDSCHAFTSARCHITEKTUR sieht vor, dass vier Kasernengebäude am Wingertsbuckel erhalten werden und damit eine abgeschlossene Anlage der Bestandsgebäude mit Quartiersplatz bilden. Die eingeschossigen Halle wird somit als Markthalle erhalten.

Nach Norden hin wird die Baustruktur mit 4-geschossigen Zeilenbauten und Punkthäusern ergänzt. Die dazwischenliegenden Freiräume sind parkartig durchgrünt. Östlich der Kasernengebäude am Wingertsbuckel sind drei 4-geschossige Zeilenbauten parallel zur Straße vorgesehen.

Nachdem mit den Klimagutachten vom 25.10.2013, 14.01.2016 und 31.05.2017 bereits erste Planungsentwürfe und Planungsvarianten klimaökologisch bewertet wurden, sollen auf Grundlage der aktuellen Planungen im Rahmen der vorliegenden Klimaanalyse nachfolgende Punkte bearbeitet werden:

- Analyse von klimaökologischen Auswirkungen des aktuellen Gesamtplans für den Grünzug Nordost auf die Nachbarbebauung. Berücksichtigung der angedachten freiraumplanerischen Maßnahmen, der städtebaulichen Entwicklung Käfertal-Süd, Wingertsbuckel und Grüner Betriebshof → Modifikationen des Kaltluftströmungsgeschehens, der Be- und Durchlüftung und der thermischen Umgebungsbedingungen inkl. mikroklimatischer Analyse.
- Gegenüberstellung der Belüftungsverhältnisse bei Realisierung des aktuellen Planstandes Käfertal-Süd zum Planstand 2017.
- Erarbeitung von Hinweisen zur klimaökologischen Optimierung der Planungsentwürfe.

Die Modellrechnungen zu den lokalen Kaltluftbewegungen entlang des Grünzugs Nordost belegen, dass durch den Rückbau des Kasernengeländes in Richtung LSG Au ein großzügiger durchgängiger Grün- / Freiraum entsteht. Zwischen dem angedachten Betriebshof an der Talstraße und der baulichen Arrondierung Käfertal-Süd wird eine Freizone mit einer Breite von ca. 570 m geschaffen, in der allein Fragmente der U-Halle verbleiben. In Richtung Westen dehnt sich der neue Grünzug auf dem Spinelli-Areal auf über 700 m aus (inkl. der Parkschalen im Bereich Käfertal-Süd).

Die Parkschalen im Bereich Käfertal-Süd sind als baumüberstellte Rasen- und Wiesenflächen gestaltet und stellenweise mit Sport- und Spielflächen belegt.

Der vorgesehene Radschnellweg verläuft entlang der Parkschalen.

Als Flächennutzung auf den neu geschaffenen Freiflächen regt der Entwurf extensive Nutzungen in Form unterschiedlicher Vegetationseinheiten an, die u.a. den sandigen Untergrund herausarbeiten (z.B. Sandmagerrasen). Dichte Vegetationsbestände in Form von langgestreckten, dichten Gehölzriegeln in Nord-Süd-Richtung sind aus strömungsdynamischen Gründen nicht vorgesehen.

Die neu geschaffene offene „Weite Mitte“ wird von barrierefreien Fuß- und Radwegeverbindungen durchzogen. Die Fußwegeflächen sollen weitgehend mit wassergebundenen Belägen ausgeführt werden.

Nördlich der U-Hallenfragmente bleiben Spuren des Hallen-Rasters als Sukzessionsflächen gesichert.

Die durchgeführten numerischen Modellrechnungen zu den lokalen nächtlichen Kaltluftbewegungen mit dem Mesoskalenmodell KLAM_21 des Deutschen Wetterdienstes belegen die klimaökologischen Gunsteffekte des aktuellen Planungsentwurfs 2018. Die Freiraum-/Grünplanung des Büros RMP STEPHAN LENZEN LANDSCHAFTSARCHITEKTEN orientiert sich in deutlicher Weise an den klimaökologischen Zielvorgaben (siehe ÖKOPLANA 2013). Damit wird eine stadtklimatisch bedeutsame Aufwertung des Grünzugs Nordost erzielt. Die flurwindartigen Kaltluftbewegungen zwischen dem östlichen Freiraumgefüge und der Feudenheimer Au werden in wirksamer Weise intensiviert. Der Kaltluftvolumenstrom steigt auf Höhe der Talstraße um ca. 11.2% auf ca. 10.066 m³/s an, womit die klimaökologische Zielvorgabe (mindestens 10.000 m³/s) am Ostrand des Planungsgebiets erfüllt wird.

Die geplante Anschüttung/Rampe Am Aubuckel beeinträchtigt den Kaltluftstrom in keiner nennenswerten Weise.

Auch der geplante Weiher und die teilweise Verlagerung der Kleingärten in der Feudenheimer Au in Richtung Osten zeigen keine negativen Effekte auf die lokalen Kaltluftbewegungen.

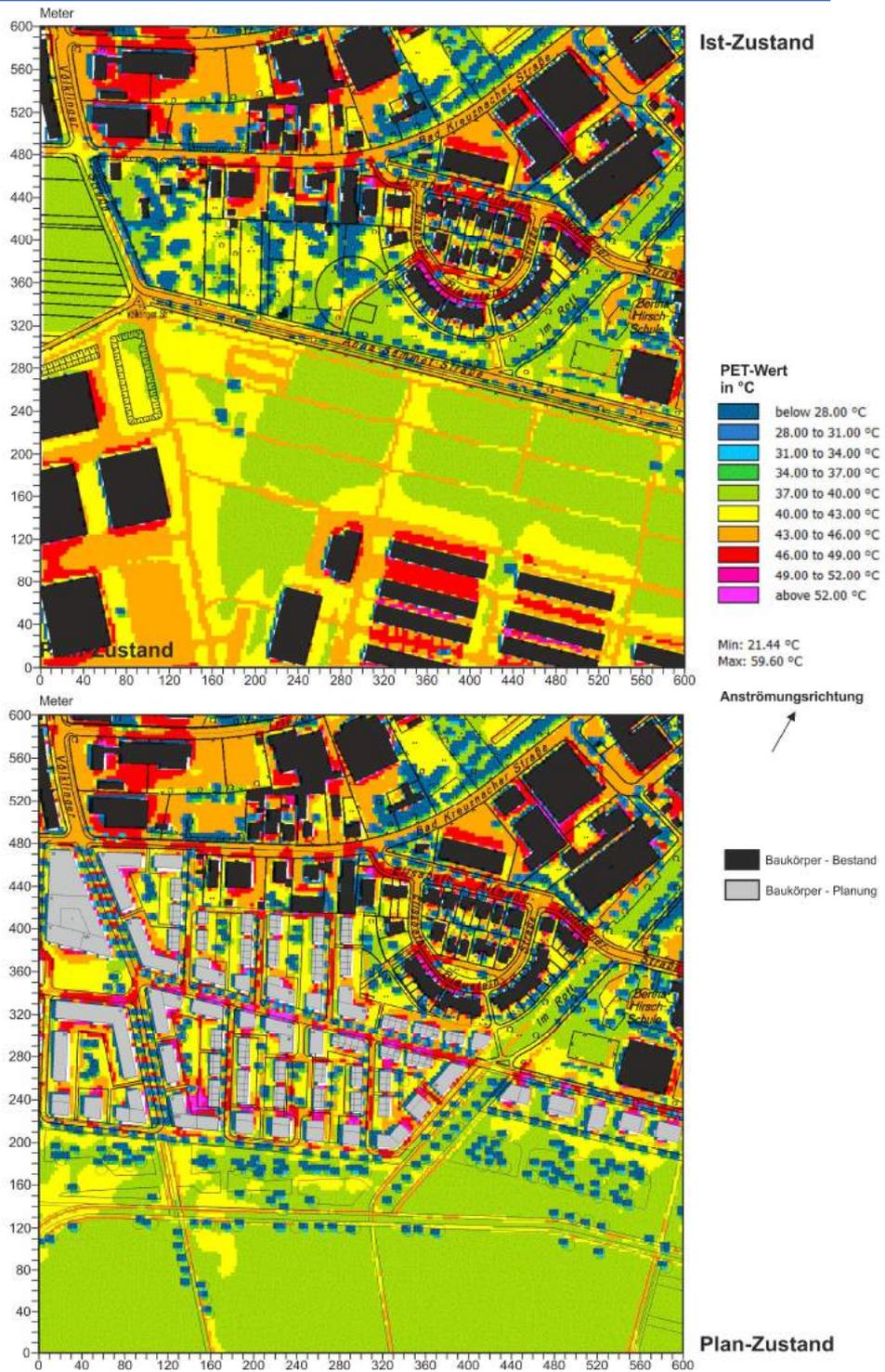
Das verbleibende Gewerbegebiet an der Talstraße bildet zusammen mit dem potenziellen Grünen Betriebshof und der städtebaulichen Neuordnung „Wingertsbuckel“ zwar einen strömungsdynamischen/thermischen Störfaktor, durch die Intensivierung der Kaltluftdynamik zwischen den U-Hallenfragmenten und der Randbebauung Käfertal-Süd sind diese jedoch als akzeptabel einzustufen.

Auch die durchgeführten großflächigen Modellrechnungen zu den lokalen Belüftungsverhältnissen bestätigen, dass mit dem aktuellen Planungsentwurf 2018 die örtlichen Belüftungsverhältnisse entlang des Grünzugs Nordost intensiviert werden, wodurch die allgemeine sommerliche Wärmebelastung am Tag reduziert wird.

Dies belegen auch beispielhafte mikroskalige Modellrechnungen mit dem Modell ENVI-met. Der in der **Grafik 3** dargestellte PET-Wert (Physiologisch Äquivalente Temperatur; vgl. HÖPPE UND MAYER 1987, Bewertungsskala siehe **Tabelle 1**) als Maß für das menschliche Wärmeempfinden und die Wärmebelastung zeigt, dass an einem warmen Sommertag (Lufttemperatur 27°C) das Wärmeempfinden über dem bebauten Kasernenareal um ca. 6 – 12°C höher ist als über den Wiesen des neugestalteten Grünzugs. Hier macht sich die Wärmeabstrahlung der befestigten Oberflächen und die reduzierte Windgeschwindigkeit negativ bemerkbar. Geringste Wärmebelastungen stellen sich am Tag im Baumschatten ein (PET-Wert unter 28.0°C).

Tabelle 1: Zuordnung von Schwellenwerten für den Bewertungsindex PET während der Tagesstunden (nach VDI 2004).

PET	Thermisches Empfinden	Physiologische Belastungsstufe
4 °C	Sehr kalt	Extreme Kältebelastung
8 °C	Kalt	Starke Kältebelastung
13 °C	Kühl	Mäßige Kältebelastung
18 °C	Leicht kühl	Schwäche Kältebelastung
20 °C	Behaglich	Keine Wärmebelastung
23 °C	Leicht warm	Schwache Wärmebelastung
29 °C	Warm	Mäßige Wärmebelastung
35 °C	Heiß	Starke Wärmebelastung
41 °C	Sehr heiß	Extreme Wärmebelastung



Grafik 3: Vergleich zwischen Ist- und Plan-Zustand. PET-Wert an einem warmen Sommertag gegen 17:00 Uhr (Lufttemperatur ~ 27°C)

Die angedachten baulichen Arrondierungen berücksichtigen die wesentlichen klimaökologischen Zielvorgaben (siehe ÖKOPLANA 2013 / 2016A), wodurch in der Bestandsbebauung von Käfertal und Feudenheim der bodennahe Luftaustausch in erforderlicher Intensität erhalten bleibt. Die Ausbildung großflächiger Luftstagnationsbereiche innerhalb der Bebauung ist auf Grundlage der durchgeführten Strömungssimulationen nicht zu bilanzieren.

Auch in der Feudenheimer Au sind bei Realisierung des angestrebten Freiraum- / Grünkonzepts weiterhin ausreichende Belüftungsverhältnisse gegeben.

Anhand der durchgeführten großflächigen Modellrechnungen zu den thermischen Umgebungsbedingungen kann gezeigt werden, dass der aktuelle Planungsentwurf des Büros RMP STEPHAN LENZEN LANDSCHAFTSARCHITEKTEN und die städtebaulichen Entwürfe für die Bereiche Käfertal-Süd, Wingertsbuckel und Grüner Betriebshof den klimaökologischen Zielvorstellungen weitgehend entsprechen.

Durch die Schaffung eines durchgängigen Grünzugs auf dem Spinelli-Areal wird ein thermisch wirksames Gunstpotenzial entwickelt, das die benachbarten Baustrukturen begünstigt. Trotz baulicher Arrondierungen bleibt in der Bestandsbebauung die vorhandene thermische Aufenthaltsqualität weitgehend gesichert bzw. überschreitet nicht das ortstypische Temperaturniveau. Dabei bilden die im Planungsentwurf Käfertal-Süd berücksichtigten Grünflächen / Ventilationsachsen Im Rott und zwischen Völklinger Straße und Deidesheimer Straße wesentliche klimaökologische Gunsträume.

Die zusätzlichen Bauflächen bilden weitere bioklimatisch begünstigte Wohnbereiche.

Auch die städtebauliche Neuordnung im Süden des Spinelli-Geländes (Wingertsbuckel / Grüner Betriebshof) lässt gegenüber dem Ist-Zustand - bspw. in Feudenheim - keine bedeutsamen thermischen Zusatzbelastungen erwarten.

Eine Beibehaltung des Straßenzugs Am Aubuckel und die angedachte Rampe in Richtung Au ist unter thermischen Gesichtspunkten als unproblematisch einzustufen, da das von den Asphaltflächen ausgehende Wärmeband von den thermischen Ausgleichswirkungen des Grünzugs überprägt wird.

In der Feudenheimer Au ist mit den vorgelegten Grünstrukturen das lokale Kaltluftpotenzial gesichert. Die zusätzlichen Wasserflächen bewirken bei Umsetzung der angeregten naturnahen Uferbegrünung in sommerlichen Nächten keine auffallende Verzögerung der Luftabkühlung.

Auch die Verlagerung der Kleingärten und der Bau eines Radschnellwegs kann akzeptiert werden. Es ist davon auszugehen, dass die Gärten auch an heißen Sommertagen bewässert werden und dadurch in den Nachtstunden markante Kaltluftentstehungsflächen bilden. Der zusätzliche Wärmeeintrag über die befestigten Flächen des Radschnellwegs kommt durch das hohe örtliche Kaltluftentstehungspotenzial kaum zur Wirkung.

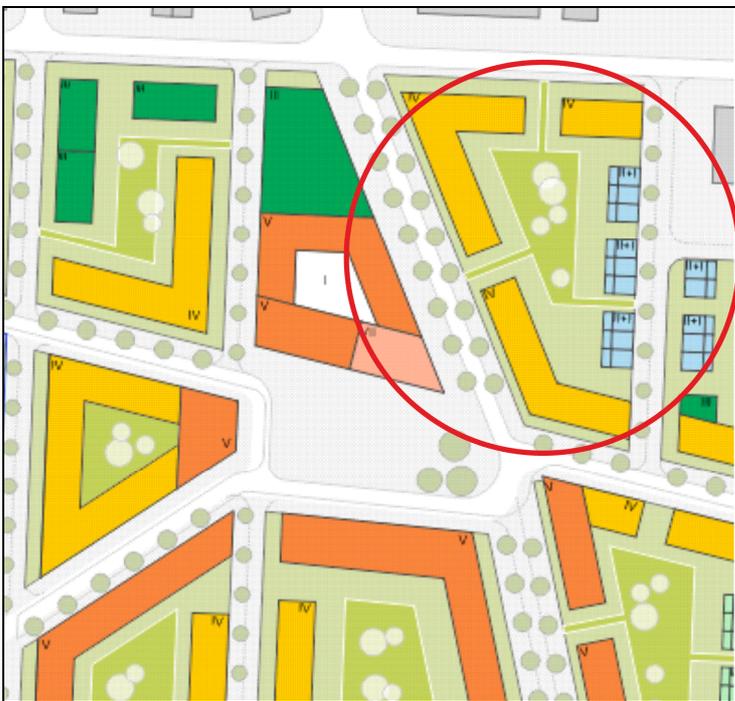
In Kap. 4.4 wurden die städtebaulichen Entwürfe einer mikroskaligen Klimabewertung unterworfen. Mit den hochauflösenden Modellrechnungen werden die klimatischen Gunst- und Ungunsteffekte verschiedener Flächennutzungsstrukturen verfeinert sichtbar.

Die Ergebnisse für den Bereich „Grüner Betriebshof“ / „städtebauliche Neuordnung Wingertsbuckel“ belegen, dass die verdichtete Bebauung nur in kleinflächiger Ausprägung Windgeschwindigkeitsreduzierungen bewirkt. Diese sind im Wesentlichen auf die Windschatteneffekte der zusätzlichen Baukörper zurückzuführen. Der Grüne Betriebshof stellt durch die Berücksichtigung einer relativen Tieflage kein bedeutsames Strömungshindernis dar.

Die im Bereich Wingertsbuckel gewählte Bebauungsstruktur kann aus klimaökologischer Sicht weitgehend mitgetragen werden. Allein eine Planänderung im Bereich der drei geplanten 4-geschossige Zeilenbauten an der Ecke Wingertsbuckel / Talstraße wäre zu empfehlen. Hier könnte der Verzicht auf die südliche Gebäudezeile oder die Änderung der Gebäudekubatur zur Gestaltung einer zusätzlichen Platzsituation die Windschattenwirkung (bei häufig vorherrschenden Winden aus nördlichen Richtungssektoren) in Richtung der Feudenheimer Bebauung südlich des Straßenzugs am Wingertsbuckel auffangen werden.

Im Bereich des Planungsgebiets Käfertal-Süd zwischen Ida-Dehmel-Ring und Völklinger Straße folgt der Entwurf weitgehend den klimaökologischen Zielvorgaben. Dementsprechend entwickeln sich innerhalb der geplanten Bebauung als auch in der nördlich anschließenden Bestandbebauung ausreichende Belüftungseffekte (Tag und Nacht), wodurch ein kleinklimatisch bedeutsames Ansteigen der thermischen Belastung unterbleibt.

Ungünstig stellen sich allein die Belüftungsverhältnisse im Baublock am Nordostrand des zentralen Quartiersplatzes dar (**Grafik 4**). Der nach Süden geschlossene Blockrand unterbindet bei Winden aus südlichen Richtungssektoren eine intensive Belüftung des Blockinnenbereichs. Um an Sommertagen die thermische Belastung zu begrenzen, ist daher bei der Gestaltung des Blockinnenbereichs, wie bereits im Entwurf angedeutet, auf eine möglichst intensive Begrünung zu achten. Damit können zwischen den aufgeheizten Fassaden und den kühlen Grünflächen Mikrozirkulationen angeregt werden (diese sind mit Modellrechnungen nicht nachzuweisen), die örtlichen Luftstagnationstendenzen entgegenwirken.



Grafik 4: Baublock am Nordostrand des zentralen Quartiersplatzes

In der Parkschale sind im Bereich der angedachten Baumgruppen zwar kleinräumige Windgeschwindigkeitsreduzierung gegenüber dem Offenland zu bestimmen, die geplante Dichte der Baumstellungen ist jedoch dazu geeignet, erforderliche bodennahe Luftaustauscheffekte zwischen dem Freiraumgefüge Grünzug Nordost und der Neubebauung Käfertal-Süd in ausreichendem Maße zu gewährleisten.

Im Planungsteilgebiet Käfertal-Süd zwischen Völklinger Straße und Deidesheimer Straße wird die Grün-/Freifläche westlich der Völklinger Straße, wie im Klimagutachten von 2016 (ÖKOPLANA 2016A) angeregt, nur randlich überbaut.

Die bestehende Grünachse östlich der Deidesheimer Straße findet somit weiterhin Anschluss an den Grünzug NE. Dies hat zur Folge, dass bei einem Vorherrschen kaltluftbedingter Ostwinde (= Flurwinde) durch die Bebauung östlich der Völklinger Straße eine bedeutsame Abschwächung der Belüftungsintensität im Bereich der Bestandsbebauung an der Deidesheimer Straße im Westen unterbunden wird. Der Freiraum fungiert als Rezirkulationsbereich. Die Beaufschlagung der Bestandsbebauung westlich der Deidesheimer Straße über den Warmlufteintrag aus dem Planungsgebiet Käfertal-Süd im Bereich der Völklinger Straße wird bei vorherrschenden Ostwinden durch die verbleibende Freizone ebenfalls minimiert. In sommerlichen Strahlungsnächten ist westlich der Deidesheimer Straße allenfalls eine Lufttemperaturzunahme um ca. 0.8 – 1.2 K zu erwarten. Das resultierende Temperaturniveau entspricht weiterhin der ortstypischen Situation. Eine weitere Planänderung ist daher aus klimaökologischer Sicht nicht erforderlich.

Die grünordnerische Ausgestaltung der Parkschale ist auch in diesem Teilbereich des Planungsgebiets Käfertal-Süd zu unterstützen.

Im Planungsteilgebiet Käfertal-Süd zwischen Deidesheimer Straße und Rüdeshheimer Straße, wird der vielfältige Wohnungsbaumix aus 4- bis 6-geschossigen Mehrfamilienhäusern, 2- bis 4-geschossigen Einzel- / Reihenhäusern und markante Hochbauten mit 8 bzw. 10 Geschossebenen durch begrünte Anger und Promenaden in Nordwest-Südost-Richtung gegleitet. Mit dem gewählten baulich aufgelockerten Übergang sowohl zum Grünzug Nordost als auch zur Bestandsbebauung nördlich der Wachenheimer Straße wird in großen Teilbereichen eine ausreichende Belüftungsintensität erzielt.

Die Baumgruppierungen in der Parkschale sind derart platziert, dass die Ausbildung eines durchgehenden Bandes mit geringen Windgeschwindigkeiten von weniger als 0.2 m/s unterbleibt. Damit bleiben erforderliche Ventilationseffekte in ausreichendem Maße gewährleistet. Die gegenüber dem Planungsentwurf von 2017 vorgenommenen Planänderungen zur Forcierung der bebauungsinternen Belüftungsverhältnisse sind wirksam und weitgehend ausreichend.

Die z.T. baumüberstellte Parkschale ist auch in diesem Planungsteilbereich als Kaltluftentstehungsgebiet zu bewerten und trägt zusammen mit den Freiflächen über dem Grünzug Nordost zu günstigen Gestaltung der thermischen Umgebungsbedingungen bei.

Innerhalb der Neubebauung bilden die Hausgärten Lufttemperatursenken, wohingegen versiegelte Straßen und Wege über ihre nächtliche Wärmeabstrahlung zur Wärmeinselbildung beitragen. Straßenbegleitende Bäume sind daher von großer Bedeutung. Sie unterbinden am Tag über ihren Schattenwurf eine übermäßige Aufheizung befestigter Flächen.

Die vorgelegten Planungskonzepte entsprechen somit in großen Teilbereichen den klimaökologischen Zielvorstellungen und lassen in der benachbarten Bestandsbebauung keine zusätzlichen klimatischen Belastungen erwarten, die über das ortstypische Maß hinausgehen. Große Teile der geplanten Wohnbebauung zeigen äußerst günstige wohnklimatische Verhältnisse.

Wie dem Klimagutachten vom 25.10.2013 (ÖKOPLANA 2013) zu entnehmen ist, wird im Zuge des globalen Klimawandels in Mannheim die Anzahl der heißen Tage ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) und der Sommertage ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) in den nächsten Jahrzehnten deutlich ansteigen. Auch mit einer Häufung von Tropennächten ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) muss gerechnet werden. Es sind daher zukünftig möglichst über das Normalmaß hinaus thermisch wirksame Ausgleichsmaßnahmen in der Bebauung erforderlich.

Nachfolgend werden daher mit Hilfe eines Katalogs Maßnahmen aufgezeigt, die bei der weiteren Präzisierung der städtebaulichen Entwürfe aufgenommen werden können. Die Orte ihrer möglichen Realisierung werden exemplarisch aufgezeigt.

Maßnahmenkatalog Klimaökologie: Infoblatt Dachbegrünung



Bsp.: Extensive Dachbegrünung.
 Foto: ÖKOPLANA

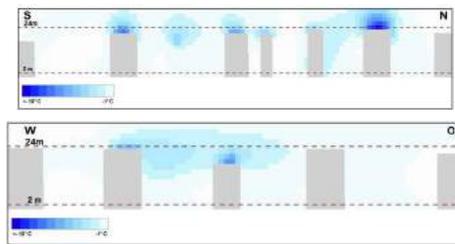


Bsp.: Naturdach – extensive Dachbegrünung.
 Foto bereitgestellt durch: Optigrün International AG

Möglichkeiten der Dachbegrünung

- Extensive Dachbegrünung, Schichthöhe: 8 – 9 cm, Vegetationsform: Sedum – Kräuter – Gräser, Wasserrückhalt: ca. 50 – 60%
 - Naturdach - extensive Dachbegrünung, Schichthöhe: 10 – 25 cm, Vegetationsform: Kräuter – Gräser - Sedum, Wasserrückhalt: ca. 60 – 70%
 - Blue Roof (extensiv Dachbegrünung mit Mäander-Wasserrückhalteelement), Schichthöhe: 12 cm, Vegetationsform: Sedum –Kräuter – Gräser, Wasserrückhalt: $\geq 70\%$
 - Intensive Dachbegrünung, Schichthöhe: 26 – 47 cm, Vegetationsform: Stauden – Gehölze – Rasen, Wasserrückhalt: $\geq 70\%$
- Energiespardächer (SolarGrünDach), Schichthöhe: ab 8 cm, Vegetationsform: Sedum, Wasserrückhalt: ca. 50 – 60%

(Informationsquelle: Optigrün International AG)



Bsp.: Simulierte Lufttemperaturen über intensiv begrünten Dächern
 Grafik bereitgestellt durch: GEO-NET Umweltconsulting GmbH

Verdunstungskälte:

Bitumendach: 123 Wh/(m²d) / Gründach: 1185 Wh/(m²d)

Fühlbare Wärme

Bitumendach: 1827 Wh/(m²d) / Gründach: 872 Wh/(m²d)

(Werte bezogen auf einen Quadratmeter als Tagesmittel der Sommermonate Juni – August 2000, Messungen der Humboldt-Universität Berlin)

Klimatische Gunsteffekte

- Kühlung bzw. Dämpfung der Oberflächentemperaturspitzen durch die Verdunstungsleistung Pflanzen. An heißen Sommertagen sind extensive begrünte Dächer um ca. 17 – 33 K kühler als unbegrünte Dächer. Bei intensiv begrünten Dächern werden ca. 62-67% der eingestrahlichten 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 (Poser et al. 2013).
- Verbesserung des Innenraumklimas im Dachgeschoss.
- Feinstaubbindung – insbesondere durch Moose. Die kühlende Wirkung einzelner Dachbegrünungen beschränkt sich auf die Luftmassen direkt über der Dachoberfläche. Es ist jedoch anzunehmen, dass eine Begrünung vieler Dächer auch einen signifikanten Effekt auf die gesamtstädtische Wärmeinsel aufweist.



Planungsentwurf Grüner Betriebshof an der Talstraße
 Grafik bereitgestellt von: Stadt Mannheim

Möglichkeiten im Bereich der Planungsgebiete

Im Bereich des Grünen Betriebshofs sieht die Planung bereits umfangreiche Dachbegrünungen vor. Aber auch in den neuen Wohnquartieren im Bereich Käfertal-Süd sind extensive / intensive Dachbegrünungen großflächig anzustreben.

Maßnahmenkatalog Klimaökologie: Infoblatt Fassadenbegrünung



Bsp.: Fassadenbegrünung.
 Foto: ÖKOPLANA



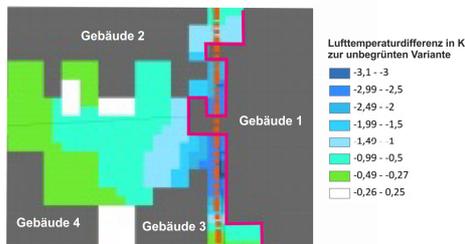
Bsp.: Fassadenbegrünung.
 Foto: ÖKOPLANA

Möglichkeiten der Fassadenbegrünung

- Bodengebundene Fassadenbegrünung
- Wandgebundene Fassadenbegrünung

Arten der Fassadenbegrünung

- Gerüstkletterpflanzen (z.B. Blauregen)
- Selbstklimmer (z.B. Efeu)



— Fassadenbegrünung
 Bsp.: Simulierte Lufttemperaturen in einem Innenhof
 Grafik aus: GEO-NET Umweltconsulting GmbH, ÖKOPLANA 2017

Klimatische Gunsteffekte

- Klimatisch günstig wirken vor allem künstlich bewässerte Fassadenbegrünungen. Sie zeichnen sich durch hohe Verdunstungsraten aus. Im Vergleich zu einer unbegrünten Wand können nach POSER 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. Vor einer bodengebunden begrünten Wand (ohne künstliche Bewässerung) zeigen sich Temperaturreduktionen bis ca. 0.8 K.
- Die Oberflächentemperaturen sind bei einer begrünten Fassade im Vergleich zu einer unbegrünten Wand um ca. 11 – 12 K niedriger.
- Durch Fassadenbegrünungen können in einer Straßenschlucht die PM10-Werte um ca. 60% sinken (Poser et al. 2013).

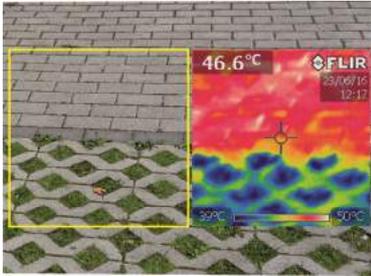


Foto bereitgestellt von: Stadt Mannheim

Möglichkeiten im Bereich der Planungsgebiete

Nicht nur in der geplanten Neubebauung können insbesondere größere fensterlose Fassadenflächen begrünt werden, auch verbleibende Bestandsgebäude im Bereich der Spinelli Barracks können durch Fassadenbegrünung klimaökologisch aufgewertet werden. Klimatisch wirksam sind allerdings erst größere Breiten des begrünten Fassadenflächen (ab ca. 5 m).

**Maßnahmenkatalog Klimaökologie: Infoblatt Oberflächenbeläge,
 Fassadenfarben - Albedo**

 <p>Bsp.: Rasengittersteine an Stelle von Asphalt. Foto: ÖKOPLANA</p>	<p>Möglichkeiten zur Modifikation bzw. Berücksichtigung klimatisch vorteilhafter Oberflächenbeläge, Fassadenfarben</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausführung von Erschließungswegen mit hellen Pflasterbelägen an Stelle von Asphalt • Parkierungsflächen mit Rasengittersteinen o.ä. befestigen • Begrenzung oberirdischer Parkierungsplätze • Fassaden von Neubauten in hellen Farbtönen gestalten
 <p>Bsp.: Vergleich der Oberflächentemperatur von Pflasterbelägen und Rasengittersteinen. Foto: ÖKOPLANA</p>  <p>Bsp.: Vergleich der Oberflächentemperatur von unterschiedlichen Fassadenfarben. Foto: ÖKOPLANA</p>	<p>Klimatische Gunsteffekte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Helle Fassadenfarben reflektieren vermehrt die Einstrahlung (hohe Albedo), während dunkle Farben (geringe Albedo) Strahlung verstärkt absorbieren. Folgen sind: Helle Fassaden(Oberflächen heizen sich tagsüber weniger auf und speichern weniger Wärme (kühlen nachts schnell aus). <p>Auch die Entsiegelung und Begrünung kann zur Albedoerhöhung beitragen, da Pflanzen ein höhere Rückstrahlvermögen als bspw. schwarzer Asphalt haben.</p>
 <p>Planungsentwurf Käfertal-Süd Grafik bereitgestellt von: Stadt Mannheim</p>	<p>Möglichkeiten im Bereich der Planungsgebiete</p> <p>Im Rahmen der angedachten Planungen sind neue Erschließungswege und die Fassaden der Neubauten in möglichst hellen Farbtönen zu gestalten.</p>

Maßnahmenkatalog Klimaökologie: Infoblatt Verschattung



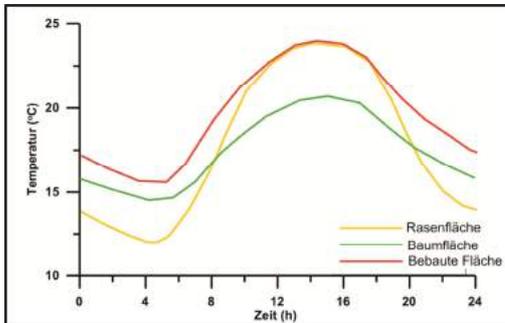
Bsp.: Verschattung durch Bäume.
 Foto: ÖKOPLANA



Bsp.: Technische Verschattung.
 Foto: ÖKOPLANA

Möglichkeiten der Verschattung

- Fassaden und versiegelte Oberflächen in einstrahlungsintensiven Lagen (z.B. südexponierte Fassadenteile) können durch gezielt Baumpflanzungen verschattet werden. Großkronige Laubbäume sind dabei gegenüber Nadelgehölzen zu bevorzugen, da sie im Winter eine gewünschte Besonnung zulassen. Bei Neupflanzungen sollte auf die Kompatibilität mit dem Klimawandel geachtet werden.
- Daneben bieten sich auch bautechnische Maßnahmen zur Verschattung an – Pergolen, Sonnensegel, Vordächer etc.).



Bsp.: Temperaturverlauf im Bereich einer Baumfläche im Vergleich zu unbeschatteten Flächen.

Klimatische Gunsteffekte

- Der Einsatz von Bäumen ist gegenüber techn. Maßnahmen zu bevorzugen, da Bäume zusätzlich über ihre Verdunstungsleistung, Sauerstoffproduktion und Schadstofffilterung klimaökologisch günstig wirken. Die Verschattung verringert die thermische Belastung durch die direkte Sonneneinstrahlung am Tag. Die beschatteten Flächen speichern weniger Wärme, wodurch der nächtliche Wärmeinseleffekt herabgesetzt wird.

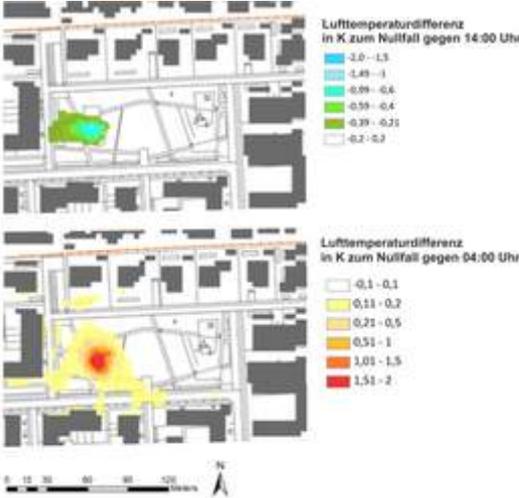


Planungsentwurf Käfertal-Süd
 Grafik bereitgestellt von: Stadt Mannheim

Möglichkeiten im Bereich der Planungsgebiete

Neue Erschließungswege sowie Plätze können über Baumpflanzungen und/oder Verschattungselemente die thermische Belastung im Freien an heißen Sommertagen wirksam herabsetzen. Klimatisch vorteilhaft ist die geplante Parkschale im Bereich Käfertal-Süd. Aber auch die geplanten straßenbegleitenden Baumpflanzungen im Planungsgebiet Käfertal-Süd sind klimatisch äußerst vorteilhaft.

Maßnahmenkatalog Klimaökologie: Steckbrief Wasserflächen

 <p>Bsp.: Wasserbecken Foto: ÖKOPLANA</p>	<p>Möglichkeiten zur Schaffung von Wasserflächen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brunnen/Wasserspiele • Wasserspielplätze • Oberflächenabflüsse (Gräben/Mulden) • Naturnahe Teiche
 <p>Bsp.: Einfluss eines Teichs auf die örtliche Lufttemperatur – Tag / Nacht (GEO-NET Umweltconsulting, ÖKOPLANA 2017)</p>	<p>Klimatische Gunsteffekte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verringerung der thermischen Belastung an heißen Sommertagen im unmittelbaren Nahbereich durch Verdunstungskälte (vor allem beim Einsatz von Fontänen) – damit erhöhte Aufenthaltsqualität. • Bewegtes Wasser erzielt eine stärkere Wirkung als stehendes Wasser, da die verdunstungsfähige Oberfläche bei der Bewegung erhöht wird (Xue et al. 2014) • In Sommernächten verbessern Wasserflächen aufgrund ihres hohen Wärmespeichervermögens nicht den thermischen Komfort. Sie bleiben wärmer als die Umgebungsluft.
 <p>Grundlagenkarte bereitgestellt von: Stadt Mannheim</p>	<p>Möglichkeiten im Bereich der Planungsgebiete</p> <p>Im Planungsgebiet ist die Schaffung offener Wasserflächen möglich. Sie erhöhen die (thermische) Aufenthaltsqualität der Freianlagen.</p>

Hinweise zur Gestaltung der Parkschale:

Die geplante Parkschale im Bereich Käfertal-Süd soll nach Überlegungen des ARCHITEKTURSTUDIOS WESSENDORF vielfältigen Nutzungen dienen (siehe **Grafik 5**).



Grafik 5: Mögliche Nutzungsprogramme für die Parkschale. Grafikentwurf: Studio Wessendorf.

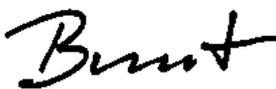
Ihre theoretische Ausstattung kann daher von einfachen Pflanzenbeeten und Bänken unter Bäumen bis hin zu Gartenkunst mit hochwertiger Gestaltung reichen. Dominieren auf der Fläche Bäume und sind vereinzelt offene Wasserflächen mit kleinen Fontänen angelegt, bieten sie an heißen Sommertagen eine lokale Kühlinselform zum Abbau des thermischen Stresses. Die direkte Lagebeziehung zur Bebauung stellt die Nutzbarkeit durch die Bewohner zu jeder Zeit sicher. Da die Parkschale mit dem offenen Grünzug Nordost direkt verknüpft ist, wird ihre bioklimatische Wirkung verstärkt. Darüber hinaus dient die Parkschale auch einer Verbesserung der Biotopvernetzung.

Werden in der Parkschale Rasenmulden als Versickerungsflächen angelegt, die Wasser aus dem Gebiet aufnehmen, so kann dies aus klimaökologischer Sicht befürwortet werden. Durch die hohe Verweildauer des Wassers in den begrünter Mulden kann ein Teil des Wassers verdunsten und somit einen Beitrag zur Verbesserung des Mikroklimas leisten. Durch die Verdunstung des Wassers wird der Umgebung Wärme entzogen, wodurch eine bioklimatische Belastung sinkt.

Bei der Anlage von Spielplätzen/Sportflächen sollte auf eine möglichst naturnahe Gestaltung geachtet werden. Rasen- und Sandflächen sind künstlichen Belägen vorzuziehen. IR-Messungen durch ÖKOPLANA am 22.08.2017 in Wiesbaden haben gezeigt, dass sich bspw. ein Kunstrasen und eine rote Tartanfläche an Sommertagen am Tag sehr stark aufheizen. Bei Lufttemperaturen von ca. 26°C weisen sie am Mittag Oberflächenstrahlungstemperaturen von ca. 38°C bzw. 40°C auf und zeigen somit ähnlich hohe Werte wie schwarze Asphaltflächen. Sie bieten somit keine klimatisch günstige Aufenthaltsqualität.

Bei der Möblierung bzw. gärtnerischen Gestaltung der Parkschale ist darauf zu achten, dass insbesondere in südlicher Verlängerung von Straßenzügen (Käfertal-Süd), die als Ventilationsachsen fungieren, keine querstehenden, langgestreckten Strömungshindernisse in Form von Rampen, Mauern oder auch dichten Hecken mit Höhen über ca. 1.5 - 2.0 m angelegt werden. Sie mindern örtlich die Intensität der meist schwachen bodennahen Kaltluftbewegungen. Kleinere Mulden und Hügel (z.B. im Bereich von Spielplätzen) sind möglich.

Mit Blick auf den Klimawandel sollte bei der Artenauswahl von Neupflanzungen auf deren Hitze- und Trockenheitstoleranz geachtet werden (Klima-Arten-Matrix von Roloff A. et al., 2008).



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

Mannheim, den 23. Juli 2018

Textquellen / weiterführende Schriften:

- BRUSE, M. (2002/2018):** Envi-Met - Mikroskaliges Klimamodell. Bochum.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR RAUMORDNUNG, BAUWESEN UND STÄDTEBAU (1979):** Regionale Luftaustauschprozesse und ihre Bedeutung für die räumliche Planung. Schriftenreihe 06.032. Bonn
- DEUTSCHER STÄDTETAG (2012):** Positionspapier Anpassung an den Klimawandel – Empfehlungen und Maßnahmen der Städte. Köln
- DEUTSCHER WETTERDIENST DWD (2005):** Das Kaltluftabflussmodell KLAM_21. Berichte des Deutschen Wetterdienstes 227. Offenbach a. M.
- EICHHORN, J. (2009/2012):** Miskam - Mikroskaliges Klima- und Ausbreitungsmodell. Mainz.
- KUTTLER, W. (2004):** Stadtklima. Klimawandel – vom Menschen verursacht? 8. Umweltsymposium der Akademie gem. Wiss. zu Erfurt. Erfurt.
- ÖKOPLANA/GEO-NET (2009):** Analyse der klima- und immissionsökologischen Funktionen für das Gebiet der Metropolregion Rhein-Neckar auf Basis einer GIS-gestützten Modellierung von stadtklimatisch und lufthygienisch relevanten Kenngrößen mit dem 3D-Klimamodell FITNAH. Mannheim. Hannover.
- ÖKOPLANA (2010):** Stadtklimaanalyse Mannheim 2010. Mannheim.
- ÖKOPLANA (2013):** Klimagutachten Mannheim – Grünzug Nordost / Spinelli-Barracks + Bundesgartenschau 2023. Mannheim.
- ÖKOPLANA (2014):** Klimaökologische Expertise zur Untersuchungsvariante „Bahnparallele“ im Rahmen der Variantenprüfung zur Verlegung der Straße „Am Aubuckel“ in Mannheim. Mannheim.
- ÖKOPLANA (2016A):** Ergänzendes Klimagutachten Mannheim – Grünzug Nordost / Spinelli-Barracks + Bundesgartenschau 2023. Mannheim.
- ÖKOPLANA (2016B):** Variantenprüfung - Ergänzendes Klimagutachten Mannheim – Grünzug Nordost / Spinelli-Barracks + Bundesgartenschau 2023. Mannheim.
- ÖKOPLANA (2017):** Klimagutachten zum aktuellen Planungsentwurf Grünzug Nordost / Spinelli-Barracks + Bundesgartenschau 2023 in Mannheim. 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.

ROLOFF A., GILLNER S., BONN S., TU DRESDEN (2008): Klima-Arten-Matrix (KLAM- Stadt) aus der Broschüre des Bundes Deutscher Baumschulen e.V. (BdB): Forschungsstudie Klimawandel und Gehölze.

SINAI (2012): Machbarkeitsstudie Freiraum Rhein-Neckar, Bundesgartenschau 2023. Präsentation 25.10.2012.

STEINICKE UND STREIFENEDER (2009): Thermalscannerbefliegung Mannheim. Freiburg i. Br.

VERBAND REGION RHEIN-NECKAR (2014) Einheitlicher Regionalplan Rhein-Neckar. Plansätze und Begründung / Umweltbericht. Mannheim.

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2015): VDI 3787, Bl. 1. Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen. Düsseldorf.

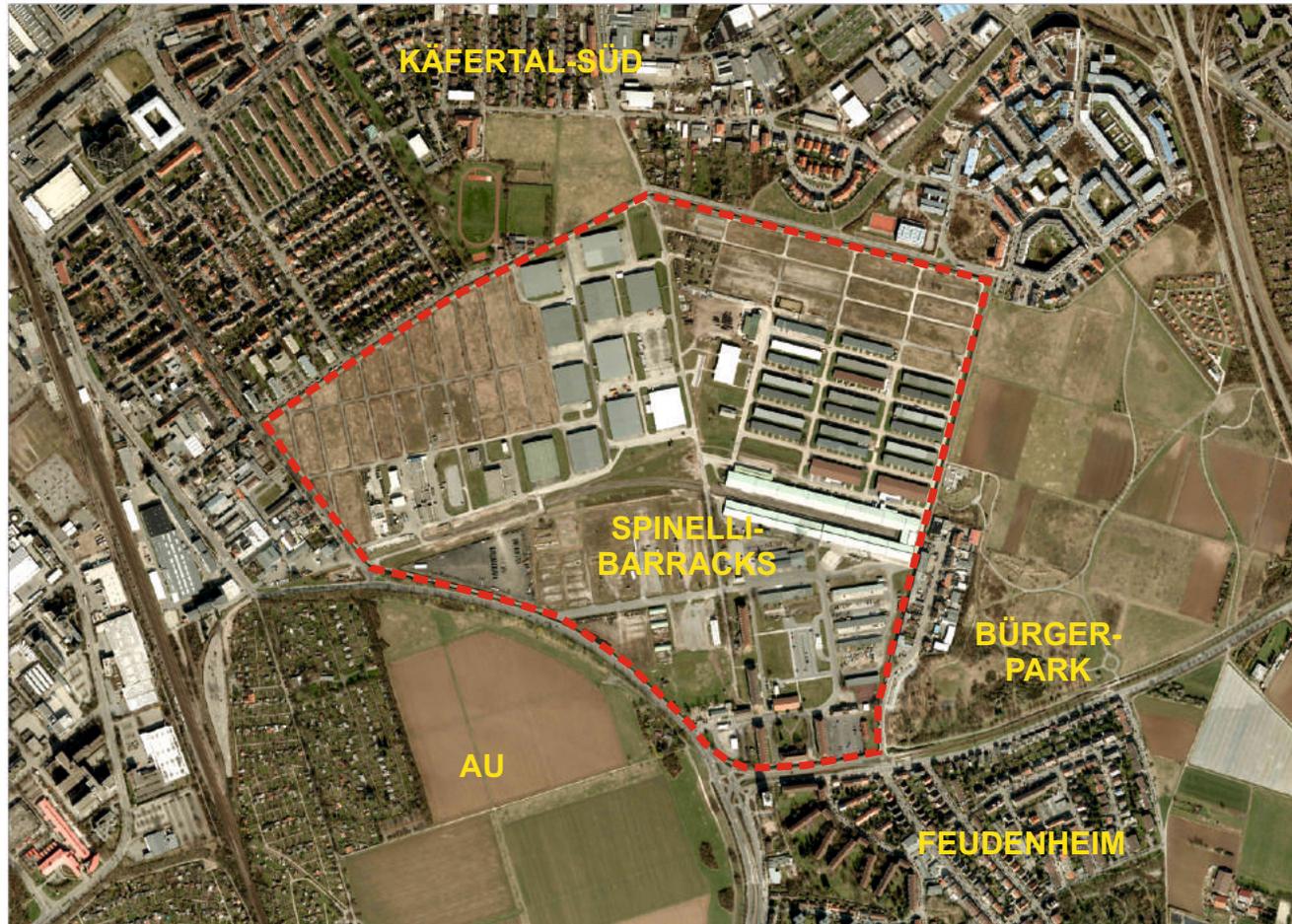
VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2003): VDI 3787, Bl. 5. Lokale Kaltluft. Düsseldorf.

XUE, F., XIAOFENG LI, ZHIQIN ZHANG (2014): Numerical Study on Thermal Environment around the Foun-tain, Proceedings 7. Japanes-German Meeting, Hannover.

Internetinformationen: www.mannheim.de
www.buga2023.de

Abb. 1 Luftbild vom Planungsgebiet Käfertal-Süd / Spinelli Barracks


SPINELLI-BARRACKS



Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Luftbild: Stadt Mannheim



M.:  0 100 400 m

ÖKOPLANA

Abb. 2 Masterplan zur Entwicklung eines durchgängigen Grünzugs Nordost



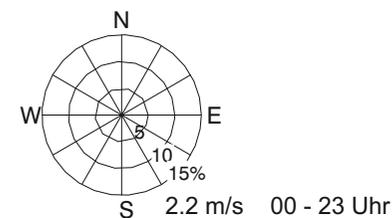
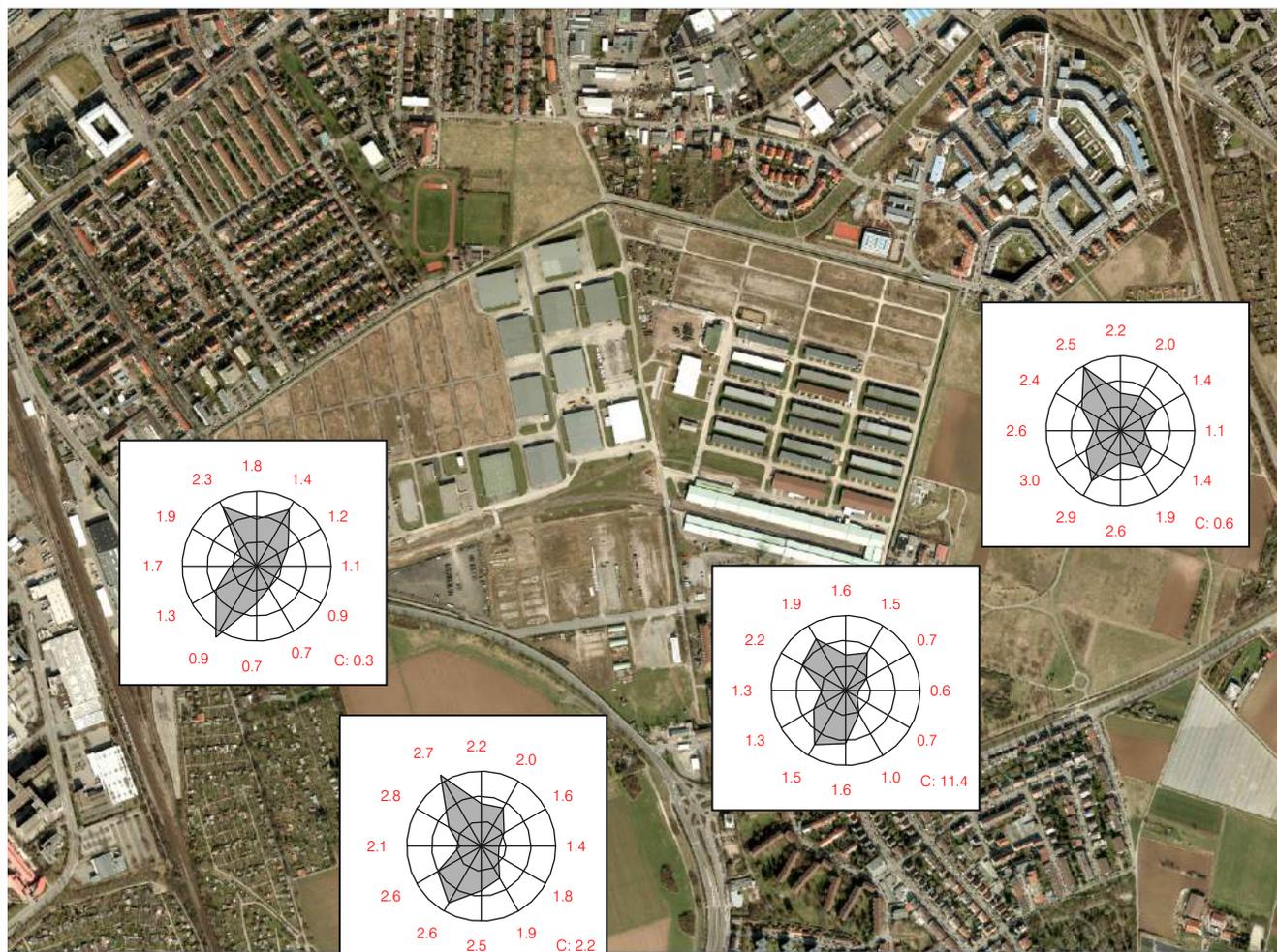
Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grafik:
RMP Stephan Lenzen



M.:
0 100 400 m

**Abb. 3 Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und Windgeschwindigkeit
Zeitraum: Mai - September 2013, alle Tage**



▲ 00 - 23 Uhr

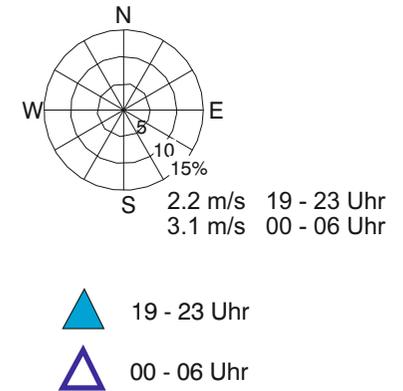
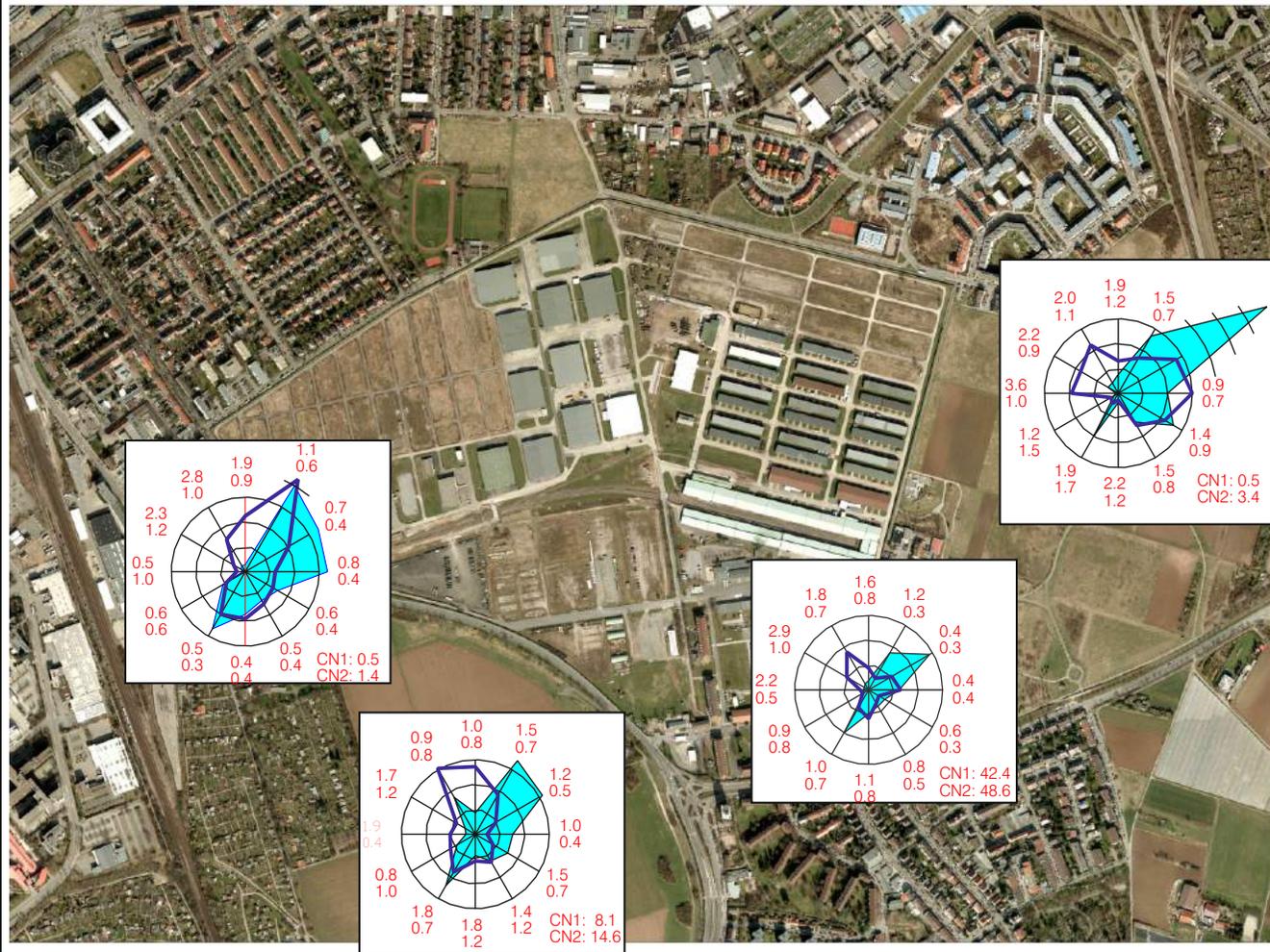
Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Luftbild bereitgestellt von:
Stadt Mannheim



M.: 0 100 400 m

**Abb. 4 Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und Windgeschwindigkeit
Zeitraum: Mai - September 2013, Strahlungstage / 1. und 2. Nachthälfte**



Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Luftbild bereitgestellt von:
Stadt Mannheim

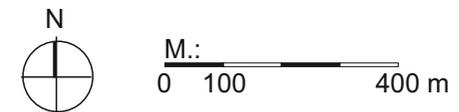
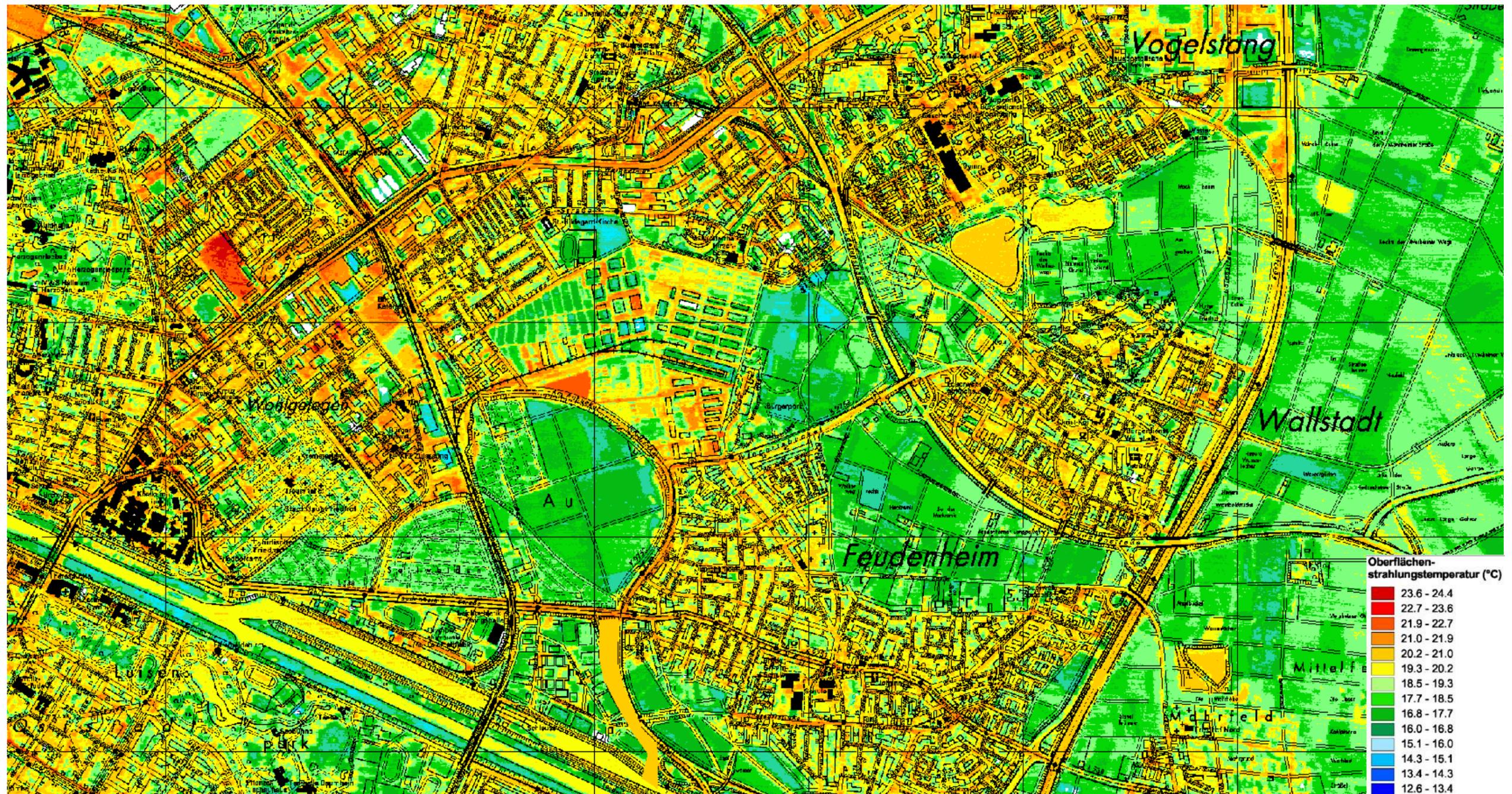


Abb. 5 IR Thermalbildaufnahme vom 31.08.2009 - Abendsituation (20:00 - 21:00 Uhr)



Karte: Steinicke & Streifeneder 2009

Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

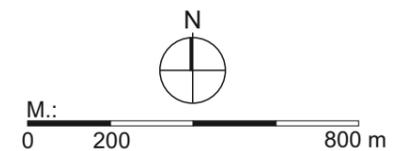


Abb. 6 Aktueller städtebaulicher Entwurf - Stand 04.2018, Bebauungsstrukturen und Gebäudehöhen im Bereich Käfertal-Süd



Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grafik bereitgestellt von:
Stadt Mannheim



M.:
0 100 400 m

ÖKOPLANA

Abb. 7 Aktueller städtebaulicher Entwurf - 3D-Darstellung



Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grafik bereitgestellt von:
Stadt Mannheim

Abb. 8 Städtebaulicher Entwurf - Stand 03.2017, Bebauungsstrukturen und Gebäudehöhen im Bereich Käfertal-Süd



- I
- II
- II+I
- III
- III+I
- IV
- IV+I
- V
- V+I
- V+II
- VI
- VI+II
- VII
- VII+II
- VIII
- X

Geschossigkeit Spinelli Areal

Ø Geschosshöhe: 3,5 m

II+I = 2 Vollgeschosse + 1 Staffelgeschoss

Stand 10.03.2017

Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grafik bereitgestellt von:
Stadt Mannheim



M.: 0 100 400 m

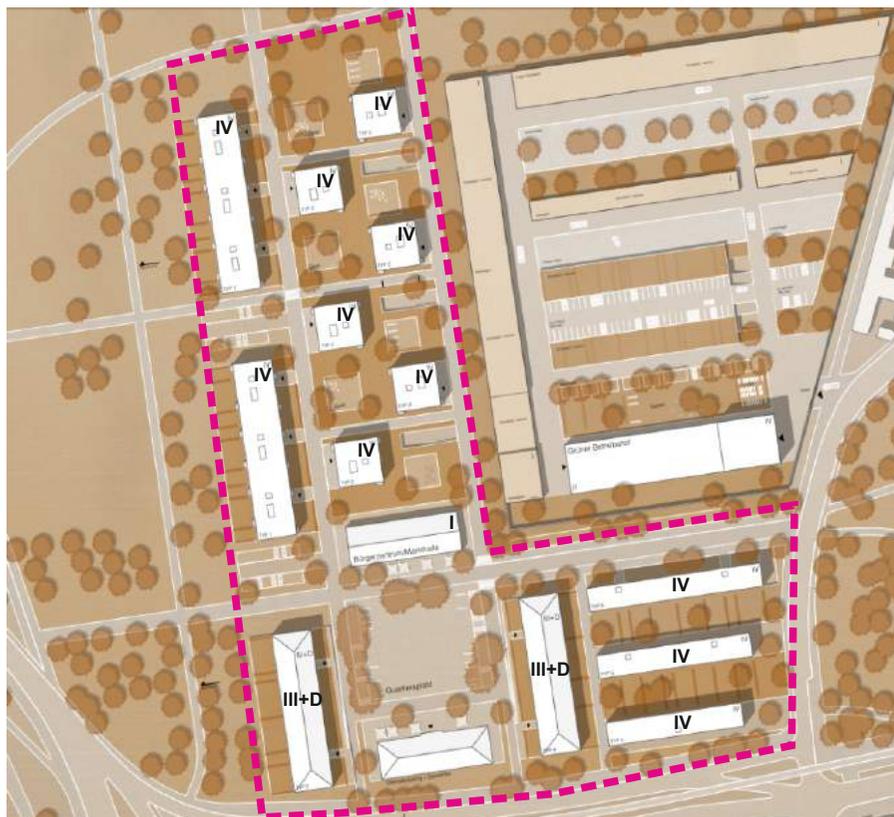
Abb. 9 Entwurf - Grüner Betriebshof



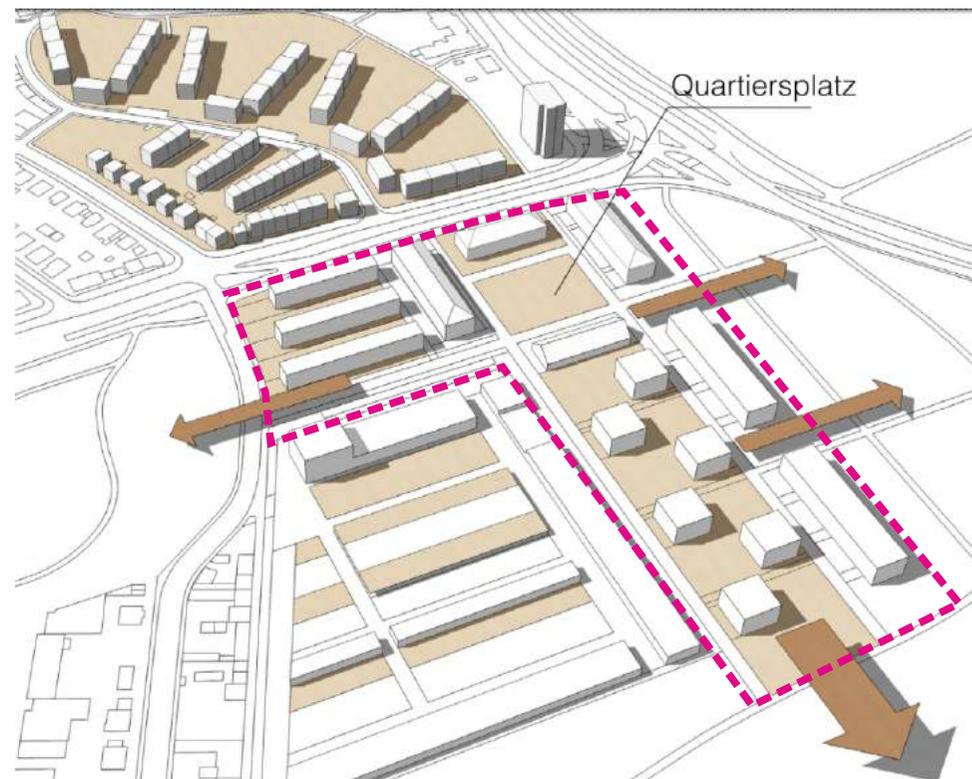
Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen
durch die städtebauliche Entwicklung in den
Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grafik bereitgestellt von: Stadt Mannheim

Abb. 10 Städtebaulicher Entwurf - Wohnquartier Wingertsbuckel



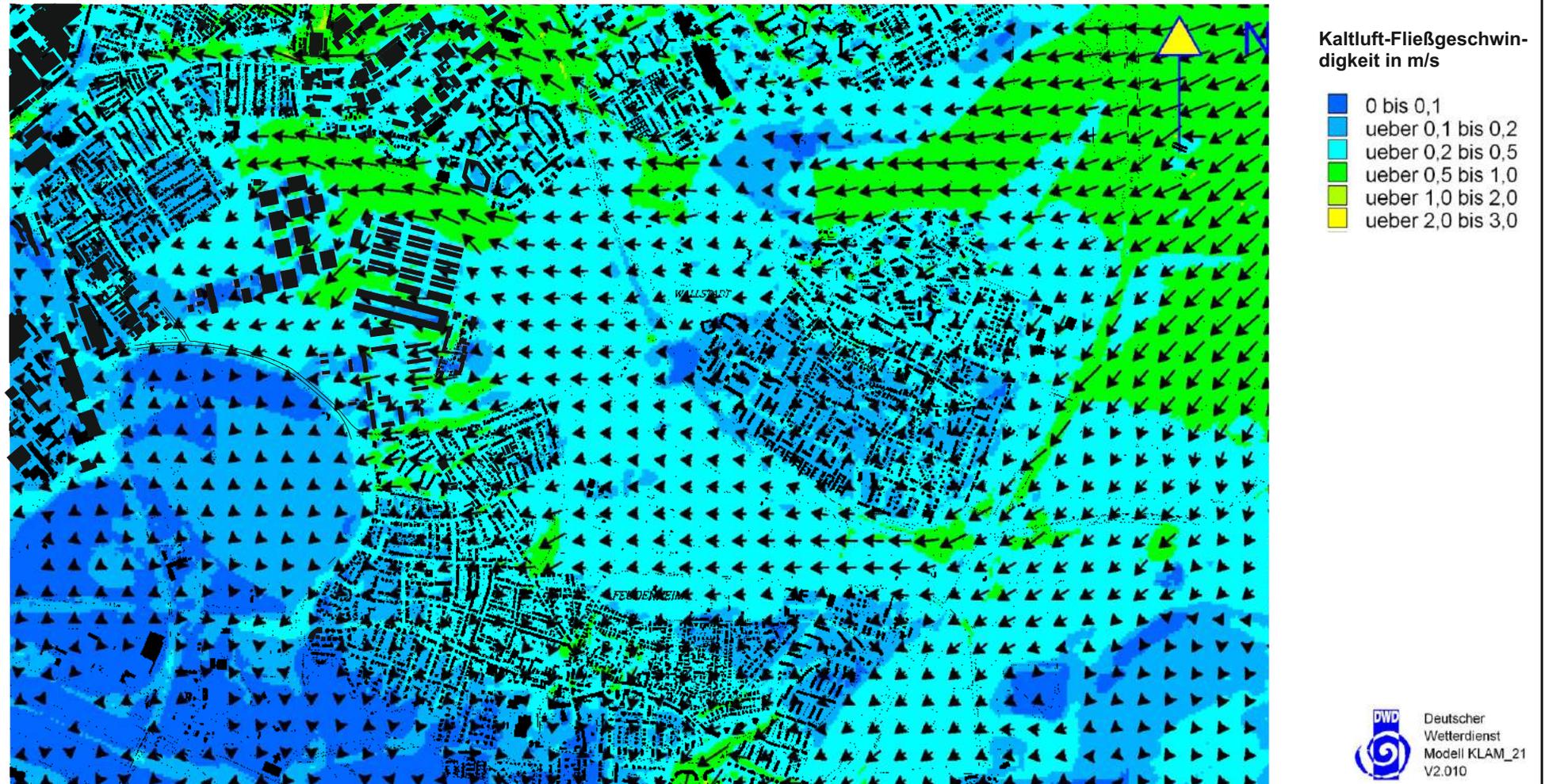
Blickrichtung von Norden nach Süden



Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen
durch die städtebauliche Entwicklung in den
Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grafik bereitgestellt von: Stadt Mannheim

Abb. 11.1 Ist-Zustandl / Kaltluftbewegungen (02:00 Uhr) - Kaltluft-Fließgeschwindigkeit und Strömungsrichtung (Schichtmittel 0 - 4 m ü.G.) in einer windschwachen Strahlungsnacht. Ergebnisse mesoskaliger Modellrechnungen



Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Geobasisdaten, Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg

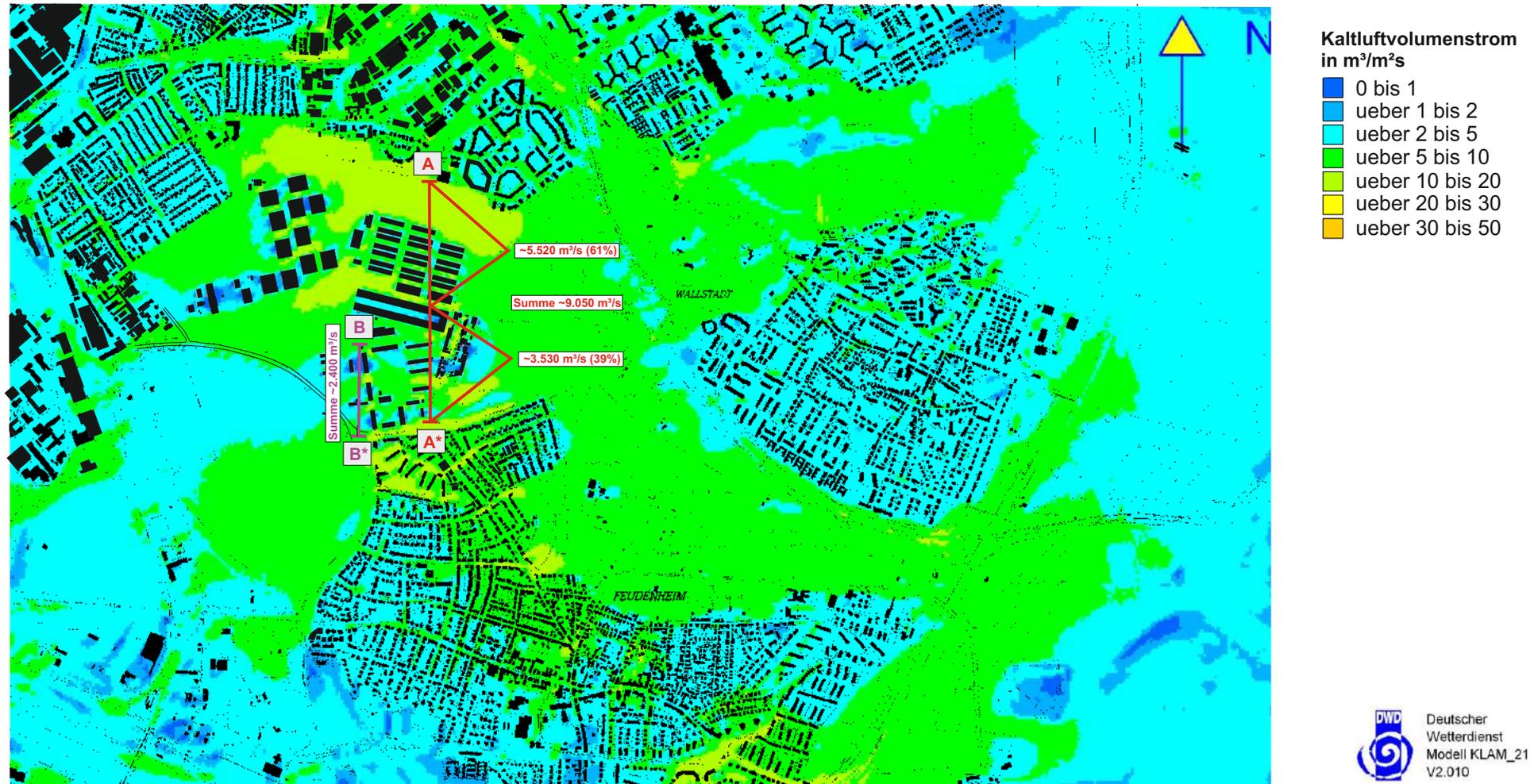
■ Baukörper - Bestand



M.: 0 200 800 m

ÖKOPLANA

Abb. 11.2 Ist-Zustand / Kaltluftbewegungen (02:00 Uhr) - Kaltluft-Volumenstrom
in einer windschwachen Strahlungsnacht. Ergebnisse mesoskaliger Modellrechnungen



Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen
durch die städtebauliche Entwicklung in den
Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Geobasisdaten, Landesamt für Geoinformation
und Landentwicklung Baden-Württemberg

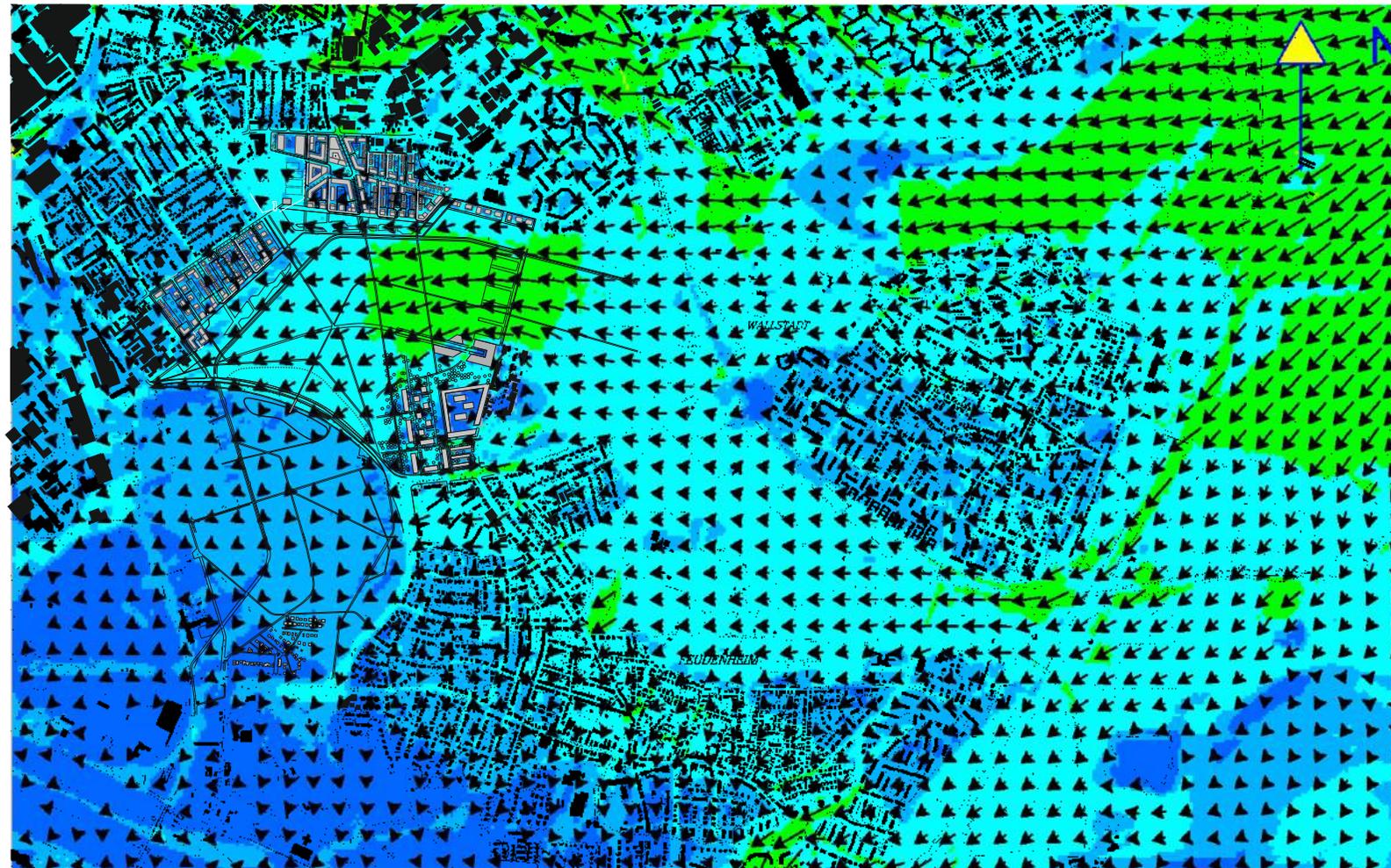
■ Baukörper - Bestand



M.: 0 200 800 m

ÖKOPLANA

Abb. 12.1 Plan-Zustand / Kaltluftbewegungen (02:00 Uhr) - Kaltluft-Fließgeschwindigkeit und Strömungsrichtung (Schichtmittel 0 - 4 m ü.G.) in einer windschwachen Strahlungsnacht. Ergebnisse mesoskaliger Modellrechnungen



Kaltluft-Fließgeschwindigkeit in m/s

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

DWD Deutscher Wetterdienst
Modell KLAM_21
V2.010

Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Geobasisdaten, Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg

■ Baukörper - Planung
■ Baukörper - Planung



M.: 0 200 800 m

ÖKOPLANA

Abb. 12.2 Plan-Zustand / Kaltluftbewegungen (02:00 Uhr) - Kaltluft-Volumenstrom in einer windschwachen Strahlungsnacht. Ergebnisse mesoskaliger Modellrechnungen



Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Geobasisdaten, Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg

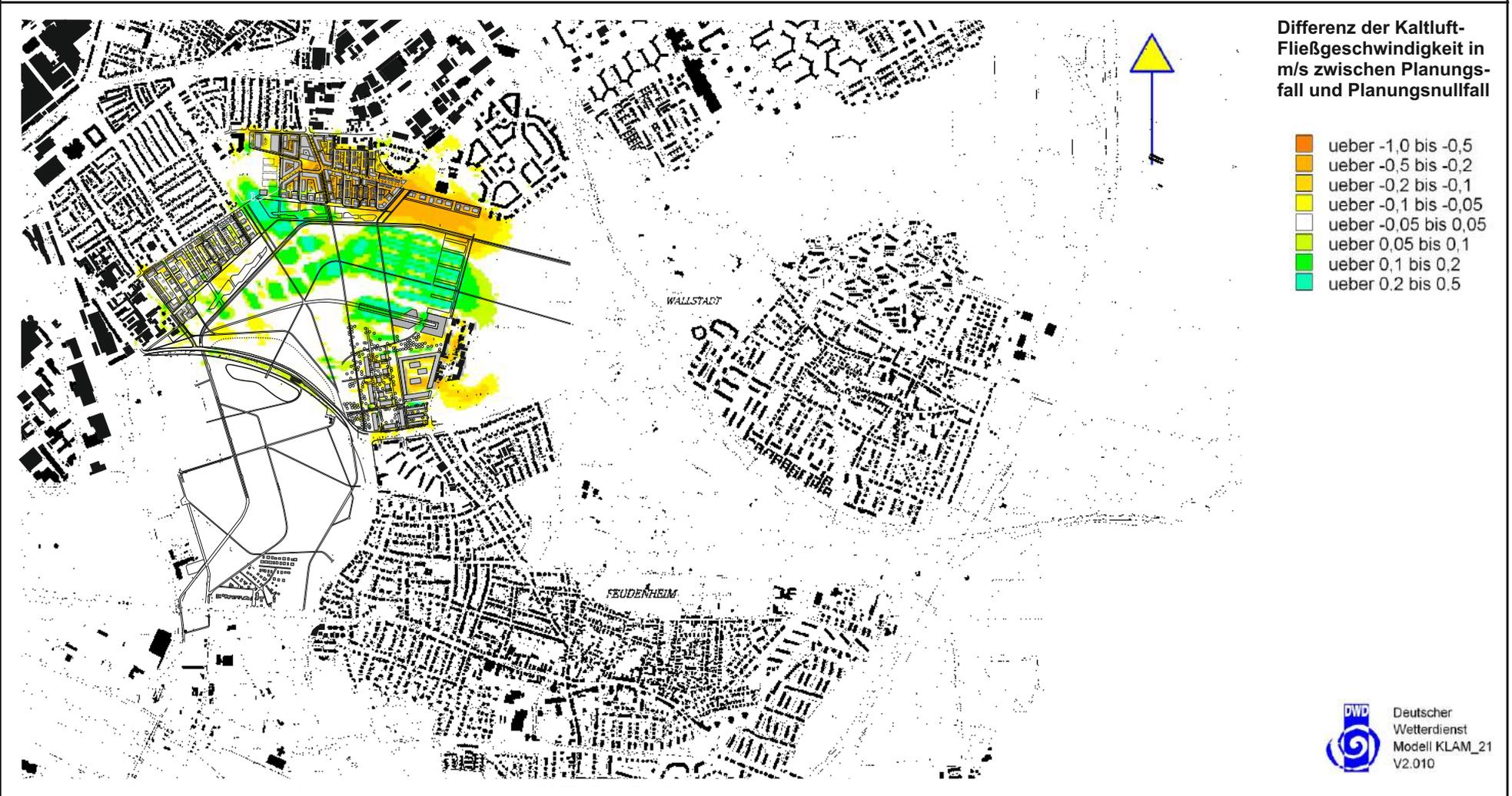
■ Baukörper - Planung
■ Baukörper - Planung



M.: 0 200 800 m

ÖKOPLANA

Abb. 13.1 Plan-Zustand / Kaltluftbewegungen (02:00 Uhr) - Differenz der Kaltluft-Fließgeschwindigkeit (Schichtmittel 0 - 4 m ü.G.) zum Ist-Zustand in einer windschwachen Strahlungsnacht. Ergebnisse mesoskaliger Modellrechnungen



Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Geobasisdaten, Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg

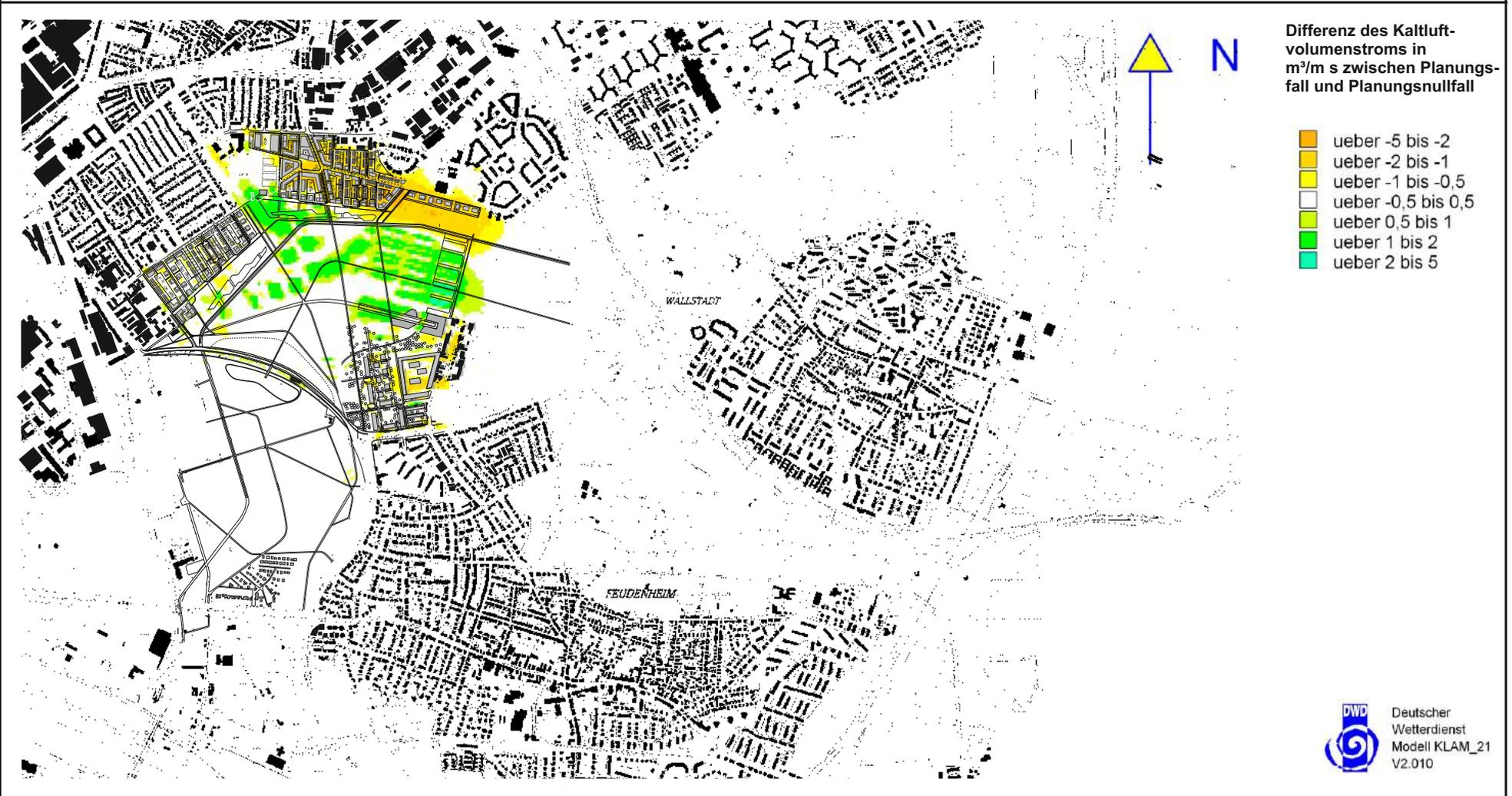
■ Baukörper - Planung
■ Baukörper - Planung



M.: 0 200 800 m



Abb. 13.2 Plan-Zustand / Kaltluftbewegungen (02:00 Uhr) - Differenz des Kaltluft-Volumenstroms zum Ist-Zustand in einer windschwachen Strahlungsnacht. Ergebnisse mesoskaliger Modellrechnungen



Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Geobasisdaten, Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg

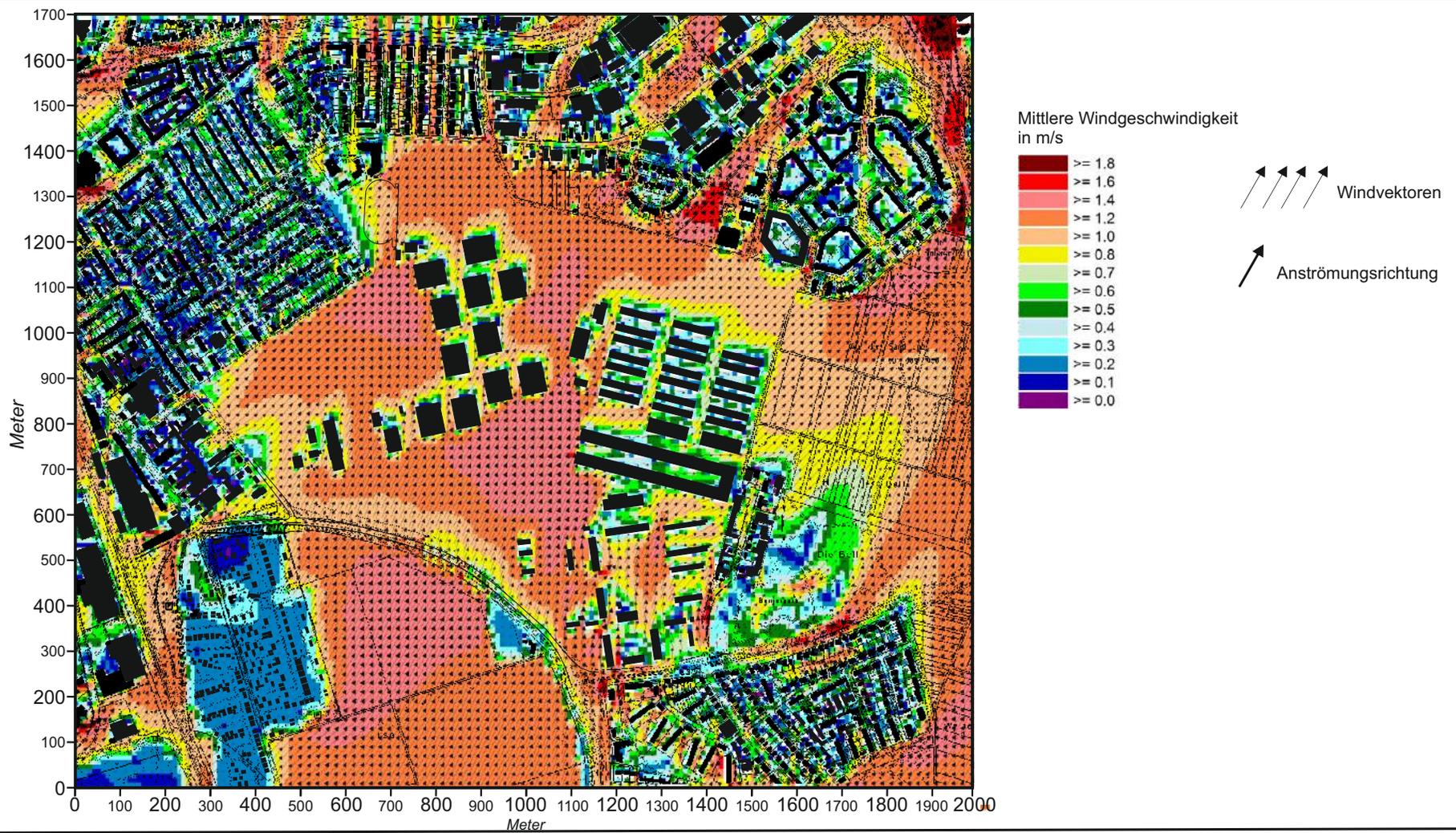
■ Baukörper - Planung
■ Baukörper - Planung



M.: 0 200 800 m



Abb. 14.1 Ist-Zustand - Belüftungsverhältnisse 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



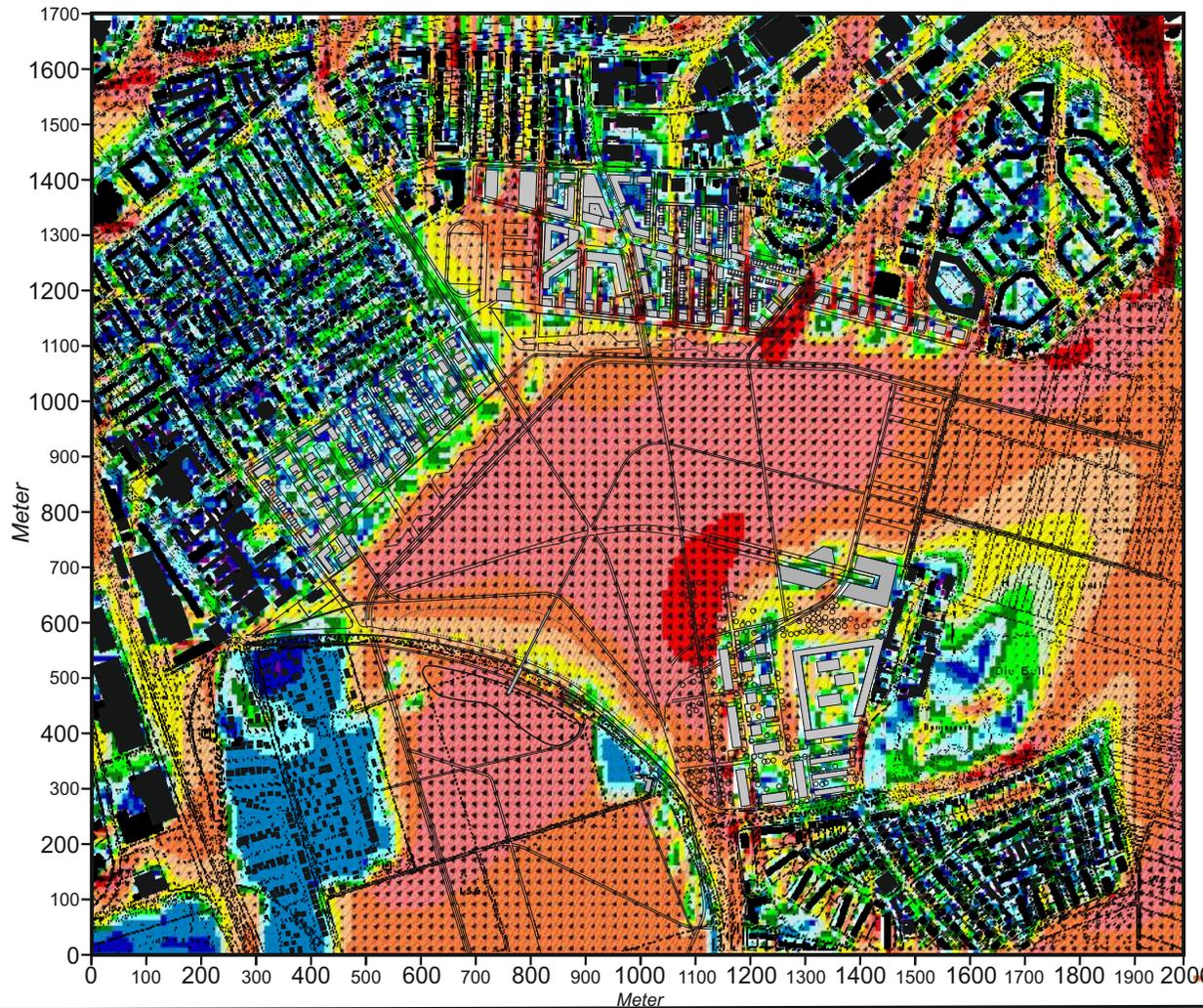
Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Geobasisdaten, Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg

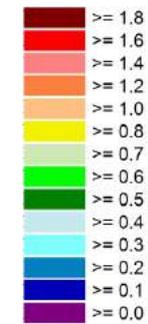
■ Baukörper - Bestand



Abb. 14.2 Plan-Zustand - Belüftungsverhältnisse 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Mittlere Windgeschwindigkeit
in m/s



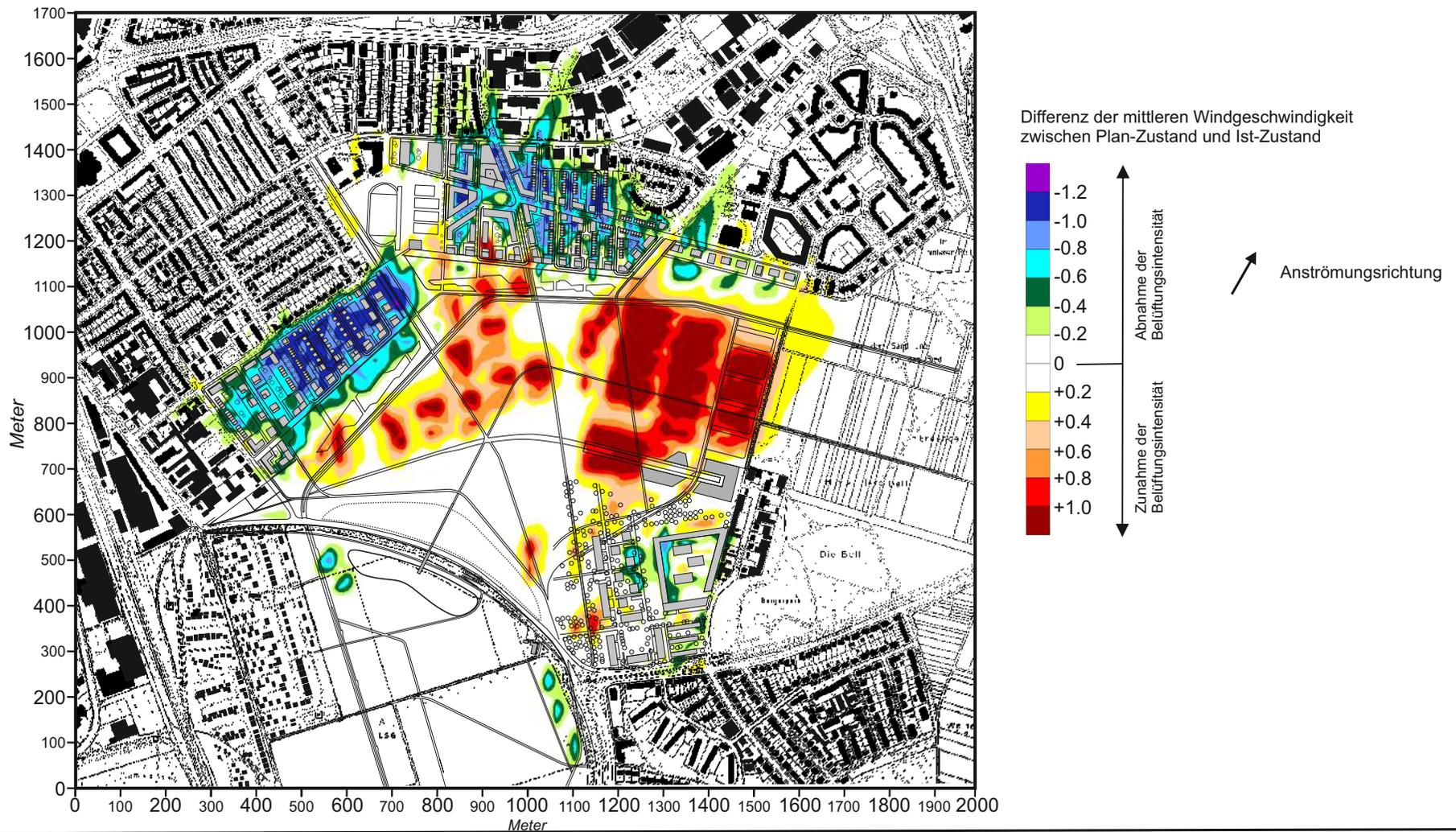
Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen
durch die städtebauliche Entwicklung in den
Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Geobasisdaten, Landesamt für Geoinformation
und Landentwicklung Baden-Württemberg

■ Baukörper - Bestand
■ Baukörper - Planung



Abb. 14.3 Veränderung der Belüftungsverhältnisse 2 m ü.G. durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand, Windanströmung aus Südsüdwesten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



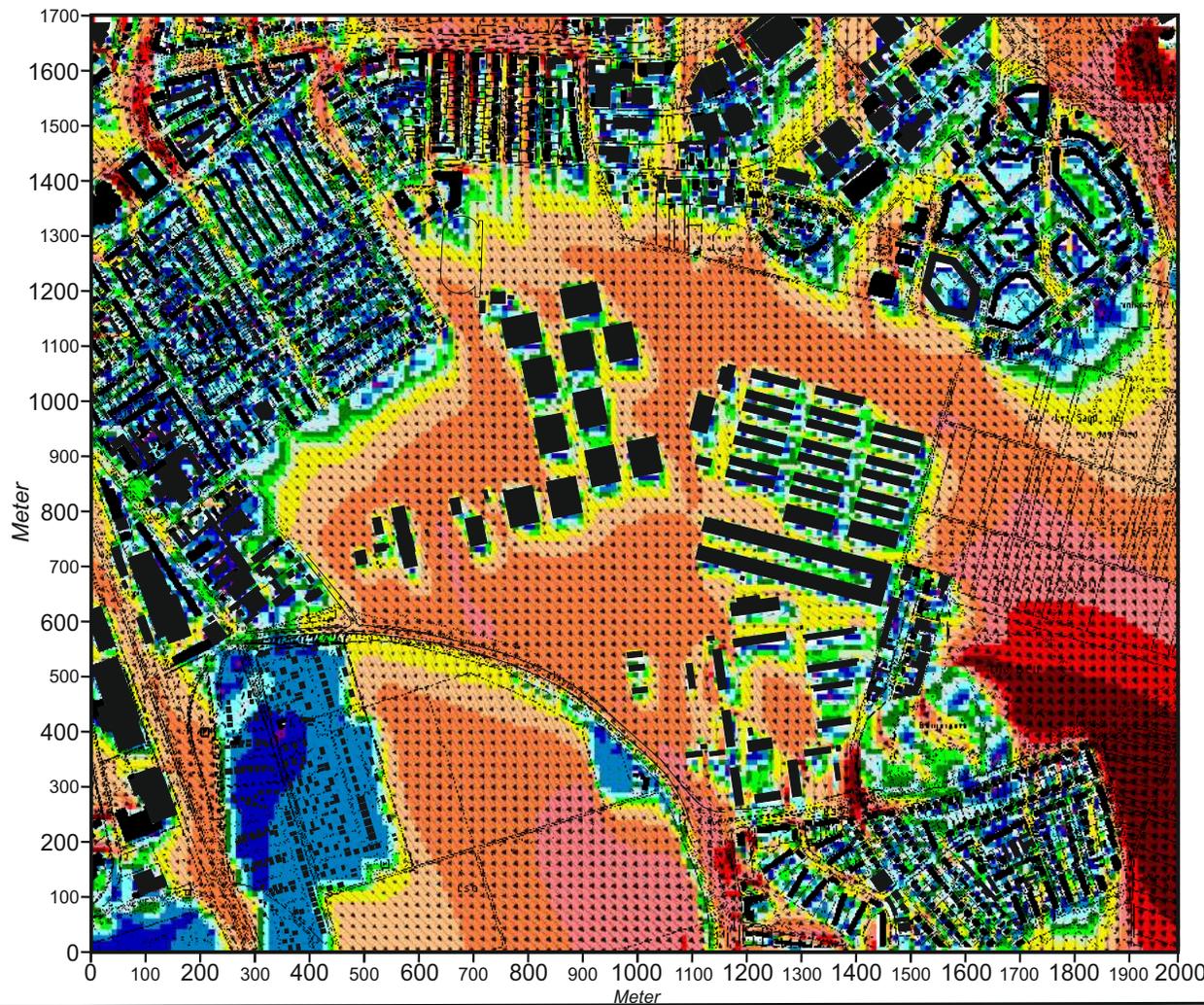
Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Geobasisdaten, Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg

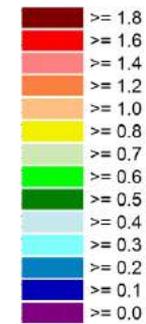
■ Baukörper - Bestand
■ Baukörper - Planung



Abb. 15.1 Ist-Zustand - Belüftungsverhältnisse 2 m ü.G., Windanströmung aus Nordnordwesten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Mittlere Windgeschwindigkeit
in m/s



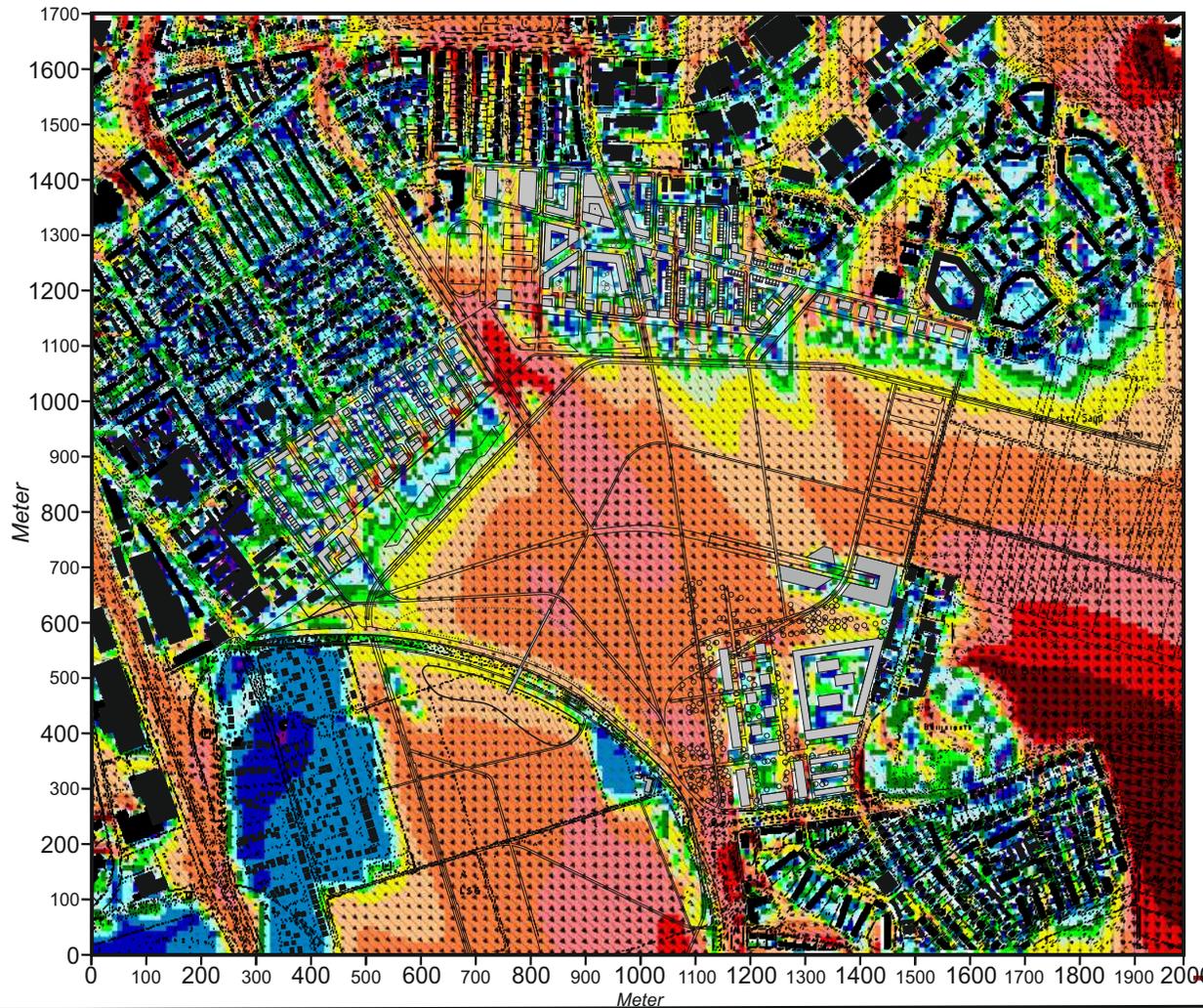
Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen
durch die städtebauliche Entwicklung in den
Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Geobasisdaten, Landesamt für Geoinformation
und Landentwicklung Baden-Württemberg

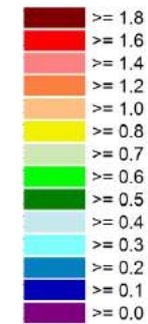
■ Baukörper - Bestand



Abb. 15.2 Plan-Zustand - Belüftungsverhältnisse 2 m ü.G., Windanströmung aus Nordnordwesten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Mittlere Windgeschwindigkeit
in m/s



Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen
durch die städtebauliche Entwicklung in den
Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

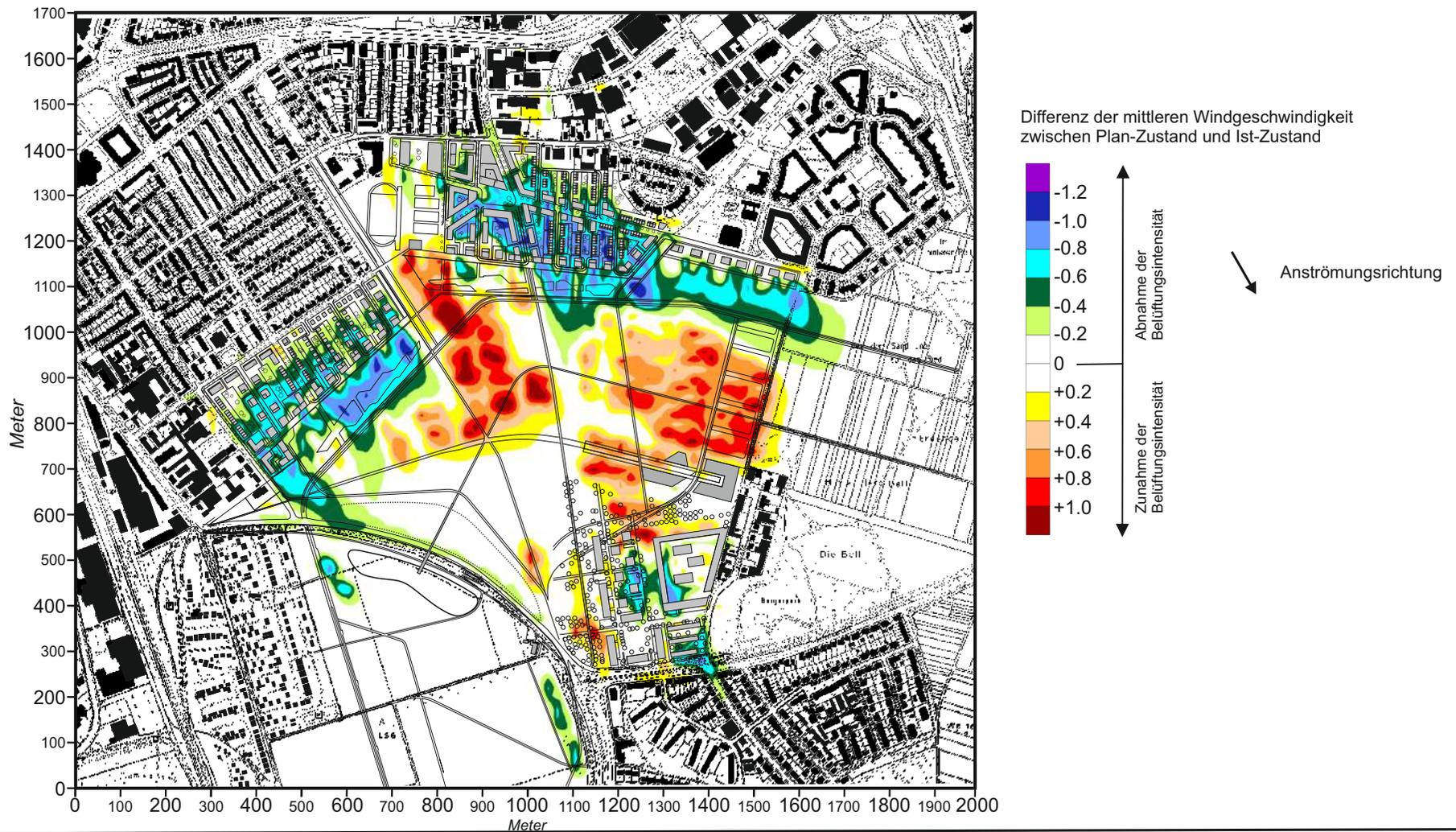
Geobasisdaten, Landesamt für Geoinformation
und Landentwicklung Baden-Württemberg

■ Baukörper - Bestand
■ Baukörper - Planung



ÖKOPLANA

Abb. 15.3 Veränderung der Belüftungsverhältnisse 2 m ü.G. durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand, Windanströmung aus Nordnordwesten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



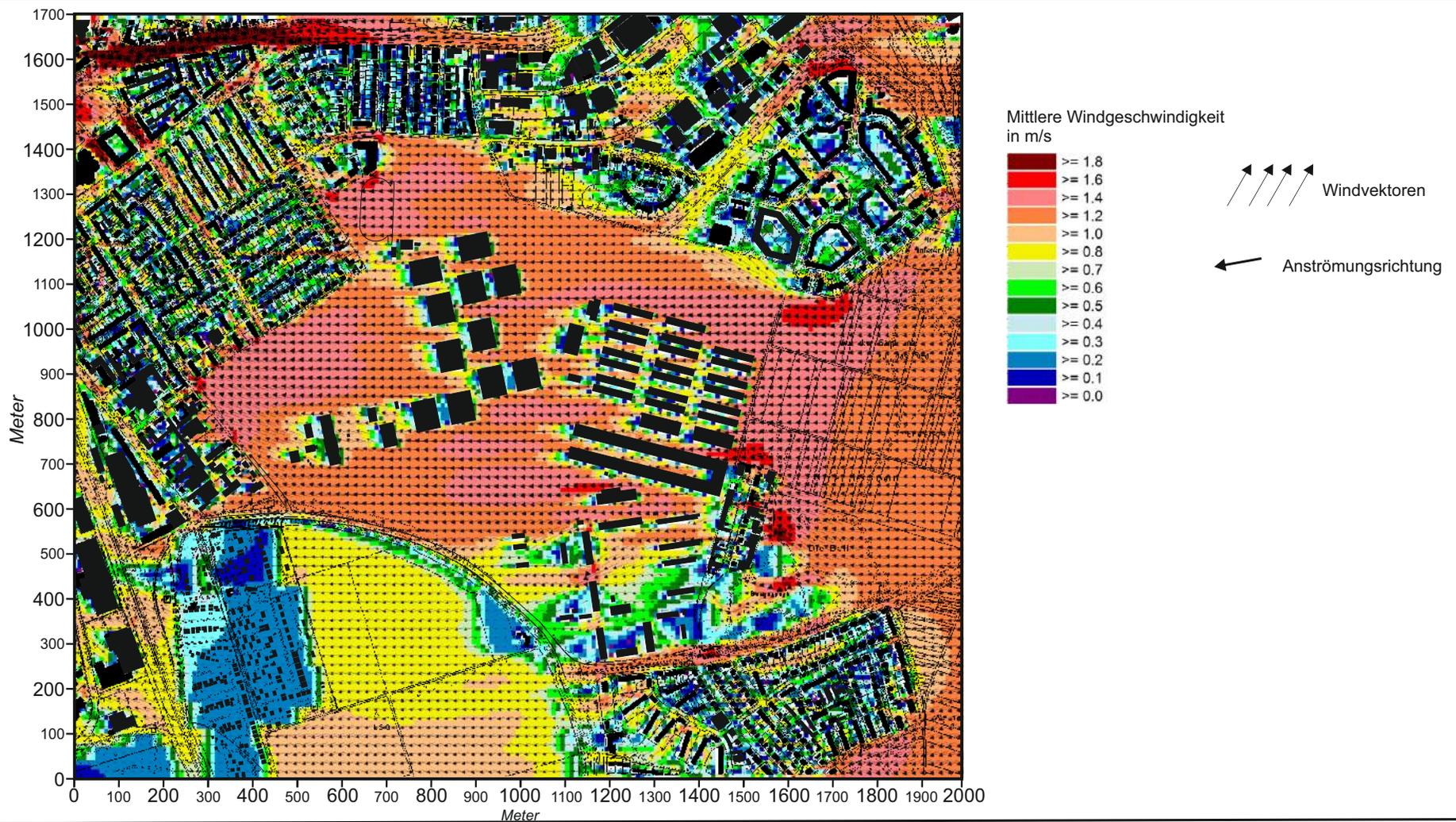
Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Geobasisdaten, Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg

■ Baukörper - Bestand
■ Baukörper - Planung



Abb. 16.1 Ist-Zustand - Belüftungsverhältnisse 2 m ü.G., Windanströmung aus Osten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



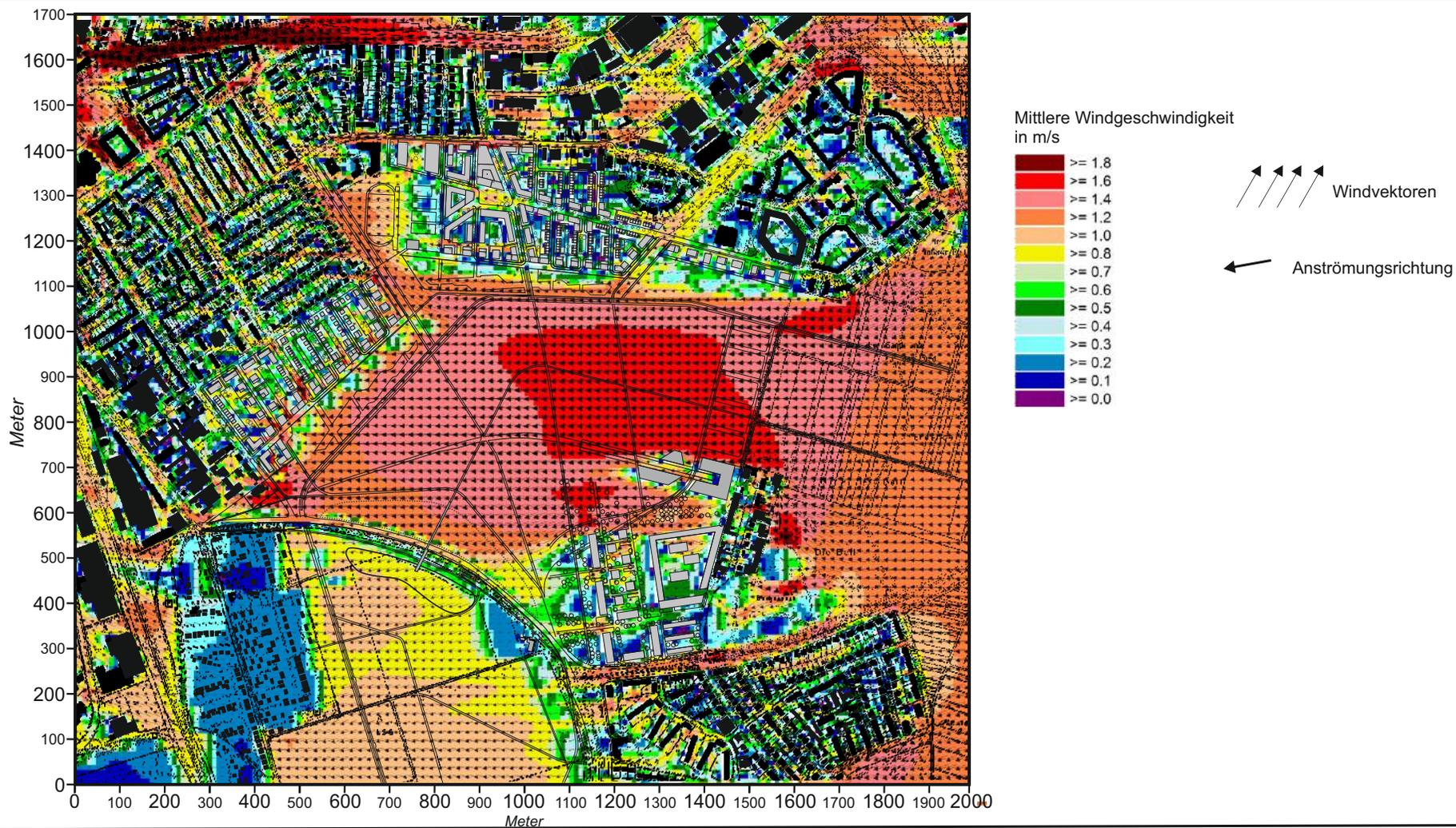
Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Geobasisdaten, Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg

■ Baukörper - Bestand



Abb. 16.2 Plan-Zustand - Belüftungsverhältnisse 2 m ü.G., Windanströmung aus Osten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



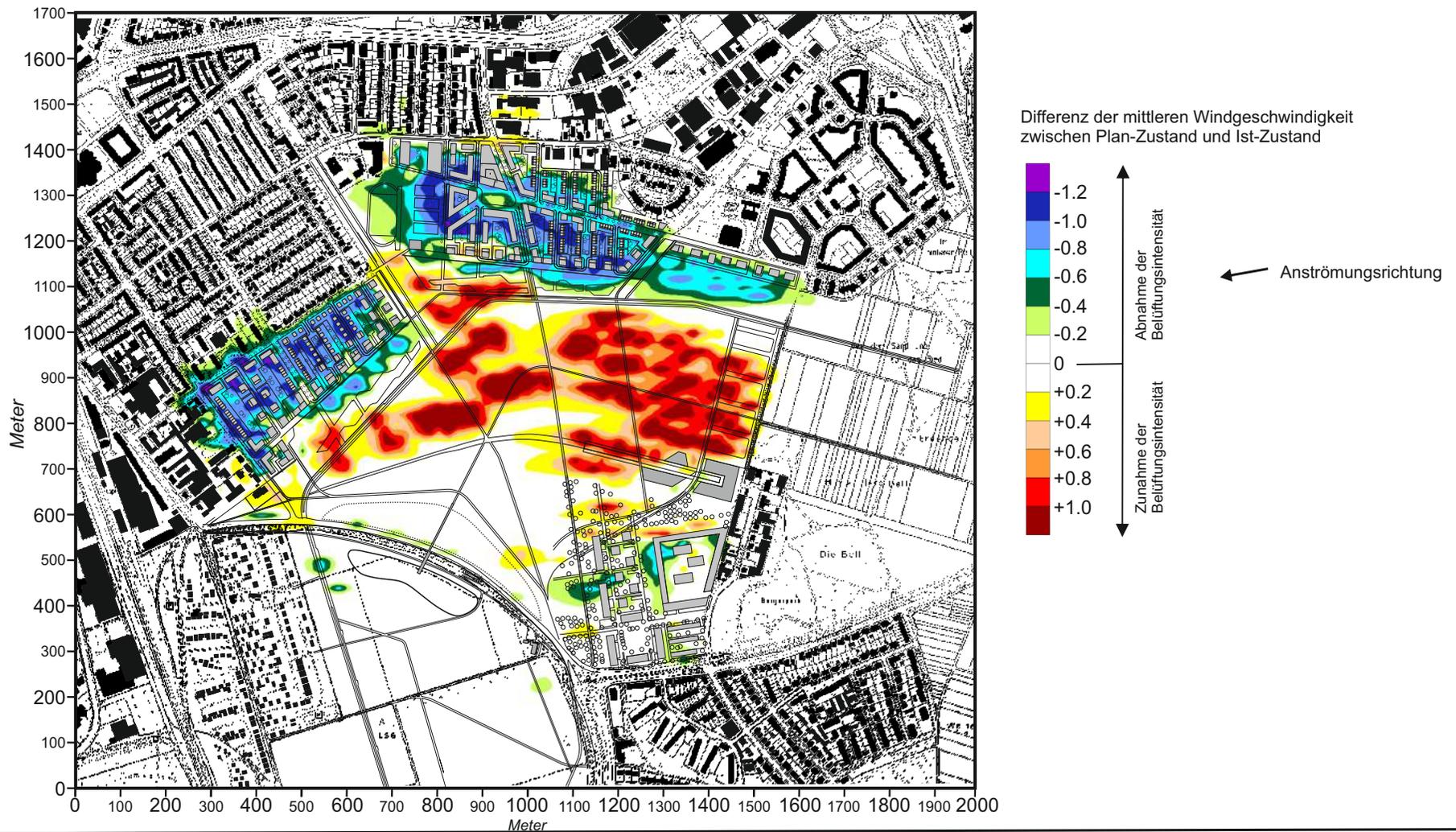
Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Geobasisdaten, Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg

■ Baukörper - Bestand
■ Baukörper - Planung



Abb. 16.3 Veränderung der Belüftungsverhältnisse 2 m ü.G. durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand, Windanströmung aus Osten mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



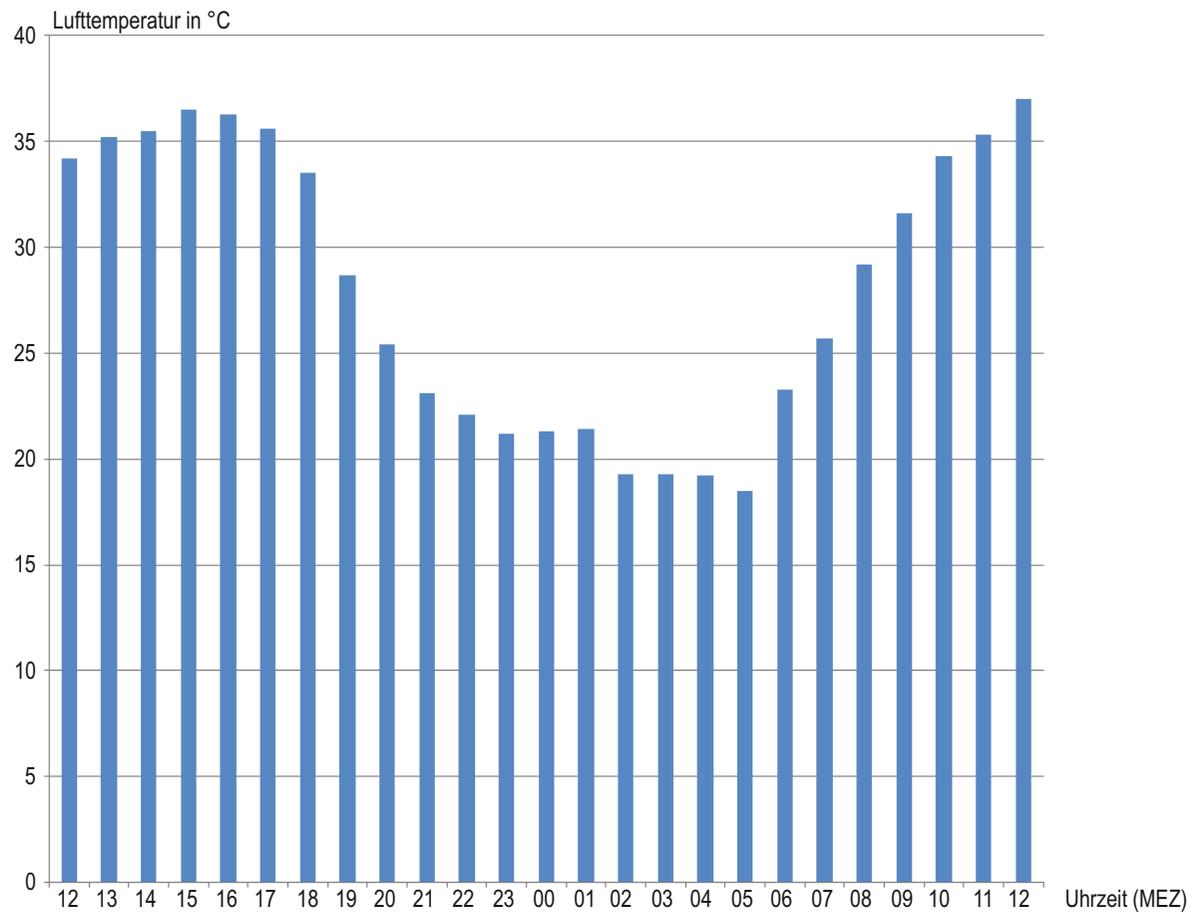
Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Geobasisdaten, Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg

■ Baukörper - Bestand
■ Baukörper - Planung



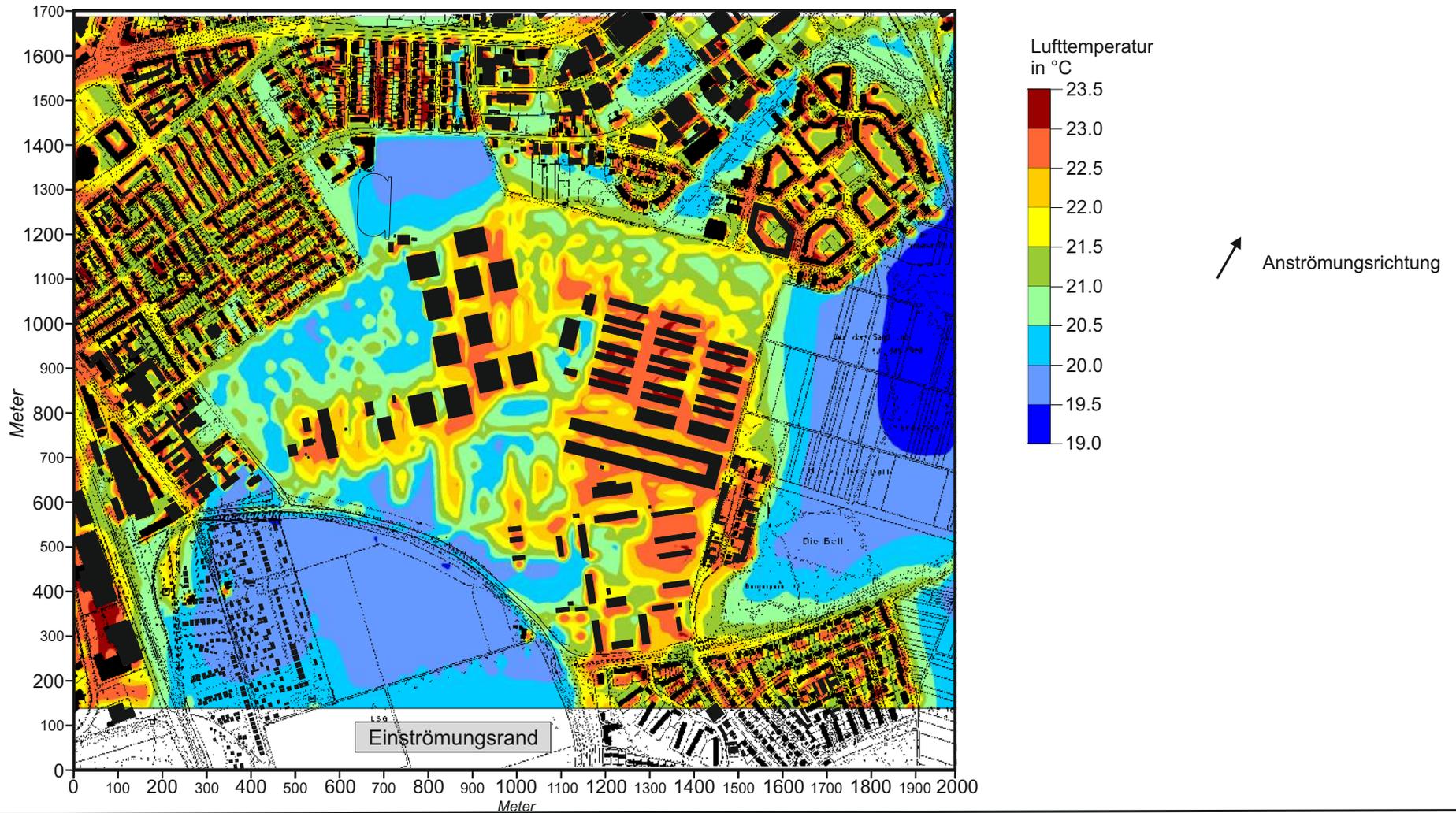
Abb. 17 Beispielhafter Tagesgang der Lufttemperatur an einem heißen Sommertag (06.-07.08.2015) an der DWD-Wetterstation Mannheim-Vogelstang



Daten:
Deutscher Wetterdienst (www.dwd.de)

Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Abb. 18.1 Ist-Zustand - Lufttemperaturverteilung 2 m ü.G. in einer warmen Sommernacht (02:00 Uhr), Windanströmung aus Südsüdwesten mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



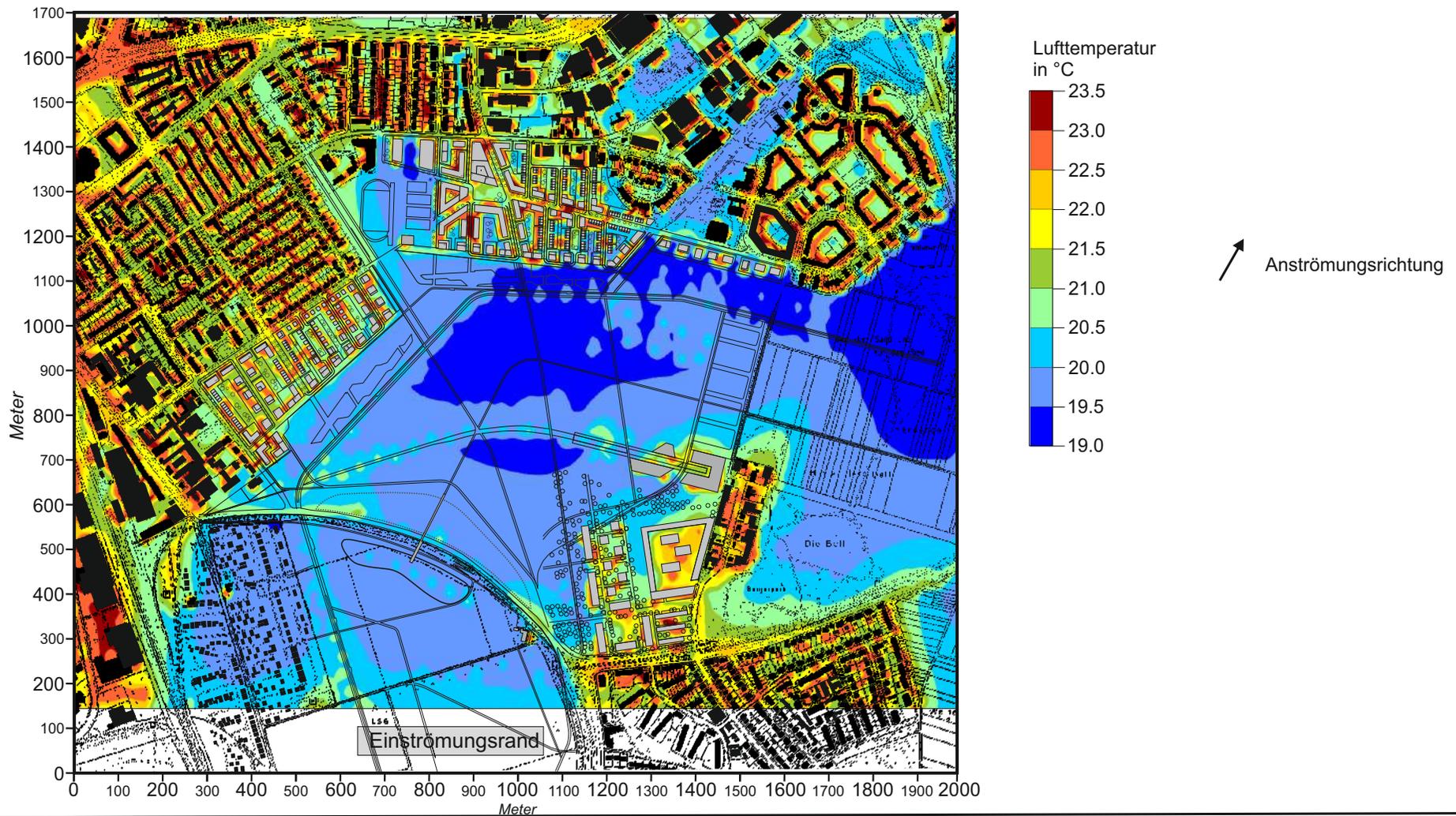
Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Geobasisdaten, Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg

■ Baukörper - Bestand



Abb. 18.2 Plan-Zustand - Lufttemperaturverteilung 2 m ü.G. in einer warmen Sommernacht (02:00 Uhr), Windanströmung aus Südsüdwesten mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



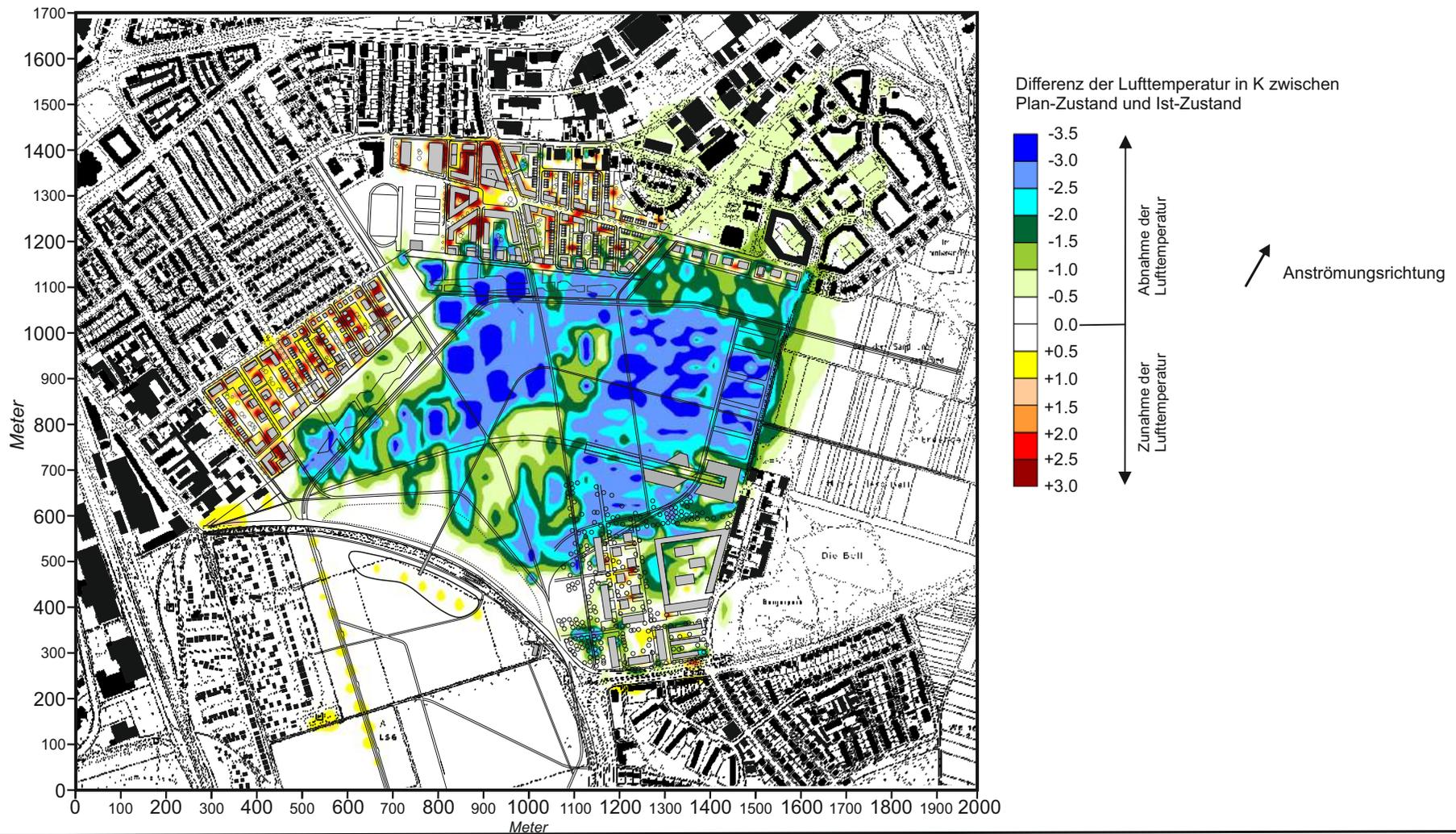
Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Geobasisdaten, Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg

■ Baukörper - Bestand
■ Baukörper - Planung



Abb. 18.3 Veränderung der Lufttemperaturverteilung 2 m ü.G. durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand. Windanströmung aus Südsüdwesten mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



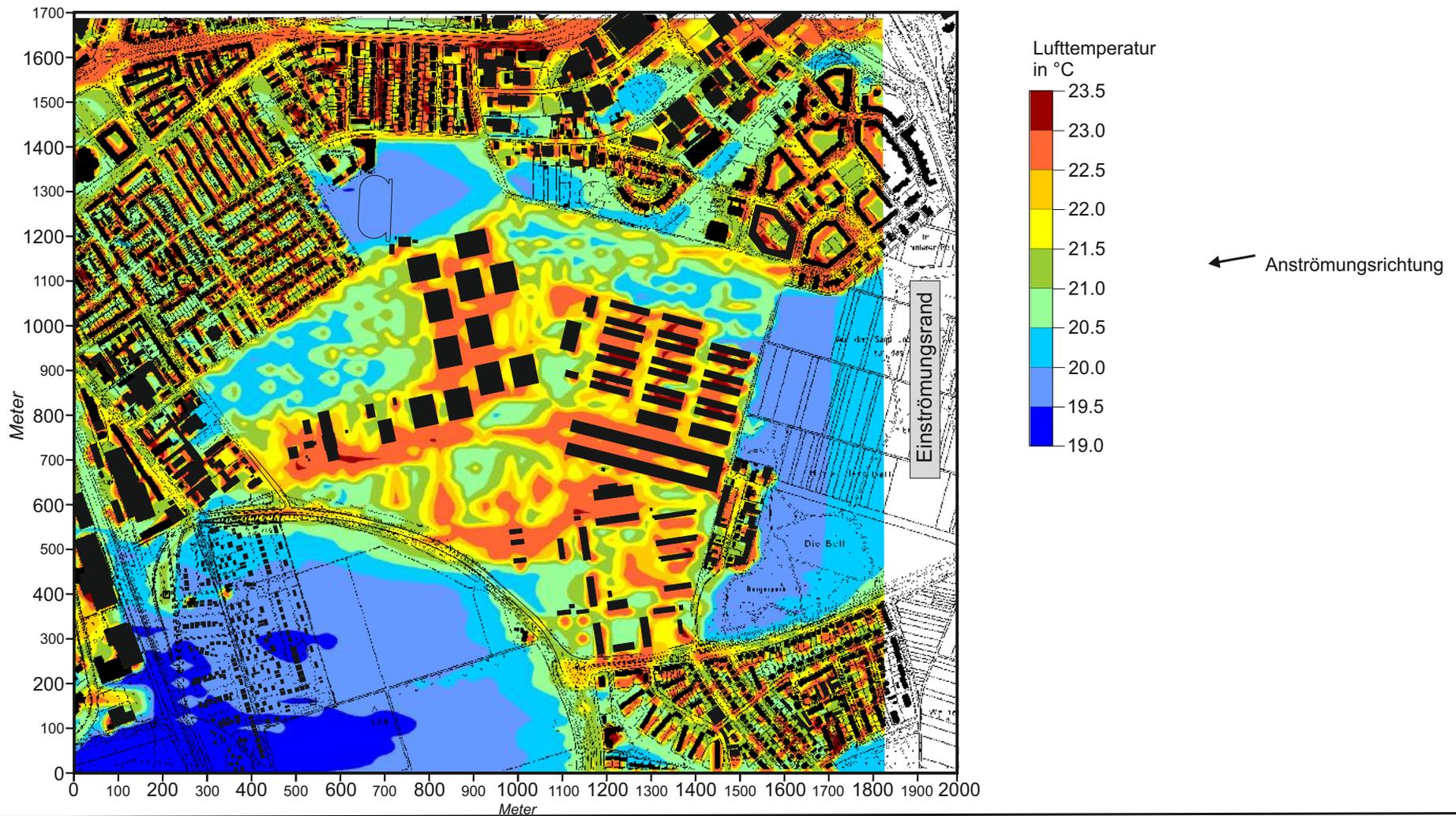
Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Geobasisdaten, Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg

■ Baukörper - Bestand
■ Baukörper - Planung



Abb. 19.1 Ist-Zustand - Lufttemperaturverteilung 2 m ü.G. in einer warmen Sommernacht (02:00 Uhr), Windanströmung aus Osten mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

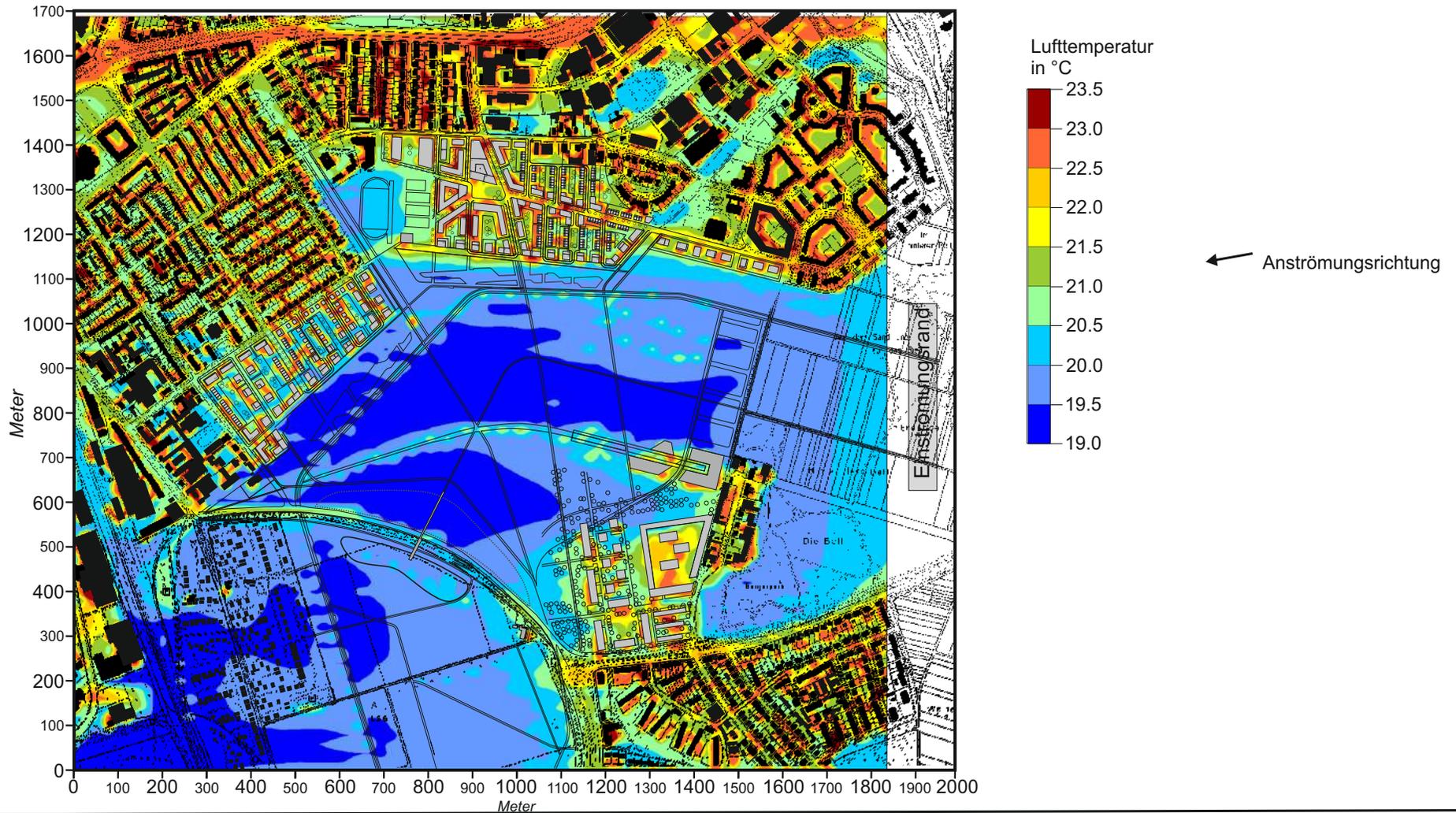
Geobasisdaten, Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg

■ Baukörper - Bestand



ÖKOPLANA

Abb. 19.2 Plan-Zustand - Lufttemperaturverteilung 2 m ü.G. in einer warmen Sommernacht (02:00 Uhr), Windanströmung aus Osten mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

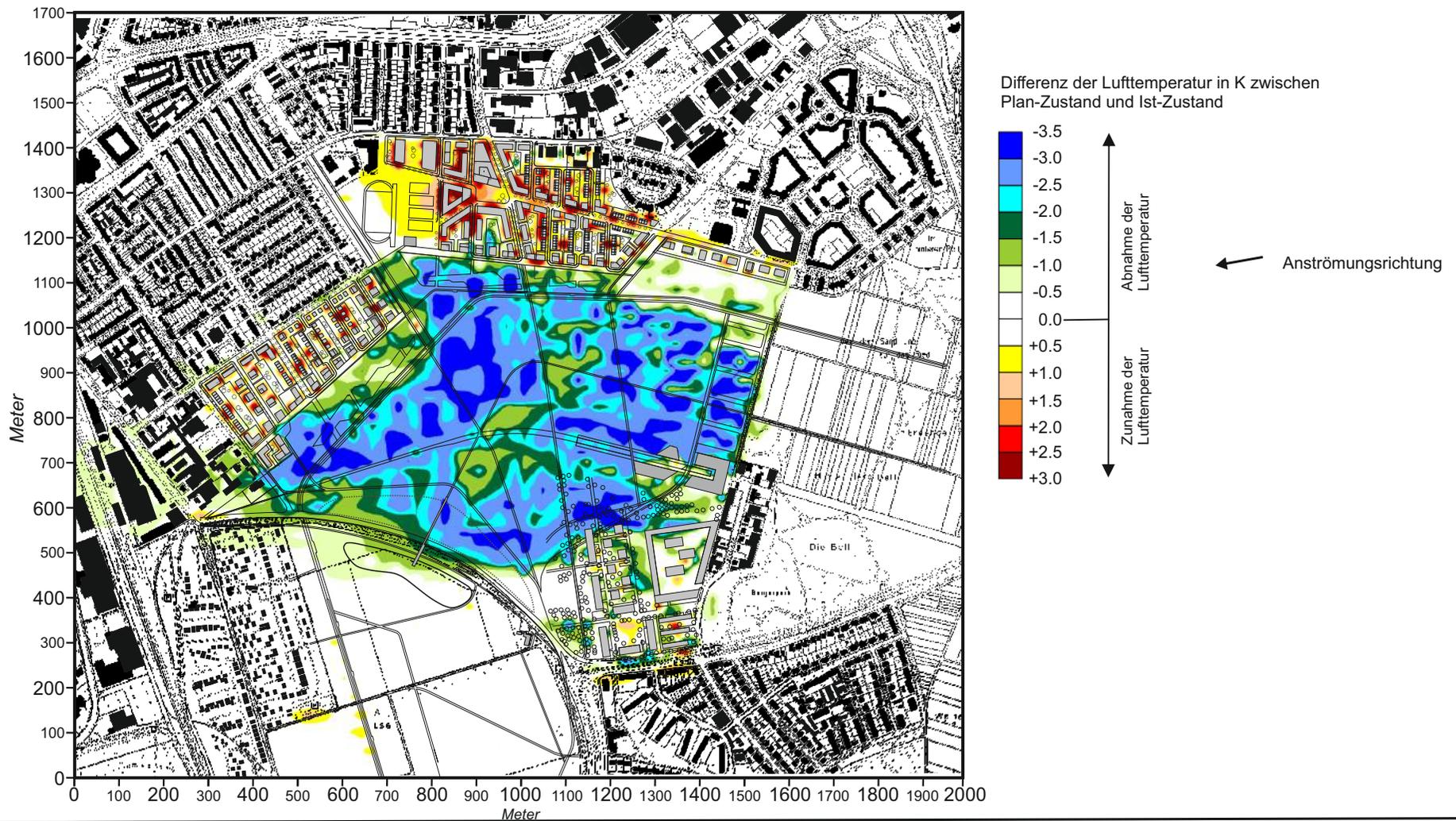


Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Geobasisdaten, Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg



Abb. 19.3 Veränderung der Lufttemperaturverteilung 2 m ü.G. durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand. Windanströmung aus Osten mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



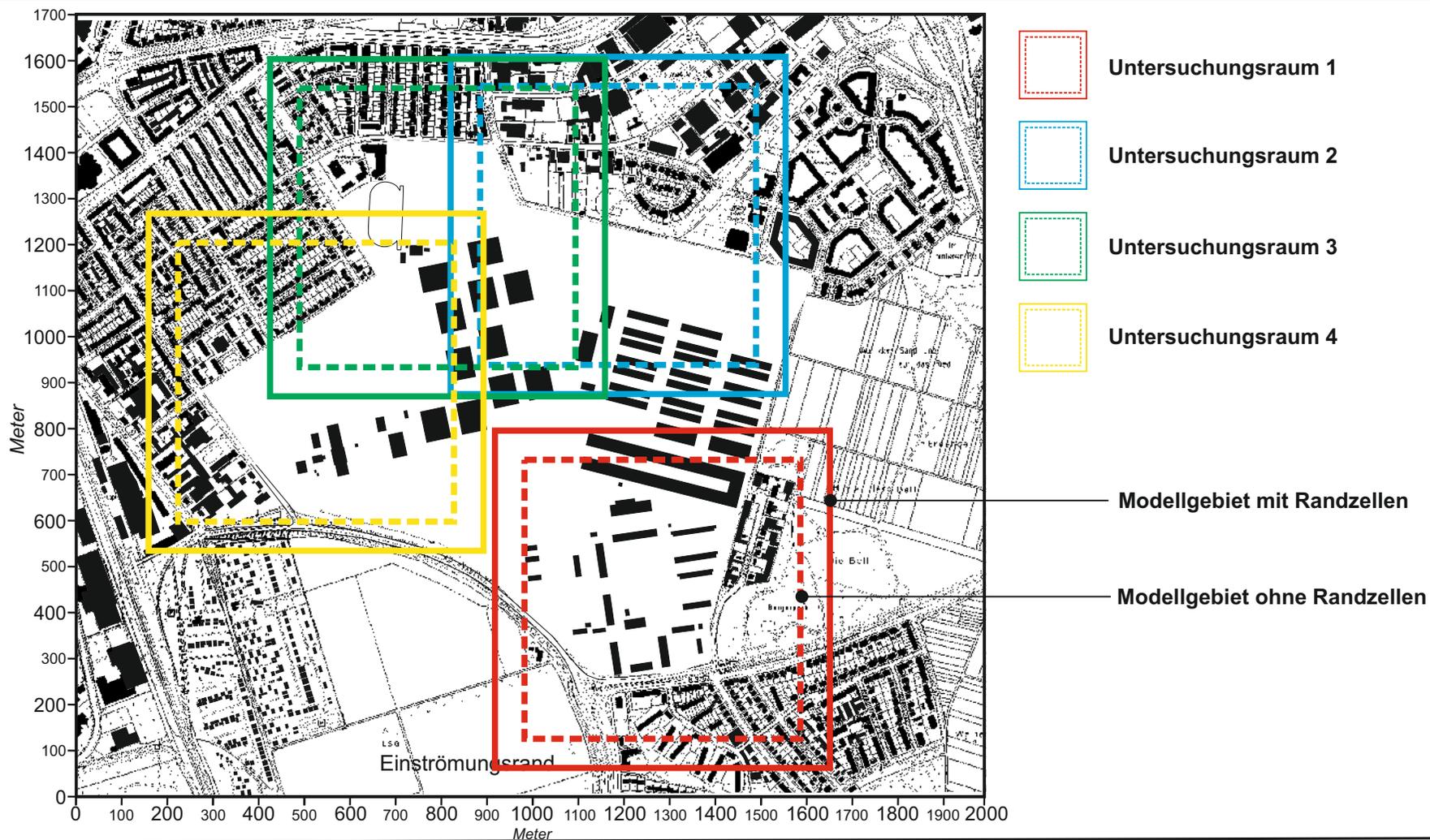
Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Geobasisdaten, Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg

■ Baukörper - Bestand
■ Baukörper - Planung



Abb. 20 Untersuchungsräume - mikroklimatische Detailanalyse



Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

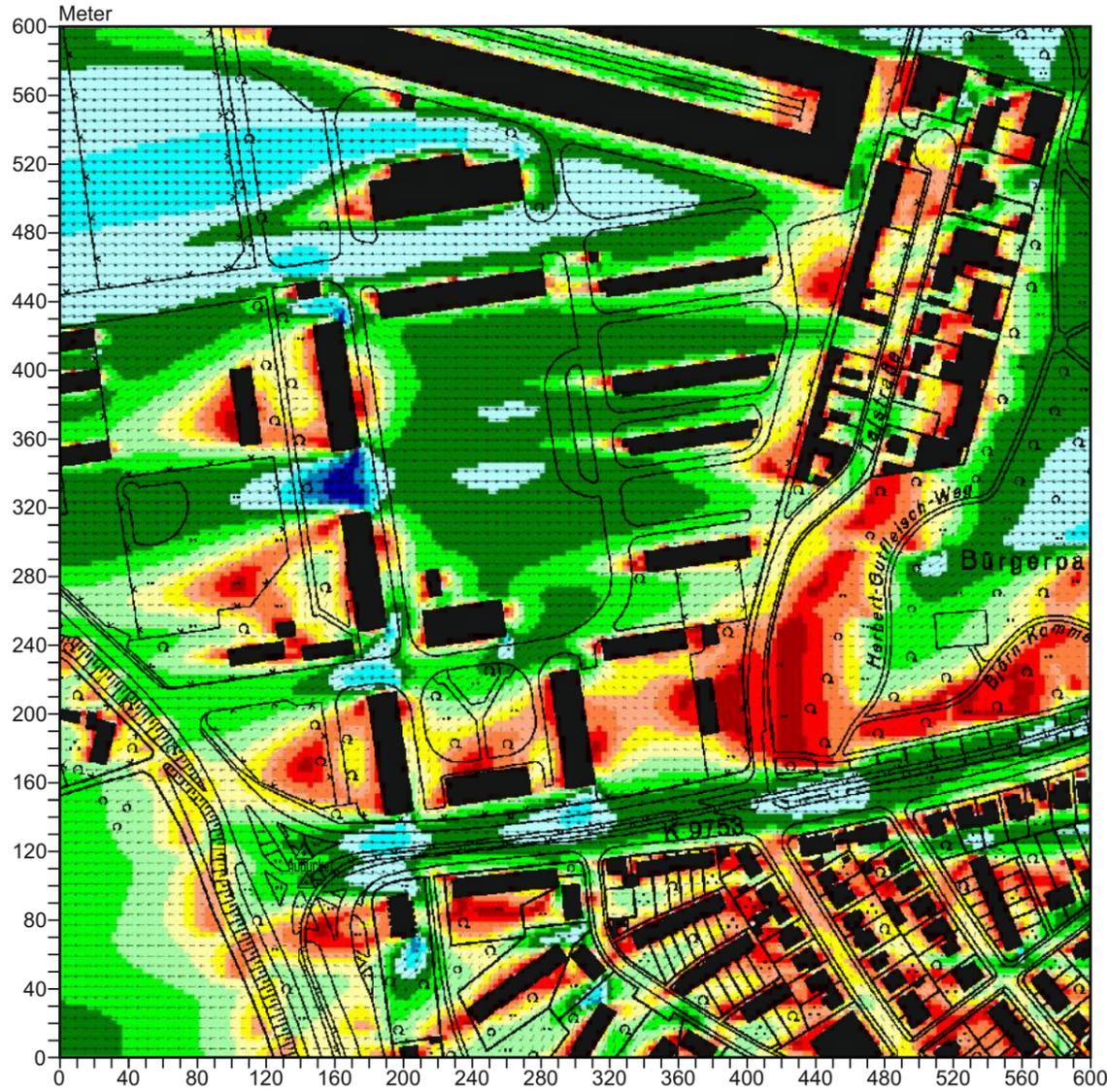
Geobasisdaten, Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg

■ Baukörper - Bestand

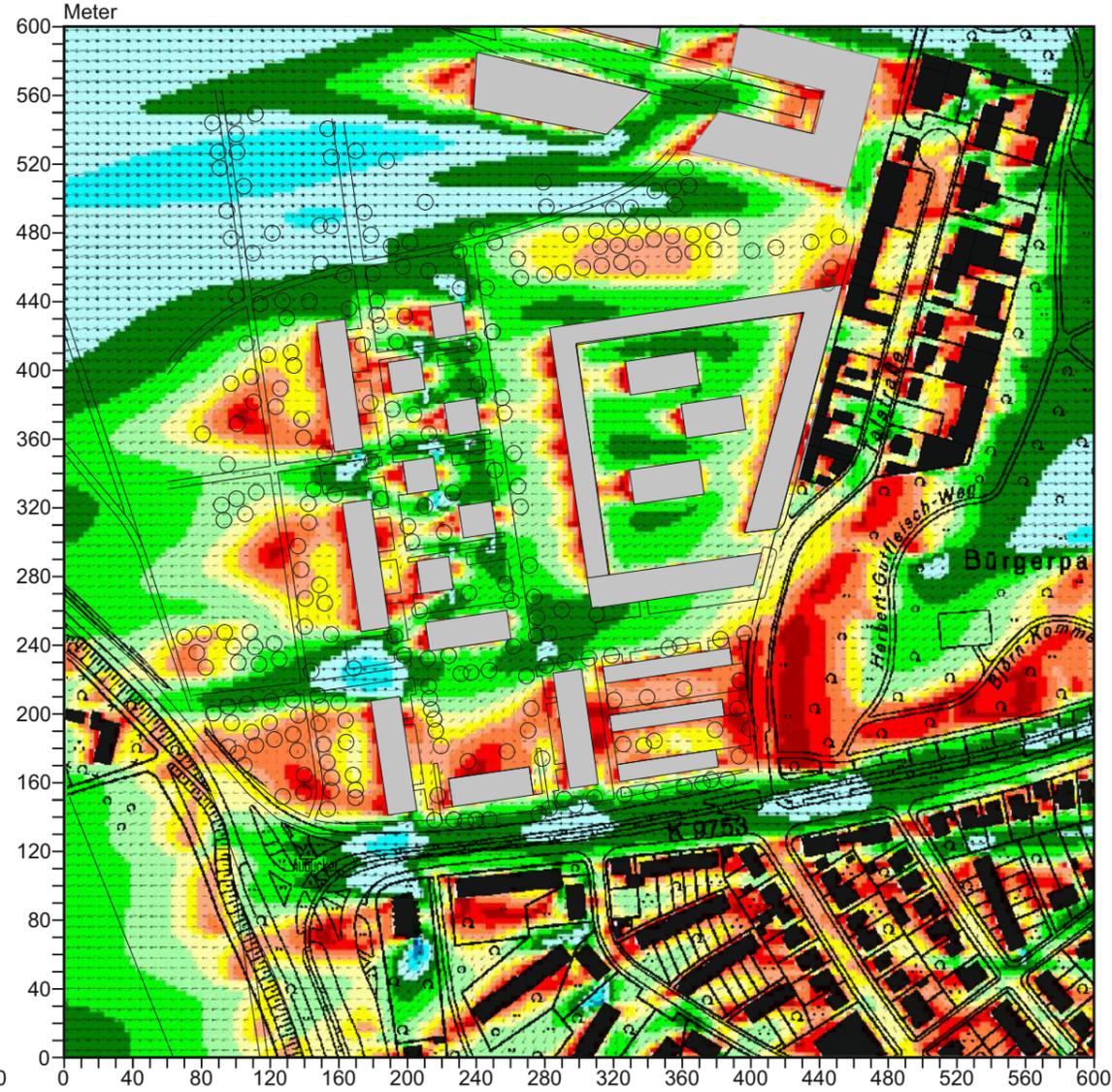


Abb. 21.1 Untersuchungsraum 1
Belüftungsverhältnisse (Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G.
Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

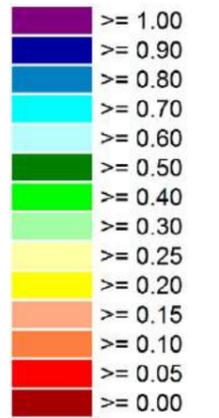
Ist-Zustand



Plan-Zustand



Windgeschwindigkeit in m/s



Anströmungsrichtung



Windvektoren



- Baukörper - Bestand
- Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

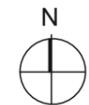
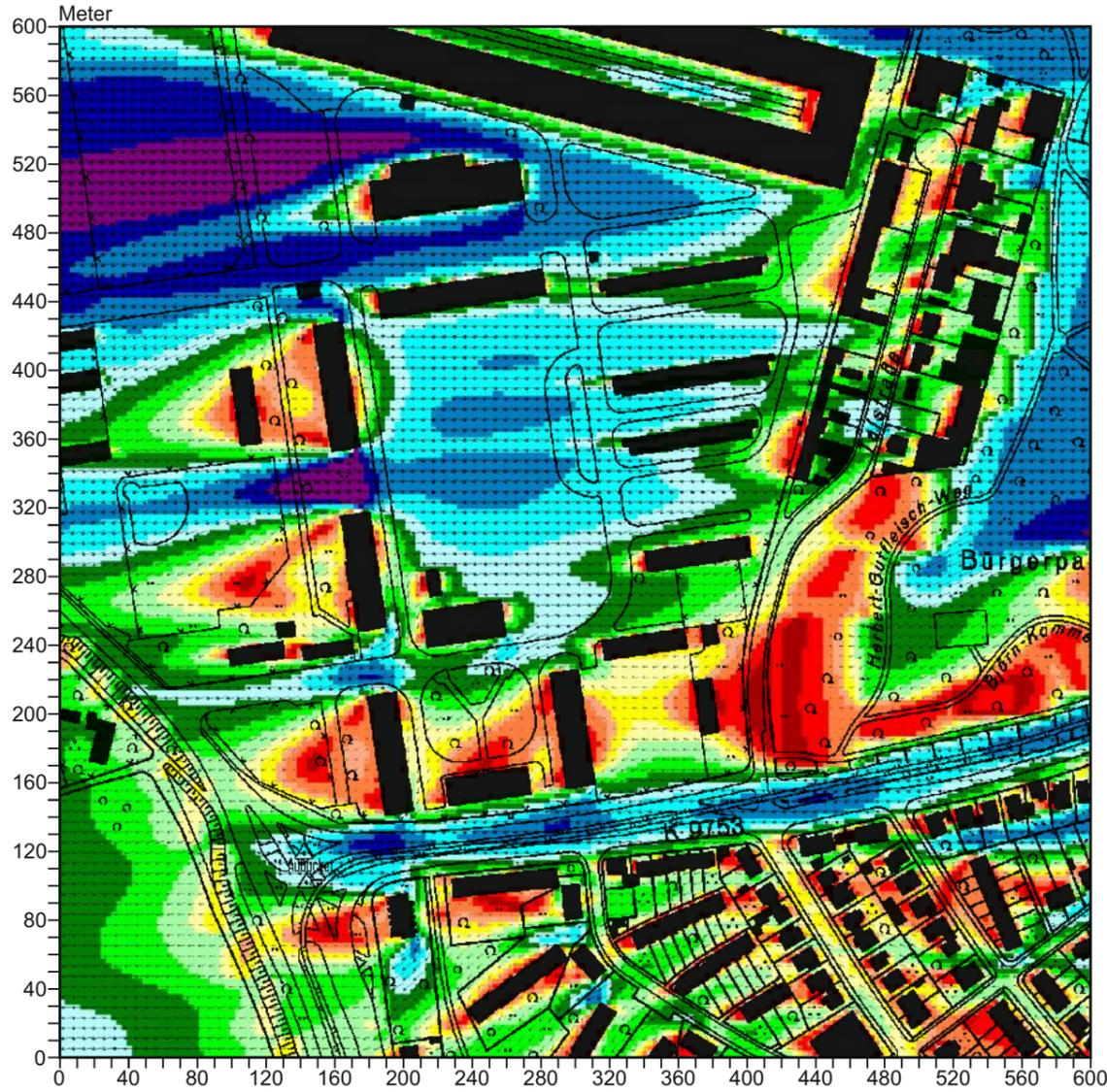
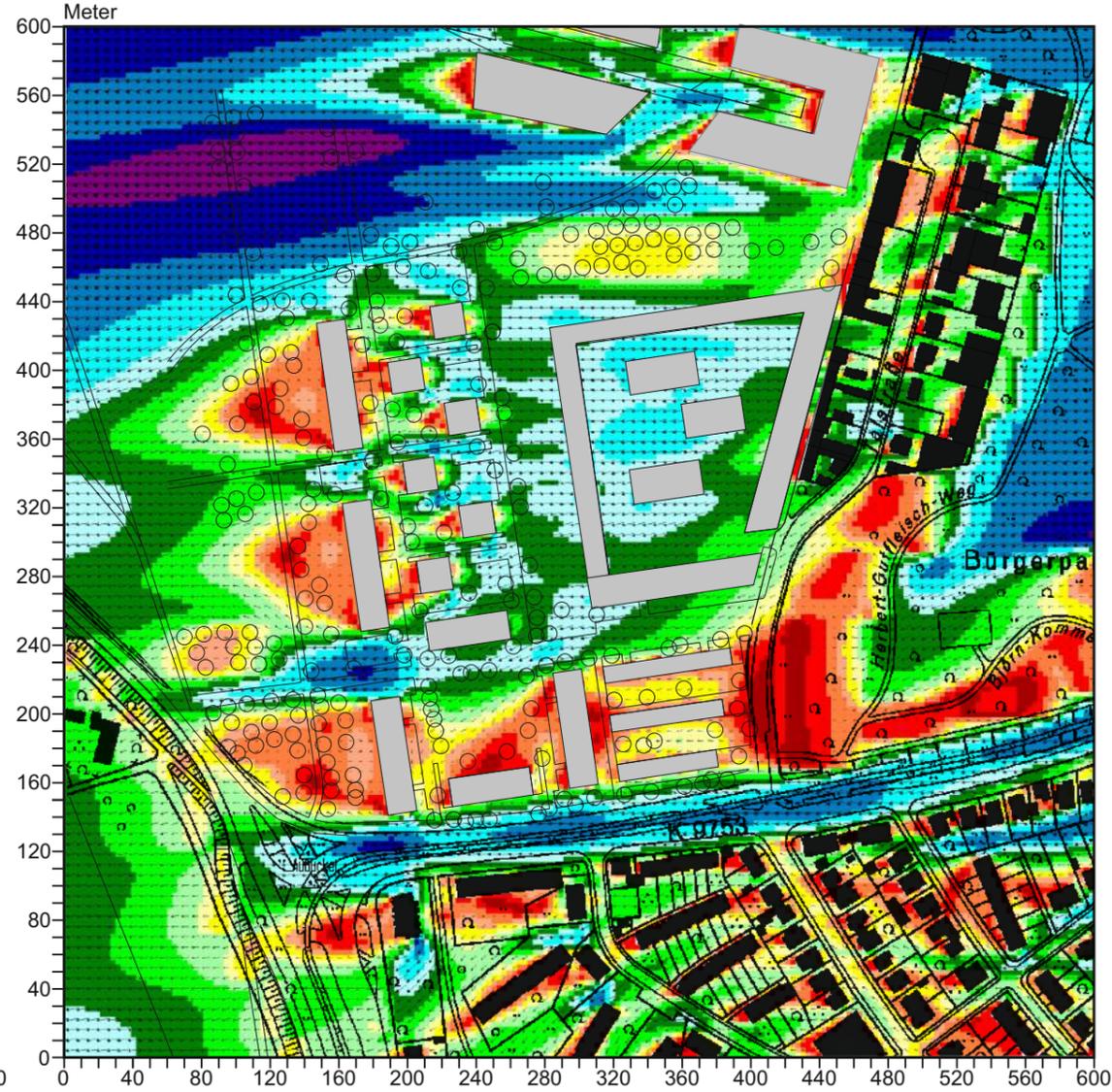


Abb. 21.2 Untersuchungsraum 1
Belüftungsverhältnisse (Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) in einer windschwachen Sommernacht, 5 m ü.G.
Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

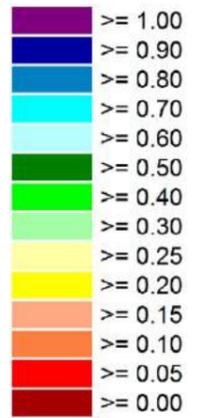
Ist-Zustand



Plan-Zustand



Windgeschwindigkeit in m/s



Anströmungsrichtung



Windvektoren



- Baukörper - Bestand
- Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

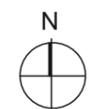
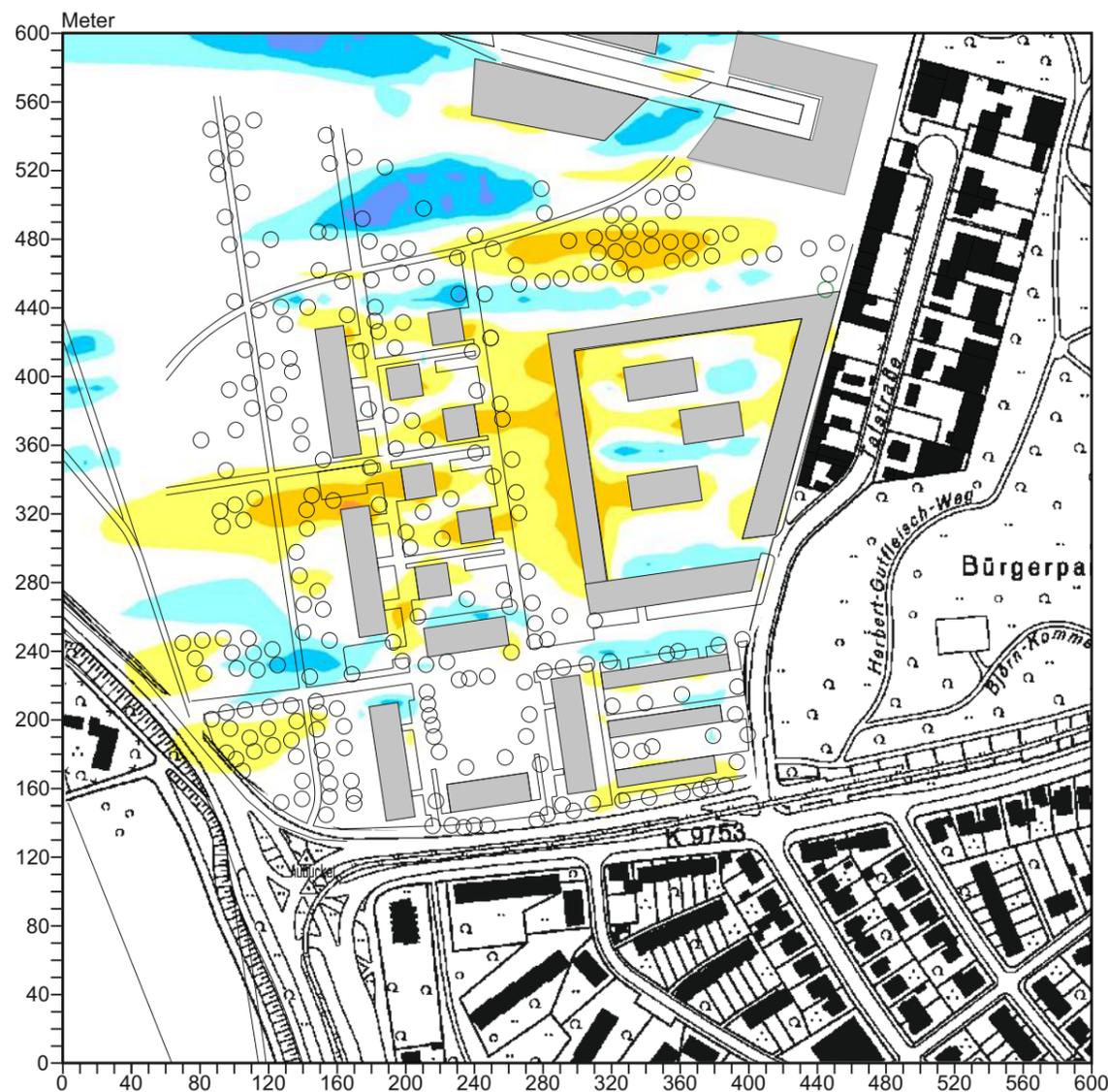
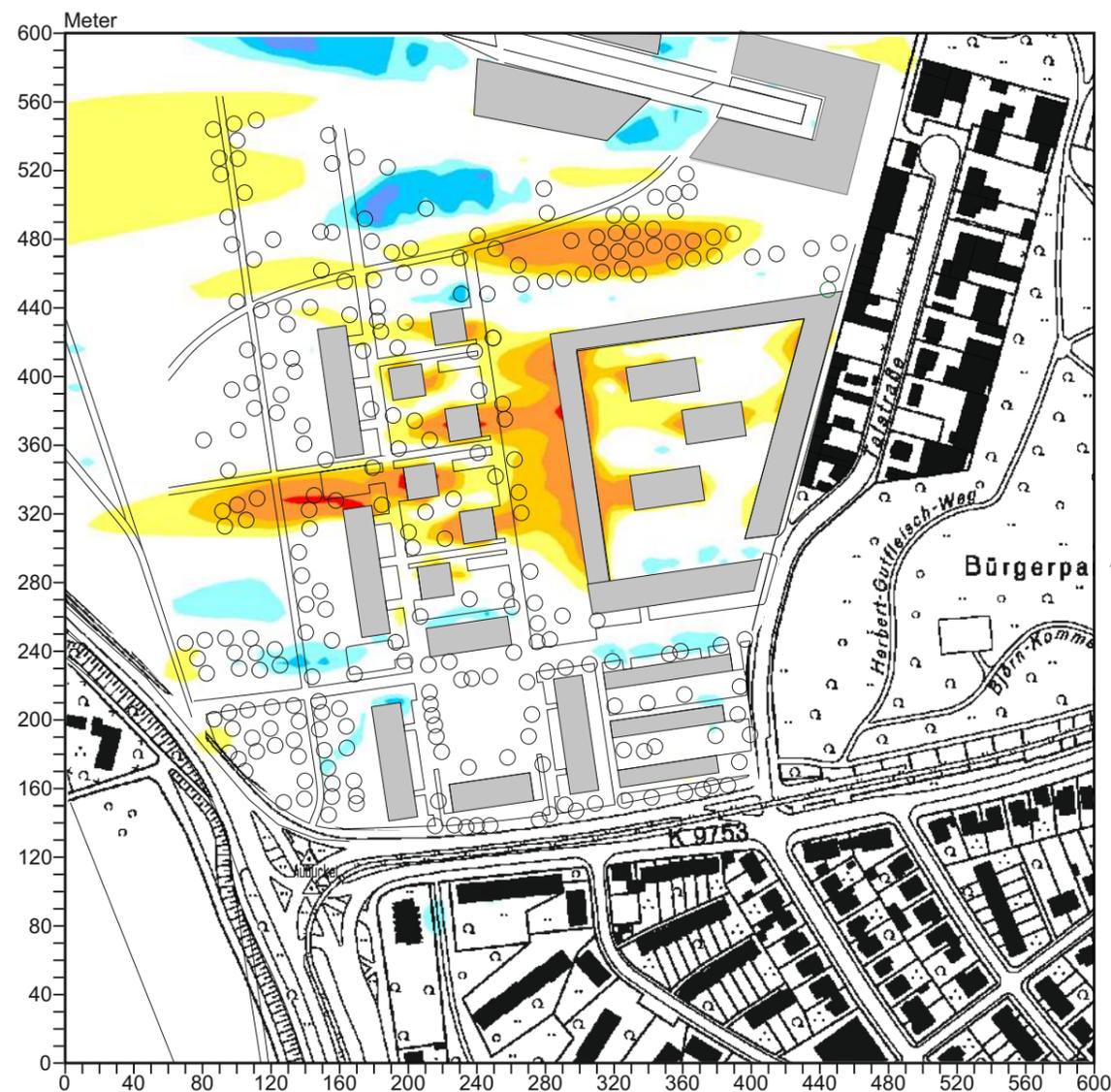


Abb. 21.3 Untersuchungsraum 1
Veränderung der Belüftungsintensität durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand
in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G. und 5 m ü.G
Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

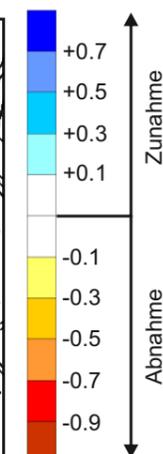
2 m ü.G



5 m ü.G.



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



Anströmungsrichtung



- Baukörper - Bestand
- Baukörper - Planung

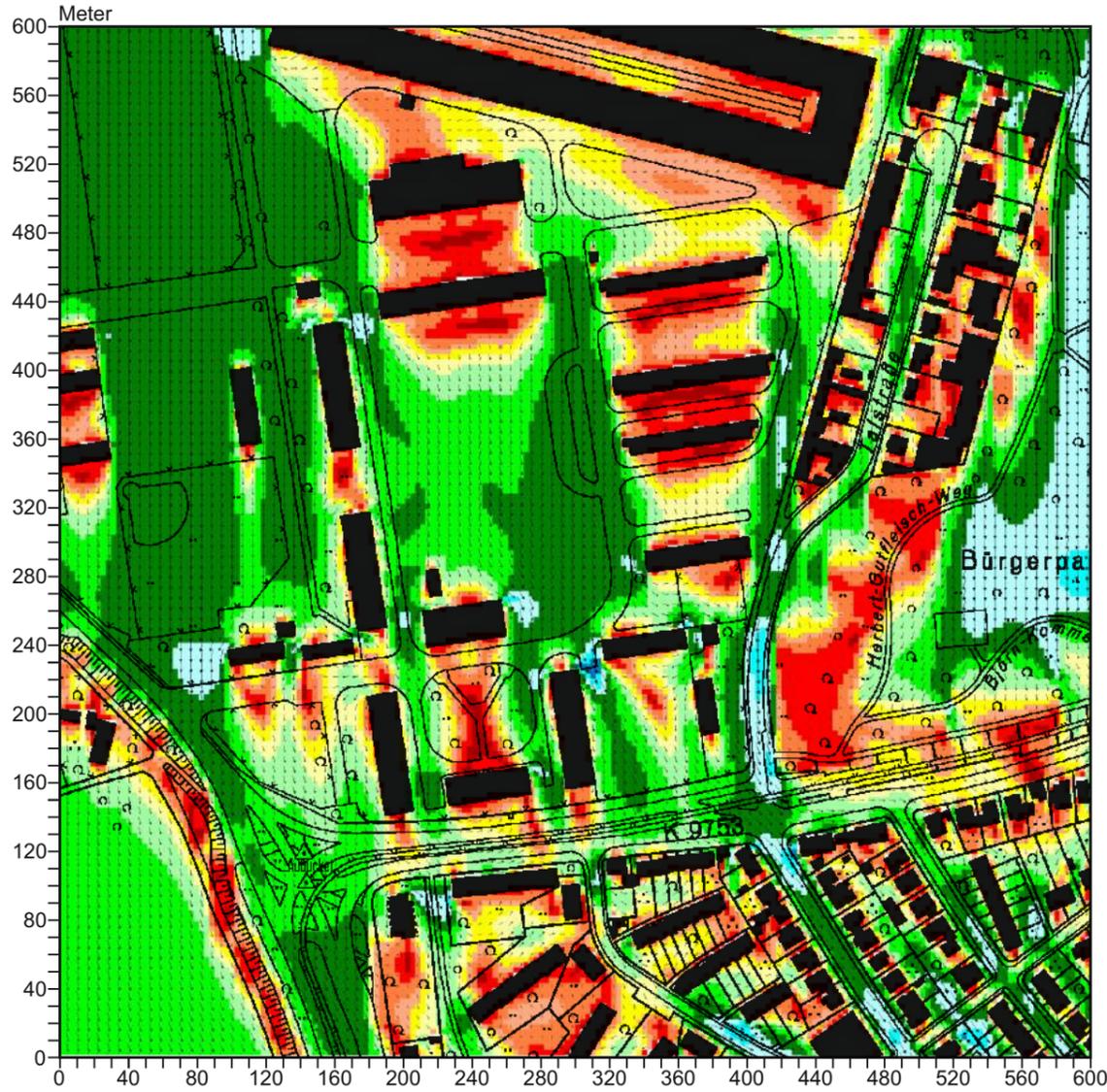
Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen
 durch die städtebauliche Entwicklung in den
 Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

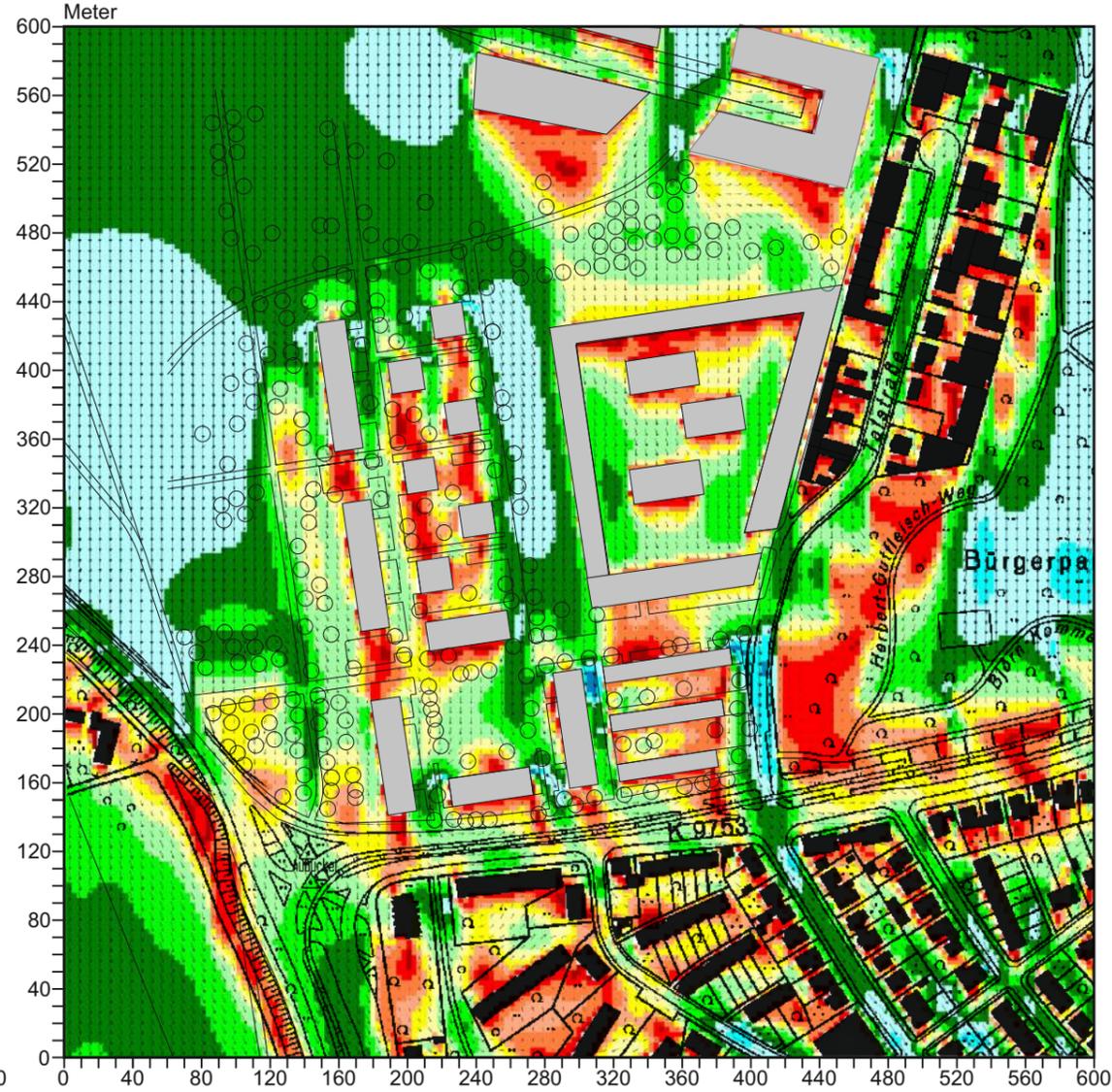


Abb. 22.1 Untersuchungsraum 1
Belüftungsverhältnisse (Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G.
Windanströmung aus Norden (0°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

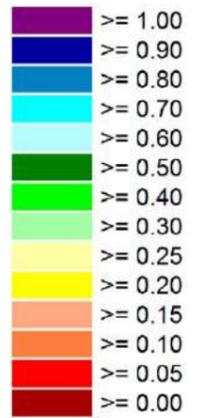
Ist-Zustand



Plan-Zustand



Windgeschwindigkeit
in m/s



Anströmungsrichtung



Windvektoren



- Baukörper - Bestand
- Baukörper - Planung

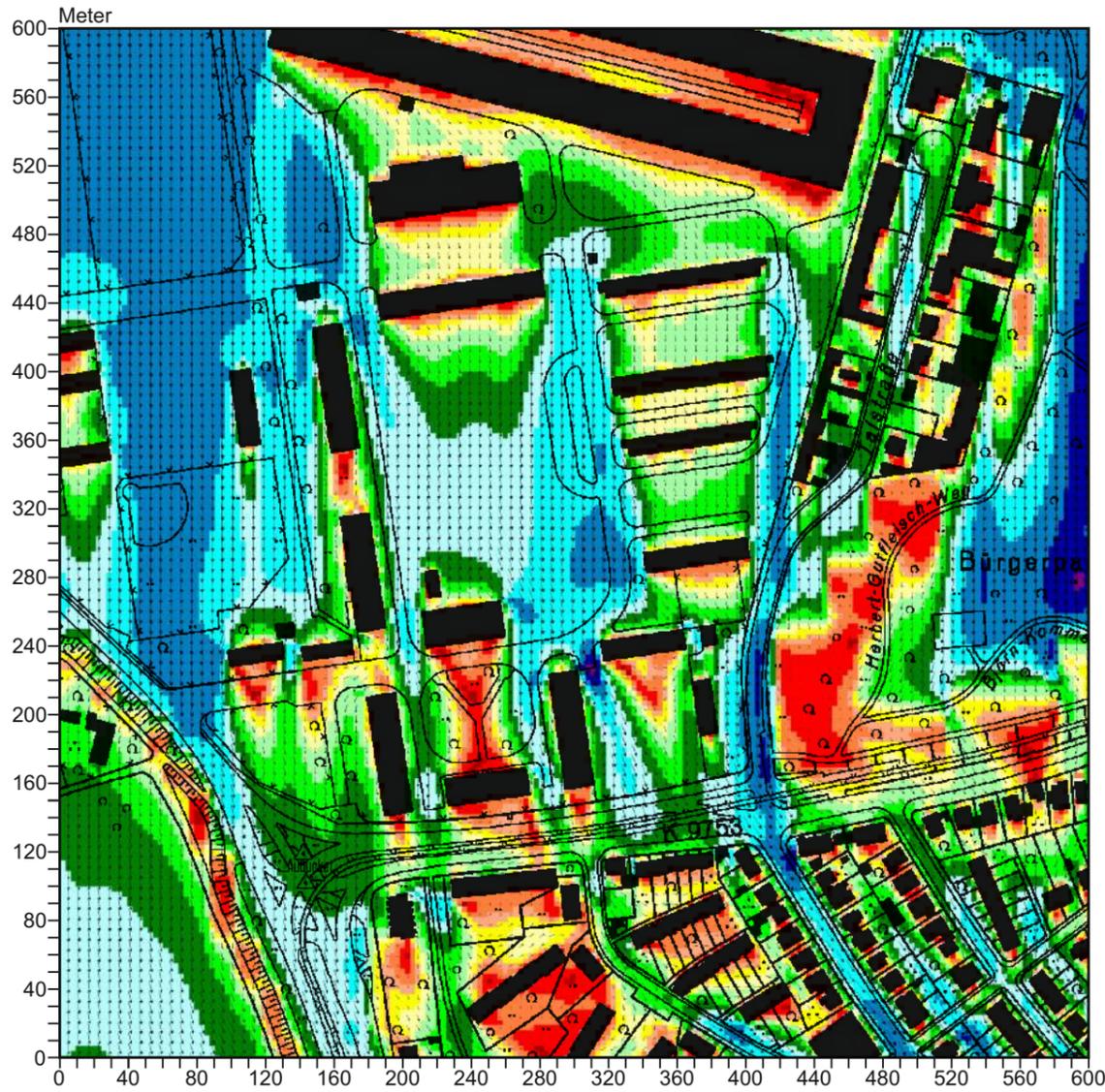
Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen
 durch die städtebauliche Entwicklung in den
 Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

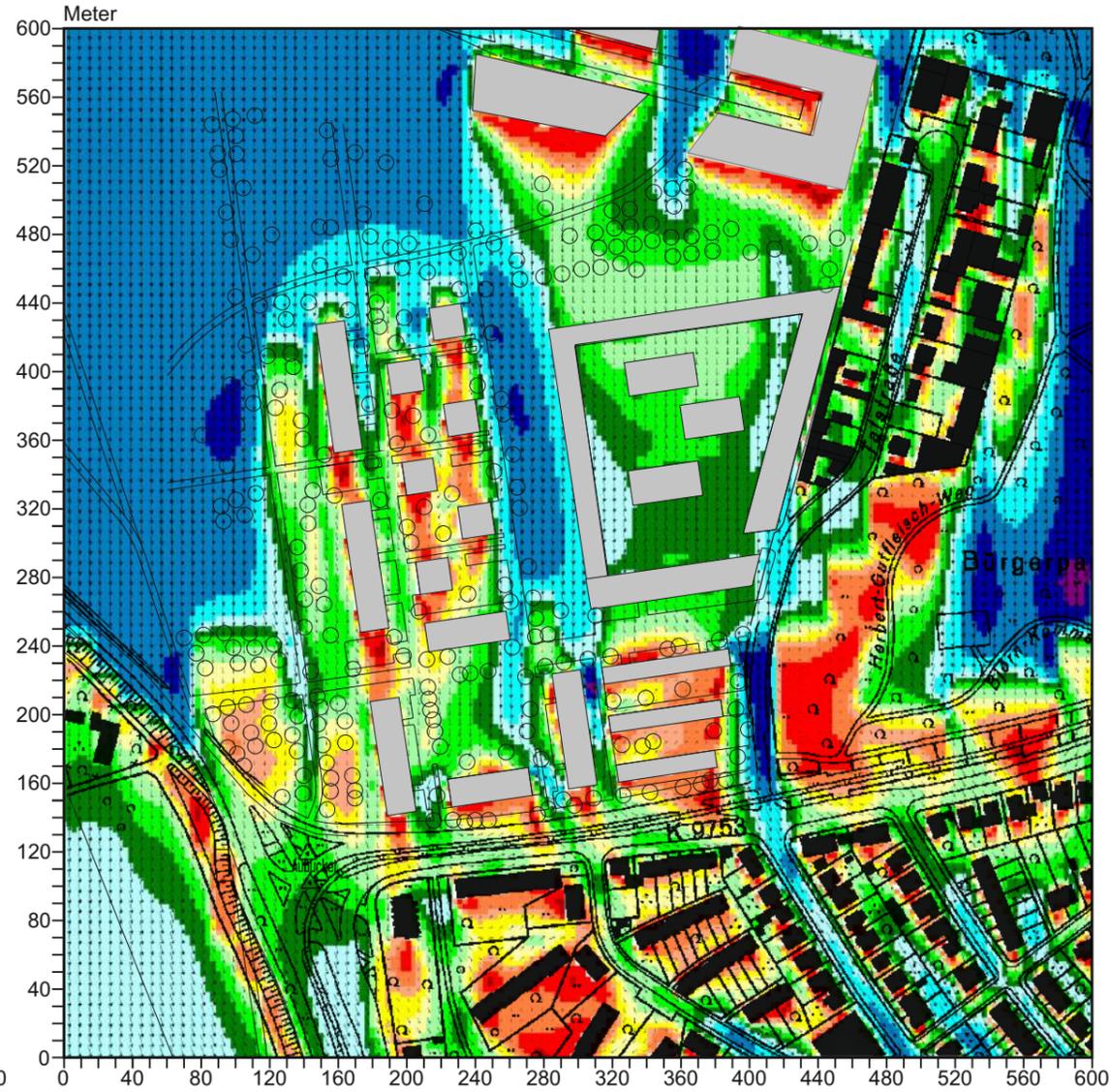


Abb. 22.2 Untersuchungsraum 1
Belüftungsverhältnisse (Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) in einer windschwachen Sommernacht, 5 m ü.G.
Windanströmung aus Norden (0°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

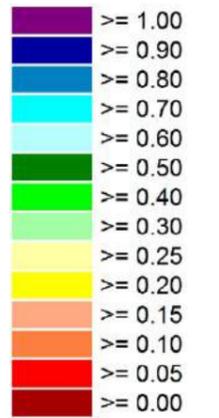
Ist-Zustand



Plan-Zustand



Windgeschwindigkeit in m/s



Anströmungsrichtung



Windvektoren



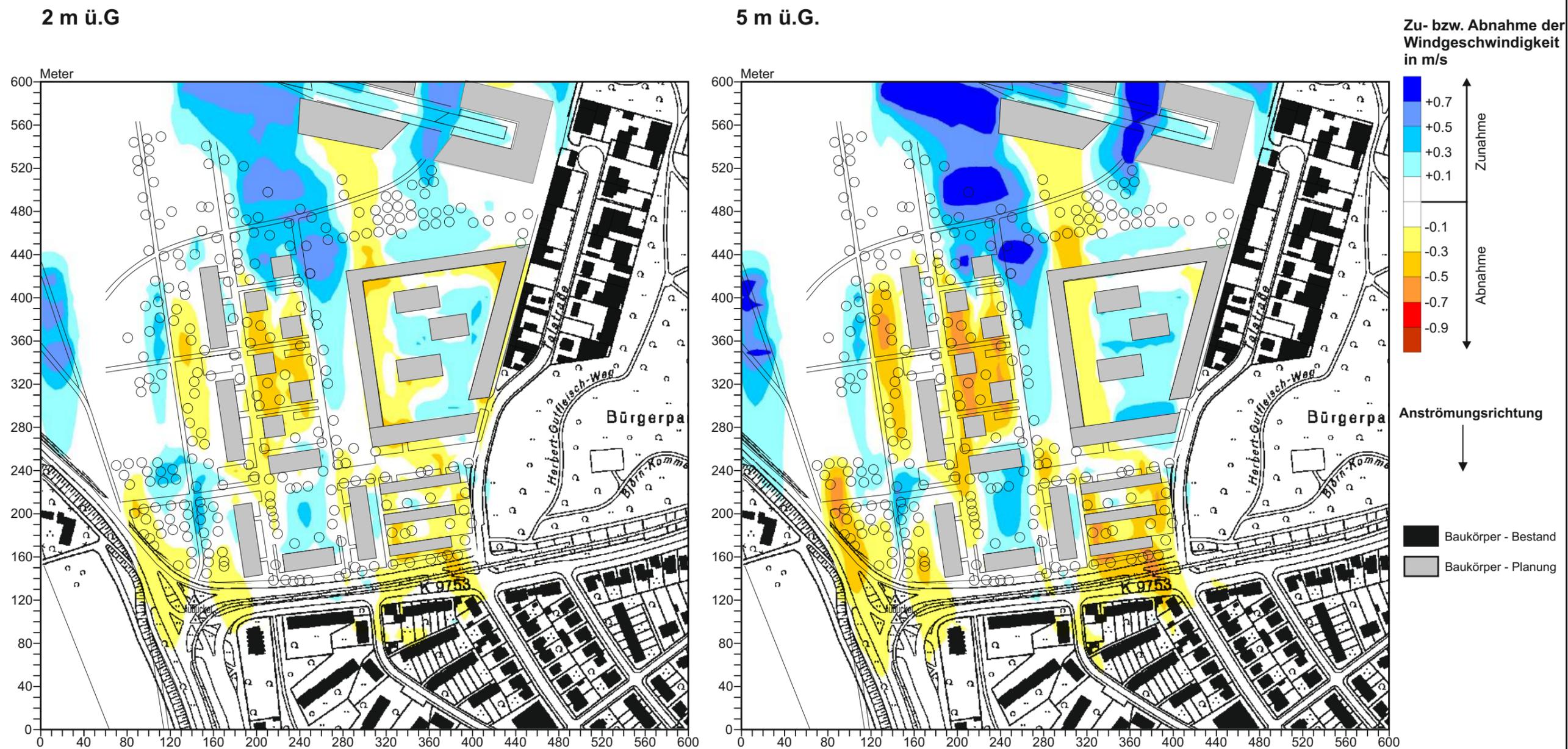
- Baukörper - Bestand
- Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim



Abb. 22.3 Untersuchungsraum 1
Veränderung der Belüftungsintensität durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand
in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G. und 5 m ü.G
Windanströmung aus Norden (0°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



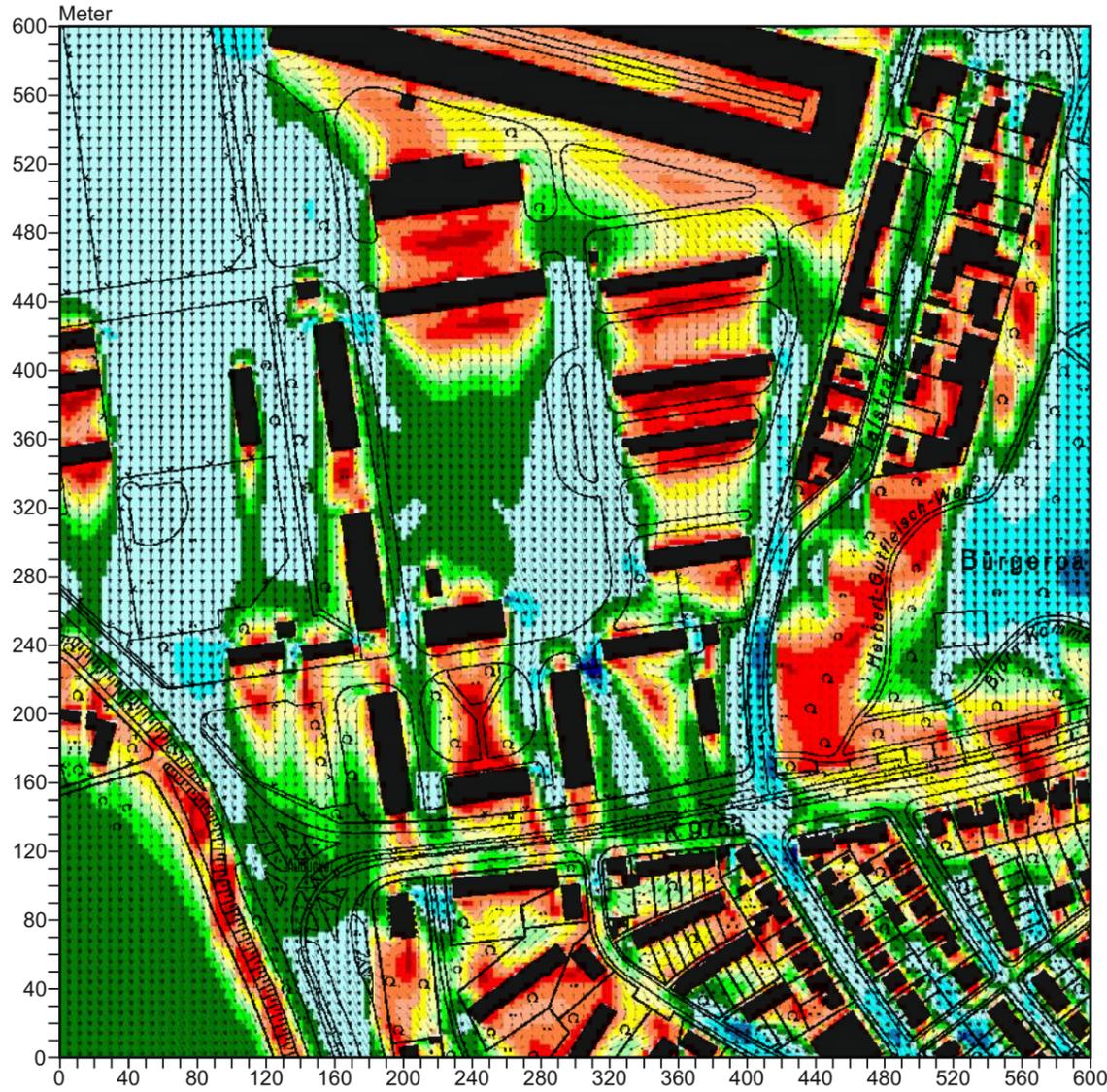
Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

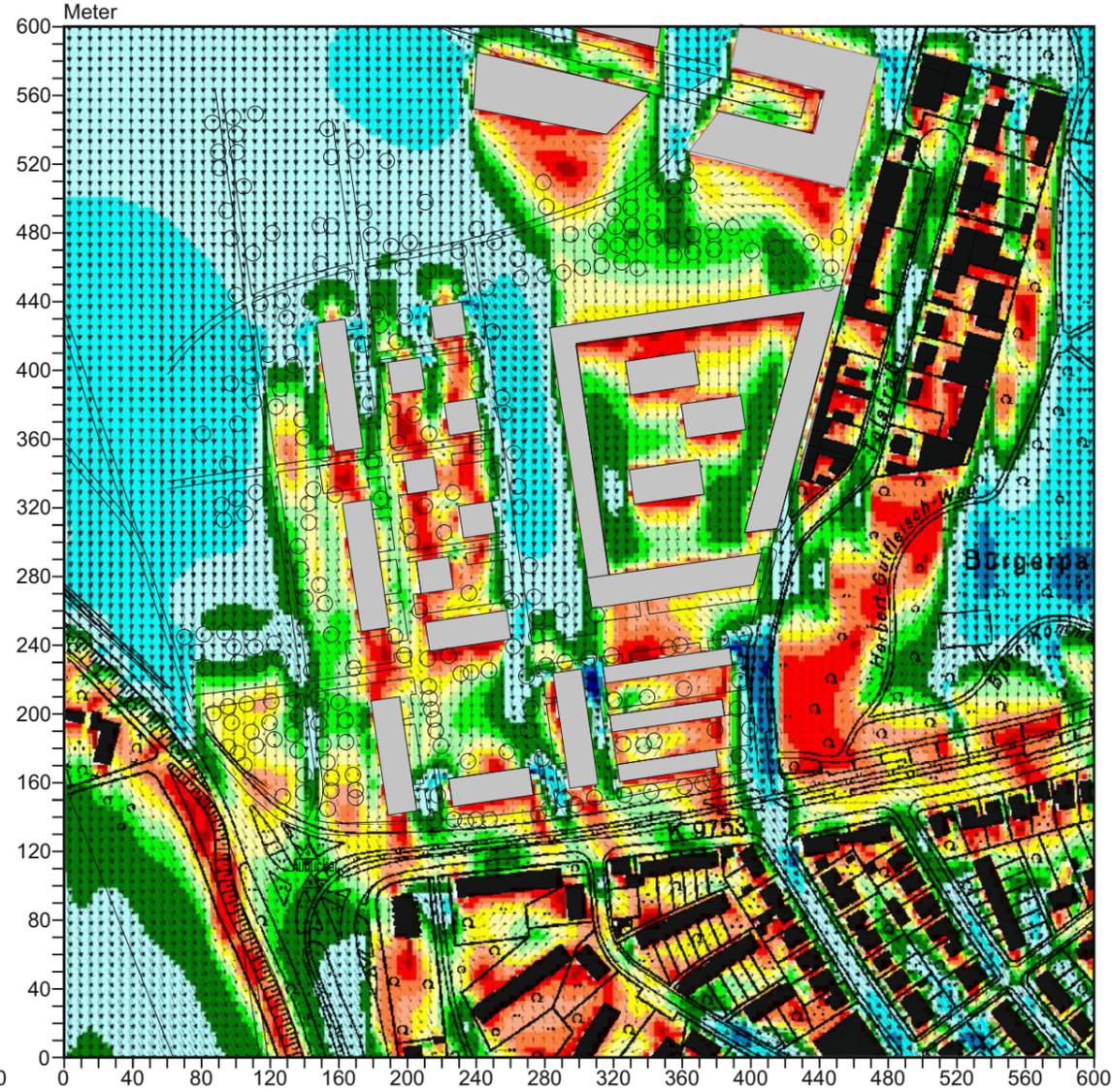


Abb. 23.1 Untersuchungsraum 1
Belüftungsverhältnisse (Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) an einem windschwachen Sommertag, 2 m ü.G.
Windanströmung aus Norden (0°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

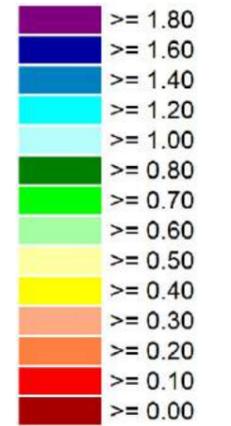
Ist-Zustand



Plan-Zustand



Windgeschwindigkeit in m/s



Anströmungsrichtung



Windvektoren



- Baukörper - Bestand
- Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

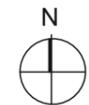
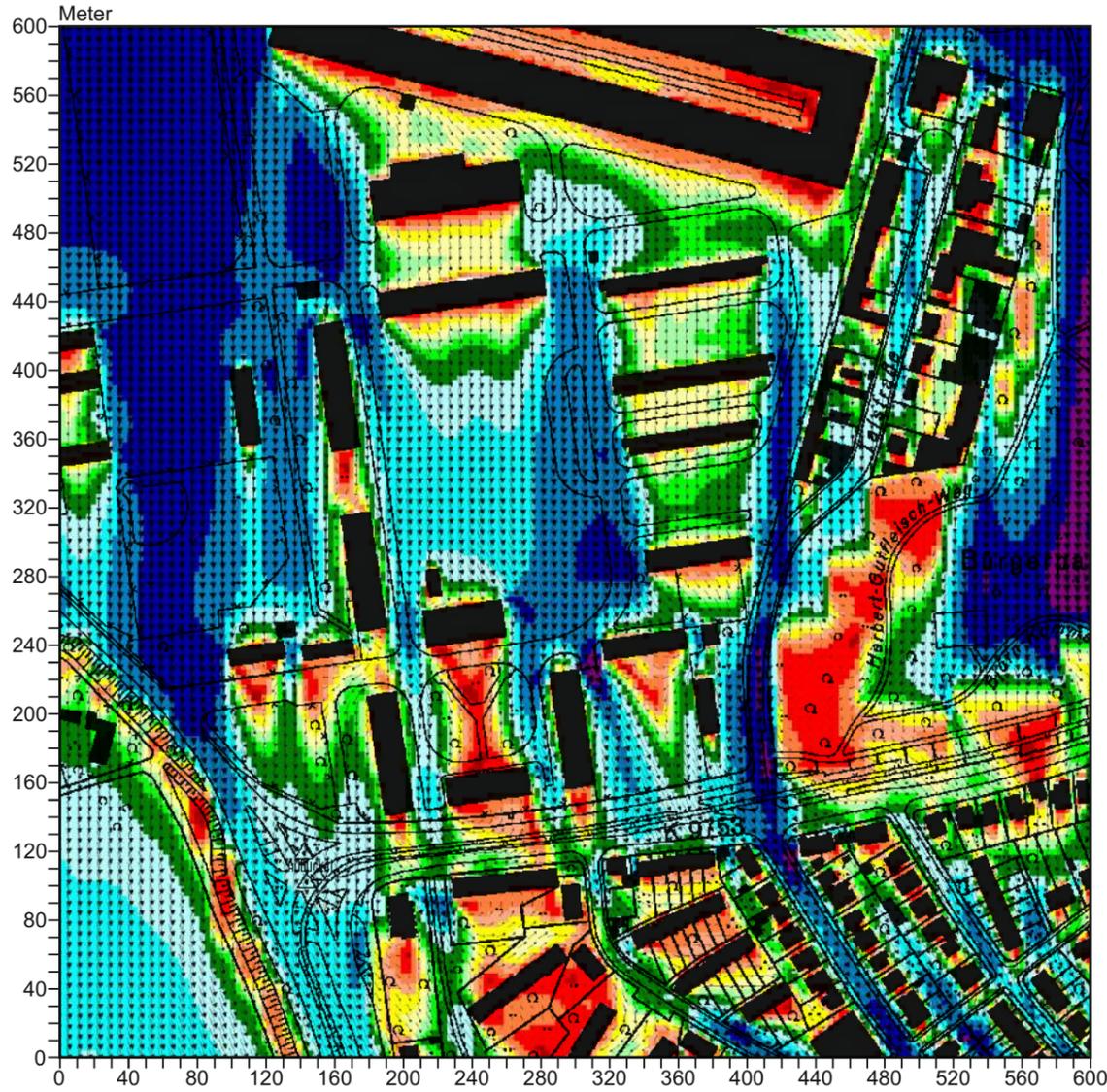
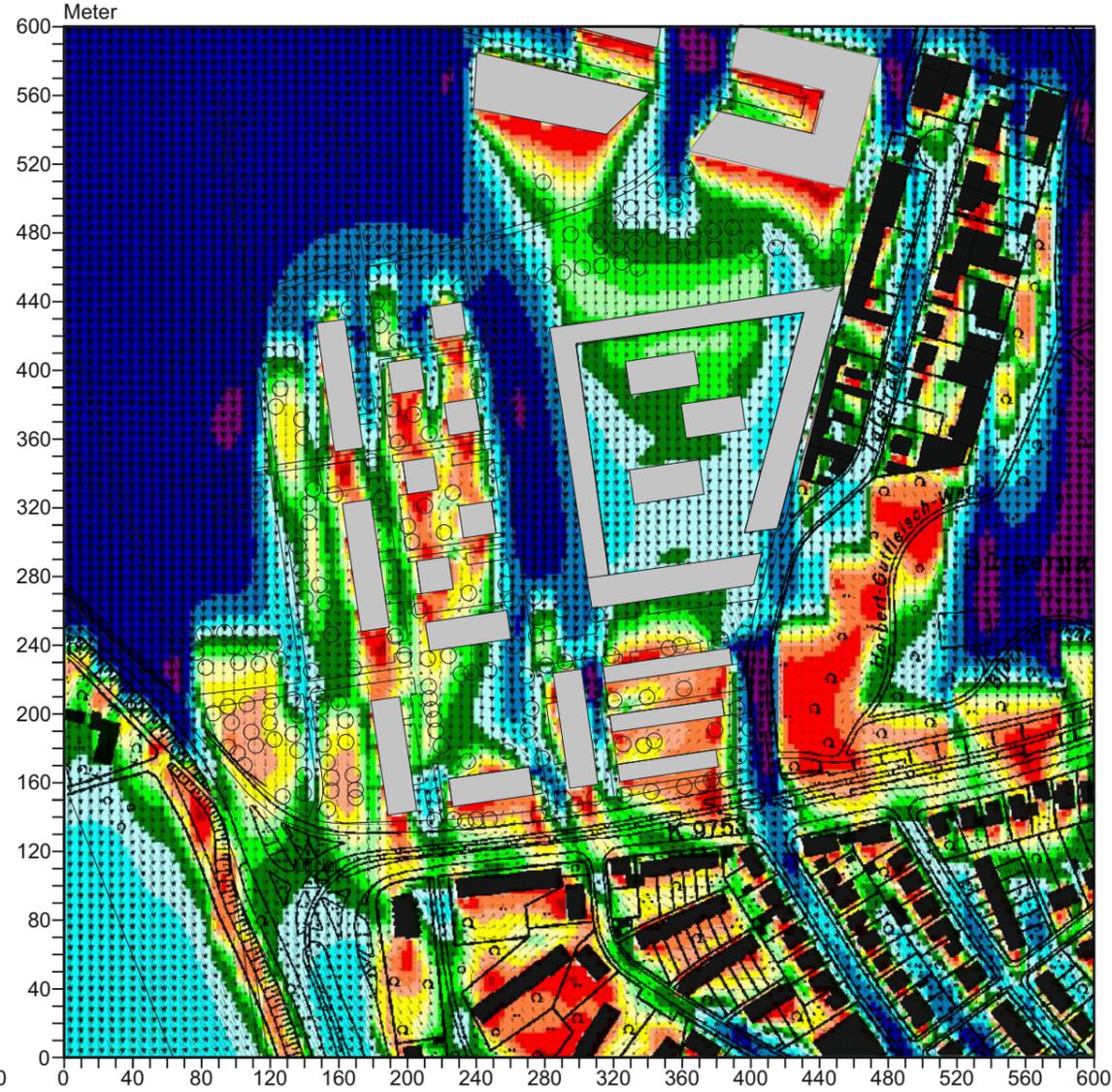


Abb. 23.2 Untersuchungsraum 1
Belüftungsverhältnisse (Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) an einem windschwachen Sommertag, 5 m ü.G.
Windanströmung aus Norden (0°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

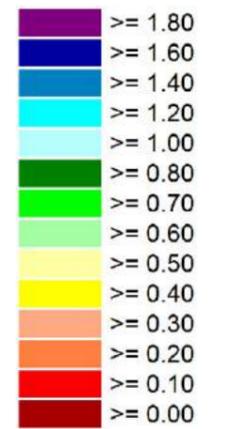
Ist-Zustand



Plan-Zustand



Windgeschwindigkeit in m/s



Anströmungsrichtung



Windvektoren



- Baukörper - Bestand
- Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

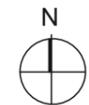
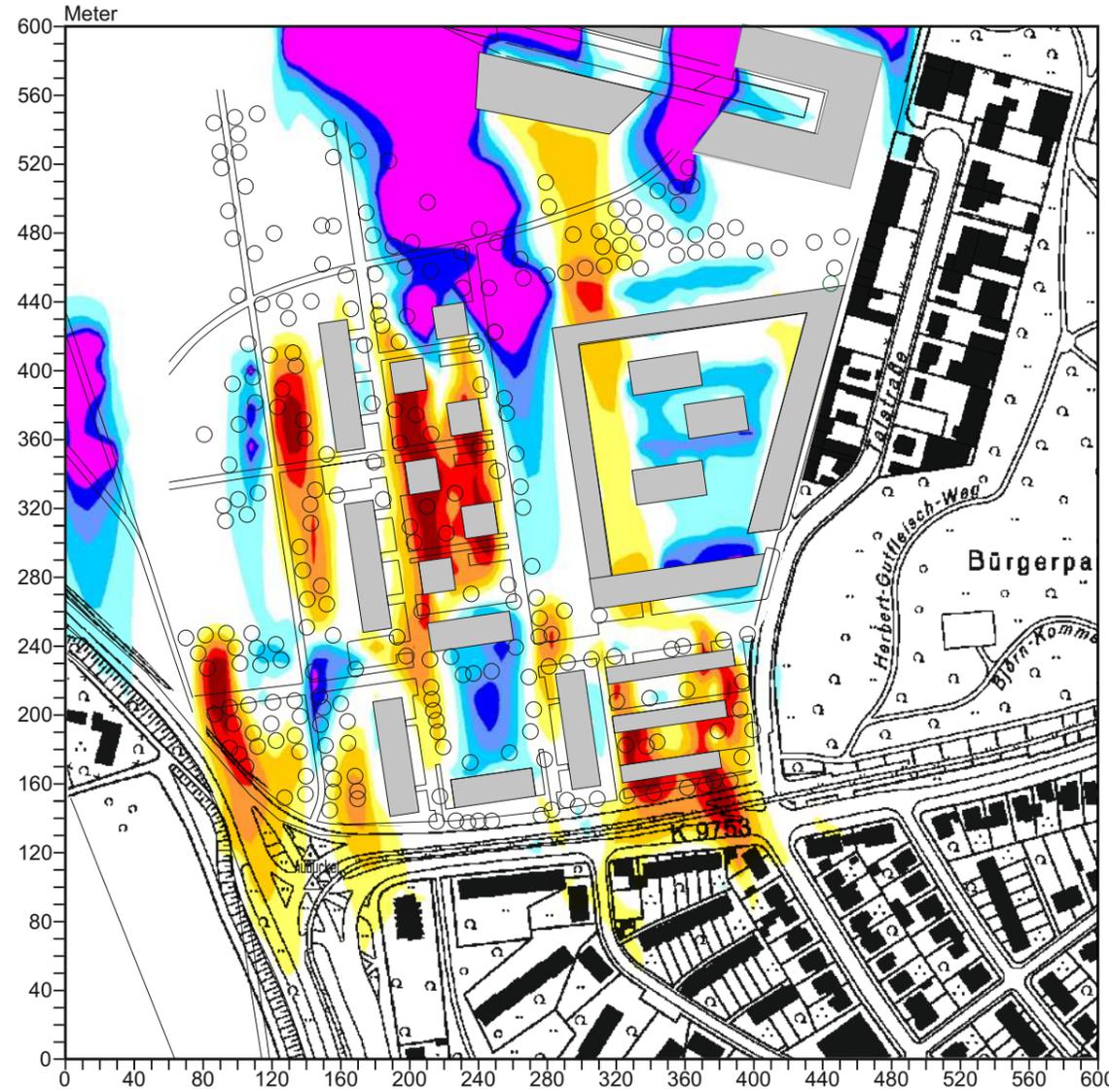


Abb. 23.3 Untersuchungsraum 1
 Veränderung der Belüftungsintensität durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand
 an einem windschwachen Sommertag, 2 m ü.G. und 5 m ü.G.
 Windanströmung aus Norden (0°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

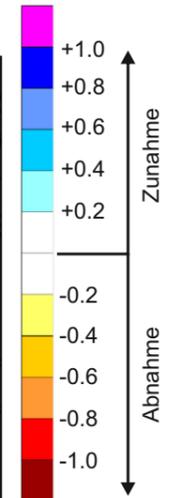
2 m ü.G



5 m ü.G.



Zu- bzw. Abnahme der
 Windgeschwindigkeit
 in m/s



Anströmungsrichtung



- Baukörper - Bestand
- Baukörper - Planung

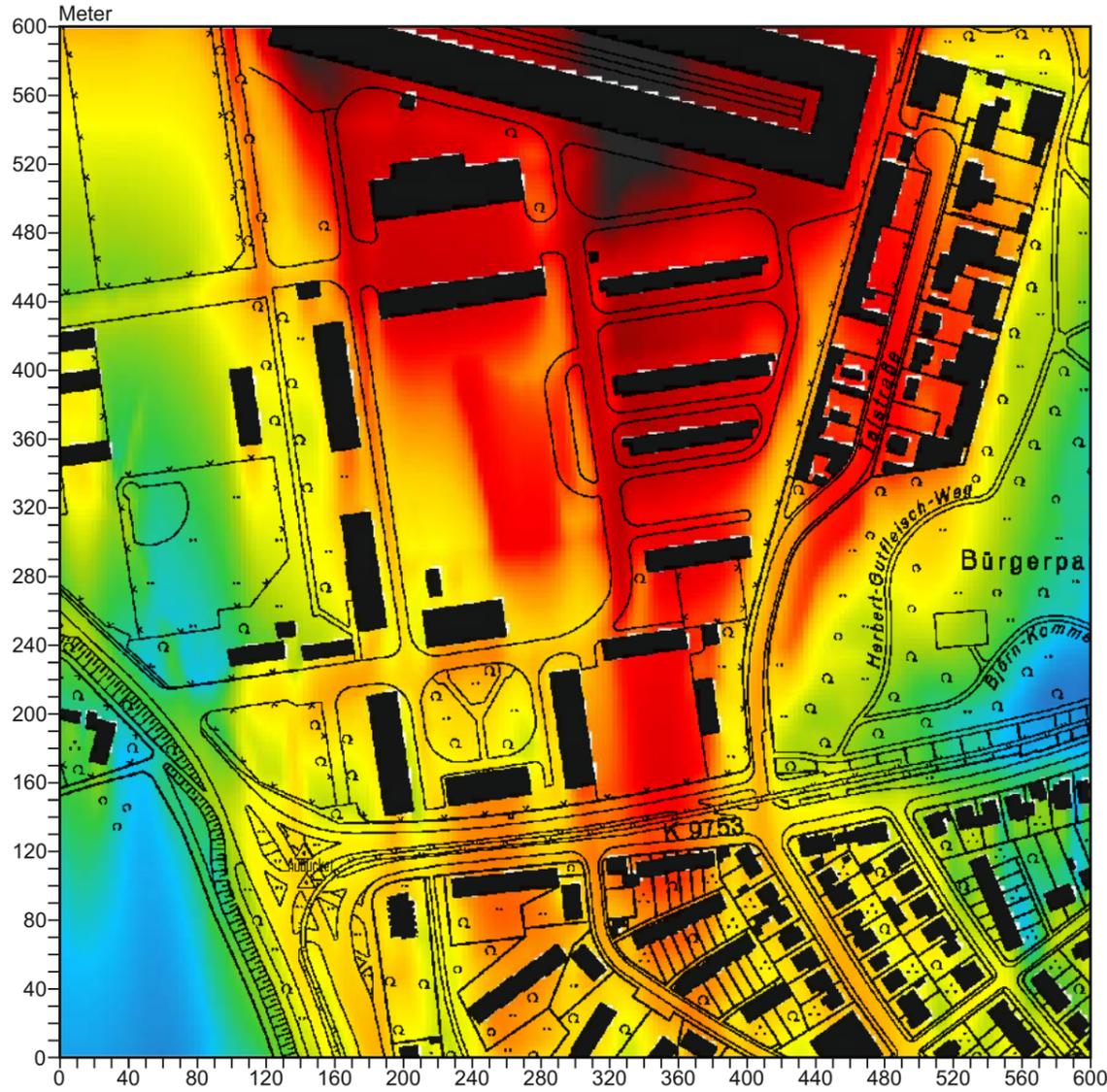
Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen
 durch die städtebauliche Entwicklung in den
 Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

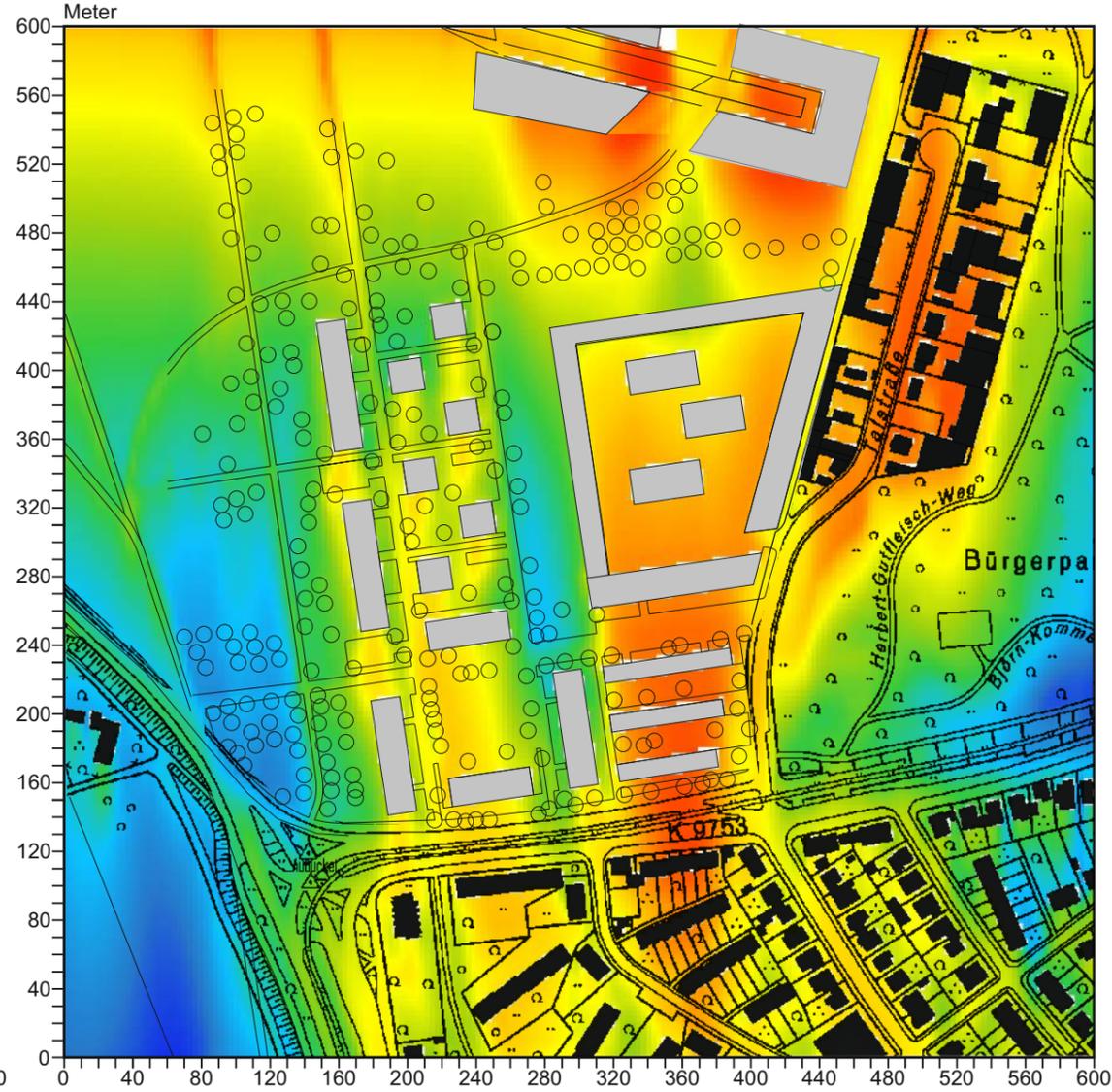


Abb. 24.1 Untersuchungsraum 1
Lufttemperaturverteilung in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G.
Windanströmung aus Norden (0°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

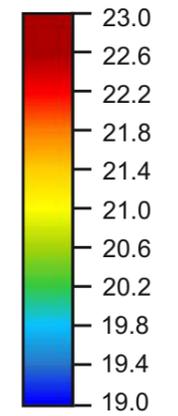
Ist-Zustand



Plan-Zustand



Lufttemperatur
in °C



Anströmungsrichtung



-  Baukörper - Bestand
-  Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen
 durch die städtebauliche Entwicklung in den
 Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

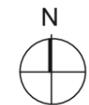
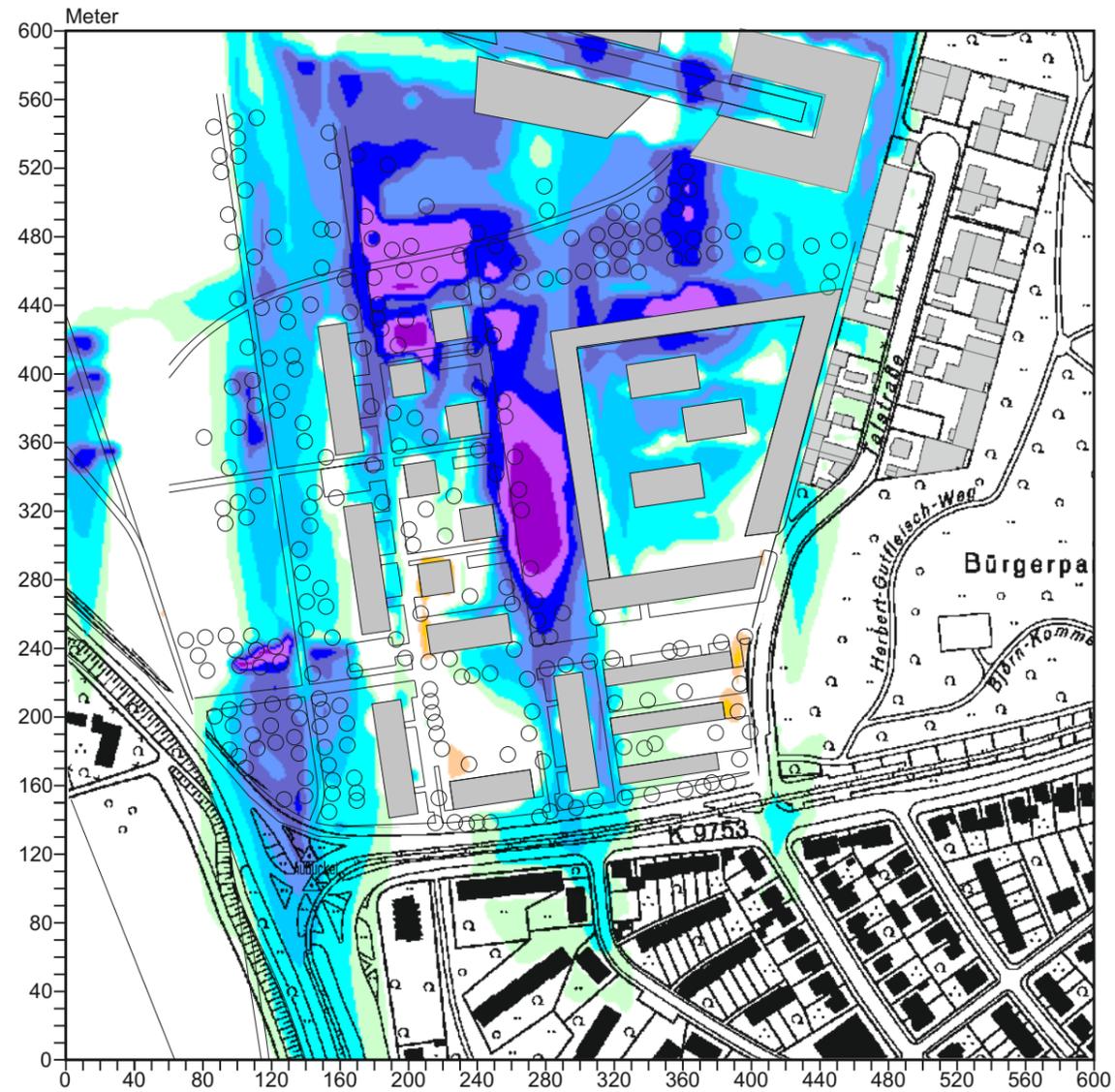
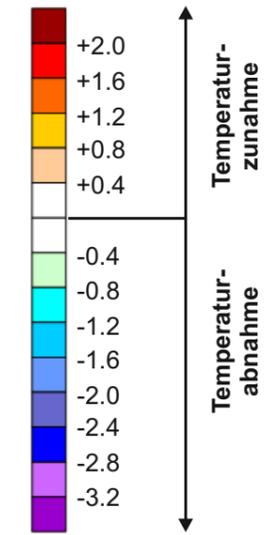


Abb. 24.2 Untersuchungsraum 1
Veränderung Lufttemperaturverteilung in einer windschwachen Sommernacht durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand, 2 m ü.G.
Windanströmung aus Norden (0°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

Plan-Zustand



Veränderung der Lufttemperatur
 im Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand
 in K



Anströmungsrichtung



- Baukörper - Bestand
- Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen
 durch die städtebauliche Entwicklung in den
 Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

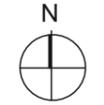
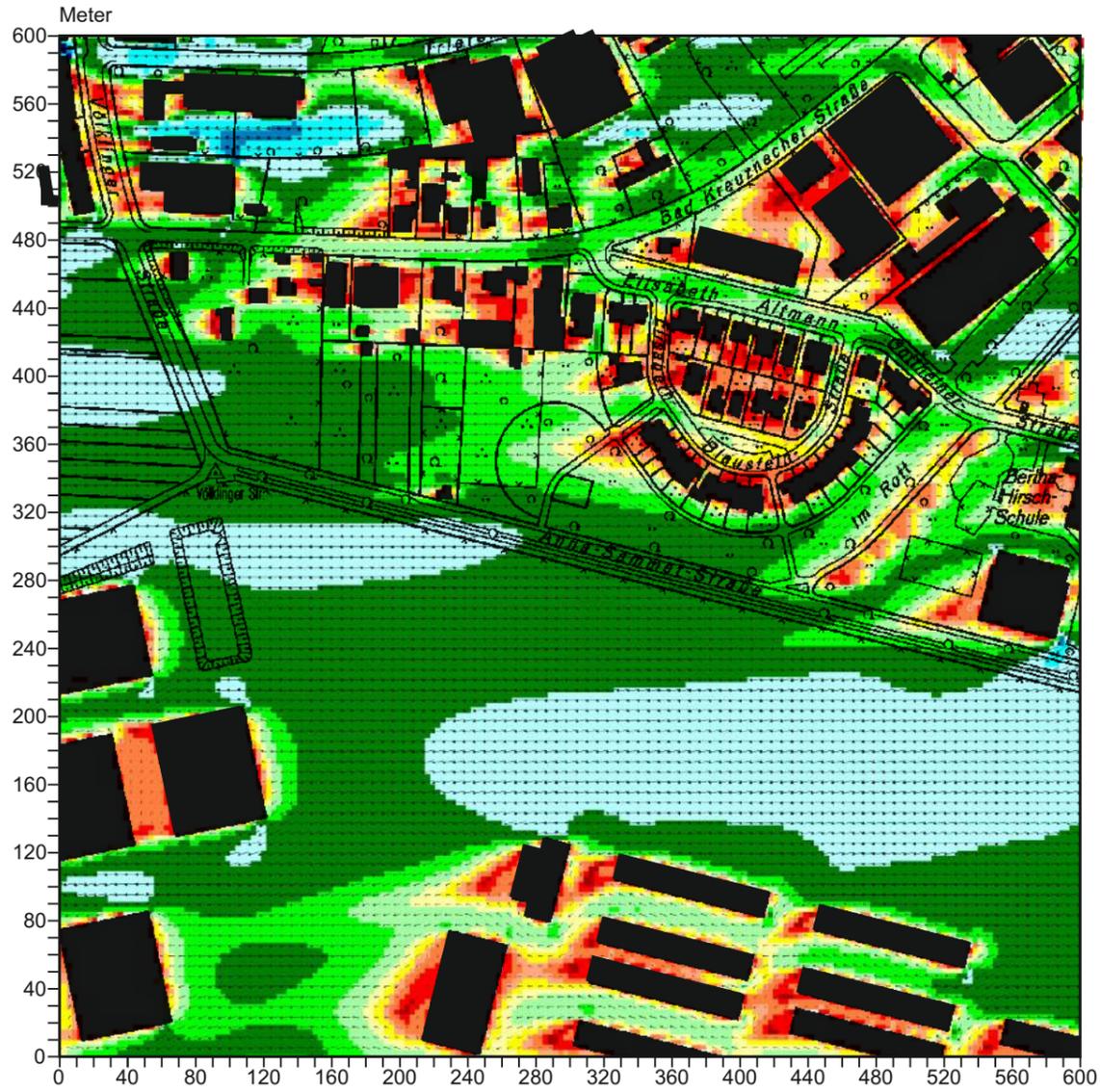


Abb. 25.1 Untersuchungsraum 2
Belüftungsverhältnisse (Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G.
Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

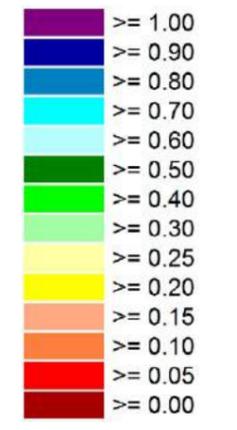
Ist-Zustand



Plan-Zustand



Windgeschwindigkeit in m/s



Anströmungsrichtung



Windvektoren



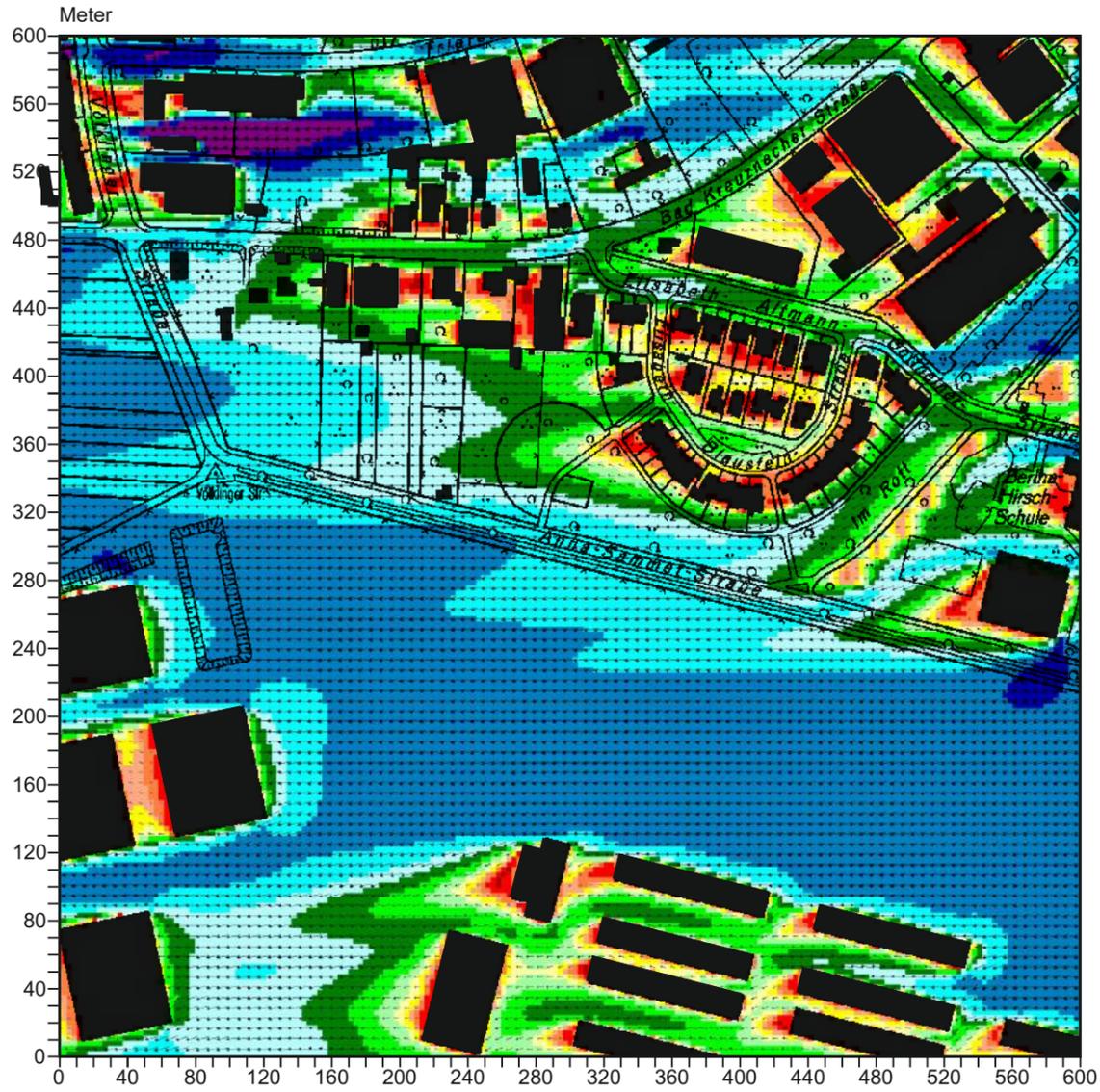
- Baukörper - Bestand
- Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

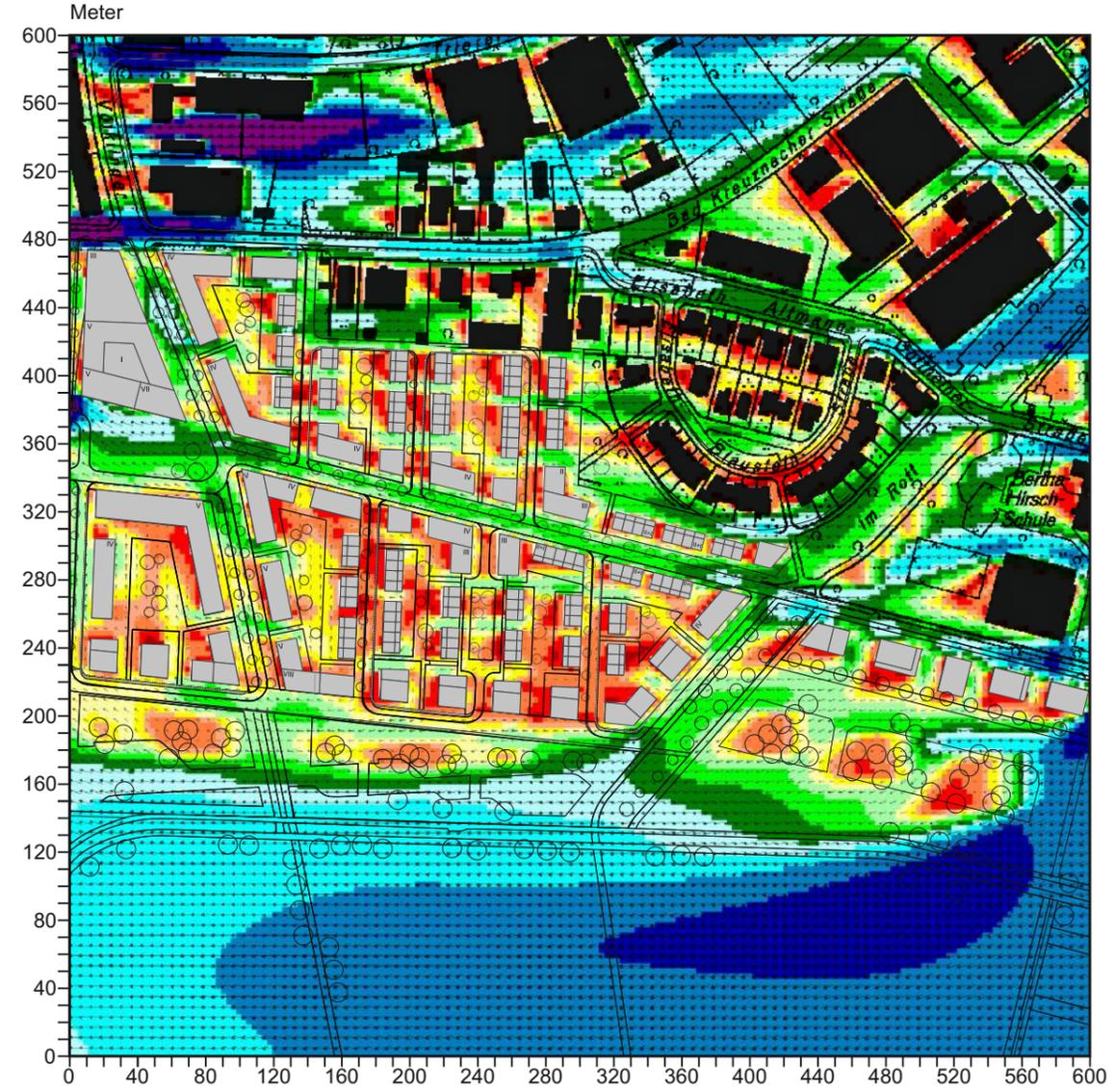
Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 25.2 Untersuchungsraum 2
Belüftungsverhältnisse (Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) in einer windschwachen Sommernacht, 5 m ü.G.
Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

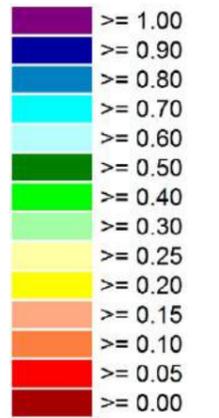
Ist-Zustand



Plan-Zustand



Windgeschwindigkeit in m/s



Anströmungsrichtung



Windvektoren



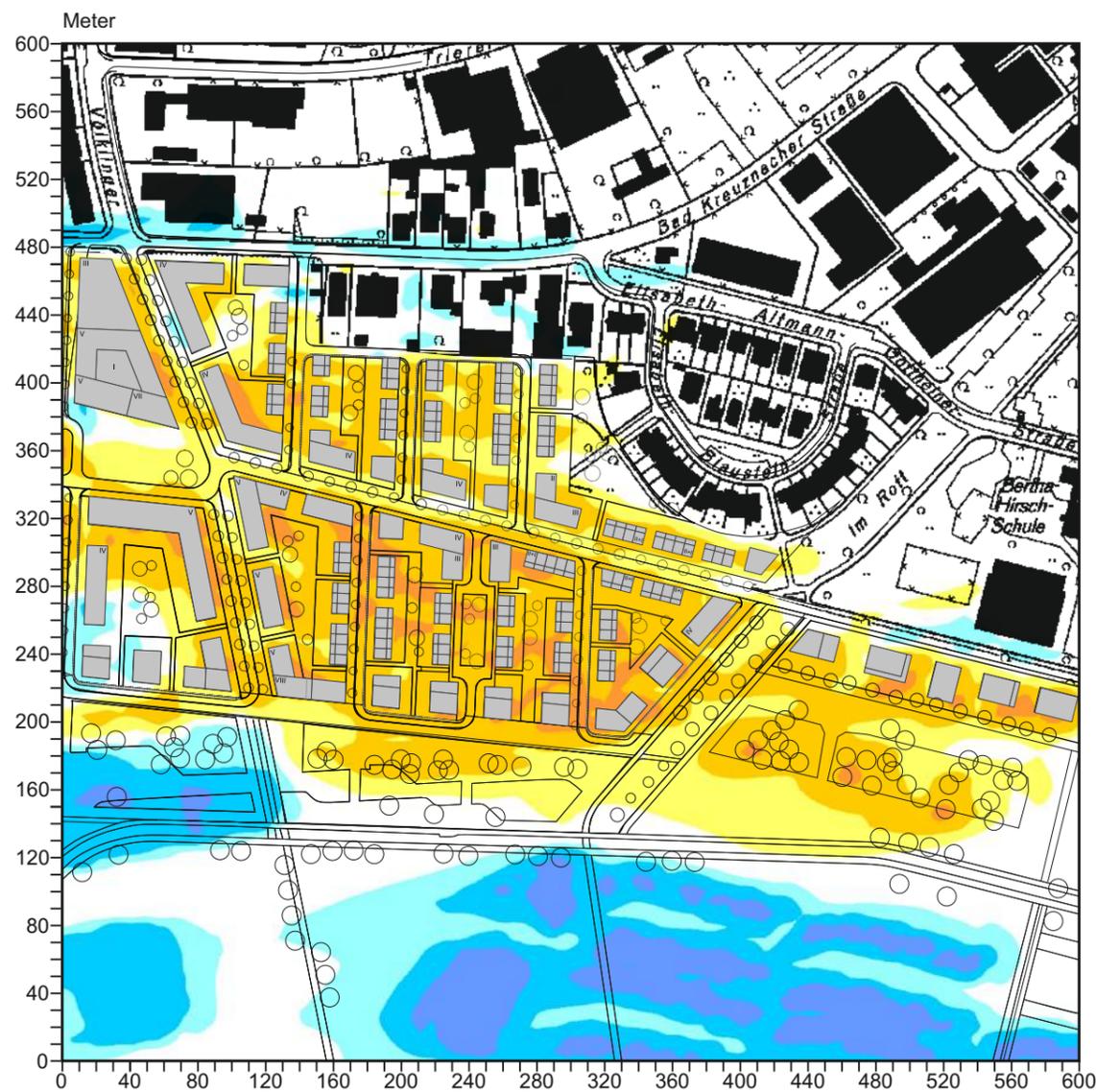
■ Baukörper - Bestand
 □ Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

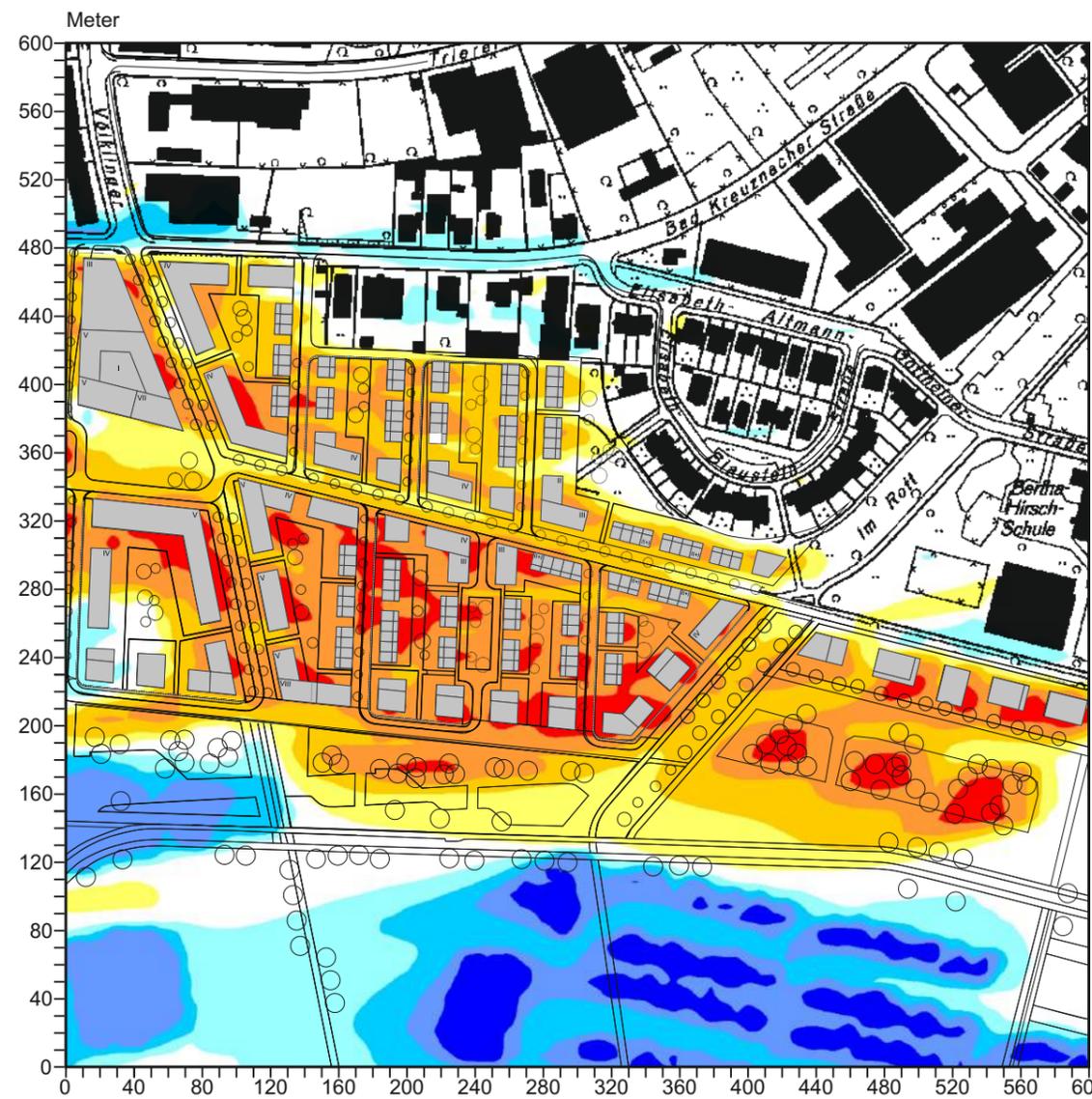
Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb.25.3 Untersuchungsraum 2
 Veränderung der Belüftungsintensität durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand
 in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G. und 5 m ü.G
 Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

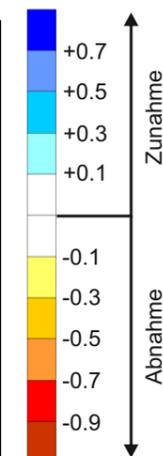
2 m ü.G



5 m ü.G.



Zu- bzw. Abnahme der
 Windgeschwindigkeit
 in m/s



Anströmungsrichtung



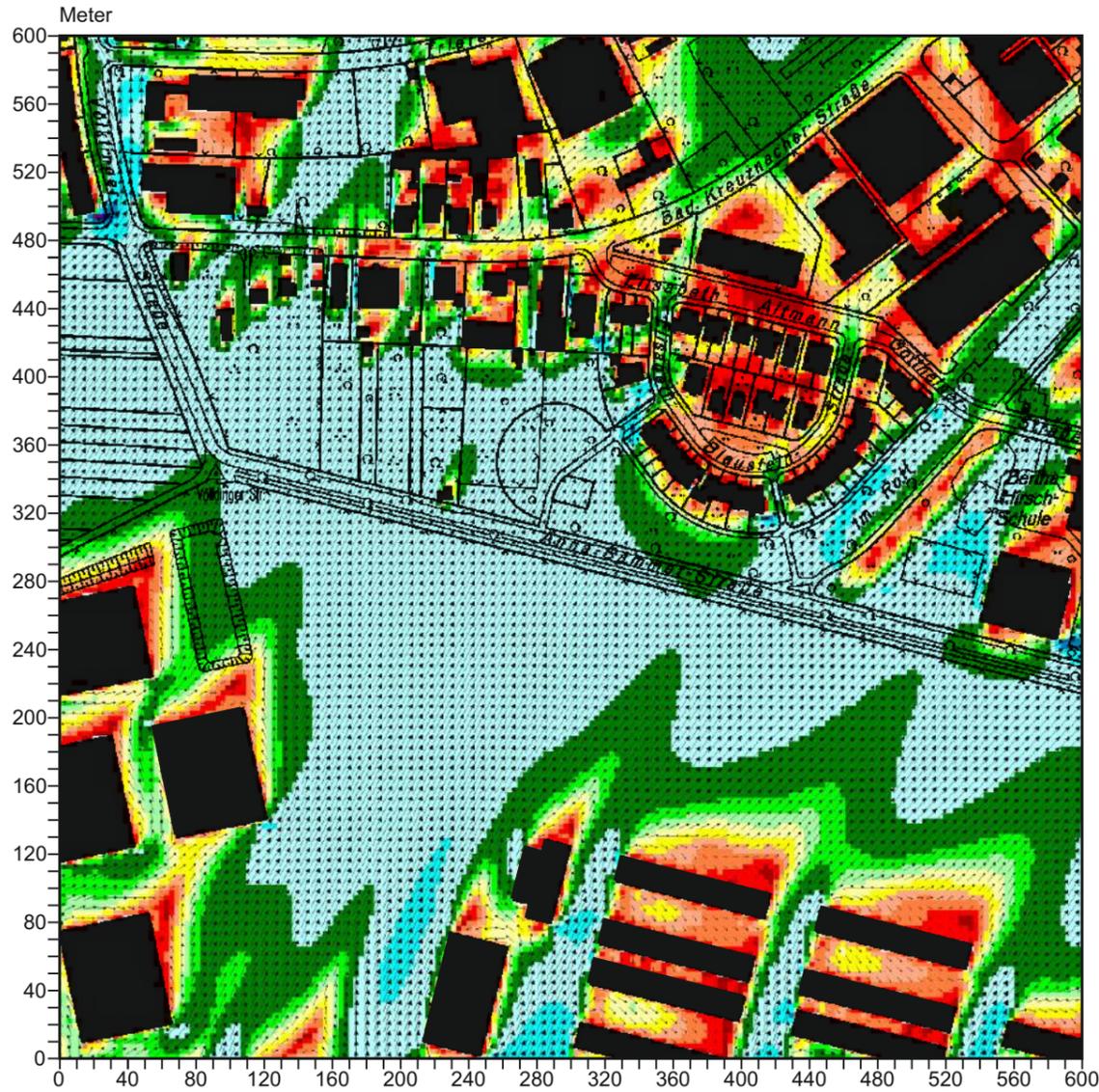
■ Baukörper - Bestand
 ■ Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen
 durch die städtebauliche Entwicklung in den
 Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

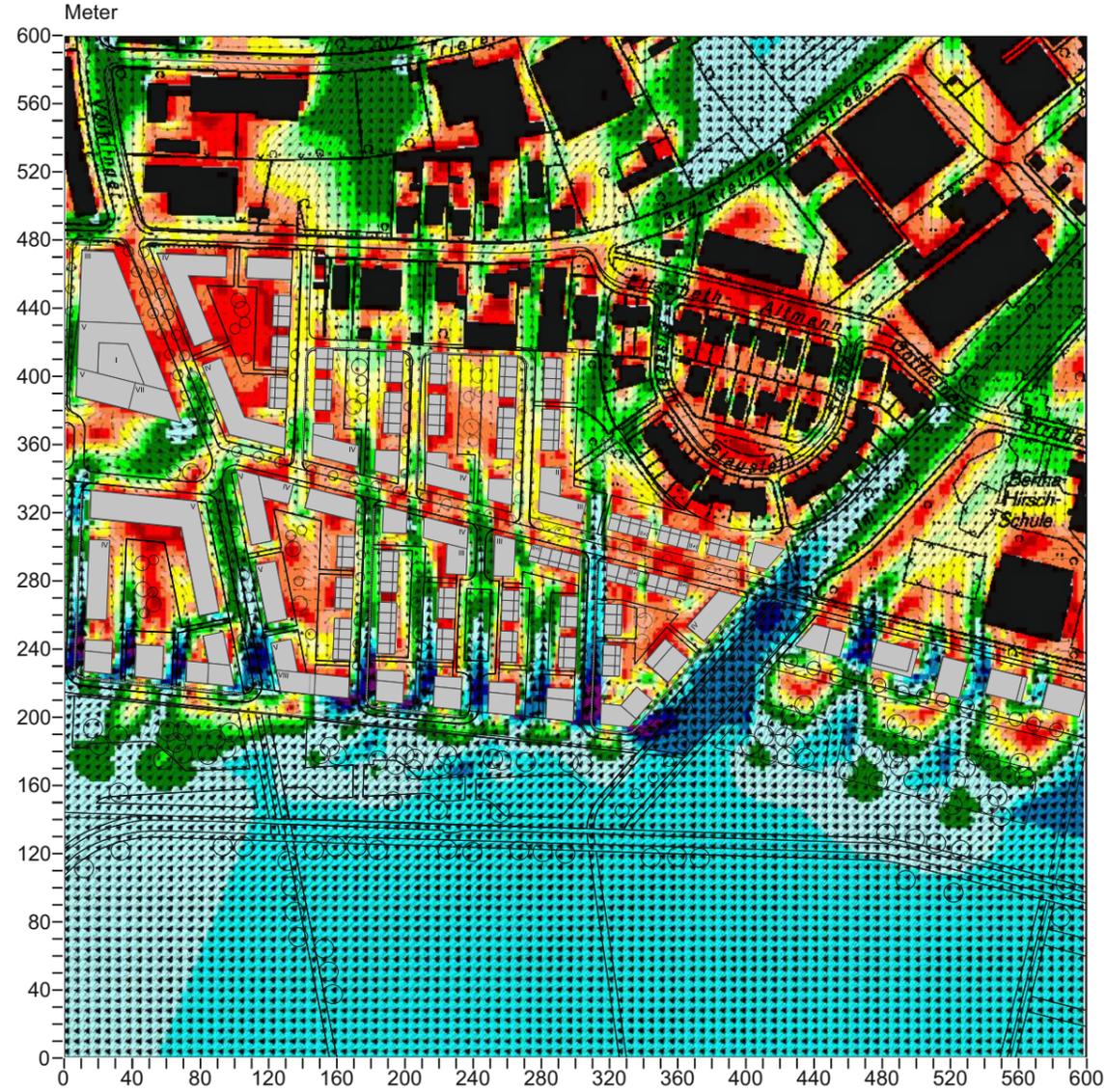
Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 26.1 Untersuchungsraum 2
Belüftungsverhältnisse (Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) an einem windschwachen Sommertag, 2 m ü.G.
Windanströmung aus Südsüdwesten (210°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

Ist-Zustand



Plan-Zustand



Windgeschwindigkeit in m/s



Anströmungsrichtung



Windvektoren



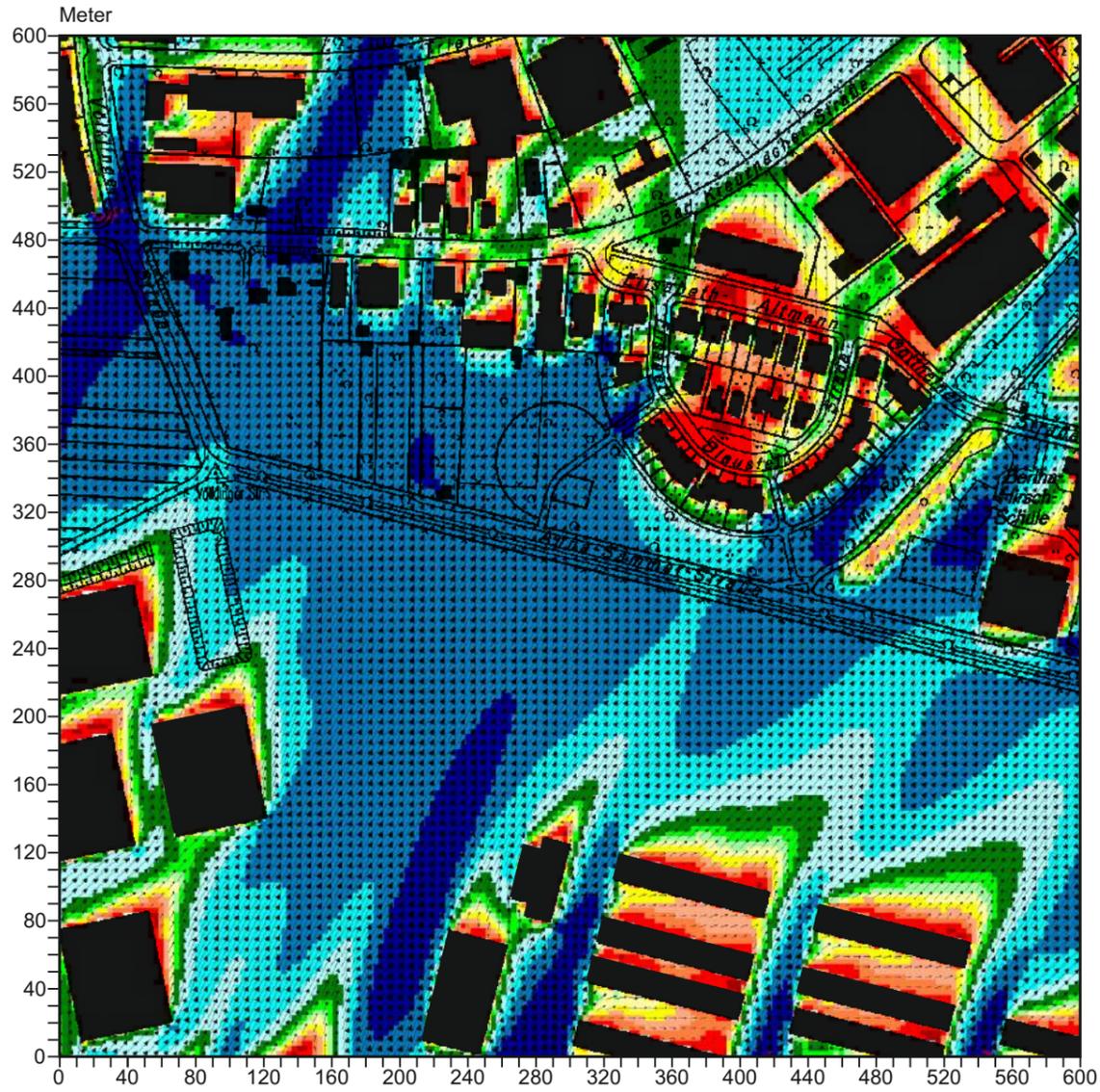
-  Baukörper - Bestand
-  Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

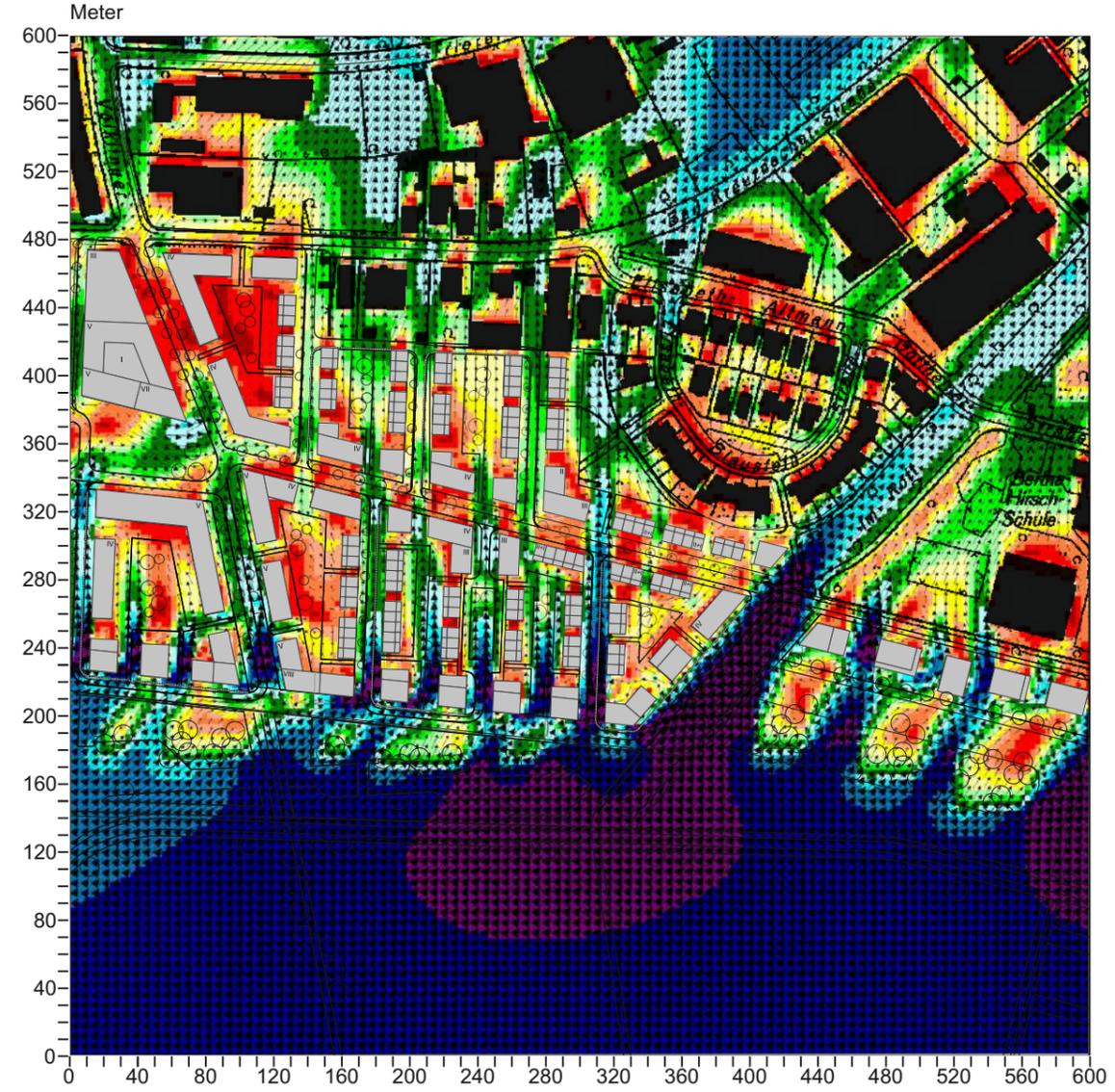
Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 26.2 Untersuchungsraum 2
Belüftungsverhältnisse (Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) an einem windschwachen Sommertag, 5 m ü.G.
Windanströmung aus Südsüdwesten (210°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

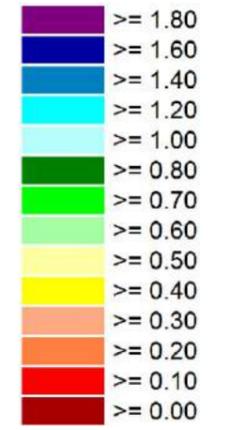
Ist-Zustand



Plan-Zustand



Windgeschwindigkeit in m/s



Anströmungsrichtung



Windvektoren

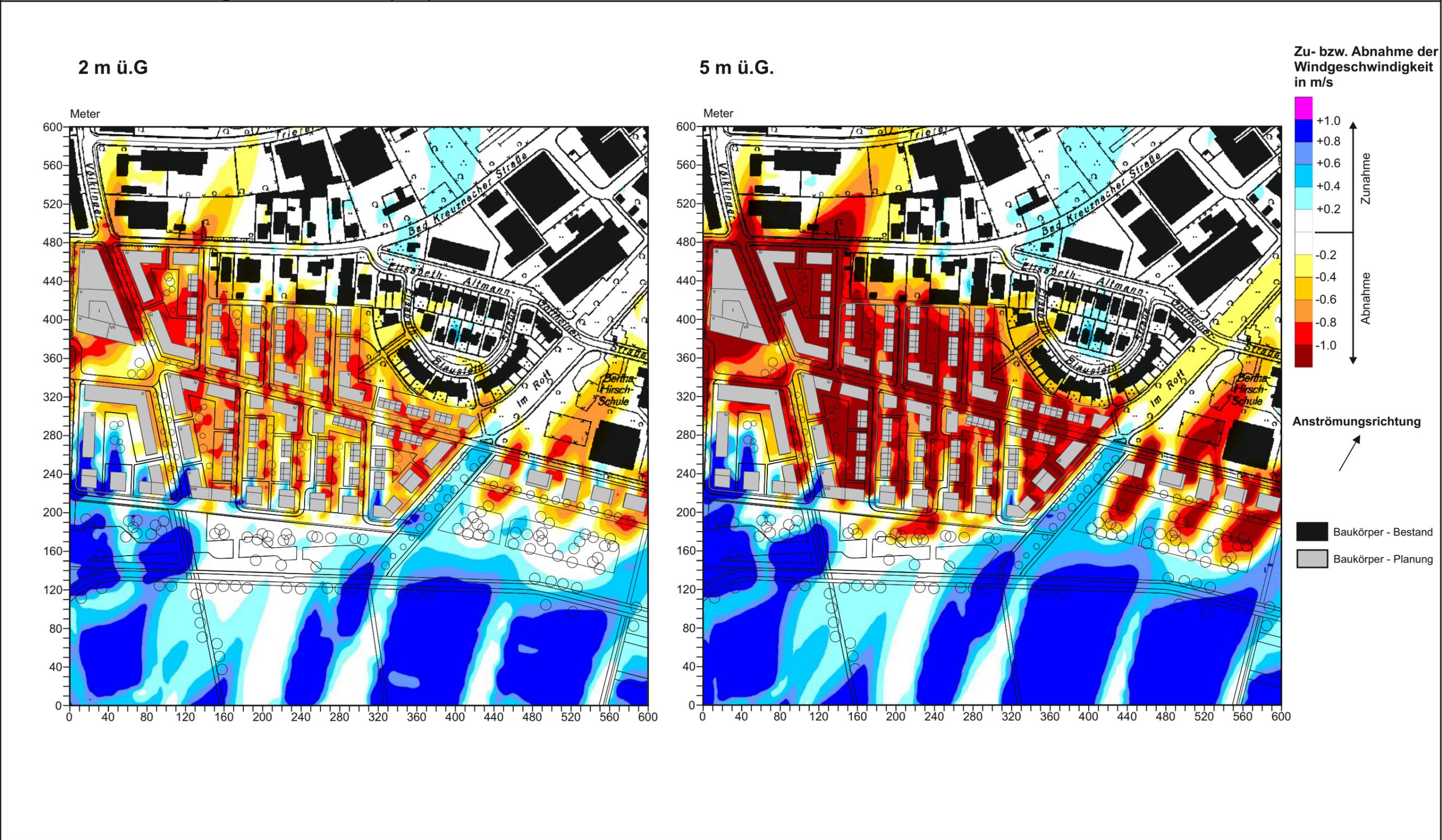


- Baukörper - Bestand
- Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

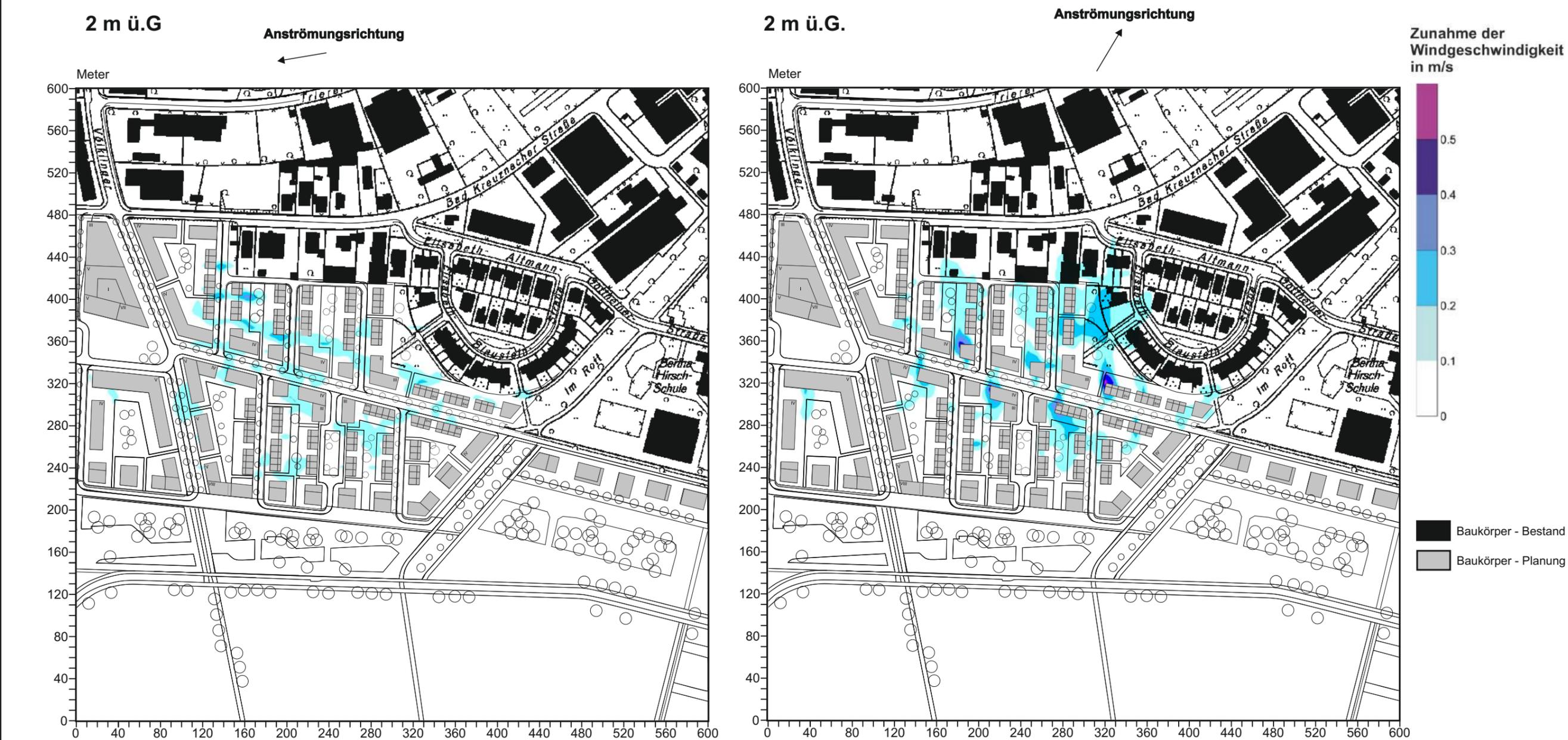
Abb. 26.3 Untersuchungsraum 2
Veränderung der Belüftungsintensität durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand
an einem windschwachen Sommertag, 2 m ü.G. und 5 m ü.G
Windanströmung aus Südsüdwesten (210°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 27 Untersuchungsraum 2
Veränderung der Belüftungsintensität durch den Plan-Zustand gegenüber der Planungsvariante 2017
in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G.
Windanströmung aus Osten (80°) bzw. Südsüdwestn (210°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

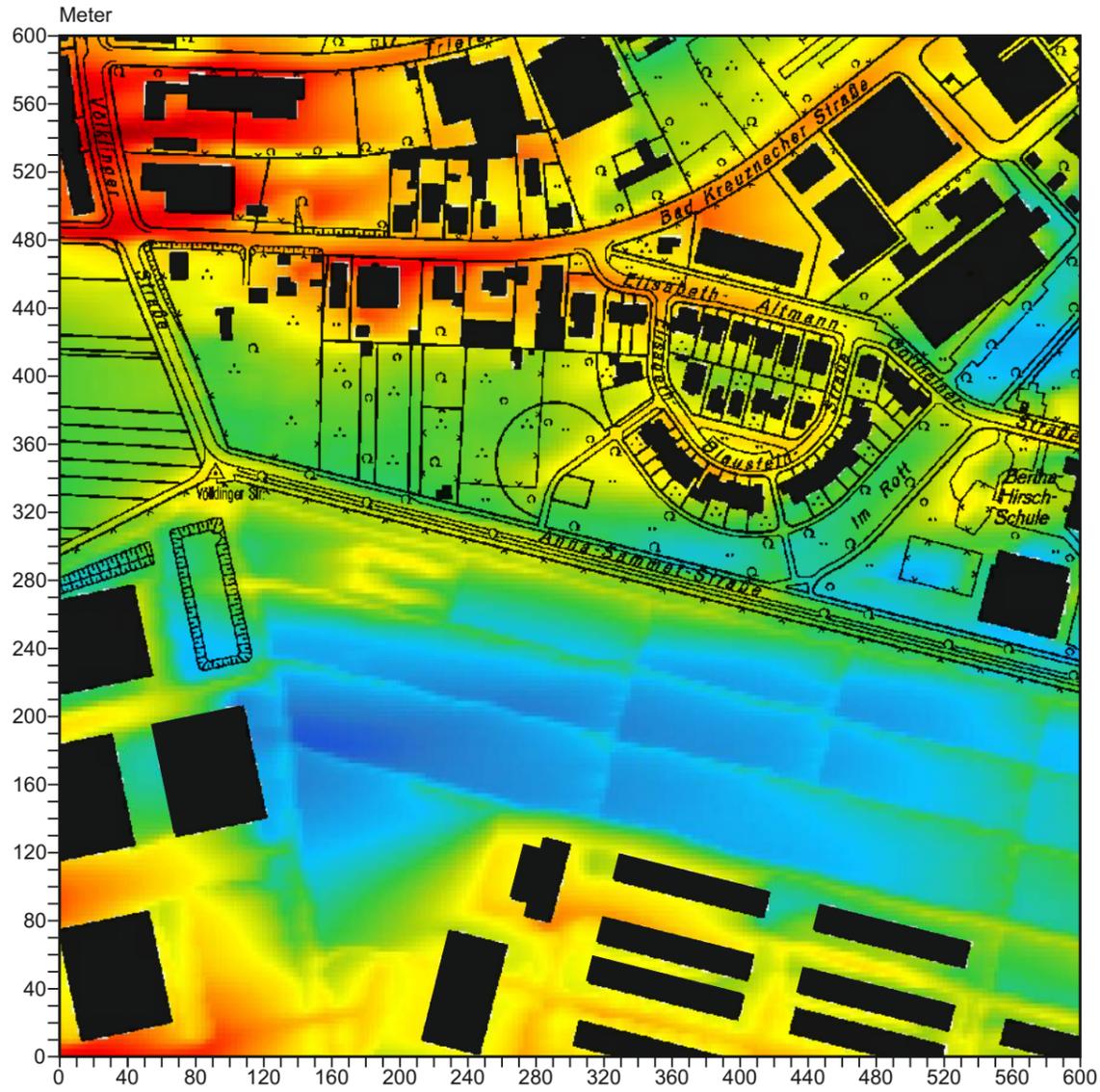


Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

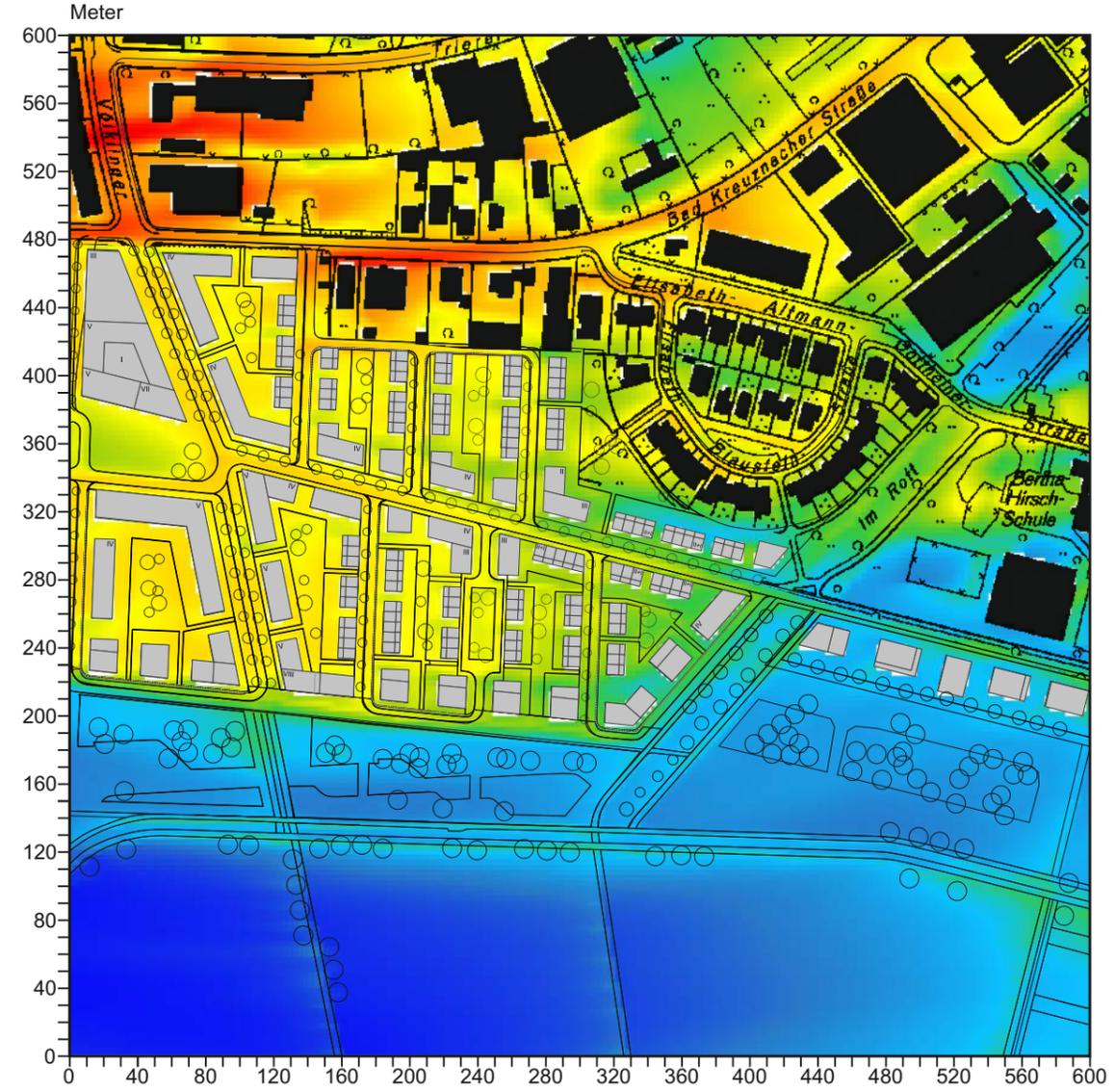
Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 28.1 Untersuchungsraum 2
Lufttemperaturverteilung in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G.
Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

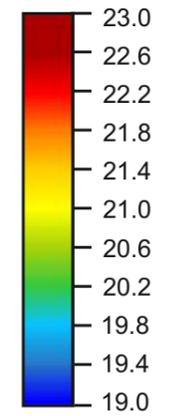
Ist-Zustand



Plan-Zustand



Lufttemperatur
in °C



Anströmungsrichtung



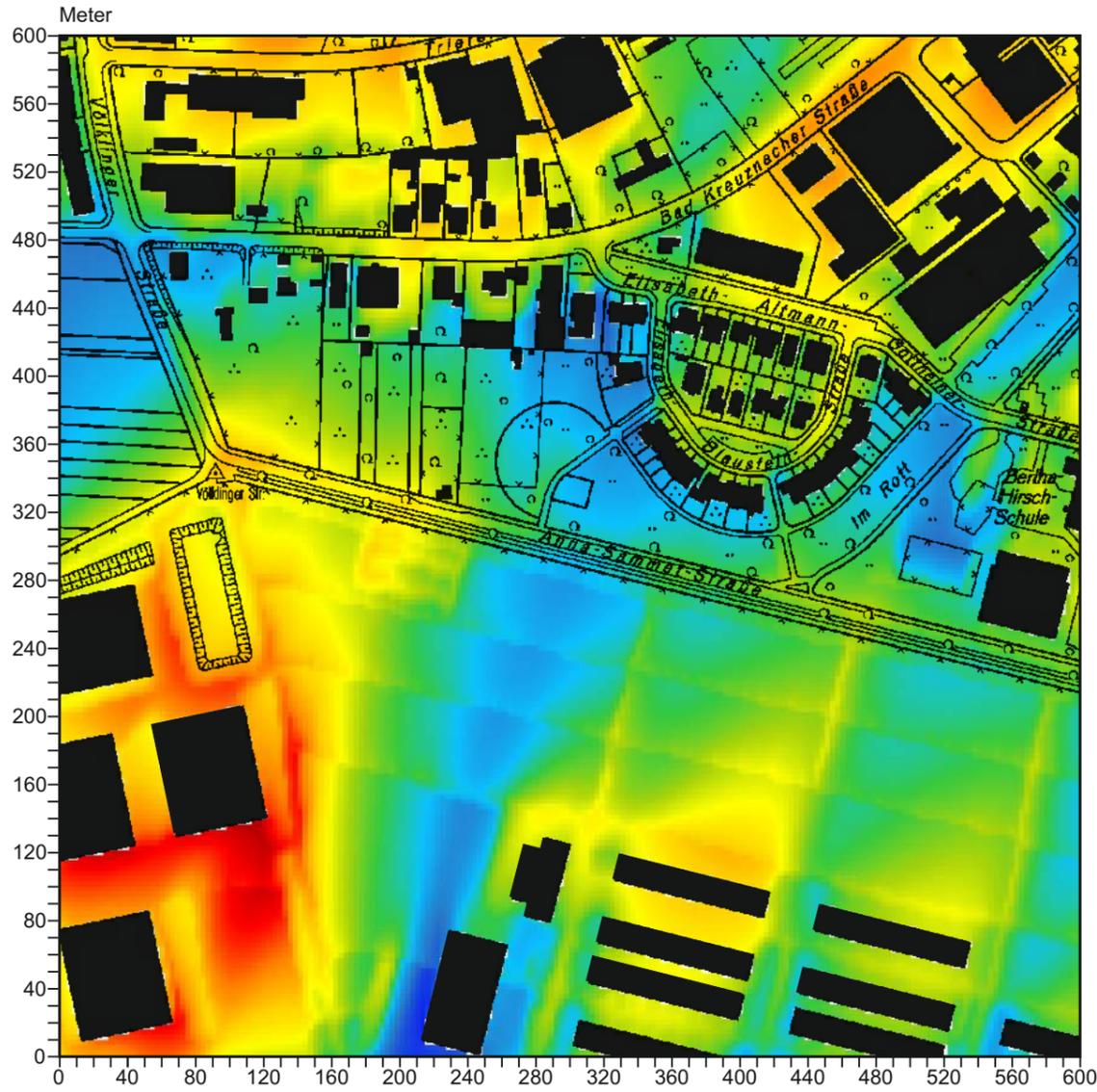
- Baukörper - Bestand
- Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen
 durch die städtebauliche Entwicklung in den
 Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

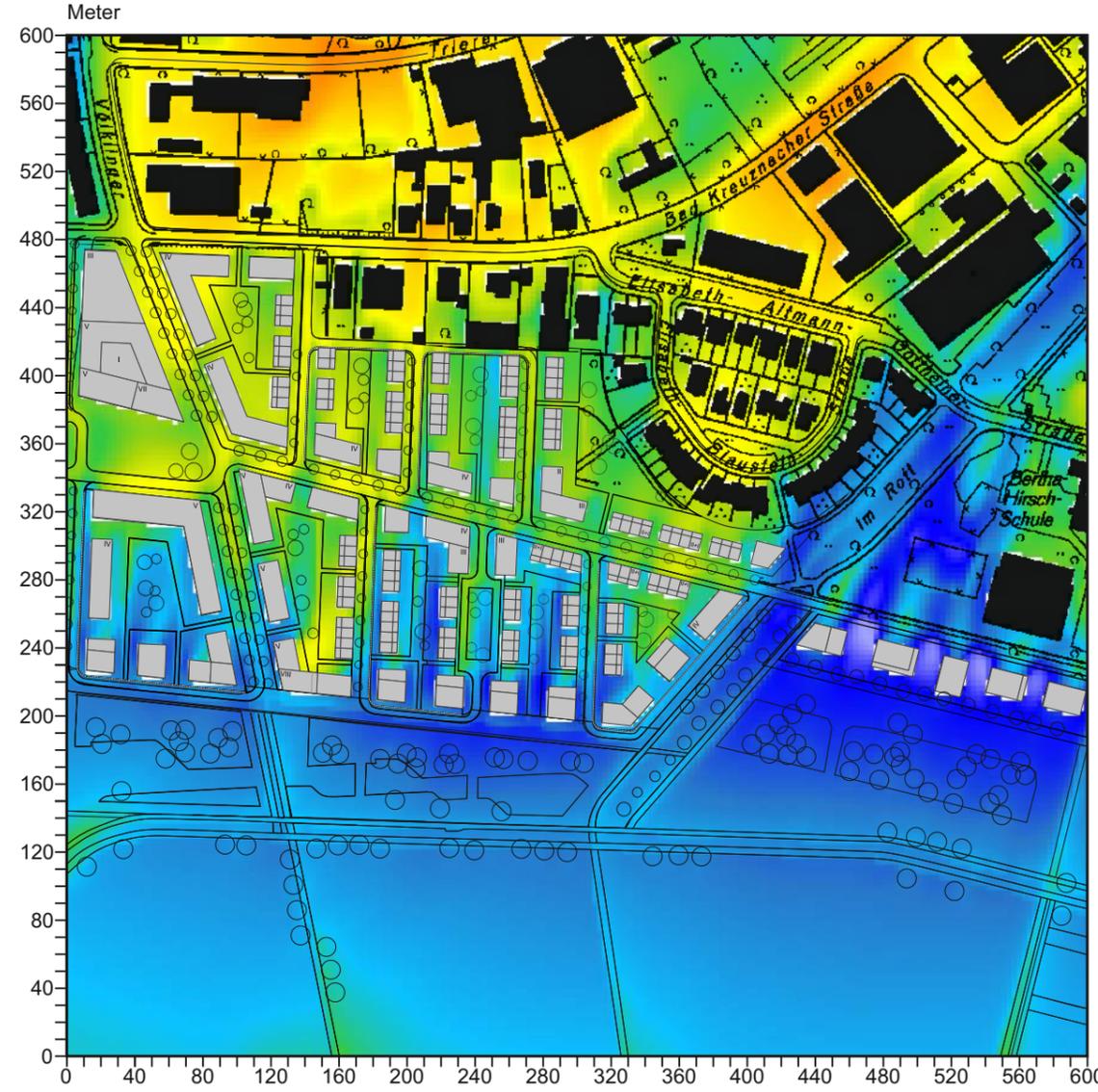
Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 28.2 Untersuchungsraum 2
Lufttemperaturverteilung in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G.
Windanströmung aus Südsüdwesten (210°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

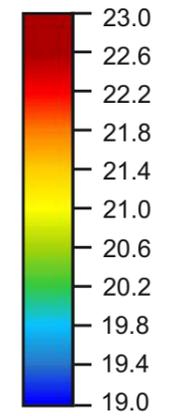
Ist-Zustand



Plan-Zustand



Lufttemperatur
in °C



Anströmungsrichtung

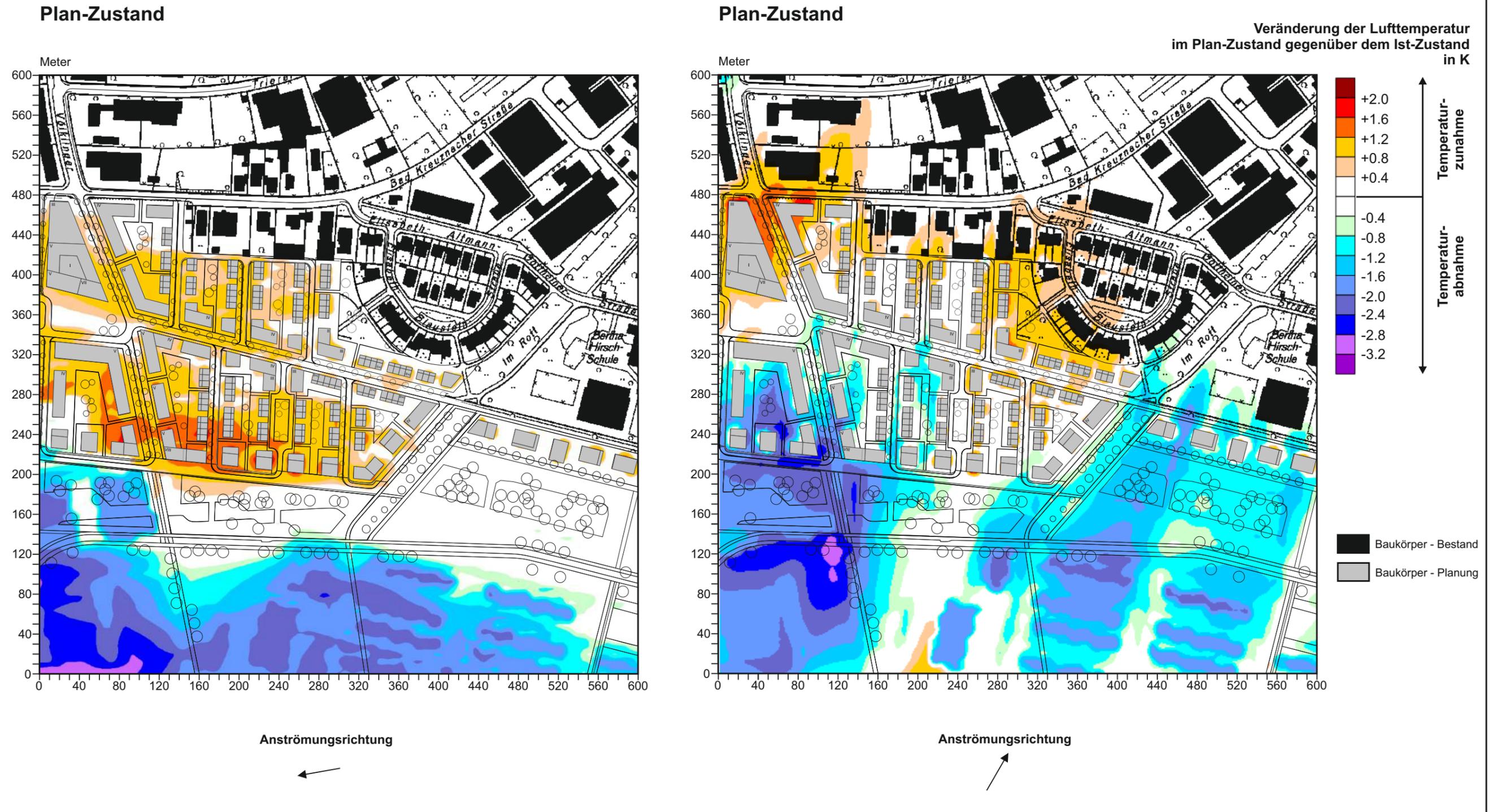


- Baukörper - Bestand
- Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen
 durch die städtebauliche Entwicklung in den
 Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 28.3 Untersuchungsraum 2
Veränderung Lufttemperaturverteilung in einer windschwachen Sommernacht durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand, 2 m ü.G.
Windanströmung aus Osten (80°) bzw. Südsüdwesten (210°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

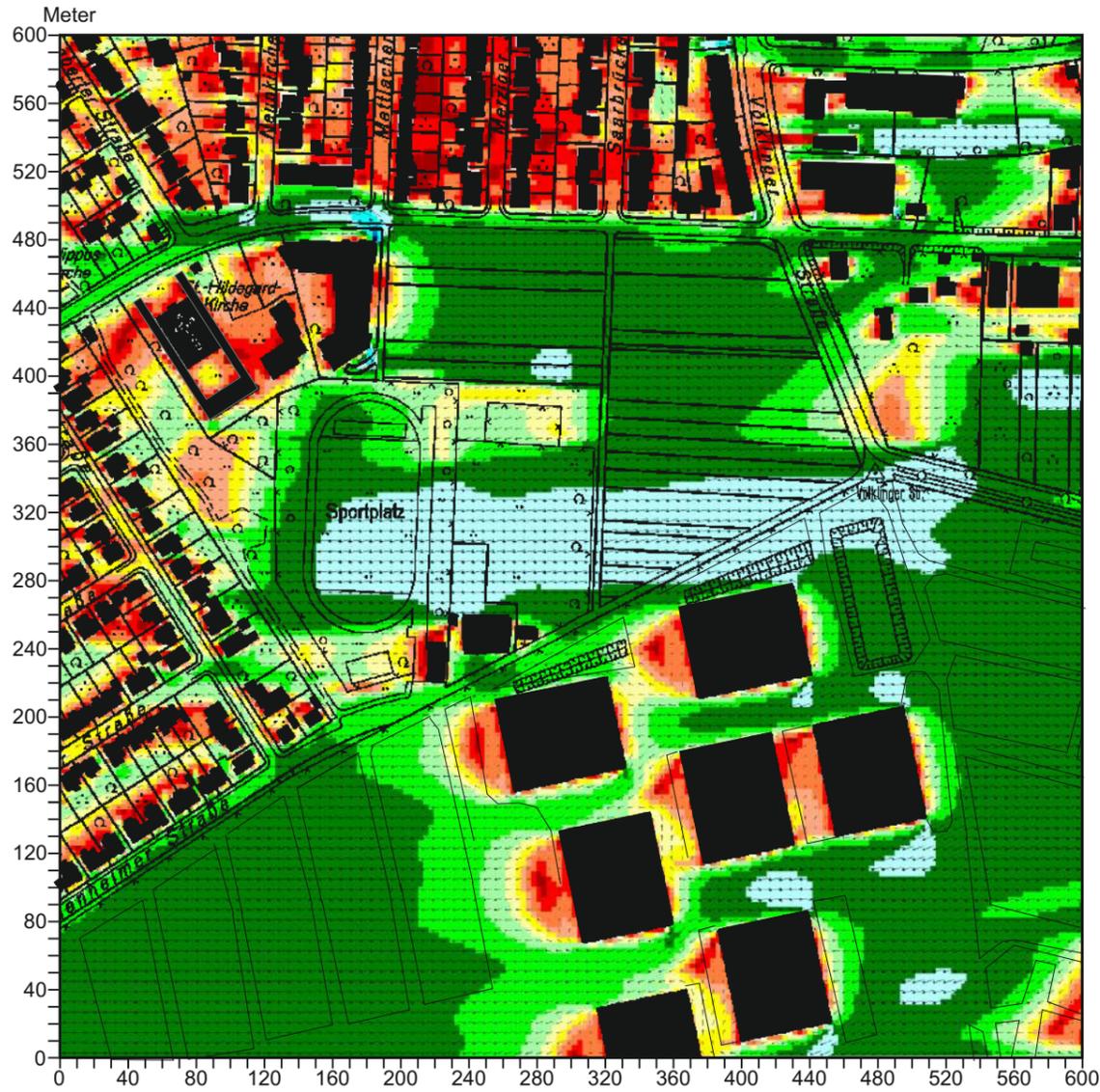


Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

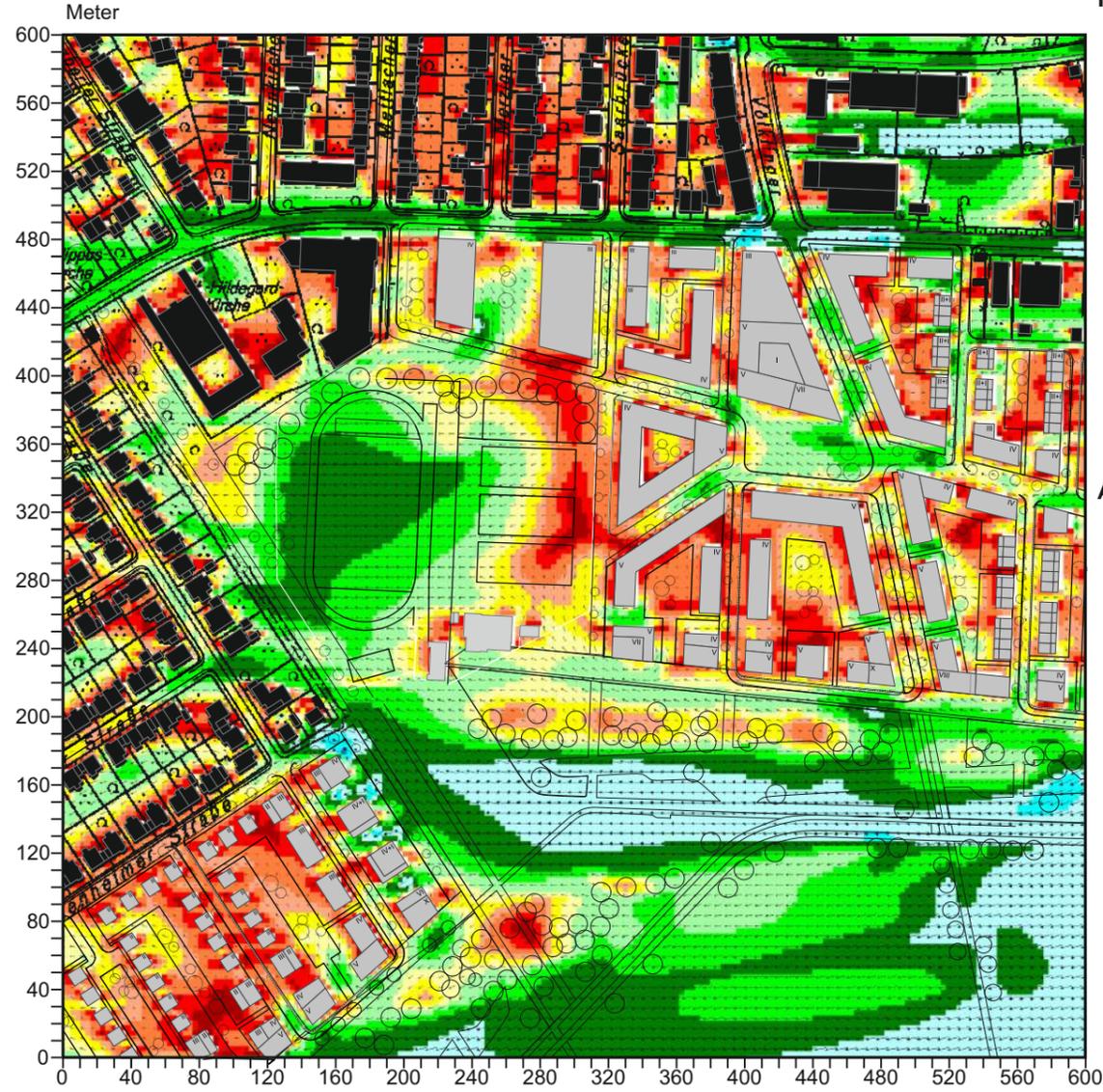
Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 29.1 Untersuchungsraum 3
Belüftungsverhältnisse (Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G.
Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

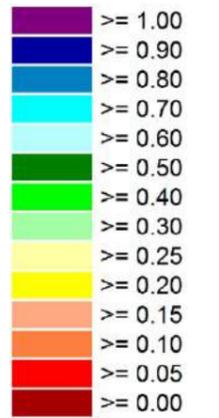
Ist-Zustand



Plan-Zustand



Windgeschwindigkeit in m/s



Anströmungsrichtung



Windvektoren



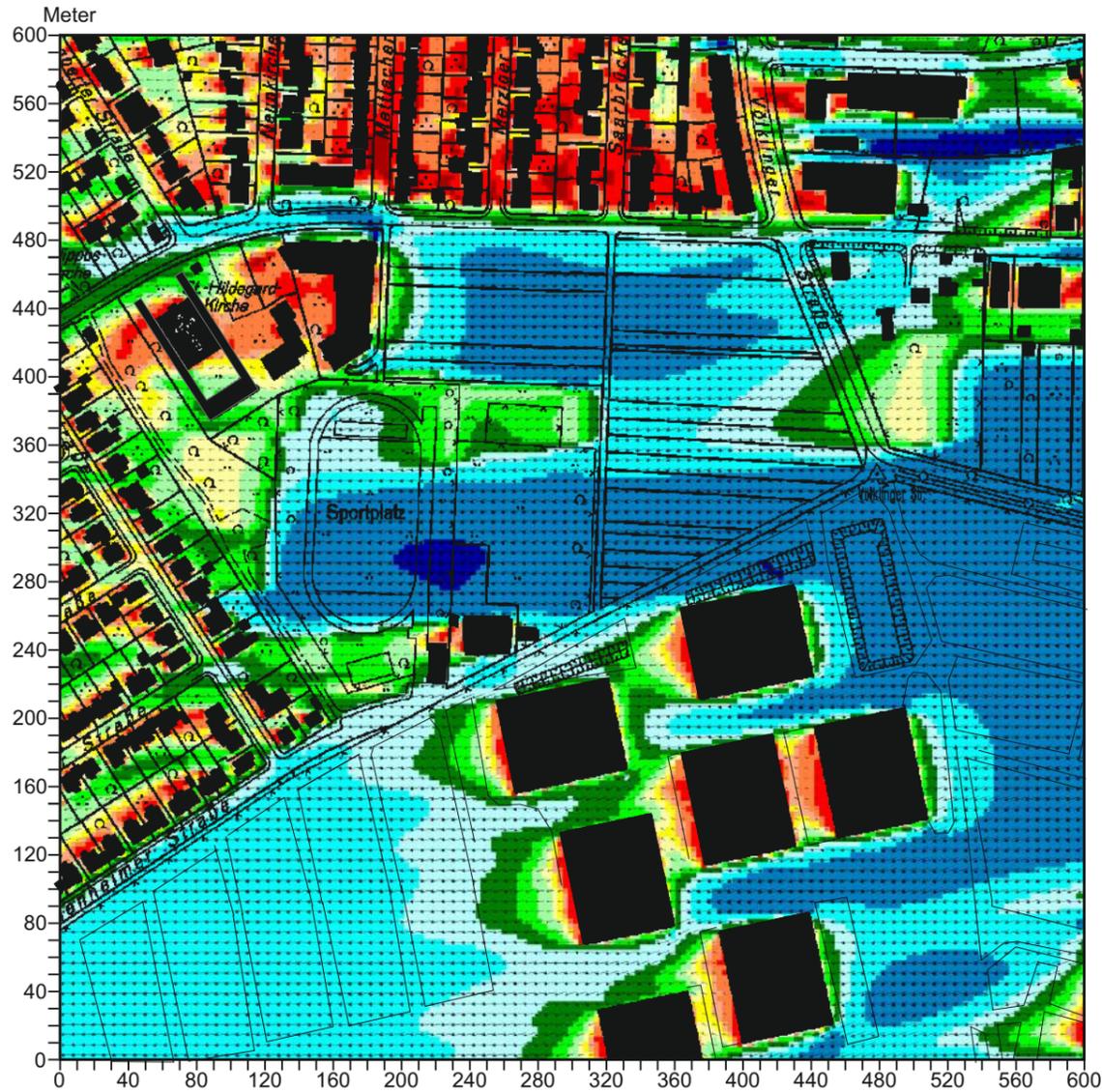
- Baukörper - Bestand
- Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

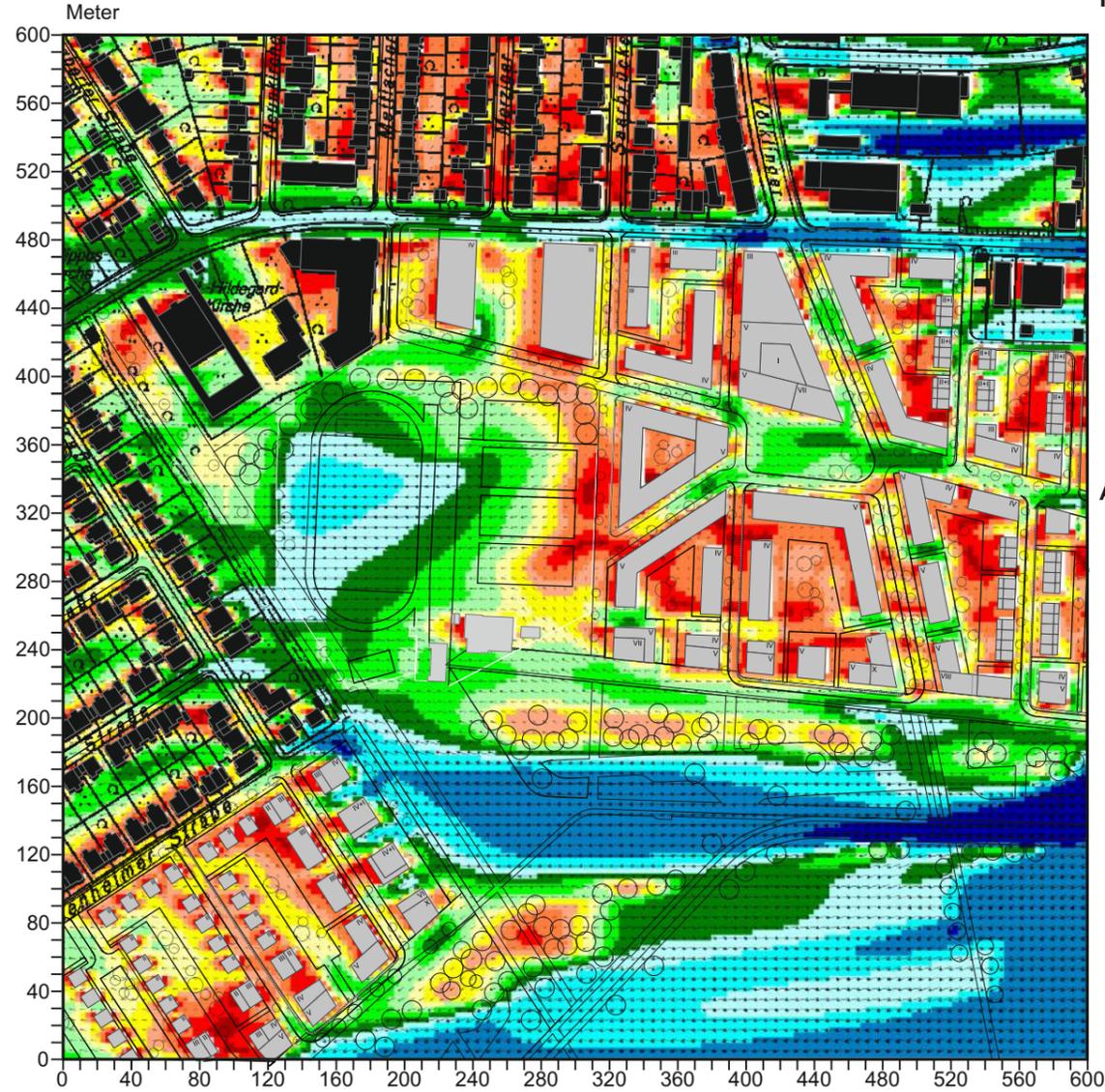
Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 29.2 Untersuchungsraum 3
Belüftungsverhältnisse (Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) in einer windschwachen Sommernacht, 5 m ü.G.
Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

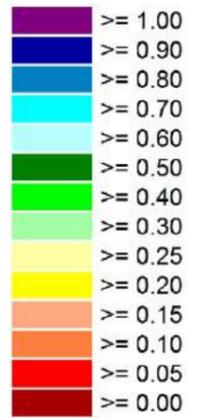
Ist-Zustand



Plan-Zustand



Windgeschwindigkeit in m/s



Anströmungsrichtung



Windvektoren



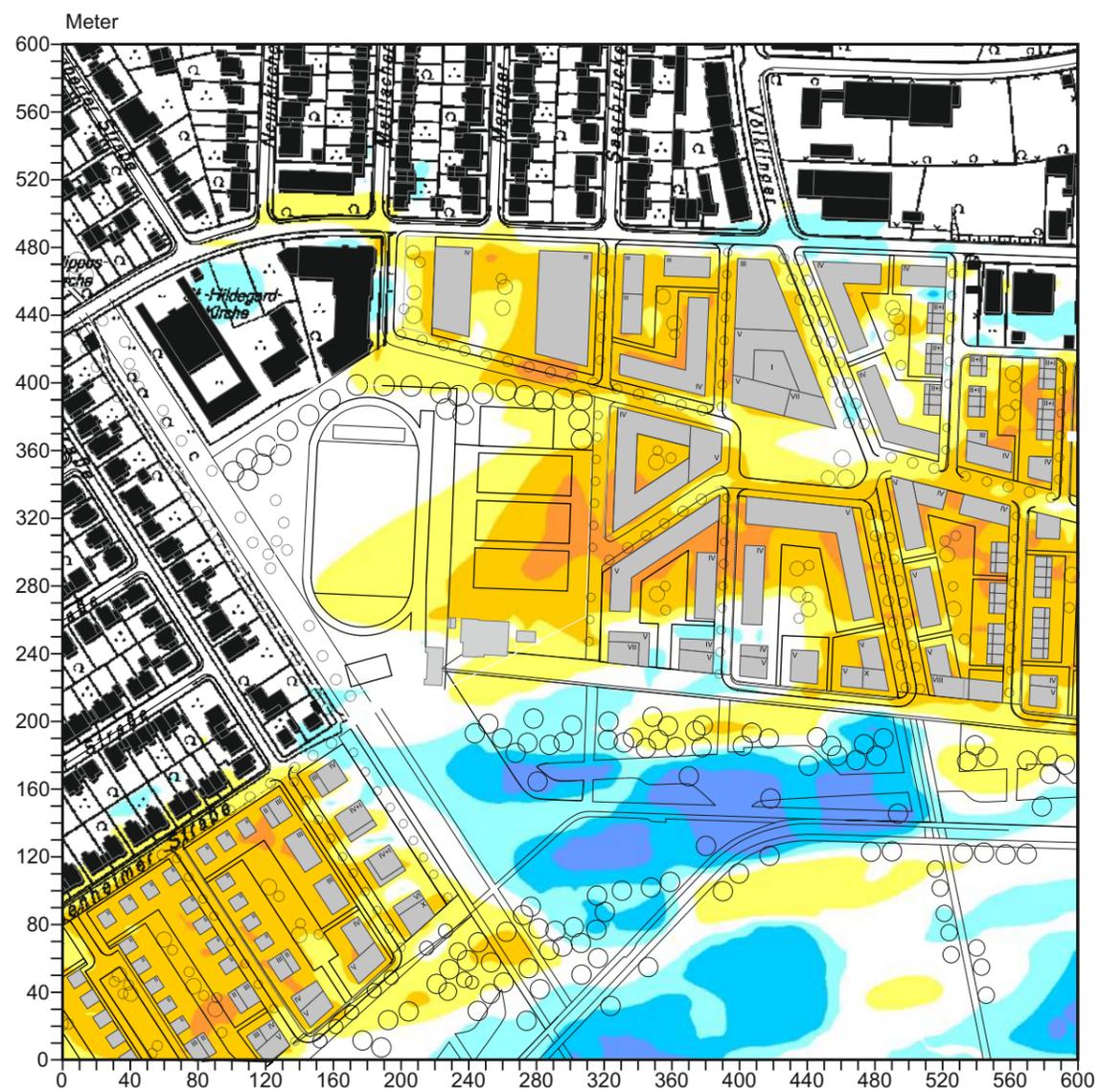
Baukörper - Bestand
Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

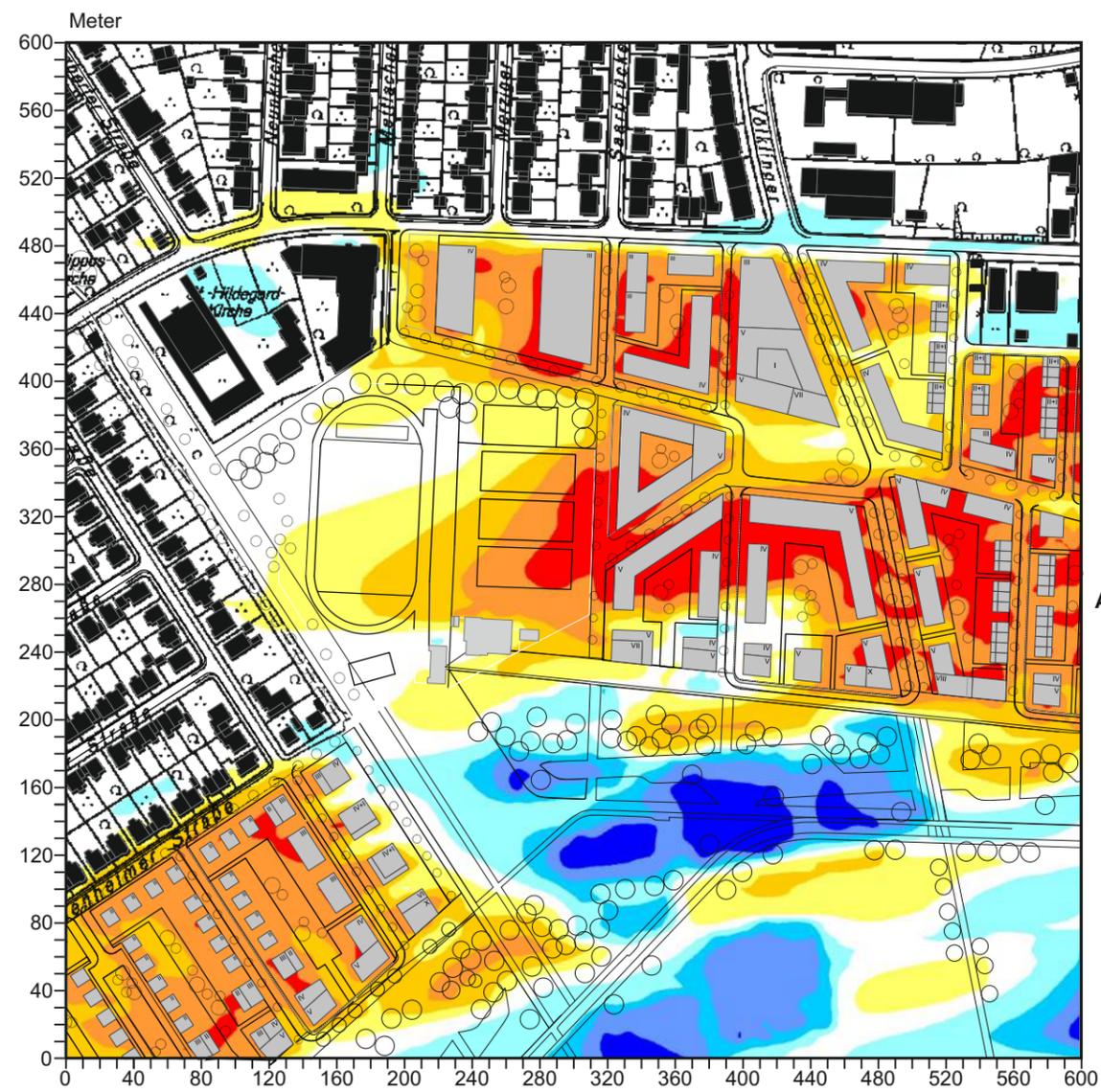
Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 29.3 Untersuchungsraum 3
Veränderung der Belüftungsintensität durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand
in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G. und 5 m ü.G
Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

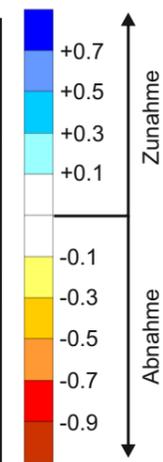
2 m ü.G



5 m ü.G.



Zu- bzw. Abnahme der
Windgeschwindigkeit
in m/s



Anströmungsrichtung



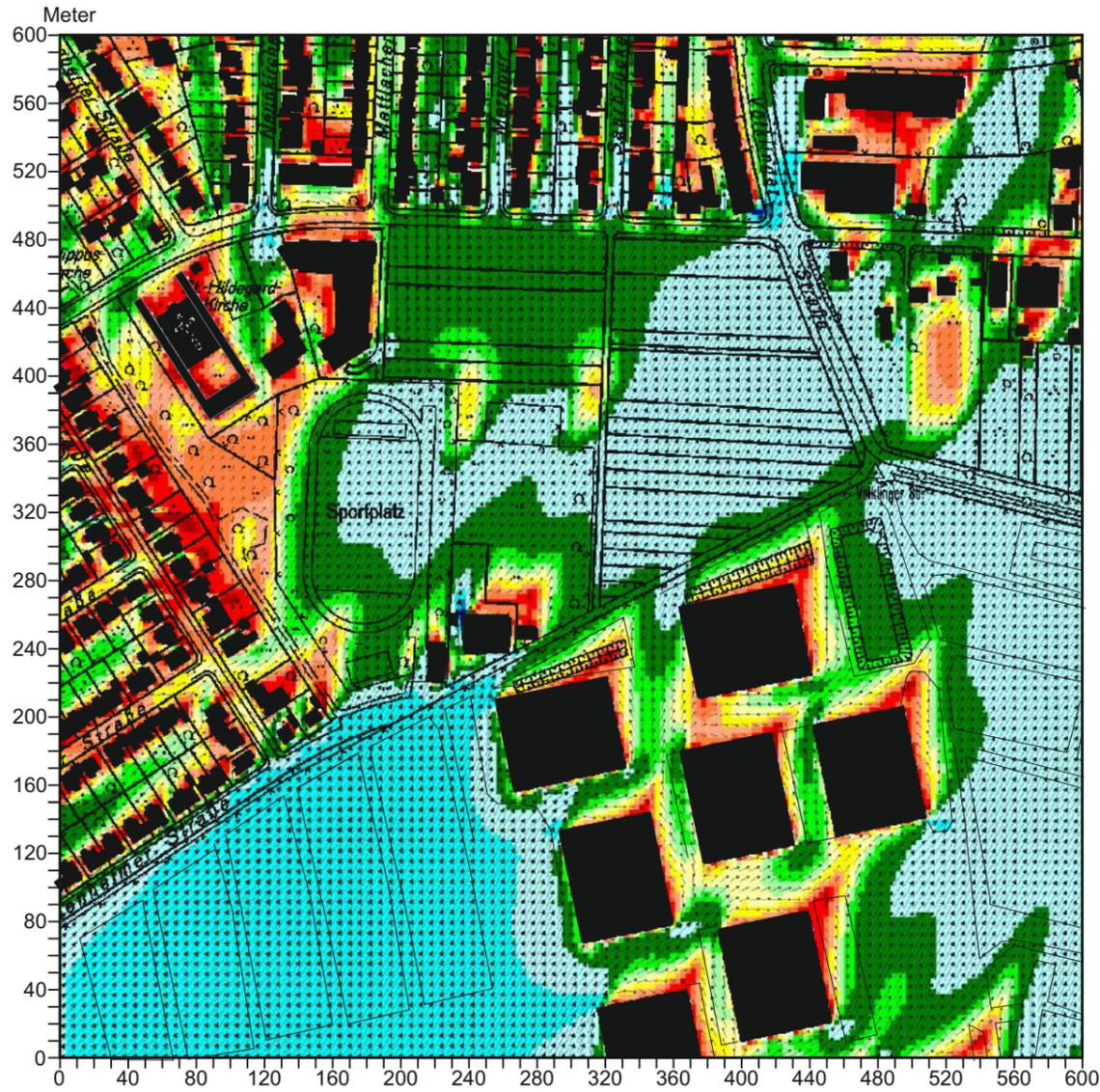
- Baukörper - Bestand
- Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen
 durch die städtebauliche Entwicklung in den
 Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

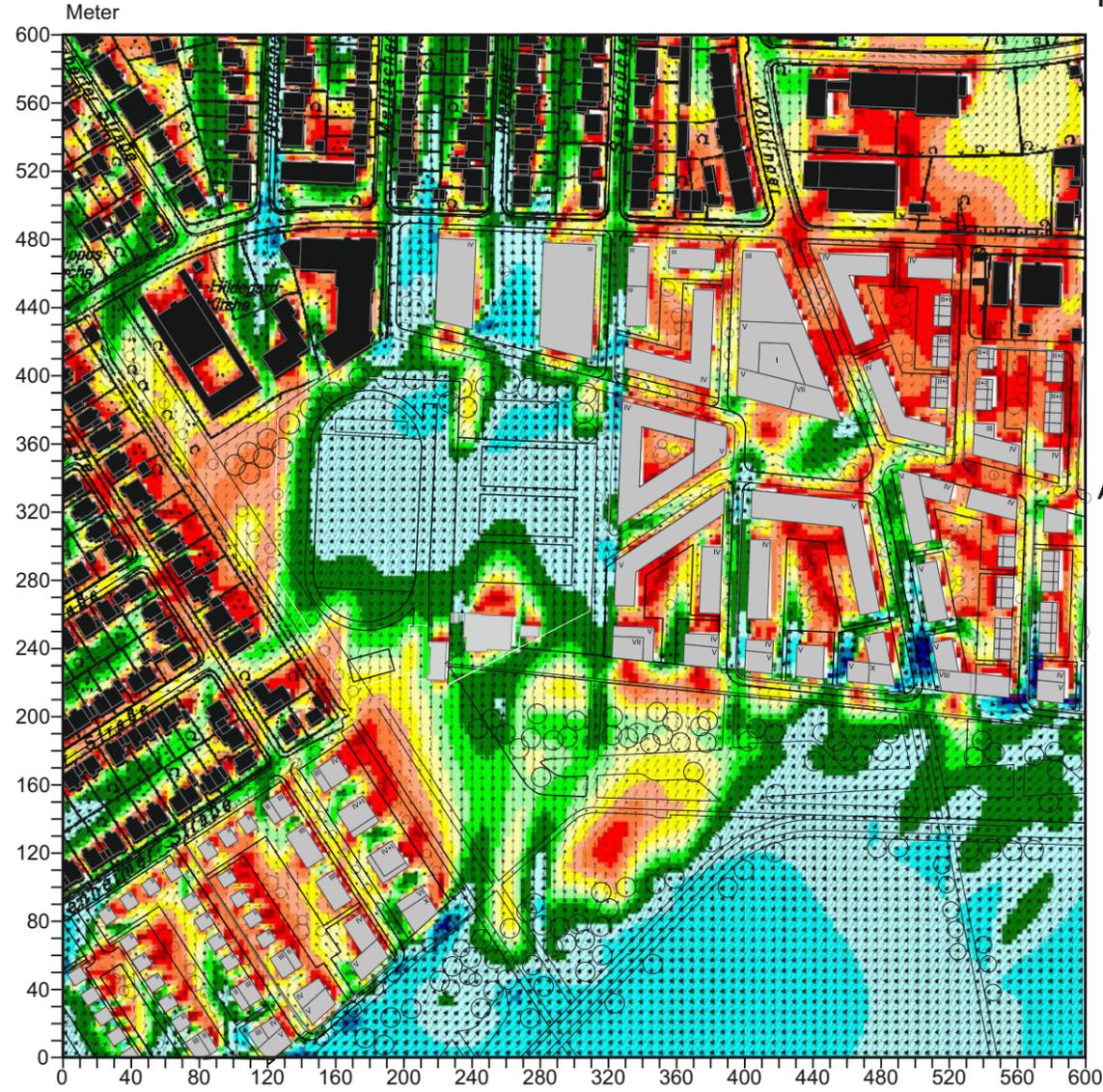
Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 30.1 Untersuchungsraum 3
Belüftungsverhältnisse (Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) an einem windschwachen Sommertag, 2 m ü.G.
Windanströmung aus Südsüdwesten (210°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

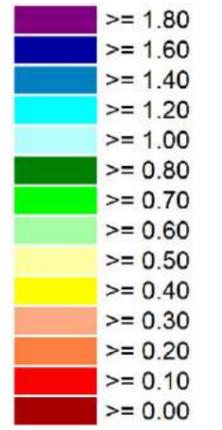
Ist-Zustand



Plan-Zustand



Windgeschwindigkeit in m/s



Anströmungsrichtung



Windvektoren



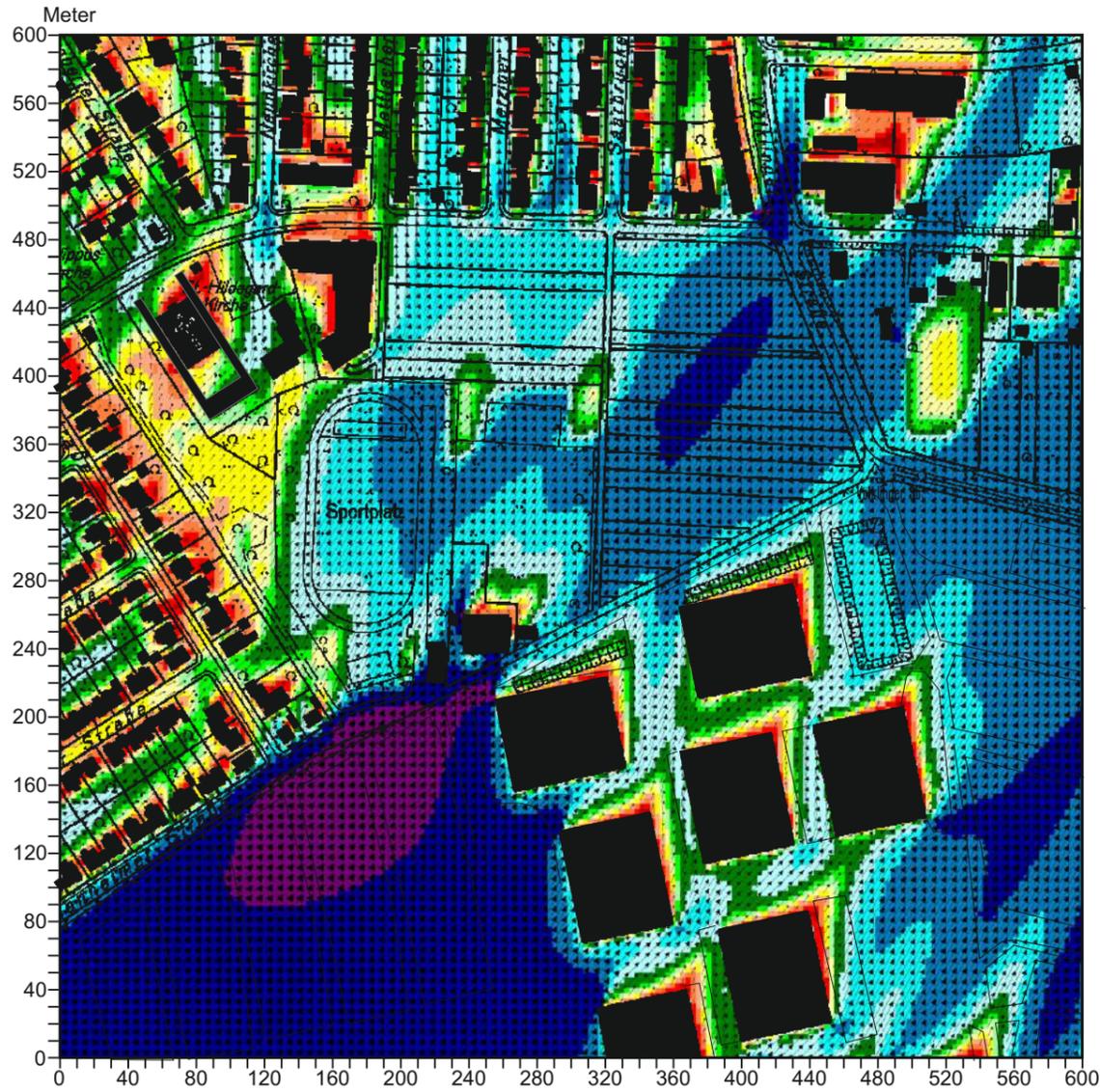
- Baukörper - Bestand
- Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

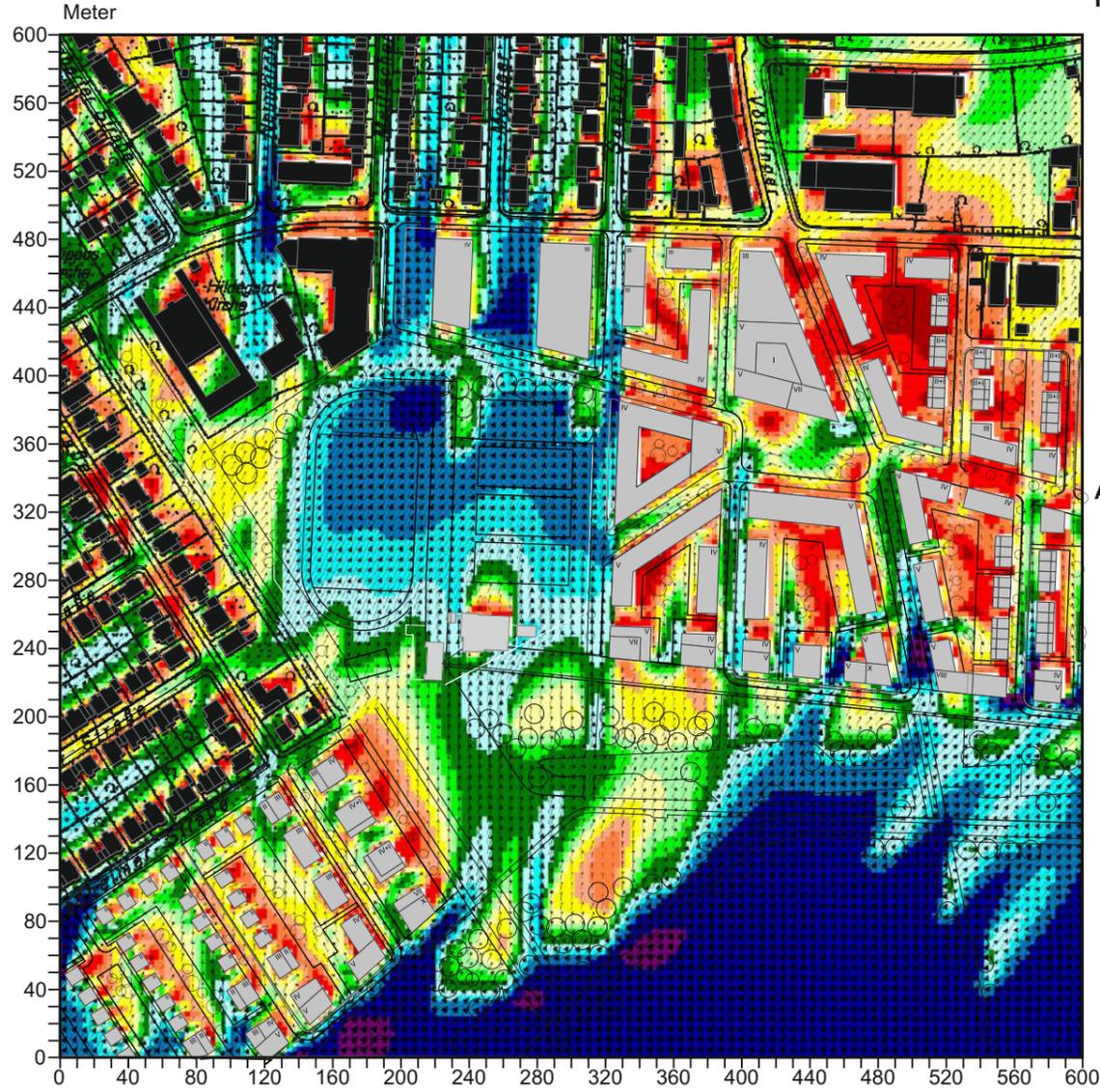
Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 30.2 Untersuchungsraum 3
Belüftungsverhältnisse (Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) an einem windschwachen Sommertag, 5 m ü.G.
Windanströmung aus Südsüdwesten (210°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

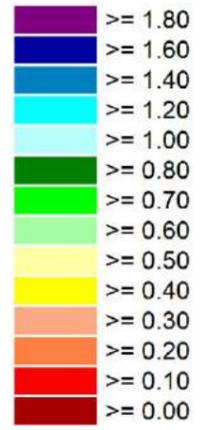
Ist-Zustand



Plan-Zustand



Windgeschwindigkeit
in m/s



Anströmungsrichtung



Windvektoren



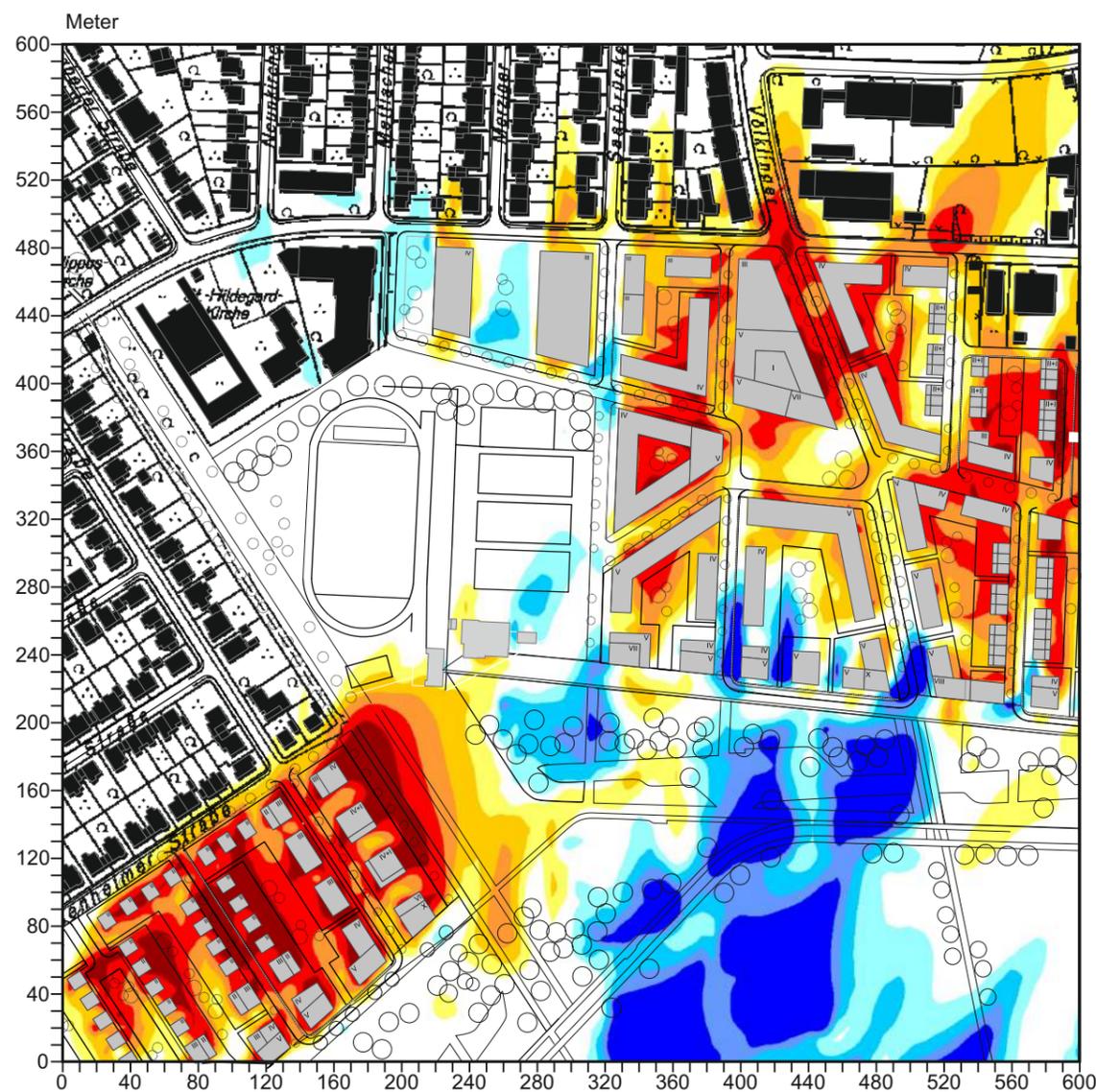
- Baukörper - Bestand
- Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen
 durch die städtebauliche Entwicklung in den
 Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

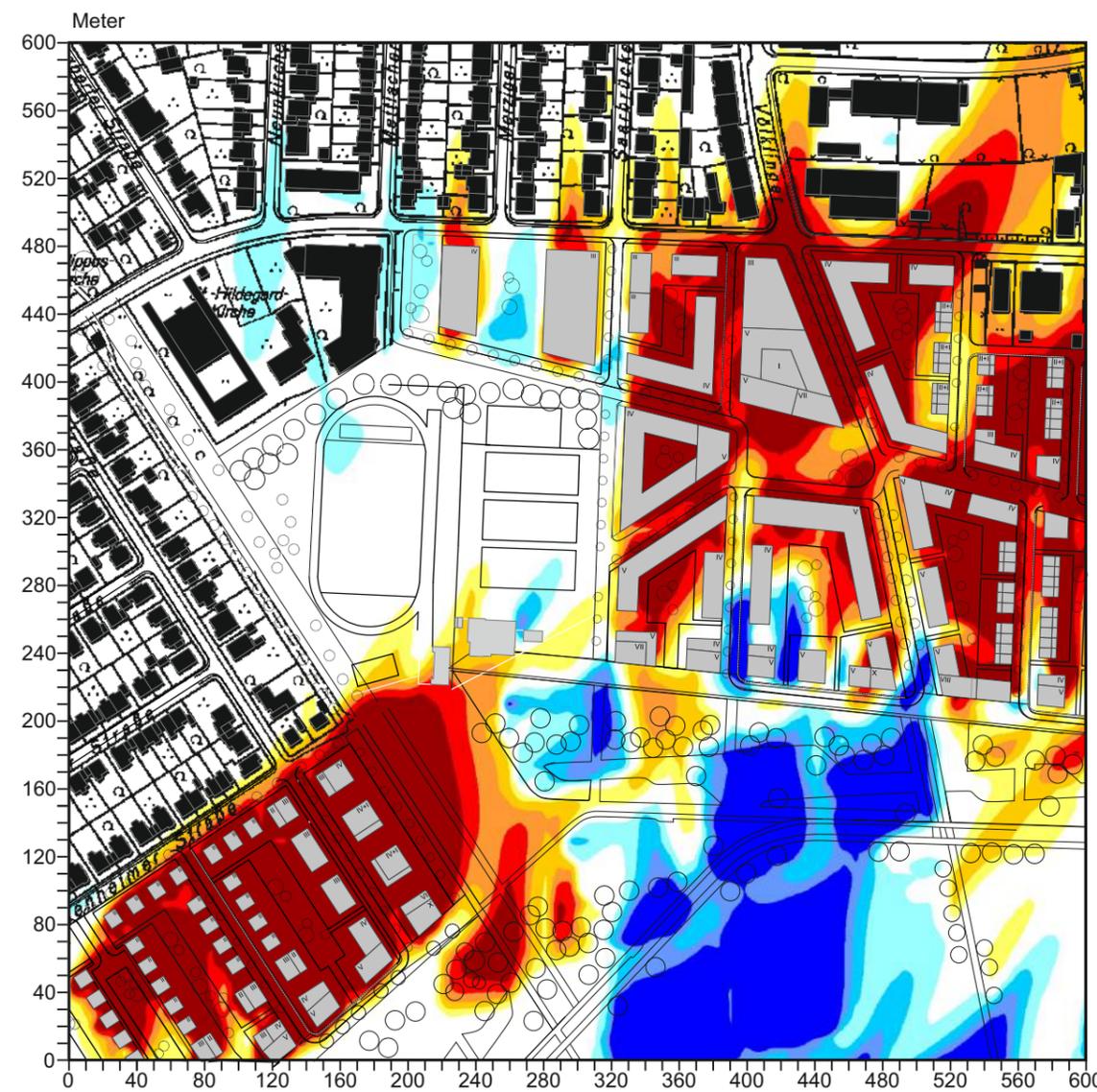
Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 30.3 Untersuchungsraum 3
 Veränderung der Belüftungsintensität durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand
 an einem windschwachen Sommertag, 2 m ü.G. und 5 m ü.G.
 Windanströmung aus Südsüdwesten (210°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

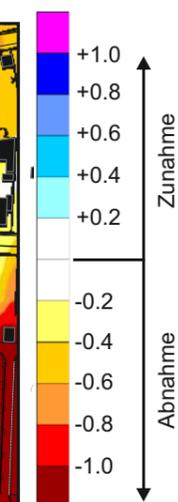
2 m ü.G.



5 m ü.G.



Zu- bzw. Abnahme der
 Windgeschwindigkeit
 in m/s



Anströmungsrichtung



■ Baukörper - Bestand
 ■ Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen
 durch die städtebauliche Entwicklung in den
 Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 31 Untersuchungsraum 3
Veränderung der Belüftungsintensität durch den Plan-Zustand gegenüber der Planungsvariante 2017
in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G.
Windanströmung aus Osten (80°) bzw. Südsüdwesten (210°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

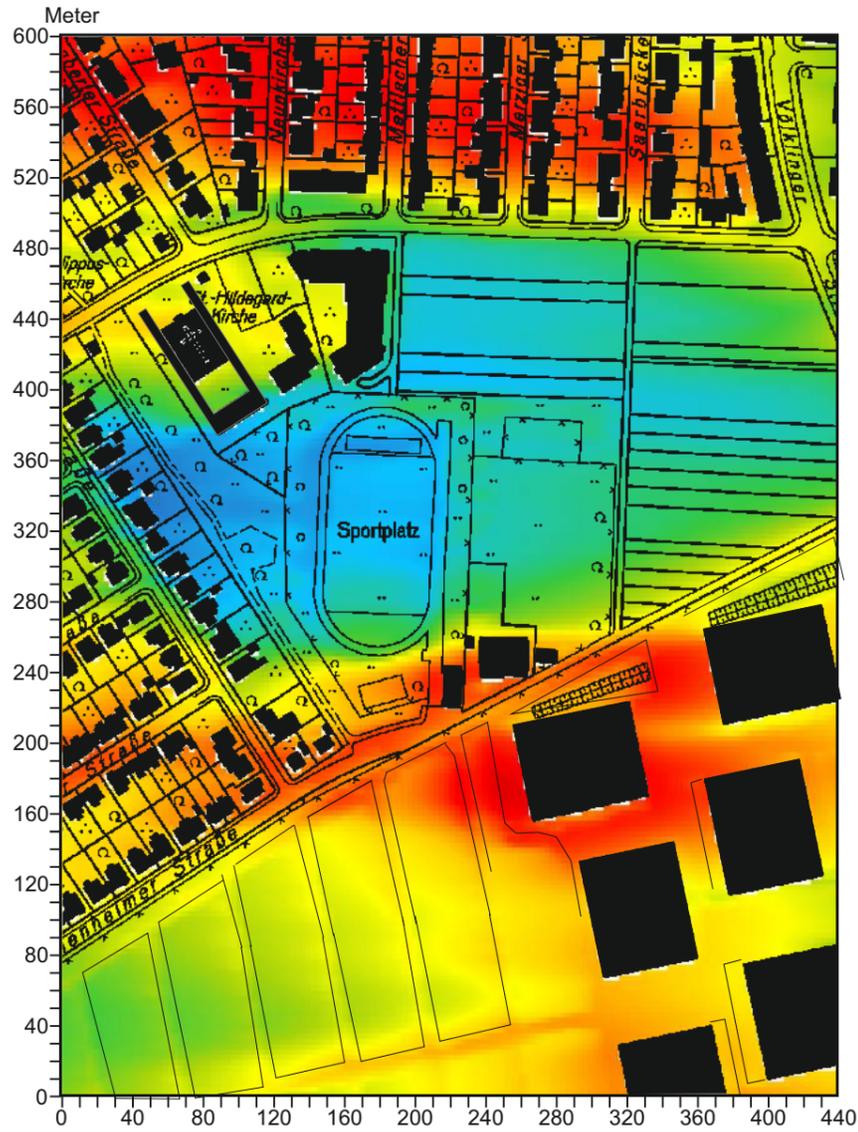


Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

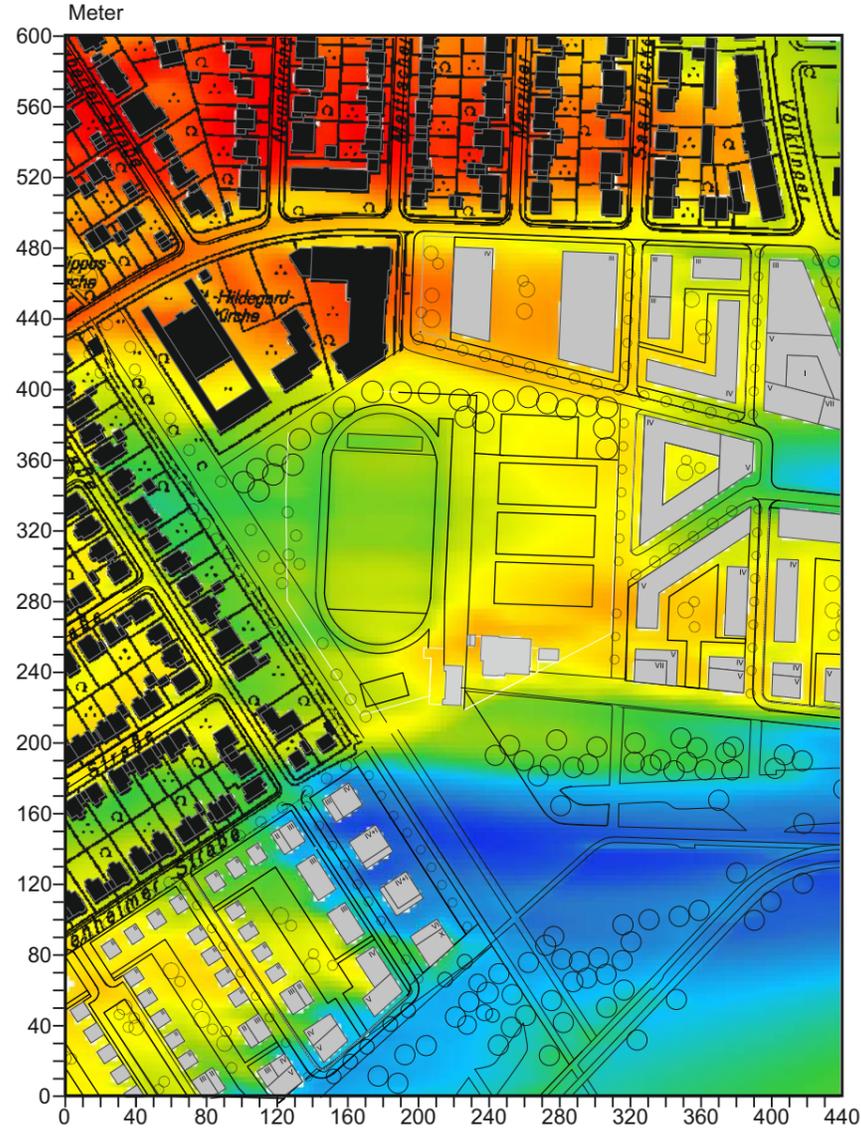
Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 32.1 Untersuchungsraum 3
Lufttemperaturverteilung in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G.
Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

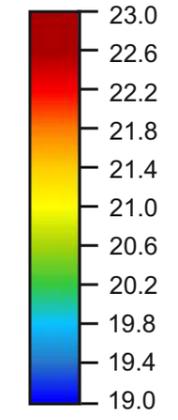
Ist-Zustand



Plan-Zustand



Lufttemperatur
in °C



Anströmungsrichtung



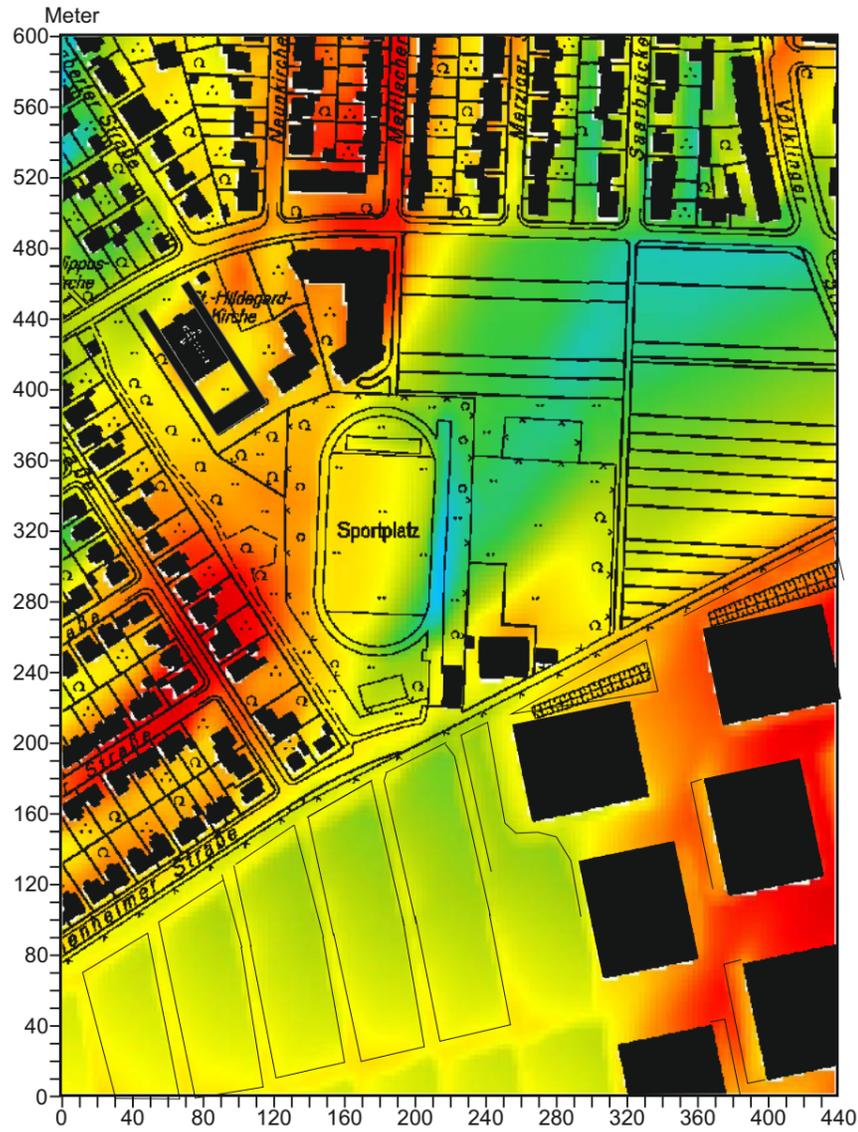
- Baukörper - Bestand
- Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen
 durch die städtebauliche Entwicklung in den
 Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

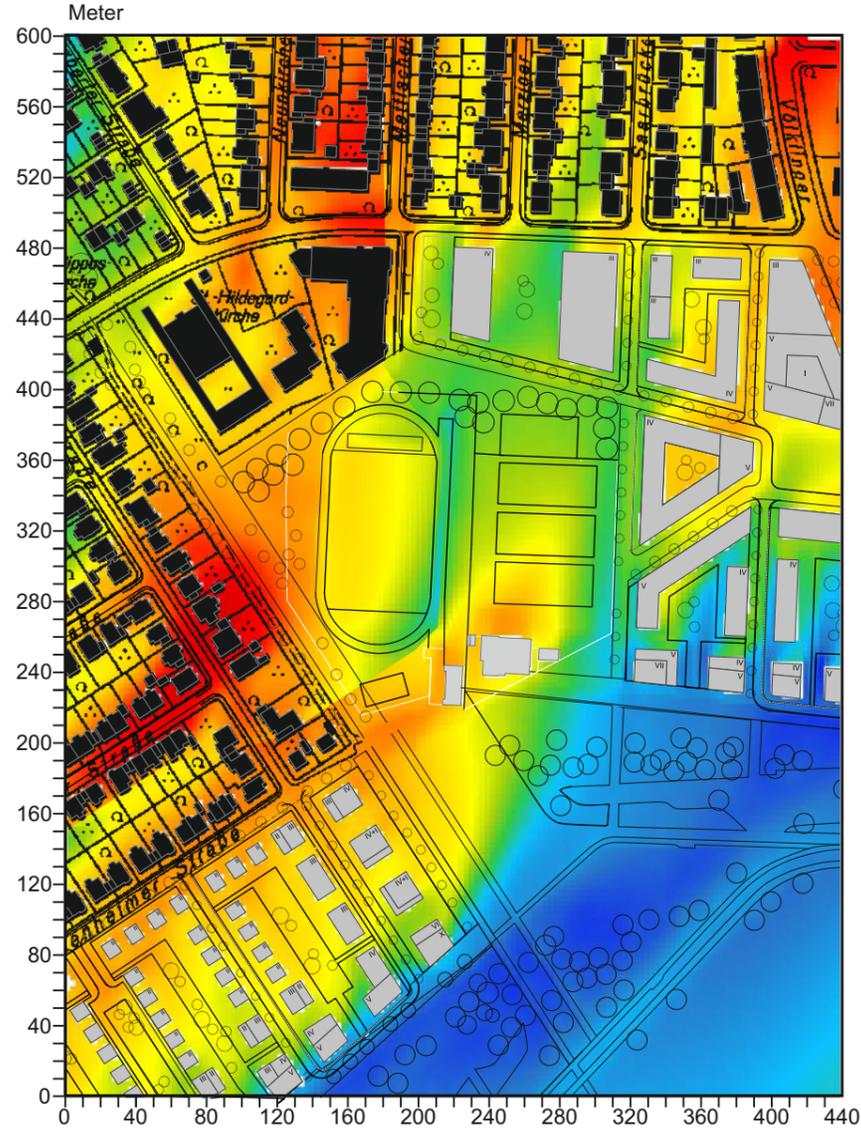
Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 32.2 Untersuchungsraum 3
Lufttemperaturverteilung in einer windschwachen Sommernacht , 2 m ü.G.
Windanströmung aus Südsüdwesten (210°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

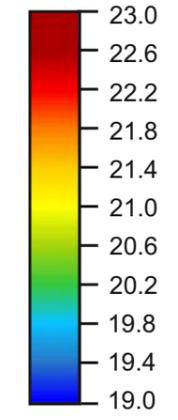
Ist-Zustand



Plan-Zustand



Lufttemperatur
in °C



Anströmungsrichtung



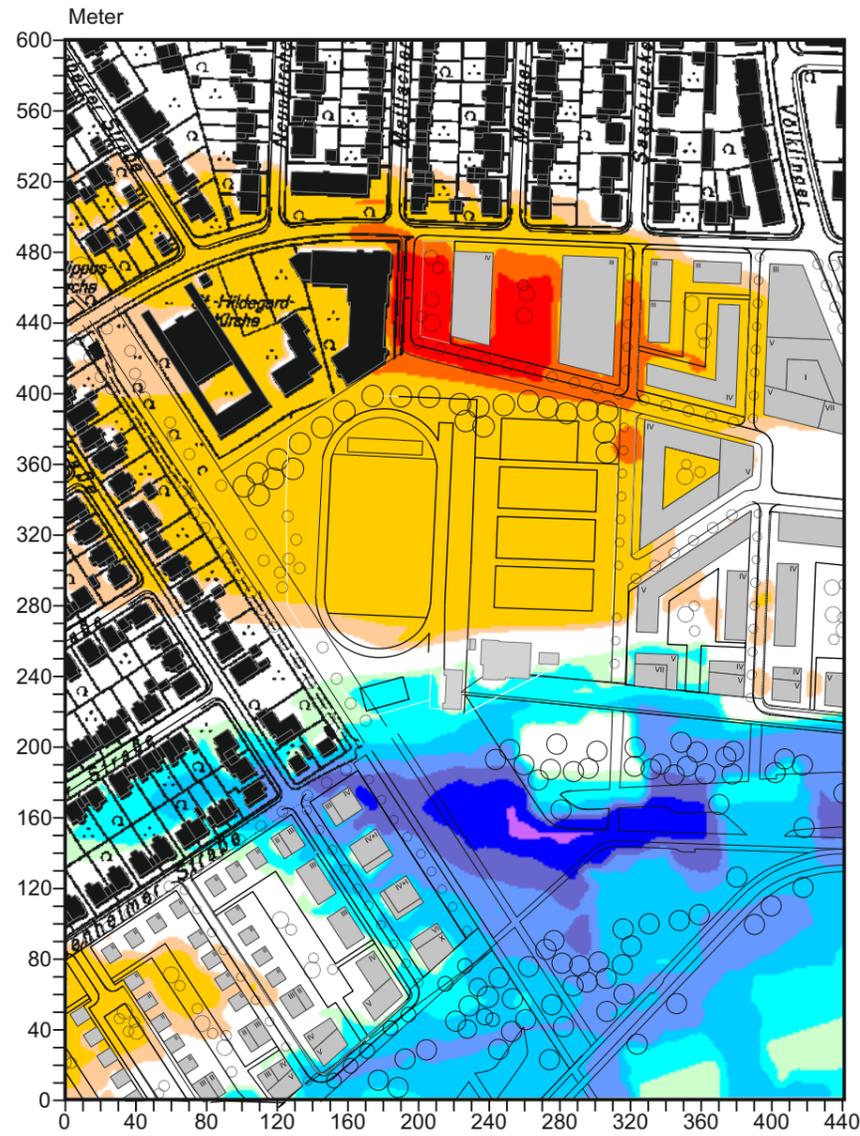
- Baukörper - Bestand
- Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen
 durch die städtebauliche Entwicklung in den
 Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 32.3 Untersuchungsraum 3
Veränderung Lufttemperaturverteilung in einer windschwachen Sommernacht durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand, 2 m ü.G.
Windanströmung aus Osten (80°) bzw. Südsüdwesten (210°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

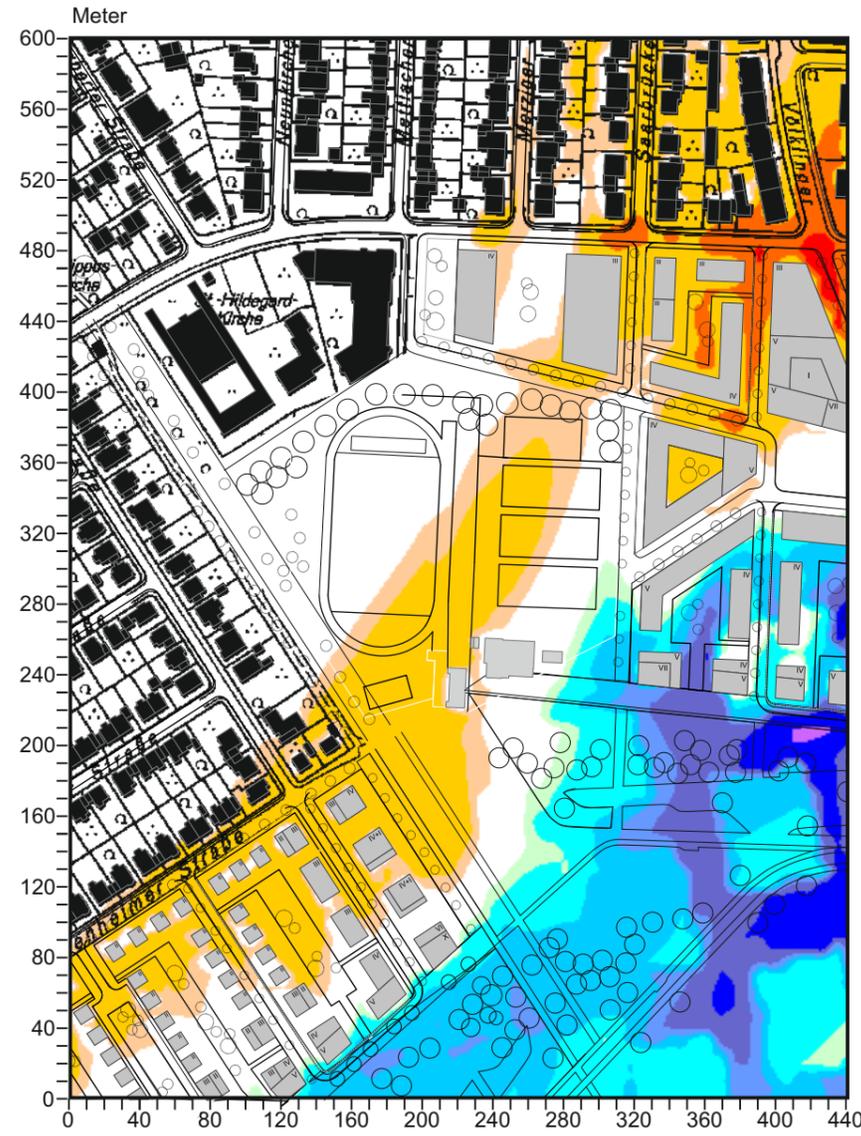
Plan-Zustand



Anströmungsrichtung



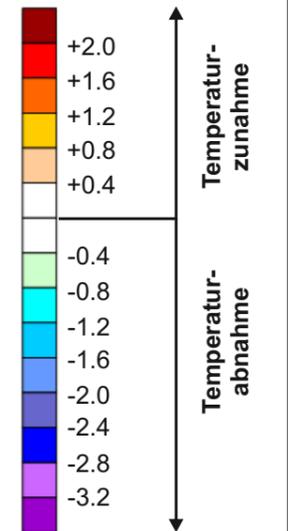
Plan-Zustand



Anströmungsrichtung



Veränderung der Lufttemperatur
 im Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand
 in K



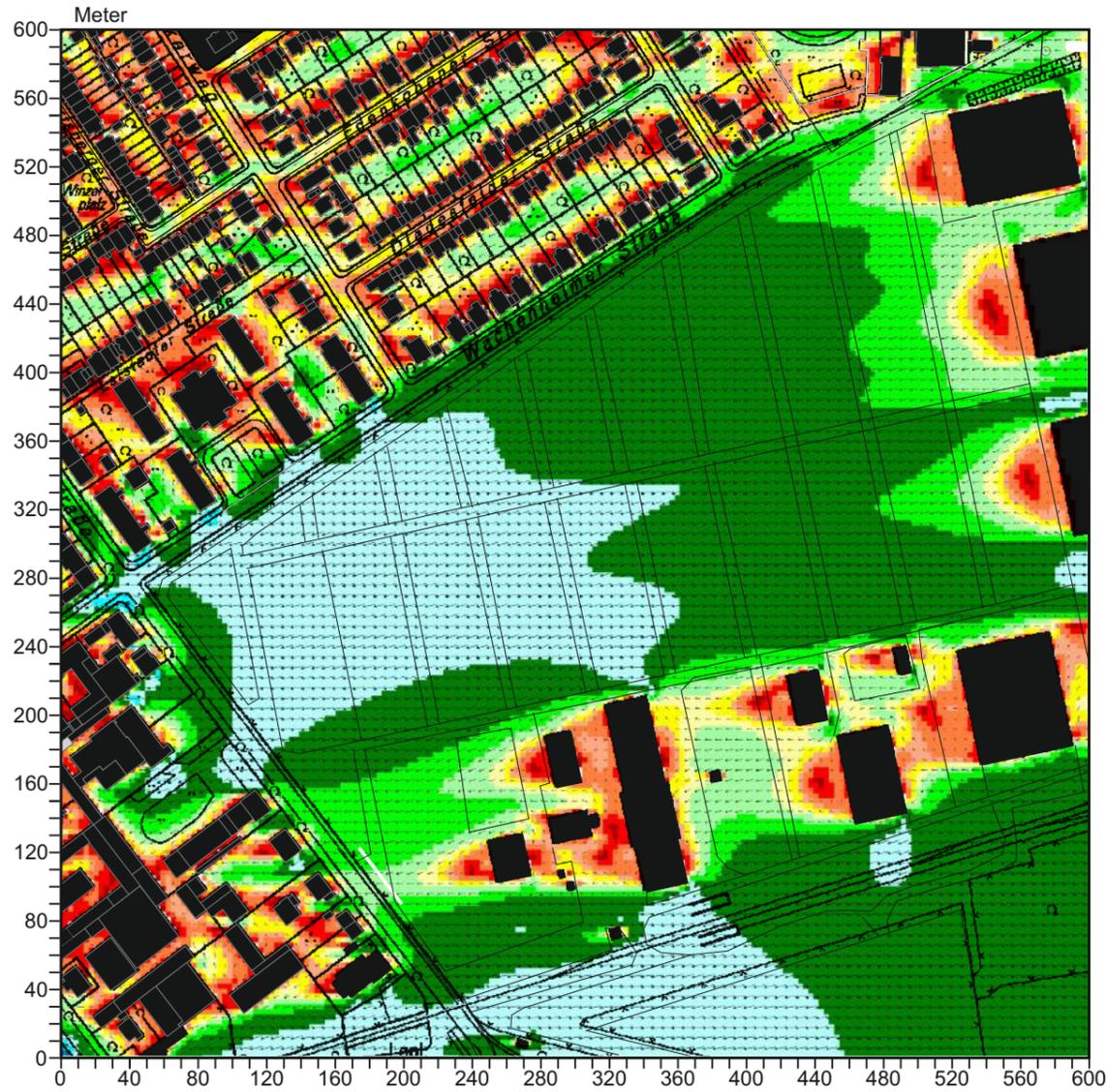
- Baukörper - Bestand
- Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen
 durch die städtebauliche Entwicklung in den
 Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

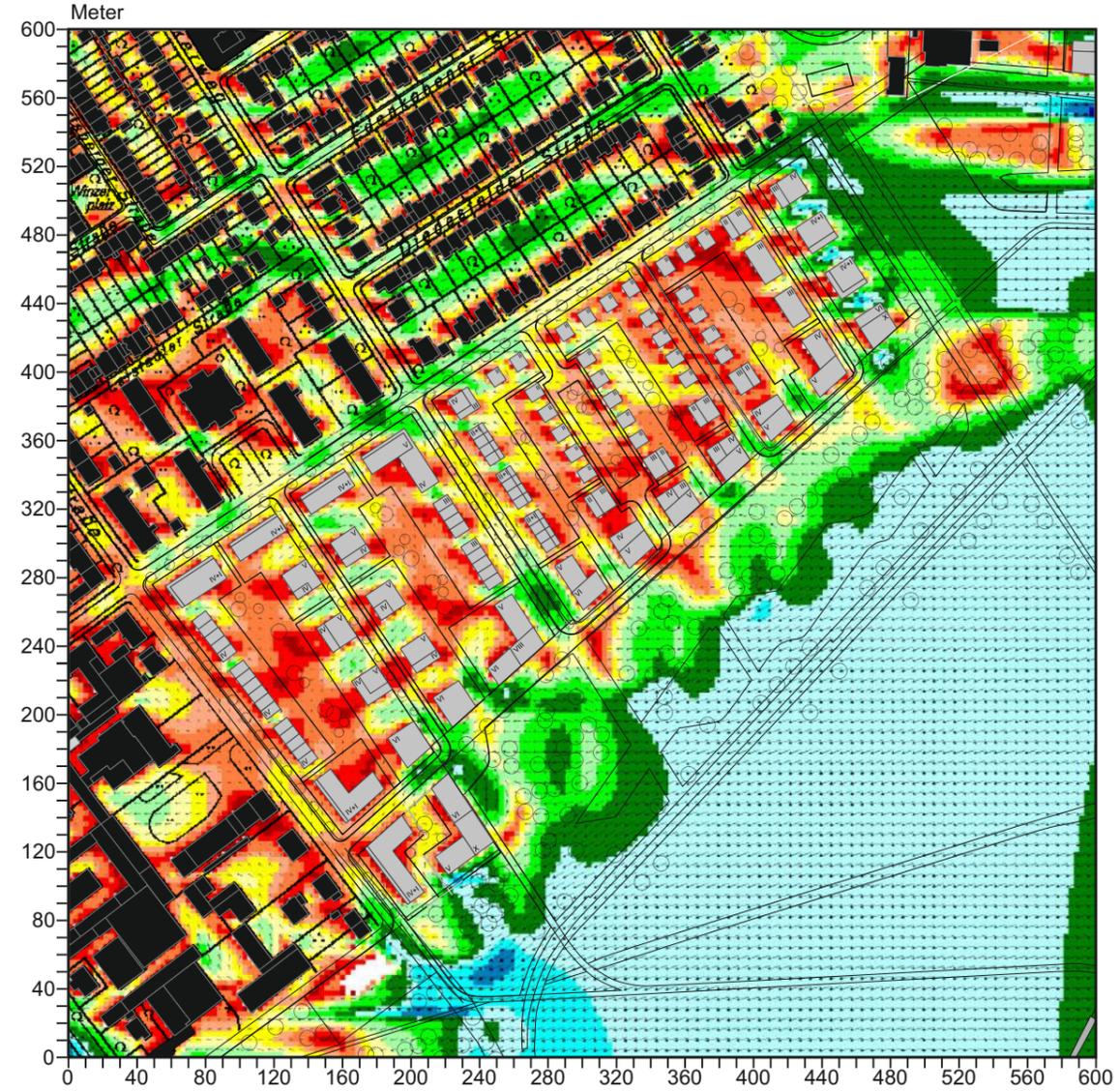
Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 33.1 Untersuchungsraum 4
Belüftungsverhältnisse (Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G.
Windanströmung aus Osten (80°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

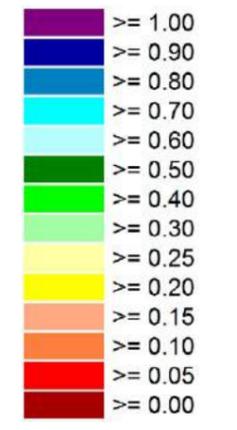
Ist-Zustand



Plan-Zustand



Windgeschwindigkeit in m/s



Anströmungsrichtung



Windvektoren



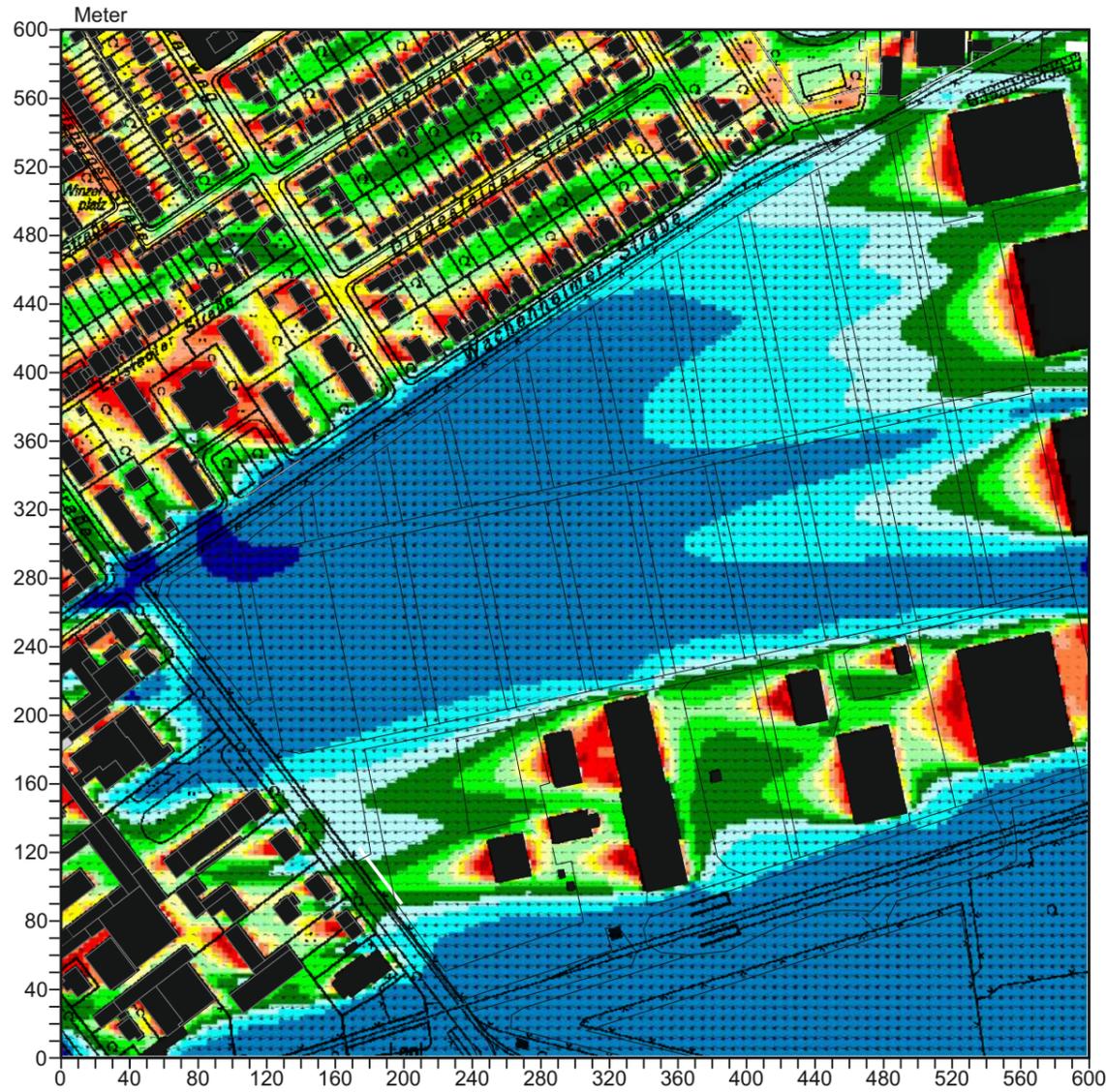
- Baukörper - Bestand
- Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 33.2 Untersuchungsraum 4
Belüftungsverhältnisse (Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) in einer windschwachen Sommernacht, 5 m ü.G.
Windanströmung aus Osten (80°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

Ist-Zustand



Plan-Zustand



Windgeschwindigkeit in m/s

- ≥ 1.00
- ≥ 0.90
- ≥ 0.80
- ≥ 0.70
- ≥ 0.60
- ≥ 0.50
- ≥ 0.40
- ≥ 0.30
- ≥ 0.25
- ≥ 0.20
- ≥ 0.15
- ≥ 0.10
- ≥ 0.05
- ≥ 0.00

Anströmungsrichtung

←

Windvektoren

↓ ↓ ↓ ↓

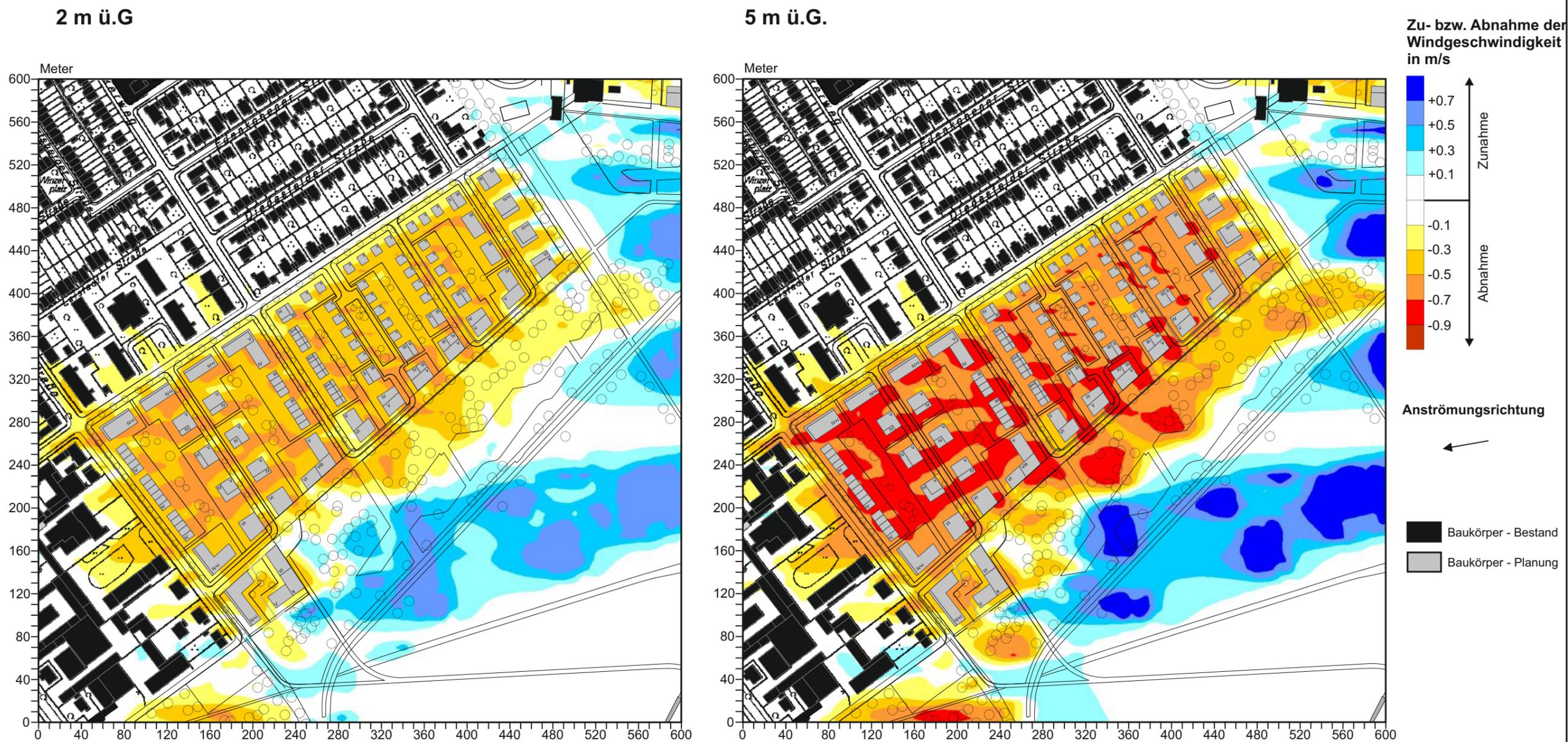
Baukörper - Bestand (black square)

Baukörper - Planung (grey square)

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 33.3 Untersuchungsraum 4
 Veränderung der Belüftungsintensität durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand
 in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G. und 5 m ü.G
 Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

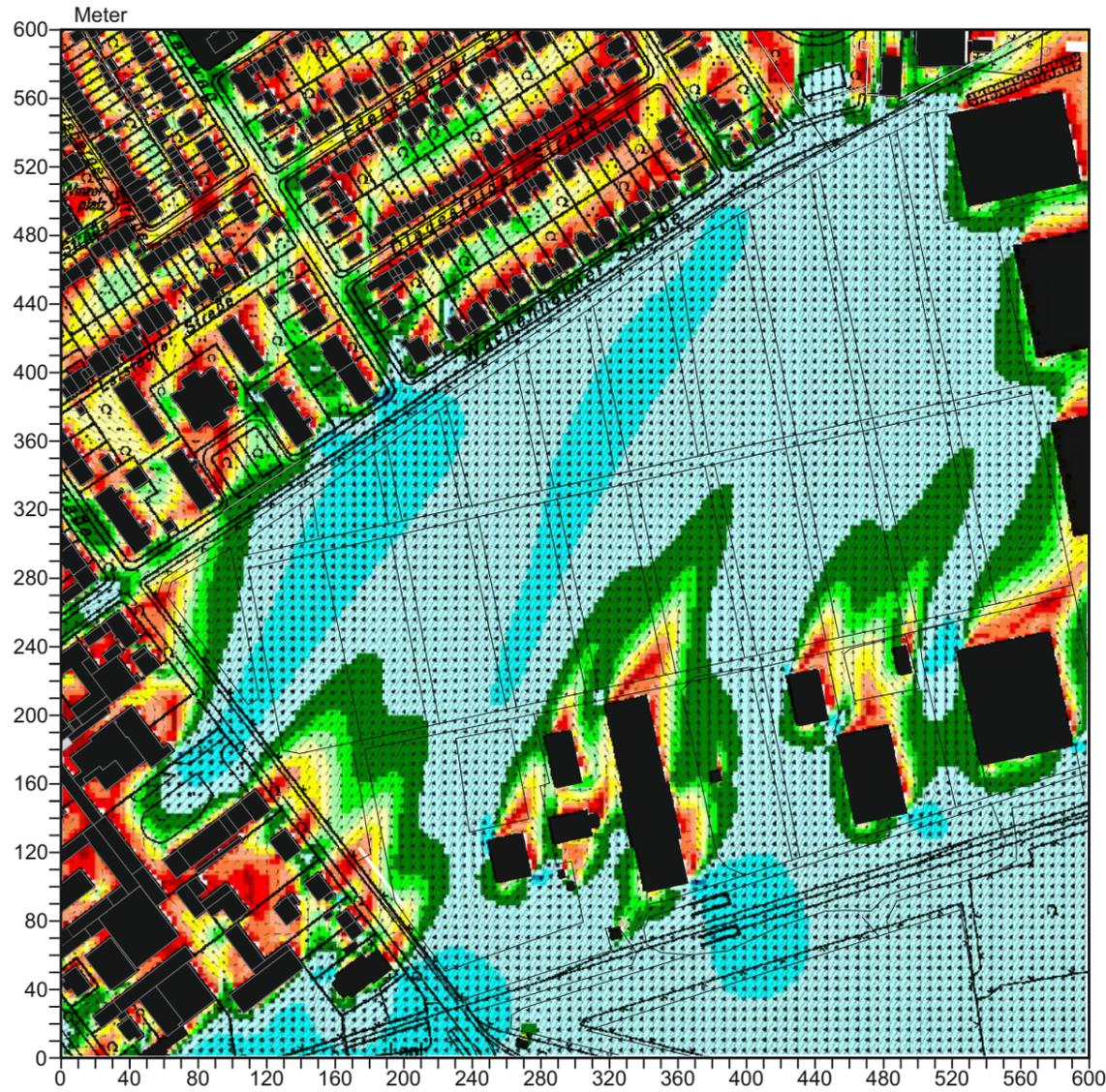


Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

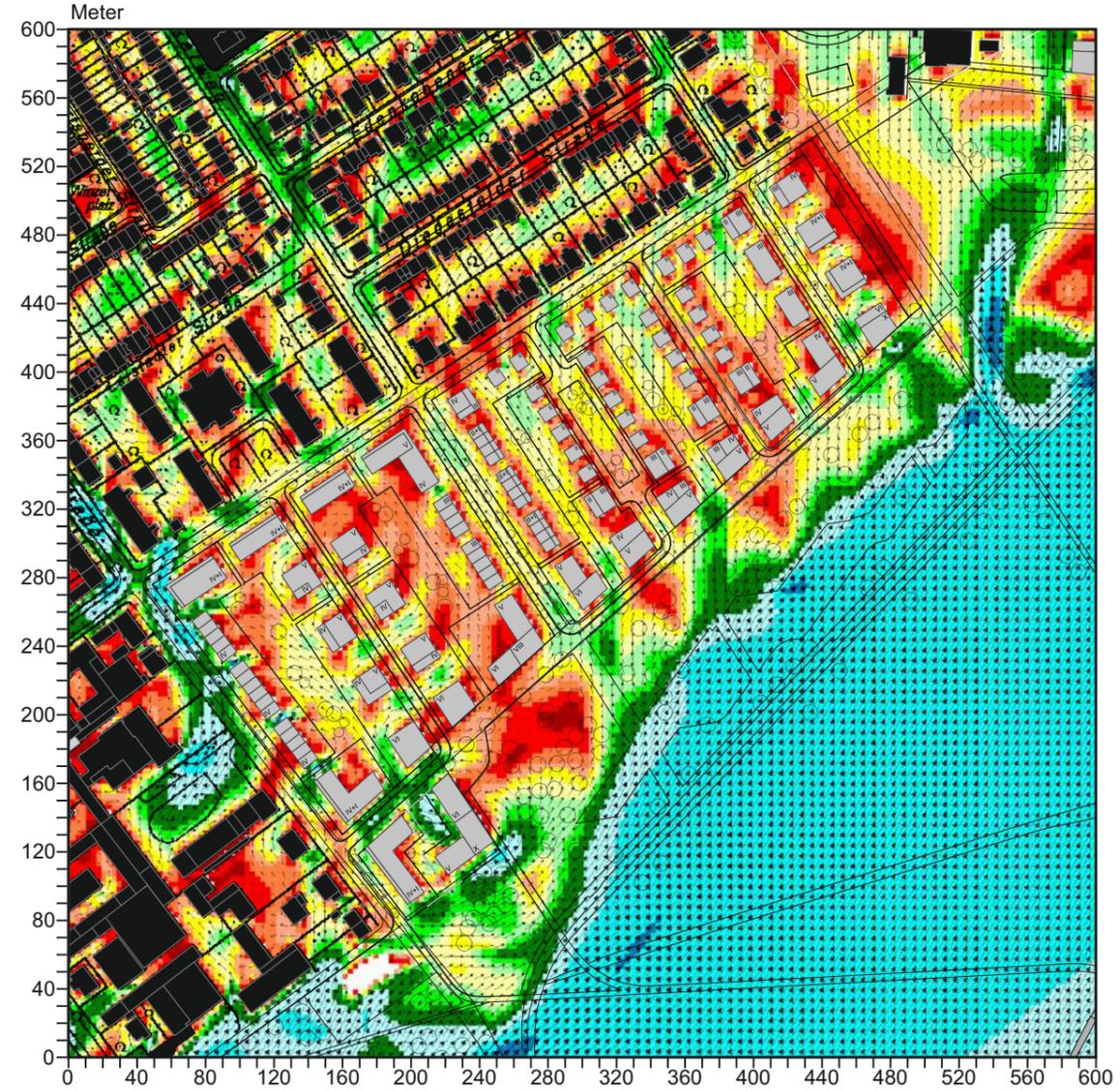
Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 34.1 Untersuchungsraum 4
Belüftungsverhältnisse (Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) an einem windschwachen Sommertag, 2 m ü.G.
Windanströmung aus Südsüdwesten (210°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

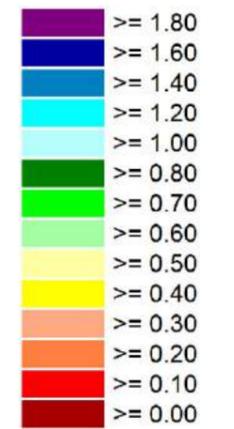
Ist-Zustand



Plan-Zustand



Windgeschwindigkeit in m/s



Anströmungsrichtung



Windvektoren



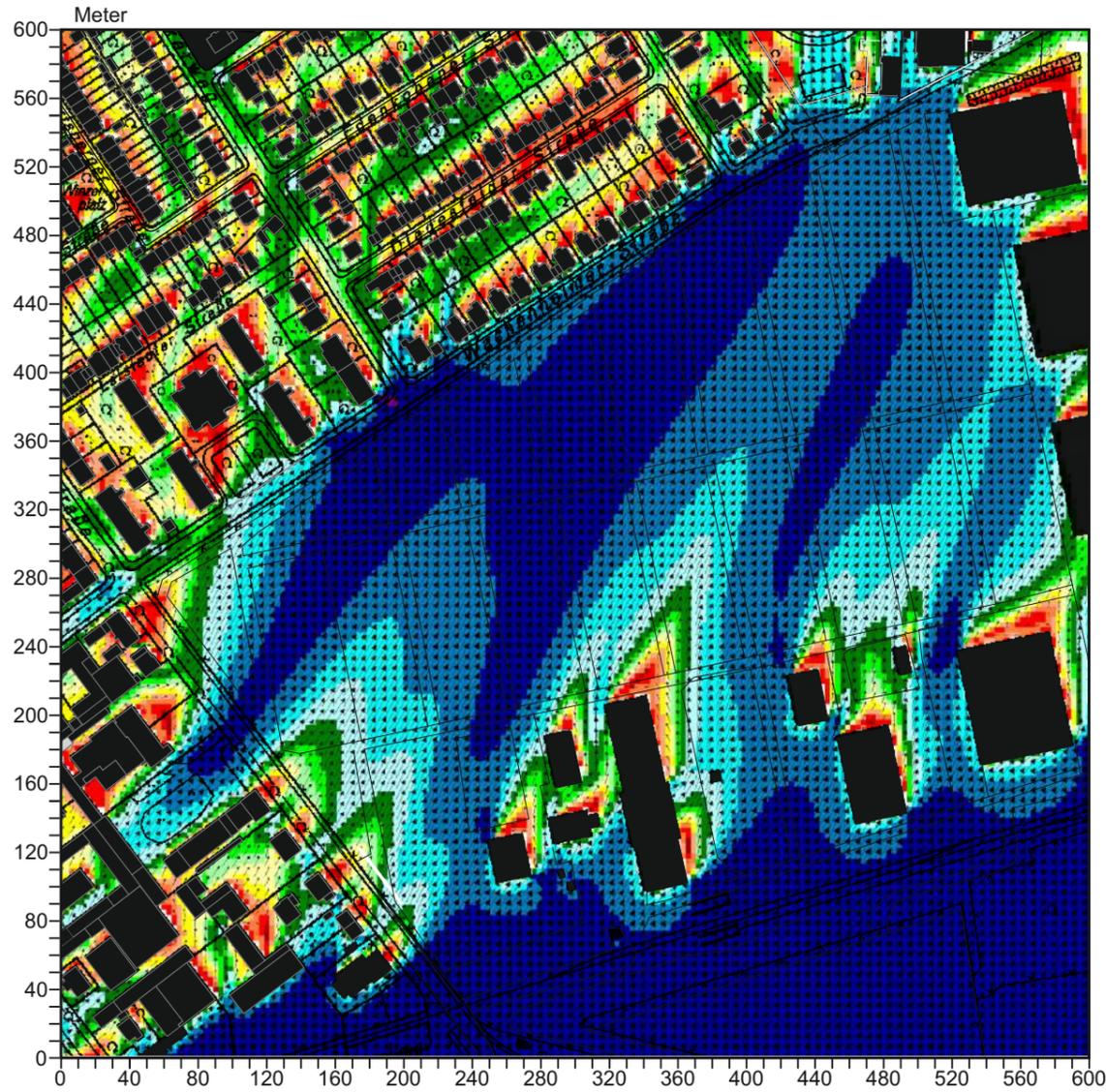
Baukörper - Bestand
Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

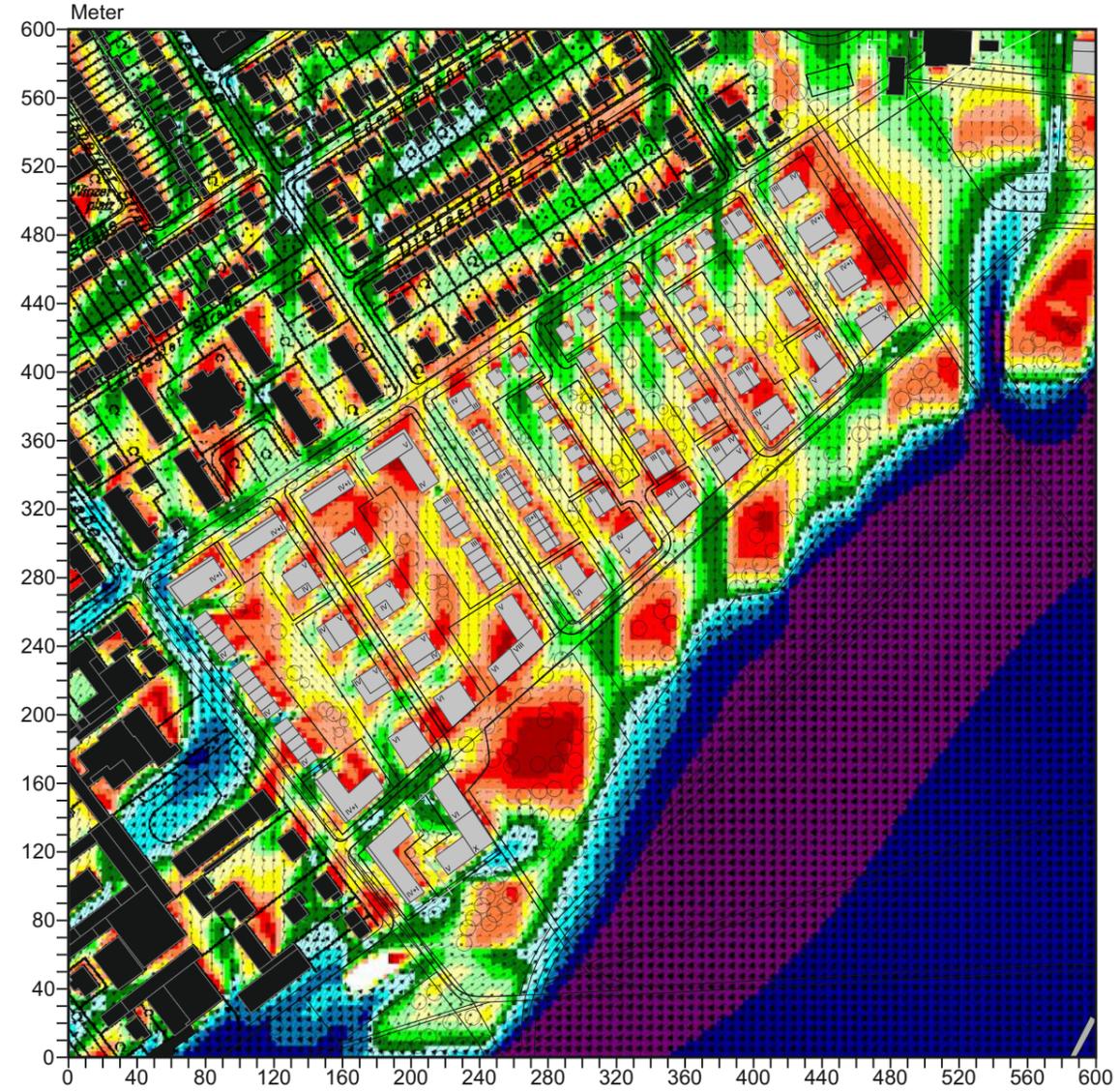
Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 34.2 Untersuchungsraum 4
Belüftungsverhältnisse (Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung) an einem windschwachen Sommertag, 5 m ü.G.
Windanströmung aus Südsüdwesten (210°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

Ist-Zustand



Plan-Zustand



Windgeschwindigkeit in m/s

Dark Purple	>= 1.80
Blue	>= 1.60
Light Blue	>= 1.40
Cyan	>= 1.20
Light Green	>= 1.00
Green	>= 0.80
Yellow-Green	>= 0.70
Yellow	>= 0.60
Light Yellow	>= 0.50
Orange	>= 0.40
Red-Orange	>= 0.30
Red	>= 0.20
Dark Red	>= 0.10
Black	>= 0.00

Anströmungsrichtung

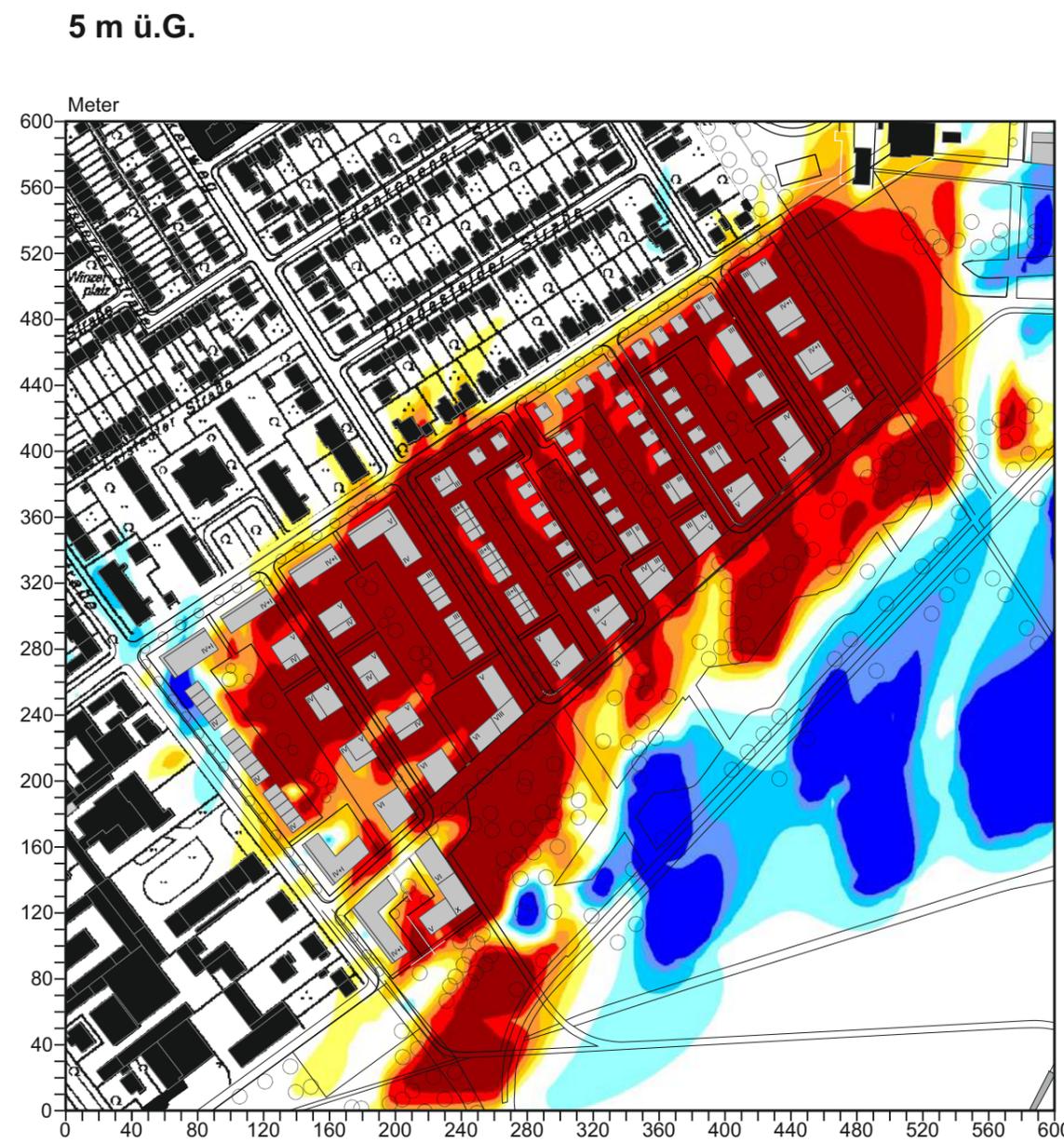
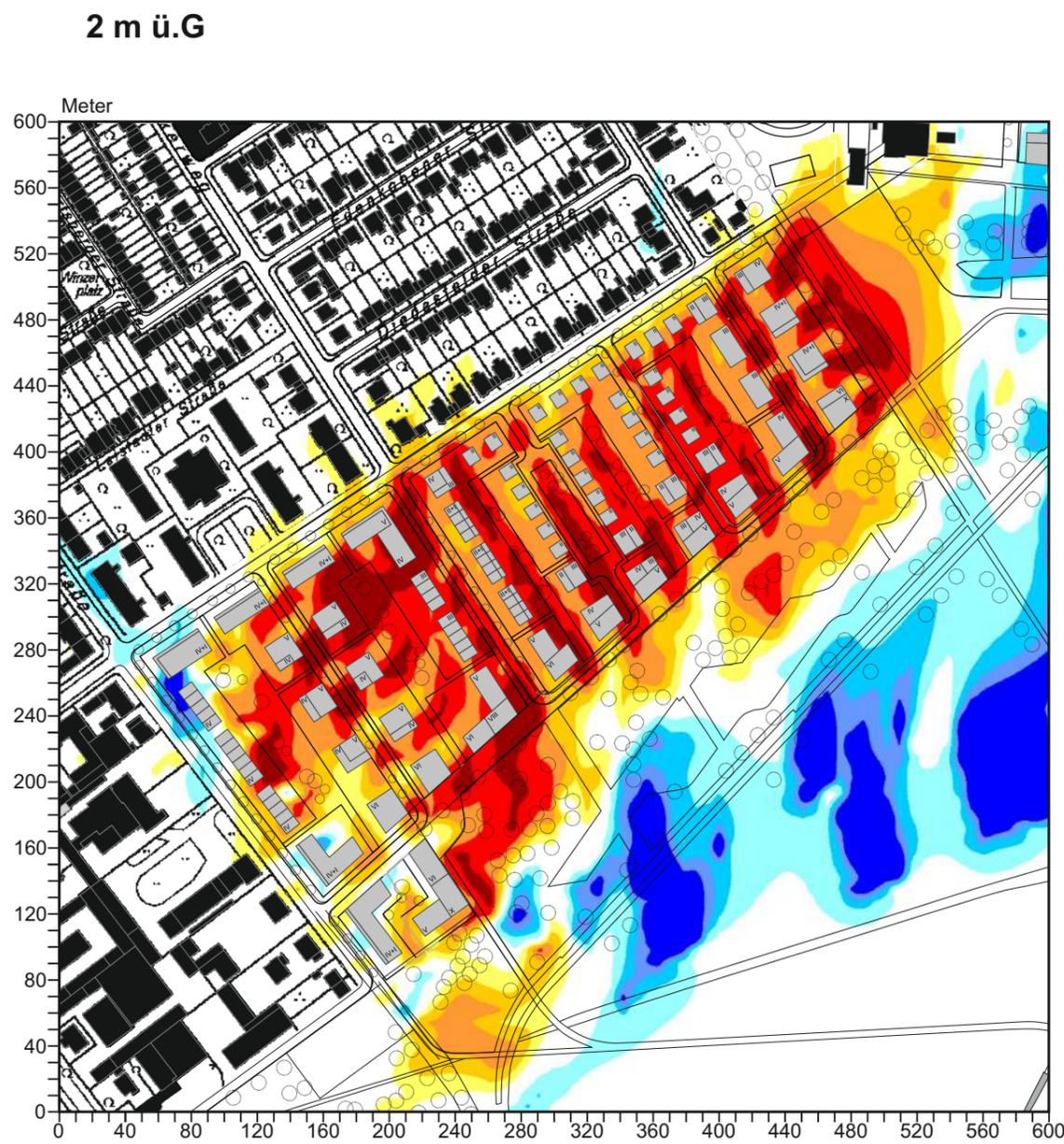
Windvektoren

Baukörper - Bestand (Black square)
Baukörper - Planung (Grey square)

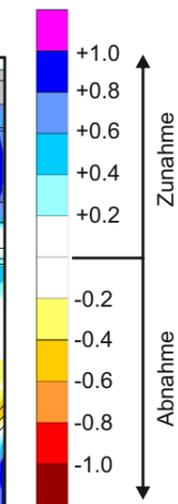
Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 34.3 Untersuchungsraum 4
Veränderung der Belüftungsintensität durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand
an einem windschwachen Sommertag, 2 m ü.G. und 5 m ü.G
Windanströmung aus Südsüdwesten (210°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Zu- bzw. Abnahme der Windgeschwindigkeit in m/s



Anströmungsrichtung

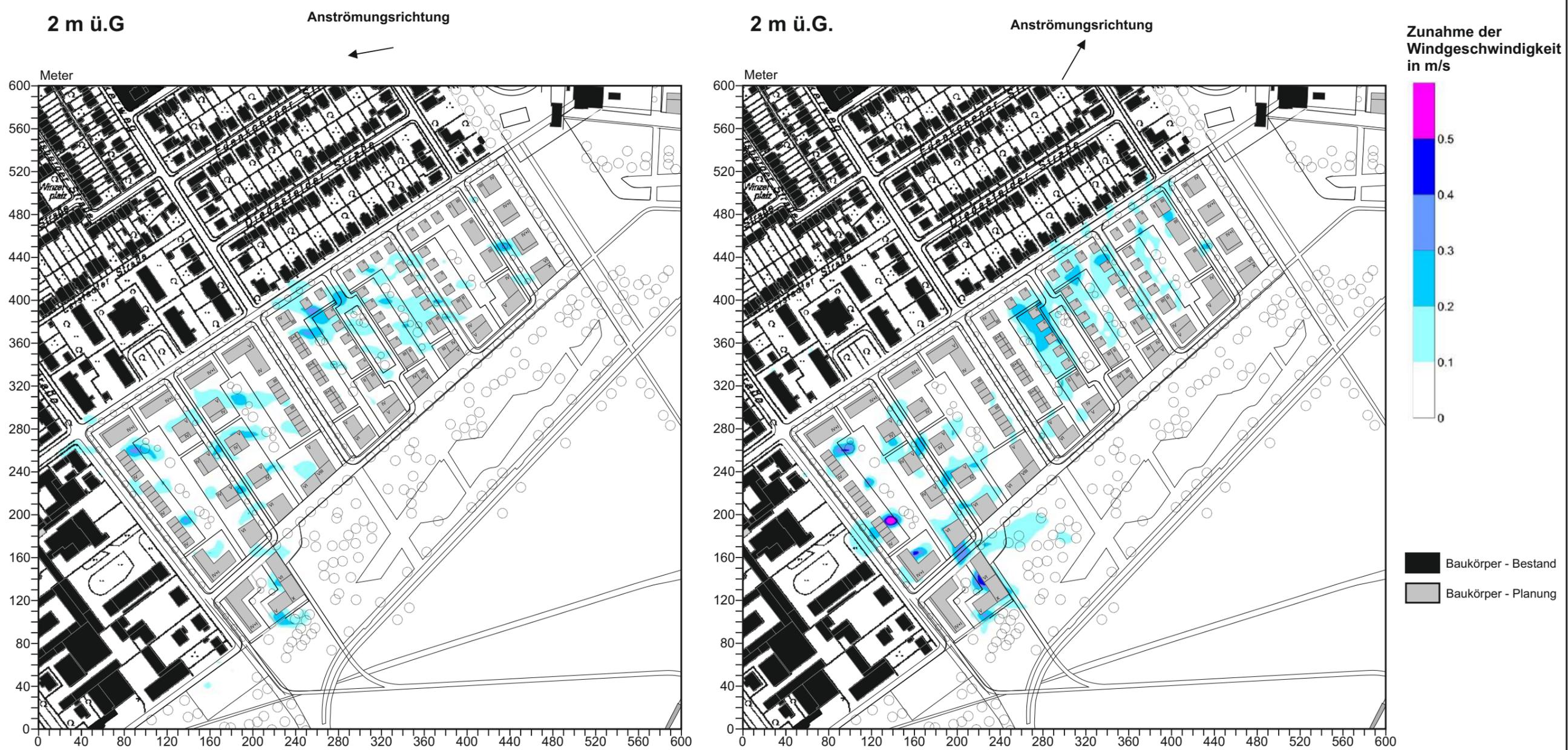


- Baukörper - Bestand
- Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 35 Untersuchungsraum 4
Veränderung der Belüftungsintensität durch den Plan-Zustand gegenüber der Planungsvariante 2017
in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G.
Windanströmung aus Osten (80°) bzw. Südsüdwesten (210°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

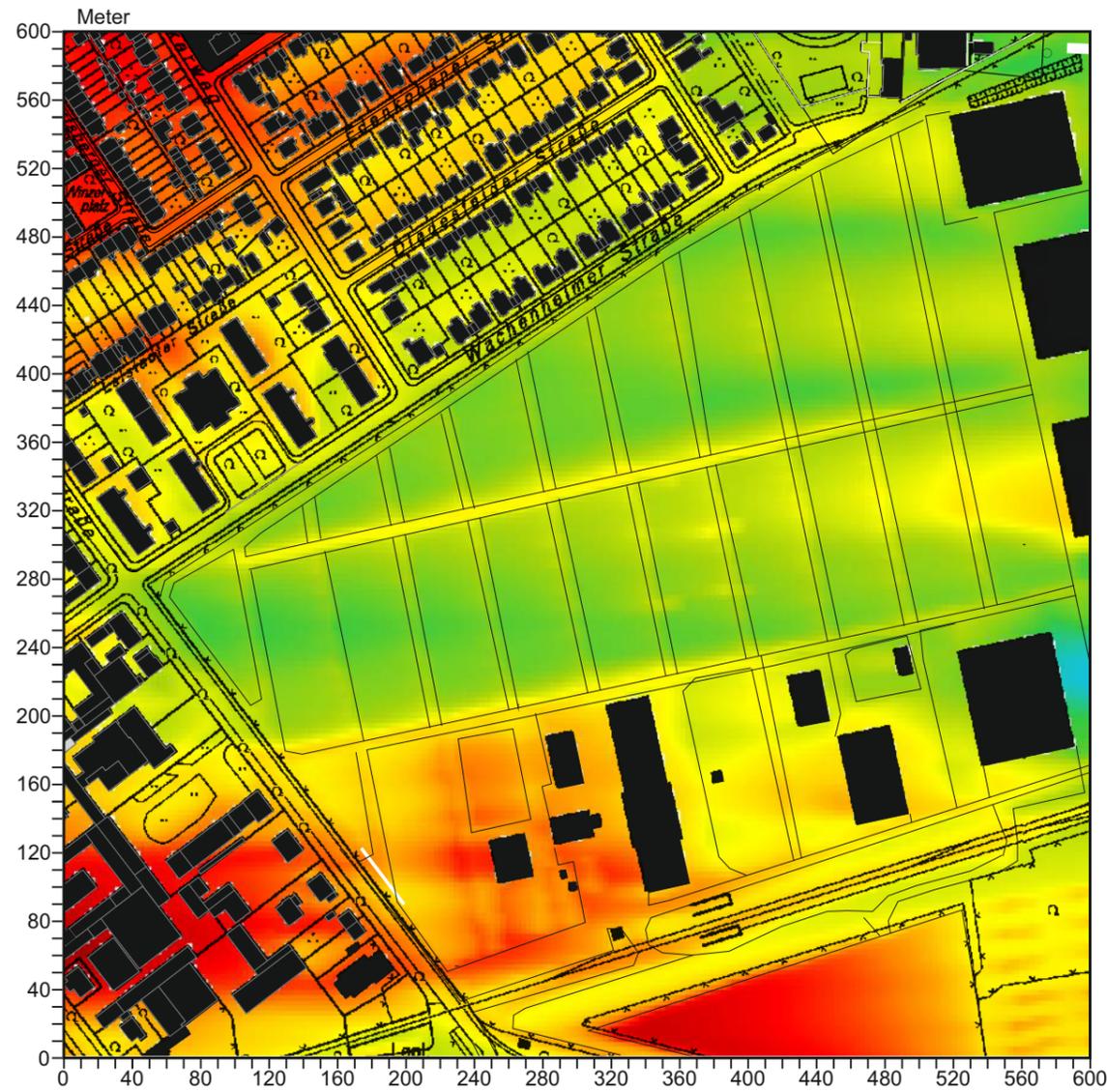


Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen durch die städtebauliche Entwicklung in den Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

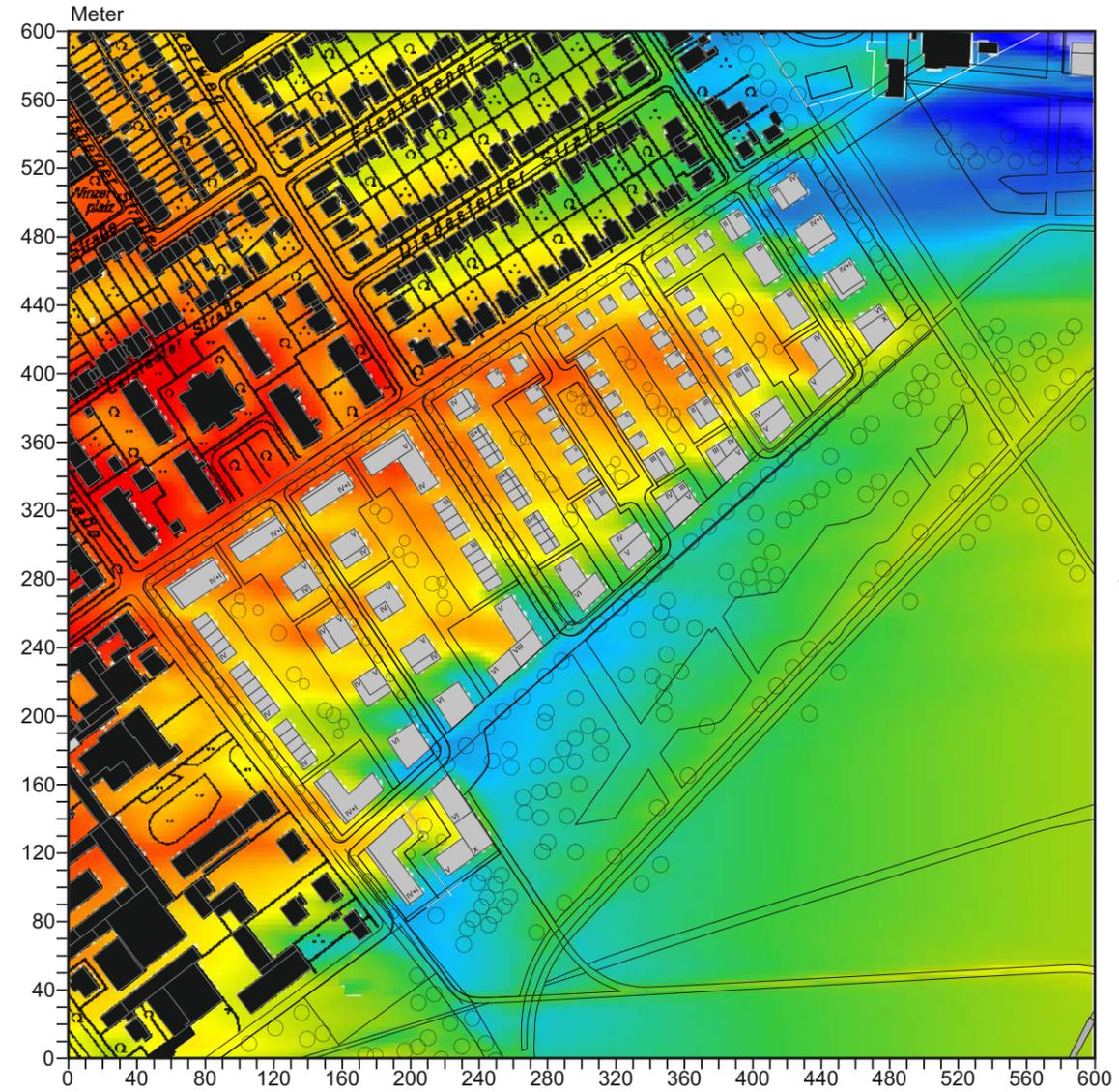
Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 36.1 Untersuchungsraum 4
Lufttemperaturverteilung in einer windschwachen Sommernacht, 2 m ü.G.
Windanströmung aus Osten (80°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

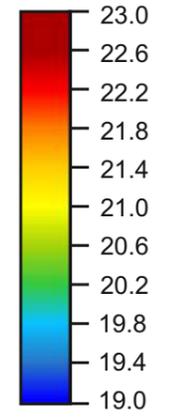
Ist-Zustand



Plan-Zustand



Lufttemperatur
in °C



Anströmungsrichtung



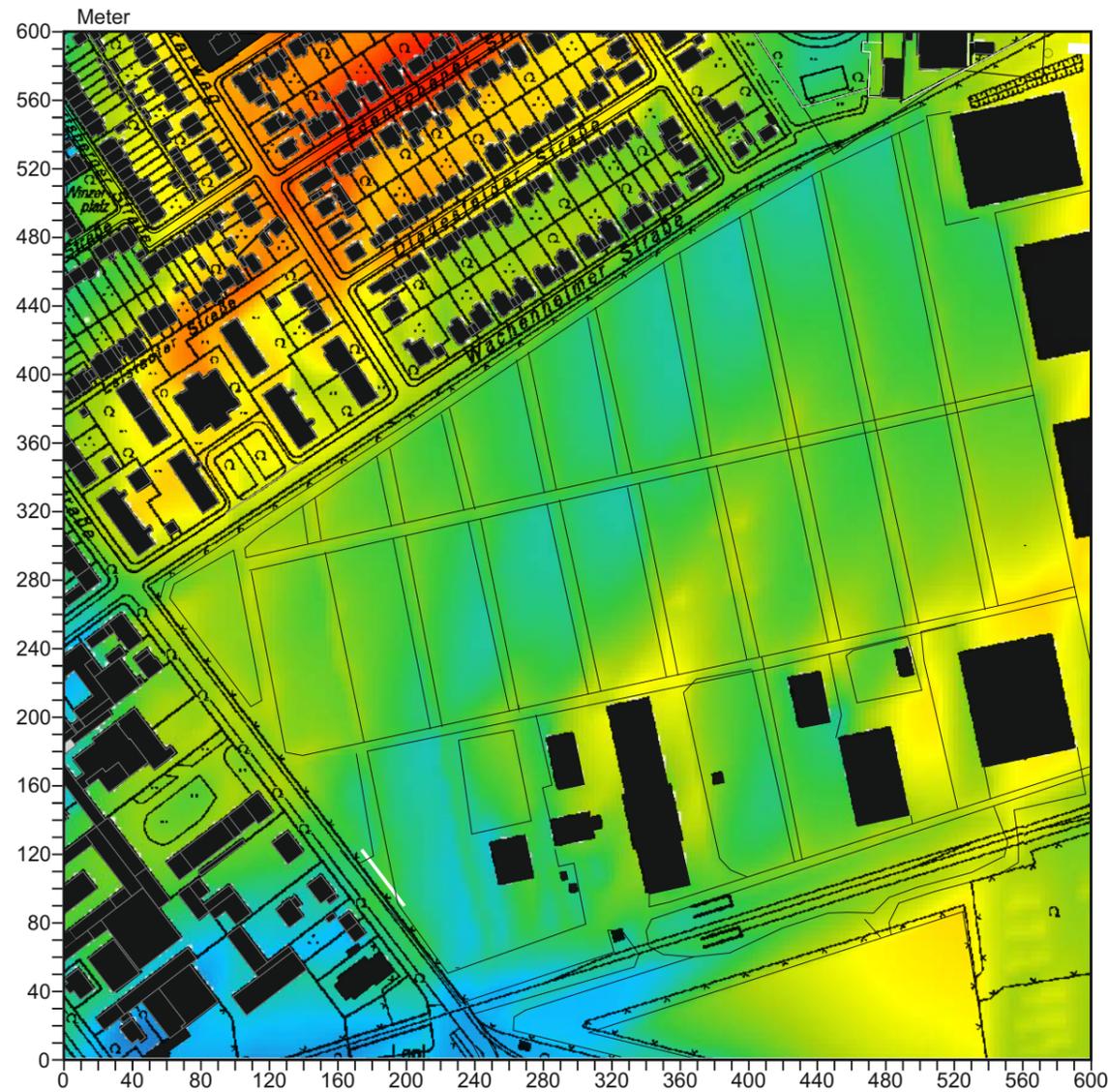
- Baukörper - Bestand
- Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen
 durch die städtebauliche Entwicklung in den
 Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

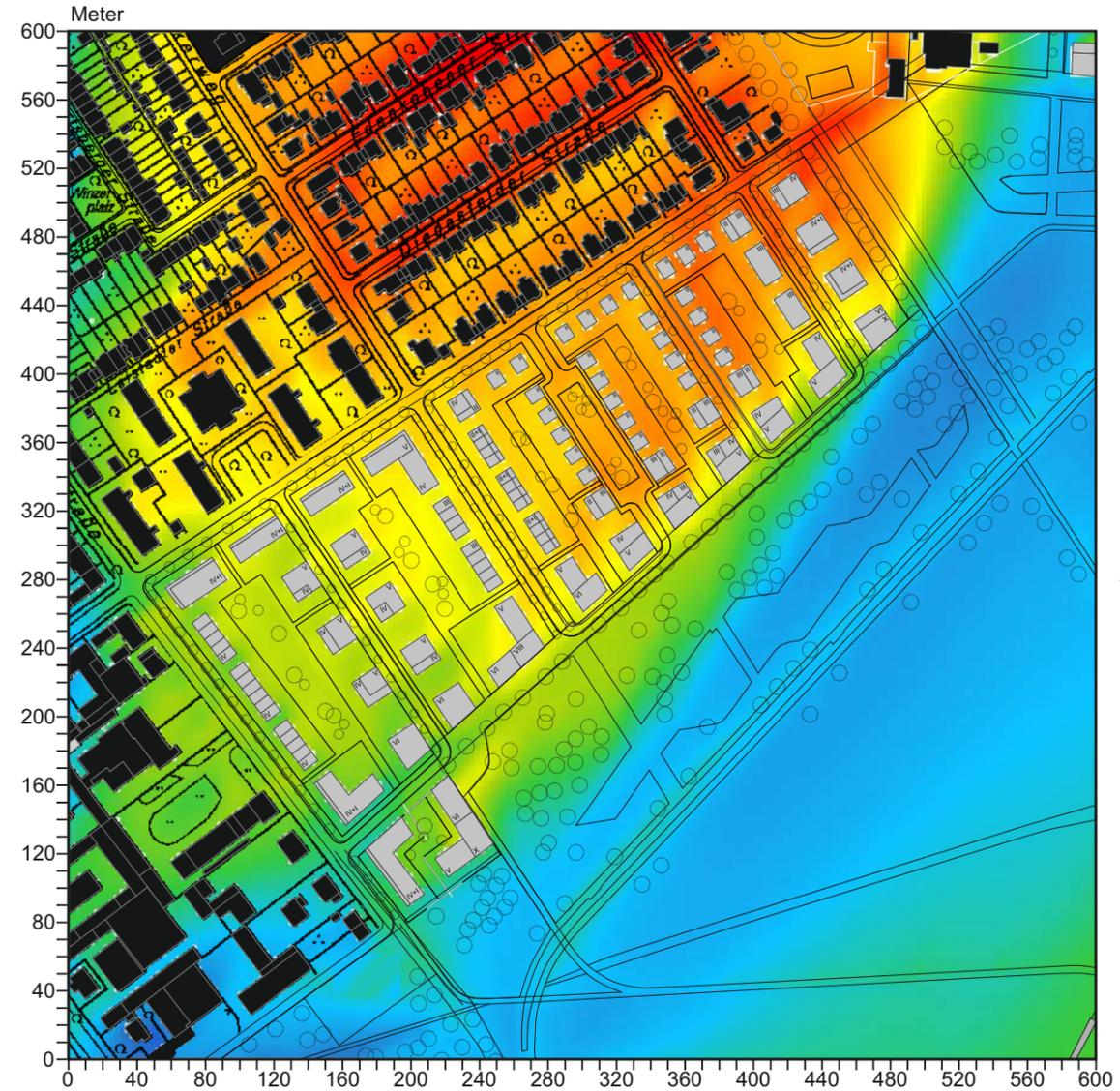
Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 36.2 Untersuchungsraum 4
Lufttemperaturverteilung in einer windschwachen Sommernacht , 2 m ü.G.
Windanströmung aus Südsüdwesten (210°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

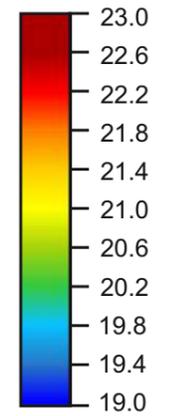
Ist-Zustand



Plan-Zustand



Lufttemperatur
in °C



Anströmungsrichtung



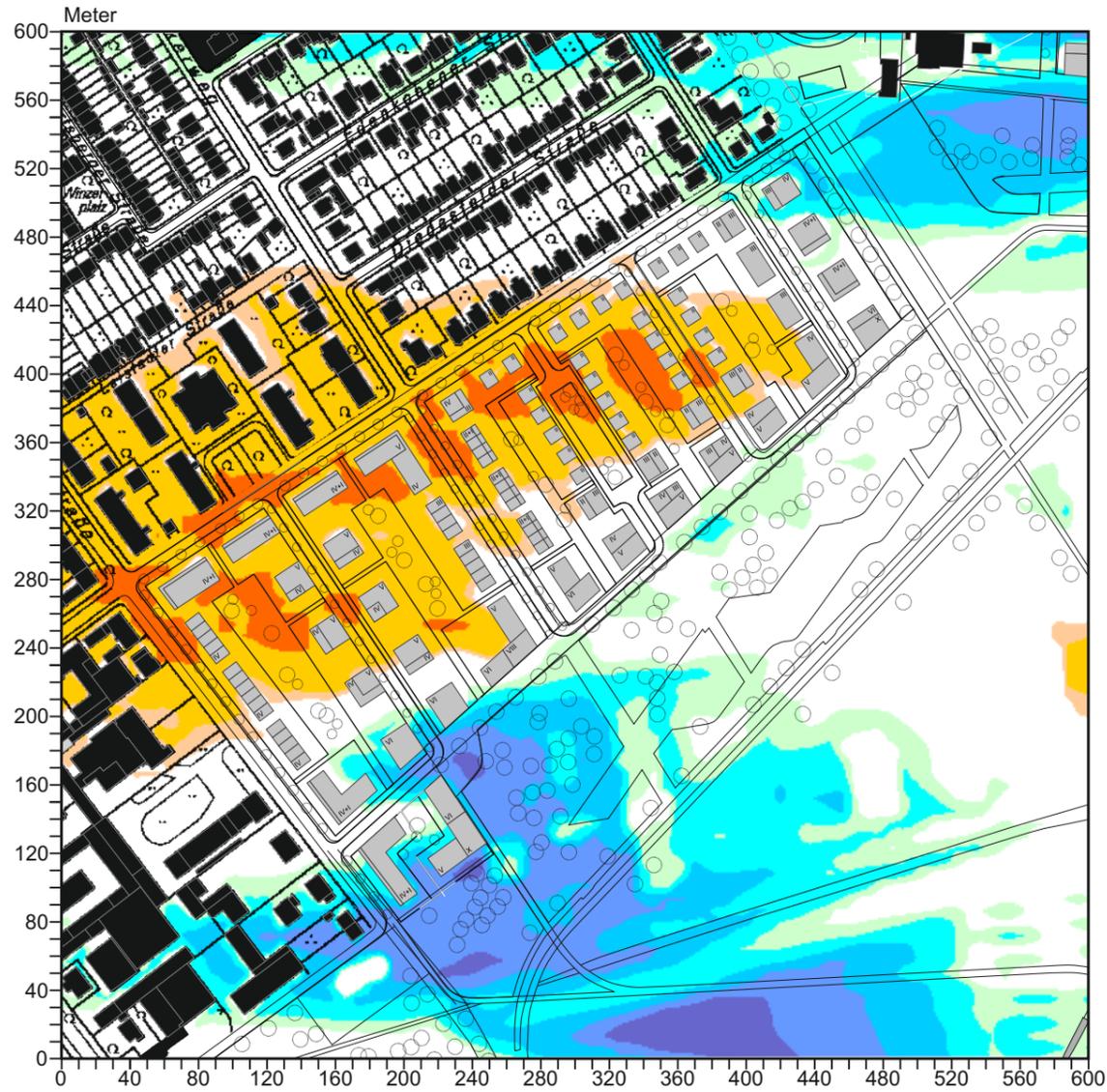
- Baukörper - Bestand
- Baukörper - Planung

Projekt:
 Analyse der klimaökologischen Modifikationen
 durch die städtebauliche Entwicklung in den
 Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grundlagenkarten bereitgestellt von:
 Stadt Mannheim

Abb. 36.3 Untersuchungsraum 4
Veränderung Lufttemperaturverteilung in einer windschwachen Sommernacht durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand, 2 m ü.G.
Windanströmung aus Norden (0°) mit 1.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

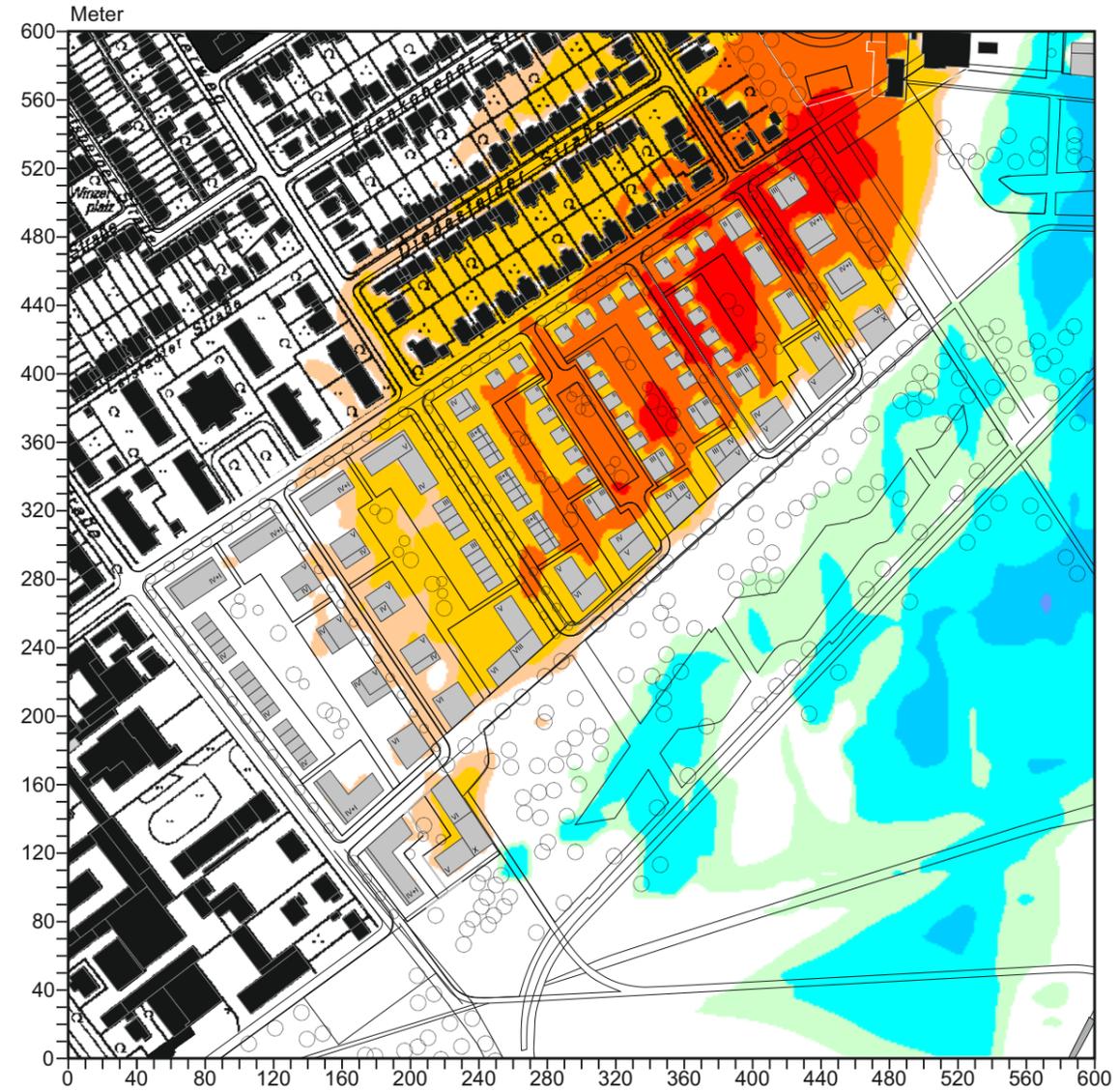
Plan-Zustand



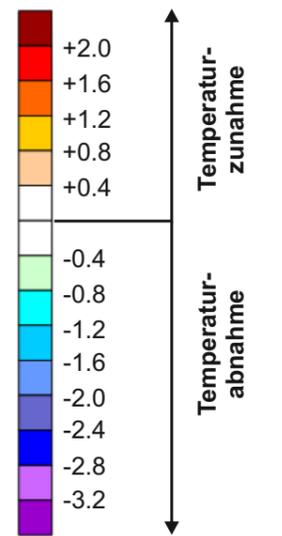
Anströmungsrichtung



Plan-Zustand



**Veränderung der Lufttemperatur
im Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand
in K**



↑ Temperatur-
zunahme
↓ Temperatur-
abnahme

■ Baukörper - Bestand
■ Baukörper - Planung

Anströmungsrichtung



Projekt:
Analyse der klimaökologischen Modifikationen
durch die städtebauliche Entwicklung in den
Bereichen Käfertal-Süd und Spinelli Barracks

Grundlagenkarten bereitgestellt von:
Stadt Mannheim