

ÖKOPLANA

KLIMAÖKOLOGIE
LUFTHYGIENE
UMWELTPLANUNG

KLIMAGUTACHTEN IM RAHMEN DES BEBAUUNGSPLANVERFAHRENS NR. 12 „OCULUS CAMPUS“ IN WETZLAR, STADTTEIL MÜNCHHOLZHAUSEN



Auftraggeber:

OCULUS Optikgeräte GmbH
Münchholzhäuser Straße 29
35582 Wetzlar

Bearbeitet von:

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

Mannheim, 13. Dezember 2024

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

Geschäftsinhaber:
Dipl.-Geogr. Achim Burst

Gemeinsam engagiert in der



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

Steuernummer: 37137/44979

| Inhalt | Seite |
|---|-----------|
| 1 Aufgabenstellung | 1 |
| 2 Planungsgebiet | 3 |
| 3 Untersuchungsmethodik | 5 |
| 4 Klimatische Rahmenbedingungen im Raum Wetzlar und ihre prognostizierten Entwicklungen | 9 |
| 4.1 Ortsspezifische klimatische Verhältnisse | 10 |
| 4.2 Klimawandelfolgen im Raum Wetzlar | 14 |
| 4.3 Zusammenfassende Darstellung der klimaökologischen Funktionsabläufe im Planungsgebiet und in dessen Umfeld | 19 |
| 5 Numerische Modellrechnungen zur kleinräumigen Darstellung der strömungsdynamischen und thermischen / bioklimatischen Folgeerscheinungen der geplanten Baumaßnahmen im Planungsgebiet | 22 |
| 5.1 Modellrechnungen zum lokalen Kaltluftströmungsgeschehen | 22 |
| 5.1.1 Grundlagen | 22 |
| 5.1.2 Ergebnisse der Kaltluftströmungssimulationen | 25 |
| 5.2 Modellrechnungen zur ortsspezifischen Belüftungssituation | 28 |
| 5.2.1 Tagsituation – Windanströmung aus Südwesten (225°) | 29 |
| 5.2.2 Tagsituation – Windanströmung aus Ost-südosten (120°) | 30 |
| 5.2.3 Nachtsituation – Windanströmung aus Südwesten (230°) | 31 |
| 5.2.4 Nachtsituation – Windanströmung aus Westen (270°) | 31 |
| 5.3 Modellrechnungen zum örtlichen Lufttemperaturfeld / Bioklima | 32 |
| 5.3.1 Thermische / bioklimatische Situation an einem heißen Sommertag (14 Uhr) mit südwestlicher Luftströmung (225°) | 35 |
| 5.3.2 Thermische Situation an einem heißen Sommertag (14 Uhr) mit ost-südöstlicher Luftströmung (225°) | 36 |
| 5.3.3 Thermische Situation in einer warmen Sommernacht (23 Uhr) mit schwacher südwestlicher Luftströmung (230°) | 36 |
| 5.3.4 Thermische Situation in einer warmen Sommernacht (23 Uhr) mit schwacher ost-südöstlicher Luftströmung (120°) | 37 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 6 | Zusammenfassung – Planung, planungsbedingte Klima- Modifikationen, Bewertung und Planungsempfehlungen | 38 |
| 6.1 | Einfluss der geplanten Bebauung auf die klimaökologischen Funktionsabläufe und Bewertung | 39 |
| 6.2 | Planungsempfehlungen | 43 |
| | Quellenverzeichnis / weiterführend Schriften | 53 |

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1:** Lagesituation des Planungsgebiets „Oculus Campus“
- Abb. 2:** Topografie im Bereich des Planungsgebiets „Oculus Campus“ und in dessen Umfeld
- Abb. 3:** Luftbild vom Planungsgebiet „Oculus Campus“ und von dessen Umfeld
- Abb. 4:** Fotografische Dokumentation vom Planungsgebiet „Oculus Campus“
- Abb. 5:** Bebauungsplangebiet Nr. 12 „Oculus Campus“ – Stadtteil Münchholzhausen
- Abb. 7:** Lage von Klimamessstationen im Planungsumfeld
- Abb. 7:** Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittlere Windgeschwindigkeit. Zeitraum: 2011 – 2020, alle Tage
- Abb. 8:** Berechnete Windrose für den Planungsstandort – Windrosenatlas Hessen
- Abb. 9:** Großwetterlage und Tagesgang der Lufttemperatur und des Windes am 14.-15.06.2021
- Abb. 10.1:** Ergebnisse von profilhaft angelegten Lufttemperaturmessfahrten am 14.06.2021. Zeitpunkt: 22:30 Uhr (1. Nachthälfte)
- Abb. 10.2:** Ergebnisse von profilhaft angelegten Lufttemperaturmessfahrten am 15.06.2021. Zeitpunkt: 01:00 Uhr (2. Nachthälfte)
- Abb. 11:** Ausschnitt aus der Klimafunktionskarte der Universitätsstadt Gießen
- Abb. 12.1:** Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen, Ist-Zustand. Kaltluftfließgeschwindigkeit und Richtung 2 m ü.G. in einer windschwachen Strahlungsnacht mit vorherrschenden nordöstlichen Höhenwinden. 2 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung (1. Nachthälfte)
- Abb. 12.2:** Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen, Ist-Zustand. Kaltluftmächtigkeit in einer windschwachen Strahlungsnacht mit vorherrschenden nordöstlichen Höhenwinden. 2 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung (1. Nachthälfte)

- Abb. 12.3:** Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen, Ist-Zustand. Kaltluftvolumenstromdichte in einer windschwachen Strahlungsnacht mit vorherrschenden nordöstlichen Höhenwinden. 2 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung (1. Nachthälfte)
- Abb. 13.1:** Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen, Plan-Zustand. Kaltluftfließgeschwindigkeit und Richtung 2 m ü.G. in einer windschwachen Strahlungsnacht mit vorherrschenden nordöstlichen Höhenwinden. 2 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung (1. Nachthälfte)
- Abb. 13.2:** Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen, Plan-Zustand. Planungsbedingte Veränderung der Kaltluftfließgeschwindigkeit 2 m ü.G. und des Kaltluftvolumenstroms in einer windschwachen Strahlungsnacht mit vorherrschenden nordöstlichen Höhenwinden. 2 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung (1. Nachthälfte)
- Abb. 14.1:** Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen, Ist-Zustand. Kaltluftfließgeschwindigkeit und Richtung 2 m ü.G. in einer windschwachen Strahlungsnacht mit vorherrschenden nordöstlichen Höhenwinden. 6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung (2. Nachthälfte)
- Abb. 14.2:** Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen, Ist-Zustand. Kaltluftmächtigkeit in einer windschwachen Strahlungsnacht mit vorherrschenden nordöstlichen Höhenwinden. 6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung (2. Nachthälfte)
- Abb. 14.3:** Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen, Ist-Zustand. Kaltluftvolumenstromdichte in einer windschwachen Strahlungsnacht mit vorherrschenden nordöstlichen Höhenwinden. 6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung (2. Nachthälfte)
- Abb. 15.1:** Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen, Plan-Zustand. Kaltluftfließgeschwindigkeit und Richtung 2 m ü.G. in einer windschwachen Strahlungsnacht mit vorherrschenden nordöstlichen Höhenwinden. 6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung (2. Nachthälfte)
- Abb. 15.2:** Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen, Plan-Zustand. Planungsbedingte Veränderung der Kaltluftfließgeschwindigkeit 2 m ü.G. und des Kaltluftvolumenstroms in einer windschwachen Strahlungsnacht mit vorherrschenden nordöstlichen Höhenwinden. 6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung (2. Nachthälfte)

- Abb. 16.1:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen., Ist-Zustand. Windgeschwindigkeit und Windrichtung 2 m ü.G. am Tag. Windanströmung aus Südwesten (225°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 16.2:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen., Plan-Zustand. Windgeschwindigkeit und Windrichtung 2 m ü.G. am Tag. Windanströmung aus Südwesten (225°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 16.3:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen., Vorher-Nachher-Vergleich. Planungsbedingte Veränderung der Windgeschwindigkeit 2 m ü.G. am Tag. Windanströmung aus Südwesten (225°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 17.1:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen., Ist-Zustand. Windgeschwindigkeit und Windrichtung 2 m ü.G. am Tag. Windanströmung aus Ostsüdosten (120°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 17.2:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen., Plan-Zustand. Windgeschwindigkeit und Windrichtung 2 m ü.G. am Tag. Windanströmung aus Ostsüdosten (120°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 17.3:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen., Vorher-Nachher-Vergleich. Planungsbedingte Veränderung der Windgeschwindigkeit 2 m ü.G. am Tag. Windanströmung aus Ostsüdosten (120°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 18.1:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen., Ist-Zustand. Windgeschwindigkeit und Windrichtung 2 m ü.G. in der Nacht. Windanströmung aus Südwesten (230°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.
- Abb. 18.2:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen., Plan-Zustand. Windgeschwindigkeit und Windrichtung 2 m ü.G. in der Nacht. Windanströmung aus Südwesten (230°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.
- Abb. 18.3:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen., Vorher-Nachher-Vergleich. Planungsbedingte Veränderung der Windgeschwindigkeit 2 m ü.G. in der Nacht. Windanströmung aus Südwesten (230°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.

- Abb. 19.1:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen., Ist-Zustand. Windgeschwindigkeit und Windrichtung 2 m ü.G. in der Nacht. Windanströmung aus Westen (270°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.
- Abb. 19.2:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen., Plan-Zustand. Windgeschwindigkeit und Windrichtung 2 m ü.G. in der Nacht. Windanströmung aus Westen (270°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.
- Abb. 19.3:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen., Vorher-Nachher-Vergleich. Planungsbedingte Veränderung der Windgeschwindigkeit 2 m ü.G. in der Nacht. Windanströmung aus Westen (270°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.
- Abb. 20.1:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Ist-Zustand. Lufttemperatur 2 m ü.G. am Tag (14:00 Uhr), Windanströmung aus Südwesten (225°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 20.2:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Plan-Zustand. Lufttemperatur 2 m ü.G. am Tag (14:00 Uhr), Windanströmung aus Südwesten (225°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 20.3:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich. Planungsbedingte Veränderung der Lufttemperatur 2 m ü.G. am Tag (14:00 Uhr), Windanströmung aus Südwesten (225°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 21.1:** Ergebnisse mikroskaliger Simulationen zum Bioklima, Ist-Zustand. Physiologische Äquivalenttemperatur (PET) 1.5 m ü.G. am Tag (14:00 Uhr), Windanströmung aus Südwesten (225°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 21.2:** Ergebnisse mikroskaliger Simulationen zum Bioklima, Plan-Zustand. Physiologische Äquivalenttemperatur (PET) 1.5 m ü.G. am Tag (14:00 Uhr), Windanströmung aus Südwesten (225°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 21.3:** Ergebnisse mikroskaliger Simulationen zum Bioklima, Vorher-Nachher-Vergleich. Planungsbedingte Zunahme der physiologischen Äquivalenttemperatur (PET) 1.5 m ü.G. am Tag (14:00 Uhr), Windanströmung aus Südwesten (225°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

- Abb. 22.1:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Ist-Zustand. Lufttemperatur 2 m ü.G. am Tag (14:00 Uhr), Windanströmung aus Ost-südosten (120°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 22.2:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Plan-Zu-stand. Lufttemperatur 2 m ü.G. am Tag (14:00 Uhr), Windanströ-mung aus Ost-südosten (120°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 22.3:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich. Planungsbedingte Veränderung der Lufttempe-ratur 2 m ü.G. am Tag (14:00 Uhr), Windanströmung Ost-südosten (120°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 23.1:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Ist-Zustand. Lufttemperatur 2 m ü.G. in der Nacht (23:00 Uhr), Windanströmung aus Südwesten (230°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.
- Abb. 23.2:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Plan-Zu-stand. Lufttemperatur 2 m ü.G. in der Nacht (23:00 Uhr), Windan-strömung aus Südwesten (230°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.
- Abb. 23.3:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich. Planungsbedingte Veränderung der Lufttempe-ratur 2 m ü.G. in der Nacht (23:00 Uhr), Windanströmung aus Süd-westen (230°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.
- Abb. 24.1:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Ist-Zustand. Lufttemperatur 2 m ü.G. in der Nacht (23:00 Uhr), Windanströmung aus Ost-südosten (120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.
- Abb. 24.2:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Plan-Zu-stand. Lufttemperatur 2 m ü.G. in der Nacht (23:00 Uhr), Windan-strömung aus Ost-südosten (120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.
- Abb. 24.3:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich. Planungsbedingte Veränderung der Lufttempe-ratur 2 m ü.G. in der Nacht (23:00 Uhr), Windanströmung aus Ost-südosten (120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.

1 Aufgabenstellung

Die Firma OCULUS OPTIKGERÄTE GMBH plant am Ostrand des Wetzlarer Stadtteils Münchholzhausen im Bereich der Gewanne „Im Ohleacker“ und „Hinter der Stockwiese“ die Entwicklung von neuen Betriebsflächen (Lage siehe **Abbildung 1**).

In räumlicher Nähe zu den bestehenden Werkstandorten in Dutenhofen und Münchholzhausen sollen neben Flächen und Gebäuden für die Produktion und einzelne Verarbeitungsprozesse auch ein Hochregallager sowie Gebäude mit Ausstellungs-, Schulungs- und Besprechungsräumen realisiert werden. Wohnungen und sozialen Zwecken dienende Räumlichkeiten für Beschäftigte bilden weitere Bausteine des Planungskonzepts.

Das ca. 4.6 ha große Planungsgebiet umfasst überwiegend intensiv genutzte landwirtschaftliche Flächen.

Im Rahmen des anstehenden Planungsprozesses zum Bebauungsplan Nr. 12 „Oculus Campus“ sind mit Hilfe eines Klimagutachtens die klimaökologischen Verhältnisse im Planungsgebiet und in dessen Umgebung vertiefend zu analysieren und die aus dem vorgelegten Planungsentwurf sich ergebenden strömungsdynamischen und thermischen / bioklimatischen Modifikationen mit Hilfe numerischer Modellrechnungen zu bilanzieren und zu bewerten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass als Folge des Klimawandels u.a. die Häufigkeiten heißer Tage ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) und von Tropennächten ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) in den nächsten Jahrzehnten deutlich zunehmen werden.

Zur qualitativen und quantitativen Bewertung der derzeitigen klimaökologischen Situation sowie zur Abschätzung des Einflusses der vorgesehenen baulichen Veränderungen auf das örtliche klimatische Wirkungsgefüge werden auf Grundlage vorhandener Klimadaten (ÖKOPLANA 2022: Klimagutachten zum geplanten Gewerbegebiet Münchholzhausen-Nord in Wetzlar; DEUTSCHER WETTERDIENST, HLNUG) und mit Hilfe meso- und mikroskaliger Modellstudien die klimaökologischen Positiv- und Negativeffekte (Ist- und Plan-Zustand) analysiert. Über die Formulierung von Planungshinweisen / Leitplanken werden Maßnahmen zur Sicherung günstiger strömungsdynamischer und thermischer / bioklimatischer Verhältnisse aufgezeigt.

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

- 1 Vertiefende Analyse und Bewertung der ortsspezifischen klimaökologischen Funktionsabläufe unter besonderer Berücksichtigung des Kaltluftströmungsgeschehens. Auswertung vorhandener Klimadaten und Prognosen zum Klimawandel.
- 2 Qualitative / quantitative Bestimmung und Diskussion der klimaökologischen Wechselwirkungen zwischen dem Planungsgebiet und dessen Umfeld sowie der zu erwartenden planungsbedingten klimatischen Veränderungen mit Hilfe meso- und mikroskaliger Modellrechnungen (Kaltluftdynamik, Belüftungsintensitäten, thermische / bioklimatische Umgebungsbedingungen).
 - a) Vergleichende Beurteilung des Kaltluftströmungsgeschehens in windschwachen sommerlichen Strahlungs Nächten.
 - b) Vergleichende Beurteilung von Ist- und Plan-Zustand bzgl. der thermischen (Lufttemperatur) und bioklimatischen (physiologische Äquivalenttemperatur) Umgebungsbedingungen für siedlungsklimatisch relevante Tag- und Nachtsituationen.
 - b) Vergleichende Beurteilung des Austauschverhaltens / Belüftungsintensität für besonders relevante Anströmrichtungen (Ist- und Plan-Zustand), Tag- und Nachtsituation.
- 3 Darstellung von Optimierungsmöglichkeiten zur Sicherung bzw. Entwicklung möglichst günstiger strömungsdynamischer und thermischer / bioklimatischer Umgebungsbedingungen.

2 Planungsgebiet

Das Bebauungsplangebiet Nr. 12 „Oculus Campus“ befindet sich im Bereich der Gewanne „Im Ohleacker“ und „Hinter der Stockwiese“ südlich der Parkierungsflächen der AUTO-WELLER GMBH & CO. KG. Die Flächengröße beträgt ca. 4.6 ha.

Wie **Abbildung 2** dokumentiert, fällt das Gelände von der Gießener Straße / K 355 (ca. 203 m ü. NHN) im Norden in Richtung Sudetenstraße im Süden (ca. 189 m ü. NHN) um ca. 14 m ab. Der Welschbach verläuft auf einer Geländehöhe von ca. 180 m ü. HHN.

Das Gelände wird aktuell überwiegend intensiv landwirtschaftlich genutzt (STADT WETZLAR 2022) – siehe **Abbildungen 3** und **4**.

Westlich des Planungsgebiets schließen überwiegend gewerblich genutzte Flächen an. Wohnbebauung befindet sich in Form von Reihenhäusern im Straßenzug Ohlacker südlich der AUTO-WELLER GMBH & CO. KG.

Der westliche Ortsrand von Dutenhofen (Welschbachstraße) liegt ca. 155 - 160 m nordöstlich des Planungsgebiets.

Der Welschbach befindet sich ca. 200 m südlich der Sudetenstraße.

Im Regionalplan Mittelhessen (2010) ist das Planungsgebiet als „Vorranggebiet Siedlung Planung“ ausgewiesen (siehe: <https://rp-giessen.hessen.de>).

Im Flächennutzungsplan der Stadt Wetzlar ist das Planungsgebiet als Fläche für die Landwirtschaft gekennzeichnet (STADT WETZLAR 2022).

Wie in Kap. 1 bereits angeführt, plant das Unternehmen OCULUS OPTIKGERÄTE GMBH, dass im Planungsgebiet neben Flächen und Gebäuden für die Produktion und einzelne Verarbeitungsprozesse auch ein Hochregallager sowie Gebäude mit Ausstellungs-, Schulungs- und Besprechungsräumen realisiert werden. Wohnungen und sozialen Zwecken dienende Räumlichkeiten für Beschäftigte bilden weitere Bausteine des Planungskonzepts.

Der hierzu aufzustellende Bebauungsplan Nr. 12 „Oculus Campus“ (**Abbildung 5**) sieht im westlichen Planungsteilgebiet (1) die Festsetzung „Mischgebiet“ vor. Die GRZ beläuft sich auf 0.8 und die GZF ist mit 1.8 ausgewiesen. Das Höchstmaß für die Anzahl der Vollgeschosse beträgt 3. In den im Mischgebiet eingetragenen überbaubaren Grundstücksflächen sind max. Gebäudehöhen von 10.0 m und 17.5 m festgesetzt. Nach PLANUNGSBÜRO FISCHER PARTNERSCHAFTSGESELLSCHAFT MBB (2024) gilt als unterer Bezugspunkt für die Höhenermittlung baulicher Anlagen die Höhe von 198.50 m ü. NHN. Oberer Bezugspunkt ist der oberste Gebäudeabschluss (Gebäudeoberkante).

Im östlichen Planungsteilgebiet (2) ist ein eingeschränktes Gewerbegebiet geplant. Die GRZ ist ebenfalls mit 0.8 angesetzt. Die max. Gebäudehöhen belaufen sich in den ausgewiesenen Baufeldern auf 10.0, 15.0, 17.5 und 20.0 m ü. NHN. Auch hierbei gilt als unterer Bezugspunkt für die Höhenermittlung baulicher Anlagen die Höhe von 198.50 m ü. NHN. Oberer Bezugspunkt ist wiederum der oberste Gebäudeabschluss (Gebäudeoberkante).

Die verkehrliche Erschließung der Gewerbebebietsflächen erfolgt von Norden her über die Gießener Straße / K 355. Zudem besteht Anschluss an die Sudetenstraße im Südwesten.

Pkw-Stellplätze sind in den beiden Planungsteilgebieten nach PLANUNGSBÜRO FISCHER PARTNERSCHAFTSGESELLSCHAFT MBB (2024) in wasserdurchlässiger Bauweise, z.B. mit weitfugigem Pflaster, Rasengittersteinen, Porenpflaster oder Schotterrasen, herzustellen.

Als grünordnerische Ausgleichsmaßnahmen sind extensive Dachbegrünungen (auch in Kombination mit PV-Anlagen), Baum- und Strauchpflanzungen vorgesehen.

Standflächen für Abfall- und Wertstoffbehälter sind einzugrünen.

3 Untersuchungsmethodik

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

Hierbei wird auf Daten der DWD Wetterstation Gießen, der Luftmessstation Wetzlar und des Windrosenatlases Hessen zurückgegriffen.

Ergänzend werden Ergebnisse von profilhaft angelegten Lufttemperaturmessfahrten ausgewertet, die im Zuge eines Klimagutachtens zum geplanten Gewerbegebiet Münchholzhausen-Nord (ÖKOPLANA 2022) in einer sommerlichen Strahlungsnacht am 14.-15.06.2021 durchgeführt wurden.

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



Grafik 1: „Programmstempel“ KLAM_21

Dabei wird der Plan-Zustand (max. mögliche Bebauung nach Bebauungsplan Nr. 12 „Oculus Campus“) dem Ist-Zustand gegenübergestellt. Als Basis dient ein digitales Geländemodell im 10 m-Raster (DGM_10), das von der HESS. VERWALTUNG FÜR BODENMANAGEMENT UND GEOINFORMATION bereitgestellt wurde.

Mit Hilfe der KLAM_21-Simulationen können die möglichen Veränderungen des örtlichen, kaltluftbedingten Windfeldes durch die potenzielle Flächennutzungsänderung aufgezeigt werden. Neben der Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung bodennaher Kaltluftbewegungen werden hierdurch auch flächenhafte Informationen zur vertikalen Kaltluftmächtigkeit und damit zum Kaltluftvolumenstrom bereitgestellt. Die mit dem Modell KLAM_21 erzielten Resultate werden mit dem Bewertungsschlüssel der VDI-Richtlinie 3787-Blatt 5 (2003/2024-Entwurf) „Lokale Kaltluft“ ausgewertet.

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

In einem weiteren Schritt werden mit Hilfe des geprüften mikroskaligen Klimamodells MISKAM¹ (**Grafik 2**) die kleinräumigen Belüftungsverhältnisse für den Ist- und Plan-Zustand vergleichend geprüft. Bei dem prognostischen Strömungsmodell werden die Bau- und Flächennutzungsstrukturen im vorliegenden Fall in einem Gitter (horizontal 4 m x 4 m, vertikal nicht-äquidistant 0.5 - 20 m) abgebildet. Vegetationsflächen werden über ihre Wuchshöhe, Blattflächendichte und Bedeckungsgrad definiert. Der Bedeckungsgrad wird mit 30 - 50% angesetzt.



Grafik 2: „Programmstempel“ MISKAM

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

Zur Bilanzierung der kleinräumigen thermischen Umgebungsbedingungen kommt das mikroskalige Klimamodell ENVI-met² (siehe **Grafik 3**).



Grafik 3 „Programmstempel“ ENVI-met

Die thermische Situation ist ein Ergebnis aus dem vielfältigen Zusammenspiel verschiedener Flächennutzungs- und Klimaparameter. Die Klimaparameter (z.B. Feuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur) reagieren sensibel auf Veränderungen der Flächennutzungsstrukturen. Angesichts der sehr unterschiedlichen Prozesse hat es sich als sinnvoll herausgestellt, numerische Methoden zu benutzen, um deren Einflüsse zu prognostizieren.

ENVI-met ist ein Mikroklimamodell, das auf Grundlage der numerischen Strömungsdynamik die Wechselwirkung zwischen Gebäuden, Vegetation, natürlichen und künstlichen Oberflächen in einer virtuellen Umgebung simuliert. Dabei werden die wichtigsten atmosphärischen Prozesse nachgebildet. Die mathematischen Berechnungen beruhen nach BRUSE (1999) auf den Gesetzen der Strömungs- (Windfeld) und Thermodynamik (Temperaturberechnungen) sowie der allgemeinen Atmosphärenphysik (z.B. Turbulenzprognose).

Die Bebauung wird durch einfache Basiselemente (Würfel in ENVI-met: Grid) nachgebaut / modelliert (4 m x 4 m in der Horizontalen, 0.5 - 2 m nicht-äquidistant in der Vertikalen). Alle Strukturen (z.B. Vegetation, Gebäude) werden in rechteckige Modellquader eingebettet. Numerisch werden diese Modellquader von der Sonne beschienen und vom Wind umströmt und deren Wechselwirkungen mit den Oberflächen und Strukturen simuliert (BRUSE 2003, S. 66).

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

² **BRUSE, M. (2002/2024):** ENVI-Met - Mikroskaliges Klimamodell. Essen.

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

Abschließend erfolgt auf Grundlage der klimaökologischen Analysen eine Bewertung.

4 Klimatische Rahmenbedingungen im Raum Wetzlar und ihre prognostizierten zukünftigen Entwicklungen

Das Stadtgebiet von Wetzlar ist großräumig dem warmgemäßigten Regenklima der mittleren Breiten zuzuordnen. Mit überwiegend westlichen Winden werden das ganze Jahr über feuchte Luftmassen vom Atlantik herangeführt, die zu Niederschlägen führen³.

Die Jahressumme des Niederschlags liegt im Raum Wetzlar (die nachfolgenden Daten beziehen sich auf Gießen-Wettenberg = DWD Messstandort) bei ca. 627mm (1991 – 2020)⁴, wobei der Monat Juli die größte Niederschlagshöhe (ca. 74 mm) aufweist. In diesem Monat kommt es durch hohe Einstrahlungsintensität und die daraus folgende Konvektion mit Wolkenbildung verstärkt zu Schauern und Gewittern.

Die Jahresmitteltemperatur beträgt im mehrjährigen Mittel ca. 9.0°C (1971 – 2000) bzw. ca. 9.7°C (1991 – 2020). Die Julitemperaturen erreichen Durchschnittswerte um 18.0°C bzw. 18.8°C, die minimalen Durchschnittswerte werden im Januar mit 1.3°C im Januar gemessen.

Laut Statistik des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES (<https://www.opendata.dwd.de>) sind am nächstgelegenen DWD-Standort Gießen-Wettenberg Nr. 1639, 203 m ü. NN (Lage siehe **Abbildung 6**) im 30-jährigen Mittel (1971 – 2000 / 1991 – 2020)

- 16.2 / 13.8 Eistage ($T_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$)
- 70.5 / 74.4 Frosttage ($T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$)
- 7.5 / 10.9 heiße Tage ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$)
- 39.9 / 48.6 Sommertage ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$)

zu registrieren

Bioklimatisch ist der Raum Wetzlar / Gießen als Zone mit vermehrter Wärmebelastung und gelegentlichem Kältereiz zu bewerten (<https://www.dwd.de>). Die bioklimatische Belastung ist in den Sommermonaten demnach deutlich geringer als bspw. im Raum Frankfurt a. M./Westend (17.8 heiße Tage/Jahr und 62.2 Sommertage/Jahr bezogen auf den Zeitraum 1991 – 2020).

³ HMUELV (2011): Luftreinhalteplan für das Gebiet Lahn-Dill – Gießen/Wetzlar. 1. Fortschreibung. Wiesbaden.

⁴ Datenquelle:
https://opendatat.dwd.de/climate_environment/CSC/observations_germany/

4.1 Ortsspezifische klimatische Verhältnisse

Die Windverhältnisse werden im Raum Wetzlar vorwiegend von südwestlichen bis westlichen und nordöstlichen bis östlichen Winden bestimmt (siehe **Abbildungen 6 und 7**).

In innenstadtnahen Lagen von Wetzlar (Luftmessstation HLNUG-Wetzlar) werden mittlere Windgeschwindigkeiten von ca. 1.3 m/s gemessen (Zeitraum: 2011 – 2020). In freien Lagen, repräsentiert durch die DWD Station Gießen-Wettenberg, zeigen sich mittlere Windgeschwindigkeiten von ca. 3.0 m/s. Am Planungsstandort sind demnach mittlere Windgeschwindigkeiten um 2.5 – 3.0 m/s zu erwarten (siehe auch <https://www.dwd.de/DE/leistungen/windkarten>), wobei südwestliche bis westliche Windrichtungen überwiegen (**Abbildungen 7 und 8**).

Stadtklimatisch besonders relevant sind austauscharme Wetterlagen, die im Allgemeinen zu einer deutlichen Minderung des horizontalen und vertikalen Luftaustausches führen. An heißen Tagen ist damit u.a. eine erhöhte Wärmebelastung verbunden.

Laut Untersuchungsergebnissen zum Stadtklima von Gießen (GEO-NET UMWELT-CONSULTING GMBH 2014) sind im Raum Gießen/Wetzlar an ca. 9% der Tage im Jahr austauscharme Wetterlagen zu erwarten.

Besonders in den Sommermonaten entwickeln sich in windschwachen Strahlungsnächten thermisch induzierte regionale und lokale Windsysteme, die wesentliche Gunsteffekte (Kalt- und Frischluftzufuhr) erbringen können. Hierbei lassen sich im Allgemeinen Flurwindeffekte (z.B. kleinräumige Luftaustauschbewegungen zwischen Freiland und Bebauung), Hangabwinde (z.B. Kaltluftabfluss im Hangbereich nördlich von Münchholzhausen) und Talabwinde (z.B. gerichteter Kaltluftabfluss entlang von Bachtälern – Welschbach) unterscheiden.

Bei der Betrachtung und Bewertung der klimaökologische Auswirkungen der geplanten Flächennutzungsänderung im Bebauungsplangebiet Nr. 12 „Oculus Campus“ sind windschwache Sommer- / Hitzetage wegen ihres bioklimatischen Belastungspotenzials von besonderem Interesse. Wichtige Ausgleichsfaktoren für die im Tagesverlauf auftretenden hohen Temperaturen sind in von Überhitzung betroffenen Siedlungsgebieten die nächtliche Abkühlung und der Zustrom kühler Luft durch Kaltluftabflusssysteme (vgl. BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG 2013).

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

Wie in **Tabelle 1** aufgeführt, weisen Grünland/Streuobstwiesen/Rasenflächen und Ackerflächen die höchsten Kaltluftproduktionsraten auf. In Waldflächen bleibt die Luft im Bestand am Tag auf Grund der Beschattung vergleichsweise kühl. In den Nachtstunden wird im Kronendach Kaltluft gebildet. Infolge der reduzierten Ausstrahlung im Bestand ist die „Kaltluft“ jedoch etwas wärmer als über Wiesen und Ackerflächen. Das thermische Ausgleichspotenzial ist dennoch nicht zu unterschätzen.

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

Tabelle 1: Zuordnung von typischen Kaltluft- bzw. Kälteproduktionsraten ausgewählter Landnutzungen (BUNDEMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG 2013)

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

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

Kaltluftstaus bilden sich im Luv von natürlichen und anthropogenen Hindernissen (Wald- und Siedlungsrand, einzelne Baukörper, Straßendämme etc.). Die kalte Luft staut sich bis zur Hindernishöhe oder etwas darunter auf, bis bei weiterem Nachfließen von Kaltluft das Hindernis schließlich überströmt wird (KING, 1973). Kleinere Hindernisse werden von der abfließenden Kaltluft ohne nennenswerte Staubbildung um- oder überströmt. Kaltluftseen entstehen durch Ansammlung kalter Luft in Mulden und Senken.

Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen (ÖKOPLANA 2022, GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH 2014) zeigen, dass im Planungsgebiet in Strahlungsnächten in der Regel westliche Kaltluftbewegungen vorherrschen (siehe auch Kap. 5.1). Diese sind zum einen auf die Kaltluftabflüsse entlang des Welschbachs und zum anderen auf Kaltluftzuflüsse aus den Bereichen Spitzenberg westlich der A45 und Hangzone nördlich der L3451 zurückzuführen. Sie überlagern bodennächste nordwestliche bis nördliche Kaltluftabflüsse über die Hangzone zwischen Gießener Straße / K355 und Welschbach.

Die Fließgeschwindigkeiten der lokalen Kaltluftbewegungen betragen zumeist weniger als 1.0 m/s.

Zur Beschreibung der thermischen Umgebungsbedingungen kann auf Ergebnisse von Profilmessfahrten vom 14.-15.06.2021 (ÖKOPLANA 2022) zurückgegriffen werden.

Am 14.-15.06.2021 wurden in einer austauscharmen sommerlichen Strahlungsnacht⁵ (siehe Tagesgang der Windes und der Lufttemperatur in **Abbildung 9**) zur Erfassung der lokalen Lufttemperaturverhältnisse im Raum Münchholzhausen / Dutenhofen an zwei Messterminen (22:30 Uhr / 1. Nachthälfte und 01:00 / 2. Nachthälfte) profilhaft angelegte Lufttemperaturmessfahrten durchgeführt.

Die Messfahrten erfolgten mit einem Messfahrzeug, das mit einem ventilierten Psychrometer der FA. AHLBORN ausgestattet war. Die Messungen wurden linienhaft auf einer zuvor festgelegten Fahrtroute durchgeführt, die auch das Planungsgebiet im Süden tangierte.

Bei der Ausbildung unterschiedlicher thermischer Umgebungsbedingungen ist sowohl die kleinräumige als auch die großräumigere (regionaler Maßstab) Kaltluftentstehung und Kaltluftbewegung von wesentlicher Bedeutung.

Die Verteilung der Lufttemperatur wird dabei zum Indiz für diese Erscheinungen und für die klimaökologische Leistungsfähigkeit der Freiflächen und Freiräume.

Während der vorliegenden Messfahrten wurden im Planungsumfeld Temperaturunterschiede bis ca. 4.0°C gemessen.

Die Ergebnisse der Lufttemperaturmessfahrt vom 14.06.2021 (22:00 – 23:30 Uhr, korrigiert auf den Zeitpunkt 22:30 Uhr) sind in der **Abbildung 10.1** dargestellt.

Die niedrigsten Lufttemperaturwerte zeigen sich entlang des Welschbachs im Süden von Münchholzhausen (14.8°C). Der Talzug fungiert in den Nachtstunden als Kaltluftentstehungs-, Kaltluftammel- und Kaltluftabflussgebiet.

⁵ Großwetterlage: Hochdruckbrücke über Mitteleuropa.
Sommertag mit einer max. Lufttemperatur von 28.7°C und einer Minimumtemperatur von 12.8°C.

Die höchsten Lufttemperaturen (19.5 – 20.0°C) werden im Ortszentrum von Dutenhofen (Wetzlarer Straße) gemessen. Im Ortszentrum von Dutenhofen macht sich der Wärmeinseleffekt der großflächig versiegelten Flächen bzw. der dichten Bebauung thermisch negativ bemerkbar.

Am Südrand des Planungsgebiets zeigen sich Lufttemperaturen von ca. 16.5 - 17.2°C. Die lokale Kaltluftentstehung über den Landwirtschaftsflächen und der Zufluss von Kaltluft über das Welschbachtal und die nordnordwestlich anschließende Hangzone macht sich thermisch positiv bemerkbar. Die nächtliche Abkühlung ist deutlich forciert. Die bestehenden Gewerbegebietsflächen am Ostrand von Münchholzhausen zeigen keine ausgeprägte Wärmeinselbildung.

In den dichter bebauten Teilen von Münchholzhausen (Wetzlarer Straße / Rechtenbacher Straße) werden trotz des Einflusses der Kaltluft entlang des Welschbachs Lufttemperaturen bis ca. 18.6°C erfasst.

Die Ergebnisse der Messungen in der 2. Nachthälfte sind in der **Abbildung 10.2** dokumentiert.

Zwischen wärmsten und kühlestn Bereichen werden zum Zeitpunkt 01:00 Uhr Lufttemperaturdifferenzen von ca. 3.0°C registriert.

Auffallende Abkühlung ist wiederum im Welschbachtal im Süden von Münchholzhausen und Dutenhofen zu ermitteln. Der Talzug fungiert weiterhin als Kaltluftsammler- und Kaltluftabflussbereich. Zudem wird in der Talaue intensiv Kaltluft gebildet. Die Kaltluft überstreicht auch das Planungsgebiet, weshalb auch an dessen Südrand Lufttemperaturen von unter 13.5°C gemessen werden. Gegenüber den Ortszentren von Münchholzhausen und Dutenhofen sind damit am Planungsstandort „Oculus Campus“ um ca. 2.0°C bzw. 3.0°C niedrigere Lufttemperaturen zu bilanzieren.

Die thermische / bioklimatische Situation in der Ortslage Münchholzhausen ist im Vergleich zur Stadtlage Wetzlar insgesamt als günstig zu bewerten.

Die thermische/bioklimatische Gunstlage von Münchholzhausen wird von den Ergebnissen einer Klimauntersuchung in Gießen (GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH 2014) bestätigt – siehe **Abbildung 12**. In der Klimafunktionskarte der STADT GIEßEN sind Münchholzhausen und Dutenhofen als bioklimatisch begünstigte Siedlungsräume definiert. Die Wärmeinselbildung ist aufgrund des Einflusses von Kaltluft aus dem benachbarten Freiraumgefüge deutlich reduziert.

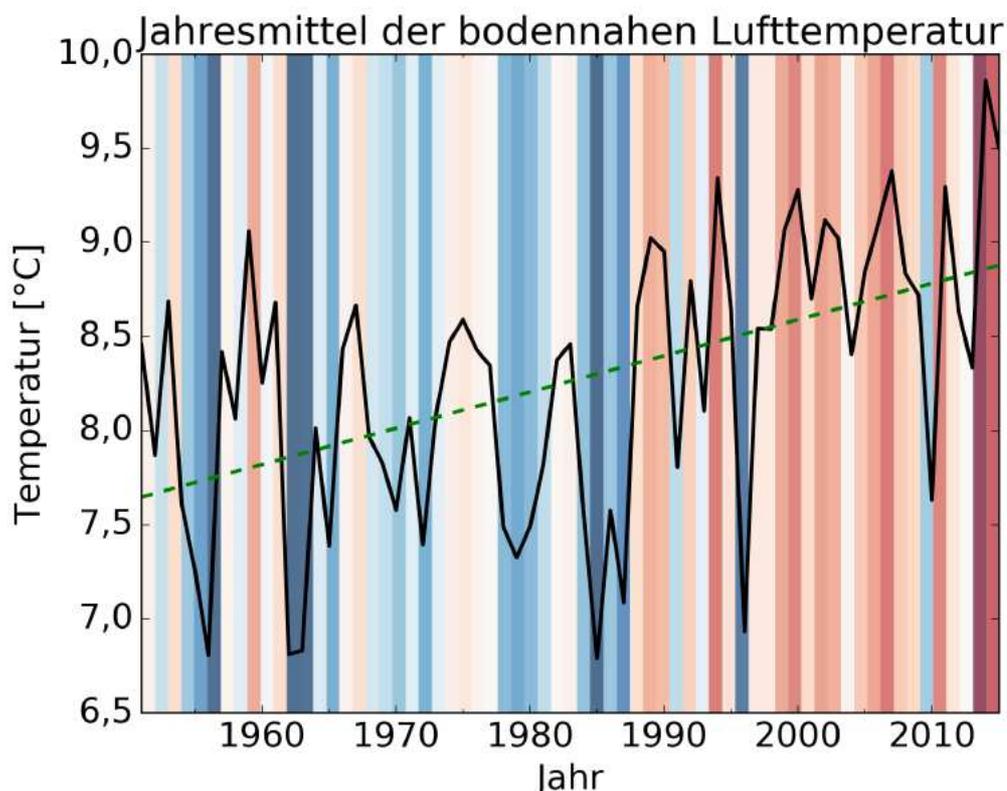
Das Planungsgebiet ist als Fläche mit hoher Kaltluftproduktivität gekennzeichnet. Demnach befindet sich das Planungsgebiet „Oculus Campus“ in einem Klimameliorationsraum zwischen den Ortslagen Münchholzhausen und Dutenhofen. Neben der lokalen Kaltluftbildung wirkt der bisherige Freiraum auch als siedlungsnahe Belüftungsfläche.

Derartige Gebiete führen bislang weder zu intensiver thermischer Belastung noch zu Beeinträchtigungen des Luftaustauschs und weisen im Allgemeinen klimatisch-lufthygienische Empfindlichkeiten gegenüber Nutzungsintensivierungen durch Hochbau auf.

4.2 Klimawandelfolgen im Raum Wetzlar

Die Sicherstellung ausreichender Belüftungseffekte und günstiger thermischer / bioklimatischer Umgebungsverhältnisse wird zukünftig an Bedeutung zunehmen, da die sommerliche Wärmebelastung auch im Raum Wetzlar infolge des globalen Klimawandels weiter ansteigen wird.

Bereits heute dokumentieren langjährige Daten des DWD (aus: GERICS 2021) einen zu beobachtenden Lufttemperaturanstieg. **Grafik 4** zeigt für die mittlere Jahrestemperatur im Zeitraum von 1951 bis 2015 einen durchschnittlichen Anstieg von 0.017°C pro Jahr, was einer Erhöhung der Lufttemperatur um 1.1°C entspricht.



Grafik 4: Langjährige Jahresmittelwerte der Lufttemperatur im Lahn-Dill-Kreis
(aus: GERICS 2021)

Hauptverantwortlich für den Anstieg der globalen Mitteltemperaturen sind anthropogen freigesetzte CO₂-Emissionen. Da aktuell nicht detailliert vorhergesagt werden kann, wie sich die CO₂-Emissionen zukünftig entwickeln, werden diese in Klimamodellen in Form von Szenarien mit unterschiedlicher CO₂-Entwicklung über die Zeit berücksichtigt, die bis zum Ende des Jahrhunderts einen bestimmten Strahlungsantrieb hervorrufen.

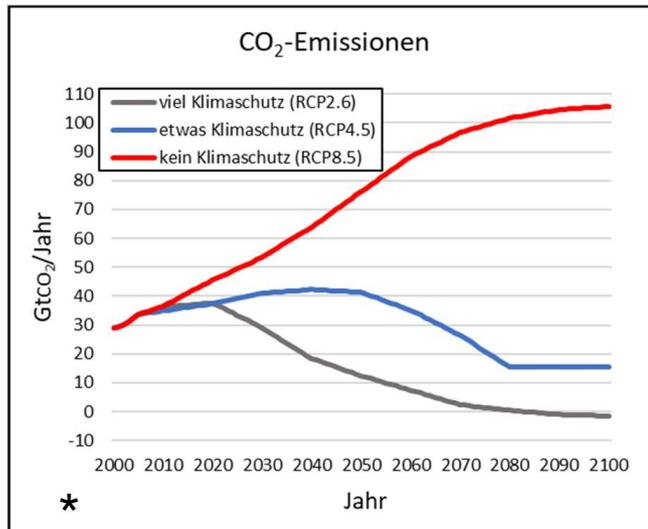
Für Europa stehen aktuell drei verschiedene Klima-Szenarien zur Verfügung: RCP 2.6, 4.5 und 8.5 (RCP = *Representative Concentration Pathways*).

Die Zahl in der Bezeichnung der RCP-Szenarien (siehe **Grafik 5**) benennt den mittleren Strahlungsantrieb in W/m², der in ihrem projizierten Verlauf zum Ende des 21. Jahrhunderts erreicht wird:

- Das RCP-Szenario 2.6 beschreibt einen Anstieg des anthropogenen Strahlungsantriebes bis zum Jahr 2040 auf ca. 3 W/m². Zum Ende des Jahrhunderts sinkt dieser langsam, aber stetig auf 2,6 W/m² ab. Die globale Mitteltemperatur würde in diesem Szenario das 2°C-Ziel nicht überschreiten, sodass RCP 2.6 als „Klimaschutzszenario“ bezeichnet wird.
- Das RCP-Szenario 4.5 zeigt einen steilen Anstieg des anthropogenen Strahlungsantriebes bis etwa zur Mitte des 21. Jahrhunderts, der danach bis ca. 2075 nur noch geringfügig steigt und in der Folge stagniert.
- Das RCP-Szenario 8.5 weist den stärksten Anstieg des Strahlungsantriebes auf, der sich bis zum Ende des Jahrhunderts nicht abschwächt und eine Zunahme der globalen Mitteltemperatur um ca. 4.0°C gegenüber dem Zeitraum 1985 – 2005 bewirken würde. Das RCP 8.5 wird auch als „Weiter wie bisher-Szenario“ bezeichnet.

Aktuell befinden wir uns, nach den Ergebnissen des Global Carbon Projektes, mit den globalen CO₂-Emissionen auf dem „Pfad“ des RCP-Szenarios 8.5.

Selbst ein abrupter weltweiter Rückgang des CO₂-Ausstoßes würde, aufgrund der Trägheit des Klimasystems, in Kürze keine signifikante Änderung herbeiführen. Im vorliegenden Gutachten werden nachfolgend vornehmlich Werte zu Klimaänderungen des RCP-Szenarios 8.5 beschrieben.



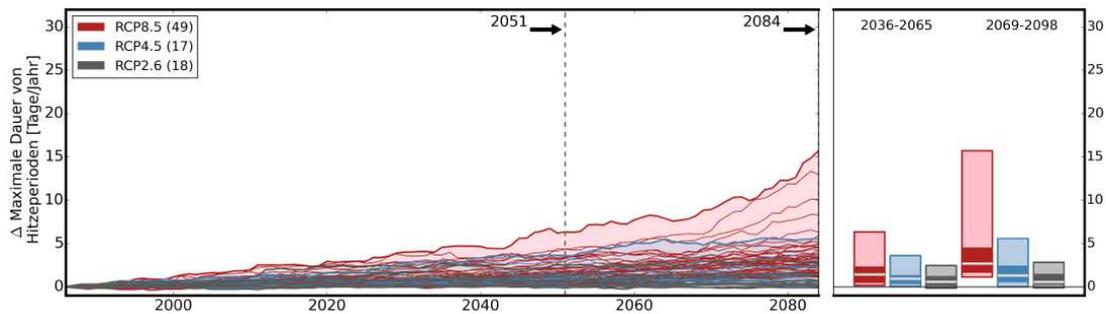
Grafik 5: Anthropogener Strahlungsantrieb der verschiedenen IPCC-Klimaszenarien (nach CUBASCH ET AL. 2013, Grafik: GERICS 2021).

Laut GERICS (2021) wird die mittlere Jahresmitteltemperatur im Lahn-Dill-Kreis gegenüber der Zeitspanne 1971 – 2000 im Zeitraum 2036 – 2065 (= nahe Zukunft) um ca. 1.9°C (Median der Simulationsrechnungen) zunehmen. Die Anzahl der bioklimatisch besonders relevanten heißen Tage und Sommertage wird um ca. 2.8 Tage/Jahr bzw. 10.6 Tage/Jahr ansteigen. Den Projektionen liegt das Antriebsszenario RCP-Szenario 8.5 zu Grunde.

Da zugleich die Anzahl der Tropennächte (+0.8 Tage/Jahr) zunimmt, steigt ebenfalls die Wahrscheinlichkeit lang anhaltender Hitzewellen. Die erhöhte Wärmebelastung führt insbesondere bei alten und kranken Menschen sowie Kleinkindern zu gesundheitsgefährdendem Hitzestress.

Nach Berechnungen von GERICS (2021) nimmt im RCP-Szenario 8.5 die maximale Dauer von Hitzeperioden⁶ bis zum Jahr 2051 um 0.2 – 6.3 Tage/Jahr (= berechnete Bandbreite) zu – siehe **Grafik 6**. Bis zum Jahr 2084 steigt die Bandbreite auf 1.1 – 15.7 Tage/Jahr an.

⁶ Hitzeperiode: Aufeinanderfolgende Tage mit einer Tagesmaximaltemperatur von über 30°C.

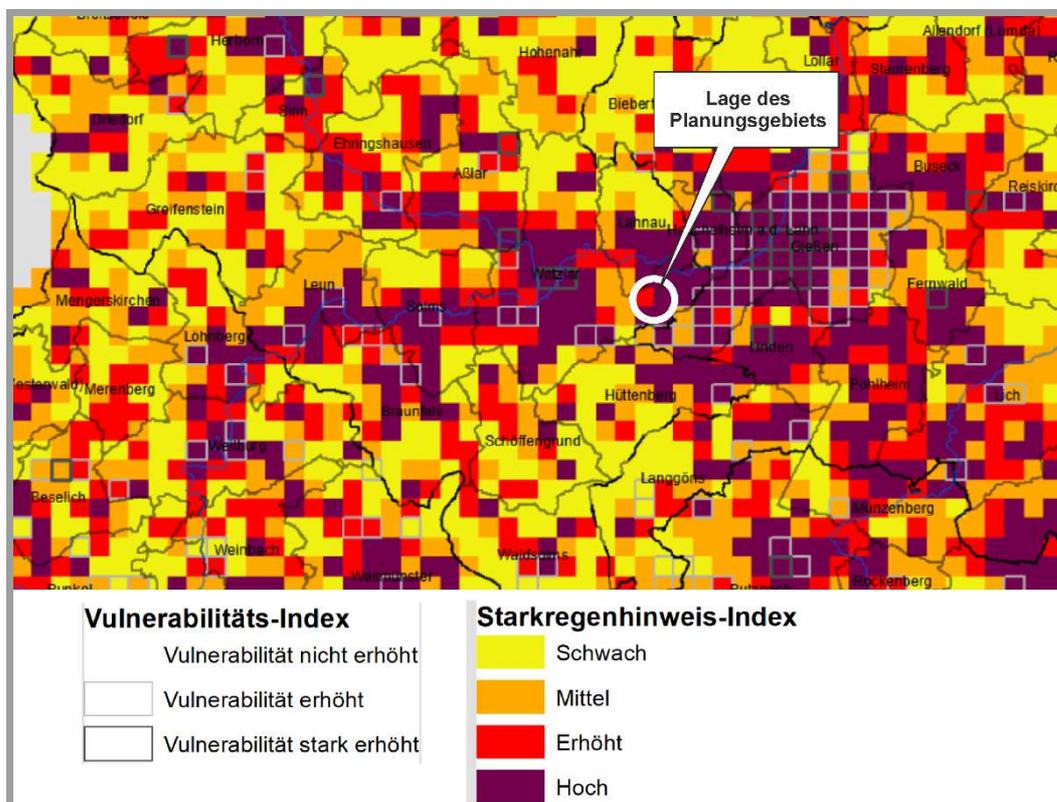


Grafik 6: Berechneter Anstieg der maximalen Dauer von Hitzeperioden im Lahn-Dill-Kreis (Grafik: GERICS 2021)

Wie bereits in Kap. 4 angeführt, beträgt die mittlere Jahresniederschlagsmenge im Planungsgebiet und in dessen Umfeld ca. 627 mm (1991 – 2020).

Der nachfolgende Ausschnitt aus der Starkregen-Hinweiskarte (basierend auf Daten von 2001 – 2020) der HLNUG für Hessen zeigt (**Grafik 7**), besteht bereits heute in Münchholzhausen ein erhöhtes bis hohes Risiko für schadensreiche Starkregenereignisse. Der Starkregenhinweis-Index basiert dabei auf der Zusammenschau von Starkregenereignissen, Versiegelungsgrad und überflutungsgefährdeten Flächenanteilen. Der Vulnerabilitäts-Index berücksichtigt die Einwohnerdichte, die Anzahl der Krankenhäuser, die Anzahl gewerblicher Flächen mit Gefahrstoffeintrag und die Bodenerosionsgefahr.

Zudem erhöht sich in den nächsten Jahren die Gefahr des gehäufteren Auftretens von Trockenperioden. Bei städtebaulichen Projekten ist daher ein Wassermanagement zur Sicherung der Bewässerung von Grünanlagen während sommerlicher Trockenperioden zu berücksichtigen.



Grafik 7: Ausschnitt aus der Starkregenhinweiskarte der HLNUG (2001 – 2020).
Grafikquelle: <https://www.hlnug.de>

Bei der mittleren Windgeschwindigkeit zeigen die Klimaprojektionen keine bedeutenden Veränderungen.

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

- zum Erhalt oder zur Schaffung günstiger Belüftungseffekte,
- zum Erhalt oder zur Schaffung von Freiflächen (Klimaoasen) und Frischluftschneisen,
- zur Flächenentsiegelung, zur Begrünung (Verschattung) von Straßenzügen und Freiflächen,
- zur Förderung von Dach- und Fassadenbegrünungen,
- zum Erhalt oder zur Schaffung offener Wasserflächen und
- zur Optimierung der Gebäudeausrichtung

ergriffen werden.

Diesen Forderungen stehen bauliche Verdichtungen in Stadtgebieten entgegen.

4.3 Zusammenfassende Darstellung der klimaökologischen Funktionsabläufe im Planungsgebiet und in dessen Umfeld

Wie sich aus den Darstellungen vorliegender Messdaten entnehmen lässt, bildet sich im Planungsgebiet und in dessen Umfeld durch die topographische Gliederung (Tal- und Hangzonen, Hangeinschnitte) des Geländes und die Flächennutzung (Bebauung, Landwirtschaftsflächen, Wiesen etc.) ein ortsspezifisches Lokalklima aus. Dies dokumentiert sich einerseits anhand der thermischen Umgebungsbedingungen und andererseits im Strömungsgeschehen des Raumes, das bei klimarelevanten Strahlungswetterlagen nach Sonnenuntergang sowohl durch überregionale Winde als auch durch lokale Kaltluftbewegungen bestimmt wird.

Anhand des thermischen Verhaltens unterschiedlicher Flächennutzungsstrukturen während durch Hochdruck beeinflusster Wetterlagen werden die Auswirkungen lokaler Faktoren auf das Klima deutlich erkennbar (siehe Kap. 4.1). Schwache Windbewegung und länger anhaltende Einstrahlung am Tag führen in den Sommermonaten zu intensiver Erwärmung, ungehinderte Ausstrahlung bei Nacht hingegen zu intensiver Abkühlung der unteren Luftschichten.

Bei diesen Wetterlagen bilden sich durch unterschiedliche Exposition, Geländeform und Oberflächenart wärmere und kühlere Bereiche aus.

Nach Sonnenuntergang, im Laufe der Abkühlungsphase, stellen sich durch die Kaltluftentstehung und Kaltluftbewegung induzierte lokale Erscheinungen ein (z.B. Hangabwinde, Kaltluftstagnation), die bei Strahlungswetterlagen in meist gleicher Weise auftreten und die Intensität der Be- und Durchlüftung in der Bebauung wesentlich bestimmen.

Besonders im Sommer und in den Übergangsjahreszeiten beeinflussen lokale Luftströmungen, deren Existenz auf die Kaltluftproduktion der Freiräume und die Kaltluftbewegung entlang des Welschbachs und angrenzender vegetationsbedeckter Hangzonen zurückzuführen ist, in hohem Maße das Ventilationsgeschehen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld. Da diese lokalen Luftzirkulationen nur begrenzte horizontale und vertikale Reichweite entwickeln, in ihrer Summenwirkung aber das Ventilationsgeschehen bei windschwachen, austauscharmen Wetterlagen wesentlich bestimmen, ist dem Erhalt ihrer Entstehungsgebiete und bevorzugten Zugbahnen besondere Beachtung zu schenken.

Der treibende Faktor dieser Luftströmungen ist, wie bereits erwähnt, die nächtliche Kaltluftentstehung und Kaltluftbewegung. Voraussetzung für die Kaltluftentstehung ist ein bestimmtes Potenzial vegetationsbedeckter Freiflächen.

Insbesondere über Wiesen und Ackerflächen kommt es zu intensiver Kaltluftproduktion. Die Kaltluftbewegung und die sich daraus entwickelnden Lokalströmungen beschränken sich weitgehend auf den bodennäheren Luftraum. Nur wenn gleichgerichtete überregionale bzw. regionale Luftströmungen für zusätzliche Bewegungsimpulse sorgen, können beispielsweise Dämme, Gehölzgruppen und größere Gebäudekörper über- und umströmt werden. Ansonsten bilden sie markante Barrieren.

Um die klimaökologischen Auswirkungen einer max. möglichen Bebauung im Bebauungsplangebiet Nr. 12 „Oculus Campus“ vertiefend beurteilen zu können, muss der Stellenwert des Raumes im komplexen lokalen Klimageschehen bekannt sein. Hierbei ist zu unterscheiden zwischen Ausgleichsräumen (Freiräume), die klimaökologisch positiv wirken, d.h. klimaökologische Leistungen in Form eines Abbaus thermischer und lufthygienischer Belastungen erbringen sowie Wirkungsräumen (Bebauung), in welchen durch diese Leistungen thermische und lufthygienische Negativerscheinungen abgebaut oder vermieden werden.

Klimaökologische Ausgleichs- und Wirkungsräume stehen über das Luftaustauschgeschehen funktional in Beziehung, wobei vor allem auch lokal begrenzte, bodennah ablaufende Wirkungsmechanismen von Bedeutung sind.

Die klimaökologische Wirkung der Ausgleichsräume besteht zum einen in ihrem Beitrag zur Intensivierung der Ventilation und zum anderen in der Verbesserung der Luftqualität sowohl in thermischer als auch in lufthygienischer Hinsicht, wobei die Ausgleichsräume sowohl passiv als auch aktiv wirken.

- **Aktive Wirkung**

Die aktive Wirkung liegt in der Kaltluftproduktion der Freiflächen. Aufgrund von Temperaturunterschieden zwischen vegetationsbedecktem Freiraum und der angrenzenden Bebauung sowie der daraus resultierenden Luftdruckunterschiede entstehen Luftaustauschbewegungen, die in Form kleinräumiger Luftbewegungen, bei ausgedehnteren Freiräumen in Form von deutlich messbaren Lokalströmungen, besonders bei windschwachen Wetterlagen das Ventilationsgeschehen wesentlich mitbestimmen.

- **Passive Wirkung**

Die passive Wirkung besteht darin, dass die im weiteren Umland entstehende Frischluft auch bei Schwachwindsituationen, durch den Bewegungsimpuls des großräumigen bzw. regionalen Windes unterstützt, über diese siedlungsnahen Freiräume im bodennäheren Luftraum weitgehend ungehindert in die Bebauung gelangen kann.

Wie **Abbildung 11** dokumentiert, ist das Planungsgebiet Bestandteil des Freiraumgefüges zwischen Münchholzhausen und Dutenhofen.

Die Landwirtschaftsflächen am Ostrand von Münchholzhausen funktionieren als klimaökologische Ausgleichsräume, die der Bebauung Münchholzhausen und Dutenhofen zugeordnet werden können.

Die Windverhältnisse werden im Raum Wetzlar werden am Tag vorwiegend von südwestlichen bis westlichen und nordöstlichen bis östlichen Winden bestimmt. Am Planungsstandort sind dabei mittlere Windgeschwindigkeiten um 2.5 – 3.0 m/s zu erwarten, was auf günstige Belüftungsverhältnisse hinweist.

In stadt-/siedlungsklimatisch besonders relevanten sommerlichen Strahlungsnächten setzen im Planungsgebiet vermehrt lokale Kaltluftströmungen aus westlichen Richtungssektoren ein. Der intensive Zustrom von Kaltluft aus westlichen Richtungen sorgt an warmen Sommertagen für eine rasche nächtliche Abkühlung, weshalb die thermische / bioklimatische Situation in Münchholzhausen als sehr günstig einzustufen ist (**Abbildung 11**).

Laut Klimaprojektionen werden die Folgen des Klimawandels in Münchholzhausen zu einer zunehmenden Wärmebelastung in den Sommermonaten führen. Einer Sicherung günstiger thermischer Umgebungsbedingungen ist daher auch in Münchholzhausen und in Dutenhofen Beachtung zu schenken.

Derartige Zielvorgaben werden im „Integrierten Klimaschutzplan 2025“ für das Land Hessen formuliert (HESS. MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMASCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ 2017, S. 58):

Für den gesundheitlichen Bevölkerungsschutz ist die Anpassung von Siedlungsstrukturen an den Klimawandel von hoher Bedeutung. Durch die klimawandelbedingte Zunahme von Hitzetagen, Tropennächten, Mitteltemperaturen und vom städtischen Wärmeinsel-Effekt werden vor allem im städtischen Raum in Hessen signifikante Zunahmen von Hitzemortalität (Sterberate) und Hitzemorbidity (Erkrankungsrate) erwartet⁴⁶. Dies ist auch durch die hohe Bebauungsdichte und den verringerten Luftaustausch begründet. Damit sind in- und außerhalb von Siedlungen die Flächenfreihaltung und die Entwicklung kühlend wirkender Vegetation zukünftig noch bedeutender für den gesundheitlichen Bevölkerungsschutz in Siedlungsräumen.

5 Numerische Modellrechnungen zur kleinräumigen Darstellung der strömungsdynamischen und thermischen / bioklimatischen Folgeerscheinungen der geplanten Baumaßnahmen im Planungsgebiet

Wie in Kap. 3 bereits angeführt, werden zur Bilanzierung der siedlungsklimatischen Folgeerscheinungen der geplanten Baumaßnahmen im Bebauungsplangebiet Nr. 12 „Oculus Campus“ numerische Modellrechnungen durchgeführt.

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

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

Zuletzt erfolgt eine Bilanzierung der zu erwartenden thermischen / bioklimatischen Modifikationen an heißen Sommertagen und in warmen Sommernächten.

5.1 Modellrechnungen zum lokalen Kaltluftströmungsgeschehen

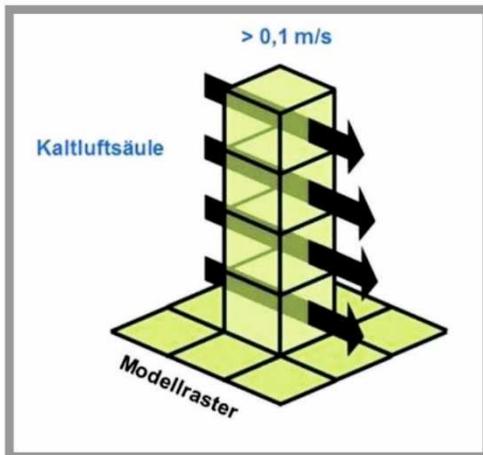
5.1.1 Grundlagen

Bei der Betrachtung und Bewertung der klimaökologische Auswirkungen der geplanten Bebauung im Bebauungsplangebiet Nr. 12 „Oculus Campus“ sind lokale Kaltluftbewegungen in windschwachen Sommernächten wegen ihres bioklimatischen Entlastungspotenzials von besonderem Interesse.

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

1. Aus dem **Kaltluftvolumenstrom**, der das in einer bestimmten Zeiteinheit transportierte Gesamtvolumen an Kaltluft durch eine definierte vertikale Fläche senkrecht zur Strömungsrichtung angibt.
Dabei wird das Luftvolumen über die variable absolute Höhe der Kaltluftschicht aufsummiert (integriert), während die horizontale Breite der Fläche stets einem Meter entspricht („Kaltluftvolumenstromdichte“, siehe **Grafik 8**).

Geschwindigkeit und Richtung können innerhalb der Luftsäule veränderlich sein.



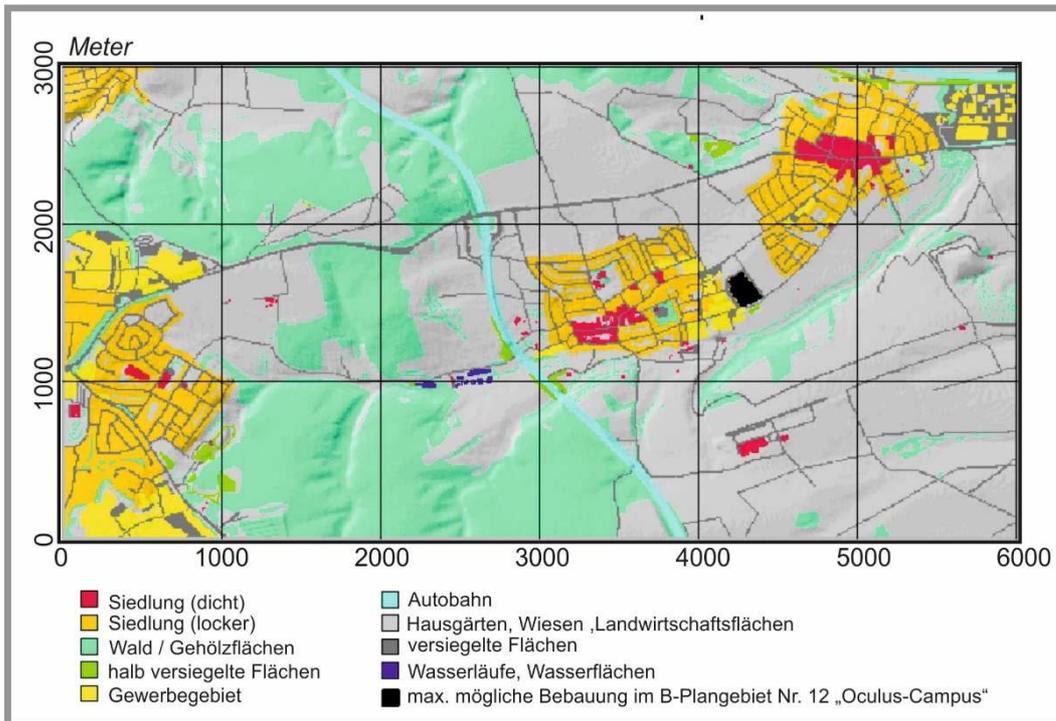
Grafik 8: Prinzipskizze Kaltluftvolumenstromdichte (nach: GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH / ÖKOPLANA 2019)

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

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

Das Modell KLAM_21 berechnet die zeitliche Entwicklung der Kaltluftströmung bei gegebener zeitlich konstanter Kaltluftproduktionsrate. Diese, ebenso wie die Reibungskoeffizienten, werden über die Art der Landnutzung gesteuert. Es werden neun Landnutzungsklassen berücksichtigt: Siedlung dicht, Siedlung locker, Wald / Gehölzflächen, halb versiegelte Flächen, Gewerbegebiete, Hausgärten / Wiesen / Landwirtschaftsflächen, versiegelte Flächen, Wasserläufe / Wasserflächen und geplante Bebauung (siehe **Grafik 9**).

Das geplante Baugebiet Schattenlänge im Nordosten von Münchholzhausen findet Eingang in die Berechnungen.



Grafik 9: KLAM-Modellgebiet und Flächennutzung

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

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

Das betrachtete Rechengebiet umfasst insgesamt eine Gebietsgröße von 6.0 x 3.0 km (18 km²) inkl. Randbereiche, so dass die planungsnahen Kaltlufteinzugsgebiete und Kaltluftwirkgebiete mitberücksichtigt werden (siehe **Grafik 9**).

Vorausgesetzt wird die für Kaltluftabflüsse optimale Situation, d.h. eine klare und windschwache Nacht mit nordöstlichem Höhenwind (1.0 m/s, 40 m ü.G.).

5.1.2 Ergebnisse der Kaltluftströmungssimulationen

Die **Abbildungen 12.1 – 12.3** zeigen für den **Ist-Zustand** (inkl. Baugebiet „Schattenlänge“) die Ergebnisse der Kaltluftsimulationen in der ersten Nachhälfte - 2 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung⁷. Bioklimatisch ist der Zeitpunkt von Bedeutung, da im Hochsommer tagsüber überwärmte Wohnungen in der ersten Nachthälfte meist nochmals durchgelüftet werden. Kühle Umgebungsverhältnisse intensivieren die bioklimatische Entlastungswirkung.

In dieser Kaltluftbildungsphase entstehen nördlich von Münchholzhausen über dem südsüdostexponierten Hangbereich des Planungsgebiets kaltluftinduzierte Hangabwinde, die Strömungsgeschwindigkeiten von ca. 0.2 – 1.0 m/s (2 m ü.G.) erreichen.

Innerhalb der Bebauung von Münchholzhausen wird die Kaltluft zunehmend nach Osten umgelenkt, da zusätzlich Kaltluftbewegungen aus den Bereichen Am Spitzenberg und Welschbachtal Einfluss auf die lokalen Luftaustauschbewegungen nehmen. Entsprechend sind auch im Bebauungsplangebiet Nr. 12 „Oculus Campus“ in der ersten Nachthälfte westliche bis westsüdwestliche Winde zu bilanzieren. Sie erreichen in Bodennähe (2 m ü.G.) Geschwindigkeiten zwischen ca. 0.5 und 1.0 m/s). In den Ortslagen Münchholzhausen und Dutenhofen erreichen die Kaltluftfließbewegungen zumeist nur Geschwindigkeiten von 0.1 – 0.5 m/s.

Die Kaltluftmächtigkeit beträgt 2 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung (**Abbildung 12.2**) am Planungsstandort „Oculus Campus“ ca. 12 – 29 m. Eine größere Mächtigkeit wird durch das stete Abfließen der Kaltluft unterbunden.

Die max. ca. 20 – 30 m hohe Bebauung kann damit stellenweise bereits überströmt werden.

Im Bereich der Gießener Straße / K 355 beträgt die Mächtigkeit der lokalen Kaltluft ca. 20 m. Im Welschbachtal erreicht die Kaltluftmächtigkeit bereits eine Höhe von über 40 m.

In **Abbildung 12.3** ist die berechnete Kaltluftvolumenstromdichte 2 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung dargestellt.

Die Berechnungsergebnisse zeigen über dem Planungsgebiet „Oculus Campus“ Kaltluftvolumendichten von ca. 10 – 28 m³/m·s. Zum Vergleich: Entlang des Welschbachs werden im Süden des Planungsgebiets Kaltluftvolumendichten von ca. 50 – 100 m³/m·s simuliert. Die kaltluftbedingte Belüftungsintensität am Planungsstandort ist demnach vergleichsweise mäßig.

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

Am nördlichen Siedlungsrand von Münchholzhausen beläuft sich die Kaltluftvolumenstromdichte auf ca. 5 – 10 m³/m·s.

Bestimmt man am Westrand der Ortslage Dutenhofen (= Kaltluftzielgebiet) über ein 340 m langes Querprofil A – B (Lage siehe **Abbildung 12.3**) den von Westen nach Osten fließenden Kaltluftvolumenstrom, so ergibt sich ein Wert von ca. 5.515 m³/s. Über die Kaltluftbewegungen entlang des Welschbachs in Richtung Osten (Profil B – C, Länge ca. 480 m) stellt sich ein Kaltluftvolumenstrom von ca. 8.127 m³/s ein.

Fasst man die zu bestimmenden Kaltluftvolumenströme über die Profile A - B und B - C zusammen, so erhält man in Summe das Kaltluftvolumen, das wesentlich die kaltluftbedingte Belüftung/Abkühlung in Dutenhofen bestimmt. In der ersten Nachthälfte ergibt sich dabei ein Wert von ca. 13.642 m³/s.

Laut VDI-Richtlinie 3787-Blatt 5 (2003) ist ein Kaltluftvolumenstrom ab etwa 10.000 m³/s erforderlich, um kleinere Siedlungen zu durchströmen. Die Eindringtiefe an Stadt-/Siedlungsrandern bewegt sich typischerweise in einem Bereich bis ca. 1.000 m. Aber auch Kaltluftvolumenstrommengen ab ca. 1.000 m³/s bewirken bzgl. der Belüftung und Abkühlungswirkung klimaökologisch wirksame Positivwirkungen.

Legt man den Kaltluftströmungssimulationen den **Plan-Zustand** zu Grunde (**Abbildungen 13.1** und **13.2**), so kommt es durch die geplante Bebauung im bodennächsten Luftraum (2 m ü.G.) zu gebäudebedingten Stau- und Windschatten-Effekten mit reduzierter Strömungsgeschwindigkeit (gekennzeichnet durch gelbe und orange Farbtöne). Die im Luv vermehrt aufgestaute Kaltluft wird an den Gebäudeflanken in leicht beschleunigter Form vorbeigeführt.

Ermittelt man entlang der Profile A – B und B – C die planungsbedingte Veränderung des Kaltluftvolumenstroms in Richtung Dutenhofen, so zeigt sich 2 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung (= erste Nachthälfte) im Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand eine relative Abnahme des Kaltluftvolumenstroms von ca. 4.6% (Ist-Zustand: 5.515 m³/s → Plan-Zustand: 5.262 m³/s) beim Profil A – B und von ca. 0.4% (Ist-Zustand: 8.127 m³/s → Plan-Zustand: 8.098 m³/s) beim Profil B – C.

Laut VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5 (2003) ist bei Kaltluftströmungen eine Verringerung der Abflussvolumina oder der Abflussgeschwindigkeit von mehr als 10% gegenüber dem Ist-Zustand als „gravierender Eingriff“ mit nachteiligen Folgen im Kaltluftzielgebiet zu bewerten. Prozentuale Änderungen gegenüber dem Ist-Zustand zwischen 5 und 10% sind als „mäßige Auswirkung“ zu bewerten.

Bei Werten unter 5% sind im Allgemeinen nur „geringe klimatische Auswirkungen“ im Kaltluftzielgebiet zu erwarten. Derartige Werte sind nach VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5 (2024-Entwurf) auch bei Berücksichtigung der prognostizierten Klimawandelfolgen noch zu akzeptieren.

Die berechnete Abnahme des lokalen Kaltluftvolumenstroms im Kaltluftzielgebiet Dutenhofen ist demgemäß als nur geringfügige Beeinträchtigung der kaltluftspezifischen Belüftung einzustufen. Der Kaltluftstrom entlang des Welschbachs erfährt durch die Planung ebenfalls keine gravierende Beeinträchtigung.

Im weiteren Verlauf der Nacht (**Abbildungen 14.1 – 15.2**) nimmt die planungsbedingte Modifikation des lokalen Kaltluftvolumenstroms ebenfalls nur geringfügig ab, da im Laufe der Nachtstunden die Kaltluftmächtigkeit weiter ansteigt. Die planungsbedingte relative Abnahme des lokalen Kaltluftvolumenstroms in Richtung Kaltluftzielgebiet Dutenhofen über das Profil A – B beträgt ca. 4.1% und über das Profil B -C ca. 0.3%.

Die Planung führt damit in Dutenhofen zu keiner gravierenden Beeinträchtigung der kaltluftspezifischen Belüftung.

Die Ortslage Münchholzhausen ist in Strahlungs Nächten ebenfalls von keinen relevanten planungsbedingten Kaltluftströmungsveränderungen betroffen. Allein im Bereich der Reihenhäuser im Straßenzug Ohlacker ist durch Staueffekte mit einer geringfügigen Abschwächung des Kaltluftbelüftungsintensität zu rechnen. Eine erhöhte Neigung zu Luftstagnation ist nicht festzustellen.

5.2 Modellrechnungen zur ortsspezifischen Belüftungssituation

Durch die bauliche Inanspruchnahme von Freiflächen zwischen Münchholzhausen und Dutenhofen ist örtlich mit einer Reduzierung der bodennahen Belüftungsintensitäten zu rechnen. Eine ausreichende Belüftung ohne großflächige Ausbildung von Luftstagnationsbereichen (Windgeschwindigkeit < 0.3 m/s) ist zum einen zur Begrenzung der sommerlichen Wärmebelastung erforderlich und zum anderen unterbindet eine möglichst intensive Belüftung ganzjährig die Akkumulation von Luftschadstoffen.

Nachfolgend wird mit Hilfe des Modell MISKAM Vers. 6.3 der Einfluss der geplanten Bebauung auf die örtliche Belüftungssituation analysiert. Dem Plan-Zustand (max. mögliche Bebauung nach Bebauungsplan Nr. 12 „Oculus Campus“) wird dabei der aktuelle Ist-Zustand gegenübergestellt.

Das Untersuchungsgebiet umfasst eine Flächengröße von 580 x 580 m zzgl. der Randbereiche.

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

Vorgaben für die Tagsituationen:

- Südwest-Wind (225°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
= Bestimmung der planungsbedingten Barrierewirkung bei vorherrschender Hauptwindrichtung.
- Ostsüdost-Wind (120°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
= Bestimmung der planungsbedingten Barrierewirkung in Richtung der zum Planungsstandort nächstgelegenen Wohnbebauung im Straßenzug Ohlacker.

Vorgaben für die Nachtsituationen:

- Südwest-Wind (230°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.
= Bestimmung der planungsbedingten Barrierewirkung bei vorherrschenden Kaltluftströmungen entlang des Welschbachs mit leicht stabiler Luftschichtung.
- West-Wind (270°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.
= Bestimmung der planungsbedingten Barrierewirkung bei vorherrschenden Kaltluftströmungen entlang des Welschbachs mit leicht stabiler Luftschichtung.

Windstagnationsbereiche sind im Allgemeinen mit Windgeschwindigkeiten unter 0.3 m/s gekennzeichnet.

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

Zur Verdeutlichung der Strömungsmodifikationen durch den Plan-Zustand werden zusätzlich Differenzendarstellungen zum Ist-Zustand dargestellt (2 m ü.G.).

5.2.1 Tagsituation – Windanströmung aus Südwesten (225°)

Wie der **Abbildungen 7** zu entnehmen ist, herrschen im Raum Wetzlar / Gießen am Tag zumeist südwestliche Windrichtungen vor (= Hauptwindrichtung).

Die **Abbildung 16.1** zeigt das für den **Ist-Zustand** berechnete Windfeld der Höhenschicht 2.0 m ü.G.

Im Bereich des Planungsgebiets werden über den raugkeitsarmen Landwirtschaftsflächen in einer Höhe von 2.0 m ü.G. größtenteils mittlere Windgeschwindigkeiten zwischen 1.2 und 1.4 m/s berechnet. Nur in unmittelbarer Windschattelage zur Bestandsbebauung von Münchholzhausen sind mittlere Windgeschwindigkeiten von unter 1.0 m/s zu bestimmen. Eine großflächige Neigung zu Luftstagnation mit mittleren Windgeschwindigkeiten unter 0.3 m/s ist nicht zu verzeichnen. Kleinflächige Luftstagnationstendenzen bleiben auf die unmittelbaren Gebäude- und Gebäudeleelagen begrenzt. Hier wird die mittlere Windgeschwindigkeit durch Stau- und Wirbeleffekte um bis zu ca. 90% reduziert.

Im **Plan-Zustand (Abbildungen 16.2 und 16.3)** nimmt die Belüftungsintensität durch die geplante Bebauung „Oculus Campus“ über den verbleibenden Landwirtschaftsflächen in Richtung Dutenhofen zwar ab, in der Ortslage Dutenhofen bleibt die bestehende Belüftungsintensität allerdings gesichert. Die Lee-Effekte der max. möglichen Bebauung nach Bebauungsplan Nr. 12 „Oculus Campus“ bleiben auf die Freiflächen westlich der Bebauung Dutenhofen begrenzt.

Westlich des „Oculus Campus“ kommt es durch Ecken- und Düseneffekte zwischen Bestandsbebauung und geplanter Bebauung stellenweise zu leichten Windbeschleunigungen. Dem stehen an anderer Stelle kleinräumige Windabschwächungen gegenüber. Eine planungsbedingte großflächige Zunahme von Luftstagnationstendenzen ist in der Bestandsbebauung von Münchholzhausen nicht zu erwarten.

5.2.2 Tagsituation – Windanströmung aus Ostsüdosten (120°)

Bei Ostsüdost-Winden, die laut örtlicher Windstatistik (**Abbildungen 8**) zu ca. 7% der Tagesstunden zu verzeichnen sind, befindet sich die Wohnbebauung im Bereich des Straßenzugs Ohlacker (siehe **Foto 1**) im Lee des Planungsgebiets.



Foto 1: Reihenhausbebauung am Straßenzug Ohlacker in Münchholzhausen. Blick vom Planungsgebiet in Richtung Westnordwesten (Foto: ÖKOPLANA).

Im **Ist-Zustand** (**Abbildung 17.1**) profitiert der östliche Ortsrand von Münchholzhausen von der windoffenen Lage. Bei vorherrschenden Ostsüdost-Winden zeigt sich die Bebauung östlich des Straßenzugs Stockwiese mit Windgeschwindigkeiten von 0.6 – 1.2 m/s daher recht gut belüftet. Allein in den unmittelbaren Gebäudeleee- und Gebäudeluvlagen werden typischerweise Windgeschwindigkeiten von unter 0.5 m/s berechnet.

Mit Realisierung des **Plan-Zustands** (**Abbildungen 17.2** und **17.3**) nimmt die Belüftungsintensität im Bereich der Bestandsbebauung am Straßenzug Ohlacker leicht ab. Es häufen sich im Bereich der Reihenhausbebauung aber keine Luftstagnationstendenzen. Sie beschränken sich die Freiflächen des geplanten Mischgebiets. Laut VDI-Richtlinie 3787 Blatt 4 (2020) sind in zunehmend windschwachen Bereichen Überwärmungstendenzen mit Hilfe thermische wirksamer Ausgleichsmaßnahmen entgegen zu wirken.

Eine über den Straßenzug Ohlacker hinausgehende Modifikation des ortsspezifischen Strömungsgeschehens ist nicht zu verzeichnen.

5.2.3 Nachtsituation – Windanströmung aus Südwesten (230°)

Während Hochdruckwetterlagen häufen sich im Planungsgebiet durch lokale Kaltluftbewegungen entlang des Welschbachs südwestliche Windrichtungen.

Vergleichbar mit den Ergebnissen der mesoskaligen Kaltluftströmungssimulationen (siehe Kap. 5.1.2) belegen auch die Ergebnisse der mikroskaligen Windfeldberechnungen (**Abbildungen 18.1 – 18.3**), dass der Abstand des Planungsgebiets zur Ortslage Dutenhofen ausreichend ist, um in der dortigen Wohnbebauung eine auffallende Einschränkung der Belüftungsintensität zu unterbinden.

In Luvlage zum Planungsgebiet sind ebenfalls keine relevanten Strömungsmodifikationen (z.B. großflächige Staueffekte) zu bilanzieren.

5.2.4 Nachtsituation – Windanströmung aus Westen (270°)

Wie die Ergebnisse der Kaltluftströmungssimulationen zeigen, herrschen in stadtklimatisch besonders relevanten Strahlungsnächten in der ersten Nachthälfte im Planungsgebiet häufig Wind aus Westen vor.

Bei derartigen Situationen fungiert das Freiraumgefüge zwischen Münchholzhausen und Dutenhofen als eine in Richtung Osten gerichtete Belüftungsfläche. Hier kann der Wind vermehrt bodennah durchgreifen und den Luftaustausch intensivieren.

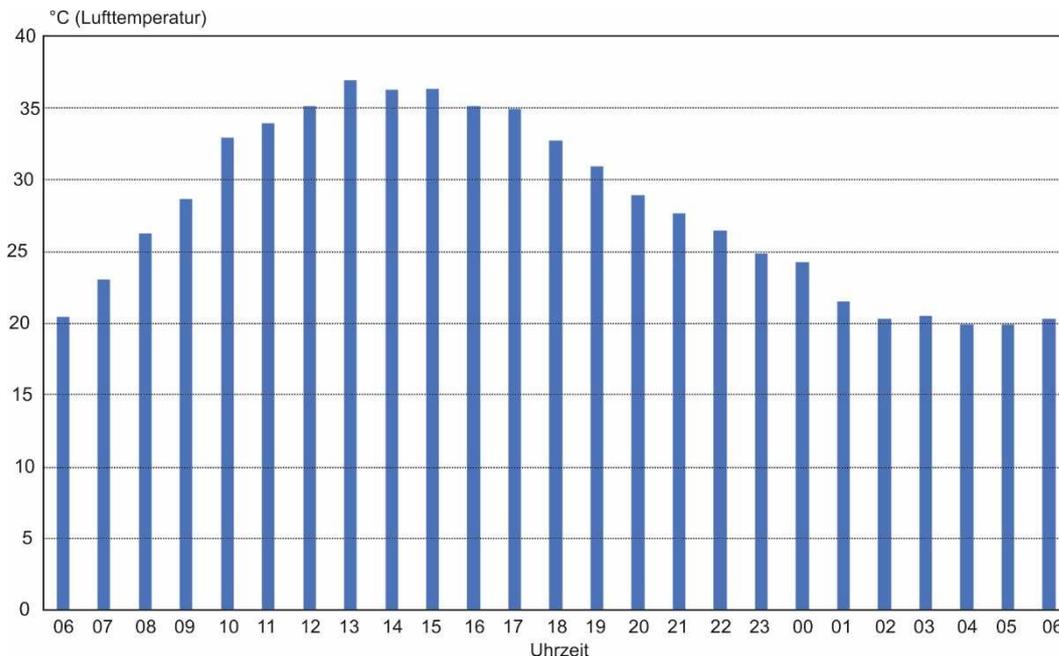
Die Ergebnisse der mikroskaligen Simulationen zur ortsspezifischen Belüftungssituation dokumentieren (**Abbildungen 19.1 – 19.3**), dass von den planungsbedingten Strömungsmodifikationen für die Bestandsbebauung von Münchholzhausen und Dutenhofen keine nennenswerten Negativeffekte ausgehen. Die Barrierewirkung führt allein unmittelbar östlich der geplanten Bebauung über den bestehenden Freiflächen zu einer Häufung von Luftstagnationstendenzen (mittlere Windgeschwindigkeit unter 0.3 m/s).

Eine ausreichende Entlüftung der Ortslage Münchholzhausen in Richtung Osten bleibt gesichert.

5.3 Modellrechnungen zum örtlichen Lufttemperaturfeld / Bioklima

Zahlreiche Studien zum Stadt- und Siedlungsklima belegen, dass sich tagsüber intensiv aufgeheizte befestigte Areale nach Sonnenuntergang in den Sommermonaten nur verzögert abkühlen. Während über vegetationsbedeckten Bereichen nach Sonnenuntergang die Luft- und Oberflächentemperaturen vergleichsweise rasch sinken, bleiben versiegelte Flächen (Straßen, Parkplätze, Gebäude/Hallen) die ganze Nacht hindurch überwärmt. Durch die geplanten Baumaßnahmen im Planungsgebiet „Oculus Campus“ gehen Kaltluftproduktionsflächen verloren, die insbesondere in den Nachtstunden einen örtlichen Anstieg der Wärmebelastung erwarten lassen.

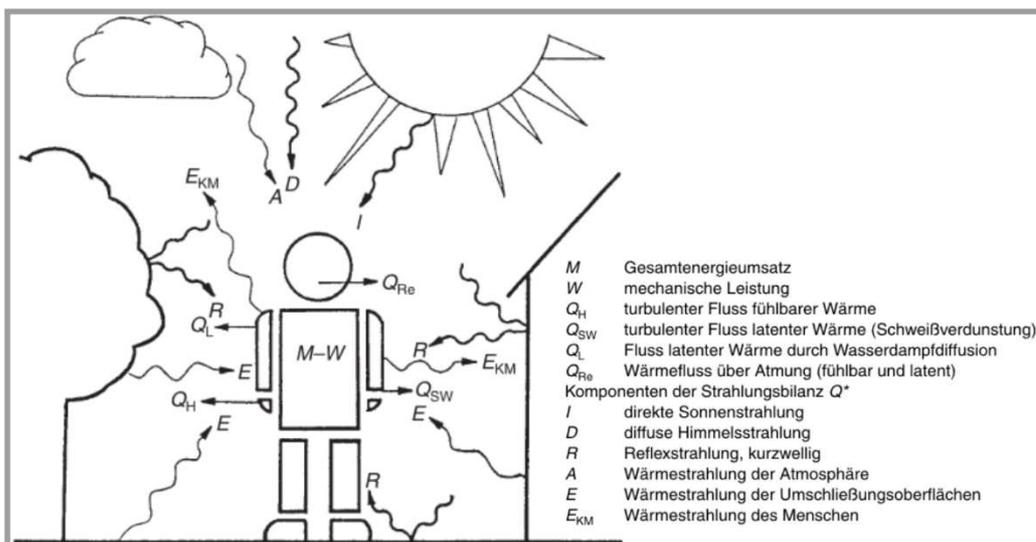
Die nachfolgenden Berechnungen zur Lufttemperatur beziehen sich auf bioklimatisch besonders belastende heiße Sommertage (14:00 Uhr, ungefährender Zeitpunkt der höchsten thermischen Belastung im Zusammenwirken mit der Sonneneinstrahlung - siehe **Grafik 10**) bzw. auf warme Sommernächte (23:00 Uhr, Zeitpunkt bis zu dem in der Regel in Sommernächten die Wohnungen vor dem Zu-Bett-Gehen nochmals durchgelüftet werden).



Grafik 10: Tagesgang der Lufttemperatur an einem beispielhaften heißen Sommertag (04.-05.08.2022) an der DWD-Station Gießen.
Datenquelle: <https://www.dwd.de>

Ergänzend wird für die Tagsituation mit Südwestwind als humanbioklimatisches Maß die physiologische Äquivalenttemperatur (engl. Physiological Equivalent Temperature, PET) berechnet, um die Aufenthaltsqualität im Bereich der vorgesehenen Bebauung vertiefend zu bewerten. Der PET-Wert ist ein biometeorologisches Bewertungsmaß (siehe VDI-Richtlinie 3787, Blatt 2), das den aktuellen meteorologischen Atmosphärenzustand in thermischer Hinsicht für den Menschen bewertbar macht und sämtliche Strahlungsflüsse berücksichtigt (siehe **Grafik 11**).

Die PET ist auf Basis einer standardisierten Person, die sich im Freien aufhält und nachfolgende Kriterien erfüllt, diejenige Temperatur, bei der im typischen Innenraum die Energiebilanz eines Menschen bei gleichen Werten der Haut- und Kerntemperatur ausgeglichen ist. Es findet eine Adaption der real wahrgenommenen Bedingungen der Außenwelt in den Innenraum statt und ermöglicht es dem Menschen, den thermischen Zustand außerhalb mit seinen Erfahrungen im Innenraum in Relation zu setzen (IÖR 2011). Das Behaglichkeitsniveau des Menschen liegt beim PET-Wert bei ca. 18 - 23°C. Bei Werten ab 35°C beginnt die starke Wärmebelastung / Hitzestress (siehe **Tabelle 2**).



Grafik 11: Schema „Thermischer Wirkungskomplex“. Parameter, die den Wärmehaushalt des Menschen beeinflussen. Grafikquelle: VDI-Richtlinie 3787, Blatt 2 (2008).

| PET in °C | Thermisches Empfinden | Belastungskategorie |
|---------------|-----------------------|--|
| PET > 41 | sehr heiß | extrem starke Wärmebelastung/Hitzestress |
| 35 < PET ≤ 41 | heiß | starke Wärmebelastung/Hitzestress |
| 29 < PET ≤ 35 | warm | moderate Wärmebelastung |
| 23 < PET ≤ 29 | leicht warm | leichte Wärmebelastung |
| 18 < PET ≤ 23 | komfortabel (neutral) | kein thermischer Stress |
| 13 < PET ≤ 18 | leicht kühl | leichter Kältestress |
| 8 < PET ≤ 13 | kühl | moderater Kältestress |
| 4 < PET ≤ 8 | kalt | starker Kältestress |
| PET ≤ 4 | sehr kalt | extremer Kältestress |

Tabelle 2: Kategorisierung der PET in Bereiche unterschiedlichen thermischen Empfindens. Tabelle: VDI-Richtlinie 3787, Blatt 2 (2022).

Die Standardperson (Klima-Michel) für den die PET-Berechnung aufgestellt ist, weist folgende Merkmale auf:

- Geschlecht: männlich
- Alter: 35 Jahre
- Gewicht: 75 kg
- Größe: 1,75 m
- Körperoberfläche: 1,9 m²
- metabolische Rate: 164 W (gehend)
- Kleidungsfaktor: 0,9 clo
- gehend: 1.21 m/s

Die PET zeigt eine starke Abhängigkeit von der mittleren Strahlungstemperatur, die entscheidend von der direkten Sonneneinstrahlung geprägt wird. Mit Blick auf die Wärmebelastung ist sie damit vor allem für die Bewertung des Aufenthalts im Freien am Tage sinnvoll einsetzbar.

Bei den Modellrechnungen wird davon ausgegangen, dass die Erschließungsstraßen asphaltiert sind. Bei den Erschließungswegen und Parkierungsflächen im Planungsgebiet wird davon ausgegangen dass sie mit mittelgrauem Pflaster hergestellt sind. Bei den Flachdächern findet eine extensive Dachbegrünung Berücksichtigung.

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

5.3.1 Thermische / bioklimatische Situation an einem heißen Sommertag (14 Uhr) mit südwestlicher Luftströmung (225°)

Die **Abbildung 20.1** zeigt für den **Ist-Zustand** die berechnete Lufttemperaturverteilung gegen 14:00 Uhr an einem heißen Sommertag ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$). Vorausgesetzt wird eine für windschwache Strahlungswetterlagen oftmals typische südwestliche Luftströmung (225°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

Bei Lufttemperaturen im Bereich vegetationsbedeckter Freiflächen von ca. 34.5 – 35.0°C werden über unbeschatteten Stellplatzflächen und Straßenzügen Lufttemperaturen von ca. 35.6 - 36.5°C berechnet.

Mit Realisierung der max. möglichen Bebauung nach Bebauungsplan Nr. 12 „Oculus Campus“ und den anvisierten grünordnerischen Maßnahmen (**Plan-Zustand**, **Abbildungen 20.2** und **20.3**) ist am Tag allein im Bereich der neuen Verkehrsanbindung zur Gießener Straße / K355 sowie über den neuen Erschließungsflächen eine leichte Lufttemperaturzunahme von ca. 0.2 – 0.6°C zu ermitteln.

Eine siedlungsklimatisch relevante Zunahme der thermischen Belastung im Planungsumfeld wird nicht festgestellt.

Das Lufttemperaturniveau im Bereich der geplanten Wohngebäude entspricht dem in der Bestandsbebauung von Münchholzhausen.

In den **Abbildungen 21.1 – 21.3** sind vergleichend für den **Ist-** und **Plan-Zustand** die Ergebnisse der PET-Simulationen exemplarisch für einen typischen Sommertag ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) dokumentiert.

Die PET-Werte (~ gefühlte Temperatur) erreichen im Untersuchungsgebiet mit etwa 24.0°C bis 48.0°C eine Spanne von 24°C. Die niedrigsten Werte werden im Baumschatten simuliert (unter 30°C).

Extreme bioklimatische Belastungen mit PET-Werten von über 41.0°C sind über versiegelten Flächen ohne Gebäude- / Baumschatten und abgeschwächter bodennaher Ventilation zu bilanzieren. Derartige Werte sind im **Ist-Zustand** z.B. über den Stellplatzflächen nördlich des Planungsgebiets zu bestimmen.

Im **Plan-Zustand** ergibt sich im Bereich des Planungsgebiets eine Vielfalt unterschiedlicher Mikrokimate. Während in den Baum- und Gebäudeschatten leichte bis moderate Wärmebelastungen vorliegen, werden über versiegelten Erschließungsflächen starke bis sehr starke Hitzebelastungen simuliert.

Bei Realisierung des Planungsvorhabens ist in der Bestandsbebauung von Münchholzhausen allein zwischen Sudetenstraße und Ohlacker am Ostrand der Bestandsbebauung eine geringfügige Zunahme der physiologischen Äquivalenttemperatur (PET) um 1 – 2 °C zu bestimmen. Eine Überschreitung des ortsspezifischen Niveaus erfolgt dadurch nicht.

In der Ortslage Dutenhofen ist keine bioklimatische Zusatzbelastung zu bilanzieren.

5.3.2 Thermische Situation an einem heißen Sommertag (14 Uhr) mit ost-südöstlicher Luftströmung (120°)

Bei Winden aus ost-südöstlicher Richtung (**Abbildungen 22.1 – 22.3**) gehen an heißen Sommertagen von den nach Bebauungsplan Nr. 12 möglichen Gebäude- und Flächennutzungsstrukturen keine gravierenden thermischen Negativeffekte aus. Im Bereich der Reihenhausbebauung Ohlacker 9 – 45 werden gegenüber dem Ist-Zustand zwar um ca. 0-2 -0.4°C höhere Lufttemperaturen berechnet, eine Überschreitung der ortstypischen thermischen Umgebungsbedingungen ist dadurch aber nicht zu bilanzieren.

5.3.3 Thermische Situation in einer warmen Sommernacht (23 Uhr) mit schwacher südwestlicher Luftströmung (230°)

Wie u.a. in Kap. 4.1 bereits erläutert, setzen am Planungsstandort in stadtklimatisch besonders relevanten Sommernächten vermehrt lokale Kaltluftbewegungen aus südwestlichen Richtungen über das Welschbachtal ein. Daher wird nachfolgend den Berechnungen eine beispielhafte Situation mit Südwest-Winden (1.5 m/s) zu Grunde gelegt.

Die Ergebnisse der mikroskaligen Modellrechnungen (2 m ü.G.) für den **Ist-Zustand (Abbildung 23.1)** zeigen, dass das Freiraumgefüge zwischen den Ortslagen Münchholzhausen und Dutenhofen mit seinen nördlich und südlich angrenzenden Hangzonen in den Nachtstunden als lokale Temperatursenken fungieren. Bei vorherrschenden Winden aus Südwesten wird die Kaltluft vermehrt in Richtung der Ortslage Dutenhofen transportiert. Die dortigen Wohnlagen am westlichen Siedlungsrand zeigen daher eine vergleichsweise forcierte nächtliche Abkühlung.

Im **Plan-Zustand** (**Abbildungen 23.2** und **23.3**) bewirkt der örtliche Verlust an Kaltluftentstehungsflächen eine thermische Zusatzbelastung. Die Lufttemperatur steigt im Planungsgebiet gegenüber dem Ist-Zustand um ca. 0.3 – 2.2°C an. Die vom Planungsgebiet ausgehende Warmluftfahne in Richtung Nordosten reicht bis zur Siedlungsrandlage von Dutenhofen. Im Bereich der Welschbachstraße steigt die Lufttemperatur um ca. 0.6 – 1.2°C an. Damit wird dort ein Lufttemperaturniveau erreicht, wie es derzeit in den zentraler gelegenen Wohngebieten von Dutenhofen (Schillerstraße / Honiggasse) zu bestimmen ist. Dies lässt sich aus den Ergebnissen der Lufttemperaturprofilmessfahrten vom 14.06.2021 (**Abbildung 10.1**) ableiten. Laut Klimafunktionskarte (**Abbildung 11**) bleiben damit noch günstige bioklimatische Verhältnisse gesichert.

5.3.4 Thermische Situation in einer warmen Sommernacht (23 Uhr) mit schwacher ostsüdöstlicher Luftströmung (120°)

Ostsüdöstliche Luftströmungen treten im Planungsgebiet in den Nachtstunden dann auf, wenn die lokalen Kaltluftbewegungen entlang des Welschbachs bei aufkommender Bewölkung zurücktreten und großwetterlagenbedingte Winde aus östlichen Richtungssektoren das bodennahe Ventilationsgeschehen übernehmen. Die Windgeschwindigkeit wird mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G. angesetzt (= windschwache Situation).

Bei einer derartigen Situation befindet sich die Reihenhausbebauung am Straßenzug Ohlacker in direkter Lee-Lage zum Planungsgebiet.

Wie die Ergebnisse der Lufttemperatursimulationen (**Abbildungen 24.1 – 24.3**) zeigen, bildet sich im Lee der potenziellen Neubebauung im **Plan-Zustand** eine Warmluftfahne in Richtung Nordwesten aus. Sie reicht in abgeschwächter Intensität (+0.3 bis 1.2°C) bis in das Planungsgebiet „Schattenlänge“.

Im Bereich der nahegelegenen Reihenhausbebauung am Straßenzug Ohlacker ist in den Nachtstunden mit einem planungsbedingten Lufttemperaturanstieg um ca. 0.9 – 2.1°C zu rechnen. Damit wird dort ein Lufttemperaturniveau erreicht, wie es im Ortszentrum von Münchholzhausen (z.B. Lindenstraße) vorzufinden ist. Da das nächtliche Lufttemperaturniveau auch im Ortszentrum von Münchholzhausen insgesamt als günstig einzustufen ist (siehe **Abbildung 13**), ist die berechnete thermische Zusatzbelastung kein Ausschlusskriterium für die Planung.

In Anbetracht der prognostizierten klimawandelbedingten Zunahme von Tropennächten sind jedoch im Planungsgebiet noch zusätzliche Maßnahmen zur Minderung der Überwärmung zu berücksichtigen (siehe Kap. 6.2).

6 Zusammenfassung – Planung, planungsbedingte Klimamodifikationen, Bewertung und Planungsempfehlungen

Im Wetzlarer Stadtteil Münchholzhausen soll auf Grundlage des Bebauungsplans Nr. 12 „Oculus Campus“ ein neues Misch-/Gewerbegebiet entwickelt werden.

Es ist vorgesehen, dass im ca. 4.6 ha großen Planungsgebiet durch das Unternehmen OCULUS OPTIKGERÄTE GMBH neben Flächen und Gebäuden für die Produktion und einzelne Verarbeitungsprozesse auch ein Hochregallager sowie Gebäude mit Ausstellungs-, Schulungs- und Besprechungsräumen realisiert werden. Wohnungen und sozialen Zwecken dienende Räumlichkeiten für Beschäftigte bilden weitere Bausteine des Planungskonzepts.

Der vorgelegte Bebauungsplanentwurf Nr. 12 „Oculus Campus“ vom 26.11.2024 sieht im westlichen Planungsteilgebiet (1) die Festsetzung „Mischgebiet“ vor. Die GRZ beläuft sich auf 0.8 und die GZF ist mit 1.8 ausgewiesen. Das Höchstmaß für die Anzahl der Vollgeschosse beträgt 3. In den im Mischgebiet eingetragenen überbaubaren Grundstücksflächen sind max. Gebäudehöhen von 10.0 m und 17.5 m festgesetzt. Als unterer Bezugspunkt für die Höhenermittlung baulicher Anlagen gilt die Höhe von 198.50 m ü. NHN. Oberer Bezugspunkt ist der oberste Gebäudeabschluss (Gebäudeoberkante).

Im östlichen Planungsteilgebiet (2) ist ein eingeschränktes Gewerbegebiet angedacht. Die GRZ ist ebenfalls mit 0.8 angesetzt. Die max. Gebäudehöhen belaufen sich in den ausgewiesenen Baufeldern auf 10.0, 15.0, 17.5 und 20.0 m ü. NHN. Auch hierbei gilt als unterer Bezugspunkt für die Höhenermittlung baulicher Anlagen die Höhe von 198.50 m ü. NHN. Oberer Bezugspunkt ist wiederum der oberste Gebäudeabschluss (Gebäudeoberkante).

Die verkehrliche Erschließung der Gewerbegebietsflächen erfolgt von Norden her über die Gießener Straße / K 355. Zudem besteht Anschluss an die Sudetenstraße im Südwesten.

Pkw-Stellplätze sind in den beiden Planungsteilgebieten nach PLANUNGSBÜRO FISCHER PARTNERSCHAFTSGESELLSCHAFT MBB (2024) in wasserdurchlässiger Bauweise, z.B. mit weitfugigem Pflaster, Rasengittersteinen, Porenpflaster oder Schotterterrassen, herzustellen.

Als grünordnerische Ausgleichsmaßnahmen sind extensive Dachbegrünungen (auch in Kombination mit PV-Anlagen), Baum- und Strauchpflanzungen vorgesehen.

Standflächen für Abfall- und Wertstoffbehälter sind einzugrünen.

Das von der Gießener Straße / K 355 (ca. 203 m ü. NHN) im Norden in Richtung Sudetenstraße im Süden (ca. 189 m ü. NHN) um ca. 14 m abfallende Gelände wird aktuell überwiegend intensiv landwirtschaftlich genutzt.

Im Regionalplan Mittelhessen (2010) ist das Planungsgebiet als „Vorranggebiet Siedlung Planung“ ausgewiesen. Im Flächennutzungsplan der Stadt Wetzlar ist das Planungsgebiet als Fläche für die Landwirtschaft gekennzeichnet (STADT WETZLAR 2022).

Westlich des Planungsgebiets schließen überwiegend gewerblich genutzte Flächen an. Wohnbebauung befindet sich in Form von Reihenhäusern im Straßenzug Ohlacker südlich der AUTO-WELLER GMBH & CO. KG.

Der westliche Ortsrand von Dutenhofen (Welschbachstraße) befindet sich ca. 155 - 160 m nordöstlich des Planungsgebiets.

Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens sind mit Hilfe des vorliegenden Klimagutachtens die klimaökologischen Verhältnisse im Planungsgebiet und in dessen Umfeld vertiefend zu analysieren und die aus der max. möglichen Bebauung sich ergebenden lokalklimatischen Modifikationen mit Hilfe numerischer Modellrechnungen zu bilanzieren und zu bewerten. Es wird angestrebt, mit Hilfe der getroffenen Festsetzungen zur Gebäudestruktur und zu grünordnerischen Maßnahmen den vom Planungsgebiet ausgehenden Barriere- und Wärmeinseleffekt in seiner Intensität zu minimieren und räumlich eng zu begrenzen.

6.1 Einfluss der geplanten Bebauung auf die klimaökologischen Funktionsabläufe und Bewertung

Aus den in Kap. 4 beschriebenen ortsspezifischen Klimaverhältnissen resultiert, dass die im Planungsgebiet bestehenden Funktionen als Kaltluftleit- und Ventilationsbahn und Kaltluftproduktionsfläche in möglichst nur begrenzten Umfang gestört werden sollten. Es ist zu beachten, dass die potenzielle Bebauung nicht zu einer gravierenden thermischen Zusatzbelastung in der benachbarten Bestandsbebauung von Münchholzhausen und Dutenhofen führt.

Die Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen dokumentieren, dass in siedlungsklimatisch besonders relevanten sommerlichen Strahlungsächten, bei denen örtlich häufig südwestliche bis westliche Windrichtungen vorherrschen, durch die angestrebte Bebauung „Oculus Campus“ die kaltluftspezifische Belüftung in der Bestandsbebauung von Münchholzhausen und Dutenhofen nicht gravierend beeinträchtigt wird.

Am Westrand der Ortslage Dutenhofen (= Kaltluftzielgebiet) führen die planungsbedingten Stau- und Windschatten-Effekte in der ersten Nachthälfte zu einer Abnahme des lokalen Kaltluftvolumenstroms um ca. 4.6%. In der zweiten Nachthälfte ist noch eine Einbuße um ca. 4.1% zu bilanzieren.

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

Derartige Werte sind nach VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5 (2024-Entwurf) auch bei Berücksichtigung der prognostizierten Klimawandelfolgen noch zu akzeptieren. Die berechnete Abnahme des lokalen Kaltluftvolumenstroms im Kaltluftzielgebiet Dutenhofen ist demgemäß als nur geringfügige Beeinträchtigung der kaltluftspezifischen Belüftung einzustufen. Der Kaltluftstrom entlang des Welschbachs erfährt durch die Planung ebenfalls keine gravierende Beeinträchtigung.

Die Ortslage Münchholzhausen ist in Strahlungsnächten von keinen relevanten planungsbedingten Kaltluftströmungsveränderungen betroffen. Allein im Bereich der Reihenhäuser im Straßenzug Im Ohlacker ist durch Staueffekte mit einer geringfügigen Abschwächung des Kaltluftbelüftungsintensität zu rechnen. Eine erhöhte Neigung zu Luftstagnation ist aber nicht festzustellen.

Auch die Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen lassen am Tag bei zu meist vorherrschenden Südwest-Winden in der Ortslage Dutenhofen keine relevante Beeinträchtigung des ortsspezifischen Luftaustauschgeschehens erwarten. Die Lee-Effekte des „Oculus Campus“ bleiben auf die Freiflächen westlich der Bebauung Dutenhofen begrenzt.

Bei vorherrschenden Südwest-Winden kommt es westlich des Planungsgebiets „Oculus Campus“ durch Ecken- und Düseneffekte zwischen der Bestandsbebauung am Ortsrand von Münchholzhausen und geplanter Bebauung stellenweise zu leichten Windbeschleunigungen. Dem stehen an anderer Stelle kleinräumige Windabschwächungen gegenüber. Eine planungsbedingte großflächige Zunahme von Luftstagnationstendenzen ist in der Bestandsbebauung von Münchholzhausen nicht zu erwarten.

Bei Ostsüdost-Winden, die laut örtlicher Windstatistik aber nur zu ca. 7% der Tagestunden zu verzeichnen sind, befindet sich die Wohnbebauung im Bereich des Straßenzugs Ohlacker im Lee des Planungsgebiets.

Mit Realisierung der Bebauung „Oculus Campus“ nimmt die Belüftungsintensität allein im Bereich der Bestandsbebauung am Straßenzug Ohlacker ab. Es häufen sich im Bereich der Reihenhausbebauung aber keine Luftstagnationstendenzen. Sie beschränken sich die Freiflächen des geplanten Mischgebiets. Laut VDI-Richtlinie 3787 Blatt 4 (2020) sind in zunehmend windschwachen Bereichen Überwärmungstendenzen mit Hilfe thermische wirksamer Ausgleichsmaßnahmen entgegen zu wirken.

Ergänzende Berechnungen zur Prüfung der thermischen / bioklimatischen Folgeerscheinungen der potenziellen Neubebauung belegen, dass an siedlungsklimatisch besonders relevanten heißen Sommertagen mit zumeist vorherrschenden Südwest-Winden das Planungsvorhaben „Oculus Campus im Planungsumfeld zu keinen nennenswerten thermischen Zusatzbelastungen führt. Allein im Bereich der neuen Verkehrsanbindung zur Gießener Straße / K355 sowie über den neuen Parkierungsflächen ist tagsüber eine leichte Lufttemperaturzunahme von ca. 0.2 – 0.6°C zu ermitteln.

Auch bzgl. der bioklimatischen Verhältnisse sind keine gravierenden Negativeffekte zu bestimmen. Bei Realisierung des Planungsvorhabens ist in der Bestandsbebauung von Münchholzhausen allein zwischen Sudetenstraße und Ohlacker eine geringfügige Zunahme der physiologischen Äquivalenttemperatur (PET) um weniger als 1.0°C zu erwarten. Eine Überschreitung des ortsspezifischen Niveaus erfolgt dadurch nicht.

Im Plan-Zustand ergibt sich im Bereich des Planungsgebiets eine Vielfalt unterschiedlicher Mikroklimata. Während in den Baum- und Gebäudeschatten leichte bis moderate Wärmebelastungen vorliegen, werden über versiegelten Erschließungsflächen starke bis sehr starke Hitzebelastungen simuliert.

Im Planungsumfeld stellen sich zwischen Sudetenstraße und Ohlacker um ca. 0.5 – 1.5 °C höhere PET-Werte ein.

In der Ortslage Dutenhofen beträgt die bioklimatische Zusatzbelastung weniger als 0.5°C. Die bioklimatischen Verhältnisse entsprechen auch hier weiterhin dem ortsspezifischen Niveau.

Bei Winden aus ostsüdöstlicher Richtung gehen an heißen Sommertagen von den nach Planungsentwurf möglichen Gebäude- und Flächennutzungsstrukturen im Planungsgebiet „Oculus Campus“ ebenfalls keine gravierenden thermischen Negativeffekte aus.

Wie in Kap. 4.1 erläutert, fungiert das Freiraumgefüge zwischen den Ortslagen Münchholzhausen und Dutenhofen in lokalklimatisch besonders bedeutsamen Strahlungsnächten gegenwärtig als lokale Temperatursenke. Bei dann zumeist vorherrschenden Südwest- bis West-Winden wird die Kaltluft vermehrt in Richtung der Ortslage Dutenhofen transportiert. Die dortigen Wohnlagen am westlichen Siedlungsrand zeigen daher eine vergleichsweise forcierte nächtliche Abkühlung.

Im Plan-Zustand steigt die Lufttemperatur im Planungsgebiet gegenüber dem Ist-Zustand um ca. 0.3 – 2.2°C an. Die vom Planungsgebiet ausgehende Warmluftfahne in Richtung Nordosten reicht bis zur Siedlungsrandlage von Dutenhofen. Im Bereich der Welschbachstraße steigt die Lufttemperatur gegenüber dem Ist-Zustand um ca. 0.6 – 1.2°C an.

Damit wird dort ein Lufttemperaturniveau erreicht, wie es derzeit in den zentraler gelegenen Wohngebieten von Dutenhofen (Schillerstraße / Honiggasse) zu bestimmen ist. Dies lässt sich aus den Ergebnissen der Lufttemperaturprofilmessungen vom 14.06.2021 (**Abbildung 12.1**) ableiten. Laut Klimafunktionskarte (**Abbildung 13**) bleiben damit noch günstige bioklimatische Verhältnisse gesichert.

In vermehrt bewölkten Nächten können zeitweise auch Winde aus östlichen bis ost-südöstlichen Richtungen auftreten. Die Ergebnisse der Lufttemperatursimulationen dokumentieren für diesen Fall, dass sich im Lee des Bebauungsplangebiets Nr. 12 „Oculus Campus“ eine auffallende Warmluftfahne in Richtung Nordwesten ausbildet. Sie reicht in abgeschwächter Intensität (+0.3 bis 1.2°C) bis in das Planungsgebiet „Schattenlänge“. Im Bereich der nahegelegenen Reihenhausbebauung am Straßenzug Ohlacker ist in den Nachtstunden mit einem planungsbedingten Lufttemperaturanstieg um ca. 0.9 – 2.1°C zu rechnen. Damit wird dort ein Lufttemperaturniveau erreicht, wie es im Ortszentrum von Münchholzhausen (z.B. Lindenstraße) vorzufinden ist. Da das nächtliche Lufttemperaturniveau auch im Ortszentrum von Münchholzhausen aber als günstig einzustufen ist (siehe **Abbildung 13**), ist die berechnete thermische Zusatzbelastung kein Ausschlusskriterium für die Planung.

In Anbetracht der prognostizierten klimawandelbedingten Zunahme von Tropennächten sind jedoch im Planungsgebiet noch zusätzliche Maßnahmen zur Minderung der Überwärmung zu berücksichtigen (siehe Kap. 6.2).

6.2 Planungsempfehlungen

Angesichts der in Kap. 4.2 angeführten Prognosen zu den Klimawandelfolgen, die u.a. eine deutliche Zunahme von heißen Tagen ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) und Tropennächten ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) erwarten lassen, muss es Ziel der Planung sein, trotz der räumlich begrenzten klimatischen Negativwirkung der geplanten Bebauung, die strömungs-dynamische und thermische / bioklimatische Ungunst des Planungsvorhabens mit ergänzenden Ausgleichsmaßnahmen eng zu begrenzen. Dies wird auch von Seiten der HLNUG bei der Ausweisung / Gestaltung von Gewerbegebieten gefordert - siehe **Grafik 12**.



Grafik 12: Deckblatt der HLNUG-Broschüre „Gewerbegebiete – klimaangepasst und fit für die Zukunft“

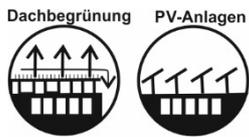
https://hlnug.de/fileadmin/dokumente/klima/klimprax/Gewerbegebiete-_klimaangepasst_und_fit_web.pdf

Nachfolgend werden daher klimawirksame Planungsempfehlungen skizziert. Die Hinweise sind als „Werkzeuge“ und in ihrer Gesamtheit als „Werkzeugkoffer“ zu verstehen, die im anstehenden Planungsverfahren mit Hilfe von Festsetzungen im Bebauungsplan konkretisiert werden können.

Insgesamt bieten sich aus klimaökologischer Sicht im vorliegenden Fall vier Handlungsfelder an:

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

Bauwerksbegrünung - Dachbegrünung:



Bei der Planung zum „Oculus Campus“ sind extensive Dachbegrünungen (Mindesthöhe der Substratschicht 10 cm) bereits berücksichtigt. Sie dienen der Klimaanpassung. Zusätzliche PV-Anlagen können einen Beitrag zum Klimaschutz (CO₂-Reduktion) leisten. Sie können in Kombination mit einer extensiven Dachbegrünung realisiert werden. Ein fachgerecht begrüntes und gut gepflegtes Flachdach erhöht die Effizienz von darauf installierten Photovoltaikanlagen (siehe **Foto 2**). Durch die niedrigeren Oberflächentemperaturen der Dachoberfläche wird die Leistung der Solarmodule erhöht.



Foto 2: Beispielhafte Darstellung einer extensiven Dachbegrünung in Kombination mit PV-Anlagen (Fotoaufnahme: ÖKOPLANA)

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

Dachbegrünungen leisten im Siedlungsgefüge auch einen nicht zu unterschätzenden Beitrag zur Erhöhung der Wasserrückhaltefähigkeit nach Starkregen. Die Abflussspitzen in die Kanalisation können damit gesenkt werden. Bei Extensivbegrünung beträgt der jährliche Wasserrückhalt im Mittel ca. 60% vom Niederschlag, bei Intensivbegrünung sogar bis 85%.

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

Aus klimaökologischer Sicht wären sogenannte Retentions Gründächer zu bevorzugen. Hierbei wird der Ablauf der Dachfläche mit einem Drosselement versehen, wodurch gezielt eine größere Regenmenge auf dem Dach zurückgehalten werden kann, als bei „normalen“ Gründächern (die Dachkonstruktion muss auf die zeitweilige Belastung mit Wasser ausgelegt sein). Das gespeicherte Wasser kann einerseits zur Bewässerung der Dachbegrünung genutzt werden, aber auch zeitlich verzögert im Gebäudeumfeld einer Versickerungsanlage oder der Kanalisation zugeführt werden. Die Zwischenspeicherung des Niederschlagswassers erfolgt in einem separaten Stauraum unterhalb der Begrünung, die entweder intensiv oder extensiv sein kann.

Bauwerksbegrünung - Fassadenbegrünung:

Fassadenbegrünung



Durch eine Begrünung von Fassadenflächen (siehe **Foto 3**) kann ein weiterer Beitrag zur Reduktion der örtlichen Überhitzung an heißen Sommertagen geleistet werden. Begrünte Wände heizen sich in geringerem Maße auf, wodurch sie weniger Wärme an die Umgebung abgeben. Gleichzeitig bewirkt der Verdunstungseffekt der Vegetation eine weitere Abkühlung. Im Vergleich zu einer unbegrünten Wand können nach PFOSER ET AL. 2013 in ca. 0.6 m Abstand zur Begrünung Lufttemperaturreduktionen bis ca. 1.3 °C gemessen werden. Modellrechnungen weisen auf Maximalwerte bis ca. 3.0 °C hin. Gleichzeitig bewirkt der Verdunstungseffekt der Vegetation eine weitere Abkühlung.

Zusätzlich reduziert sich durch den Schattenwurf der Vegetation auf die Hauswand und die Luftschicht im Zwischenraum die Wärmeaufnahme des Gebäudes. Somit kann durch Fassadenbegrünung sowohl der thermische Komfort in den angrenzenden Freiräumen, als auch im Gebäudeinneren verbessert werden. Auf Straßenniveau ist Fassadenbegrünung in thermischer Hinsicht wirksamer als eine Dachbegrünung.

Für die Luftreinhaltung sind begrünte Fassaden ebenfalls von Vorteil. Die Vegetation filtert Feinstaub und Schadstoffe aus der Luft und verbessert dadurch die Luftqualität. Auch für die Biodiversität sind begrünte Fassaden positiv. Sie bilden Lebensräume und können durch eine gezielte Bepflanzung mit geeigneten Pflanzenarten ebenfalls eine wichtige Nahrungsquelle darstellen.

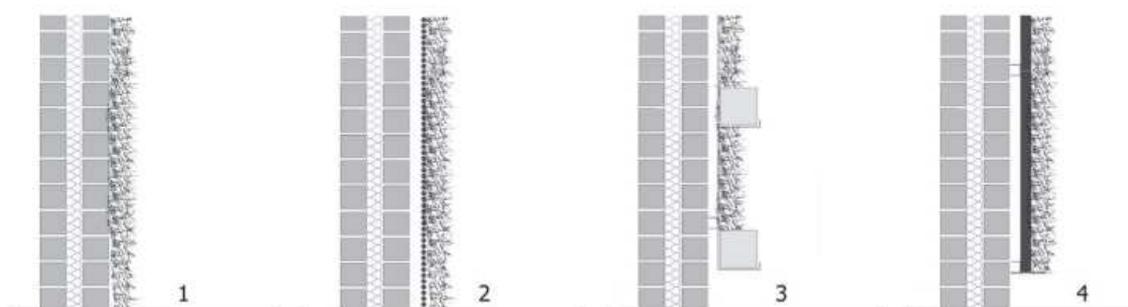
Für Fassadenbegrünungen bieten sich insbesondere nach Süden, Westen und Osten hin orientierten Wände an. Klimatisch wirkungsvoll sind vor allem Begrünungen von zusammenhängenden geschlossenen Fassadenflächen ab einer Größe von 50 m². Auflagen des Brandschutzes sind dabei zu berücksichtigen.



Foto 3: Beispielhafte Fassadenbegrünung (Bild freigegeben von: ©VERTIKO GmbH)
<https://www.vertiko.de/begruenungen-loesungen/living-wall-outdoor/>

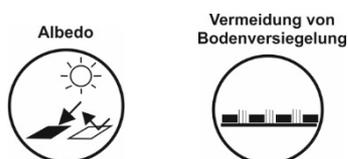
Beispielhafte Möglichkeiten der Fassadenbegrünung

Grundsätzlich kann bei Dachbegrünungen zwischen wand- und bodengebundenen Systemen unterschieden werden, wovon vier Beispiele in **Grafik 13** dargestellt sind. Bei der bodengebundenen Fassadenbegrünung wachsen die Pflanzen aus einer unversiegelten Fläche für den Wurzelraum auf dem Boden entlang der Fassade nach oben. Diese kann frei (1) oder unter Verwendung von Kletterhilfen (2) realisiert werden. Bei der fassadengebundenen Variante werden Substratträger an der Hauswand montiert. Diese können z. B. Pflanzenkästen (3) oder mit Erdschichten versehene Paneele sein (sog. „living walls“) (4) - SANTI ET AL. (2019).



Grafik 13 Beispielhafte Querschnittsdarstellung unterschiedlicher Fassadenbegrünungstypen (aus: SANTI ET AL. 2019: 115).

Oberflächen-, Straßenraumgestaltung - Berücksichtigung des Albedo-Effektes, Minimierung der Bodenversiegelung



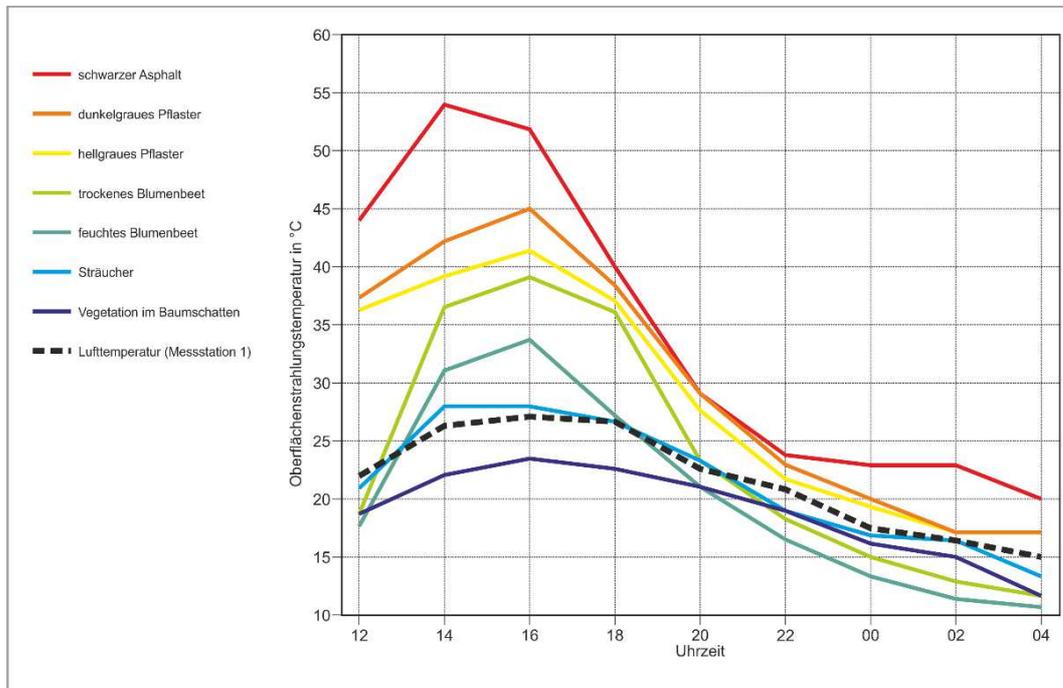
Damit im Planungsgebiet günstige thermische / bioklimatische Umgebungsbedingungen gesichert werden, sind die befestigten Erschließungsflächen auf das nur notwendige Maß zu begrenzen.

Wie **Grafik 14** zeigt, weisen graue Pflasterbeläge gegenüber schwarzen Asphaltflächen deutlich niedrigere Oberflächentemperaturen auf. Hierdurch wird in den Abendstunden auch die nächtliche Abkühlung forciert so dass der Wärmeinseleffekt räumlich eingengt werden kann.

Bei Parkplätzen sind, wie im Bebauungsplanentwurf bereits berücksichtigt, Rasengittersteine / Rasenfugenpflaster zu wählen.

Die Vorteile geringerer Bodenversiegelungen sind u.a.:

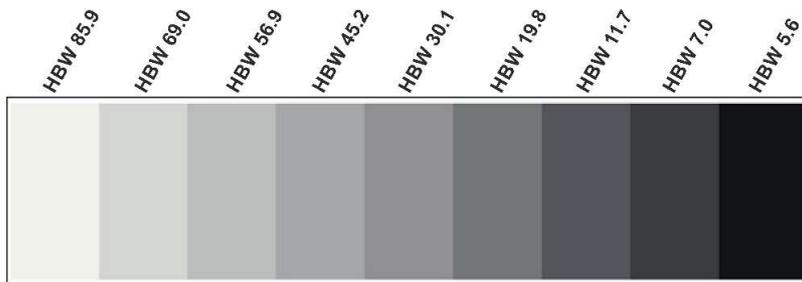
- die Reduktion vom Regenwasserabfluss und Wasserspeicherung im Boden,
- die erhöhte Verdunstung vom Boden,
- die geringeren Oberflächentemperaturen.



Grafik 14: Oberflächenstrahlungstemperaturen unterschiedlicher Oberflächenbeläge am 21./22.07.2020 zwischen 12:00 Uhr und 04:00 Uhr (ÖKOPLANA 2020)

Zudem sollten Erschließungs- und Fußwege mit möglichst hellen Oberflächenbelägen ausgestattet werden. Es sollte für Pflasterbeläge ein Hellbezugswert (engl. Albedo)⁸ zwischen ca. 30.0 und 60.0 gewählt werden (siehe **Grafik 15**), um am Tag die Aufheizung des Materials zu begrenzen und in der Nacht die örtliche Abkühlung nicht zu sehr zu verzögern. Bei zu hellen Belägen kann es am Tag zu Blendeffekten und zur Steigerung der bioklimatischen Belastung durch die Reflexstrahlung kommen.

⁸ Der Hellbezugswert definiert den Reflexionsgrad eines bestimmten Farbtons. Dabei ist der Reflexionsgrad des Schwarzpunktes = 0 % und der Reflexionsgrad des Weißpunktes = 100 %. Durch den Hellbezugswert wird beschrieben, wie weit der jeweilige Farbton vom Schwarzpunkt entfernt ist.



Grafik 15: Hellbezugswerte unterschiedlicher Grautöne (aus: <https://www.brillux.de>)

Auch durch die Wahl heller Fassadenfarben kann die bioklimatische Belastung im Nahbereich von Gebäuden wirksam herabgesetzt werden. Klimastudien zu diesem Thema lassen im Nahbereich zwischen hellen und dunklen Fassaden um bis zu 2.3°C niedriger PET-Werte (~ gefühlte Temperatur) erwarten (STADT ZÜRICH 2020), da die geringere Absorptionsfähigkeit heller Fassadenanstriche gegenüber dunklen Fassaden zu deutlich niedrigeren Oberflächentemperaturen führen. (siehe **Foto 4**).

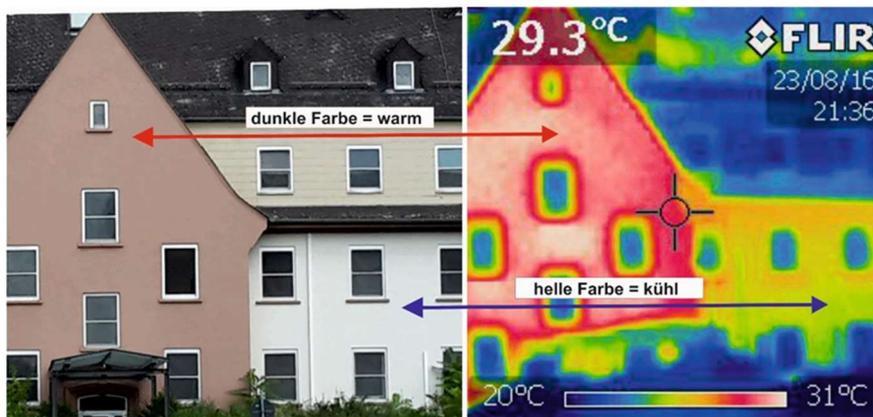
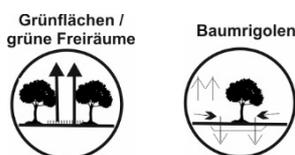


Foto 4: Oberflächentemperaturen unterschiedlich heller Fassaden
(Aufnahme: ÖKOPLANA, AUS: GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA 2017)

Grüne Infrastruktur



Die Ergebnisse von Modellrechnungen zum Bioklima belegen, dass an heißen Sommertagen unter Bäumen die gefühlte Temperatur (PET) um über 10°C niedriger ist als in unbeschatteten Bereichen mit gleicher Bodenbedeckung. Die beschatteten Flächen speichern weniger Wärme, wodurch zudem der nächtliche Wärmeinseleffekt herabgesetzt wird. Am Tag profitieren besonders südexponierte Flächen stark.

Hinzu tragen neben der Verschattung die Transpiration der Bäume selbst sowie die Evaporation der unversiegelten Flächen, auf denen sie verortet sind, zu einer Abkühlung bei (WESTERMANN ET AL. 2021).

Die kühlenden Verdunstungseffekte sind stark abhängig von der Wasserverfügbarkeit. Wird ein Baum in Trockenperioden bewässert, kann er mehr Wasser verdunsten und der Kühleffekt ist größer als bei einem unbewässerten Baum, dem der ausgetrocknete Boden kaum Wasser liefert. Bei der Auswahl möglichst großkroniger Laubbäume ist daher auf ihre Trockentoleranz und Hitzeresistenz zu achten.

Daher kommt es zur Reduktion der Wärmebelastung auch auf die Pflege und eine sorgfältige Vorbereitung der Pflanzgruben an.

So kann zum Beispiel durch den Einsatz von Baumrigolen der Wasserhaushalt eines Baumes optimiert werden. In der Rigole kann Niederschlagswasser temporär zurückgehalten und gespeichert werden, so dass es zu einem späteren Zeitpunkt zur Bewässerung des Baumes eingesetzt werden kann. Vor allem in den ersten Jahren nach der Pflanzung müssen Jungbäume bei anhaltender Trockenheit regelmäßig bewässert werden.

Die Anlage von Retentionsbereichen (Versickerungsmulden) wäre ebenfalls vorteilhaft. Sie tragen zur Vermeidung von Überschwemmungen bei Starkniederschlagsereignissen bei. Zudem ist eine Speicherung von Wasser für trockenere Perioden möglich.

Neben Bäumen zählen auch Büsche, Sträucher und Rasen zur grünen Infrastruktur. Sie bewirken ebenfalls niedrigere Oberflächentemperaturen.

Der vorgelegte Planungsentwurf zum Bebauungsplan Nr. 12 „Oculus Campus“ (**Abbildung 5**) sieht im Bereich der Erschließungsflächen bereits zahlreiche Baumpflanzungen vor. Trotz des vergleichsweise geringen Flächenanteils tragen diese zur Reduzierung der thermischen Ungunst von versiegelten Erschließungsflächen bei.

Im Bereich von Parkierungsflächen sind zur Schattenbildung und Erhöhung des örtlichen Grünvolumens Baumpflanzungen vorzusehen. Je vier Pkw-Stellplätze sollte ein schattenwerfender Baum gepflanzt werden. Dabei ist auf eine klimaan-
gepasste Artenwahl zu achten.

Die Modellrechnungen zu den thermischen Umgebungsbedingungen zeigen, dass bei Winden aus östlichen Richtungssektoren im Bereich des Straßenzugs Ohlacker in den Nachtstunden mit einer planungsbedingten Wärmezusatzbelastung zu rechnen ist. Aus klimaökologischer Sicht wäre daher zu empfehlen, bei Realisierung potenzieller Parkierungs-/Stellplatzflächen am Nordwestrand des Planungsgebiets diese mit einer wassergebundener Decke oder Rasengittersteinen auszuführen und möglichst dicht mit schattenwerfenden Laubbäumen zu überstellen (mindestens ein Laubbaum je drei Stellplätze).

Blaue Infrastruktur (Wasserflächen / Fontänen)

Wasserfläche /
Fontäne



Eine weitere Möglichkeit zur Optimierung der thermischen Umgebungsbedingungen an heißen Sommertagen bieten Wasserflächen in Form von Wasserspielen oder Brunnenanlagen mit bewegtem Wasser (**Abbildung 29**). Diese bieten sich bspw. im Bereich von gebietsinternen Aufenthaltsflächen (z.B. Pausenflächen für Arbeitende) an. Sie verringern die thermische Belastung an heißen Sommertagen im unmittelbaren Nahbereich durch Verdunstungskälte (vor allem beim Einsatz von Fontänen) und steigern damit die Qualität von Aufenthaltsbereichen. In Kombination mit schattenwerfenden Bäumen sind lokale Lufttemperatursenkungen von ca. 0.2 – 1.5°C möglich.

Fazit:

Die zur Bewertung des vorgelegten Bebauungsplans Nr. 12 „Oculus Campus“ (Entwurf vom 26.11.2024) durchgeführten Klimaanalysen lassen in der Gesamtbilanz keine klimaökologischen Negativeffekte erwarten, die einer Realisierung entgegenstehen. Unvermeidbare strömungsdynamische Veränderungen führen in den nächstgelegenen Wohnlagen zu keinen erheblichen Beeinträchtigungen der Belüftungsintensitäten. Eine gravierende thermische / bioklimatische Zusatzbelastung, die zu einer Überschreitung des ortstypischen Klimaniveaus von Münchholzhausen / Dutenhofen führt, ist ebenfalls nicht festzustellen. Mit den o.a. Planungsempfehlungen lassen sich die zu bilanzierenden kleinräumigen thermischen Zusatzbelastungen wirksam minimieren.



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

Mannheim, 13. Dezember 2024

Quellenverzeichnis / weiterführende Schriften

- BAUMÜLLER, N. (2018):** Stadt im Klimawandel. Klimaanpassung in der Stadtplanung. Grundlagen, Maßnahmen und Instrumente. Dissertation am Städtebau-Institut der Universität Stuttgart. Stuttgart.
- BMBAU, BUNDESMINISTERIUM FÜR RAUMORDNUNG, BAUWESEN UND STÄDTEBAU (1979):** Regionale Luftaustauschprozesse und ihre Bedeutung für die räumliche Planung. Schriftenreihe 06.032. Bonn.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (2013):** KLAMIS. Modellgestützte Klimaanalysen und –bewertungen für die Regionalplanung. Grundlagen für einen Leitfaden. Berlin.
- BRUSE, M. (2002/2024):** ENVI-met - Mikroskaliges Klimamodell. Essen.
- BRUSE, M. (2003):** Stadtgrün und Stadtklima – Wie sich Grünflächen auf das Mikroklima in Städten auswirken. In: LÖBF-Mitteilungen 1/2003. S. 66 – 70.
- DWD - DEUTSCHER WETTERDIENST (2005/2008):** Das Kaltluftabfluss-Modell KLAM_21. Theoretische Grundlagen, Anwendung und Handhabung des PC-Modells. Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 227. Offenbach a. M.
- GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH (2014):** Klimafunktionskarte und Planungshinweiskarte Klima/Luft für die Universitätsstadt Gießen. Modellgestützte Analyse. Hannover.
- GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA (2017):** Planungsempfehlungen für die (stadt-)klimawandelgerechte Entwicklung von Konversionsflächen – Modellvorhaben Heidelberg. Reihe KLIMOPASS-Berichte. Hrsg.: LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Karlsruhe.
- GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH / ÖKOPLANA (2021):** Stadtklimaanalyse Mannheim 2020. Hannover. Mannheim.
- GERICS (2021):** Klimaausblick Landkreis Lahn-Dill-Kreis. Hamburg.
- GIESE-EICHHORN (1998/2016):** Handbuch zum prognostischen Strömungsmodell MISKAM. Wackernheim.
- GROSS, G. (1993):** Numerical Simulation of Canopy Flows. Springer Verlag, Heidelberg.
- GROSS, G. (2012):** Numerical Simulation of greening effects for idealised roofs with regional climate forcing. In: Meteorologische Zeitschrift, Vol 21, No 2, S. 171 -181, Heidelberg.
- HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMASCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2017):** Integrierter Klimaschutzplan 2025. Wiesbaden.

IÖR (2011): REGKLAM Ergebnisbericht. Regionales Klimaanpassungsprojekt Modellregion Dresden. Stadtstrukturabhängige Ausweisung sensitiver Siedlungsräume bei thermischen Belastungen als Grundlage für die künftige Stadtentwicklung. Dresden.

KING, E. (1973): Untersuchungen über kleinräumige Änderungen des Kaltluftflusses und der Frostgefährdung durch Straßenbauten (Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 130, Band 17).

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.

PLANUNGSBÜRO FISCHER (2024): Textliche Festsetzungen – Bebauungsplan Nr. 12 „Oculus Campus“ vom 26.11.2024. Wettenberg

SANTI, G., BERTOLAZZI, A., TURRINI, U. (2019): Vertical Turf For Green Façades: a Vertical Greenery Modular System Integrated To the Building Envelope. In: Journal of Green Building, Vol. 14 (4). DOI: 10.3992/1943-4618.14.4.111 (S. 111-132).

STADT WETZLAR (2022): Beschlussvorlage vom 13.12.2022 – Bauleitplanung der Stadt Wetzlar, Stadtteil Münchholzhausen. Bebauungsplan Nr. 12 „Oculus Campus“- Aufstellungsbeschluss. Wetzlar.

STADT WETZLAR (2020): Aktionsplan Klimaschutz und Klimawandelanpassung. Wetzlar.

STADT ZÜRICH (2020): Fachplanung Hitzeminderung, Zürich.

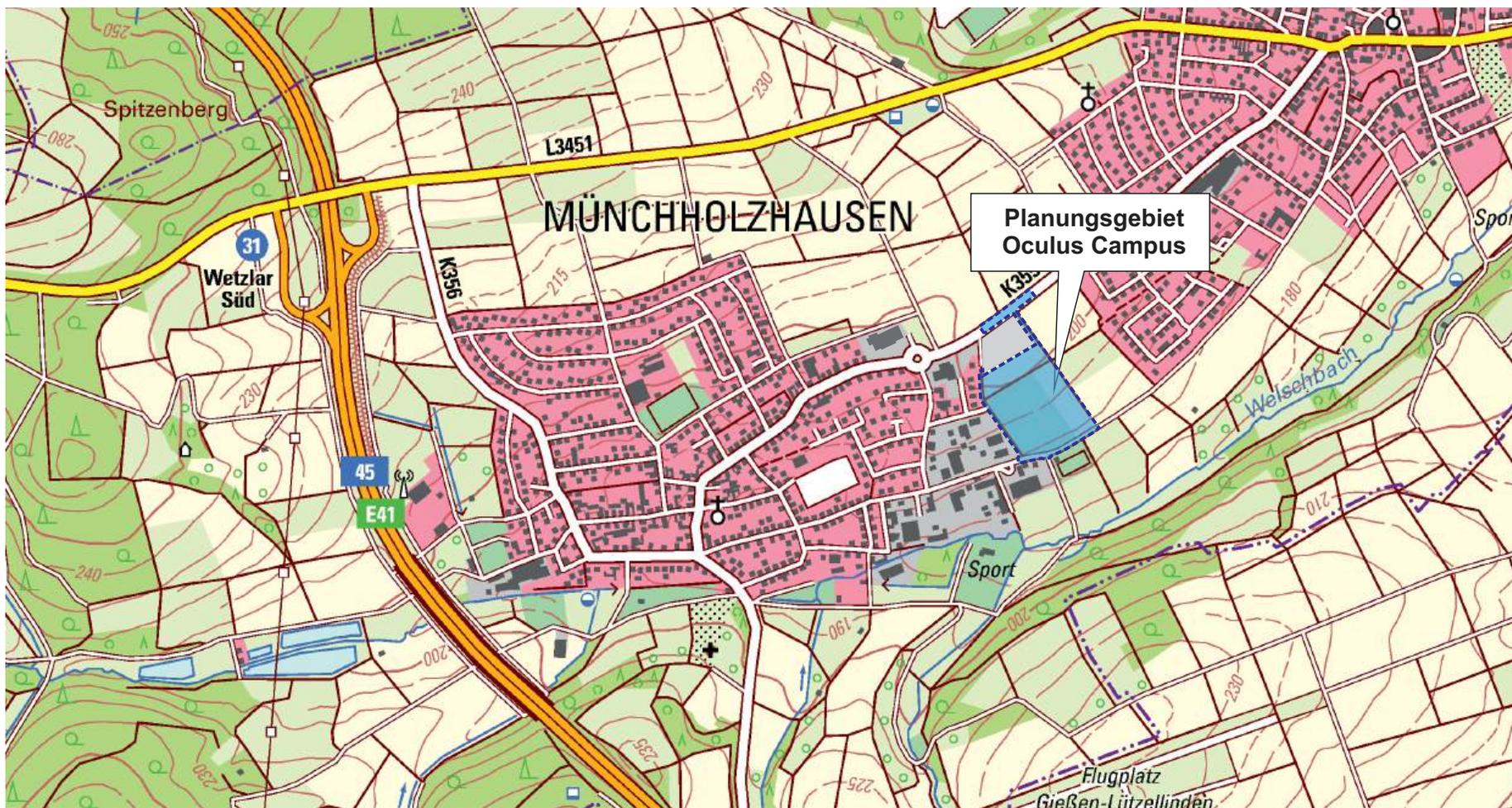
VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2003): VDI 3787, Bl. 5. Umweltmeteorologie – Lokale Kaltluft. Düsseldorf.

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2020): VDI 3787, Bl. 4. Umweltmeteorologie – Methoden zur Beschreibung von Stark- und Schwachwinden in bebauten Gebieten und deren Bewertung.

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2020): VDI 3787, Bl. 8. Umweltmeteorologie - Stadtentwicklung im Klimawandel. Düsseldorf.

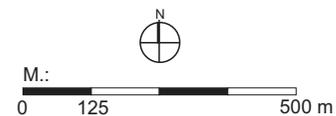
VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2021): VDI 3787, Bl. 2. Umweltmeteorologie - Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung der thermischen Komponente des Klimas. Düsseldorf.

Abb. 1 Lagesituation des Planungsgebiets „Oculus Campus“



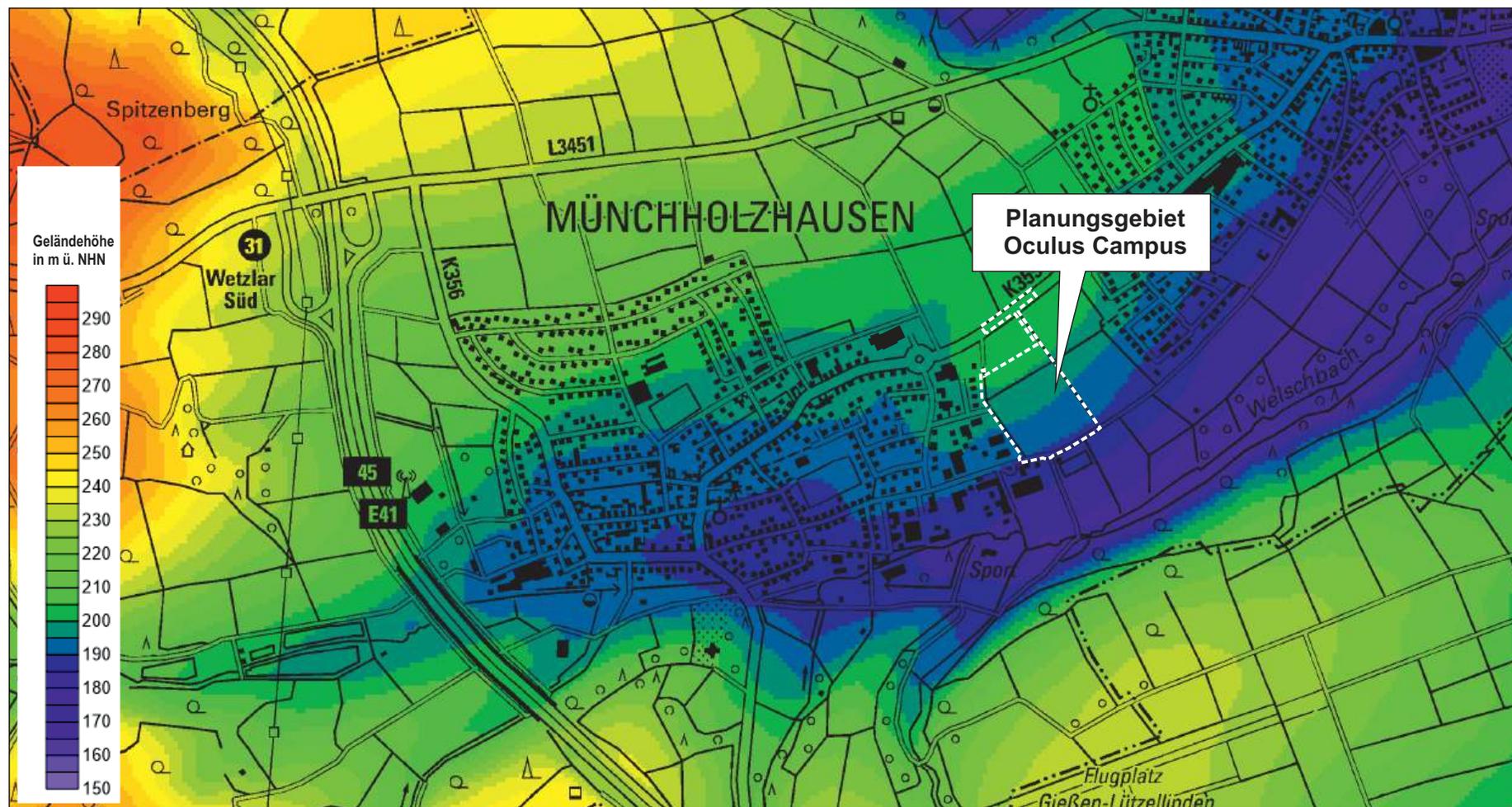
Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des
Bebauungsplanverfahrens Nr. 12
„Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen

Kartengrundlage: TK 1:25.000
Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation



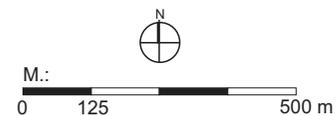
ÖKOPLANA

Abb. 2 Topografie im Bereich des Planungsgebiets „Oculus Campus“ und in dessen Umfeld



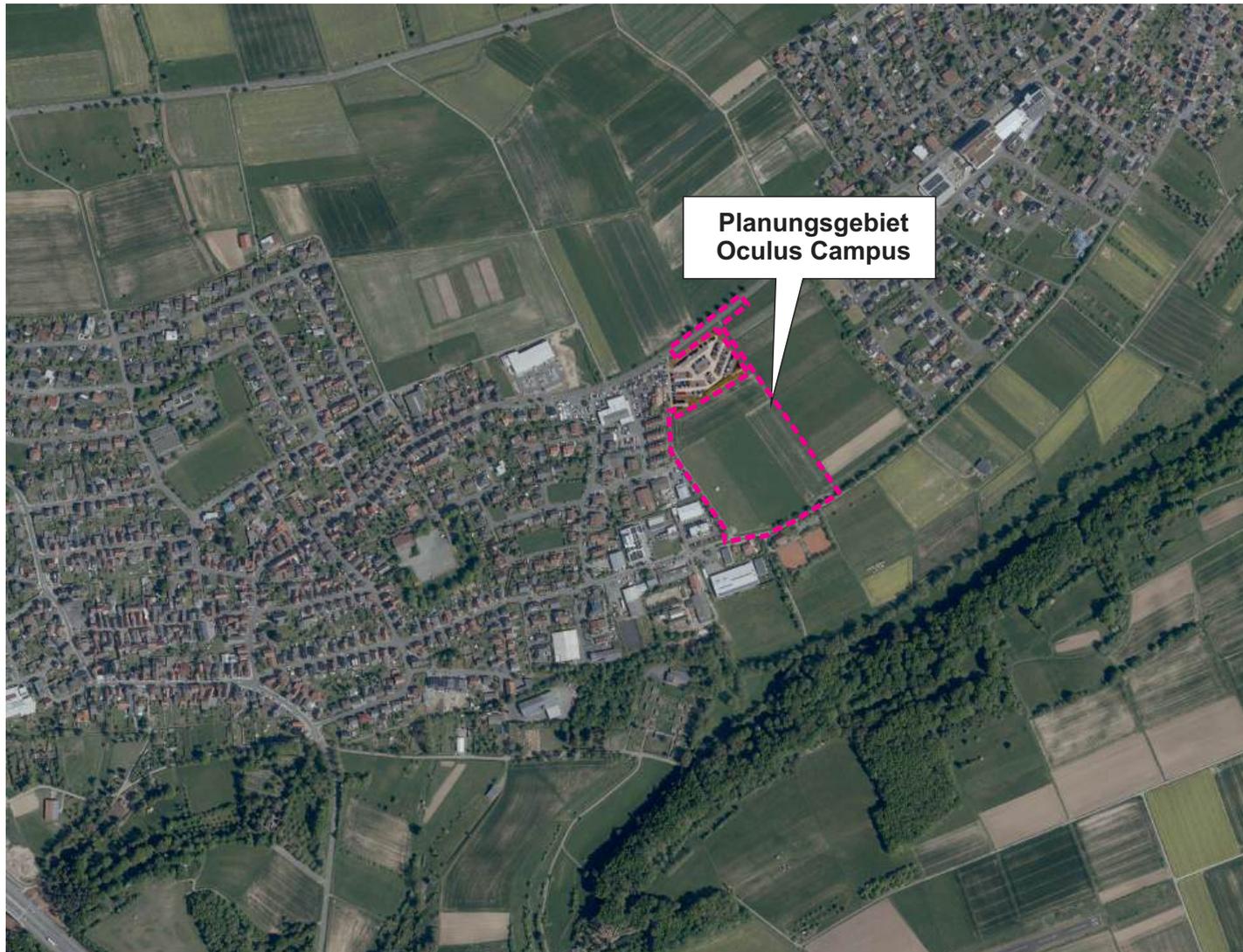
Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des
Bebauungsplanverfahrens Nr. 12
„Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen

Kartengrundlage: TK 1:25.000; DGM10
Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation



ÖKOPLANA

Abb. 3 Luftbild vom Planungsgebiet „Oculus Campus“ und von dessen Umfeld



 Lageposition
des Planungsgebiets

Luftbild:
Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und
Geoinformation

Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplan-
verfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen

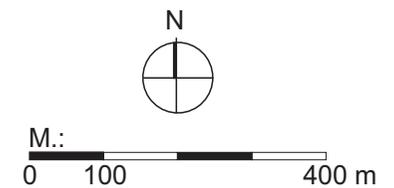


Abb. 4 Fotografische Dokumentation vom Planungsgebiet „Oculus Campus“



Lageposition
des Planungsgebiets

Standorte und Blickrichtungen
der Fotoaufnahmen

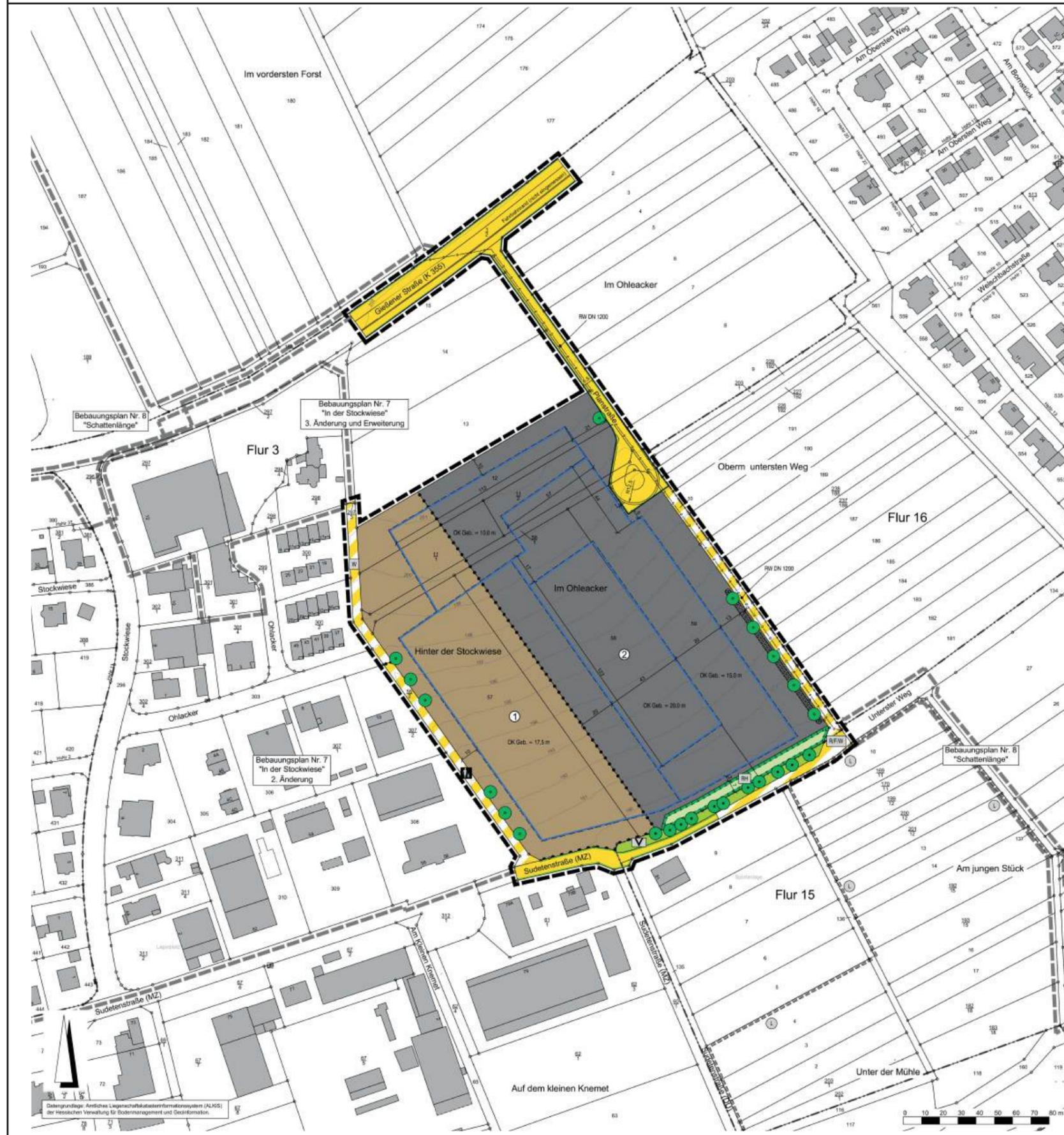


Luftbild:
Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und
Geoinformation
Fotoaufnahmen: ÖKOPLANA

Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplan-
verfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen



Abb. 5 Bebauungsplan Nr. 12 „Oculus Campus“ - Stadtteil Münchholzhausen, Vorentwurf 26.11.2024



Planzeichen

Art der baulichen Nutzung

- MI Mischgebiet
- GEe Eingeschränktes Gewerbegebiet

Maß der baulichen Nutzung

- GRZ Grundflächenzahl
- GFZ Geschossflächenzahl
- Z Zahl der Vollgeschosse als Höchstmaß
- Höhe baulicher Anlagen als Höchstmaß in m über Bezugspunkt, hier:
- OKGeb. Oberkante Gebäude

Bauweise, Baulinien, Baugrenzen

- Baugrenze
- überbaubare Grundstücksfläche
- nicht überbaubare Grundstücksfläche

Verkehrsflächen

- Straßenverkehrsflächen
- Straßenbegrenzungslinie
- Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung, hier:
- Fußweg
- Wirtschaftsweg
- Rad-, Fuß- und Wirtschaftsweg
- Bereich ohne Ein- und Ausfahrt

Grünflächen

- Öffentliche Grünflächen, Zweckbestimmung:
- Verkehrsbegleitgrün

Planungen, Nutzungsregelungen, Maßnahmen und Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft

- Umgrenzung von Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft
- Entwicklungsziel: Reptilienhabitat
- Anpflanzung von Laubbäumen
- Erhalt von Laubbäumen
- Umgrenzung von Flächen zum Anpflanzen von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen

Sonstige Planzeichen

- Grenze des räumlichen Geltungsbereiches des Bebauungsplanes
- Abgrenzung unterschiedlicher Art und unterschiedlichen Maßes der baulichen Nutzung

Sonstige Darstellungen

- Höhenlinie in m über Normalhöhennull (NN)
- Bemalung (verbindlich)
- Räumlicher Geltungsbereich der angrenzenden Bebauungspläne

Nachrichtliche Übernahmen

- RW DN 1200 Regenwasserkanal, Bestand (mit Angabe der Nennweite)
- Umgrenzung von Schutzgebieten und Schutzobjekten im Sinne des Naturschutzrechtes
- Landschaftsschutzgebiet "Auenverbund Lahn-Olf" (Nr. 2531018)

Nutzungsschablone

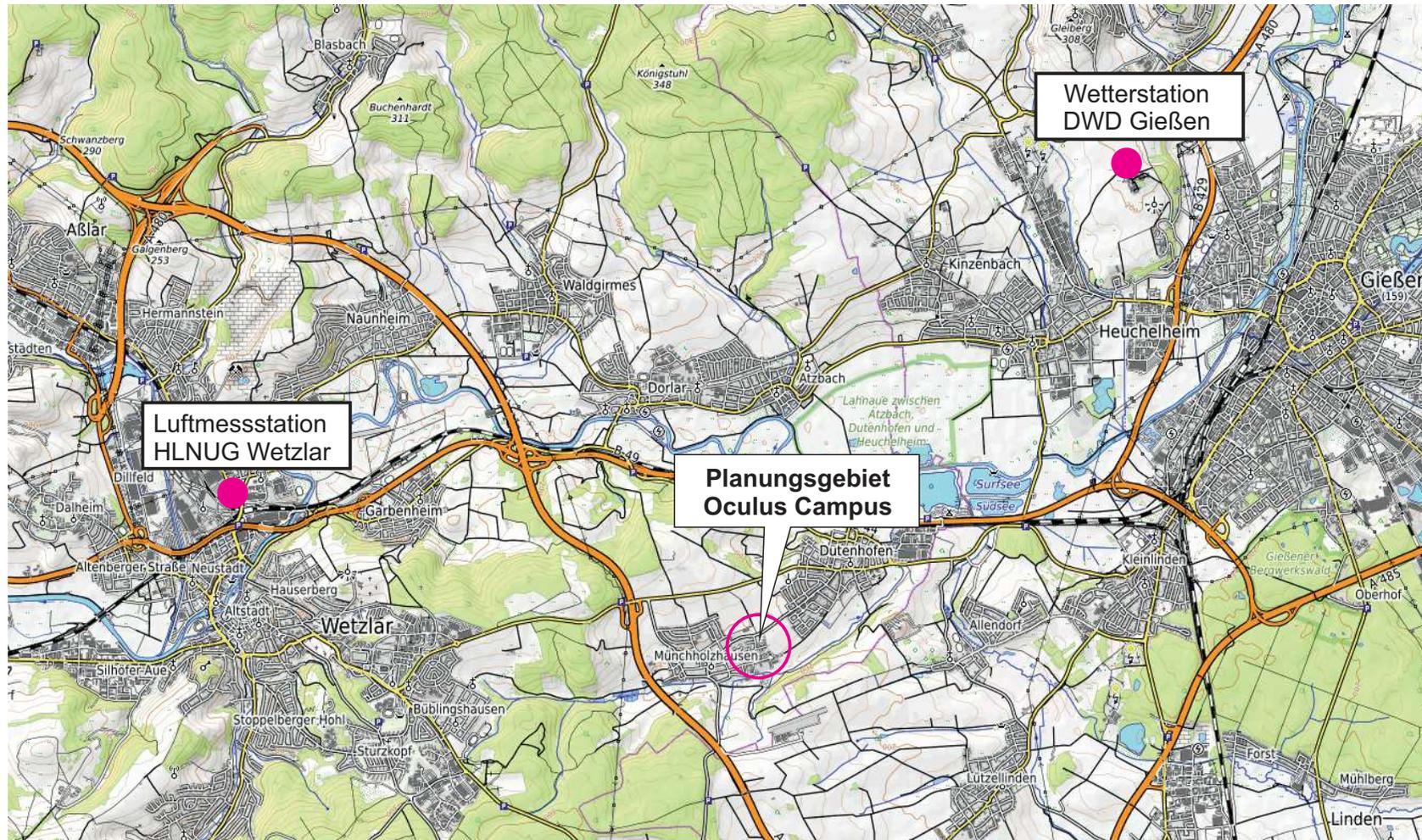
| Nr. | Baugebiet | GRZ | GFZ | Z | OKGeb. |
|-----|-----------|-----|-----|-----|-----------------|
| 1 | MI | 0,8 | 1,8 | III | siehe Plankarte |
| 2 | GEe | 0,8 | - | - | siehe Plankarte |

Bei Konkurrenz von GRZ und überbaubarer Grundstücksfläche gilt die engere Festsetzung.

Entwurf:
 PLANUNGSBÜRO
 FISCHER

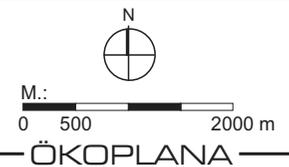
Projekt:
 Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar, Stadtteil Münchholzhausen

Abb. 6 Lage von Klimamesstationen im Planungsumfeld

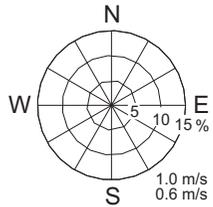


Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des
Bebauungsplanverfahrens Nr. 12
„Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen

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



**Abb. 7 Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittlere Windgeschwindigkeit
Zeitraum: 2011 - 2020, alle Tage**



▲ 00-23 Uhr

C: Windstillen
W: mittlere Windgeschwindigkeit

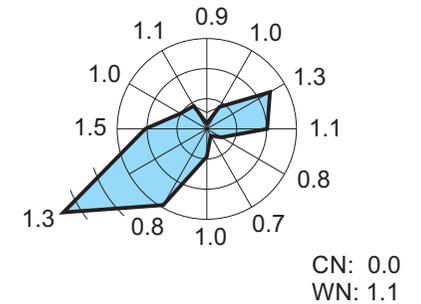
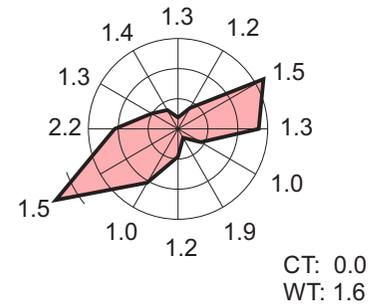
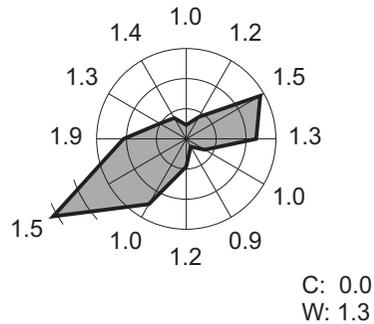
▲ 07-18 Uhr

CT: Windstillen
WT: mittlere Windgeschwindigkeit

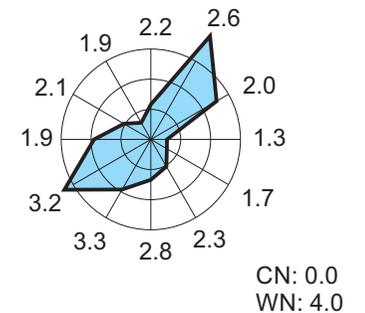
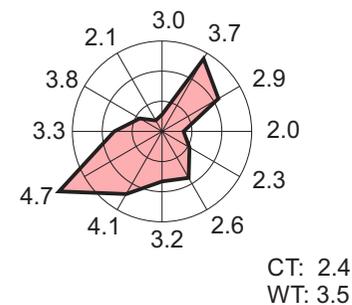
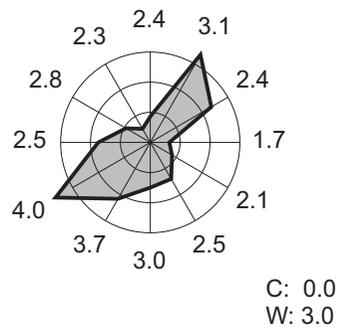
▲ 19-06 Uhr

CN: Windstillen
WN: mittlere Windgeschwindigkeit

Standort: Wetzlar HLNUG



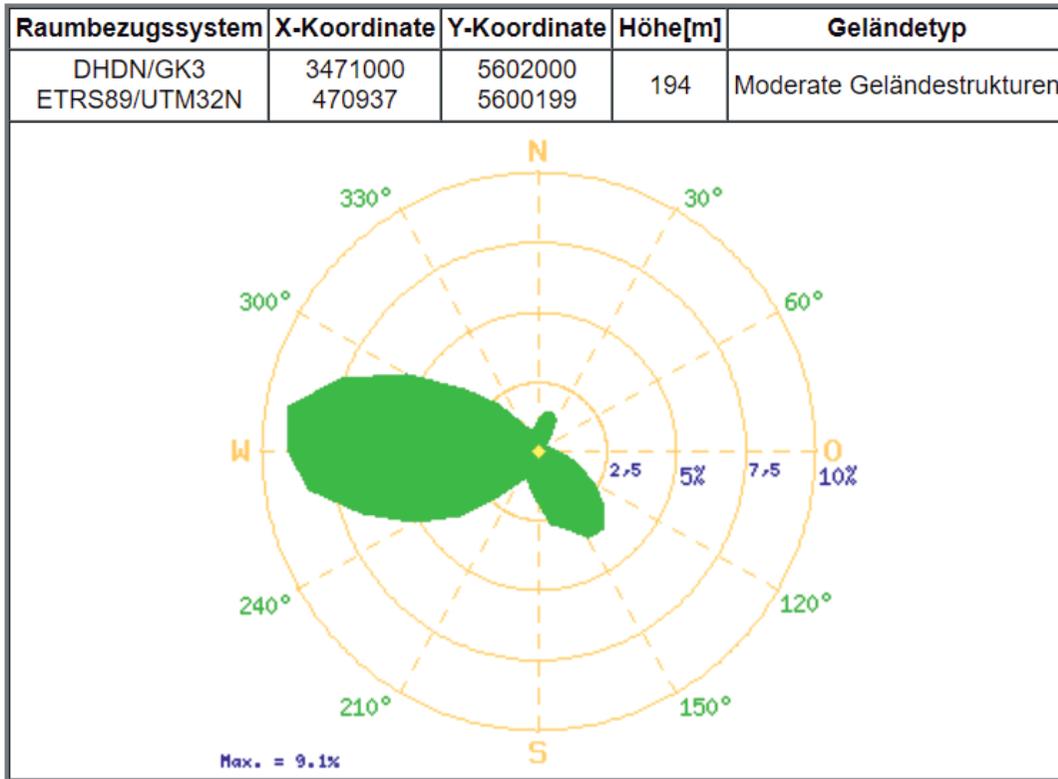
Standort: Giessen DWD



Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des
Bebauungsplanverfahrens Nr. 12
„Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen

Datenquelle:
<https://www.dwd.de>
<https://www.hlnug.de>

Abb. 8 Berechnete Windrose für den Planungsstandort - Windrosenatlas Hessen (HLNUG)

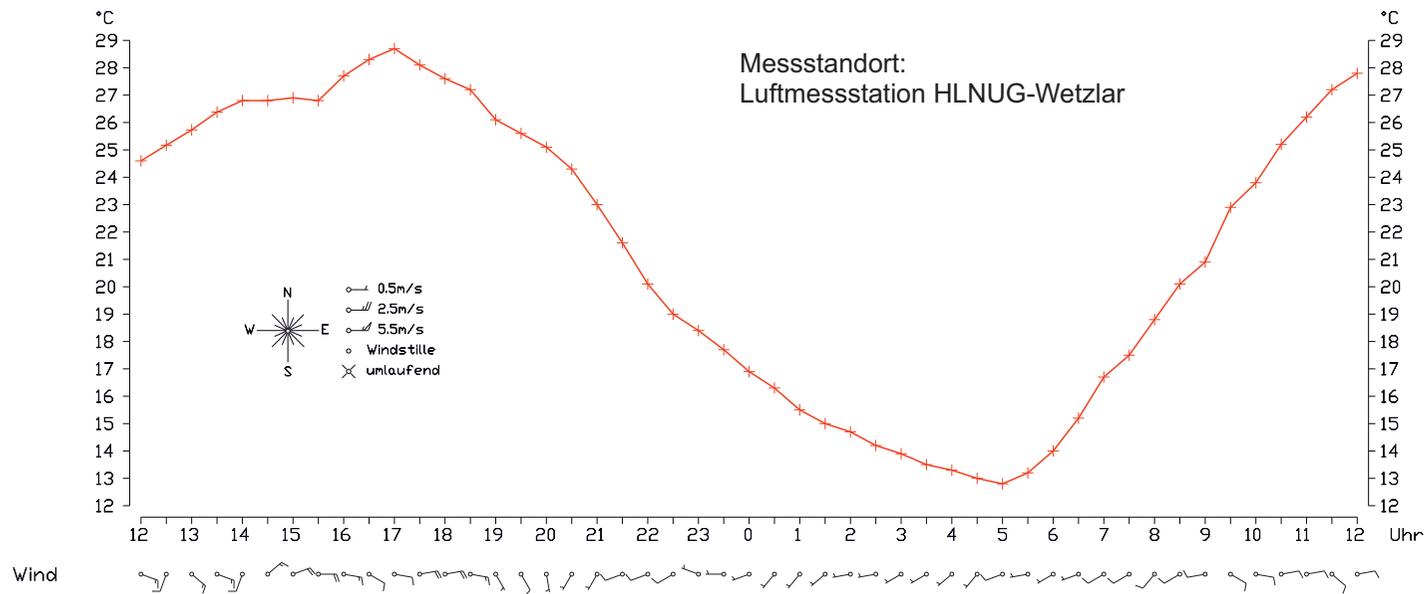


| | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Windrichtungssektor | 0° N | 10° | 20° | 30° | 40° | 50° | 60° | 70° | 80° |
| Häufigkeit in % | 1,1 | 1,3 | 1,4 | 1,3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

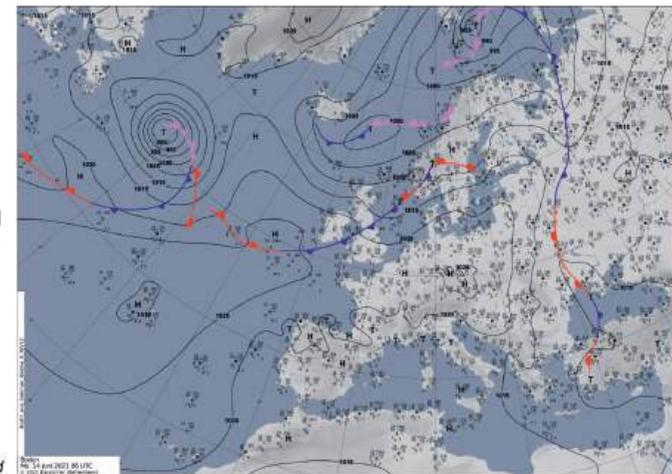
Datenquelle:
<https://www.windrosen.hessen.de>

Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar, Stadtteil Münchholzhausen

Abb. 9 Großwetterlage und Tagesgang der Lufttemperatur und des Windes am 14.-15.06.2021



Bodenanalysekarte mit Fronten und Luftdruckzentren vom 14.06.2021



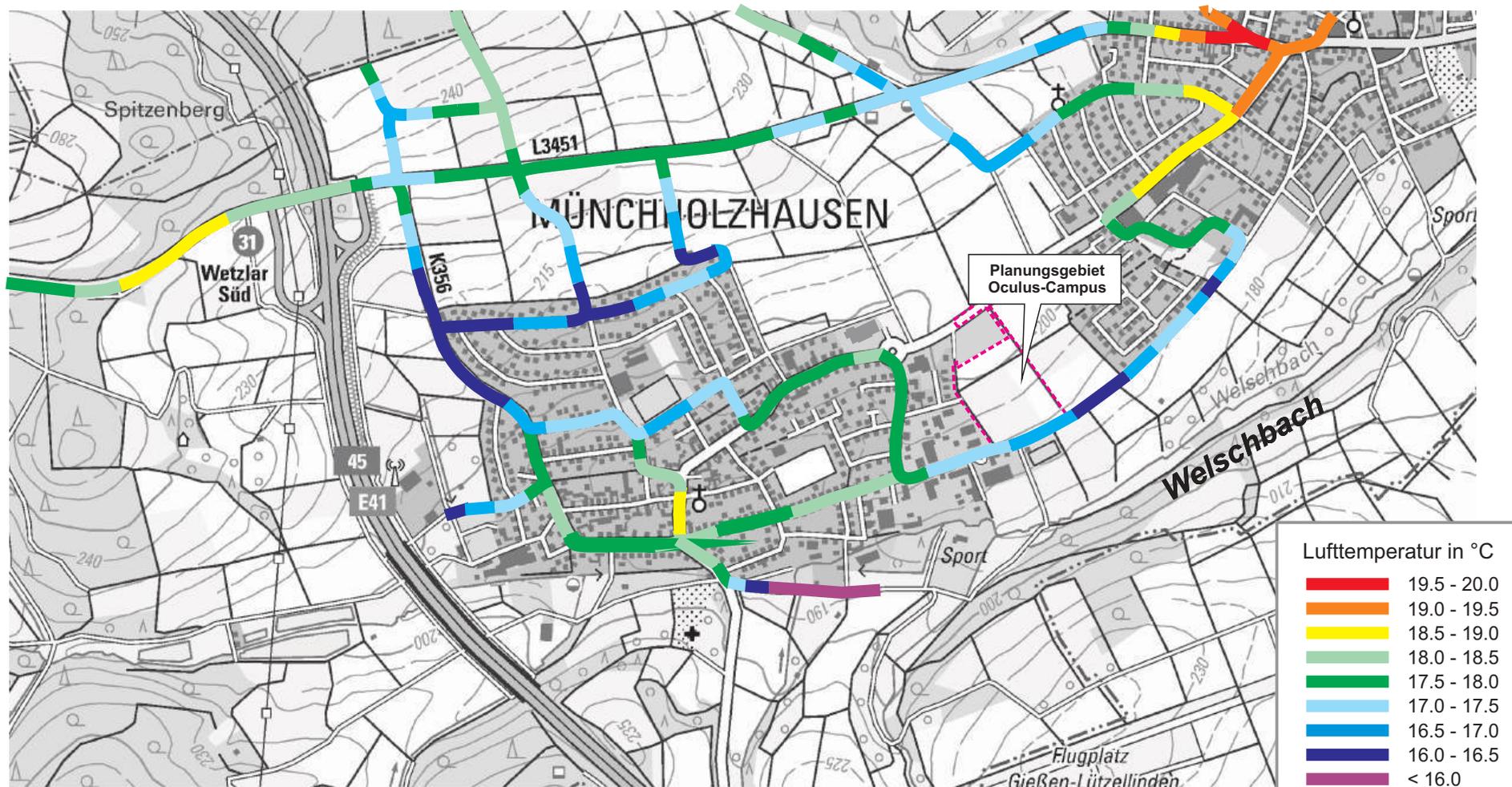
Großwetterlage:
HM Hoch über Mitteleuropa

Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des
Bebauungsplanverfahrens Nr. 12
„Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen

Datenquelle:
<https://www.hlnug.de>
<https://www.dwd.de>



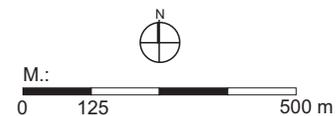
**Abb. 10.1 Ergebnisse von profilhaft angelegten Lufttemperaturmessfahrten am 14.06.2021
Zeitpunkt: 22:30 Uhr (1. Nachthälfte)**



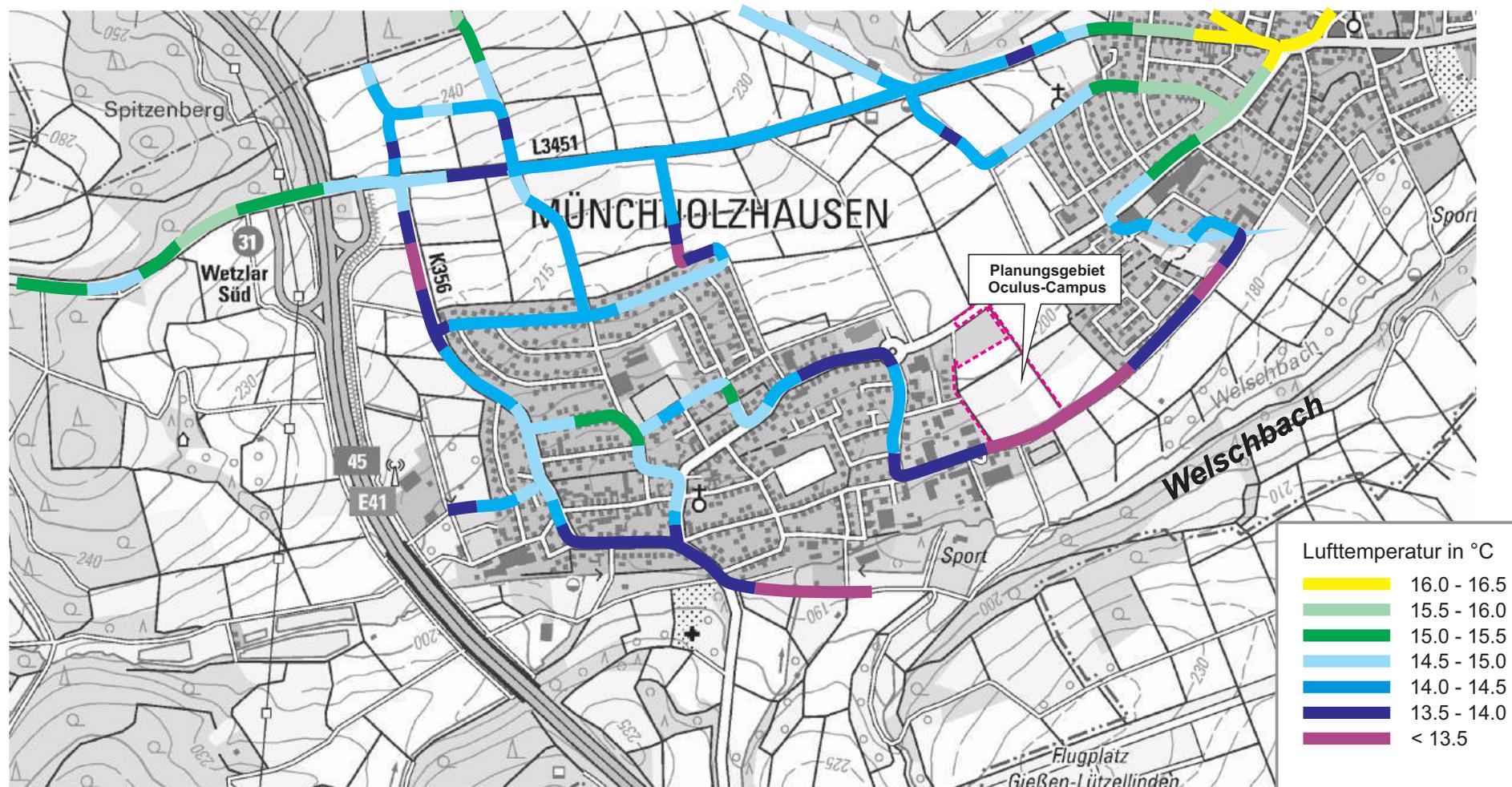
Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des
Bebauungsplanverfahrens Nr. 12
„Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen

Kartengrundlage: TK 1:25.000
Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

 Lageposition
des Planungsstandortes



**Abb. 10.2 Ergebnisse von profilhaft angelegten Lufttemperaturmessfahrten am 15.06.2021
Zeitpunkt: 01:00 Uhr (2. Nachthälfte)**



Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des
Bebauungsplanverfahrens Nr. 12
„Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen

Kartengrundlage: TK 1:25.000
Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

 Lageposition
des Planungsstandortes

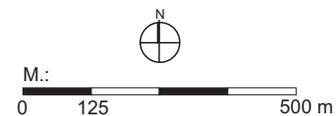
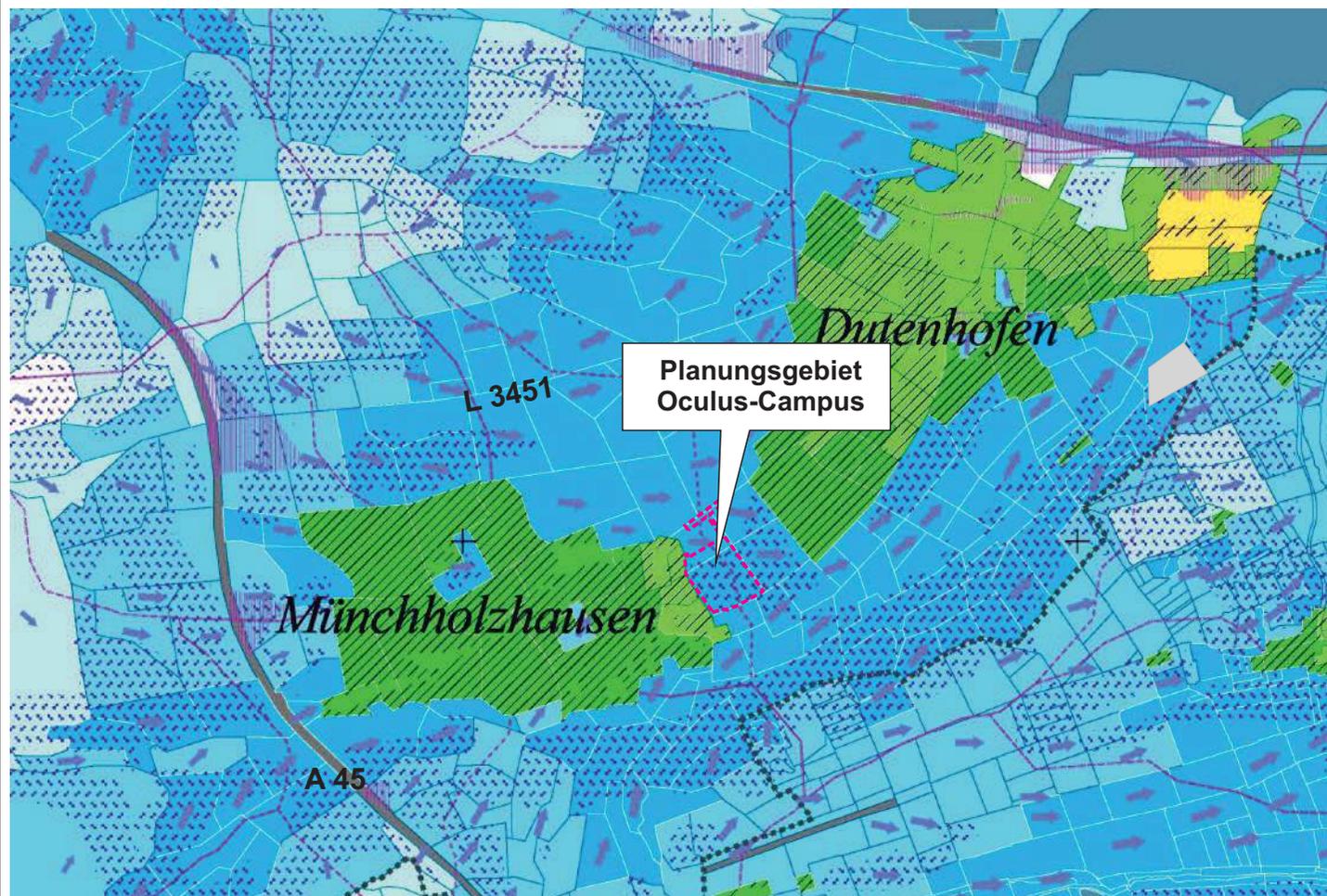


Abb. 11 Ausschnitt aus der Klimafunktionskarte der Universitätsstadt Gießen



Wirkungsräume

Bioklimatische Situation in den Siedlungsräumen

- 1 Sehr günstig
- 2 Günstig
- 3 Weniger günstig
- 4 Ungünstig

Einwirkungsbereich der Kaltluftströmung innerhalb der Bebauung

Hohe verkehrsbedingte Luftbelastung

Übergeordnete Luftaustauschbereiche

- Lufthygienisch unbelastet
- Lufthygienisch belastet

Lokale Luftaustauschbereiche

- Lufthygienisch unbelastet
- Lufthygienisch belastet

Ausgleichsräume

Kaltluftlieferung der Grün- und Freiflächen

- 4 Sehr hoch
- 3 Hoch
- 2 Mäßig
- 1 Gering

Vorherrschende Strömungsrichtung und mittlere Strömungsgeschwindigkeit (m/s)

- 0.1 - <= 0.2
- 0.2 - <= 0.3
- 0.3 - <= 0.5
- 0.5 - <= 1.0
- > 1

Fläche hoher Kaltluftproduktivität

Grenze Kaltfteinzugsgebiet

Sonstige Signaturen

- Gewässer
- Straßenfläche
- Stadtgrenze Gießen

Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des
Bebauungsplanverfahrens Nr. 12
„Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen

Grafik bereitgestellt von:



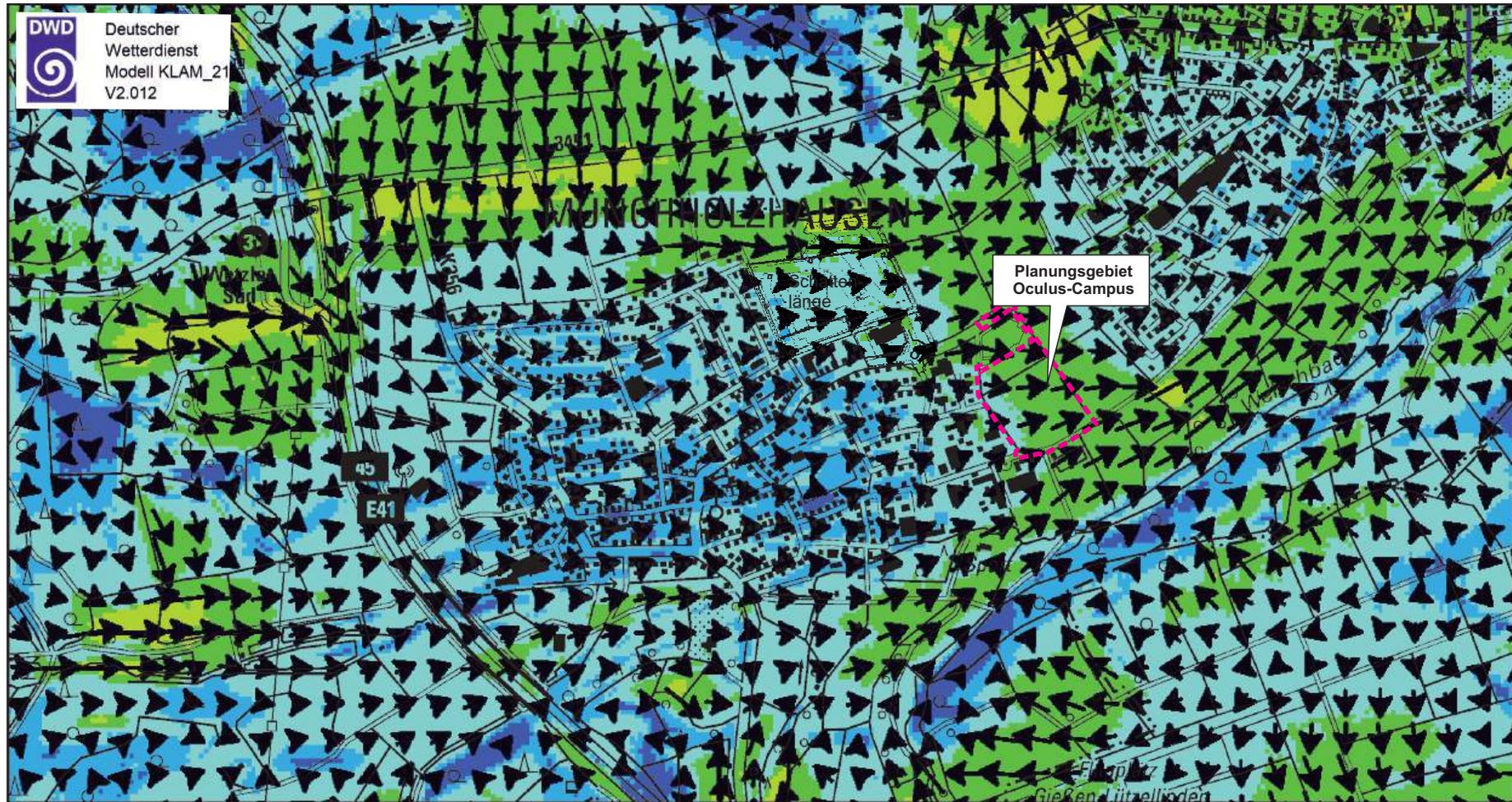
Universitätsstadt Gießen -
Amt für Umwelt und Natur
Berliner Platz 1
35390 Gießen



GEO-NET
Umweltconsulting GmbH
Große Pfahstraße 5a
30161 Hannover



Abb. 12.1 Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen, Ist-Zustand
Kaltluftfließgeschwindigkeit und Richtung 2 m ü.G. in einer windschwachen Strahlungsnacht mit
vorherrschenden nordöstlichen Höhenwinden. 2 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung (1. Nachthälfte)



Projekt:
 Klimagutachten im Rahmen des
 Bebauungsplanverfahrens Nr. 12
 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
 Stadtteil Münchholzhausen

Kartengrundlage: TK 1:25.000
 Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

 Lageposition
 des Planungsstandortes

**Kaltluftfließ-
 geschwindigkeit**
 in m/s

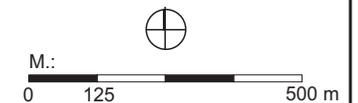
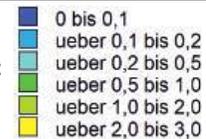
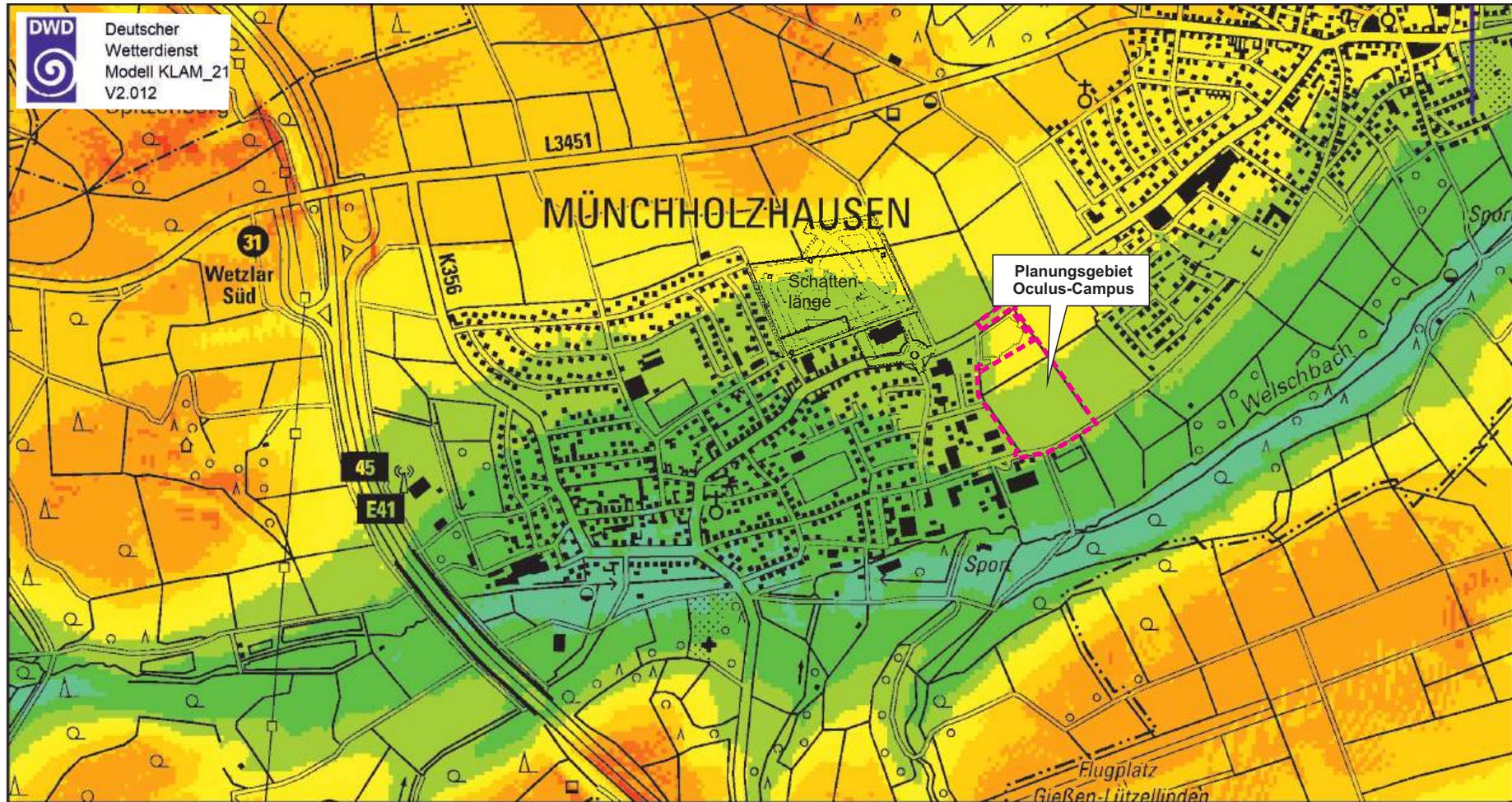


Abb. 12.2 Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen, Ist-Zustand
Kaltluftmächtigkeit 2 m ü.G. in einer windschwachen Strahlungsnacht mit vorherrschenden nordöstlichen Höhenwinden. 2 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung (1. Nachthälfte)



Projekt:
 Klimagutachten im Rahmen des
 Bebauungsplanverfahrens Nr. 12
 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
 Stadtteil Münchholzhausen

Kartengrundlage: TK 1:25.000
 Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

 Lageposition
 des Planungsstandortes

**Kaltluftmächtigkeit
 in m**

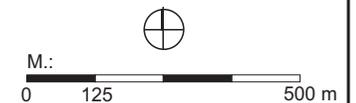
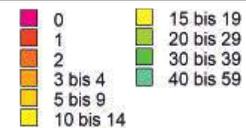
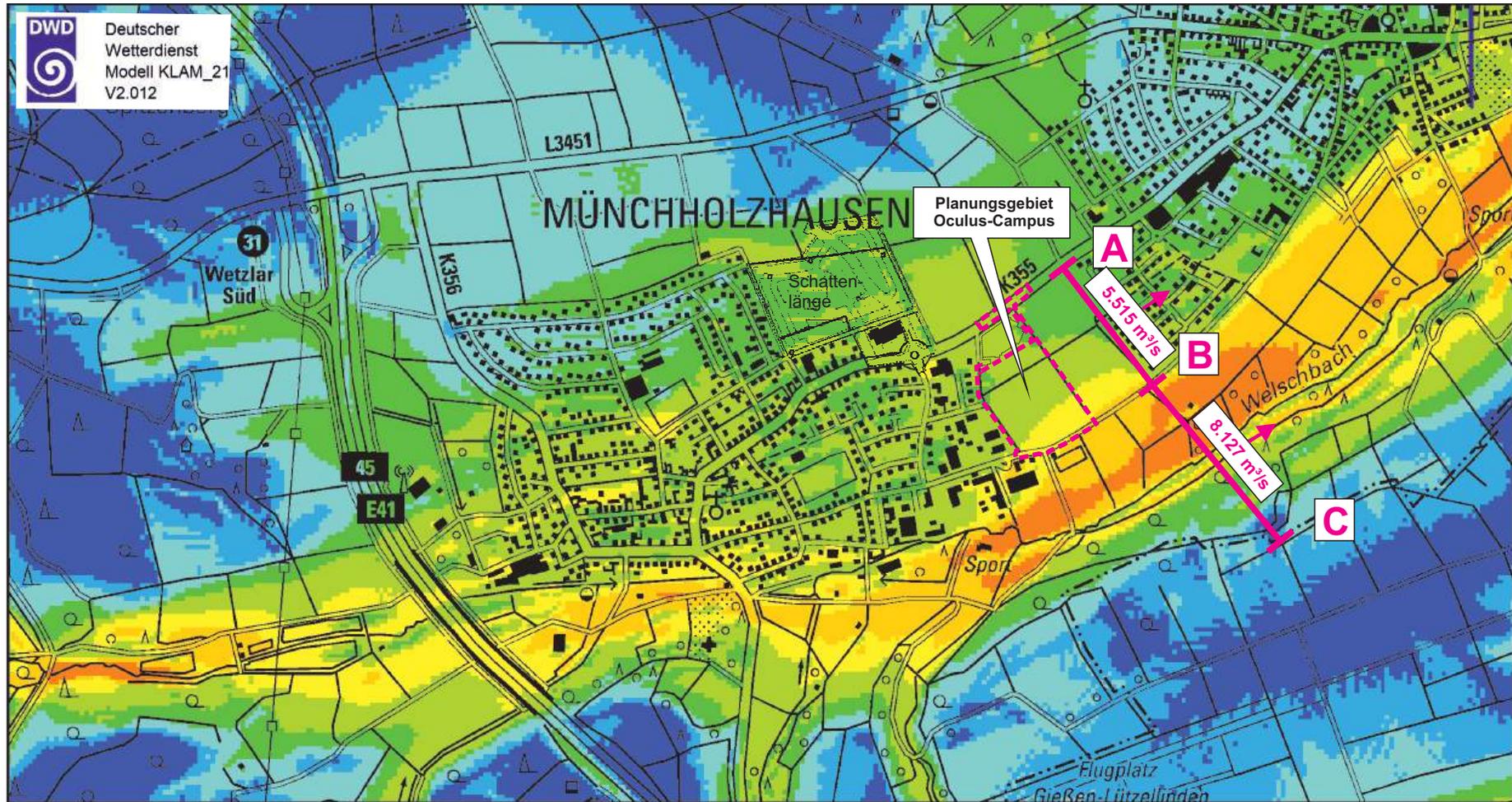


Abb. 12.3 Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen, Ist-Zustand
Kaltluftvolumenstromdichte in einer windschwachen Strahlungsnacht mit vorherrschenden nordöstlichen Höhenwinden. 2 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung (1. Nachthälfte)



Projekt:
 Klimagutachten im Rahmen des
 Bebauungsplanverfahrens Nr. 12
 „OCULUS-Campus“ in Wetzlar,
 Stadtteil Münchholzhausen

Kartengrundlage: TK 1:25.000
 Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

 Lageposition
 des Planungsstandortes

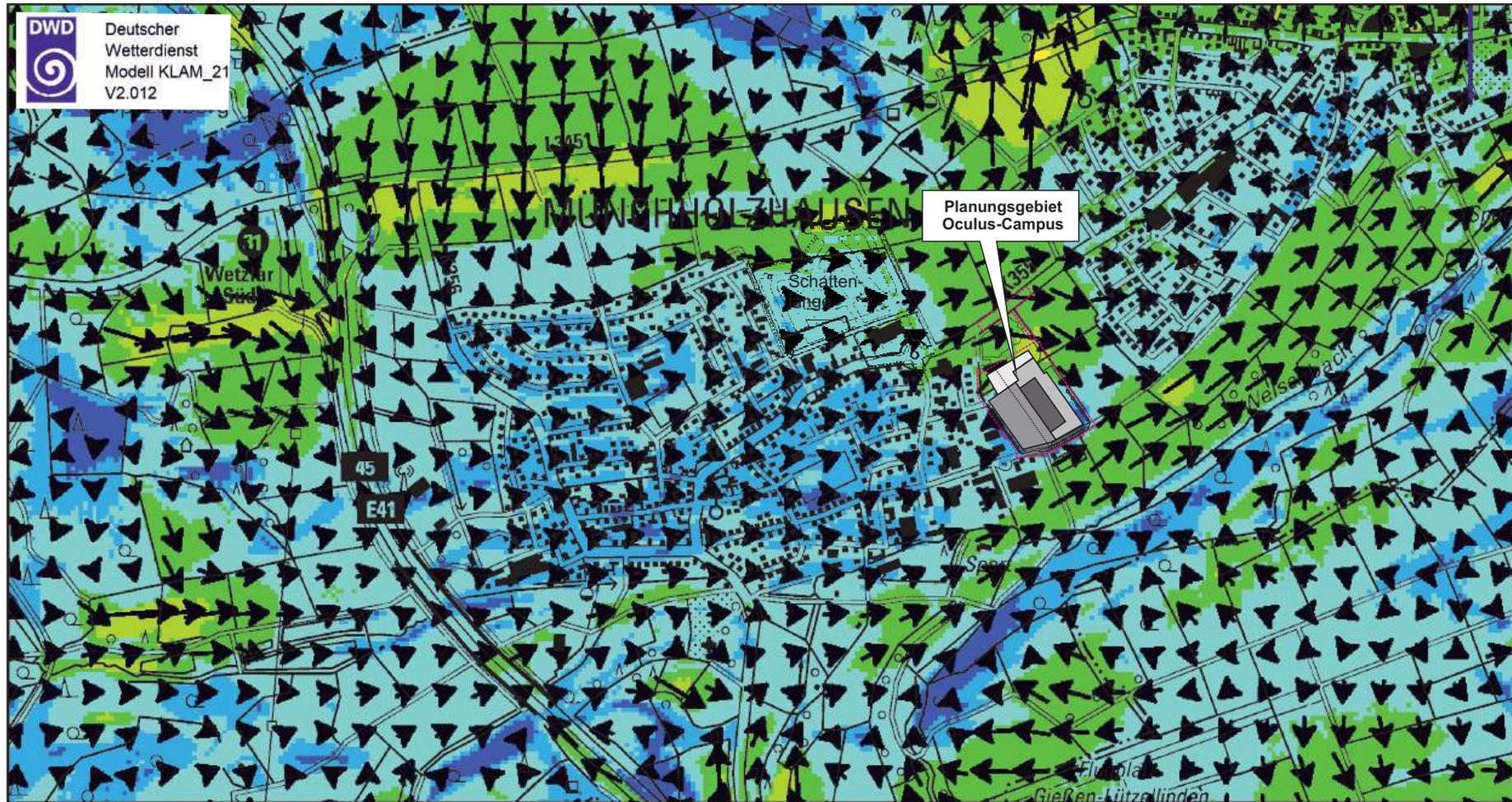
**Kaltluftvolumen
 stromdichte in m^3/m^3**

-  0 bis 1
-  ueber 1 bis 2
-  ueber 2 bis 5
-  ueber 5 bis 10
-  ueber 10 bis 20
-  ueber 20 bis 30
-  ueber 30 bis 50
-  ueber 50 bis 100

 **Bewertungsprofil**
 Kaltluftvolumenstrom in m^3/s

M.: 
 0 125 500 m

Abb. 13.1 Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen, Plan-Zustand
Kaltluftfließgeschwindigkeit und Richtung 2 m ü.G. in einer windschwachen Strahlungsnacht mit
vorherrschenden nordöstlichen Höhenwinden. 2 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung (1. Nachthälfte)



Projekt:
 Klimagutachten im Rahmen des
 Bebauungsplanverfahrens Nr. 12
 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
 Stadtteil Münchholzhausen

Kartengrundlage: TK 1:25.000
 Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation



Lageposition
 des Planungsstandortes

**Kaltluftfließ-
 geschwindigkeit
 in m/s**

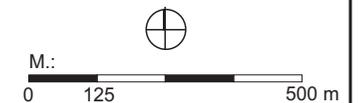
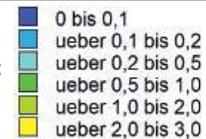
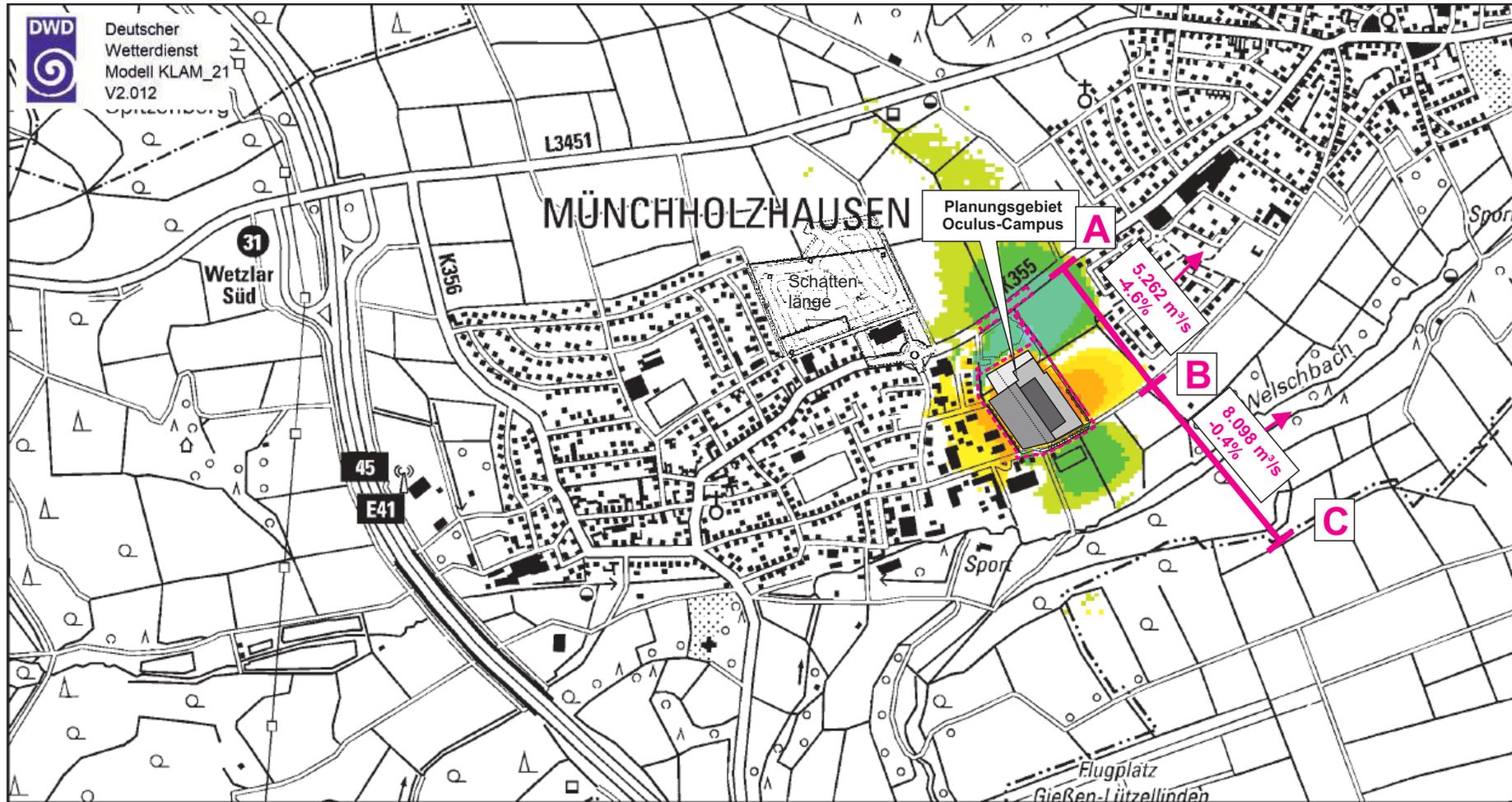


Abb. 13.2 Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen, Plan-Zustand
Planungsbedingte Veränderung der Kaltluftfließgeschwindigkeit 2 m ü.G. und des Kaltluftvolumenstroms
in einer windschwachen Strahlungsnacht mit vorherrschenden nordöstlichen Höhenwinden. 2 Std. nach
einsetzender Kaltluftbildung (1. Nachthälfte)

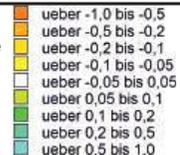


Projekt:
 Klimagutachten im Rahmen des
 Bebauungsplanverfahrens Nr. 12
 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
 Stadtteil Münchholzhausen

Kartengrundlage: TK 1:25.000
 Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

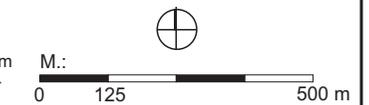
 Lageposition
 des Planungsstandortes

**Zu- bzw Abnahme
 der Kaltluftfließ-
 geschwindigkeit
 in m/s**



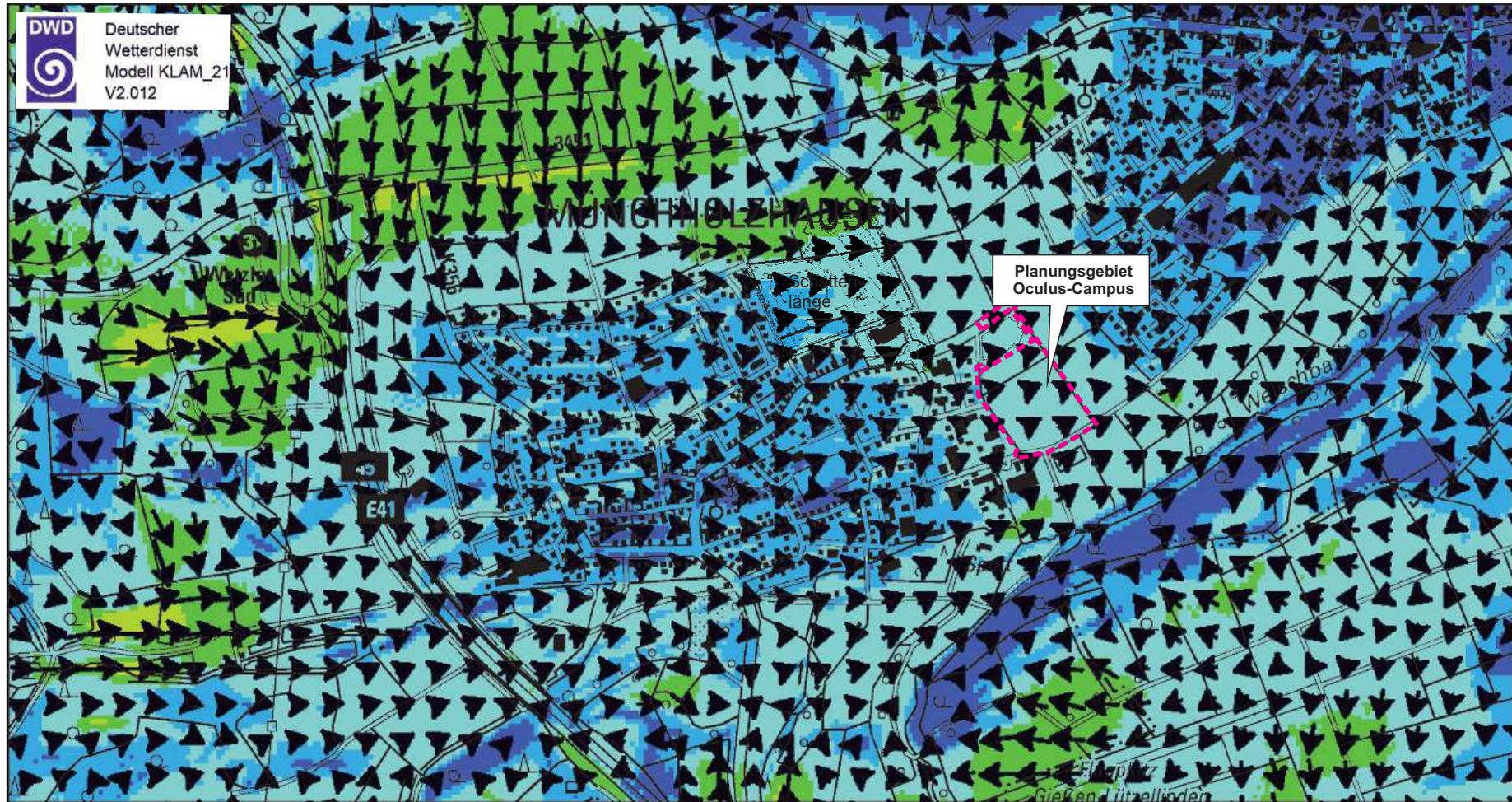
Abnahme
 Zunahme

 **Bewertungsprofil
 Kaltluftvolumenstrom
 in m³/s bzw. rel. Ab-
 nahme gegenüber
 dem Ist-Zustand**



ÖKOPLANA

Abb. 14.1 Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen, Ist-Zustand
Kaltluftfließgeschwindigkeit und Richtung 2 m ü.G. in einer windschwachen Strahlungsnacht mit
vorherrschenden nordöstlichen Höhenwinden. 6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung (2. Nachthälfte)



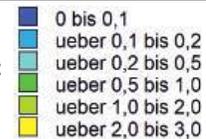
Projekt:
 Klimagutachten im Rahmen des
 Bebauungsplanverfahrens Nr. 12
 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
 Stadtteil Münchholzhausen

Kartengrundlage: TK 1:25.000
 Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation



Lageposition
 des Planungsstandortes

**Kaltluftfließ-
 geschwindigkeit
 in m/s**



Windvektoren

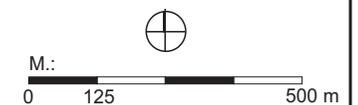
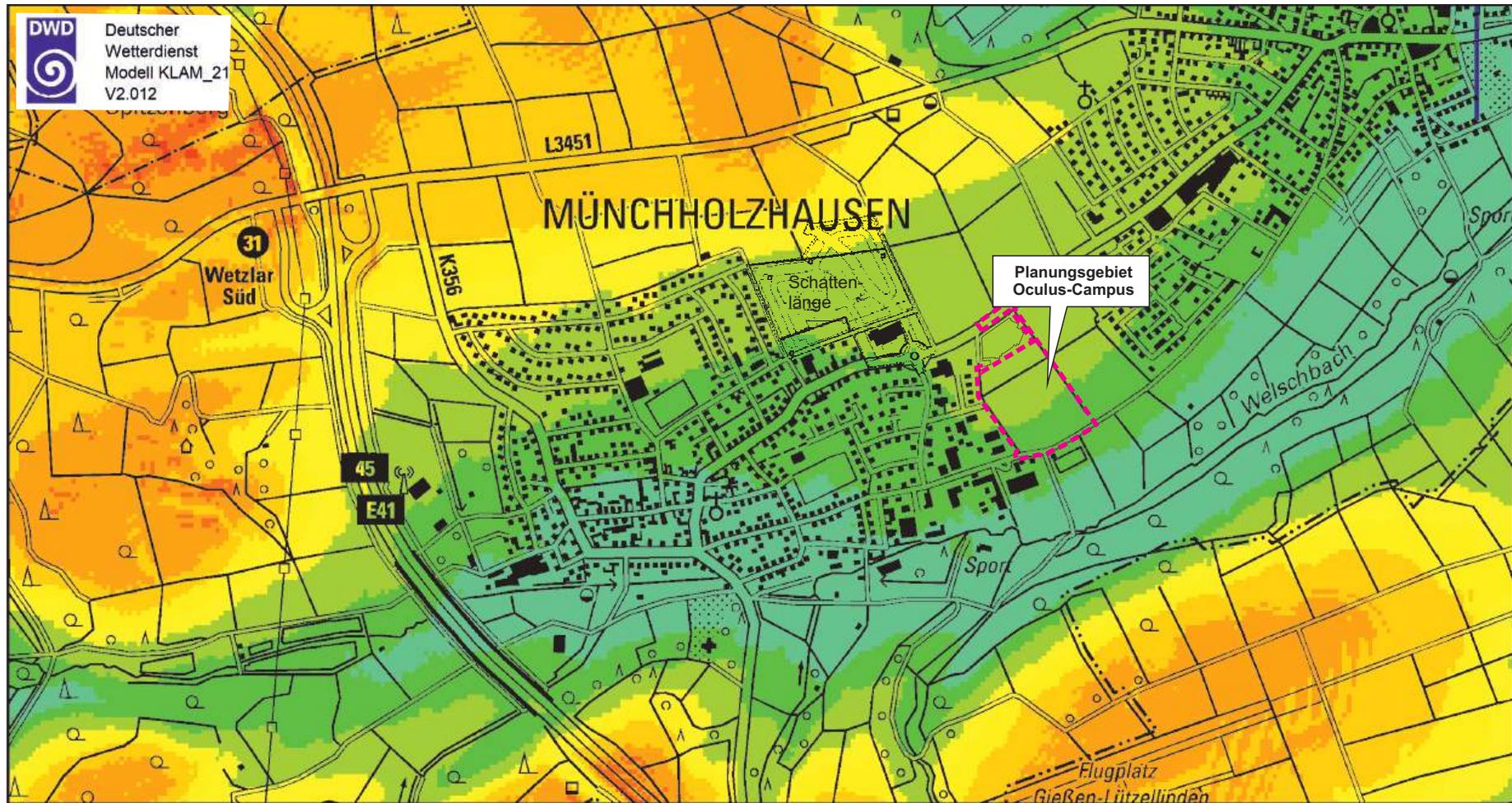


Abb. 14.2 Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen, Ist-Zustand
Kaltluftmächtigkeit 2 m ü.G. in einer windschwachen Strahlungsnacht mit vorherrschenden nordöstlichen Höhenwinden. 6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung (2. Nachthälfte)



DWD
 Deutscher
 Wetterdienst
 Modell KLAM_21
 V2.012

Planungsgebiet
 Oculus-Campus

Projekt:
 Klimagutachten im Rahmen des
 Bebauungsplanverfahrens Nr. 12
 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
 Stadtteil Münchholzhausen

Kartengrundlage: TK 1:25.000
 Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

 Lageposition
 des Planungsstandortes

**Kaltluftmächtigkeit
 in m**

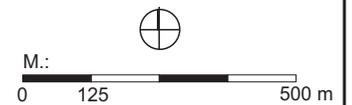
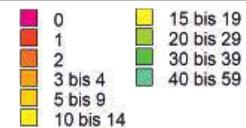
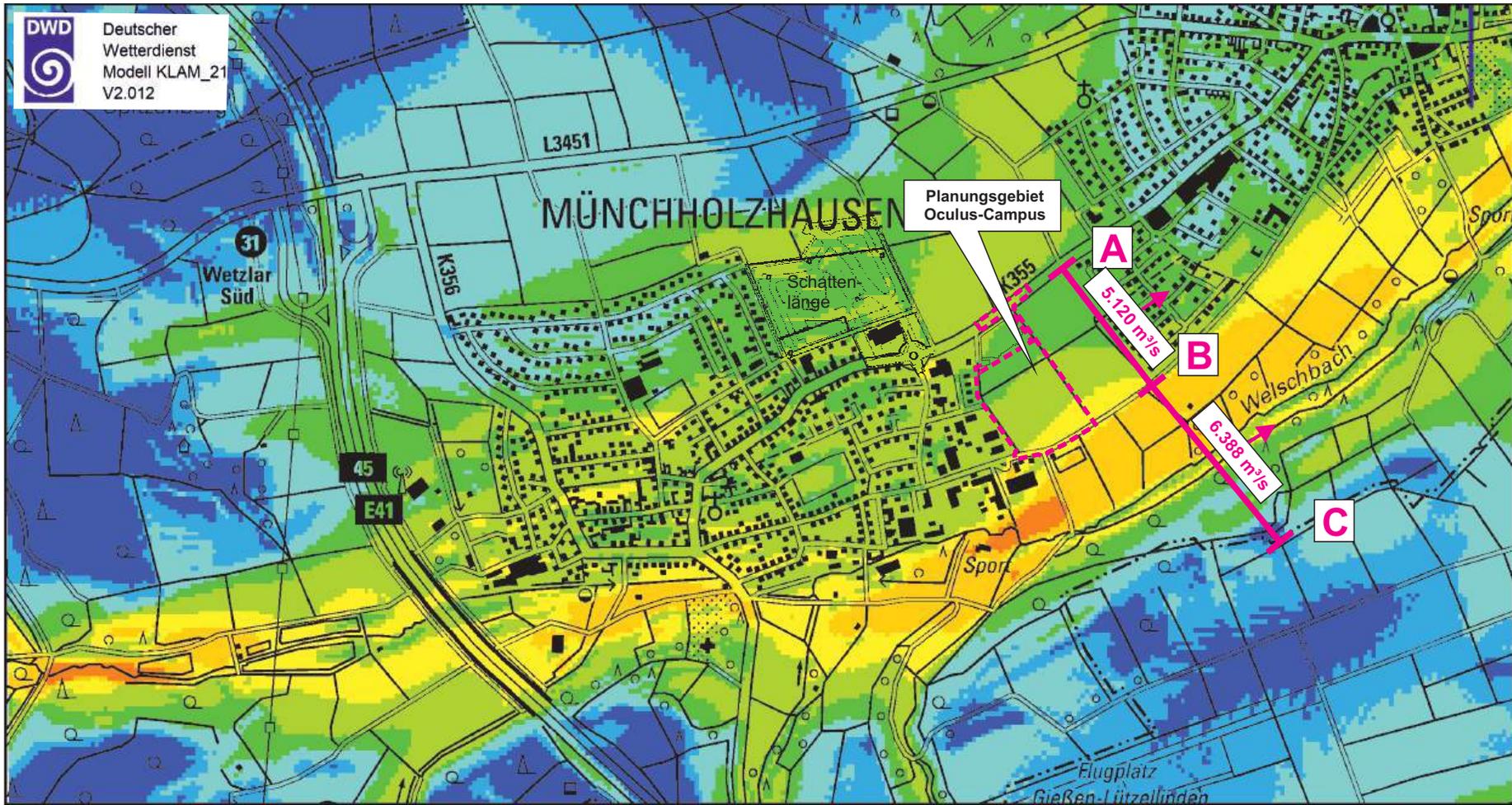


Abb. 14.3 Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen, Ist-Zustand
Kaltluftvolumenstromdichte in einer windschwachen Strahlungsnacht mit vorherrschenden nordöstlichen Höhenwinden. 6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung (2. Nachthälfte)



Projekt:
 Klimagutachten im Rahmen des
 Bebauungsplanverfahrens Nr. 12
 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
 Stadtteil Münchholzhausen

Kartengrundlage: TK 1:25.000
 Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

 Lageposition
 des Planungsstandortes

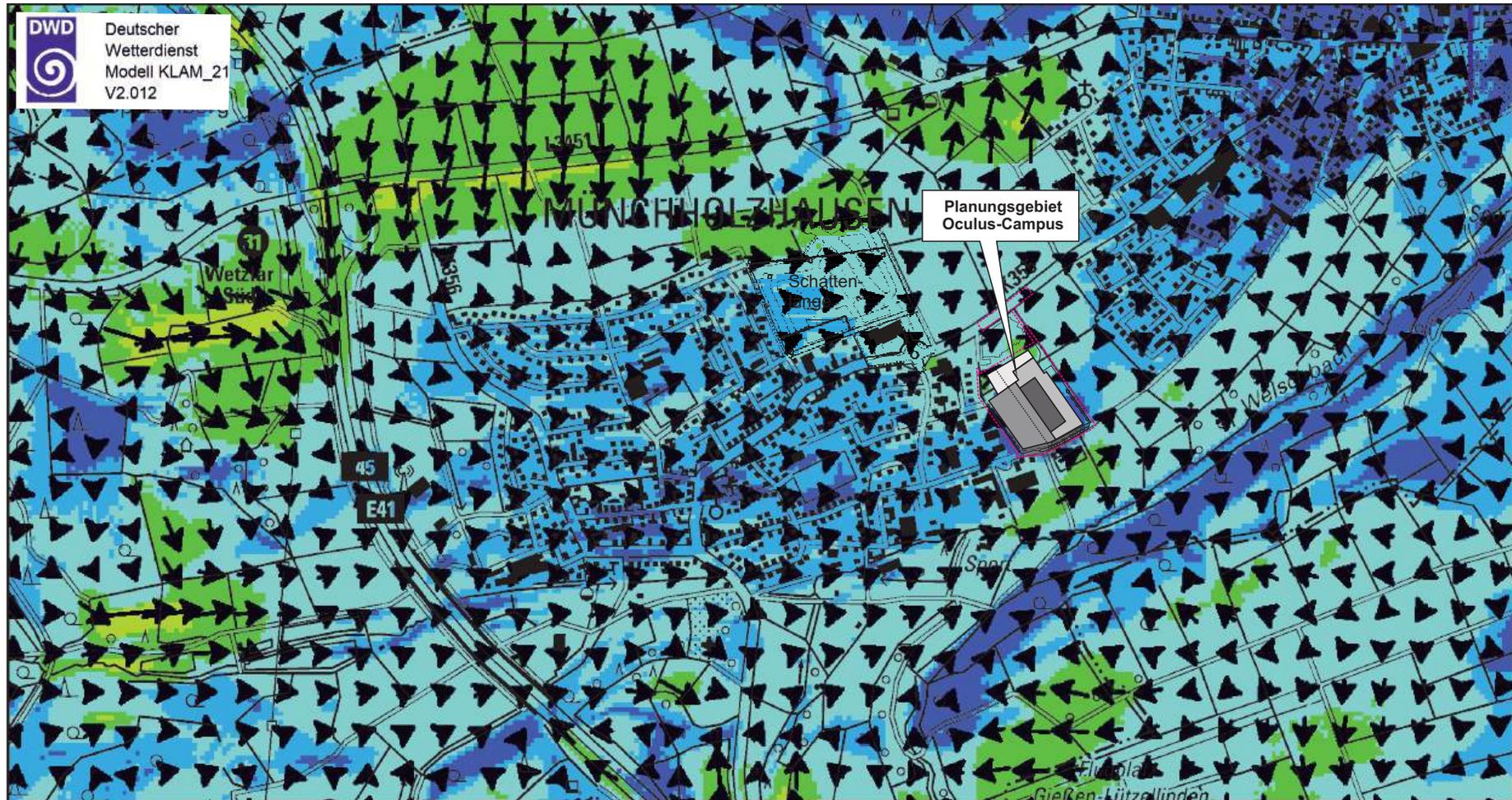
**Kaltluftvolumen
 stromdichte in m³/m³s**

-  0 bis 1
-  ueber 1 bis 2
-  ueber 2 bis 5
-  ueber 5 bis 10
-  ueber 10 bis 20
-  ueber 20 bis 30
-  ueber 30 bis 50
-  ueber 50 bis 100

 **Bewertungsprofil**
 Kaltluftvolumenstrom in m³/s

M.: 
 0 125 500 m

Abb. 15.1 Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen, Plan-Zustand
Kaltluftfließgeschwindigkeit und Richtung 2 m ü.G. in einer windschwachen Strahlungsnacht mit
vorherrschenden nordöstlichen Höhenwinden. 6 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung (2. Nachthälfte)



Projekt:
 Klimagutachten im Rahmen des
 Bebauungsplanverfahrens Nr. 12
 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
 Stadtteil Münchholzhausen

Kartengrundlage: TK 1:25.000
 Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation



Lageposition
 des Planungsstandortes

**Kaltluftfließ-
 geschwindigkeit
 in m/s**

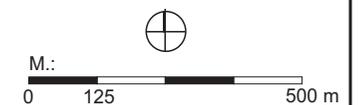
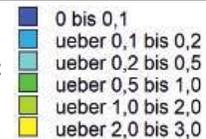
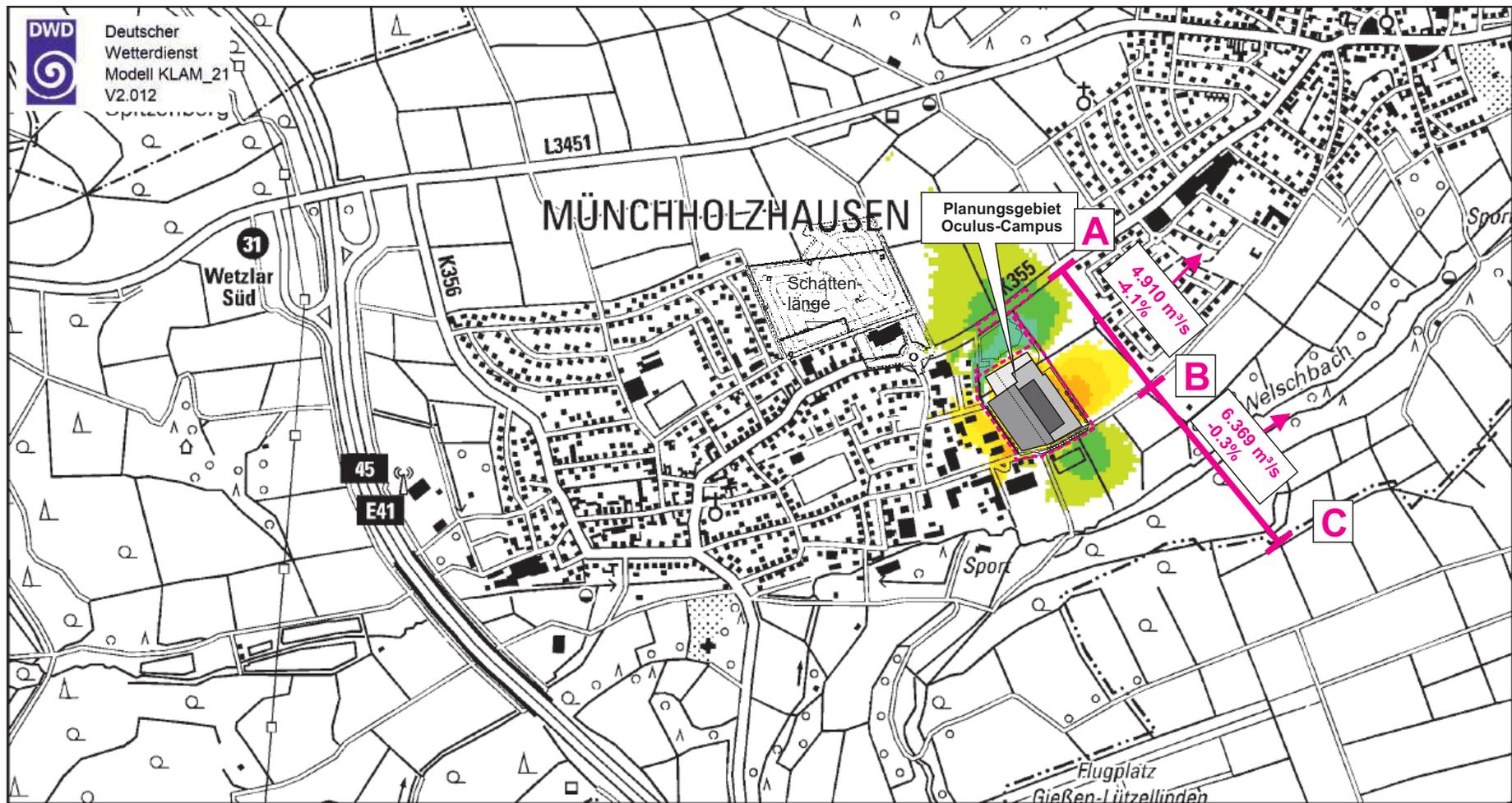


Abb. 15.2 Ergebnisse von Kaltluftströmungssimulationen, Plan-Zustand
Planungsbedingte Veränderung der Kaltluftfließgeschwindigkeit 2 m ü.G. und des Kaltluftvolumenstroms
in einer windschwachen Strahlungsnacht mit vorherrschenden nordöstlichen Höhenwinden. 6 Std. nach
einsetzender Kaltluftbildung (2. Nachthälfte)

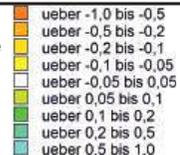


Projekt:
 Klimagutachten im Rahmen des
 Bebauungsplanverfahrens Nr. 12
 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
 Stadtteil Münchholzhausen

Kartengrundlage: TK 1:25.000
 Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

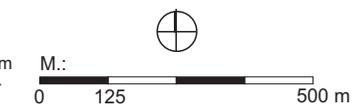
 Lageposition
 des Planungsstandortes

**Zu- bzw Abnahme
 der Kaltluftfließ-
 geschwindigkeit
 in m/s**

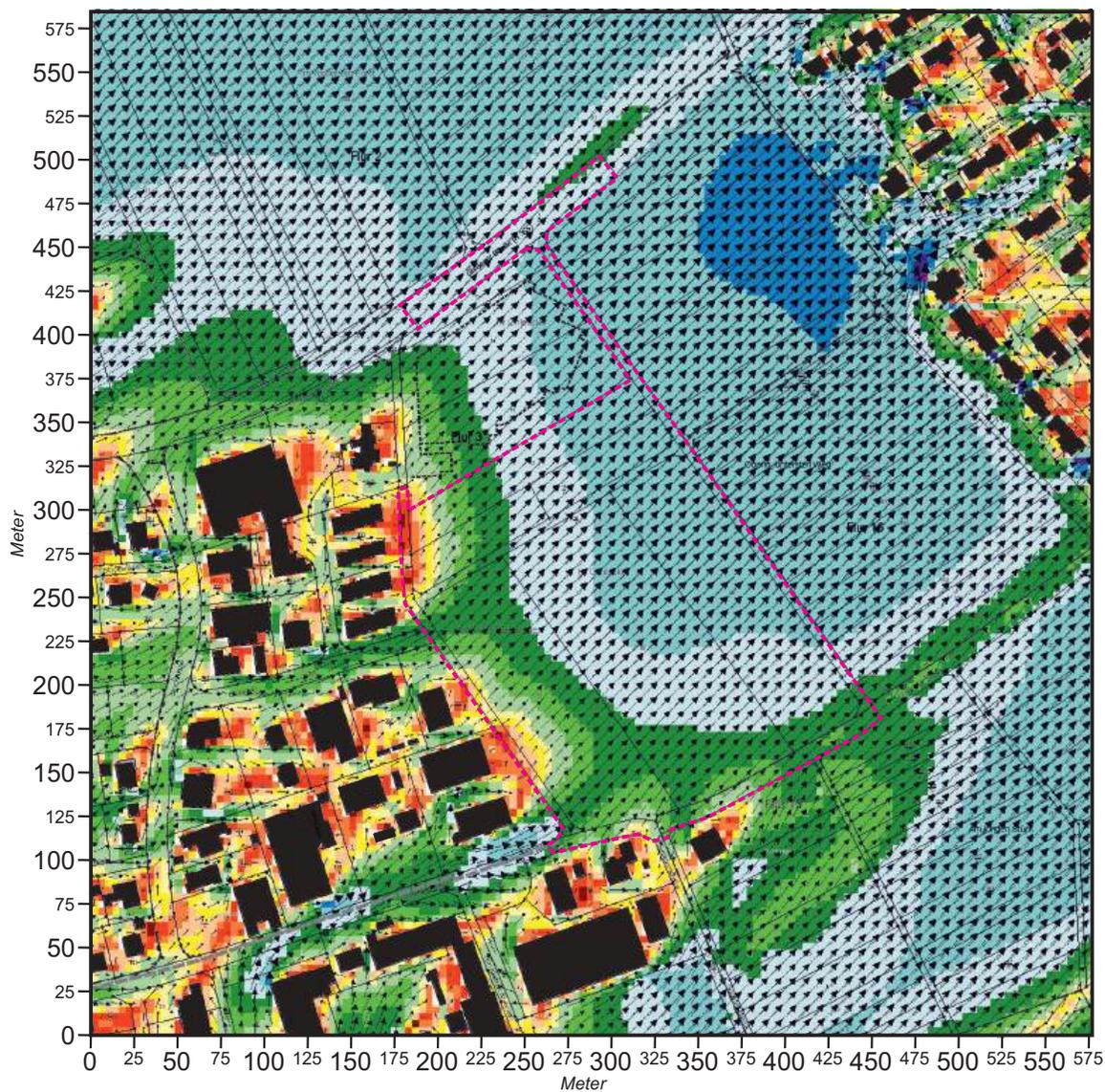


Abnahme
 Zunahme

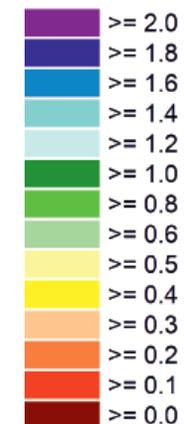
 **Bewertungsprofil
 Kaltluftvolumenstrom
 in m³/s bzw. rel. Ab-
 nahme gegenüber
 dem Ist-Zustand**



**Abb. 16.1 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen, Ist-Zustand
Windgeschwindigkeit und Windrichtung 2 m ü.G. am Tag,
Windanströmung aus Südwesten (225°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.**



Windgeschwindigkeit
in m/s



↗
Anströmungsrichtung

↗ ↘ ↙
Windvektoren

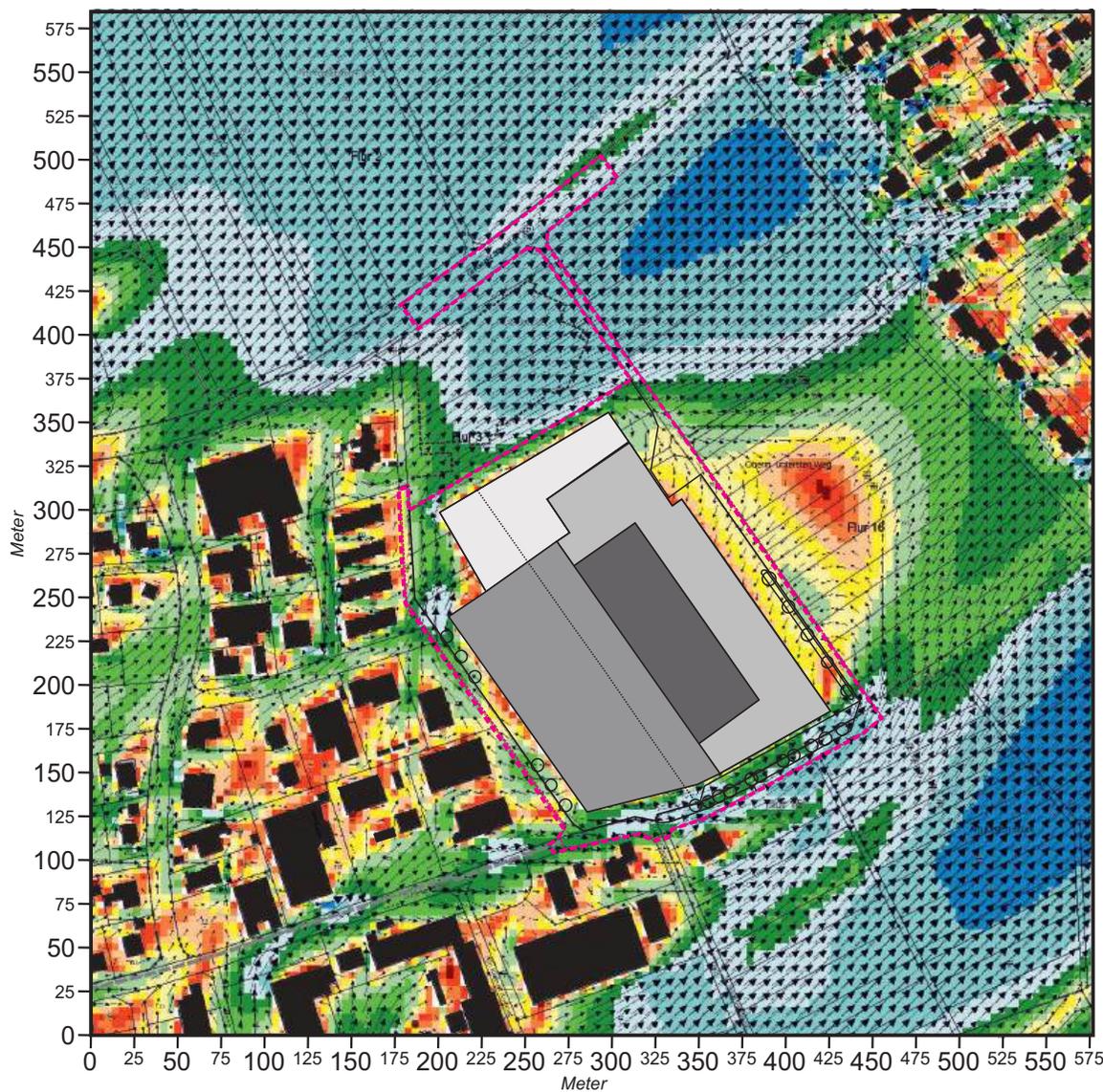
⬡
Bebauungsplangebiet Nr. 12

Grundkarte bereitgestellt von:
Planungsbüro Fischer

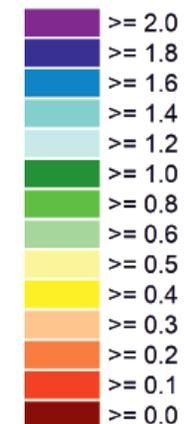
Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplan-
verfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen



**Abb. 16.2 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen, Plan-Zustand
Windgeschwindigkeit und Windrichtung 2 m ü.G. am Tag,
Windanströmung aus Südwesten (225°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.**



Windgeschwindigkeit
in m/s



↗
Anströmungsrichtung

↗ ↘ ↙
Windvektoren

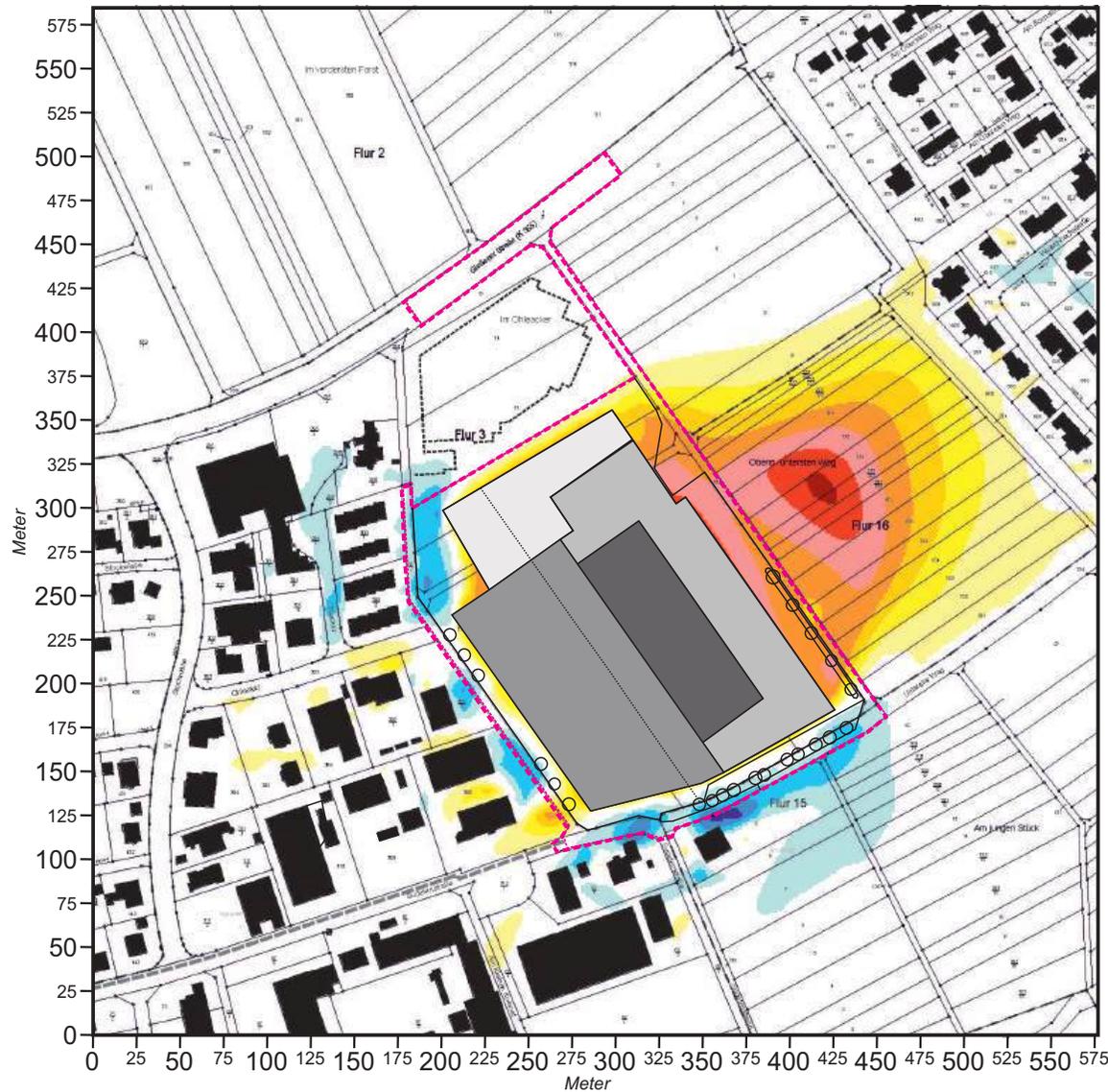
⬡
Bebauungsplangebiet Nr. 12

Grundkarte bereitgestellt von:
Planungsbüro Fischer

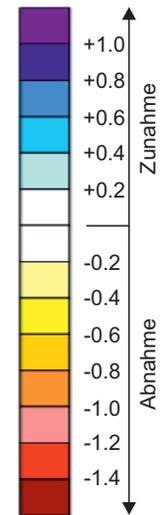
Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplan-
verfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen



**Abb. 16.3 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich
Planungsbedingte Veränderung der Windgeschwindigkeit 2 m ü.G. am Tag,
Windanströmung aus Südwesten (225°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.**



Zu- bzw. Abnahme der
Windgeschwindigkeit
in m/s



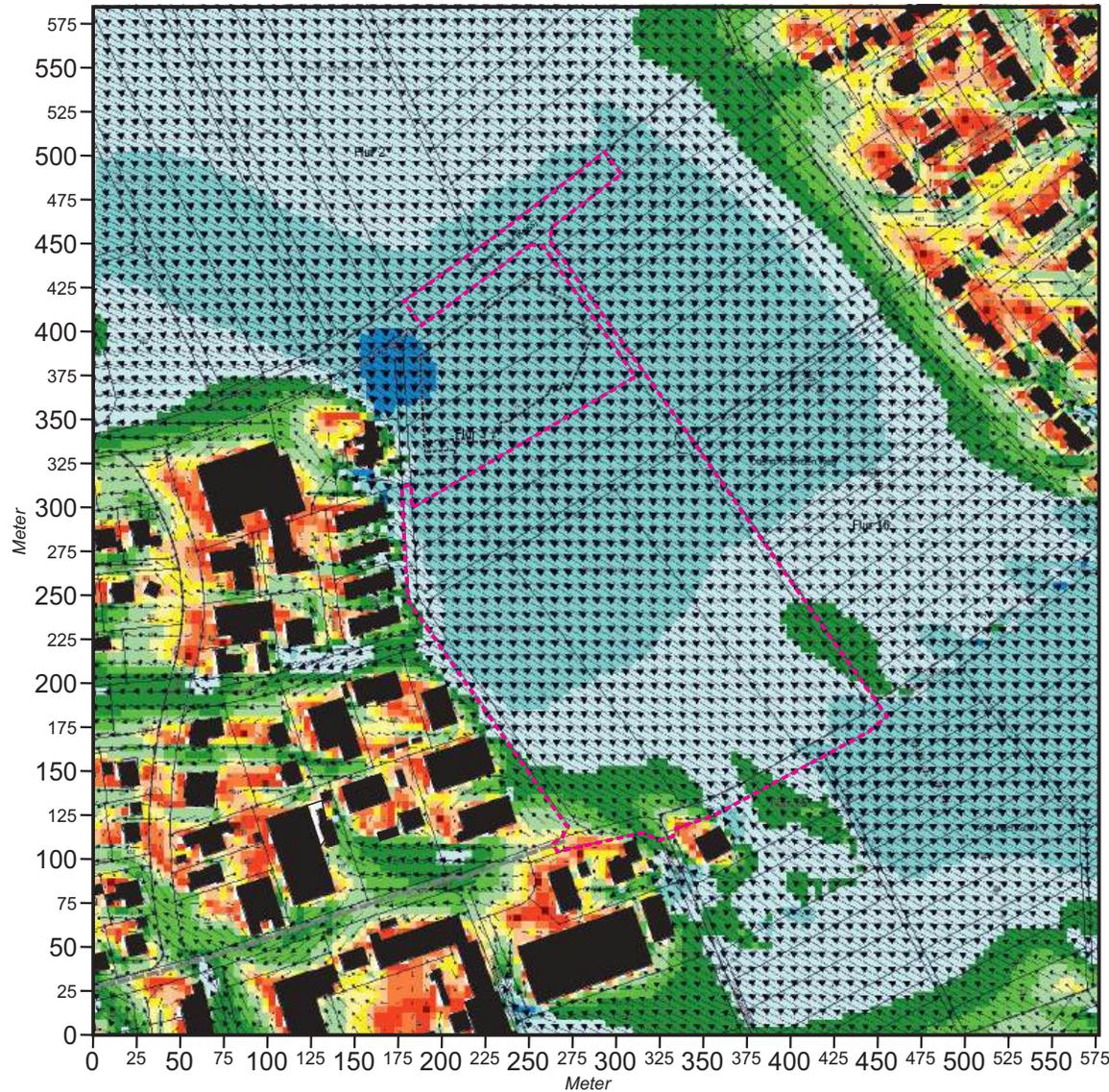
 Bebauungsplangebiet Nr. 12

Grundkarte bereitgestellt von:
Planungsbüro Fischer

Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplan-
verfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen



**Abb. 17.1 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen, Ist-Zustand
Windgeschwindigkeit und Windrichtung 2 m ü.G. am Tag,
Windanströmung aus Ost-südosten (120°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.**



Windgeschwindigkeit
in m/s



↖
Anströmungsrichtung

↗ ↘ ↙
Windvektoren

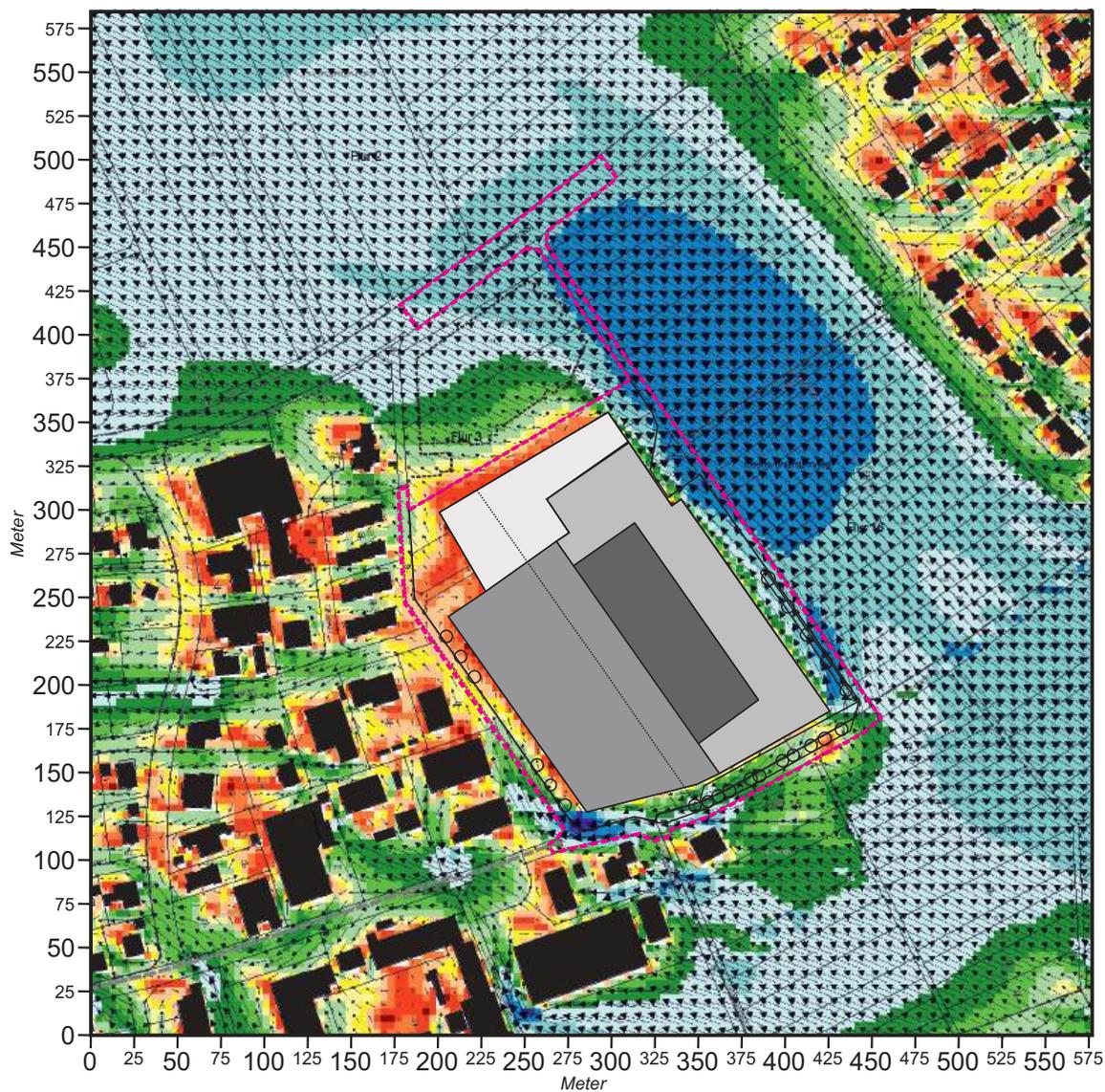
⬡
Bebauungsplangebiet Nr. 12

Grundkarte bereitgestellt von:
Planungsbüro Fischer

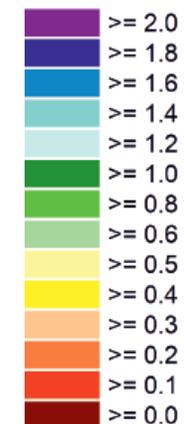
Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplan-
verfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen



**Abb. 17.2 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen, Plan-Zustand
Windgeschwindigkeit und Windrichtung 2 m ü.G. am Tag,
Windanströmung aus Ost-südosten (120°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.**



Windgeschwindigkeit
in m/s



↖
Anströmungsrichtung

↖ ↗ ↘
Windvektoren

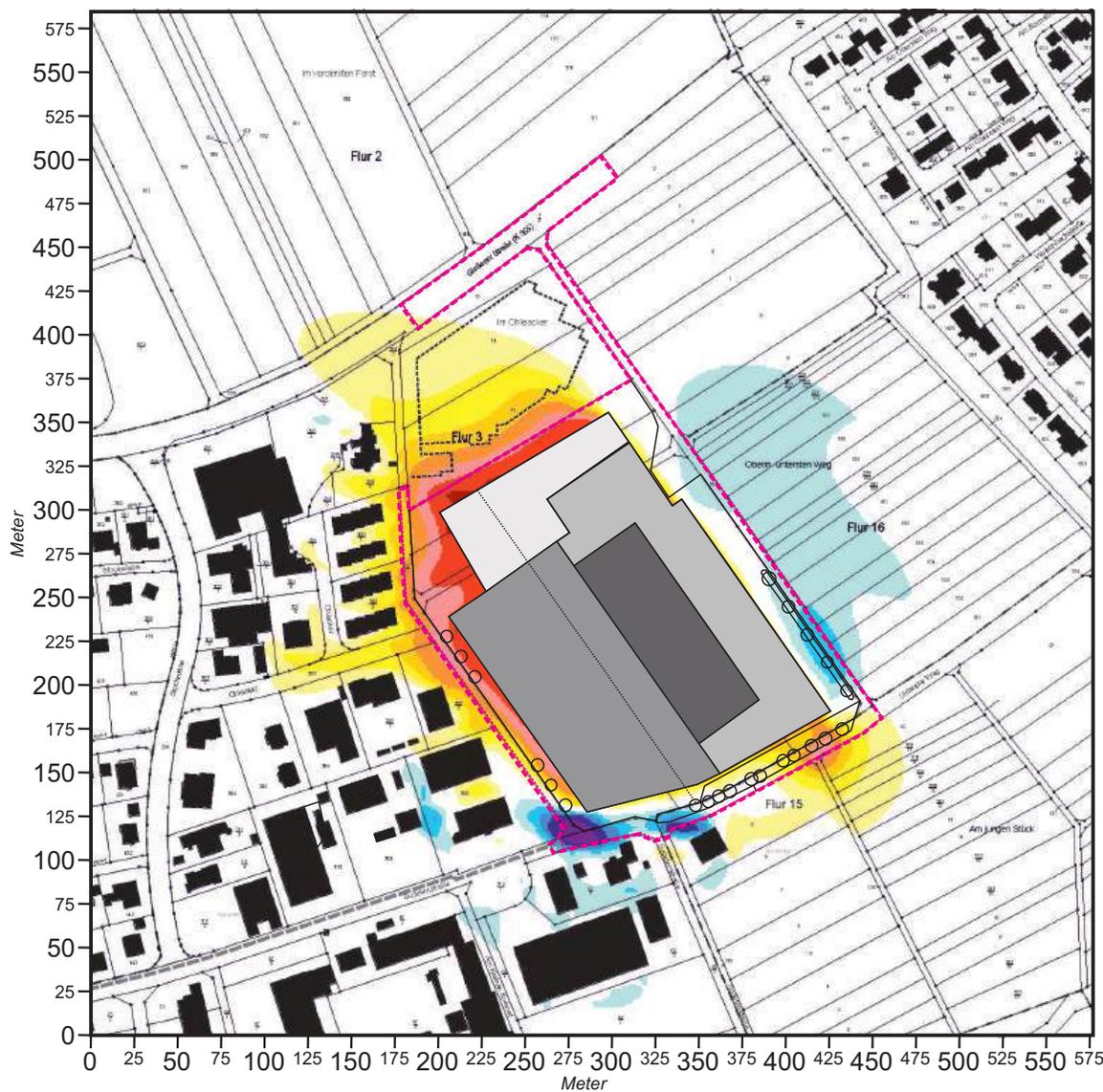
⬡
Bebauungsplangebiet Nr. 12

Grundkarte bereitgestellt von:
Planungsbüro Fischer

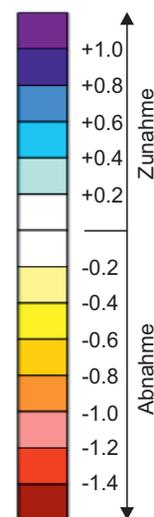
Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplan-
verfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen



**Abb. 17.3 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich
Planungsbedingte Veränderung der Windgeschwindigkeit 2 m ü.G. am Tag,
Windanströmung aus Ost-südosten (120°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.**



Zu- bzw. Abnahme der
Windgeschwindigkeit
in m/s



Anströmungsrichtung

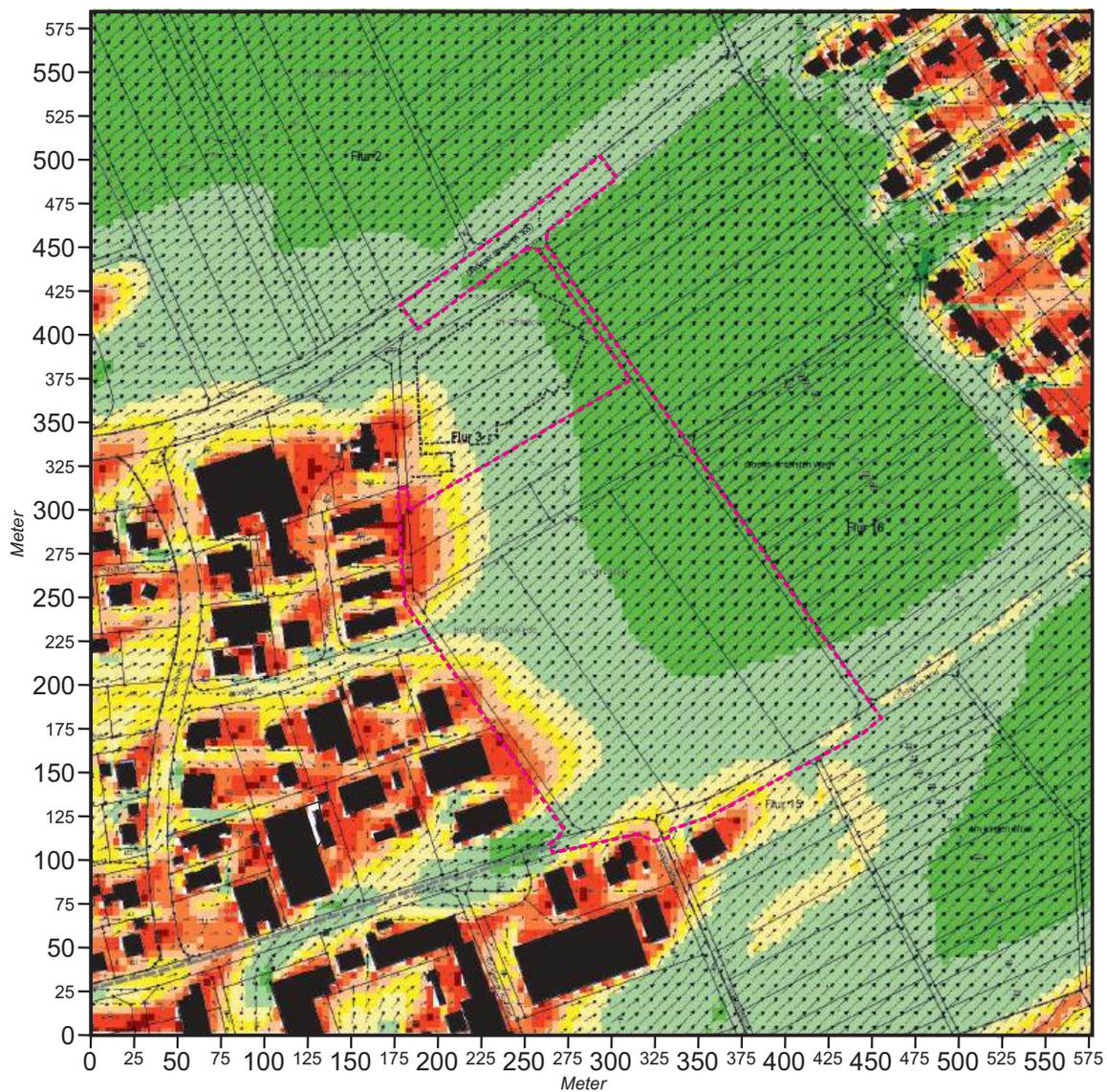
 Bebauungsplangebiet Nr. 12

Grundkarte bereitgestellt von:
Planungsbüro Fischer

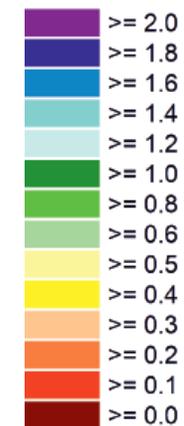
Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplan-
verfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen



**Abb. 18.1 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen, Ist-Zustand
Windgeschwindigkeit und Windrichtung 2 m ü.G. in der Nacht,
Windanströmung aus Südwesten (230°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.**



Windgeschwindigkeit
in m/s



↗
Anströmungsrichtung

↗ ↘ ↙
Windvektoren

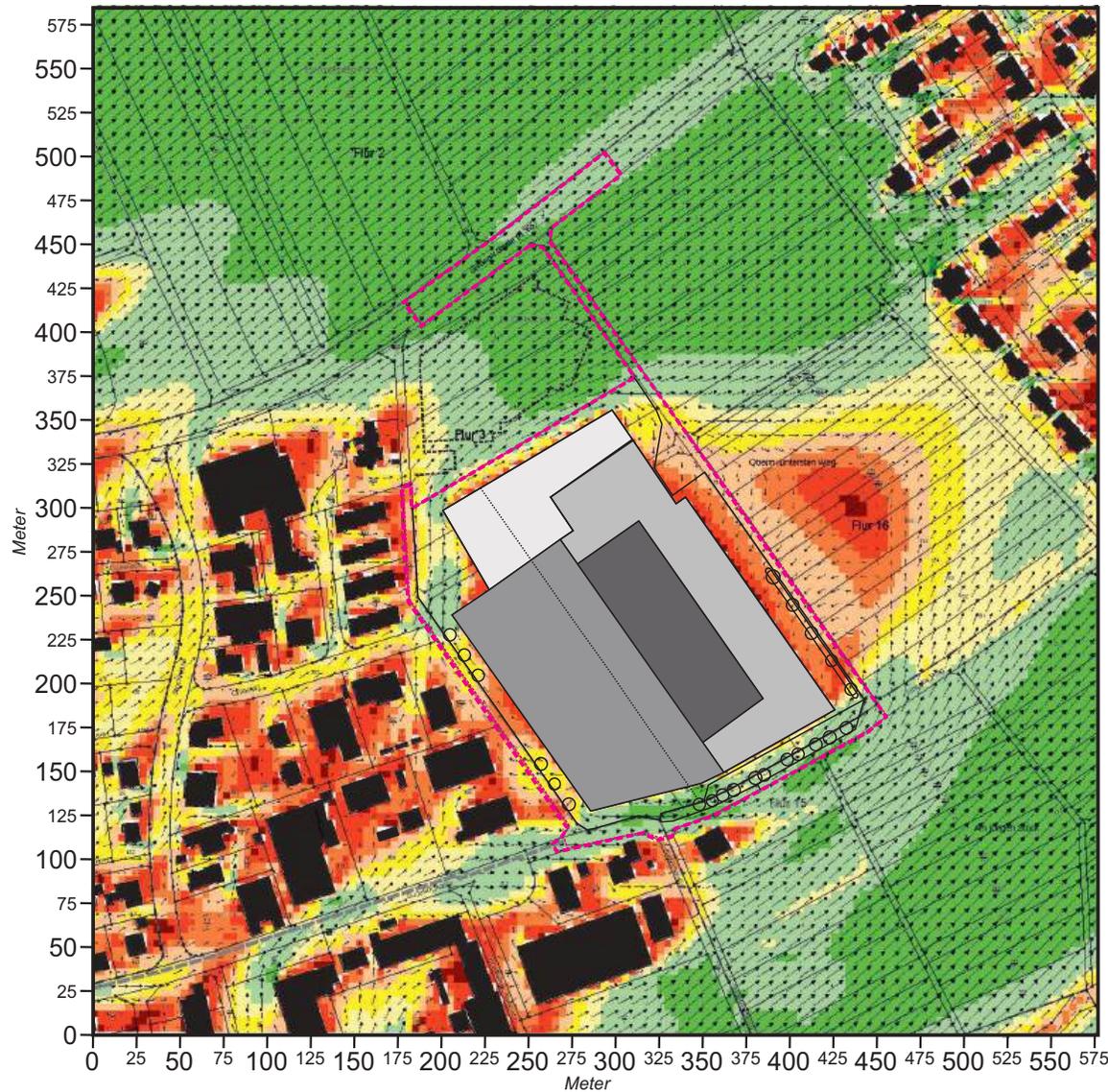
⬡
Bebauungsplangebiet Nr. 12

Grundkarte bereitgestellt von:
Planungsbüro Fischer

Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplan-
verfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen



**Abb. 18.2 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen, Plan-Zustand
Windgeschwindigkeit und Windrichtung 2 m ü.G. in der Nacht,
Windanströmung aus Südwesten (230°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.**



Windgeschwindigkeit
in m/s



↗
Anströmungsrichtung

↗ ↘ ↙
Windvektoren

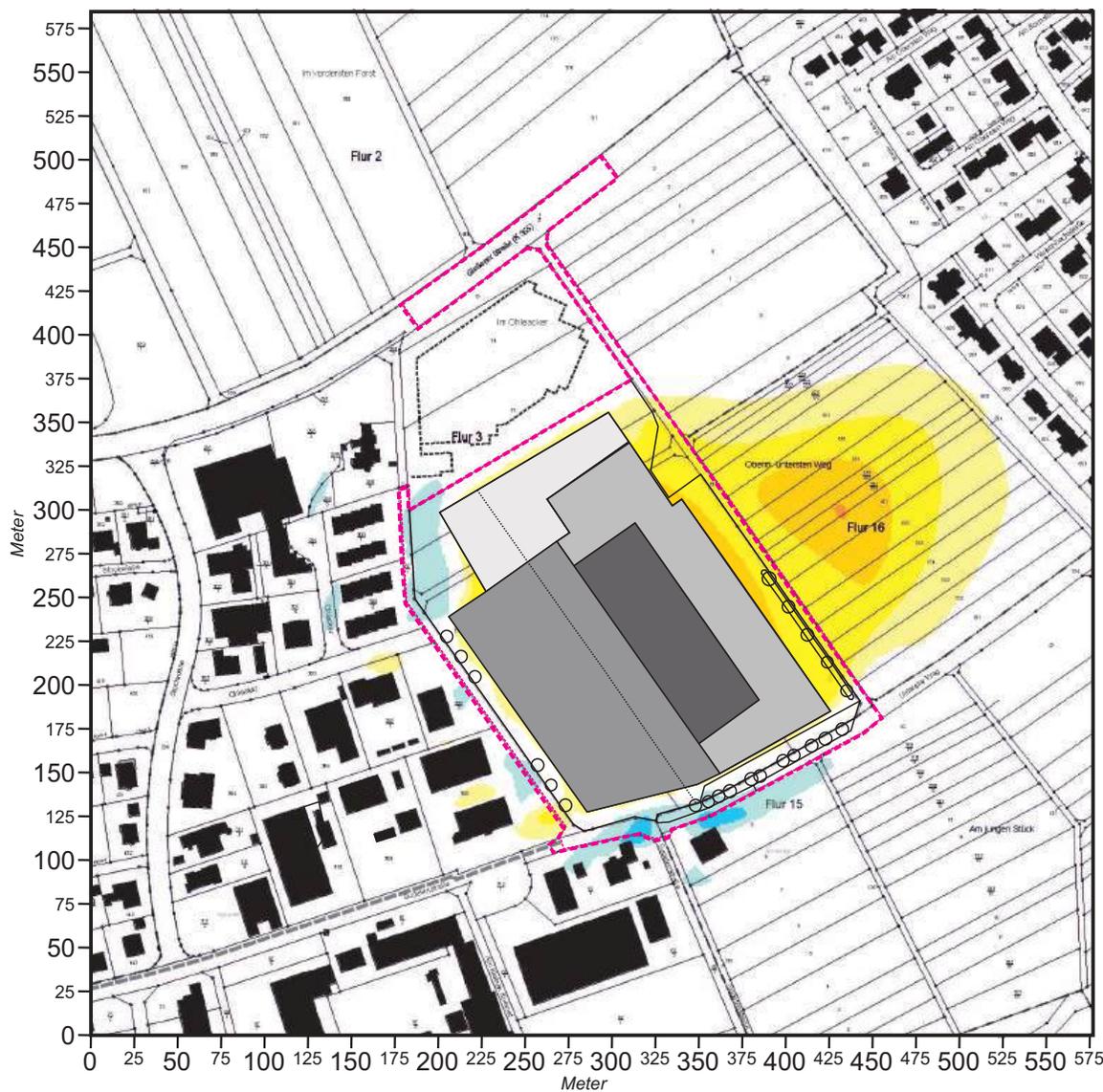
⬡
Bebauungsplangebiet Nr. 12

Grundkarte bereitgestellt von:
Planungsbüro Fischer

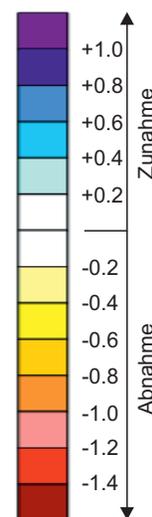
Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplan-
verfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen



**Abb. 18.3 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich
Planungsbedingte Veränderung der Windgeschwindigkeit 2 m ü.G. in der Nacht,
Windanströmung aus Südwesten (230°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.**



Zu- bzw. Abnahme der
Windgeschwindigkeit
in m/s



Anströmungsrichtung

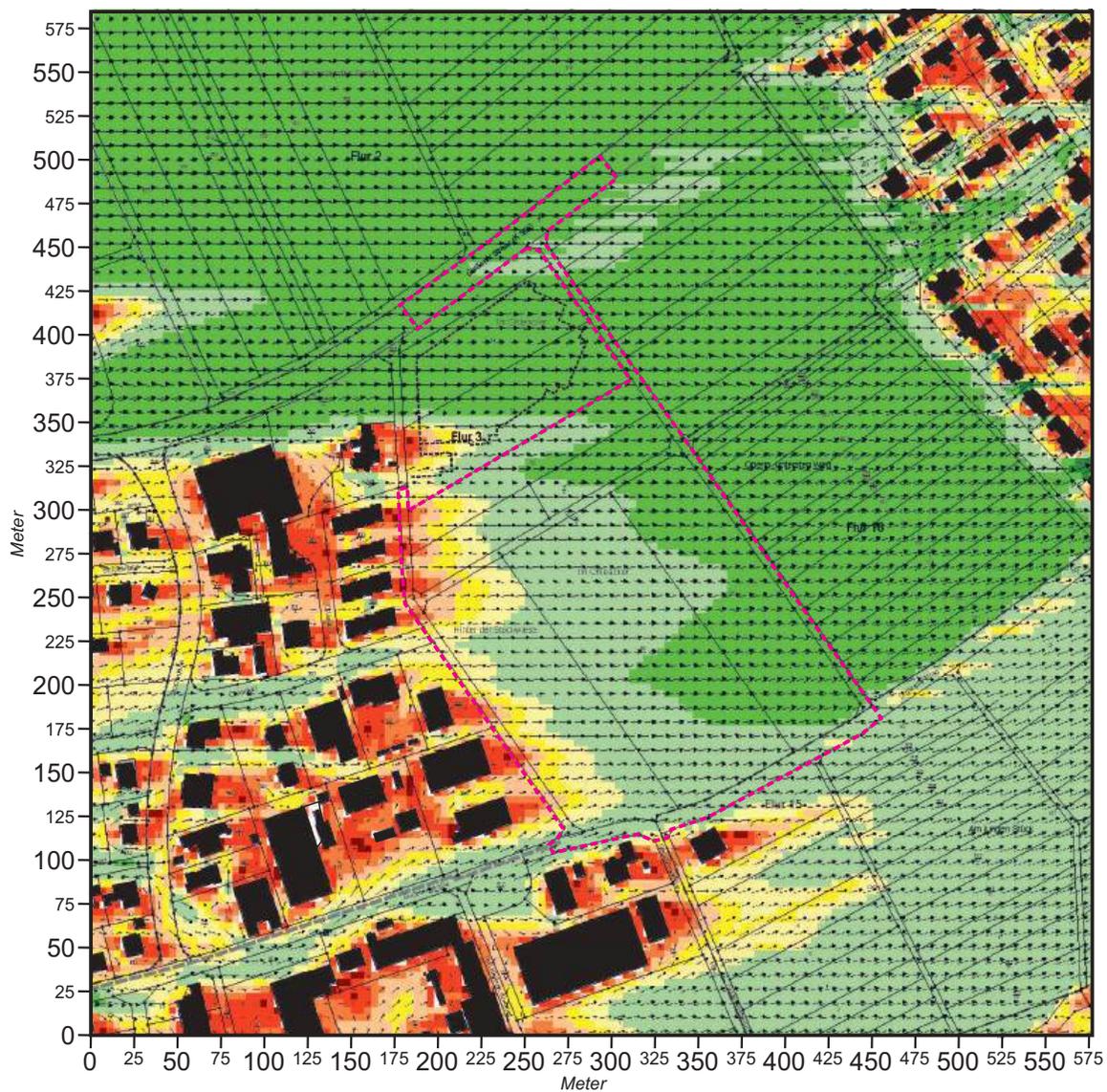
 Bebauungsplangebiet Nr. 12

Grundkarte bereitgestellt von:
Planungsbüro Fischer

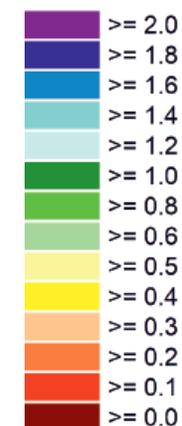
Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplan-
verfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen



**Abb. 19.1 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen, Ist-Zustand
Windgeschwindigkeit und Windrichtung 2 m ü.G. in der Nacht,
Windanströmung aus Westen (270°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.**



Windgeschwindigkeit
in m/s



→
Anströmungsrichtung

↗ ↘ ↙ ↚
Windvektoren

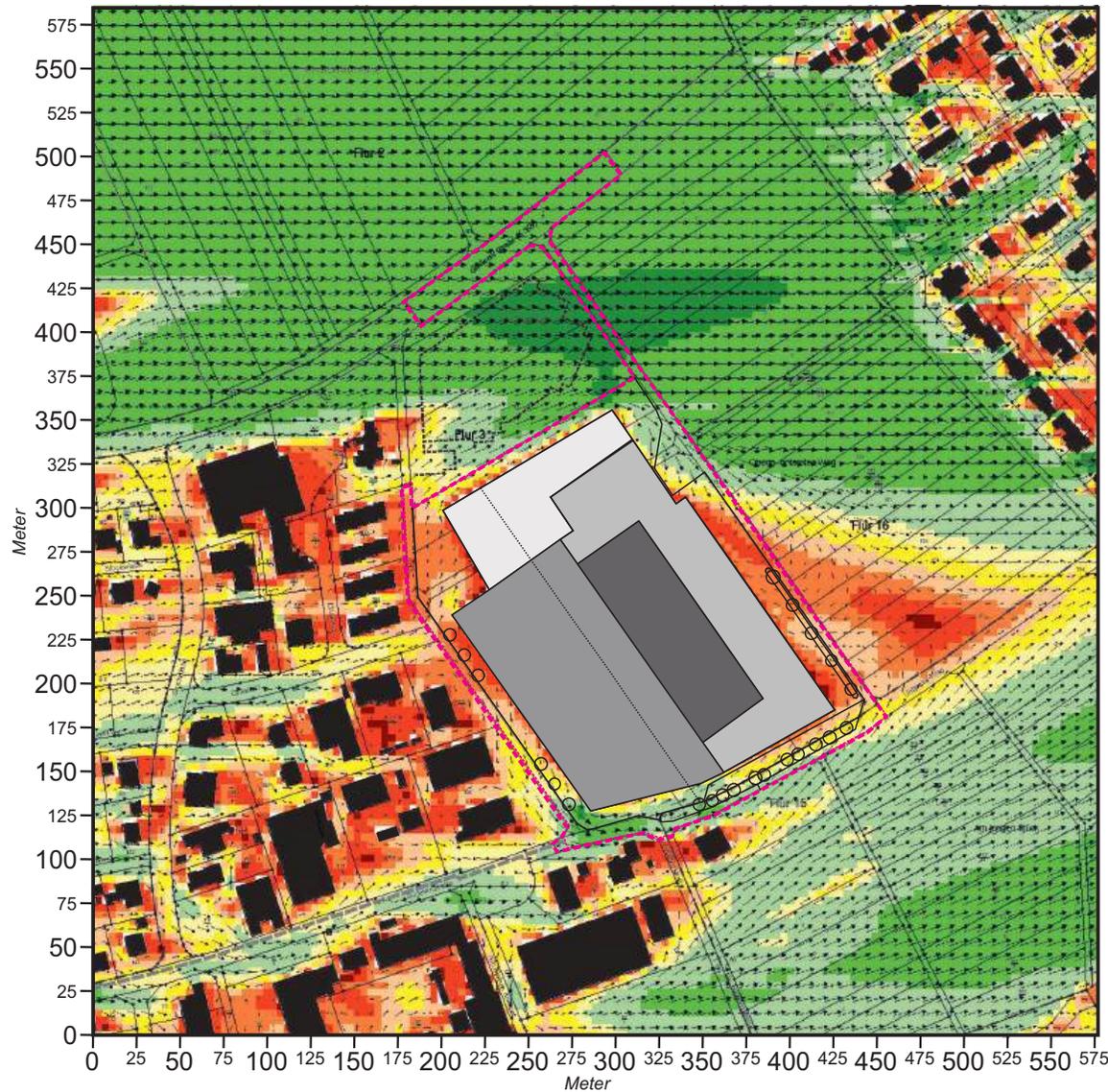
⬡
Bebauungsplangebiet Nr. 12

Grundkarte bereitgestellt von:
Planungsbüro Fischer

Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplan-
verfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen



**Abb. 19.2 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen, Plan-Zustand
Windgeschwindigkeit und Windrichtung 2 m ü.G. in der Nacht,
Windanströmung aus Westen (270°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.**



Windgeschwindigkeit
in m/s



→
Anströmungsrichtung

↗ ↘ ↙ ↚
Windvektoren

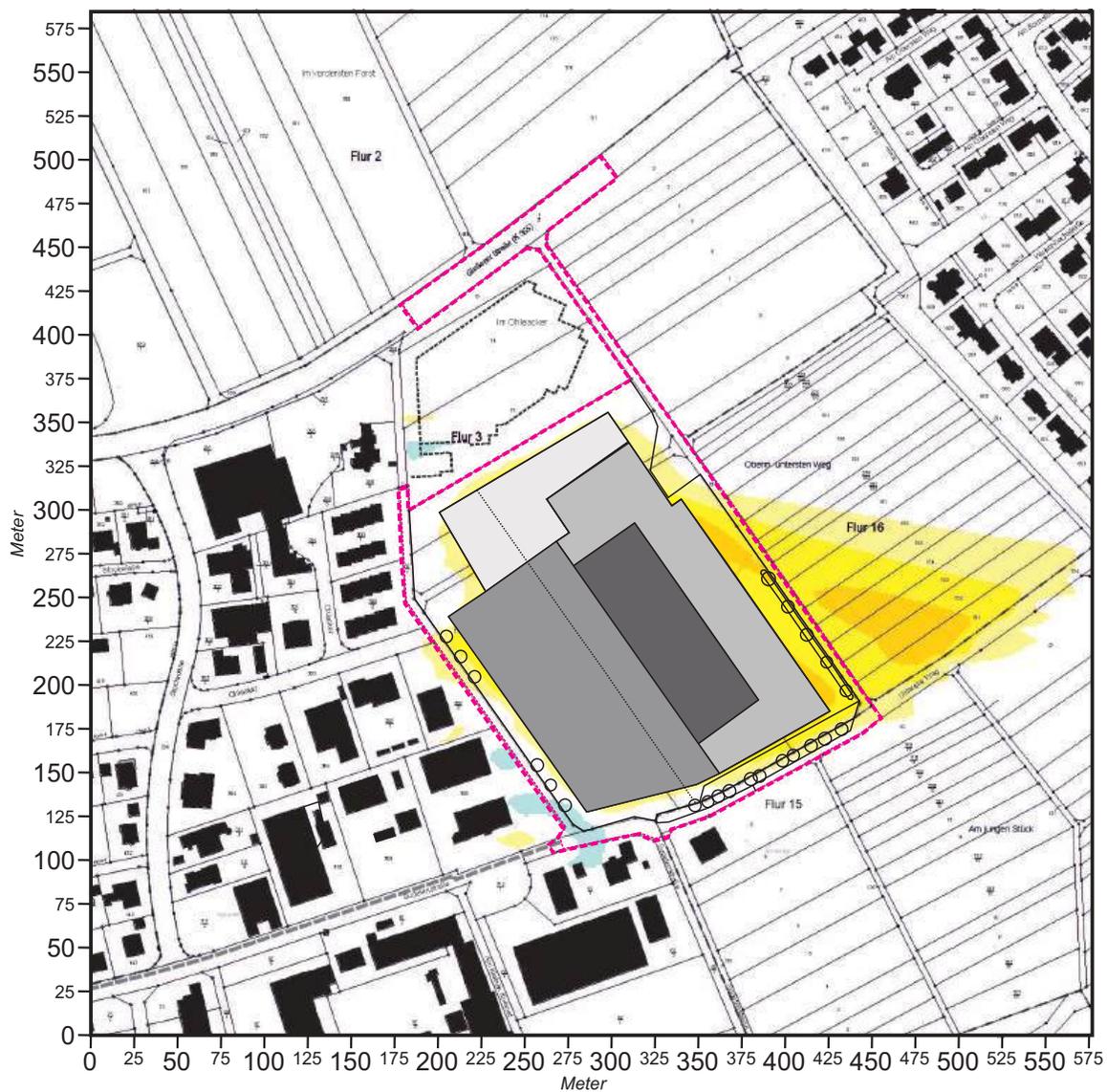
⬡
Bebauungsplangebiet Nr. 12

Grundkarte bereitgestellt von:
Planungsbüro Fischer

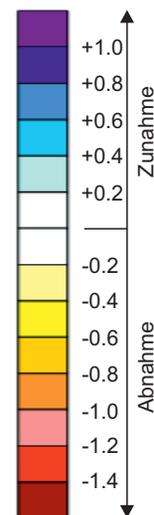
Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplan-
verfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen



**Abb. 19.3 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich
Planungsbedingte Veränderung der Windgeschwindigkeit 2 m ü.G. in der Nacht,
Windanströmung aus Westen (270°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.**



Zu- bzw. Abnahme der
Windgeschwindigkeit
in m/s



Zunahme

Abnahme

→
Anströmungsrichtung



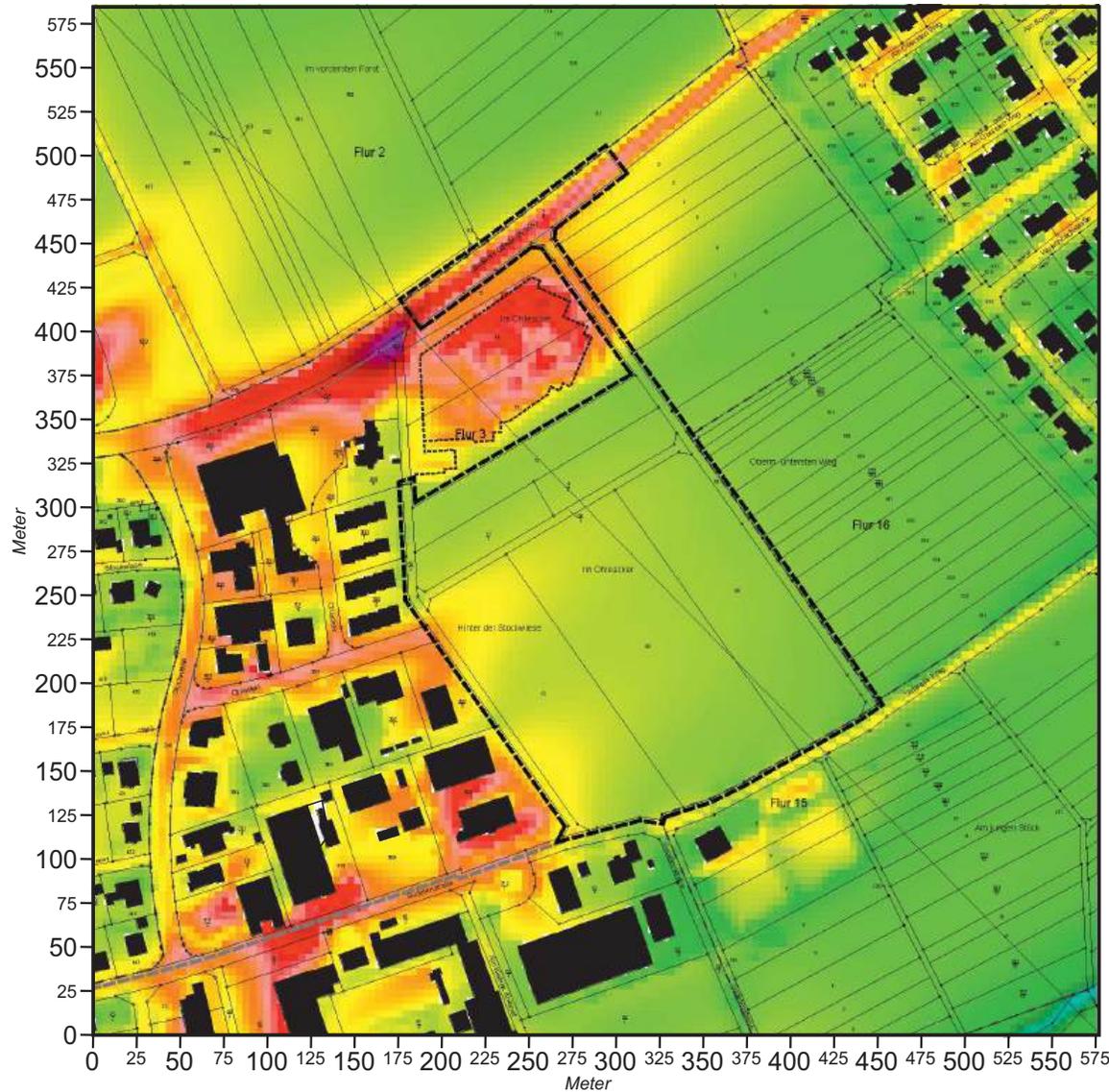
Bebauungsplangebiet Nr. 12

Grundkarte bereitgestellt von:
Planungsbüro Fischer

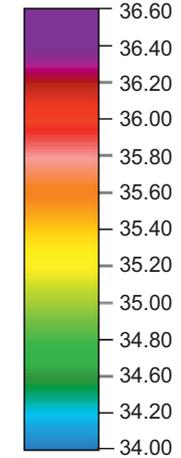
Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplan-
verfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen



Abb. 20.1 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Ist-Zustand
 Lufttemperatur 2 m ü.G. am Tag (14:00 Uhr), Windanströmung aus
 Südwesten (225°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Lufttemperatur
 in °C



↗
 Anströmungsrichtung



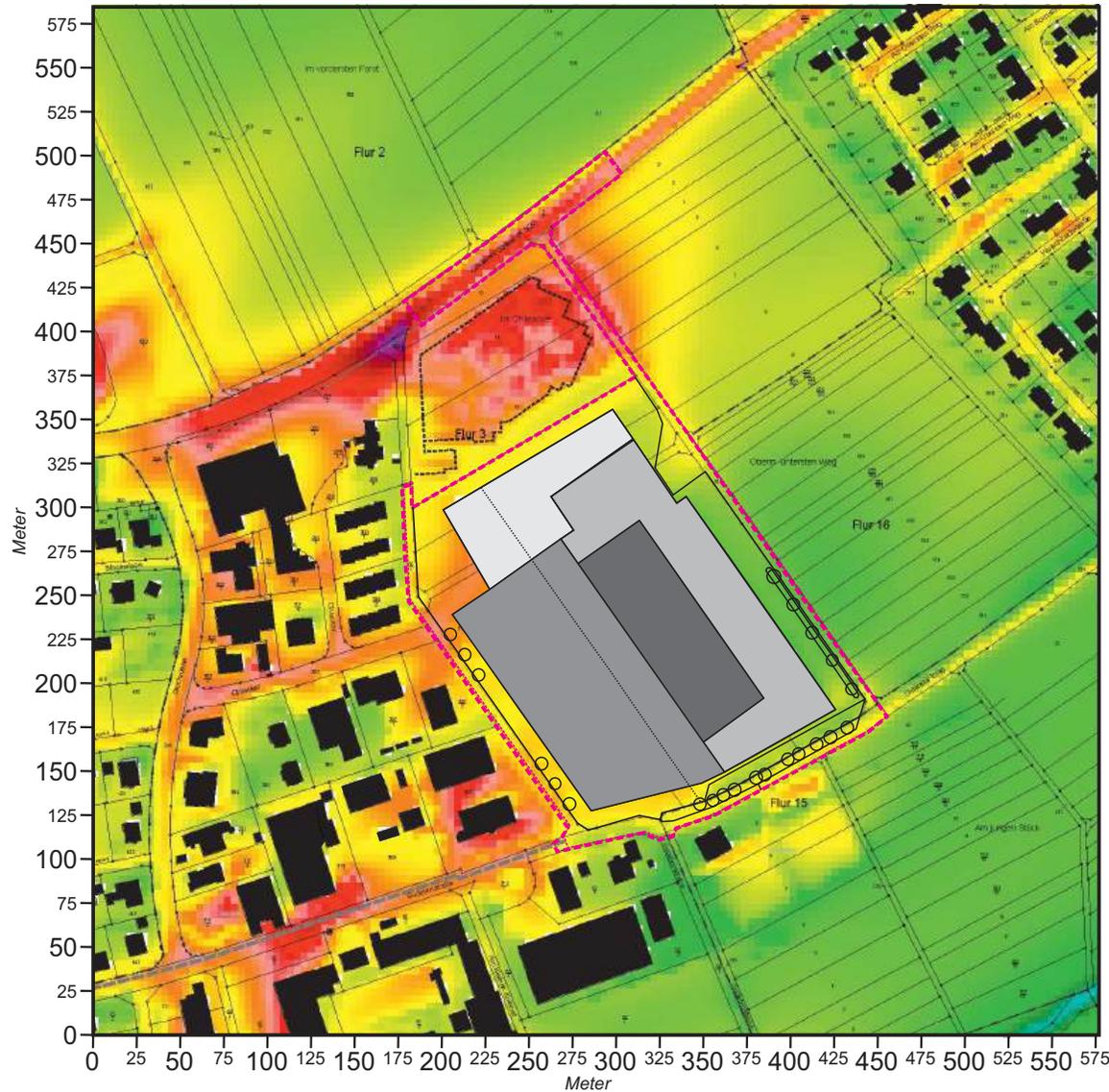
Bebauungsplangebiet Nr. 12

Grundkarte bereitgestellt von:
 Planungsbüro Fischer

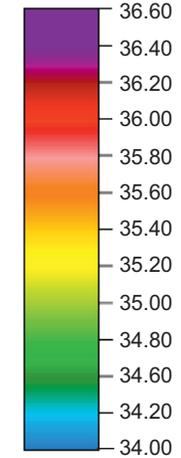
Projekt:
 Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplan-
 verfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
 Stadtteil Münchholzhausen



**Abb. 20.2 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Plan-Zustand
Lufttemperatur 2 m ü.G. am Tag (14:00 Uhr), Windanströmung aus
Südwesten (225°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.**



Lufttemperatur
in °C



↗
Anströmungsrichtung

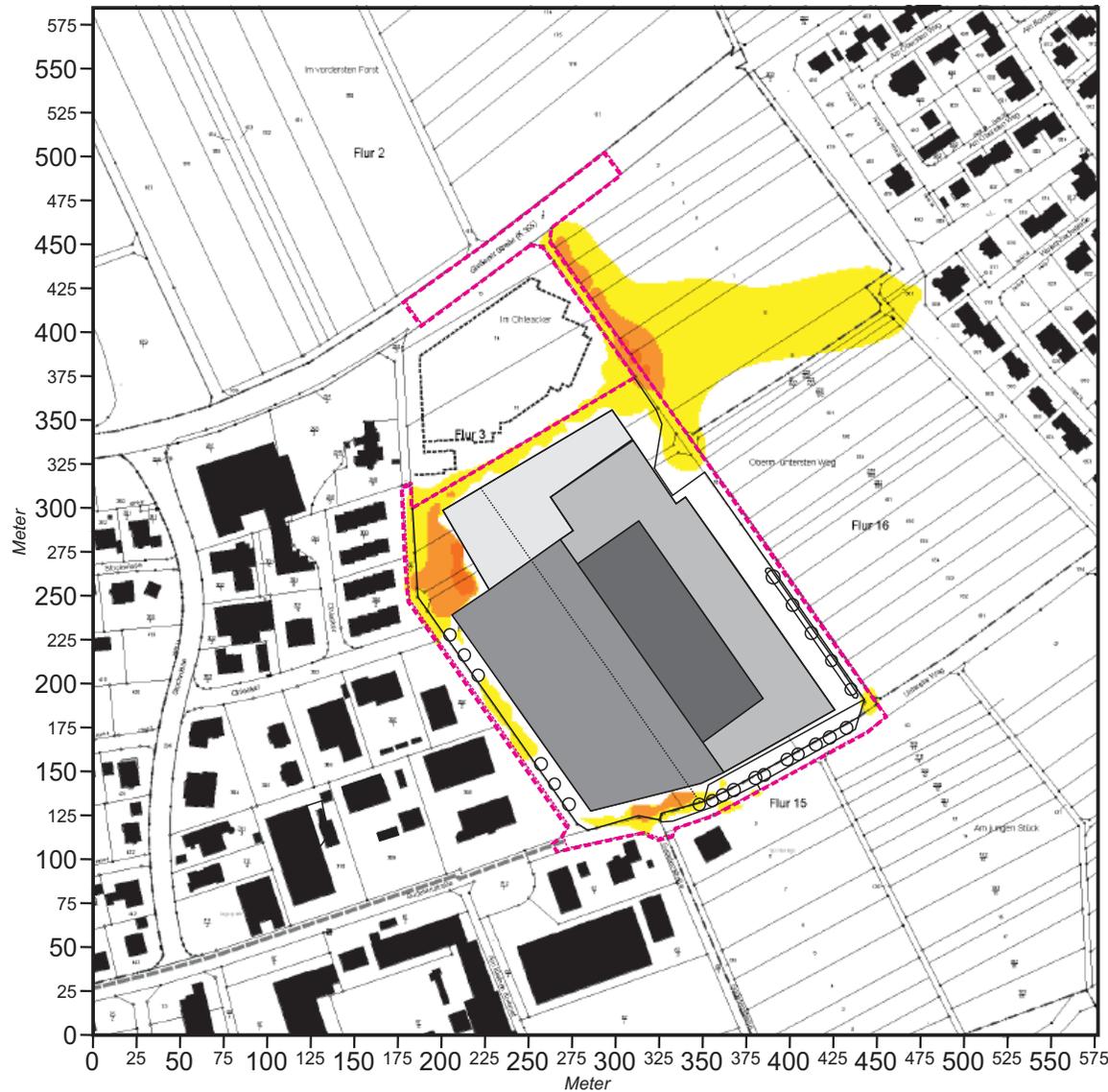
 Bebauungsplangebiet Nr. 12

Grundkarte bereitgestellt von:
Planungsbüro Fischer

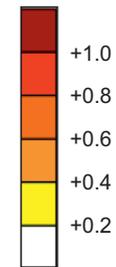
Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplan-
verfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen



**Abb. 20.3 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich
Planungsbedingte Zunahme der Lufttemperatur 2 m ü.G. am Tag (14:00 Uhr), Windanströmung aus Südwesten (225°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.**



Zunahme der Lufttemperatur in °C



↗
Anströmungsrichtung

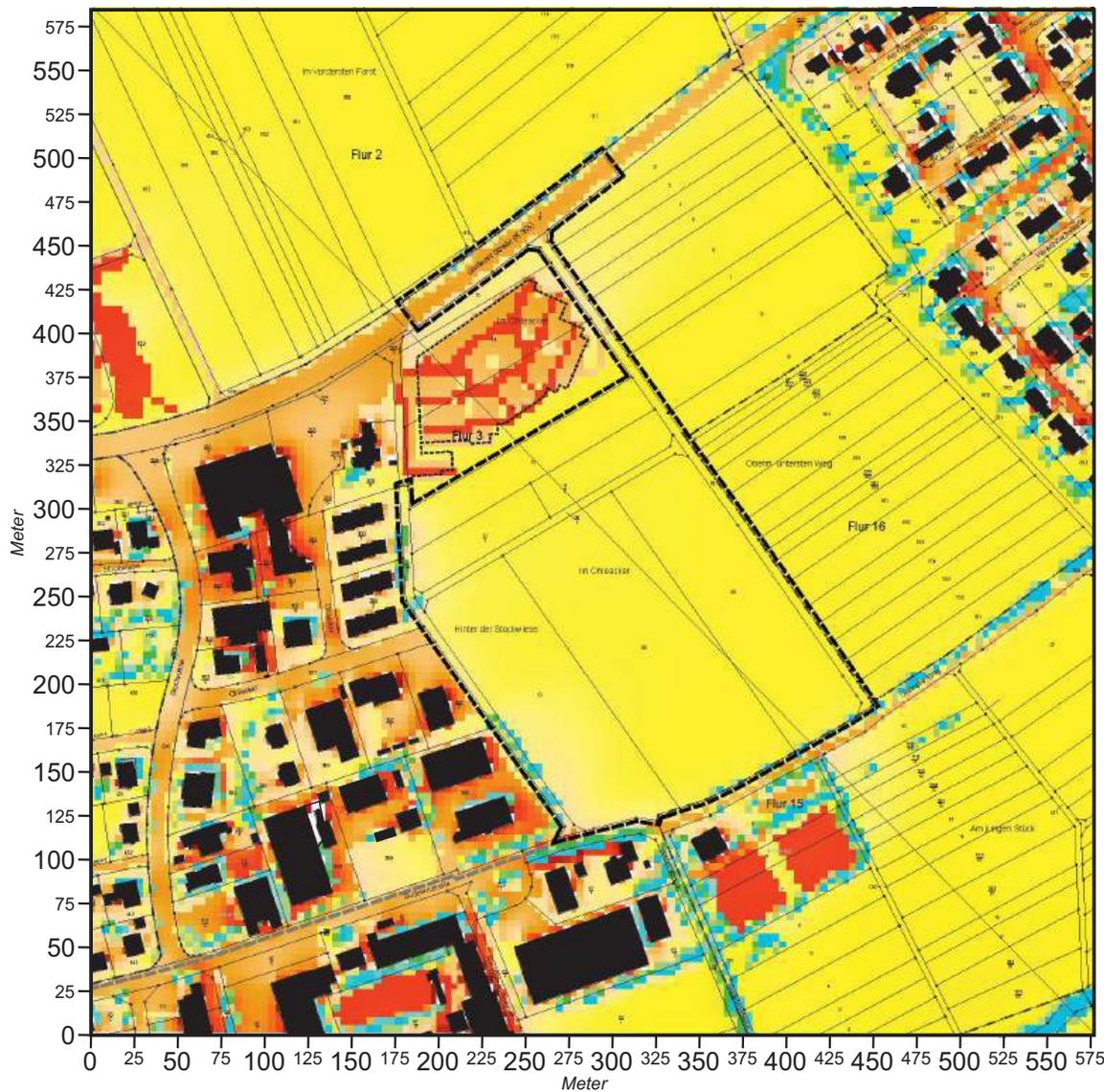
 Bebauungsplangebiet Nr. 12

Grundkarte bereitgestellt von:
Planungsbüro Fischer

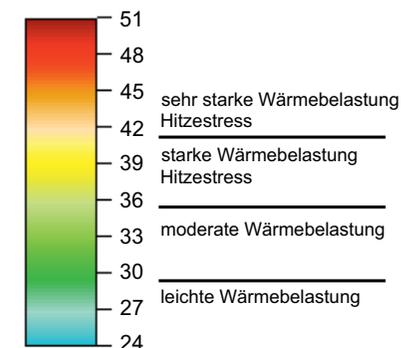
Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar, Stadtteil Münchholzhausen



Abb. 21.1 Ergebnisse mikroskaliger Simulationen zum Bioklima, Ist-Zustand
Physiologische Äquivalenttemperatur (PET) 1.5 m ü.G. am Tag (14:00 Uhr), Windanströmung aus
Südwesten (225°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



PET in °C



↖
Anströmungsrichtung

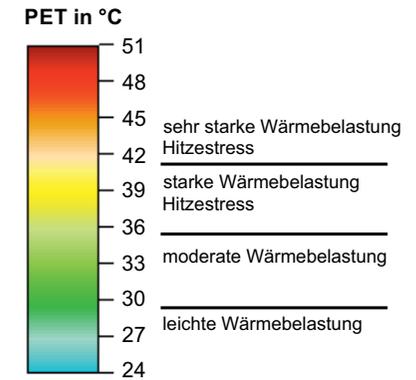
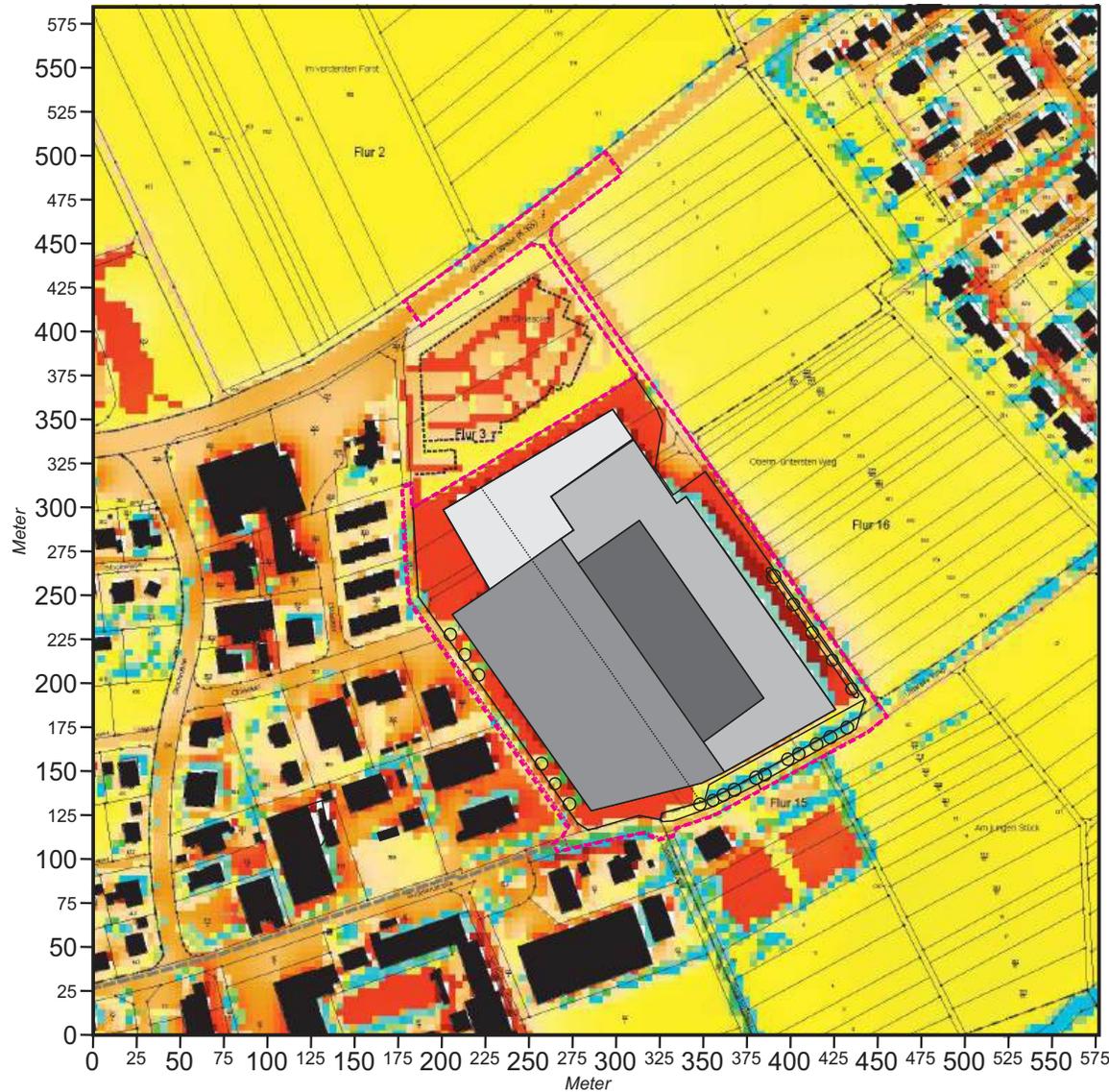
⊞ Bebauungsplangebiet Nr. 12

Grundkarte bereitgestellt von:
Planungsbüro Fischer

Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar, Stadtteil Münchholzhäusen



**Abb. 21.2 Ergebnisse mikroskaliger Simulationen zum Bioklima, Plan-Zustand
 Physiologische Äquivalenttemperatur (PET) 1.5 m ü.G. am Tag (14:00 Uhr), Windanströmung aus
 Südwesten (225°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.**



↖
 Anströmungsrichtung

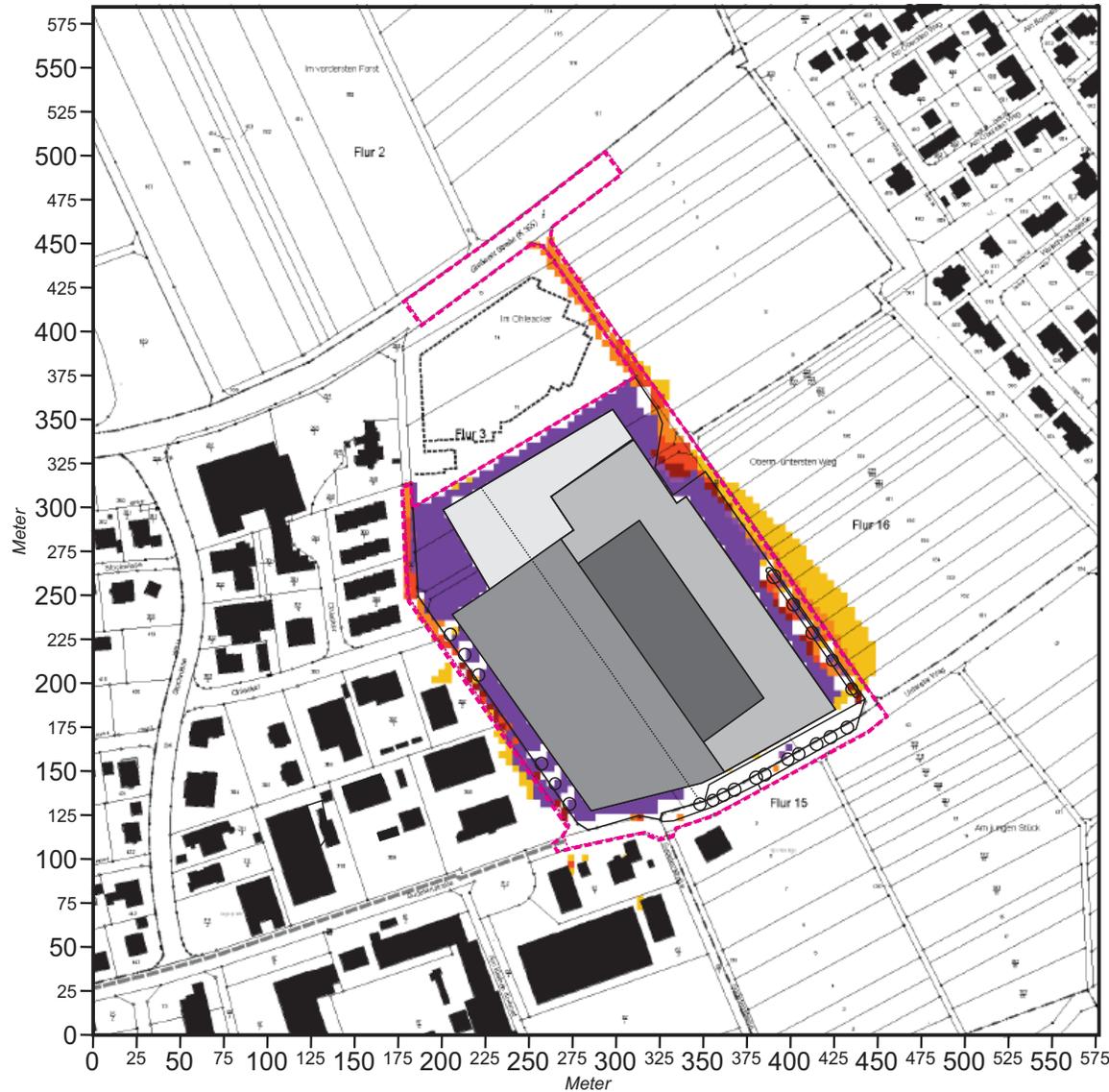
Bebauungsplangebiet Nr. 12

Grundkarte bereitgestellt von:
 Planungsbüro Fischer

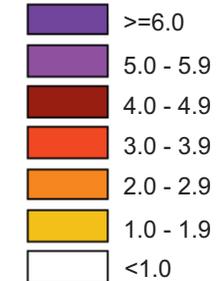
Projekt:
 Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplan-
 verfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
 Stadtteil Münchholzhäusen



**Abb. 21.3 Ergebnisse mikroskaliger Simulationen zum Bioklima, Vorher-Nachher-Vergleich
Planungsbedingte Zunahme der physiologischen Äquivalenttemperatur (PET) 1.5 m ü.G. am Tag (14:00 Uhr),
Windanströmung aus Südwesten (225°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.**



Zunahme PET in °C




Anströmungsrichtung

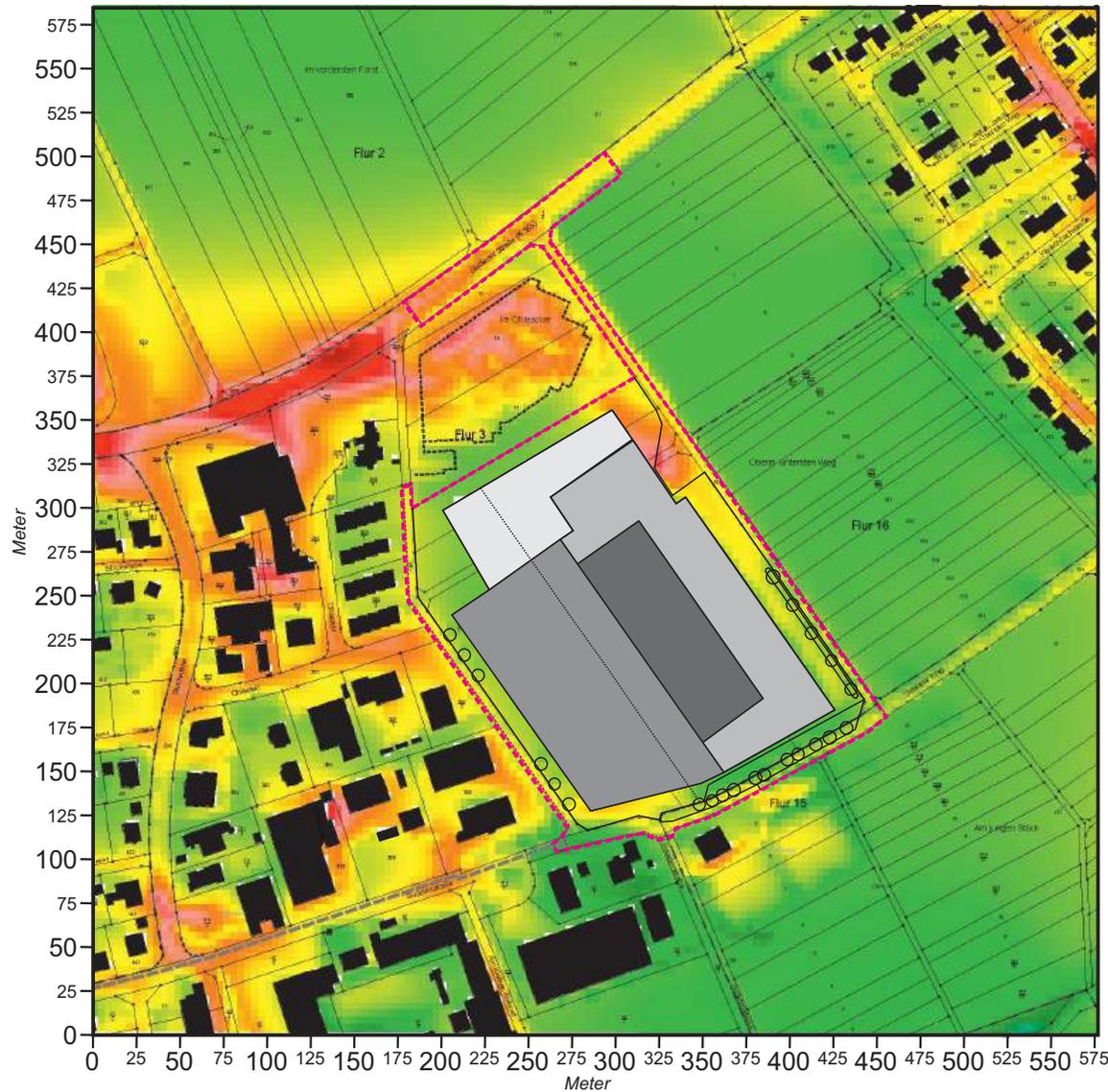
 Bebauungsplangebiet Nr. 12

Grundkarte bereitgestellt von:
Planungsbüro Fischer

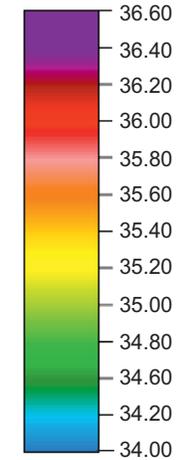
Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplan-
verfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen



**Abb. 22.2 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Plan-Zustand
Lufttemperatur 2 m ü.G. am Tag (14:00 Uhr), Windanströmung aus
Ostsüdosten (120°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.**



Lufttemperatur
in °C



↖
Anströmungsrichtung

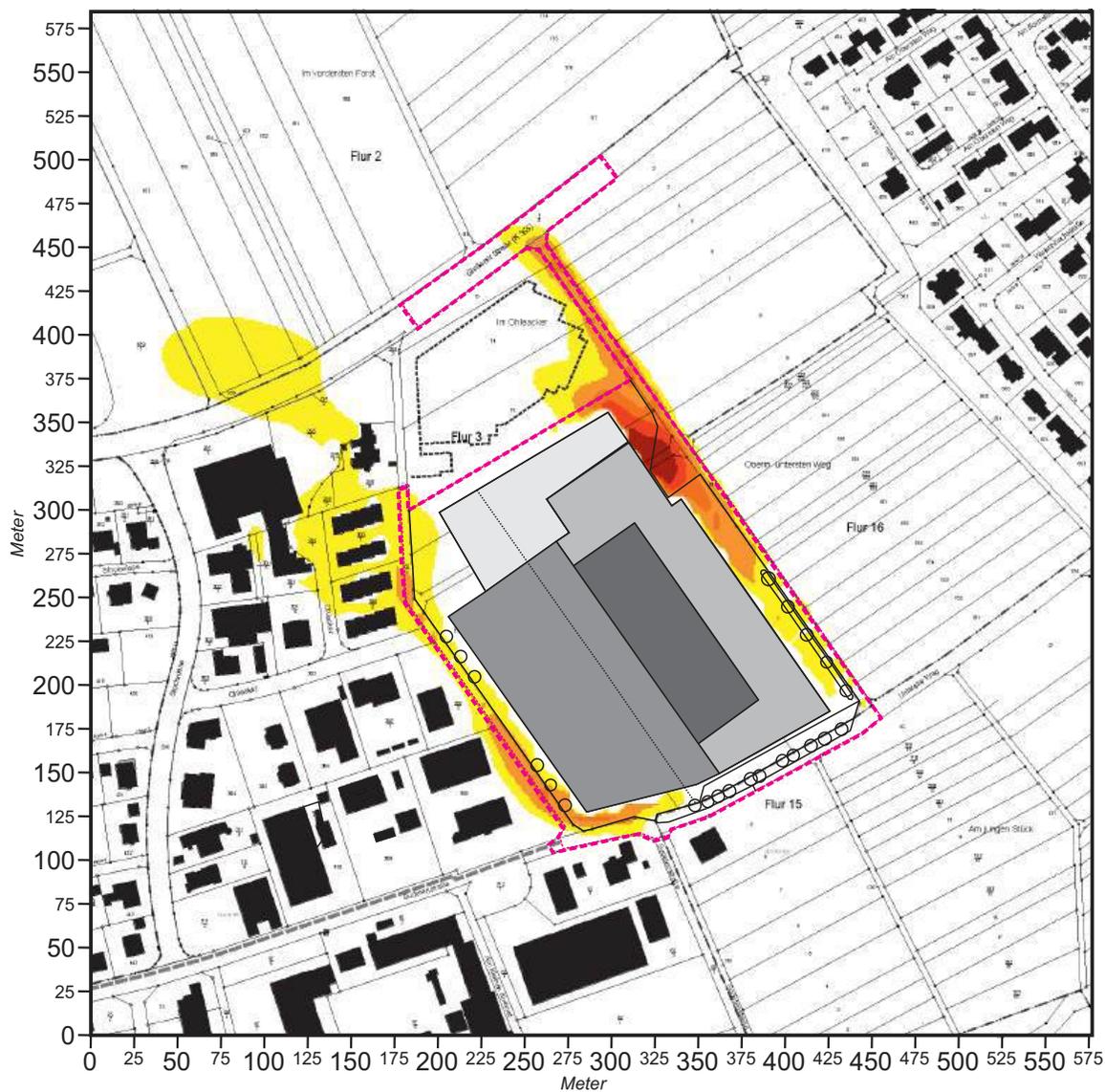
 Bebauungsplangebiet Nr. 12

Grundkarte bereitgestellt von:
Planungsbüro Fischer

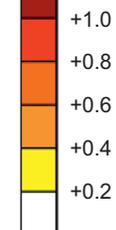
Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplan-
verfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen



**Abb. 22.3 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich
Planungsbedingte Zunahme der Lufttemperatur 2 m ü.G. am Tag (14:00 Uhr), Windanströmung aus
Ostsüdosten (120°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.**



Zunahme der
Lufttemperatur
in °C



↖
Anströmungsrichtung

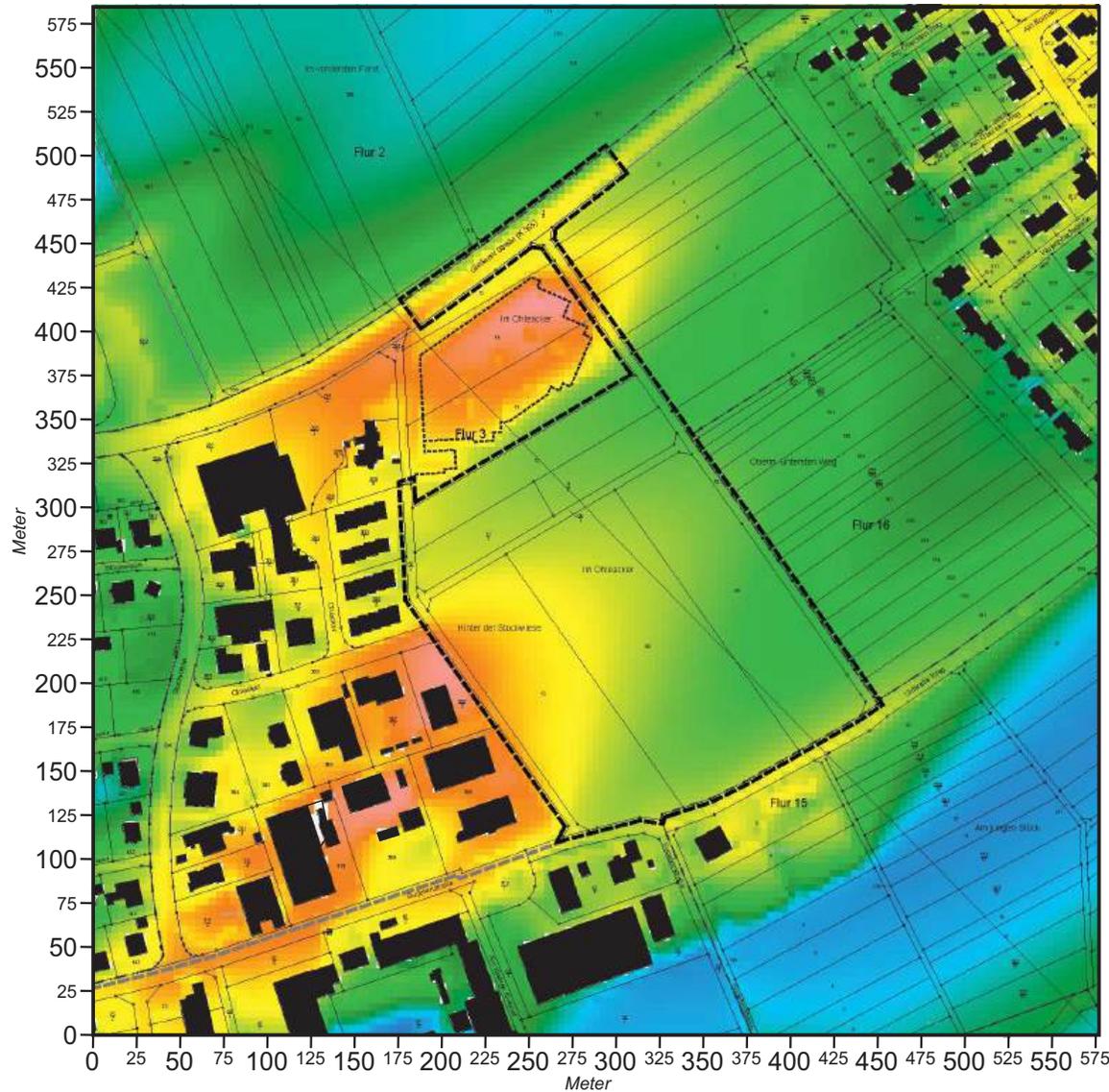
 Bebauungsplangebiet Nr. 12

Grundkarte bereitgestellt von:
Planungsbüro Fischer

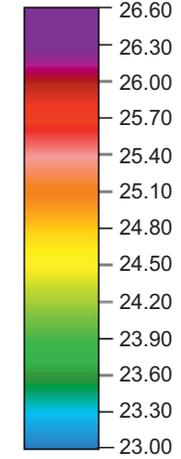
Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplan-
verfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen



Abb. 23.1 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Ist-Zustand
 Lufttemperatur 2 m ü.G. in der Nacht (23:00 Uhr), Windanströmung aus
 Südwesten (230°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.



Lufttemperatur
in °C



↗
Anströmungsrichtung



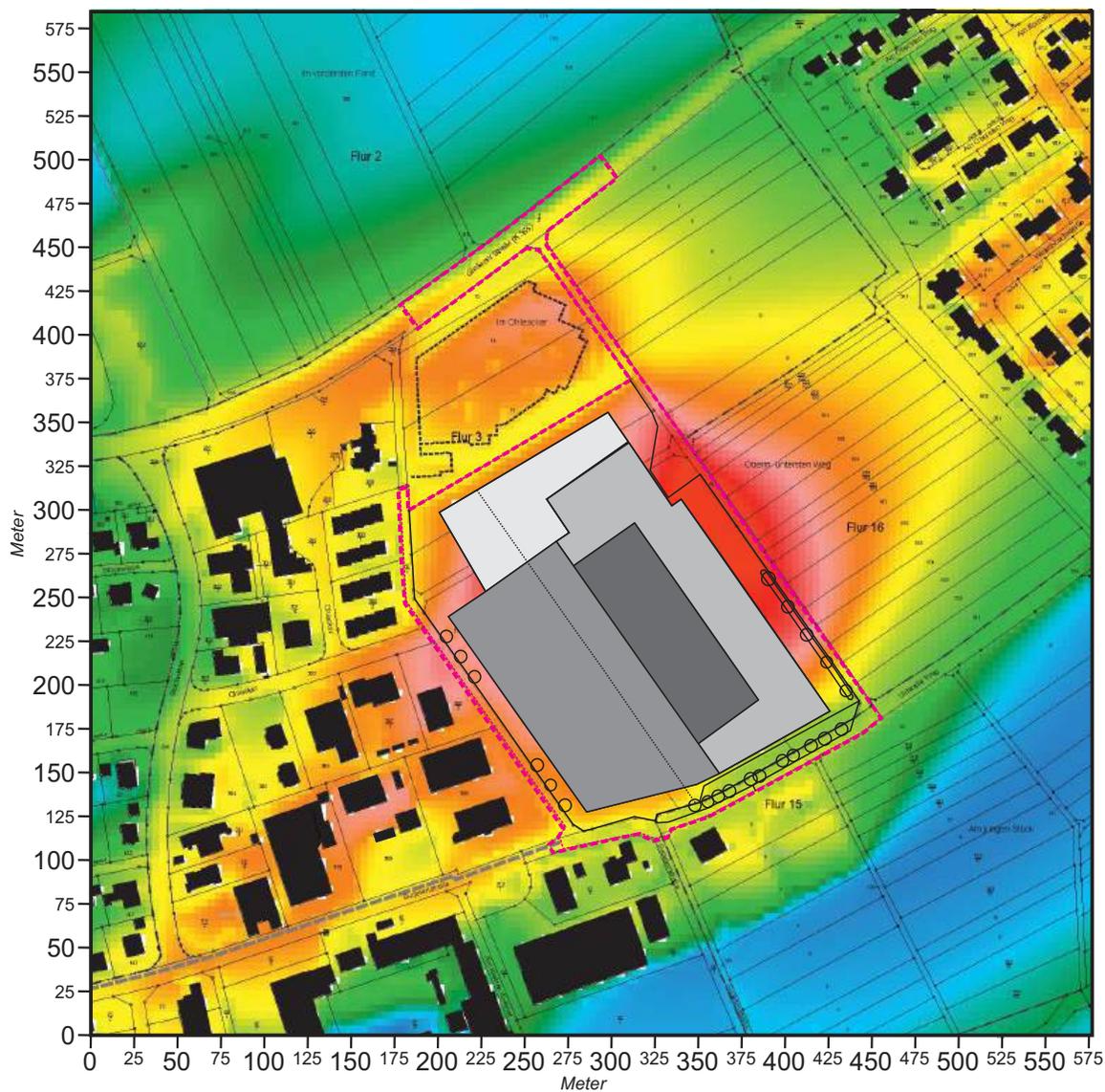
Bebauungsplangebiet Nr. 12

Grundkarte bereitgestellt von:
Planungsbüro Fischer

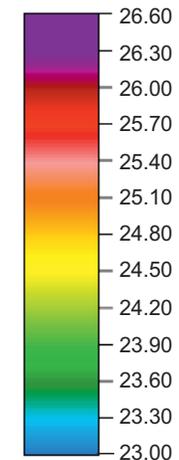
Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplan-
verfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen



**Abb. 23.2 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Plan-Zustand
Lufttemperatur 2 m ü.G. in der Nacht (23:00 Uhr), Windanströmung aus
Südwesten (230°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.**



Lufttemperatur
in °C



↖
Anströmungsrichtung

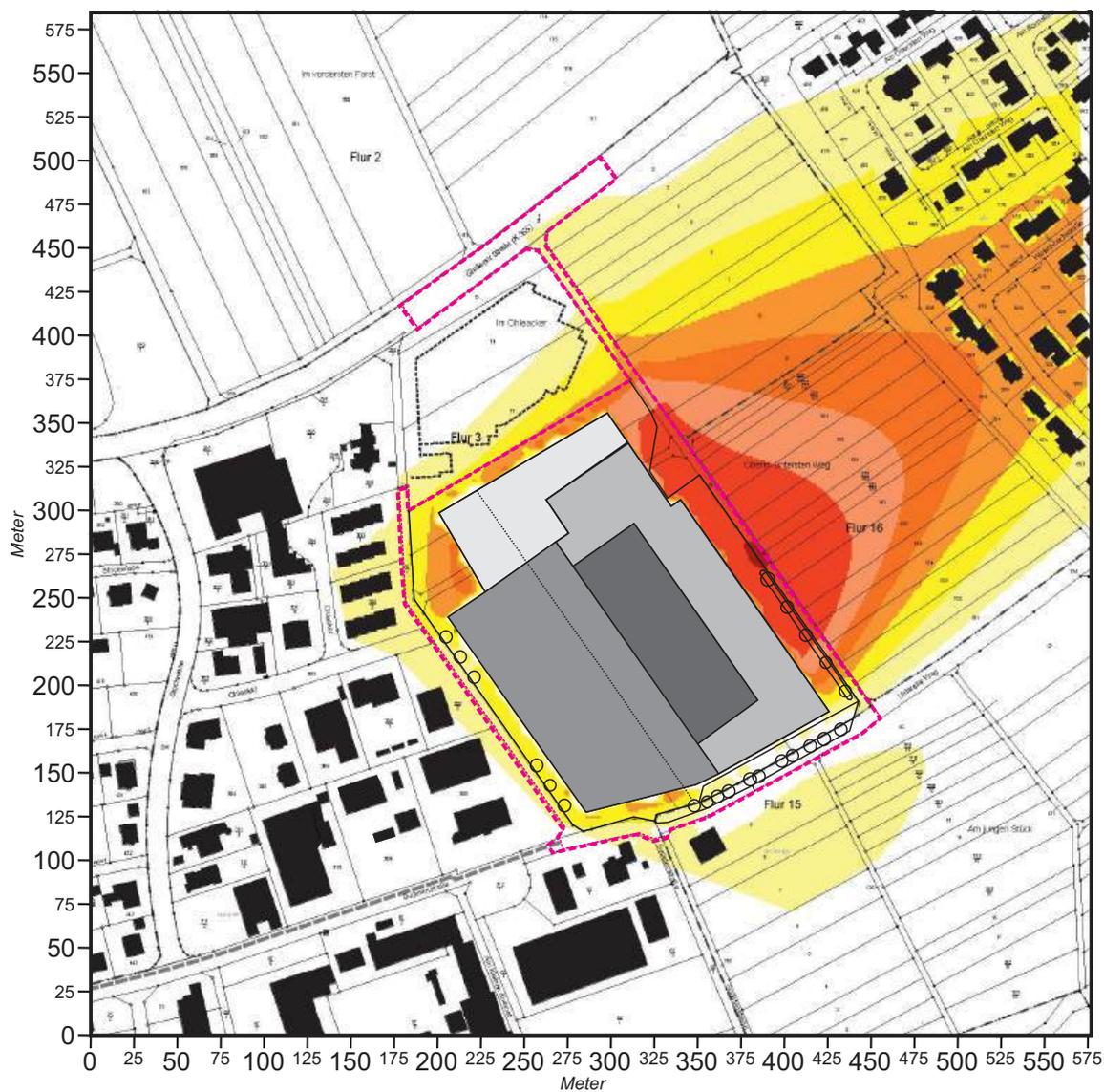
 Bebauungsplangebiet Nr. 12

Grundkarte bereitgestellt von:
Planungsbüro Fischer

Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplan-
verfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen



**Abb. 23.3 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich
Planungsbedingte Zunahme der Lufttemperatur 2 m ü.G. in der Nacht (23:00 Uhr), Windanströmung aus Südwesten (230°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.**



Zunahme der
Lufttemperatur
in °C



↖
Anströmungsrichtung

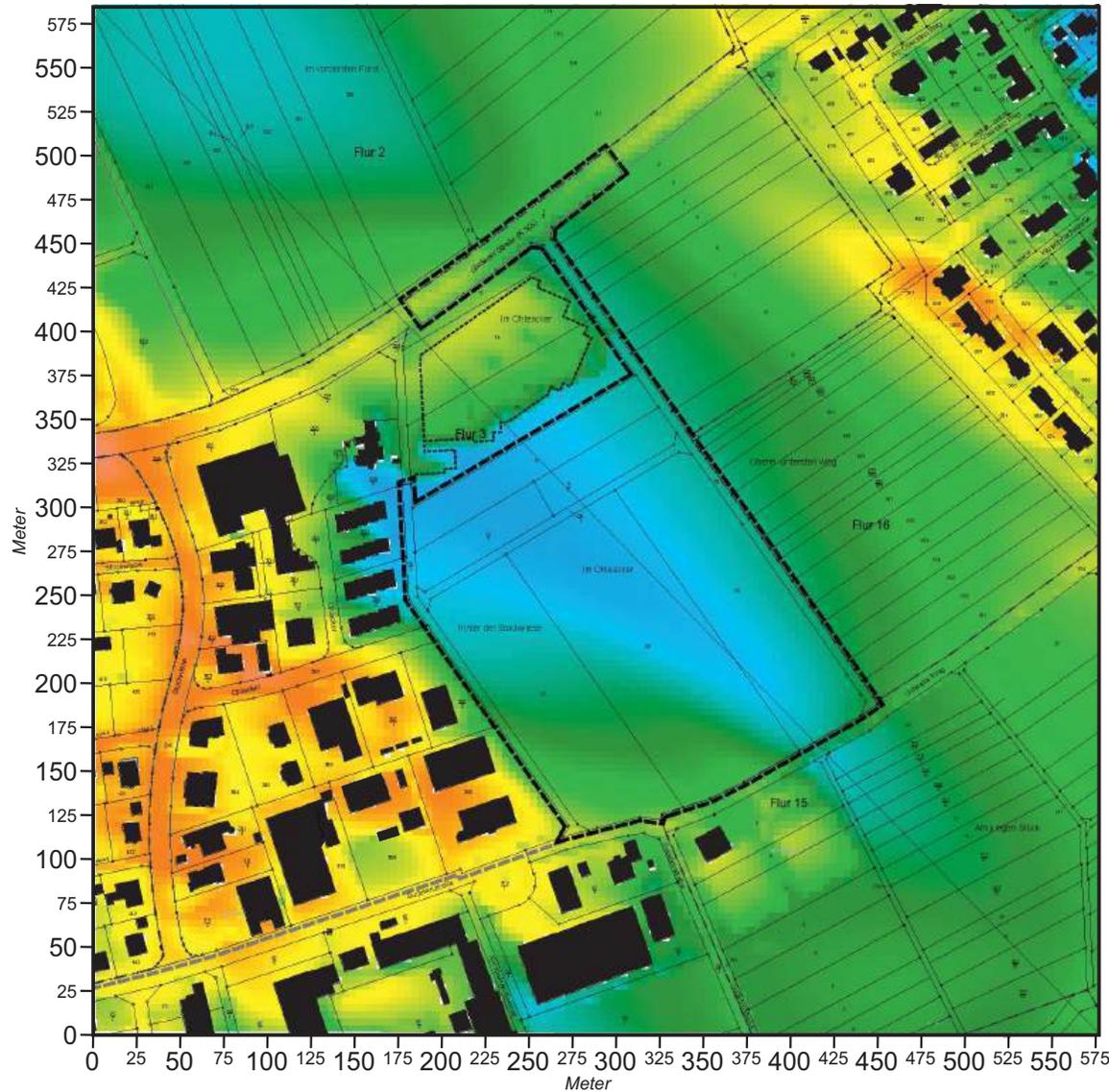
 Bebauungsplangebiet Nr. 12

Grundkarte bereitgestellt von:
Planungsbüro Fischer

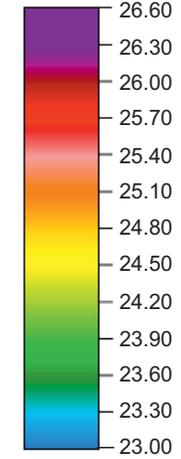
Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplan-
verfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen



Abb. 24.1 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Ist-Zustand
 Lufttemperatur 2 m ü.G. in der Nacht (23:00 Uhr), Windanströmung aus
 Ost-südosten (120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.



Lufttemperatur
 in °C



↖
 Anströmungsrichtung



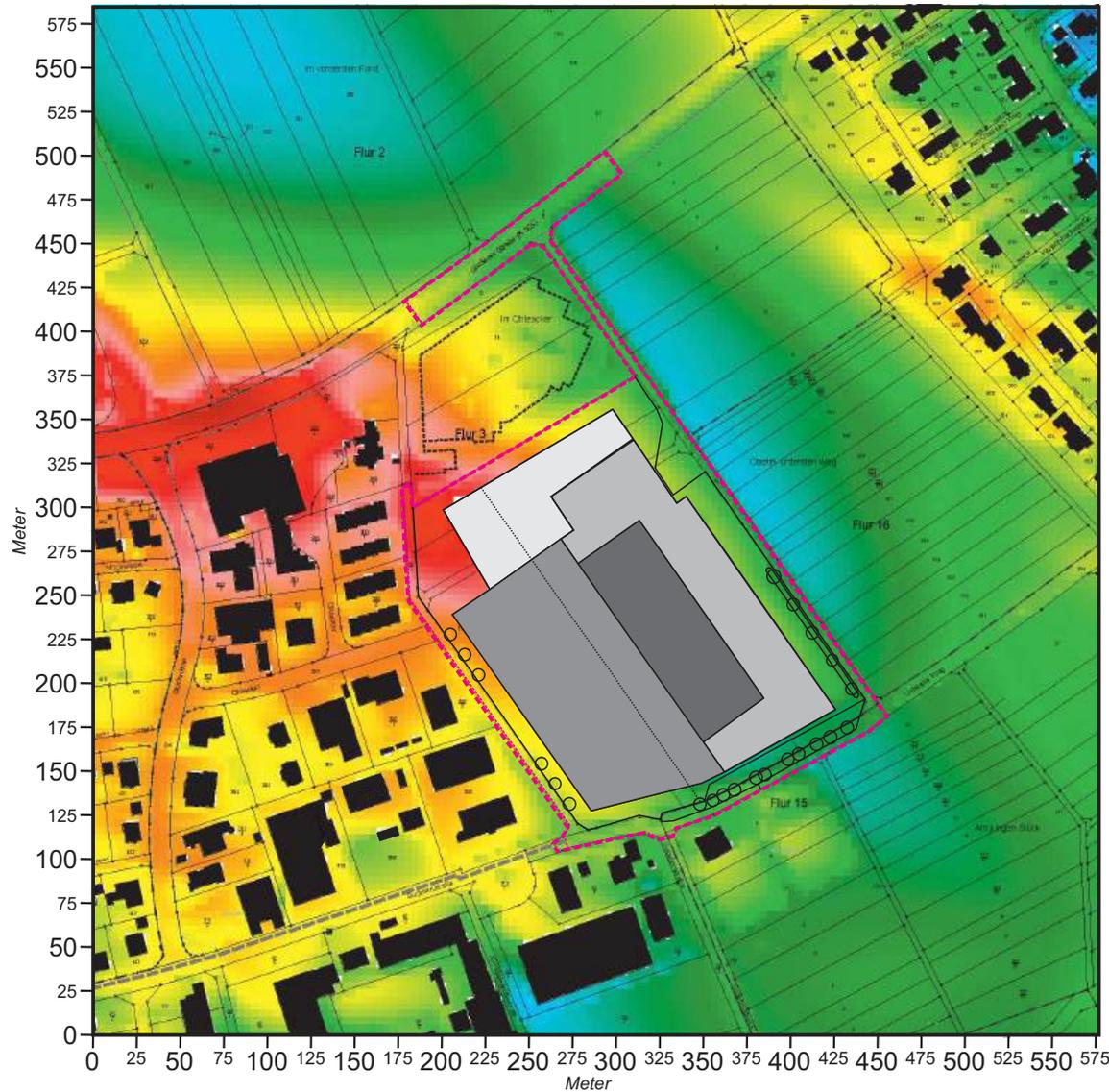
Bebauungsplangebiet Nr. 12

Grundkarte bereitgestellt von:
 Planungsbüro Fischer

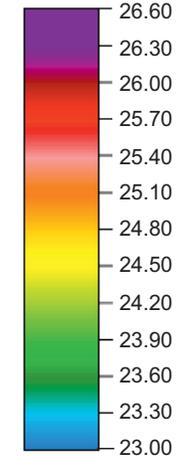
Projekt:
 Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplan-
 verfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
 Stadtteil Münchholzhausen



**Abb. 24.2 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Plan-Zustand
Lufttemperatur 2 m ü.G. in der Nacht (23:00 Uhr), Windanströmung aus
Ostsüdosten (120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.**



Lufttemperatur
in °C



↖
Anströmungsrichtung

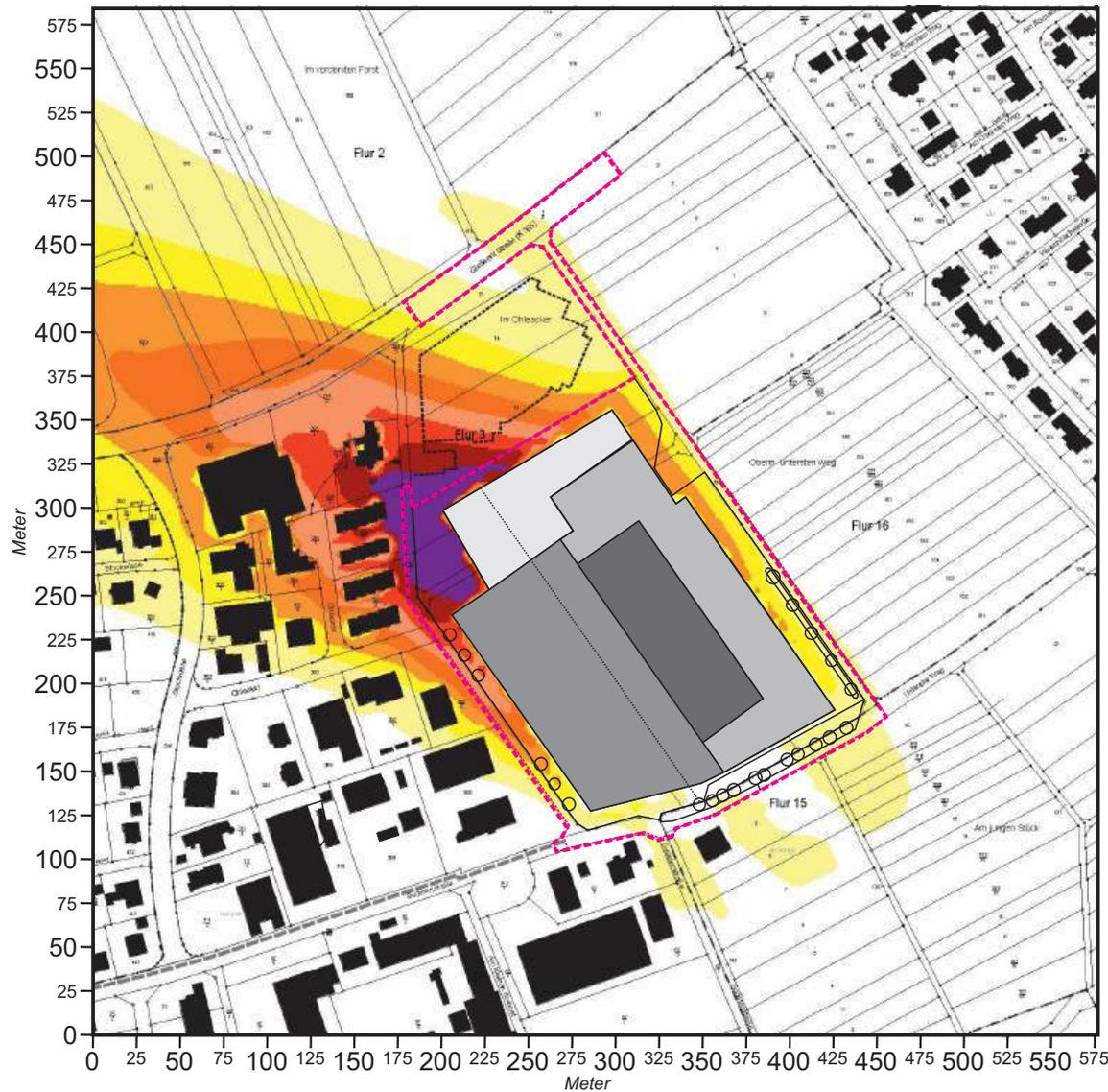
 Bauungsplangebiet Nr. 12

Grundkarte bereitgestellt von:
Planungsbüro Fischer

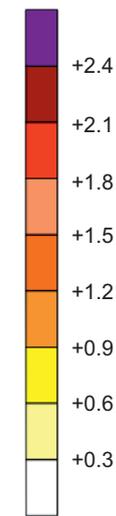
Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des Bauungsplan-
verfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen



**Abb. 24.3 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen, Vorher-Nachher-Vergleich
Planungsbedingte Zunahme der Lufttemperatur 2 m ü.G. in der Nacht (23:00 Uhr), Windanströmung aus
Ostsüdosten (120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 15 m ü.G.**



Zunahme der
Lufttemperatur
in °C



↙
Anströmungsrichtung

 Bebauungsplangebiet Nr. 12

Grundkarte bereitgestellt von:
Planungsbüro Fischer

Projekt:
Klimagutachten im Rahmen des Bebauungsplan-
verfahrens Nr. 12 „Oculus-Campus“ in Wetzlar,
Stadtteil Münchholzhausen

