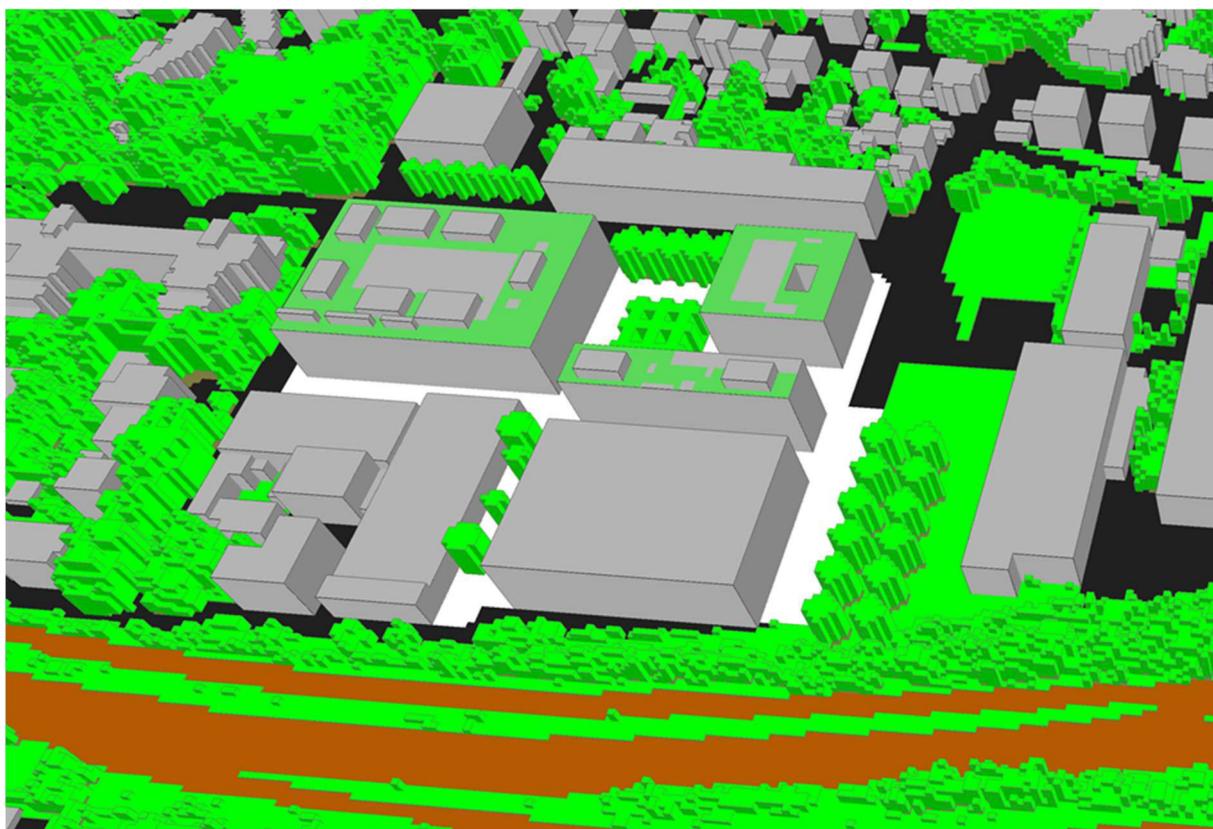


# Klimagutachten zum Bebauungsplanes Nr. 238 „Baumstraße / Schüchter- mannstraße“ in Herne-Mitte



Fachbereich Umwelt und Stadtplanung  
Abteilung Verbindliche Bauleitplanung  
Technisches Rathaus  
Langekampstraße 36  
44652 Herne



K.PLAN Klima.Umwelt&Planung GmbH  
Firmensitz: Bochum  
Steinring 55 | 44789 Bochum  
Tel: 0234 | 966 48 166  
E-Mail: [info@stadtklima.ruhr](mailto:info@stadtklima.ruhr)  
[www.K.Plan.ruhr](http://www.K.Plan.ruhr)

Dezember 2021

## INHALTSVERZEICHNIS

1.	ZIELSETZUNG	1
2.	MESOSKALIGE BEURTEILUNG DER FLÄCHE AUS VORHANDENEN DATEN UND SIMULATIONEN DES KALTLUFTFLUSSES	2
2.1	MODELLBESCHREIBUNG	3
2.2	ERGEBNISSE DER KALTLUFTSIMULATIONEN	8
3.	MIKROSKALIGE MODELLIERUNGEN FÜR DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET „FUNKENBERGQUARTIER“	16
3.1	MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „FUNKENBERGQUARTIER“: BELÜFTUNG“	20
3.2	MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „FUNKENBERGQUARTIER“: THERMISCHE SITUATION“	22
3.3	MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „FUNKENBERGQUARTIER“: BIOKLIMATISCHE SITUATION“	27
4.	KLIMAANGEPASSTES SZENARIO FÜR DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET „FUNKENBERGQUARTIER“	30
4.1	MIKROSKALIGE MODELLIERUNG KLIMAANGEPASSTES SZENARIO „FUNKENBERGQUARTIER“: VERÄNDERUNG DER BELÜFTUNG“	32
4.2	MIKROSKALIGE MODELLIERUNG KLIMAANGEPASSTES SZENARIO „FUNKENBERGQUARTIER“: VERÄNDERUNG DER THERMISCHE SITUATION“	34
4.3	MIKROSKALIGE MODELLIERUNG KLIMAANGEPASSTES SZENARIO „FUNKENBERGQUARTIER“: VERÄNDERUNG DER BIOKLIMATISCHE SITUATION“	38
5.	ZUSAMMENSTELLUNG VON ZIELVORGABEN UND ANPASSUNGSMAßNAHMEN	40

## 1. ZIELSETZUNG

Freiflächen, auch industrielle Brachflächen im Stadtgebiet können klimatische Ausgleichsfunktionen zur Verfügung stellen. Neben der lokal begrenzten klimatischen Bedeutung können Flächen aufgrund ihrer Lage, der geringen Oberflächenrauigkeit bzw. des geringen Strömungswiderstandes und der Ausrichtung im Stadtgebiet zu einer wirkungsvollen klimatischen Verbesserung beitragen. Auf der anderen Seite sollte eine Neuplanung auch vor Ort für die zukünftigen Nutzer keine klimatischen Belastungen unter den Bedingungen des Klimawandels aufweisen. Planungen sind hier nur sinnvoll unter Berücksichtigung wirkungsvoller Anpassungsmaßnahmen.

Auf der Grundlage der Klimaanalyse (RVR, 2018) und des Klimaanpassungskonzeptes für die Stadt Herne sollen durch klimatische Modellierungen die aktuelle Bedeutung der Flächen im FunkenbergQuartier und die Auswirkungen des Bauvorhabens ermittelt und bewertet werden. Lokal werden Vorschläge für Klimaanpassungsmaßnahmen zur Abmilderung von zukünftigen Auswirkungen auf das Stadtklima erarbeitet.

Sinnvoll ist eine Begutachtung in 2 Stufen, die sich nach dem Detailierungsgrad der vorliegenden Planungsunterlagen richten. Die klimatische Einschätzung wird unter zwei Gesichtspunkten durchgeführt:

- Beurteilt wird die Bedeutung der Fläche in ihrem jetzigen Zustand auf das Lokalklima der direkten und erweiterten Umgebung. Dabei wird ein Schwerpunkt auf die Kaltluftentstehung und Belüftung gelegt und abgeleitet, wie sich die Situation bei einer Nutzungsveränderung entwickeln könnte.
- Durch eine Nutzungsänderung wird es auch zu einer klimatischen Veränderung auf den Flächen selbst kommen. Diese wird in ihren Auswirkungen durch mikroskalige Modellrechnungen betrachtet.

Im ersten Schritt werden die Auswirkungen einer Bebauung der Fläche bezüglich des Kaltluftverhaltens und der Belüpfungsfunktion untersucht. Hierzu wurden 3 Varianten mit unterschiedlichen Gebäudestellungen betrachtet, die als Strömungshindernis und durch Aufheizungen das bestehende Kaltluftsystem unterschiedlich stark verändern können. In diesem Bearbeitungsschritt (Kapitel 2) wird durch Kaltluftsimulationen der IST-Zustand mit zwei Bebauungsvarianten verglichen.

In einer zweiten Stufe werden anschließend detailliertere Pläne mit Angaben zu Materialien der Gebäude und der Oberflächen und zu konkreten Verkehrsflächen-, Freiflächen- und Begrünungsplänen auf ihre klimatischen Auswirkungen hin untersucht. Durch mikroskalige Modellierungen werden die klimatischen Auswirkungen von Bauvorhaben simuliert und mit dem Istzustand sowie untereinander verglichen. Es gilt zu untersuchen, welche klimatischen Auswirkungen das Vorhaben vor Ort haben wird und wie weit diese Veränderungen des Kleinklimas in die Umgebung hineinwirken.

Die Abbildung 1 zeigt eine Zusammenfassung der Handlungsnotwendigkeiten bezüglich des Klimawandels bei allen Planungen mit Raumbezug. Es werden die folgenden Informationen und Karten zur Bewertung der klimatischen Ersteinschätzung der Untersuchungsflächen herangezogen:

Lokale Daten aus Herne:

- Vorliegende Untersuchungen zum Klimaanpassungskonzept für die Stadt Herne (Hitze Karte, Handlungskarte zur Klimaanpassung)
- Flächennutzungsdaten der Stadt
- Höhenmodell der Stadt

## Warum ist Klimaanpassung wichtig?

Das Klima wandelt sich, uns erwarten mehr Extreme:

- Hitze – Hitzeinseln (z.B. Sommer 2018)
- Stürme – Sturmschäden (z.B. Kyrill)
- Starkregen – Schäden durch Überflutung



Abb. 1.1 Handlungsnotwendigkeiten für Planungen unter den Bedingungen des Klimawandels

## 2. MESOKALIGE BEURTEILUNG DER FLÄCHE AUS VORHANDENEN DATEN UND SIMULATIONEN DES KALTLUFTFLUSSES

Die lokalen Ausprägungen des Klimas werden in erster Linie von den verschiedenen Flächennutzungen bestimmt. Bei austauscharmen Wetterlagen, beispielsweise bei sommerlichen Hitzewetterlagen, treten die mikroklimatischen Unterschiede zwischen unterschiedlichen Flächennutzungen am stärksten hervor. Insbesondere aufgrund der Unterschiede im thermischen Verhalten der Bebauungsflächen und der Ausgleichsräume kann es in Herne bei sommerlichen Strahlungswetterlagen zu signifikanten klimatischen Unterschieden zwischen der Innenstadt, den Industrie- und Gewerbegebieten und dem unbebauten Umland kommen.

Die gesamtstädtische Klimaanalyse (RVR, 2018) bildet die Grundlage für die folgenden detaillierten Untersuchungen zum Klima des Untersuchungsgebietes „FunkenbergQuartier“. Der Ausschnitt aus der **gesamtstädtischen Kaltluftvolumenstromkarte** (Abb. 2.1) zeigt, dass das Untersuchungsgebiet von Südosten her aus den höher gelegenen Bereichen von Herne – Sodingen mit Kaltluft versorgt wird. Freiflächen kühlen nachts sehr schnell ab und haben niedrige Oberflächentemperaturen. Diese kühlen die darüber liegenden Luftschichten und führen zu einer nächtlichen Kaltluftbildung auf den Flächen. Bei austauscharmen Wetterlagen mit geringen Windgeschwindigkeiten können die entsprechend der Geländeneigung abfließenden Kaltluftmassen einen erheblichen Betrag zur Belüftung und Kühlung von erwärmten Stadtgebieten leisten. Ausgedehnte Kaltluftflächen sind südöstlich des Untersuchungsgebietes zu erkennen. Die Kaltluft fließt über die Luftleitbahn der Gleisanlagen weiter Richtung Westen, endet aber noch vor dem Herner Hauptbahnhof. Hier löst sich die Kaltluftschicht aufgrund der dichten Bebauung auf. Das Gelände des FunkenbergQuartiers hat damit nur eine untergeordnete Rolle als Luftleitbahn. Ein Teil der kalten Luftmassen wird aber über das Untersuchungsgebiet weiter nach Norden in die Bestandsbebauung hineingeführt.

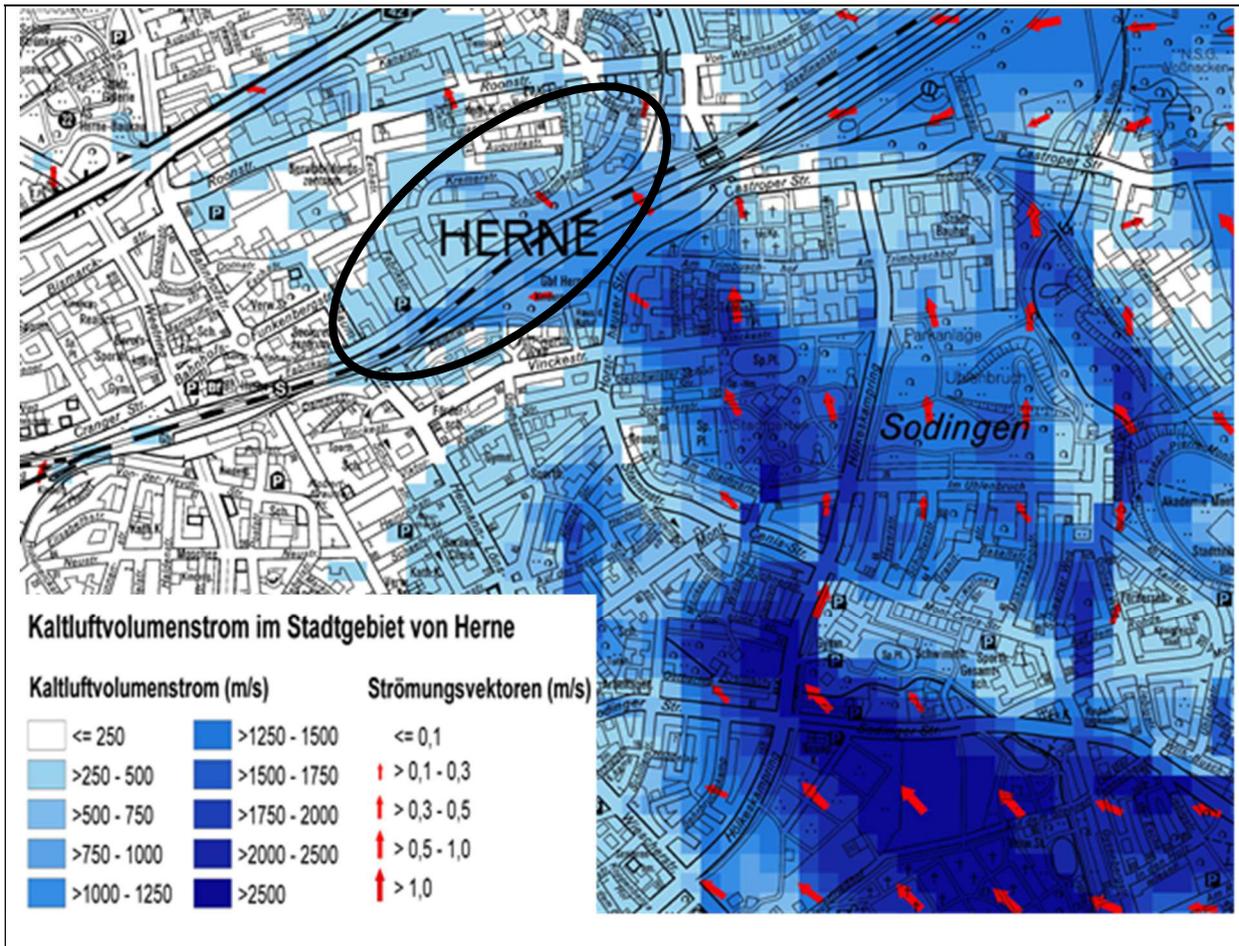


Abb. 2.1 Ausschnitt aus der Karte des Kaltluftvolumenstroms der Stadt Herne (RVR: Klimaanalyse Stadt Herne, 2018)

Kaltluftströme sind empfindlich gegenüber Störungen wie Hindernisse. Bauliche Eingriffe in diese Bereiche werden zu Einschränkungen der lokalen thermisch induzierten Windsysteme führen. Die Folgen wären eine geringere Abkühlung in heißen Sommernächten und ein verringerter Luftaustausch. Deshalb wird im Folgenden durch eine hoch aufgelöste Kaltluftsimulation für die Gewerbeflächen untersucht, welche Kühlungseffekte und Durchströmbarekeiten auf den Untersuchungsflächen vorhanden sind und wie groß die Reichweite ist. Die für das Untersuchungsgebiet relevante Kaltluftsystematik wird dazu in den Kapiteln 2.1 und 2.2 genauer untersucht. Dazu werden Vergleiche der IST-Situation mit zwei verschiedenen Bebauungsszenarien durchgeführt.

## 2.1 MODELLBESCHREIBUNG

Da insbesondere bei austauscharmen sommerlichen Hitzewetterlagen lokale Windsysteme für die Belüftungsverhältnisse von Bedeutung sind, werden diese durch den Einsatz eines Kaltluftabflußmodells sehr detailliert in hoher Rasterauflösung und mit Berücksichtigung der vorhandenen und der zukünftig möglichen Gebäudestrukturen betrachtet. Durch die Kaltluftsimulationen werden qualitative und quantitative Aussagen für den Luftaustausch und den Kaltluftfluss erarbeitet. Die Modellsimulation wird mit dem Kaltluftabflußmodell KLAM\_21 des Deutschen Wetterdienstes durchgeführt. KLAM\_21 ist ein zweidimensionales, mathematisch-physikalisches Simulationsmodell zur Berechnung

von Kaltluftflüssen und Kaltluftansammlungen in orographisch gegliedertem Gelände (Sievers, U., 2005. In: Berichte des Deutschen Wetterdienstes, Band 227, Offenbach am Main).

Das Kaltluftmodell KLAM\_21 ist in der Lage, Kaltluftbewegungen in ihrer Dynamik und zeitlichen Entwicklung flächendeckend wiederzugeben. Die physikalische Basis des Modells bildet eine vereinfachte Bewegungsgleichung und eine Energiebilanzgleichung, mit der der Energieverlust und damit der „Kälteinhalt“ der Kaltluftschicht bestimmt wird. Aus dem Kälteinhalt einer jeden Säule wird dann (unter der Annahme einer bestimmten Höhenabhängigkeit der Abkühlung) die Kaltlufthöhe errechnet. Als Ergebnis erhält man die flächenhafte Verteilung der Kaltlufthöhe und ihrer mittleren Fließgeschwindigkeit oder der Volumenströme zu beliebig abgreifbaren Simulationszeitpunkten.

Das Modell simuliert die Entwicklung von Kaltluftflüssen und die Ansammlung von Kaltluft in einem auswählbaren, rechteckig begrenzten Untersuchungsgebiet. Über diese Fläche wird ein numerisches Gitter gelegt. Jedem Gitterpunkt werden eine Flächennutzung (standardmäßig schematisiert in 8 Nutzungsklassen) sowie eine Geländehöhe zugeordnet. Jeder Landnutzungsklasse wiederum entspricht eine fest vorgegebene Kälteproduktionsrate und eine Rauigkeit als Maß für den aerodynamischen Widerstand. Für die vorliegende Untersuchung wurden die in der Tabelle 2.1 aufgeführten Landnutzungsklassen mit ihren im Rechenmodell hinterlegten Eigenschaften verwendet, die sich hinsichtlich ihrer dynamischen und thermischen Oberflächeneigenschaften wie z. B. Oberflächenrauigkeit, Verdrängungsschichtdicke, Versiegelungsgrad und Kaltluftproduktivität unterscheiden.

Tab.2.1 Landnutzungsklassen im KLAM\_21

Nutzungen	z0g	grz	hg	wai	bg	hv	xlai	a
Siedlung (dicht)	0,1	0,6	15,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Siedlung (locker)	0,1	0,4	8,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,28
Wald	0,4	0,0	0,0	0,0	0,9	20,0	6,0	0,56
Halb vers. Flächen (z. B. Bahnanlagen)	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,64
Park	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	20,0	6,0	1,0
Unversiegelte Freiflächen	0,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Versiegelte Flächen	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,28
Wasser	0,001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

mit: z0g Rauigkeitslänge des Bodens in m ohne Beachtung explizit spezifizierter Bebauung oder Bewaldung  
 grz Grundflächenzahl, Anteil der bebauten Fläche an der Gesamtfläche  
 hg mittlere Gebäudehöhe in m  
 wai Wandflächenindex, mittleres Verhältnis der Wandfläche eines Gebäudes zu dessen Grundfläche  
 bg mittlerer Bedeckungsgrad des Bodens mit Bäumen  
 hv mittlere Baumhöhe in m  
 xlai Blattflächenindex, über die Höhe aufsummierte einseitige Blattfläche eines Baumes im Verhältnis zu seiner Kronenquerschnittsfläche  
 a relativer Wirkungsgrad der effektiven Ausstrahlung im Vergleich zu einer optimalen Abkühlungsfläche

Die Produktionsrate von Kaltluft hängt stark von der Landnutzung ab: Freilandflächen weisen die höchsten Kaltluftproduktionsraten (zwischen 10 und 20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h) auf, für Waldflächen schwanken die Literaturangaben sehr stark (zwischen 1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h in ebenem Gelände und 30– 40 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h am Hang).

Besiedelte, versiegelte Gebiete verhalten sich bezüglich der Kaltluftproduktion neutral bis kontraproduktiv (städtische Wärmeinsel) und können zufließende Kaltluft auflösen.

Voraussetzung für Kaltluftflüsse ist eine optimale Situation, d.h. eine klare und windstille Nacht. Das Modell berechnet die zeitliche Entwicklung der Kaltluftströmung, ausgehend vom Ruhezustand (keine Strömung) bei gegebener zeitlich konstanter Kaltluftproduktionsrate. Diese, ebenso wie die Reibungskoeffizienten, werden über die Art der Landnutzung gesteuert. Die Kaltluftflüsse hängen in erster Linie von den orographischen Gegebenheiten ab. Sowohl die Daten der Flächennutzungen wie auch die Geländehöhen wurden weiträumig um das Untersuchungsgebiet „Funkenberg“ herum in die Simulation aufgenommen, damit die Kaltluftströmungen auch in den Randbereichen entsprechend den topographischen Gegebenheiten der umliegenden Bereiche erfasst werden können.

Die Mächtigkeit einer Kaltluftschicht kann in Abhängigkeit des Nachtzeitpunktes, der Größe des Kaltlufteinzugsgebietes sowie den meteorologischen Rahmenbedingungen stark schwanken. Im Allgemeinen beträgt sie zwischen 1 und 50 m. Staut sich der Kaltluftabfluss an Hindernissen oder in Senken, bildet sich ein sogenannter Kaltluftsee, in dem die Kaltluft zum Stehen kommt. In solchen Kaltluftseen kann die Kaltluftschichtdicke auch deutlich größere Mächtigkeiten annehmen. Die Strömungsgeschwindigkeiten innerhalb eines Kaltluftabflusses liegen typischerweise in einer Größenordnung von 0,2 bis 3 m/s. Aufgrund der oftmals nur sehr flachen Ausprägung und den geringen Strömungsgeschwindigkeiten sind Kaltluftabflüsse sehr störanfällig, sodass Hindernisse wie Gebäude, Wälle oder Lärmschutzwände unter gewissen Randbedingungen zu einem Strömungsabbruch führen können.

Für die Berechnungen wurde eine sommerliche Strahlungsnacht mit einem schwachen Regionalwind aus Südost angenommen, um die Dynamik des in der gesamtstädtischen Analyse festgestellten übergeordneten Kaltluftzuflusses aus dieser Richtung zu simulieren. Der Start der Simulation liegt kurz vor Sonnenuntergang. Zu diesem Zeitpunkt wird eine Atmosphäre vorausgesetzt, in der keine horizontalen Gradienten der Lufttemperatur und der Luftdichte vorhanden sind. Es werden während der gesamten Nacht gleichbleibend gute Ausstrahlungsbedingungen, d. h. eine geringe Bewölkung, angenommen.

Unter Umweltgesichtspunkten hat Kaltluft eine doppelte Bedeutung: zum einen kann Kaltluft nachts für Belüftung und damit Abkühlung thermisch belasteter Siedlungsgebiete sorgen. Zum anderen sorgt Kaltluft, die aus Reinluftgebieten kommt, für die nächtliche Belüftung schadstoffbelasteter Siedlungsräume. Kaltluft kann aber auch auf ihrem Weg Luftbeimengungen (Autoabgase, Geruchsstoffe etc.) aufnehmen und transportieren. Für die Stadtplanung ist es daher von großer Bedeutung, Kaltluftabflüsse in einem Gebiet qualitativ und auch quantitativ bestimmen zu können.

Das Kaltluftmodell wurde zur Einbeziehung der großräumigen Kaltluftströme für ein 2,7 km x 2,7 km großes Gebiet mit einer Auflösung von 2 m Rasterweite gerechnet. Die Abbildung 2.2 zeigt die Modell-Eingangsdaten der Geländehöhen im Untersuchungsgebiet „FunkenbergQuartier“ für die Kaltluftsimulation. Das Gelände des Untersuchungsgebietes ist relativ flach. Einen merklichen Anstieg gibt es erst südöstlich der Untersuchungsfläche. Von Nordosten Richtung Innenstadt gibt es einen Talverlauf, der zu einer für die Herneer Innenstadt wichtigen Kaltluftzufuhr aus Osten führt.

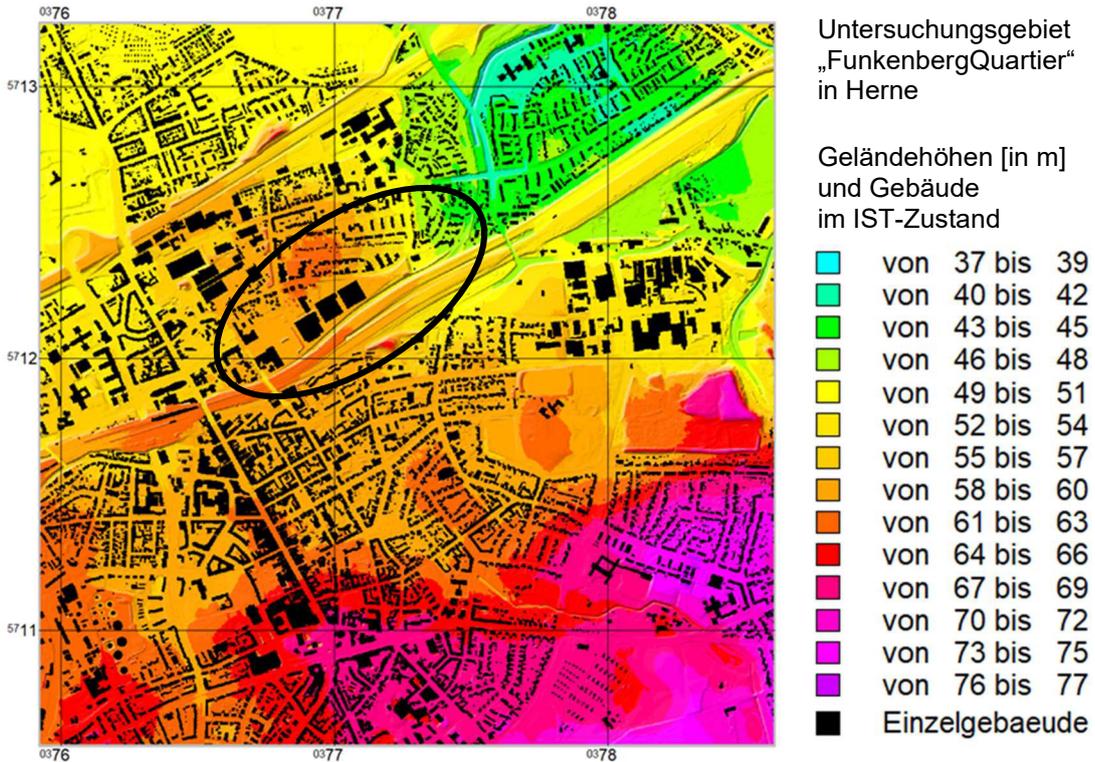


Abb. 2.2 Geländehöhen in einer 2,7 km x 2,7 km Umgebung des Untersuchungsgebietes „FunkenbergQuartier“ für die Kaltluftsimulations-Eingabedatei im IST-Zustand

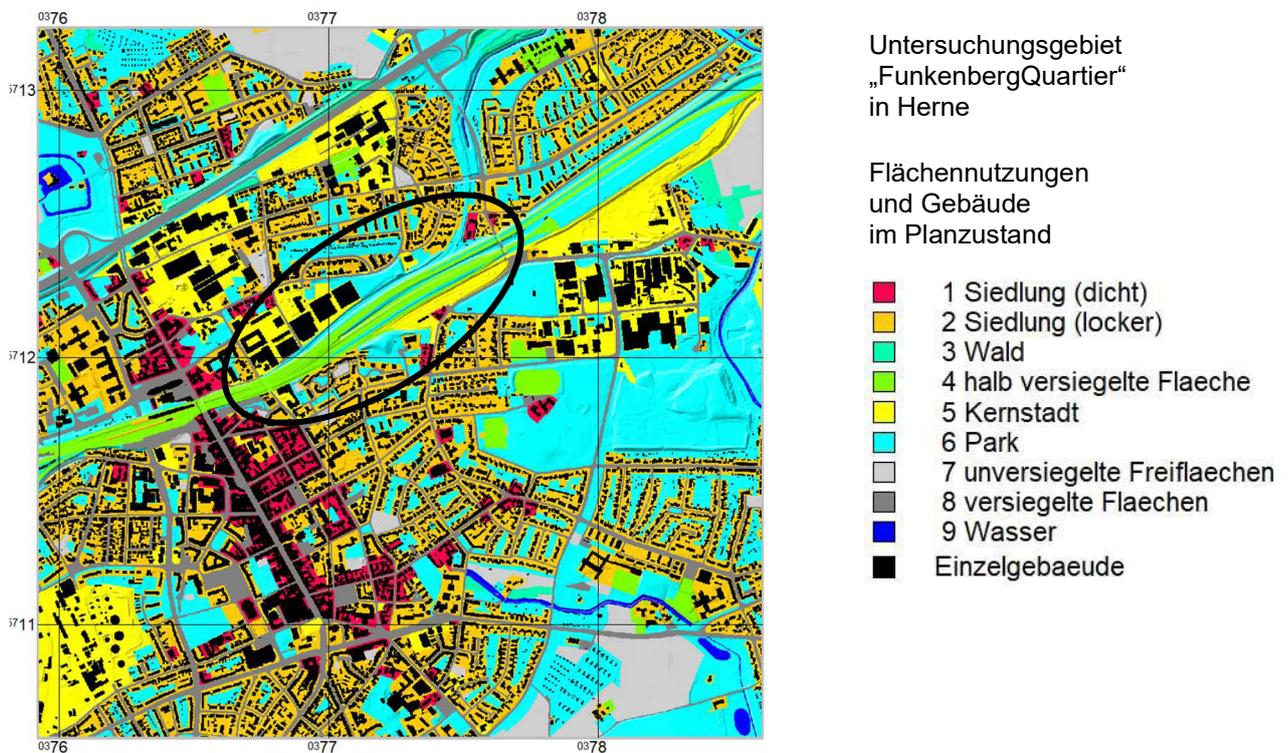


Abb. 2.3 Landnutzungsklassen und Gebäudestruktur in einer 2,7 km x 2,7 km Umgebung des Untersuchungsgebietes „FunkenbergQuartier“ für die Kaltluftsimulations-Eingabedatei im Planzustand

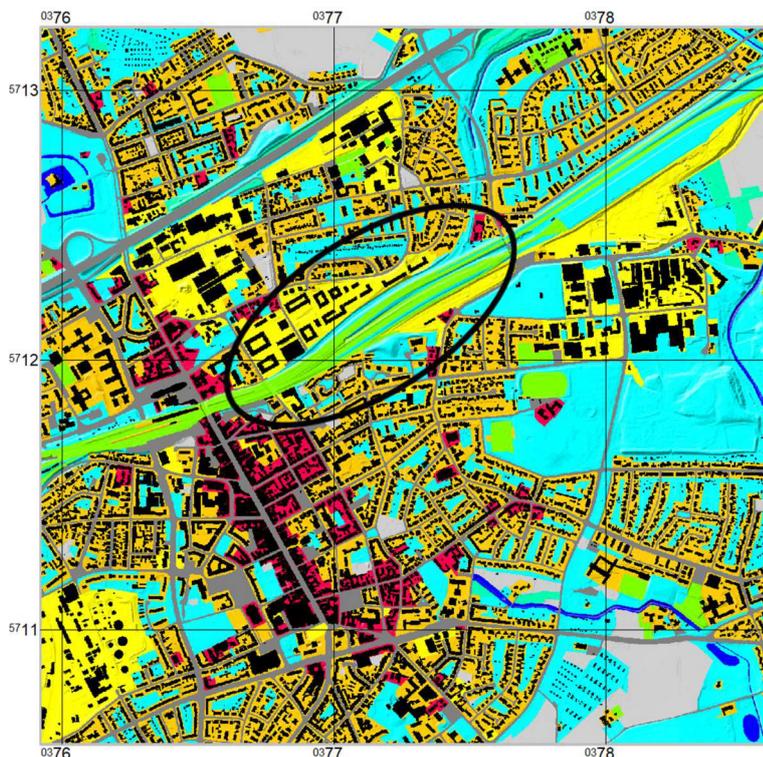
Die Nutzungsstruktur sowie die Vegetation des Modellgebietes sind über die Flächennutzung aufgelöst. Zusätzlich wurden alle Bebauungsstrukturen als Einzelhindernisse in das Modell (Abb. 2.3 und 2.4) eingegeben. Die IST-Situation der Gelände- und Gebäudestruktur wird mit zwei Szenarien durch

das Einfügen von zusätzlicher angenommener Bebauungen in die Simulationsdatei verglichen. Dadurch erhält man einen großräumigen Überblick über die möglichen klimatischen Auswirkungen auf die Kaltluftsystematik der Flächen. Für den Planzustand auf dem Gelände des Funkenberg (Abb. 2.3) wurden nur auf der westlichen Teilfläche die Bebauungen aus dem Bebauungsplan Nr. 238 „FunkenbergQuartier“ hinzugefügt, das sich östlich anschließende Untersuchungsgebiet wurde unverändert gelassen.

Für ein erweitertes zweites Szenario wurde auf dem gesamten Gelände die Konzeptidee aus dem Konzeptentwurf Masterkonzept SZI (Abb. 2.4) herangezogen, um die Umgestaltung des Geländes im Ganzen betrachten zu können.



Abb. 2.4 Konzeptentwurf Masterkonzept SZI (STAHM Architekten, Masterplanung)



Untersuchungsgebiet  
„FunkenbergQuartier“  
in Herne

Flächennutzungen  
und Gebäude  
im Gesamtszenario

- 1 Siedlung (dicht)
- 2 Siedlung (locker)
- 3 Wald
- 4 halb versiegelte Fläche
- 5 Kernstadt
- 6 Park
- 7 unversiegelte Freiflächen
- 8 versiegelte Flächen
- 9 Wasser
- Einzelgebäude

Abb. 2.5 Landnutzungsklassen und Gebäudestruktur in einer 2,7 km x 2,7 km Umgebung des Untersuchungsgebietes „Funkenberg“ für die Kaltluftsimulations-Eingabedatei im Szenario 2

## 2.2 ERGEBNISSE DER KALTLUFTSIMULATIONEN

Zur Verdeutlichung des Kaltluftgeschehens innerhalb und im Umfeld des Untersuchungsgebietes werden im Folgenden die simulierten Kaltluftmächtigkeiten und die Kaltluftbewegungen vier Stunden nach Sonnenuntergang für den IST-Zustand, für den Planzustand (B-Plan Nr. 238) und für das Szenario 2 (Masterkonzept) dargestellt. Die Kaltluftverteilung über dem Untersuchungsgebiet „Funkenberg-Quartier“ ist in den Karten zur Kaltluftmächtigkeit visualisiert, die die Schichtmächtigkeit nach vier Stunden Kaltluftbildung (Abb. 2.6 bis 2.8) infolge ungehinderter nächtlicher Kaltluftentwicklung bei autochtonen Wetterlagen, d.h. bei Strahlungswetter (wolkenfrei und windschwach), zeigen. Dargestellt in den Ergebniskarten für die Nacht sind die Höhen der angestauten Kaltluft in verschiedenen Blautönen und die Fließrichtungen und -geschwindigkeiten der Kaltluft mittels roter Pfeile. Die Kaltluft sammelt sich entsprechend der Geländeneigungen in den Tallagen und dringt über den südöstlichen Rand in die Bebauung der Innenstadt und in das FunkenbergQuartier ein. Hier wird die zugeführte kalte Luft schnell erwärmt und die Kaltluftschicht löst sich auf.

Im IST-Zustand und in beiden Szenarien liegt über der Fläche des FunkenbergQuartiers eine Kaltluftschicht mit einer Mächtigkeit von unter 5 m Höhe. Die Hauptzufuhr der Kaltluft erfolgt von Südost nach Nordwest. Die von Nordost Richtung Innenstadt und Bahnhof von Herne führenden Bahnanlagen stellen ein Sammelgebiet für die Kaltluft dar. Von dort gelangt etwas Kaltluft nach Norden in das FunkenbergQuartier und darüber hinaus in die nördlich der Bahnlinie gelegene Bestandsbebauung. Der Hauptstrom der nach Norden bis Hosthausen führenden Kaltluft liegt etwas östlich des Untersuchungsgebietes, aber auch über die Brachfläche des Gewerbegebietes fließt Kaltluft. Insgesamt hat dieser Kaltluftfluss eine keine Bedeutung für die überwärmte Innenstadt von Herne, da sie sich entlang der Bahnlinie nach Westen schnell auslöst.

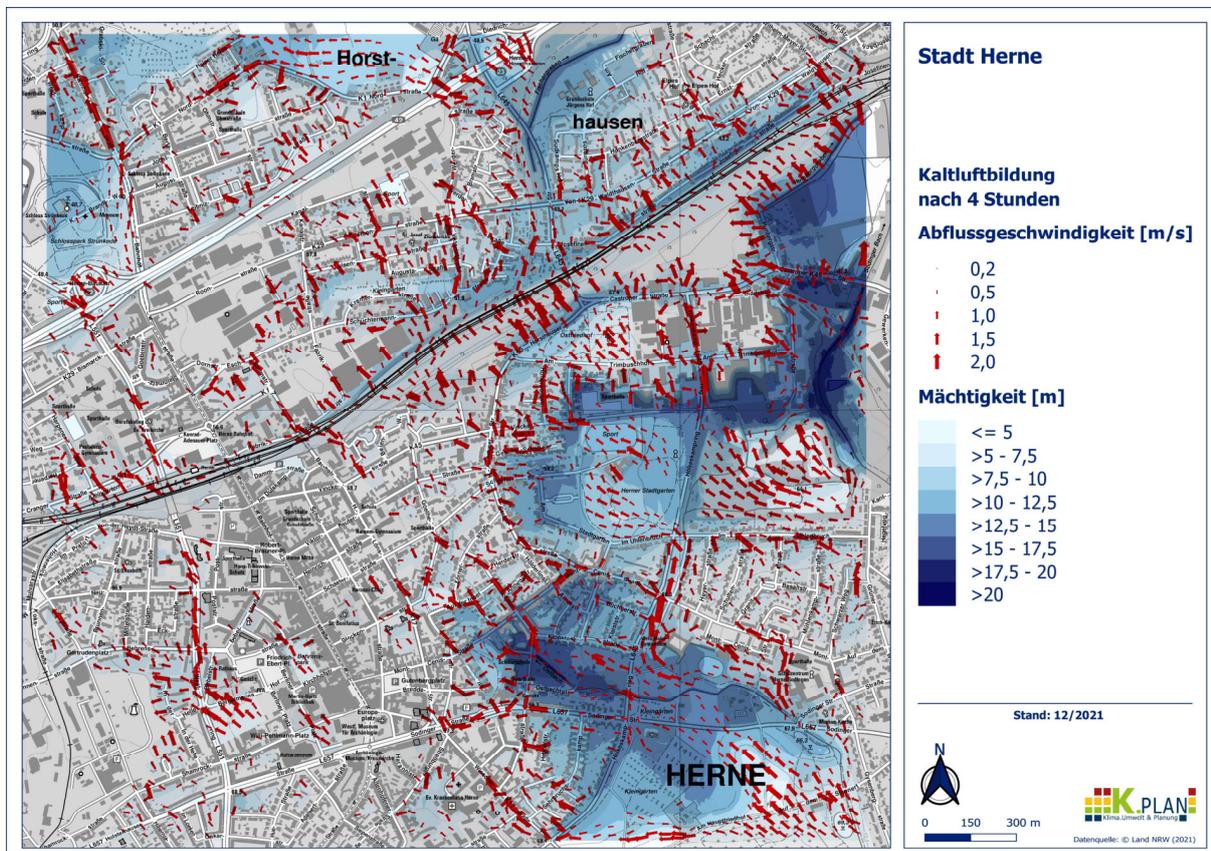


Abb. 2.6 Ergebnis der Kaltluftsimulation für das Untersuchungsgebiet „FunkenbergQuartier“ in Herne im IST-Zustand 4 Stunden nach Sonnenuntergang

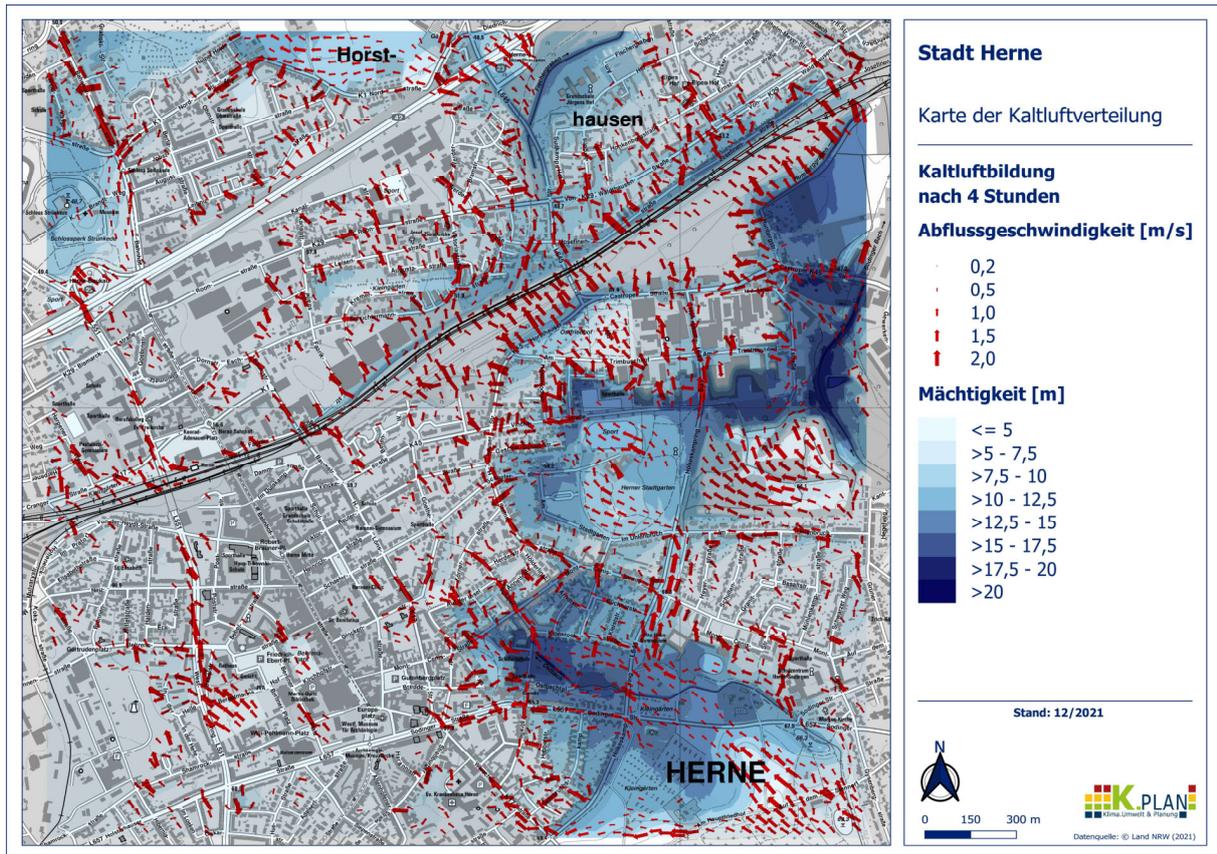


Abb. 2.7 Ergebnis der Kaltluftsimulation für das Untersuchungsgebiet „Funkenberg“ im Plan-Szenario 4 Stunden nach Sonnenuntergang

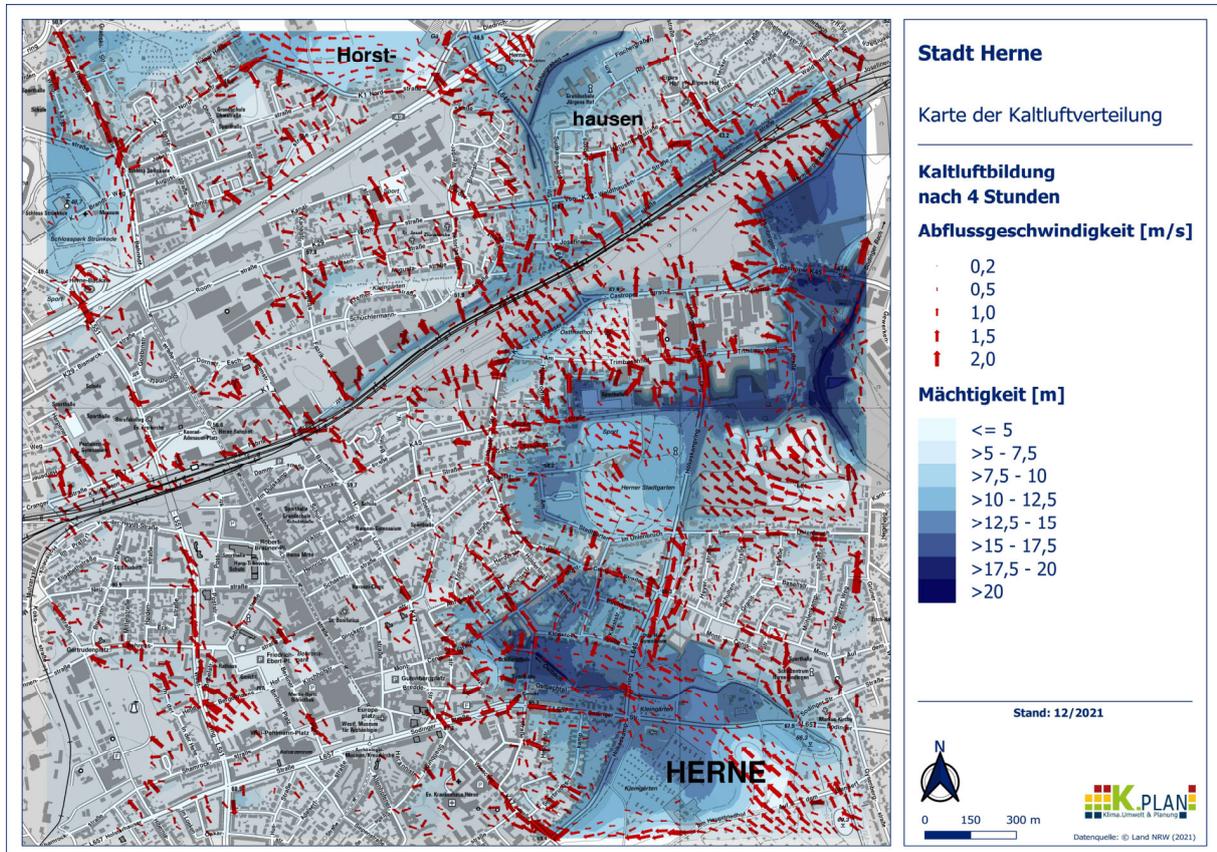


Abb. 2.8 Ergebnis der Kaltluftsimulation für das Untersuchungsgebiet „Funkenberg“ im Gesamtszenario 4 Stunden nach Sonnenuntergang

In den Abbildungen 2.7 und 2.8 werden die entsprechenden Ergebnisse für den Planzustand und das Szenario 2 dargestellt. Die Kaltluftflüsse entlang und über die Bahnlinie und nach Norden Richtung Horsthausen existieren weiterhin, allerdings sieht die Kaltluftschicht auf dem Gelände selbst durch die geplanten Bebauungen etwas verändert aus. Hier können die Unterschiede besser über Differenzkarten sichtbar gemacht werden. Abbildung 2.9 zeigt die Veränderungen der Kaltluftmächtigkeit im Planzustand (B-Plan Nr. 238) im Vergleich zum IST-Zustand. Nur am Standort eines neuen Gebäudes (oranger Bereich in der Abb. 2.9) kommt es selbstverständlich zum Rückgang der Kaltluftmächtigkeit. Die neu geplante Bebauung führt zu einem Rückstau der Kaltluft entlang der Bahnanlagen und in der Baumstraße. Hier steigen die Kaltluftmächtigkeiten um bis zu 100 % an (laue Bereiche in der Abb. 2.9). Eine Veränderung der Kaltluftverteilung in der weiteren Umgebung des FunkenbergQuartiers ist kaum erkennbar, nur Richtung Norden gibt es durch Umlenkungen der Kaltluft um die neu geplanten Gebäude eine ganz leichte Zunahme der Kaltluftmächtigkeiten.

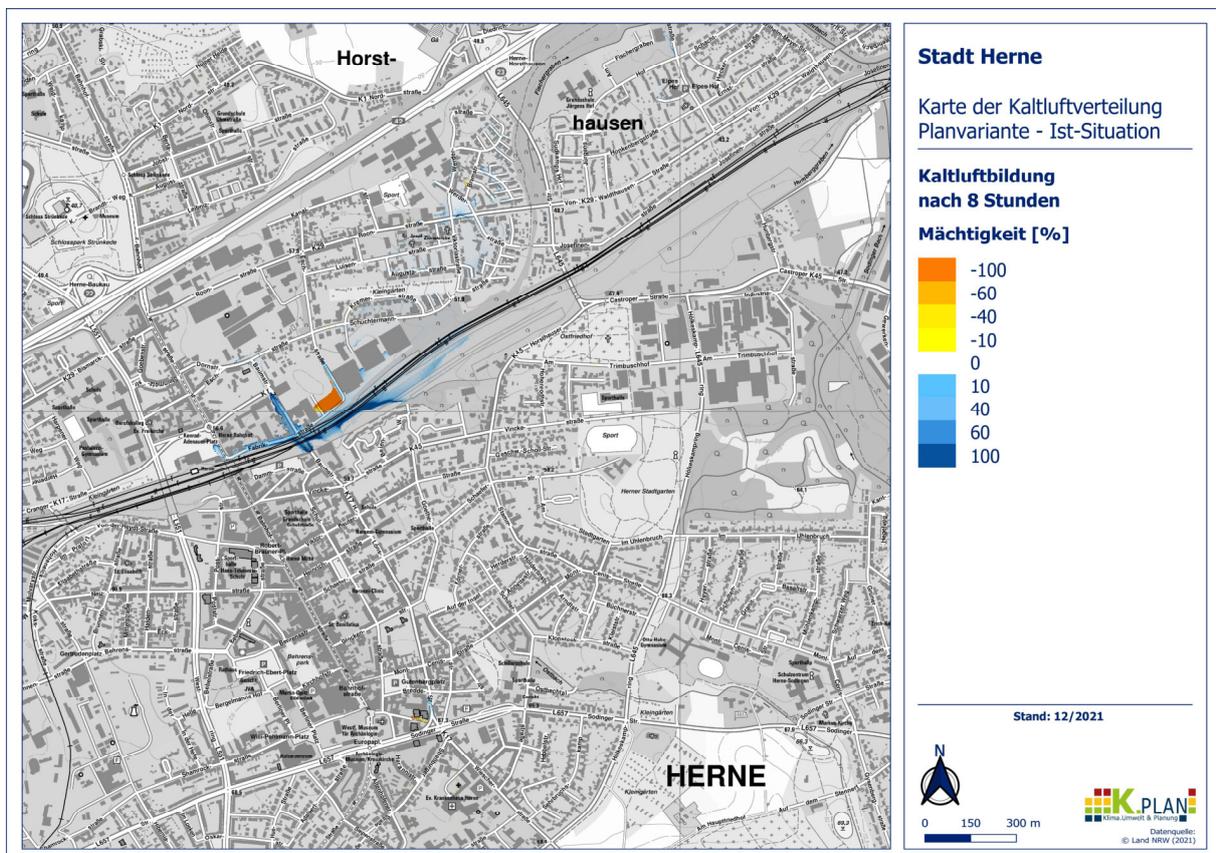


Abb. 2.9 Vergleich der Ergebnisse der Kaltluftsimulation für das Untersuchungsgebiet „FunkenbergQuartier“: Kaltluflhöhe Planzustand minus IST, 4 Stunden nach Sonnenuntergang

Ganz anders sieht das bei der Umgestaltung des gesamten Quartiers entsprechend des Masterkonzeptes (Szenario 2) aus. Der Rückstau südlich der Gewerbefläche ist entlang der Bahnlinie deutlich zu erkennen und umfasst einen größeren Raum. Dadurch fehlt Kaltluft, die im IST-Zustand über das Funkenberggelände Richtung Norden geflossen ist. Die Kaltluft geht im Bereich zwischen Schüchtermannstraße und Roonstraße teilweise bis auf 0 m zurück (gelber bis oranger Bereich in der Abb. 2.10). Für die davon betroffene Kleingartenanlage ist das unkritisch, aber die Bestands-Wohnbebauung rechts und links der Viktoriastraße verliert ein Teil ihres natürlichen Kühlsystems. Der Einwirkungsbereich der Kaltluft in der überwärmten Bebauung hat sich sehr stark reduziert.

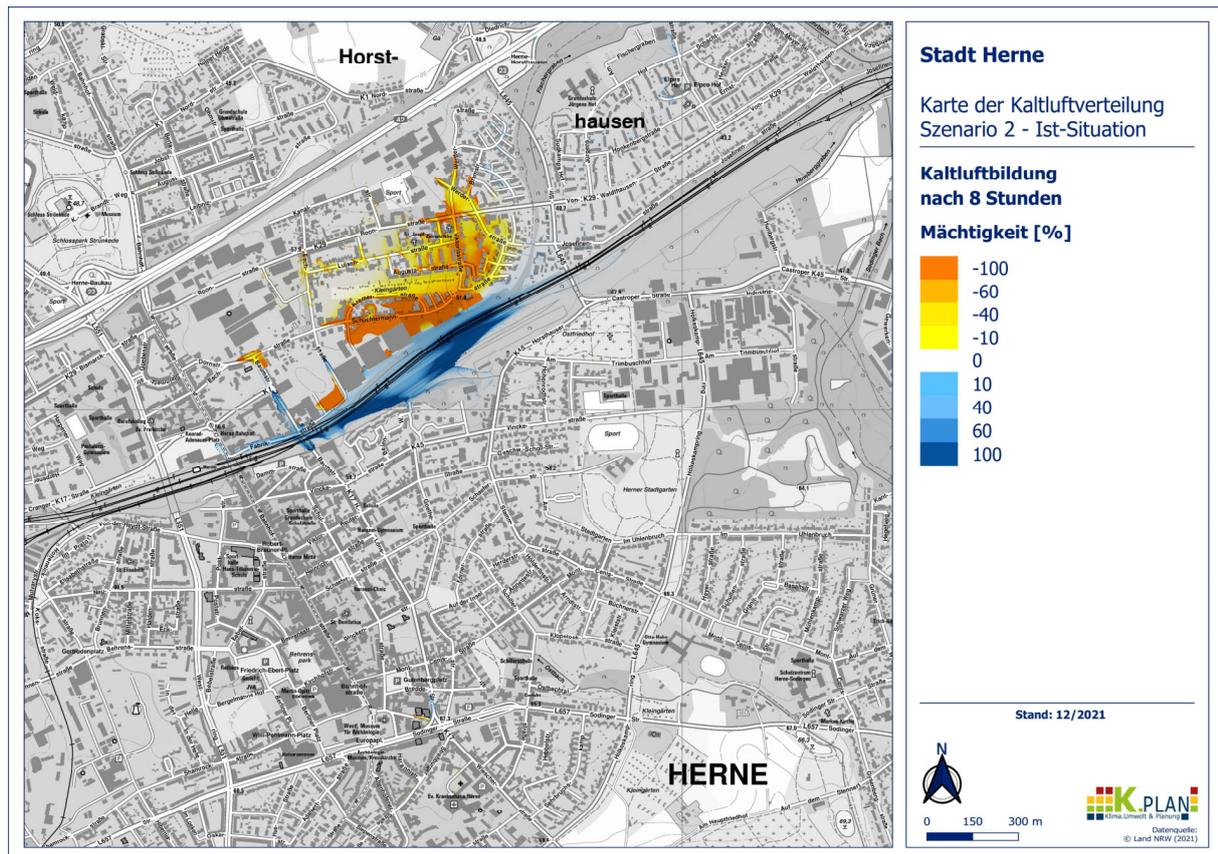


Abb. 2.10 Vergleich der Ergebnisse der Kaltluftsimulation für das Untersuchungsgebiet „FunkenbergQuartier“: Kaltluflhöhe Szenario2 minus IST, 4 Stunden nach Sonnenuntergang

Zur Quantifizierung von Kaltluftabflüssen wird in der Regel der Kaltluftvolumenstrom herangezogen. Der Kaltluftvolumenstrom ist das Produkt aus der mittleren Strömungsgeschwindigkeit innerhalb der Kaltluftsäule sowie der Kaltluftschichtdicke und gibt an, wie viel Kaltluft in einer definierten Zeit (z. B. 1 s) durch einen 1 m breiten Querschnitt strömt. Der Kaltluftvolumenstrom ist somit ein lokal gültiges Maß und damit für die Messung, die Bewertung und die Modellrechnung sehr gut geeignet. Anhand der Karten zum Kaltluftvolumenstrom (Abb. 2.11 bis 2.13) lassen sich Luftleitbahnen in Herne deutlich ausweisen. Die Karten zu den Volumenströmen zeigen ein deutlich differenzierteres Bild als die reinen Kaltluftmächtigkeiten. So werden konkrete Kaltluftabflusslinien und Luftleitbahnen für die Stadt erkennbar. Die Verbindungen zwischen den Kaltluftentstehungsgebieten, beispielsweise große Freiflächen, und den Wirkgebieten der Kaltluft werden durch die Darstellung des Kaltluftvolumenstroms sichtbar.

Die Ergebnisse der Kaltluftsimulation in IST-Zustand (Abb. 2.11) zeigen, dass die Kaltluft über die Brachfläche des Funkenberg von der Bahnlinie aus nach Norden abfließt. Weitere Kaltluftvolumenströme sind zwischen den Bestandsgebäuden auf der Untersuchungsfläche erkennbar. Der intensivste Kaltluftfluss des FunkenbergQuartiers erfolgt von Süd nach Nord über den unbebauten, grünen östlichen Teil des Geländes. Im weiteren Verlauf nach Norden werden die Viktoriastraße und die Schüchtermannstraße von der Kaltluft als Luftleitbahnen genutzt. Dies ermöglicht das Eindringen der Kaltluft in den bebauten Bereich über die Straßenzüge.

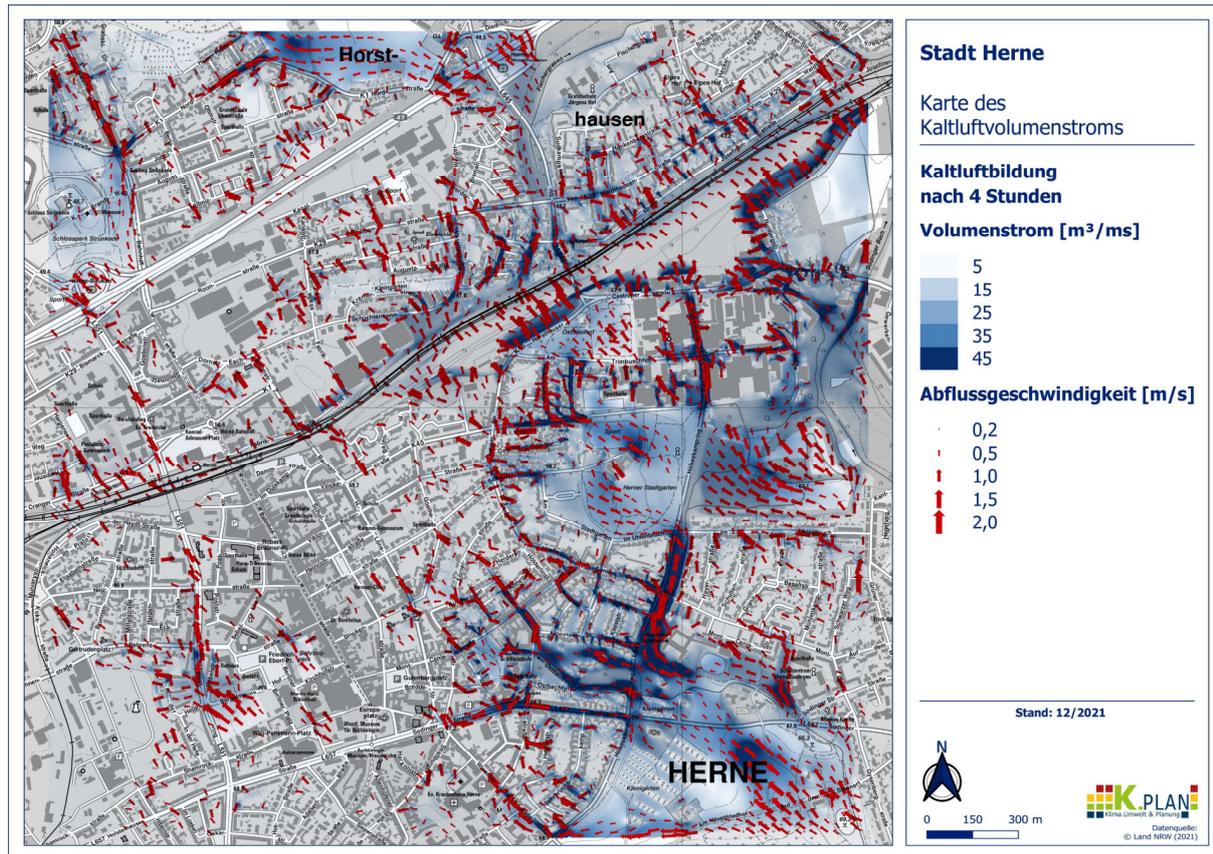


Abb. 2.11 Ergebnis der Kaltluftsimulation für das Untersuchungsgebiet „FunkenbergQuartier“: Volumenstrom im IST-Zustand 4 Stunden nach Sonnenuntergang

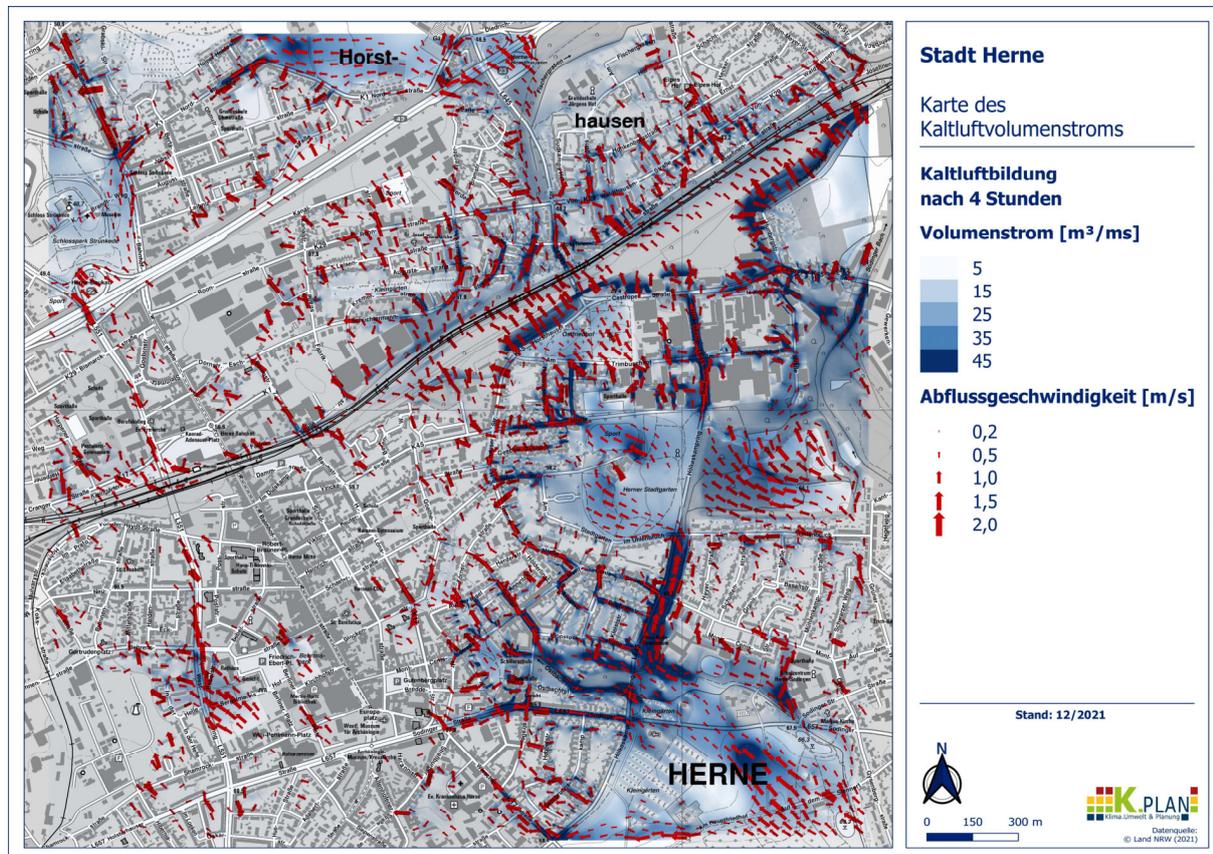


Abb. 2.12 Ergebnis der Kaltluftsimulation für das Untersuchungsgebiet „FunkenbergQuartier“: Volumenstrom im Planzustand 4 Stunden nach Sonnenuntergang

Im Planzustand (Abb. 2.12) ist nur ein Fehlen des Kaltluftflusses über die jetzt geschlossene Lücke zwischen den Gebäuden im westlichen Teil des FunkenbergQuartiers zu erkennen. Die anderen Kaltluftvolumenströme sind weitgehend unverändert.

Das Szenario 2 zeigt dagegen einen deutlichen Rückgang der Kaltluftströme über dem in diesem Plan bebauten östlichen Teilstück des Untersuchungsgebietes. In der Ergebniskarte sind auch die Volumenströme entlang der nach Norden führenden Straßenzüge nicht mehr vorhanden.

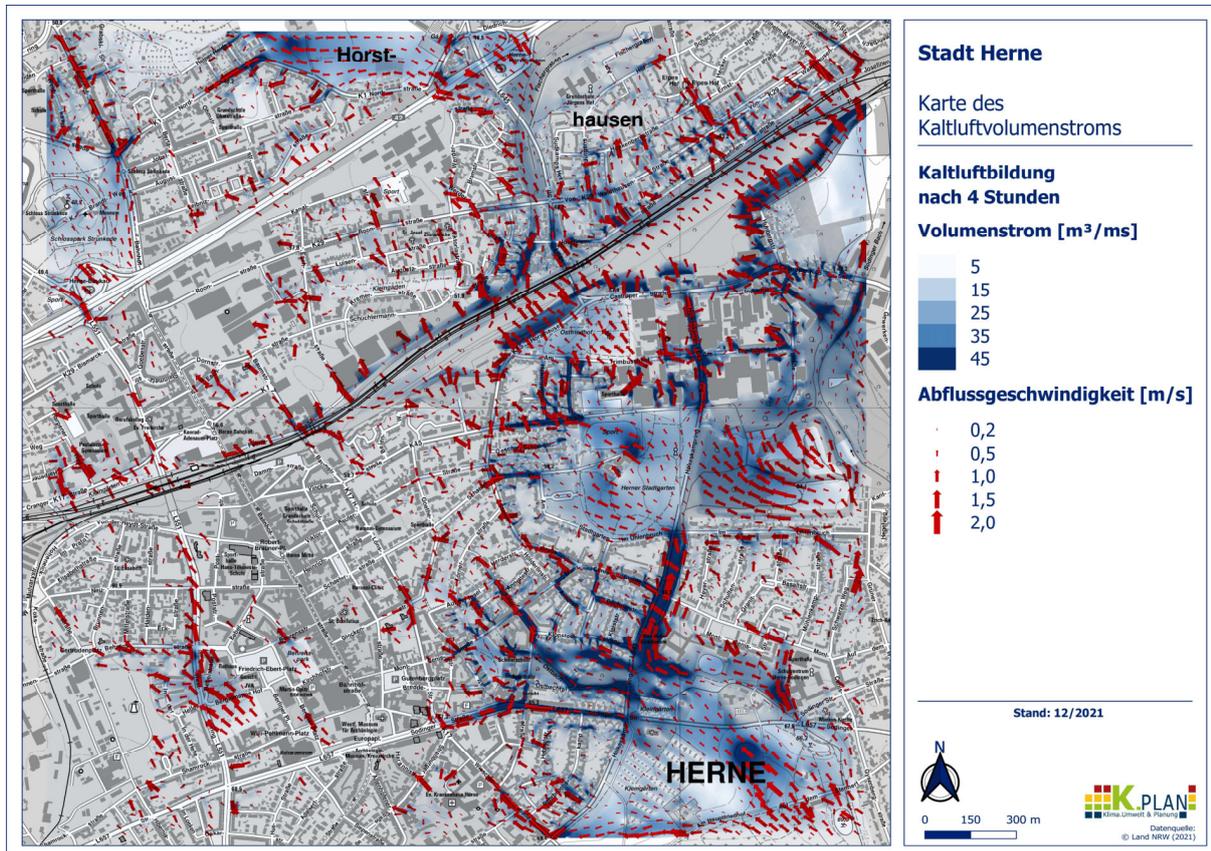


Abb. 2.13 Ergebnis der Kaltluftsimulation für das Untersuchungsgebiet „FunkenbergQuartier“: Volumenstrom im Szenario 2 4 Stunden nach Sonnenuntergang

Deutlicher werden die Unterschiede wieder bei der Betrachtung der Differenzen-Karten zwischen dem IST-Zustand und den beiden Szenarien. Die Volumenströme ändern sich im Planzustand (Abb. 16) nur sehr kleinräumig. Es kommt südöstlich vor dem Gelände des „FunkenbergQuartiers“ zu einer Abnahme des Volumenstroms, direkt südwestlich und westlich nimmt der Kaltluftfluss dagegen wieder zu. Zudem gibt es leichte Verstärkungen des Volumenstroms durch Kanalisierungseffekte zwischen den Gebäuden. Wie schon bei der Betrachtung der Kaltluftmächtigkeiten wird deutlich, dass die vorgesehenen Bebauungen im westlichen Teil des FunkenbergQuartiers kaum einen Einfluss auf die Kaltluftdynamik der Umgebung haben.

Im Szenario 2 (Abb. 2.15) zeigt sich ganz deutlich, dass die Süd-Nord-Durchströmbarkeit des gesamten FunkenbergQuartiers fast vollständig verschwunden ist. Die kräftigen Kaltluftströme entlang der Schüchtermannstraße und der Viktoriastraße existieren nicht mehr (orange Bereiche in der Abb. 2.15). Die schlechtere Durchströmbarkeit des Untersuchungsgebietes im Szenario 2 führt aber wenigstens dazu, dass mehr Kaltluft östlich um die Bestandsbebauung herum nach Norden geführt wird. Davon profitiert die randliche Bebauung östlich der Schüchtermannstraße.

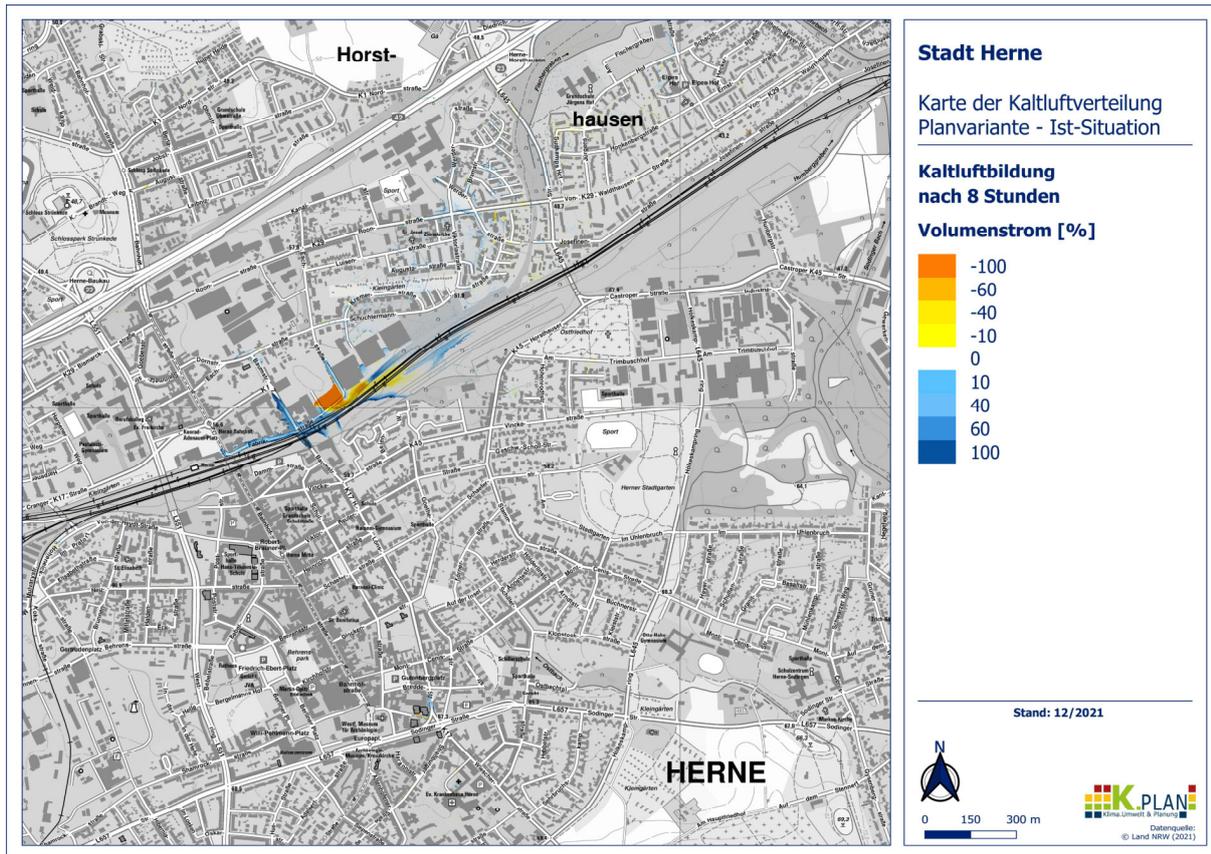


Abb. 2.14 Vergleich der Ergebnisse der Kaltluftsimulation für das Untersuchungsgebiet „FunkenbergQuartier“:  
Volumenstrom Planzustand minus IST, 4 Stunden nach Sonnenuntergang

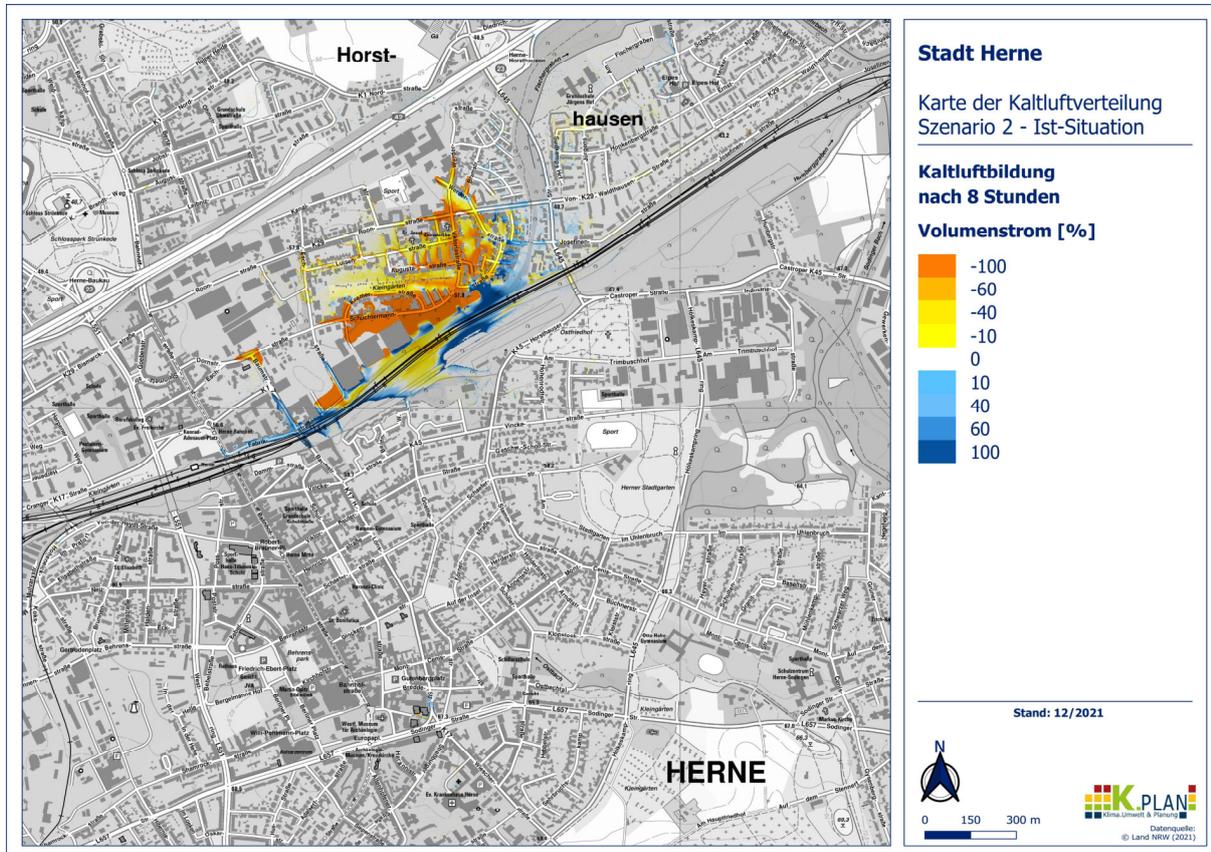


Abb. 2.15 Vergleich der Ergebnisse der Kaltluftsimulation für das Untersuchungsgebiet „FunkenbergQuartier“:  
Volumenstrom Szenario 2 minus IST, 4 Stunden nach Sonnenuntergang

### **Fazit aus den Kaltluftsimulationen**

Insgesamt zeigt das Planszenario mit dem virtuell umgesetzten Bebauungsplan Nr. 238 kaum eine Auswirkung auf die detailliert simulierten Kaltluftbewegungen um das FunkenbergQuartier herum. Nur im direkten Umfeld der Neubauten gibt es durch Rückstau und Umlenkungen kleinere Veränderungen bei der Dicke der Kaltluftschicht und bei den Kaltluftvolumenströmen. Diese sind in ihrer Beeinflussung des Lokalklimas vernachlässigbar gering. Die Brache des westlichen Teils des Funkenberggeländes hat keine übergeordnete Funktion als Belüftungsfläche oder Luftleitbahn.

Anders sieht das bei der unbebauten Grünfläche am Ostrand des FunkenbergQuartiers aus. Über diese Fläche erfolgt eine Belüftung und Kühlung der nördlich entlang von Schüchtermannstraße und Viktoriastraße gelegenen Bestandsbebauung. Diese Funktion wird durch die im Szenario 2 vorgesehene Bebauung (Masterkonzept) fast vollständig aufgehoben. Die von Südosten ankommende Kaltluft kann nicht mehr ausreichend durch den Gebäuderiegel fließen und wird zusätzlich durch die geplanten Versiegelungen und Bauungen erwärmt und teilweise aufgelöst.

### 3. MIKROSKALIGE MODELLIERUNGEN FÜR DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET „FUNKENBERGQUARTIER“

Um einen Vergleich zwischen Ist-Zustand und Plan zu ermöglichen, ist der Einsatz eines mikroskaligen Klimamodells erforderlich. Hierzu wird das Modell ENVI-met eingesetzt (ENVI-met Website: [www.envi-met.com](http://www.envi-met.com), ENVI-met GmbH). ENVI-met ist ein dreidimensionales prognostisches numerisches Strömungs-Energiebilanzmodell. Die physikalischen Grundlagen basieren auf den Gesetzen der Strömungsmechanik, der Thermodynamik und der Atmosphärenphysik. Das Modell dient zur Simulation der Wind-, Temperatur- und Feuchteverteilung in städtischen Strukturen. Es werden Parameter wie Gebäudeoberflächen, Bodenversiegelungsgrad, Bodeneigenschaften, Vegetation und Sonneneinstrahlung einbezogen. Durch die Wechselwirkungen von Sonne und Schatten sowie die unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften der Materialien (spezifische Wärme, Reflexionseigenschaften, ...) entwickeln sich im Laufe eines simulierten Tages unterschiedliche Oberflächentemperaturen, die ihrerseits in Abhängigkeit vom Windfeld ihre Wärme mehr oder minder stark an die Luft abgeben.

ENVI-met versetzt Planer in die Lage, die klimatischen Auswirkungen von Bauvorhaben zu simulieren und mit dem Istzustand zu vergleichen, ohne dass das untersuchte Gebiet bzw. die Planungsmaßnahmen in der Realität existieren müssen. Es gilt zu untersuchen, wie weit diese Veränderungen des Kleinklimas in die Umgebung hineinwirken. Hauptaugenmerk muss hierbei auf die möglichen Veränderungen der Luftströmungen und Aufheizungen der bebauten Flächen gelegt werden.

Simuliert wird jeweils ein sommerlicher Strahlungstag über 24 Stunden, um eine maximale Erwärmung im Modellgebiet zu erreichen. Neben der Gebäude-, Vegetations- und Oberflächenstruktur des Modellgebietes können meteorologische Parameter für eine mikroskalige Modellierung des Ist-Zustandes sowie des Planentwurfs festgelegt werden. Diese Werte entsprechen den typischen Ausgangsbedingungen einer sommerlichen Strahlungswetterlage mit Hitzebelastung. Sommerliche Strahlungstage sind in der Regel Schwachwindwetterlagen. Bei einer solchen Wetterlage treten lokalklimatische Effekte am deutlichsten hervor und die Auswirkungen der geplanten Bebauung auf das Kleinklima können gezeigt werden.

Im Folgenden werden die durchgeführten Modellrechnungen und deren Ergebnisse dargestellt. Die Kartierungsmethodik zur Aufnahme des Untersuchungsgebietes „FunkenbergQuartier“ in Herne-Mitte wurde in drei Schritten vollzogen: die Aufnahme der Bauwerksstrukturen (Form und Höhe), die Aufnahme der Straßen und Fußwege (Bodenbelag) sowie die Aufnahme der Vegetation – hauptsächlich Bäume (Gestalt und Höhe). Die Kartierungen erfolgten auf der Grundlage von vorhandenem Kartenmaterial, Luftbildern sowie durch Begehungen vor Ort. Die aufgenommenen Daten der drei Kartierungen wurden dann im nächsten Schritt in das Programm ENVI-met übertragen und dort für eine virtuelle Modellierung vom Ist-Zustand des Untersuchungsgebietes und für das Planszenario verwendet. Das Untersuchungsgebiet ist in der Abbildung 3.1 dargestellt. Die Abbildungen 3.2 und 3.3 zeigen das Modell für den IST-Zustand und das Plan-Szenario.

### Mikroskalige Modellierungen für das Untersuchungsgebiet „FunkenbergQuartier“

Fragestellung: Welche Veränderungen in der Belüftung und der Hitzeentwicklung ergeben sich durch die geplanten Bebauungen der Fläche am FunkenbergQuartier?

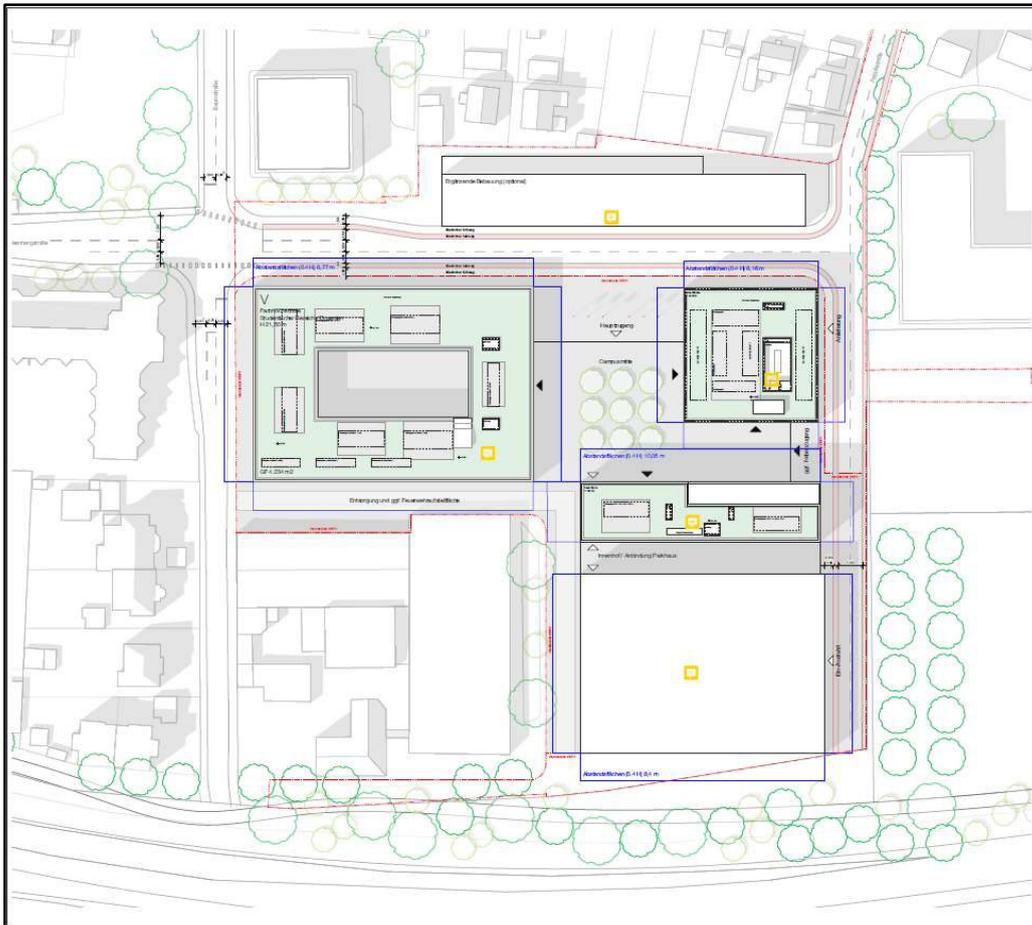


Abb. 3.1 Ausschnitt aus dem Luftbild (Quelle: Google) und dem Planszenario (rot) für das Gebiet „FunkenbergQuartier“ in Herne-Mitte

Mikroskalige Modellierungen für das Untersuchungsgebiet „FunkenbergQuartier“

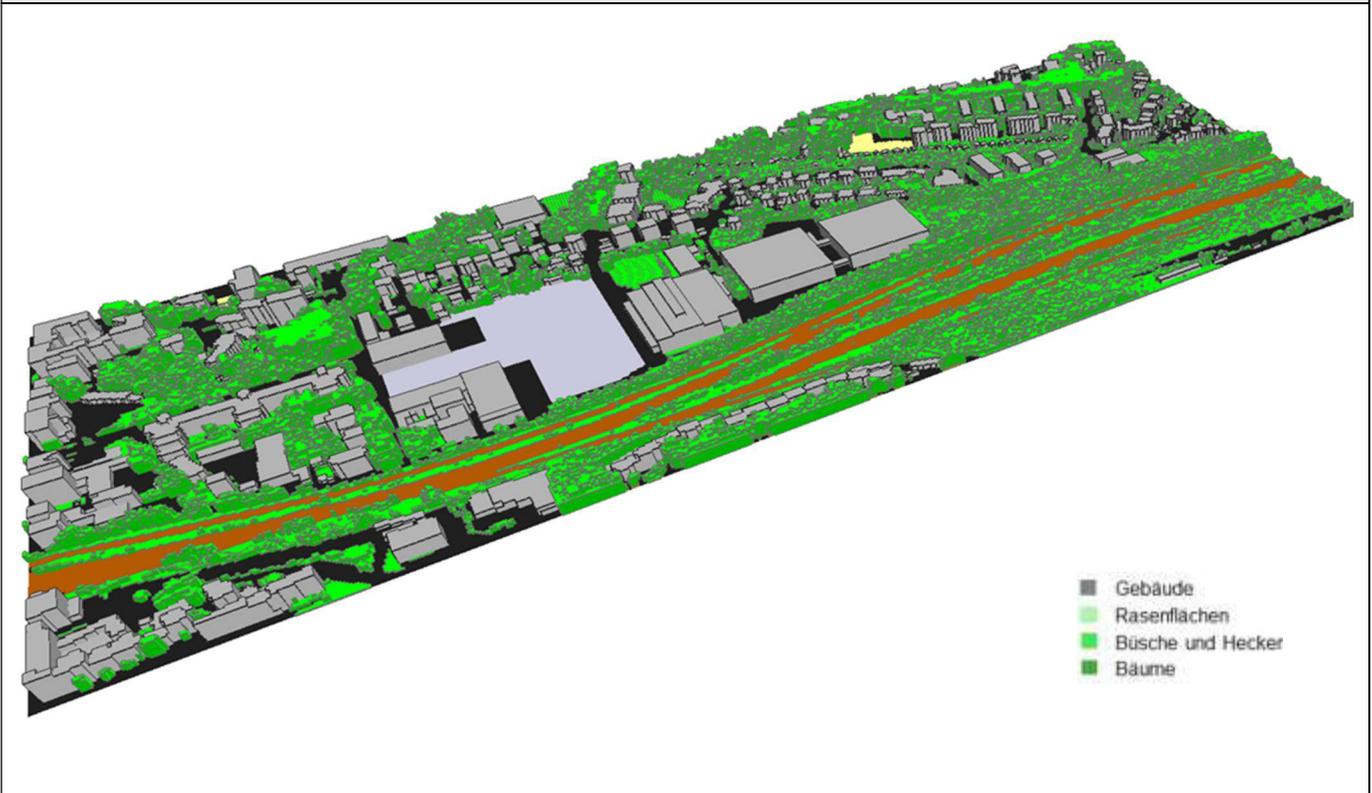


Abb. 3.2 Envi-met Modell für die Berechnung des IST-Zustandes im Untersuchungsgebiet FunkenbergQuartier

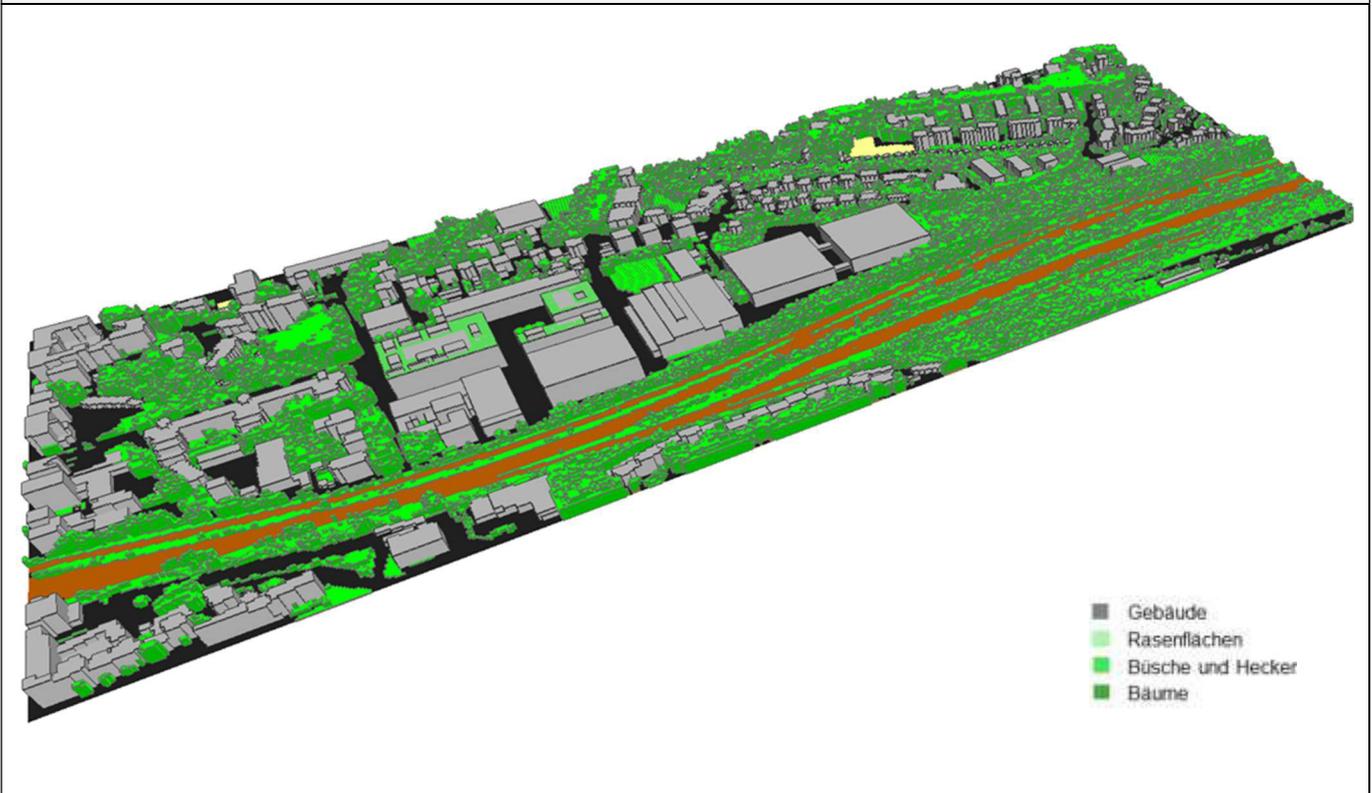


Abb. 3.3 Envi-met Modell für die Berechnung des Szenarios im Untersuchungsgebiet FunkenbergQuartier

### Mikroskalige Modellierungen für das Untersuchungsgebiet „FunkenbergQuartier“

Für das Untersuchungsgebiet „FunkenbergQuartier“ in Herne-Mitte wurden mikroskalige Modellrechnungen für eine detaillierte Analyse des lokalen Klimas durchgeführt. Dazu wurde der IST-Zustand mit der vorgesehenen Bebauung aus dem Konzept, Bebauungsplan Nr. 238 verglichen. Das Szenario besteht aus dem 1. Entwicklungsabschnitt, des potentiellen Hochschulcampus HSPV NRW. Nördlich angrenzend wurden zwei optionale 16 m hohe Gebäude ergänzt.

Für die Erstellung der Modelle „IST“ und „Szenario“ wurden das Gelände sowie die Gebäude, die Vegetation und die Oberflächenbeläge in das Modell übertragen (Abb. 3.2 und Abb. 3.3). Um die möglichen Belastungen einer sommerlichen Hitzewetterlage betrachten zu können, wurde zum Modellstart eine hohe Lufttemperatur und ein schwacher Wind gewählt. Das Modell wurde entsprechend der Belüftungssituation und der möglichen Luftströmungen bei Hitzewetterlagen mit einer Anströmung aus Nordosten gerechnet.

Modell-Varianten:	Modell-Parameter (Startzeit 6 Uhr MEZ)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>FunkenbergQuartier IST</b> (IST-Situation im Untersuchungsgebiet FunkenbergQuartier und Umgebung)</li>   <li>• <b>FunkenbergQuartier Szenario</b> (Plan-Szenario mit der im Konzept vorgesehenen zusätzlichen Bebauung)</li> </ul>	<p>Lufttemperatur (2 m Höhe) : 14,0 °C            Windgeschwindigkeit (10 m Höhe) : 1,3 m/s            Windrichtung (10 m Höhe) : 45 Grad (aus Nordost)</p> <p>Größe des Untersuchungsgebietes: 1090 m x 502 m            Modellgröße (Grid): x=545; y=251; z=25            Rasterauflösung: dx=2 m, dy=2 m, dz=2 m</p> <p>Simulationstag: sommerliches Strahlungswetter            Simulationszeit: 24 Stunden (Tagesgang)</p>

#### Fragestellungen

- Wie ist die mikroklimatische IST-Situation während einer sommerlichen Strahlungswetterlage im Untersuchungsgebiet zu beurteilen?
- Welche Auswirkungen können die im Plan vorgesehenen Veränderungen auf die Belüftungssituation in der Umgebung haben?
- Wie ändert sich die Hitzebelastung und die bioklimatische Belastung im Quartier und in der unmittelbaren Umgebung?

#### Analyse der Modellergebnisse

Es werden für die Tag- und für die Nachtsituation die Lufttemperaturen und die Windverhältnisse betrachtet. Die Ergebnisse des Szenarios aus dem Plan werden im direkten Vergleich mit der IST-Situation durch die Berechnung der Differenzen für die Größen Windgeschwindigkeit, Oberflächentemperaturen und Lufttemperaturen dargestellt.

Hierbei werden lokale Effekte und auch mögliche Wirkgebiete in angrenzenden Bereichen untersucht. Aus den berechneten Unterschieden der mikroklimatischen Ausprägungen der Modelle werden Rückschlüsse auf die Notwendigkeit von verschiedenen Anpassungsmaßnahmen gezogen.

### 3.1 Mikroskalige Modellierung des Untersuchungsgebietes „FunkenbergQuartier“: Belüftung

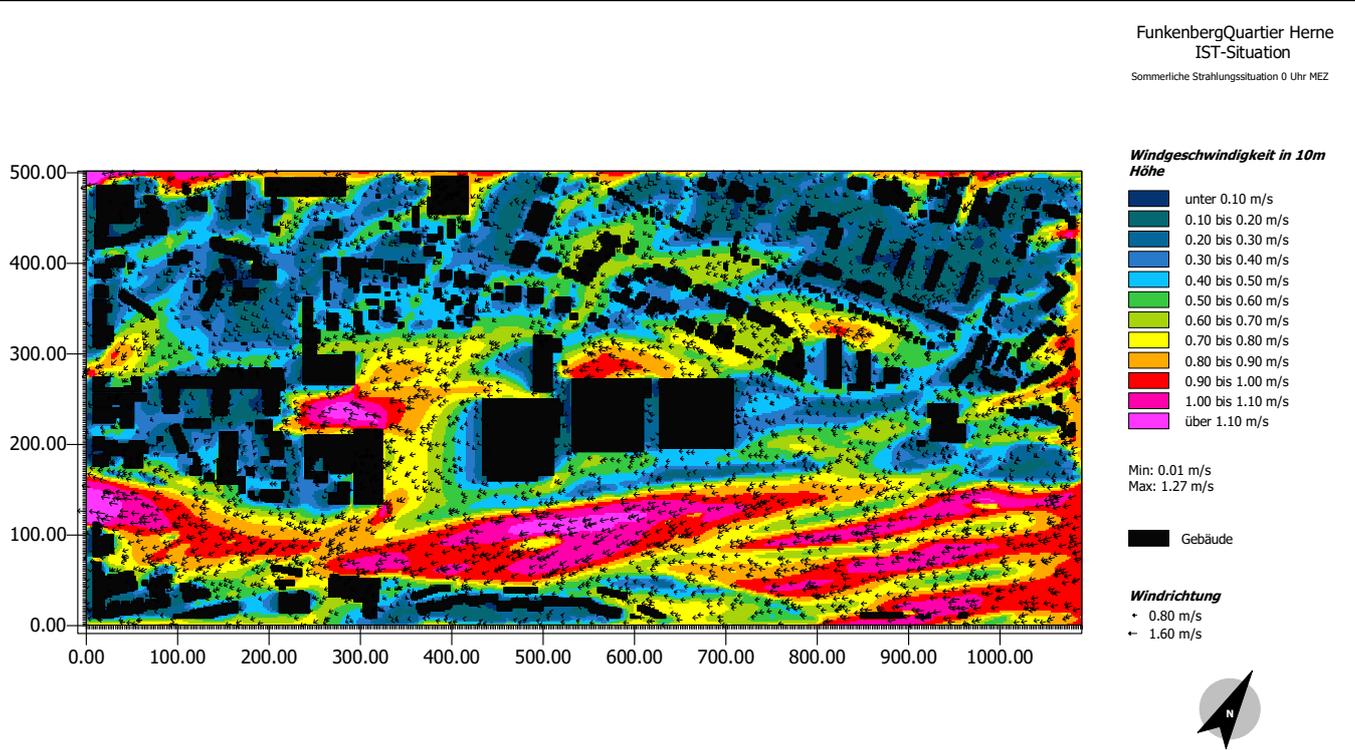


Abb. 3.4 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im IST-Zustand: Nächtliche Windströmung bei Anströmung aus Nordost

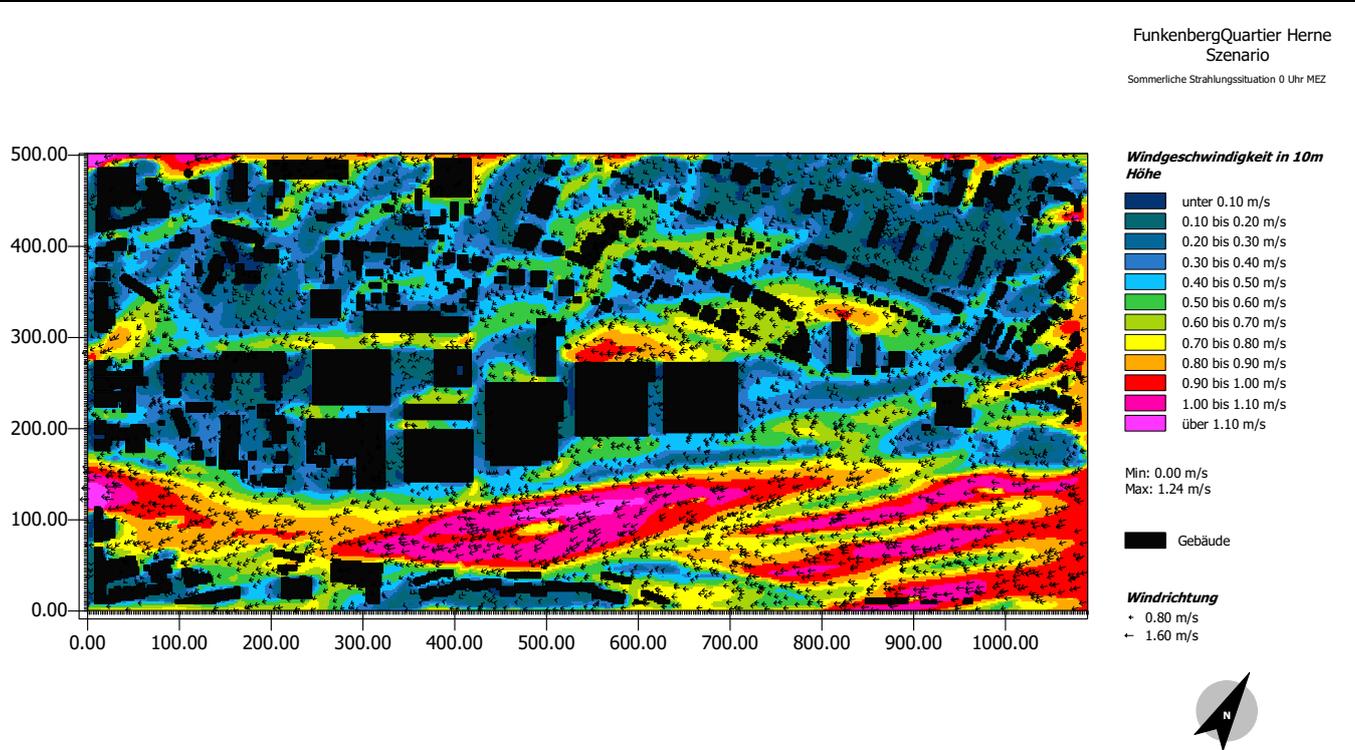


Abb. 3.5 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im Szenario: Nächtliche Windströmung bei Anströmung aus Nordost

## Mikroskalige Modellierung des Untersuchungsgebietes „FunkenbergQuartier“: Belüftung

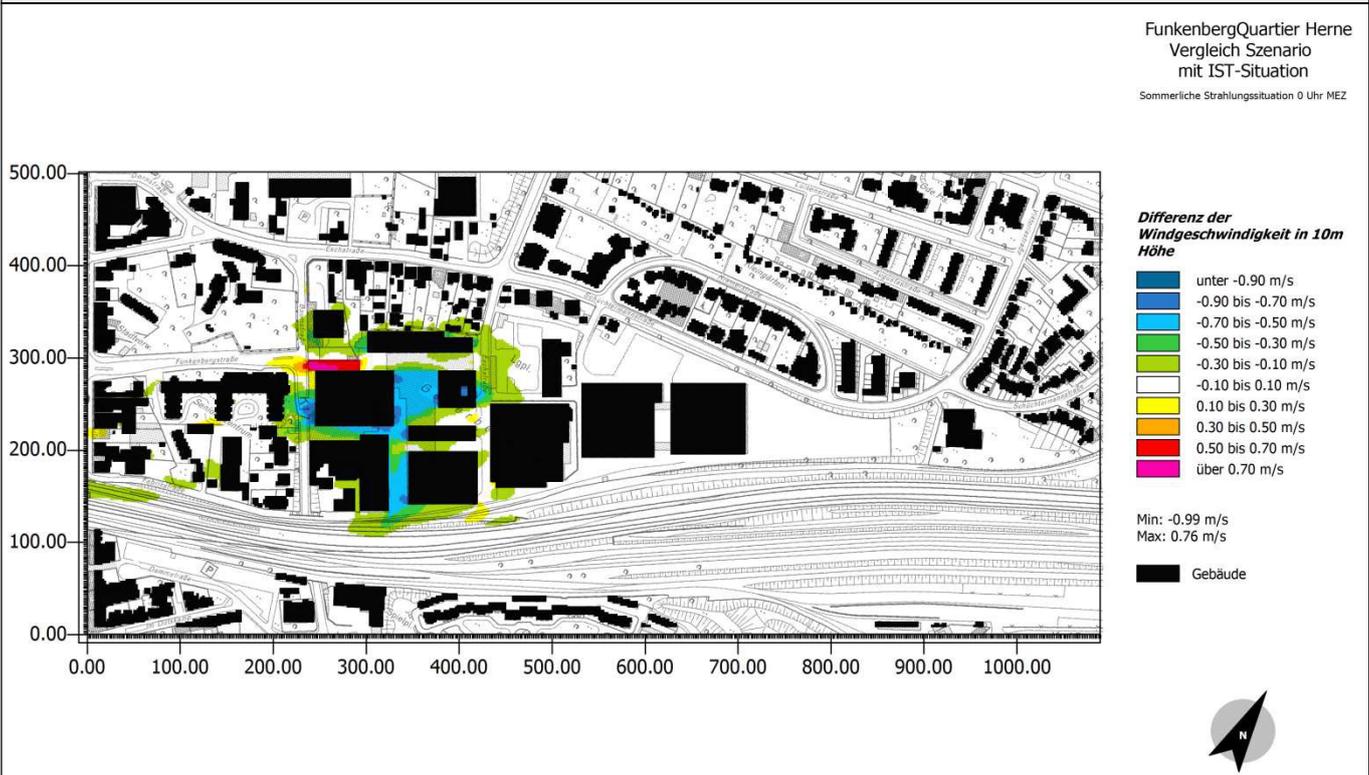


Abb. 3.6 Differenzen zum Szenario: Wind bei Anströmung aus Ost

### Mikroklimatische Bewertung der Belüftungssituation

Bei einem vorgegebenen Ausgangswind aus Ost mit einer Geschwindigkeit von 1,3 m/s zeigt sich deutlich die abbremsende Wirkung der Bebauungen. Hier werden zwischen den Gebäuden mit unter 0,1 m/s (dunkelblau) bis zu 0,5 m/s (hellblau) weitgehend nur sehr geringe Windgeschwindigkeiten erreicht. Eine noch ausreichende Belüftung mit über 0,7 m/s ist im IST-Zustand (Abb. 3.4) ist über der Planfläche für den HSPV zu erkennen. Über der südöstlich angrenzenden Bahnstrecke mit der Funktion als Luftleitbahn erreichen die Windgeschwindigkeiten zwischen 0,7 m/s (gelb) bis 1,2 m/s (lila).

Im Szenario (Abb. 3.5) wird die Belüftung durch die neuen Gebäude reduziert. Im Bereich zwischen den Gebäuden des FunkenbergQuartiers werden die Windgeschwindigkeiten um bis zu 1,0 m/s auf bis unter 0,1 m/s verringert

Im IST-Zustand hat die Untersuchungsfläche eine geringe Belüpfungsfunktion für die östlich angrenzenden Gebäude an der Baumstraße (Tagespflege Herne). Das ändert sich auch im Szenario mit einer um bis zu 0,3 m/s reduzierten Windgeschwindigkeit (Abb. 3.6). Die Unterschiede zwischen IST und Szenario in der Belüftung sind darüber hinaus weitgehend auf das direkte Umfeld der neuen Bebauung begrenzt und setzen sich kaum in die weitere Umgebung fort.

Entlang der erweiterten Straßenführung der Funkenbergstraße liegt bedingt durch den Gebäuderückbau eine lokale Erhöhung der Windgeschwindigkeit um 0,7 m/s vor (lila).

Die Funktion der Bahnstrecke als Luftleitbahn bleibt auch im Szenario erhalten.

### 3.2 Mikroskalige Modellierung des Untersuchungsgebietes „FunkenbergQuartier“: Thermische Situation

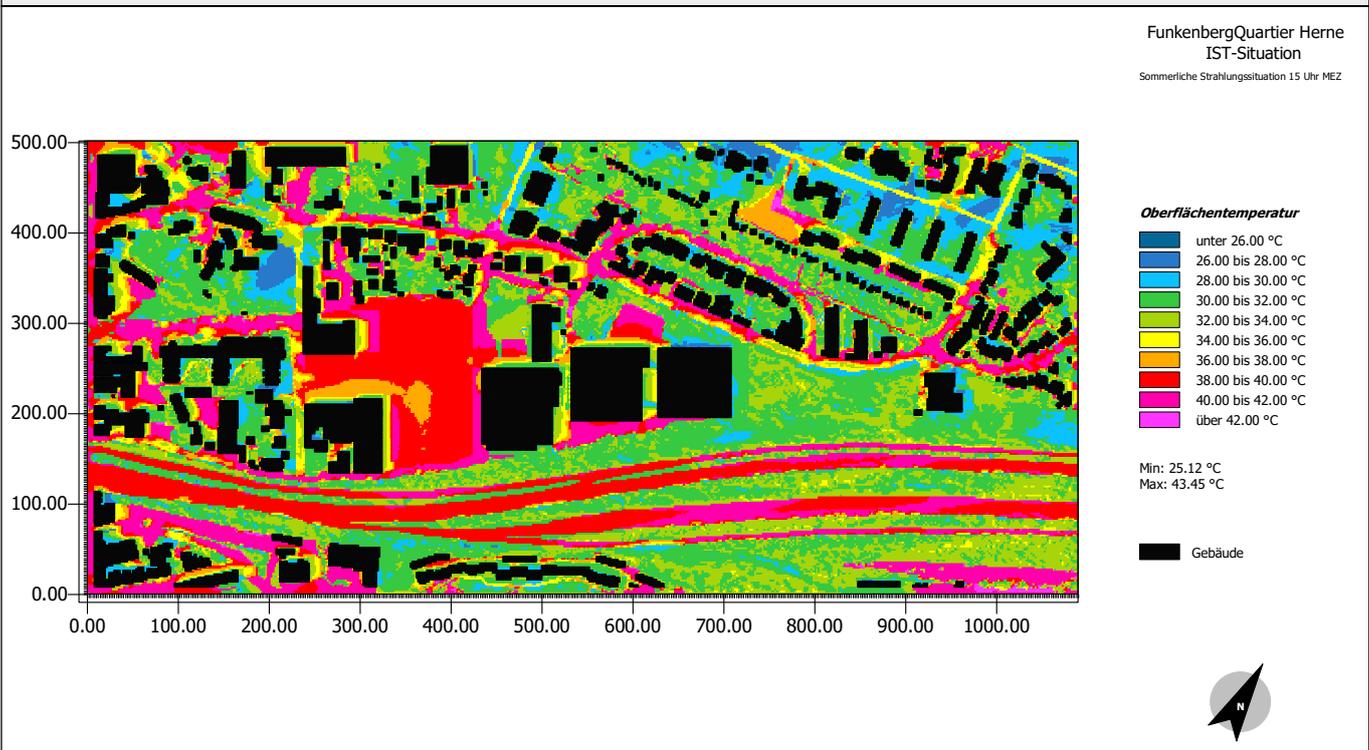


Abb. 3.7 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im IST-Zustand:  
Oberflächentemperaturen um 15 Uhr

#### Mikroklimatische Bewertung der thermischen Situation: Oberflächentemperaturen

Die Freiflächen im IST-Zustand (Abb. 3.7) erreichen auch als unversiegelte Flächen tagsüber hohe Oberflächentemperaturen von über 30 °C. Die ungehinderte Sonneneinstrahlung erwärmt das Gebiet großflächig. Auf den asphaltierten Verkehrsflächen erreichen die Oberflächentemperaturen Werte über 40 °C. Durch Vegetation und Gebäude beschattete Flächen sind um rund 10 Grad kühler.

Im Plan-Szenario verringern sich die Oberflächentemperaturen um 15 Uhr MEZ in einigen Bereichen (Abb. 3.8). Durch die zusätzlichen Bebauungen nehmen die Oberflächentemperaturen in den Gebäudeschatten um bis zu 12 Grad ab (grüne bis blaue Bereiche in der Differenzen-Abbildung 3.8). Durch den Rückbau einzelner Gebäude steigen hier erwartungsgemäß die Oberflächentemperaturen um bis zu 21 Grad an (lila Bereiche in der Differenzen-Abbildung 3.8).

Die Verteilung der Oberflächentemperaturen in der Nachtsituation (Abb. 3.9) zeigt nur auf einigen kleinen Flächen eine Abkühlung um maximal 3,7 Grad. Hier werden tagsüber durch Gebäudeverschattung zum Teil die Oberflächen deutlich geringer erwärmt. Für den Bereich der Baumgruppe am Campus werden die Oberflächentemperaturen kleinräumig um ca. 3 Grad reduziert. Die Erwärmung auf den Flächen des Gebäuderückbaus (orange bis lila) waren zu erwarten und können an dieser Stelle vernachlässigt werden

Mikroskalige Modellierung des Untersuchungsgebietes „FunkenbergQuartier“:  
Thermische Situation

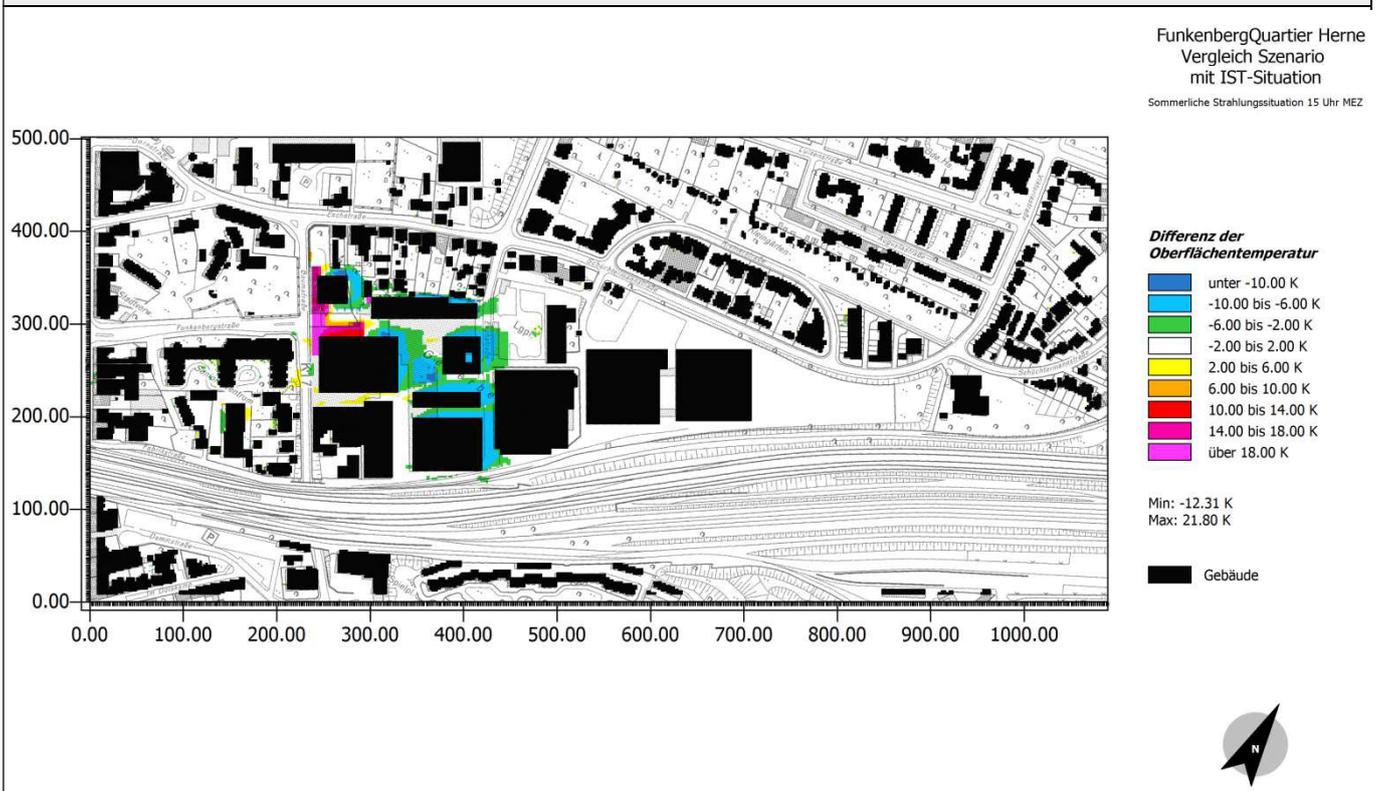


Abb. 3.8 Differenzen zum Plan-Szenario: Oberflächentemperaturen um 15 Uhr

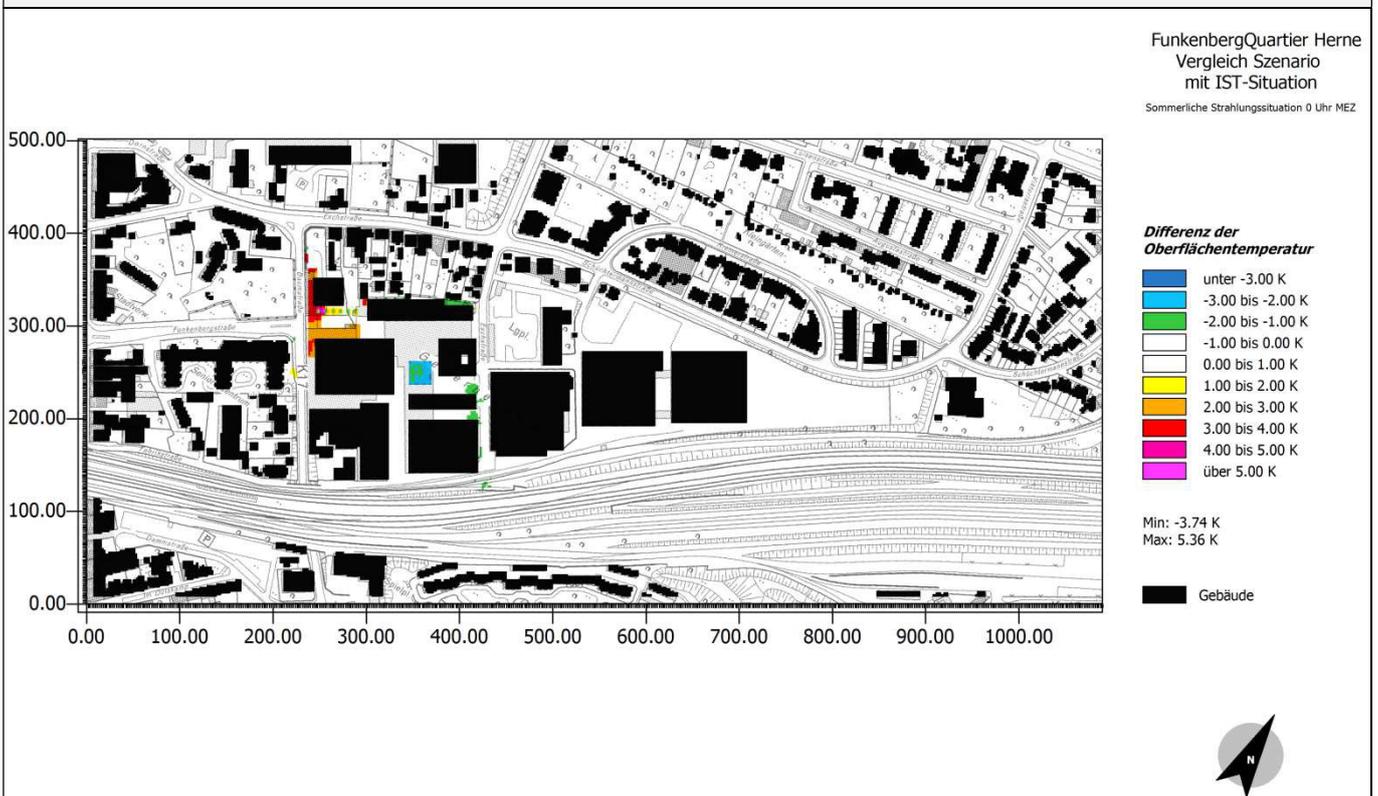


Abb. 3.9 Differenzen zum Plan-Szenario: Oberflächentemperaturen um 0 Uhr

Mikroskalige Modellierung des Untersuchungsgebietes „FunkenbergQuartier“:  
Thermische Situation

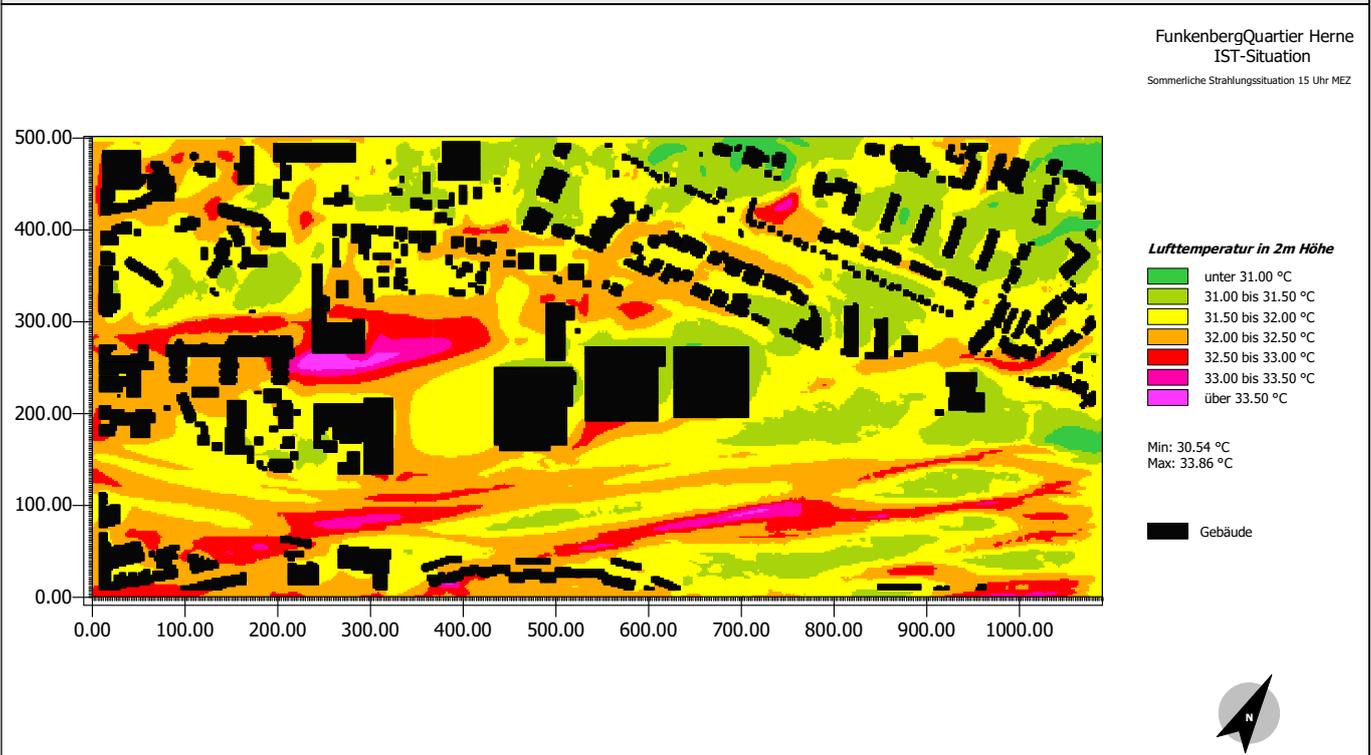


Abb. 3.10 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im IST-Zustand:  
Lufttemperaturen um 15 Uhr MEZ bei einer Anströmung aus Nordost

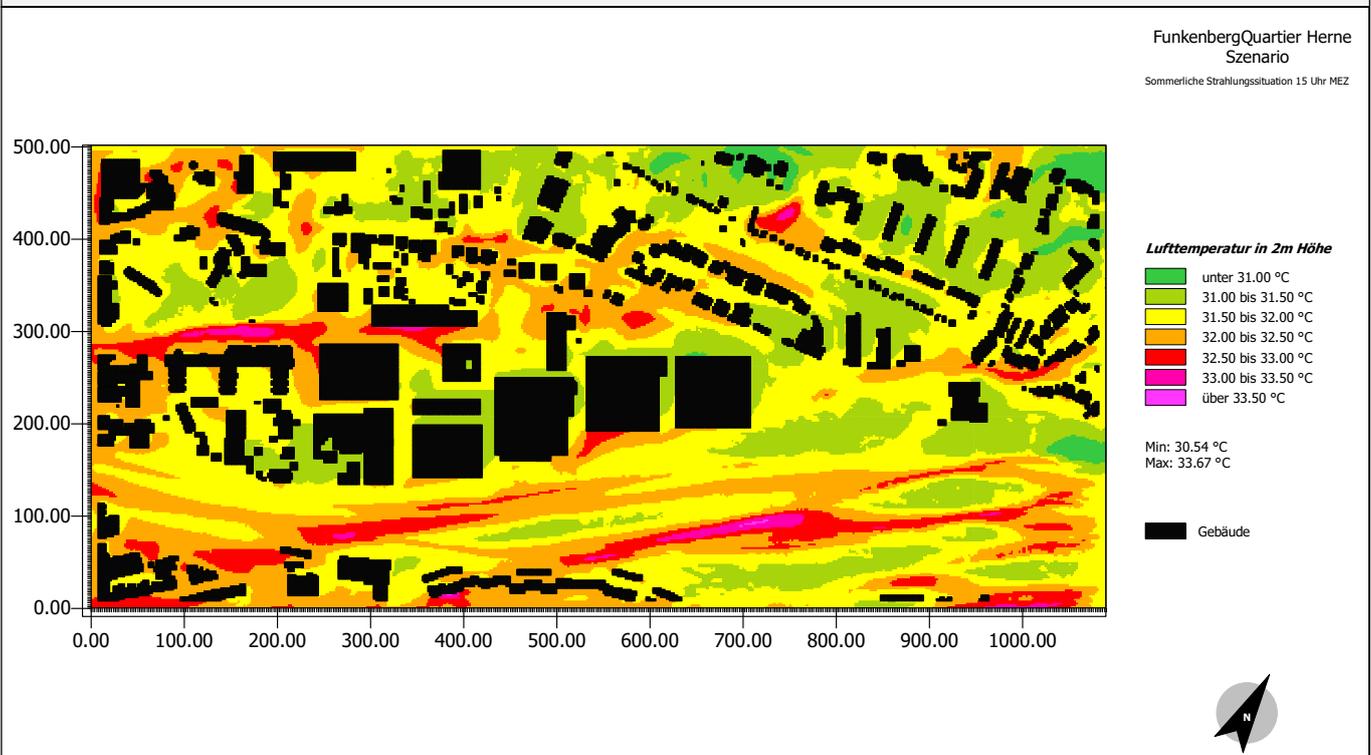


Abb. 3.11 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im Szenario:  
Lufttemperaturen um 15 Uhr MEZ bei einer Anströmung aus Nordost

Mikroskalige Modellierung des Untersuchungsgebietes „FunkenbergQuartier“:  
Thermische Situation

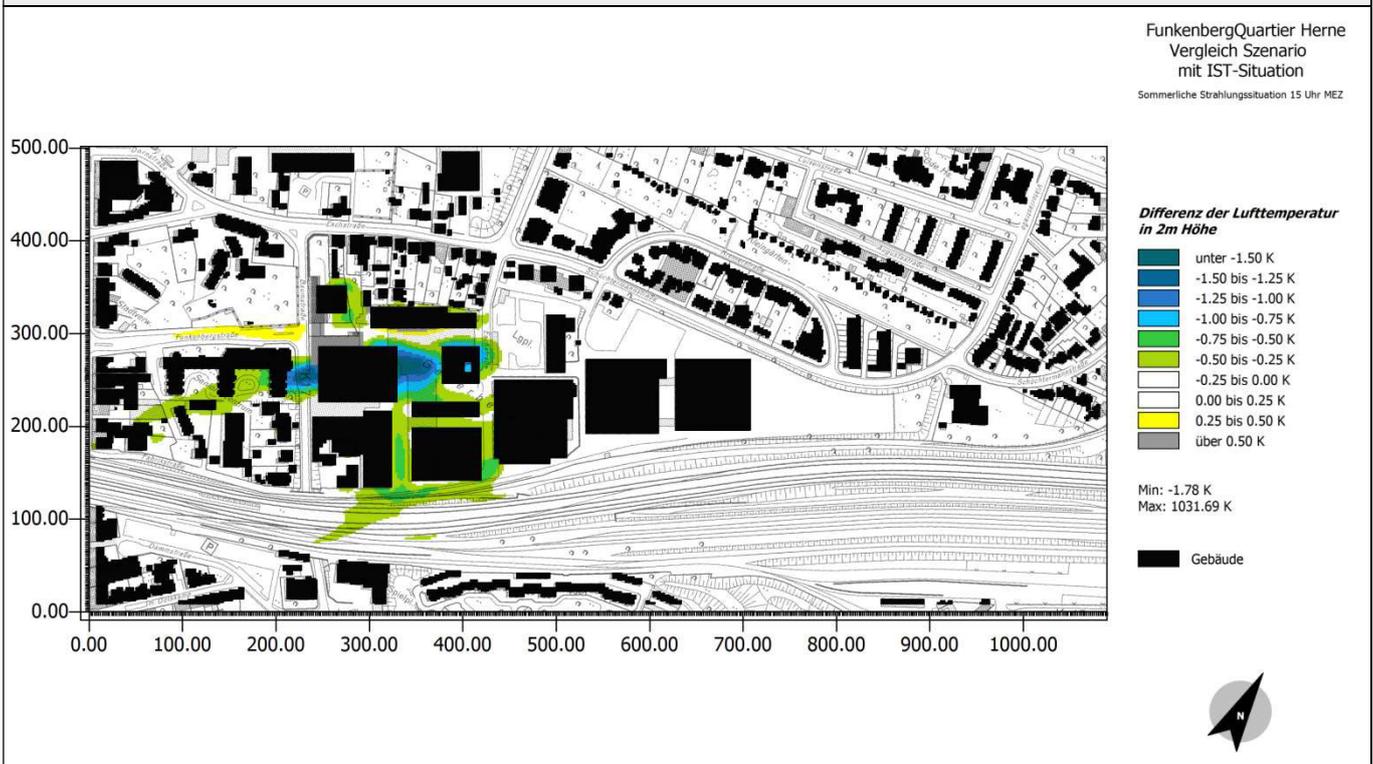


Abb. 3.12 Differenzen zum Plan-Szenario: Lufttemperaturen um 15 Uhr bei einer Anströmung aus Nordost

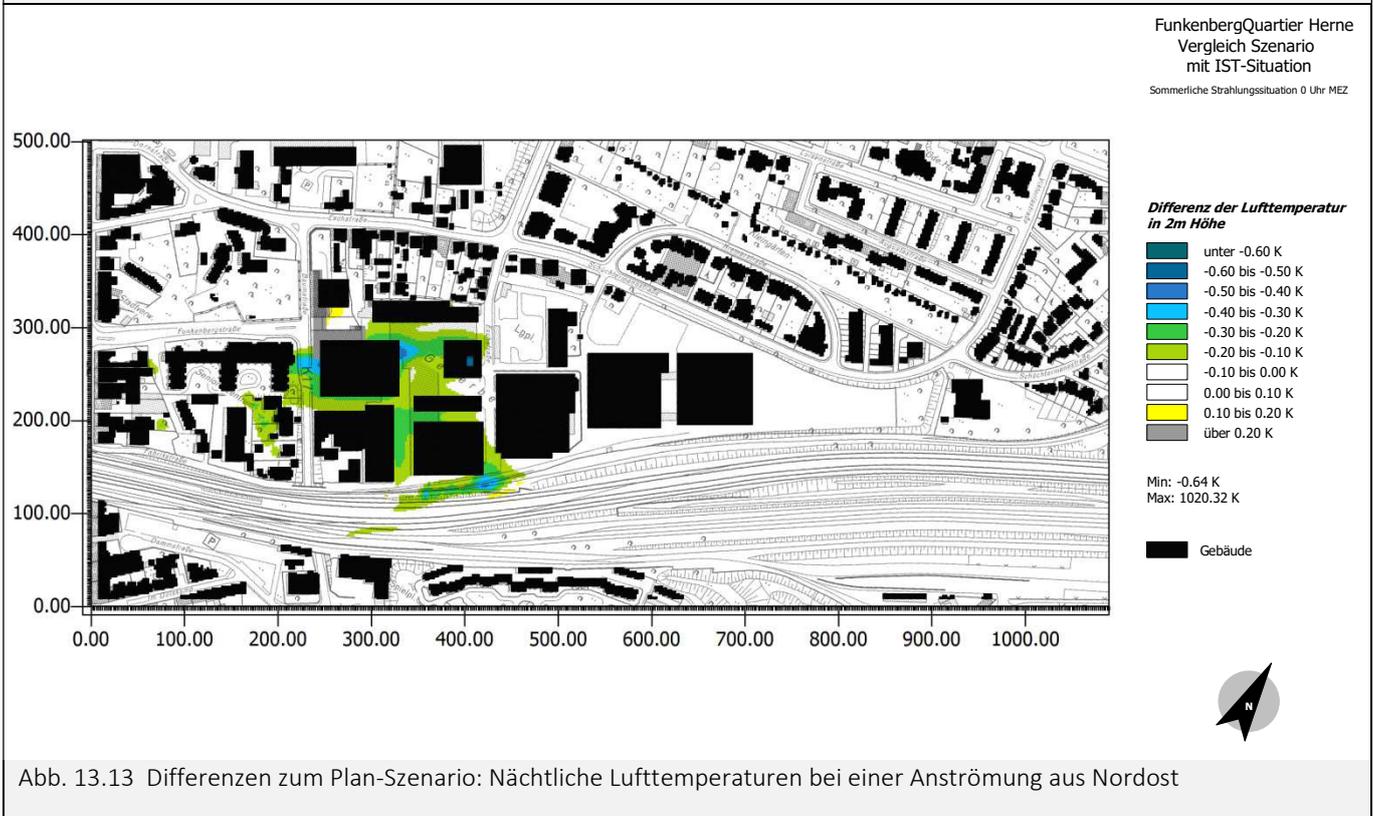


Abb. 13.13 Differenzen zum Plan-Szenario: Nächtliche Lufttemperaturen bei einer Anströmung aus Nordost

## Mikroskalige Modellierung des Untersuchungsgebietes „FunkenbergQuartier“:

### Thermische Situation

#### Mikroklimatische Bewertung der thermischen Situation: Lufttemperaturen

In den Abbildungen 3.10 bis 3.13 sind die Verteilungen und Veränderungen der Lufttemperaturen dargestellt. Lokale Unterschiede in der thermischen Belastung ergeben sich insbesondere während des Tages. Die Lufttemperaturen in 2 m Höhe liegen im IST-Zustand um 15 Uhr MEZ (Abb. 3.10) östlich der Baumstraße über den Brachflächen der geplanten Bebauung mit über 33 °C (lila) deutlich über dem Niveau der umgebenden Bebauung.

Weiterhin deutlich höher sind die Lufttemperaturen über einigen Abschnitten entlang der Bahnstrecke. Insgesamt weist das gesamte Modellgebiet eine mittlere Wärmebelastung auf.

Im Szenario verringern sich die Lufttemperaturen im Umfeld der neuen Bebauungen in Richtung Baumstraße und zur Campusmitte um bis zu 1,8 Grad (Abb. 3.12, dunkelblau). Ursache sind die zunehmende Verschattung durch die neue Bebauung mit einer Reduzierung der Wärmeaufnahme am Tag und die veränderte Durchlüftung des Gebietes. Die Verschattung durch die Baumgruppe im Bereich Campusmitte führt zusätzlich zu einer Abkühlung. Die Verringerung der Lufttemperaturen setzen sich nach Westen in Richtung der Tagespflege Herne W&H über das Plangebiet hinaus fort und eine kühle Luftfahne mit bis zu 0,5 Grad (hellgrün) ist erkennbar. Eine geringfügige Erwärmung um bis zu 0,5 Grad (gelb) nördlich der Tagespflege an der Funkenbergstraße erkennbar.

Die Veränderungen der nächtlichen Lufttemperaturen (Abb. 3.13) zeigen ein ähnliches Bild. Es gibt Bereiche, die sich im Szenario um bis zu 0,6 Grad (dunkelblau) abkühlen. Insbesondere im Bereich zwischen den neuen Gebäuden kommt es großflächig zu einer Verringerung der Lufttemperaturen, was auf die Verschattung in diesem Bereich zurückzuführen ist.

### 3.3 Mikroskalige Modellierung des Untersuchungsgebietes „FunkenbergQuartier“: Bioklimatische Situation

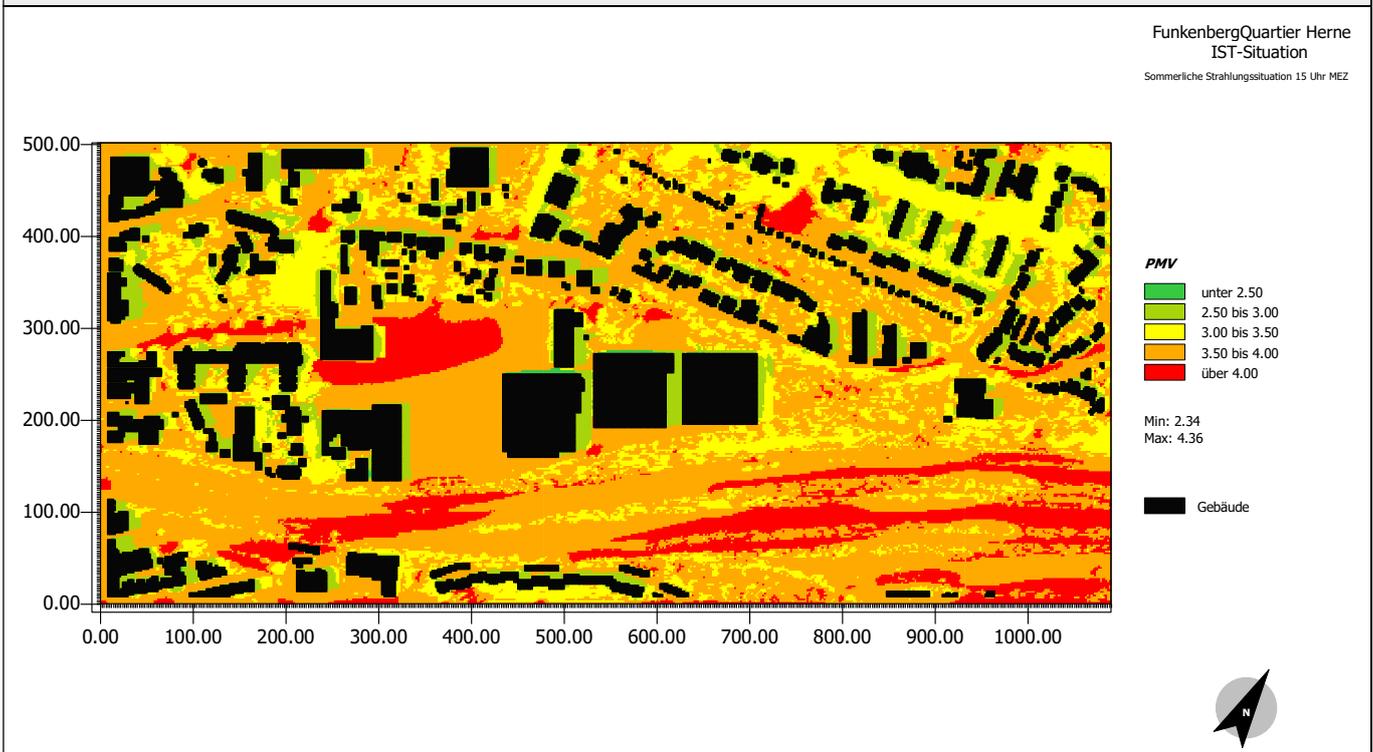


Abb. 3.14 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im IST-Zustand:  
PMV Werte um 15 h MEZ bei einer Anströmung aus Nordost

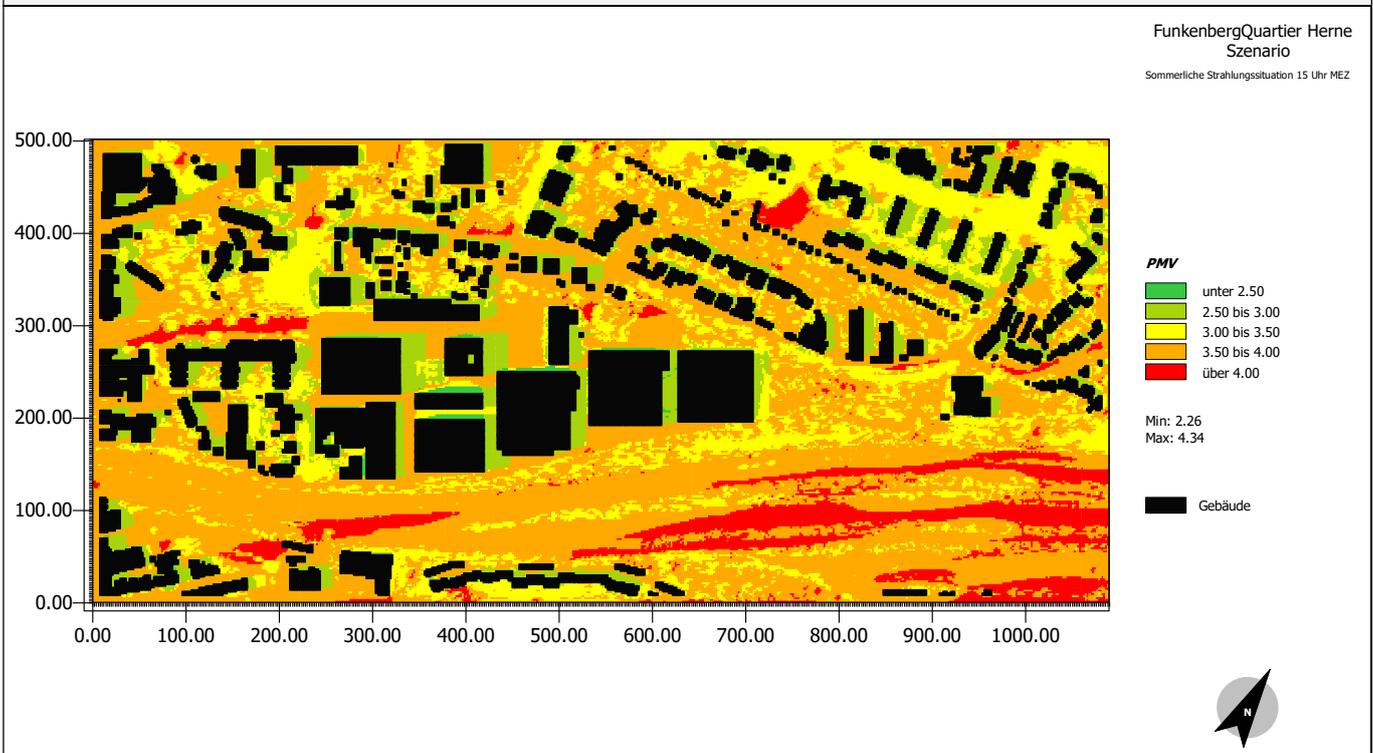
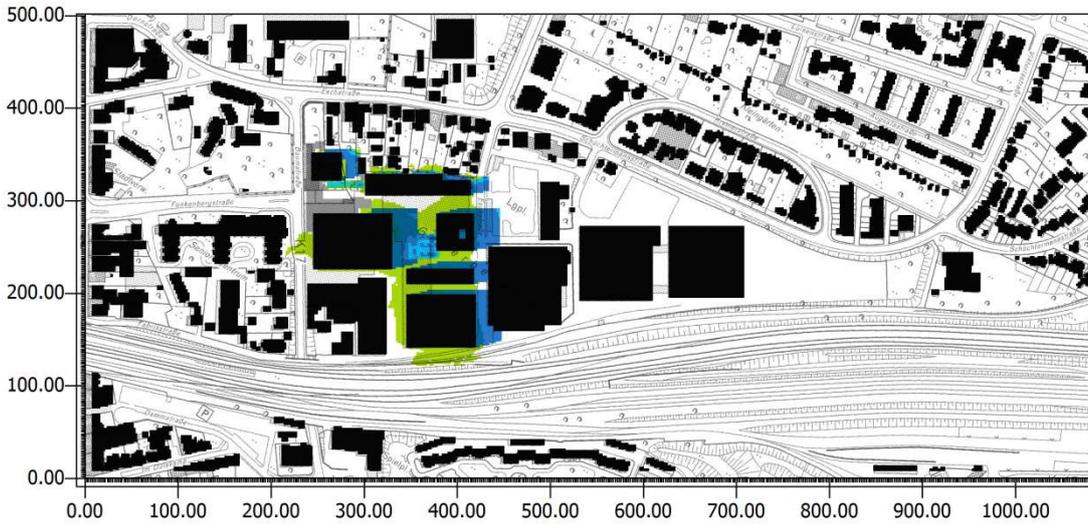


Abb. 3.15 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im Szenario:  
PMV Werte um 15 h MEZ bei einer Anströmung aus Nordost

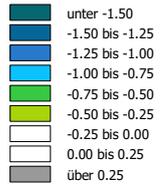
Mikroskalige Modellierung des Untersuchungsgebietes „FunkenbergQuartier“:  
Bioklimatische Situation

FunkenbergQuartier Herne  
Vergleich Szenario  
mit IST-Situation

Sommerliche Strahlungssituation 15 Uhr MEZ



**Differenz der PMV**



Min: -1.68  
Max: 1002.96

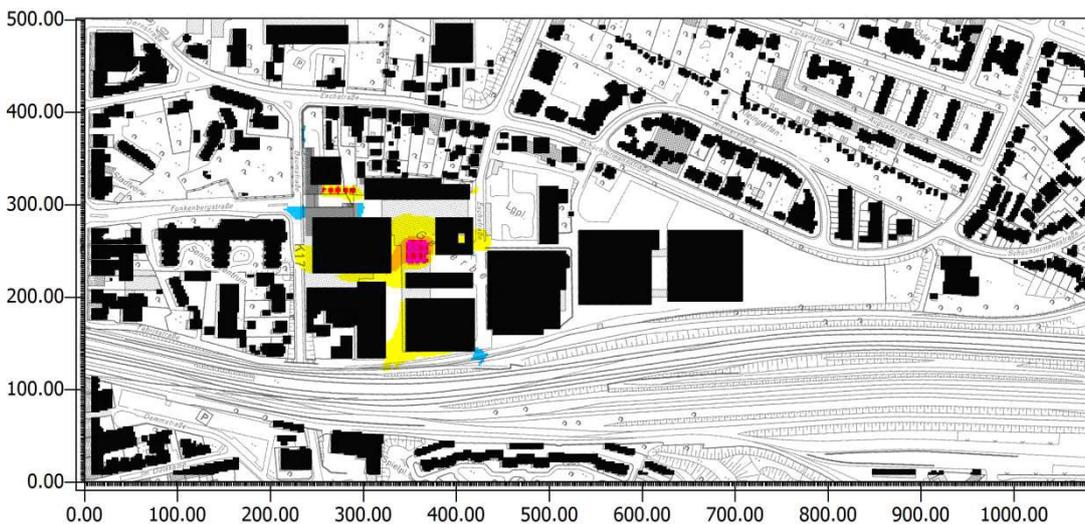
■ Gebäude



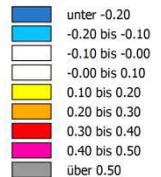
Abb. 3.16 Differenzen zum Plan-Szenario: PMV Werte um 15 Uhr MEZ bei einer Anströmung aus Nordost

FunkenbergQuartier Herne  
Vergleich Szenario  
mit IST-Situation

Sommerliche Strahlungssituation 0 Uhr MEZ



**Differenz der PMV**



Min: -0.23  
Max: 998.91

■ Gebäude



Abb. 3.17 Differenzen zum Plan-Szenario: Nächtliche PMV Werte bei einer Anströmung aus Nordost

## Mikroskalige Modellierung des Untersuchungsgebietes „FunkenbergQuartier“:

### Bioklimatische Situation

#### Mikroklimatische Bewertung der bioklimatischen Situation: PMV

In den Abbildungen 3.14 bis 3.17 sind die Verteilungen und Veränderungen der PMV Werte dargestellt. Der hohe Anteil an versiegelten Flächen und die dichte Bebauung führen in der IST-Situation (Abb. 3.14) zu einer sehr hohen bioklimatischen Belastung im Straßenraum und den Brachflächen mit PMV-Werten von über 3 (orange bis rot). Diese Flächen stellen nach der PMV Skala eine starke bis extreme Wärmebelastung dar. Die verschatteten Flächen an den Gebäude Nord- und Ostseiten weisen leicht reduzierte PMV-Werte zwischen 2,5 und 3 auf, welches einer starken Wärmebelastung entspricht und vom Menschen als heiß empfunden wird.

Auf den durch die neuen Gebäude verschatteten Flächen verringern sich die Werte um bis zu 1,7 (dunkelblau). Die Bereiche der ehemaligen Gebäude sind grau dargestellt (Abb. 3.16). Diese Verringerungen führen im Bereich der Freiflächen des Campus zu einer Verbesserung des Bioklimas auf absolute Werte für die PMV auf ca. 2,5 bis 3.

In der Nachtsituation (Abb. 3.17) ist an der Baumgruppe im Bereich Campusmitte eine leichte Erhöhung der PMV-Werte bis ca. 0,5 erkennbar. Die Vegetation wirkt hier dämpfend auf die Abkühlung.

#### Fazit und Empfehlung

Insgesamt bleiben die negativen Veränderungen sowohl zur Belüftung wie zur thermischen Situation im Szenario weitgehend lokal auf das Untersuchungsgebiet beschränkt. Es ist nur eine sehr leichte Auswirkung auf den Bereich der angrenzenden Tagespflegeeinrichtung feststellbar. Bei der Anströmrichtung aus Nordost während einer Hitzewetterlage ist eine schwach ausgeprägte kühle Luftfahne erkennbar, die über 200 m weit bis zum Rand des Modellgebietes in westliche Richtung reicht.

Die Begrünung der Planfläche durch einzelne Baumgruppen sowie der Anteil an entsiegelten Flächen mit Vegetation sollte erweitert werden.

Für signifikante Verbesserungen der klimatischen Situation spielt die Material- und Farbauswahl des Straßenbelags aber auch der Gebäudefassade eine Rolle und es sollte der vermehrte Einsatz von großen Bäumen unter Berücksichtigung der Belüftung eingeplant werden. Bei räumlich eingeschränkten Verhältnissen kann alternativ dazu der Einsatz von Kleingrün zur Erzeugung eines Oaseneffektes beitragen. Die Wirksamkeit der Verdunstungsleistung durch die Vegetation im hochversiegelten Bereich kann aber erst durch den Einsatz eines Mindestmaßes an Grünvolumen eine spürbare Verbesserung bewirken. Hohe Bäume mit ausgeprägten Baumkronen haben für die Aufenthaltsqualität während des Tages einen lokalen starken Effekt.

#### 4. KLIMAANGEPASSTES SZENARIO FÜR DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET „FUNKENBERGQUARTIER“

Das Lokalklima steht in einem direkten Zusammenhang zur Gestaltung der Umwelt und kann durch Veränderungen der Flächennutzung zum Positiven als auch zum Negativen verändert werden. Generell können sich städtebauliche Nachverdichtungen auf das Temperatur- und Belüftungsverhältnis im Quartier auswirken. Relevant sind dabei der Versiegelungsgrad sowie die Grünflächengestaltung, weniger die Gebäudehöhen (Ausnahme bei Dachbegrünung). Durch eine optimierte Gestaltung der Quartiers- und Gebäudearchitektur kann eine Verminderung der zukünftigen Belastungen durch die Folgen der geplanten Nutzungsveränderungen erreicht werden. Dies wird auch unter den Gegebenheiten des Klimawandels betrachtet.

Ziele einer klimaangepassten Bebauung des Untersuchungsgebietes „FunkenbergQuartier“ in Herne Mittel sind:

1. Verbesserung der Belüftung im Quartier und Erhalt der Durchströmbarkeit des Gebietes
2. Minimierung der sommerlichen Hitzeentwicklung vor Ort
3. Verbesserung der mikroklimatischen Situation im Quartier durch eine klimaangepasste Ausgestaltung der Planfläche

Für den Bebauungsplanes Nr. 238 „FunkenbergQuartier“ In Herne-Mitte wurde mit der Zielsetzung einer Verbesserung der mikroklimatischen Situation ein klimaangepasstes Szenario (Abbildung 4.1) auf Basis des vorliegenden Planentwurfes entwickelt. Im Einzelnen wurden hierzu folgende Maßnahmen im Modell umgesetzt:

- Ein Teil der versiegelten Oberflächen wurde durch graues Betonpflaster ersetzt
- Für die Verschattung der Verkehrswege und der Aufenthaltsflächen wurde das Planszenario an exponierten Stellen durch Vegetation ergänzt
- Rückbau der östlich angrenzenden Halle und Neugestaltung der Fläche mit Vegetation

Die weitere Parametrisierung des klimaangepassten Szenarios wurde aus dem Modell des ursprünglichen Szenarios übernommen und ebenso für 24 Stunden berechnet. Aus den Modellergebnissen wurden die Differenzen zu dem Plan-Szenario berechnet welche im Folgenden dargestellt sind.

Klimaangepasstes Szenario für das Untersuchungsgebiet „FunkenbergQuartier“

Fragestellung: Welche Veränderungen der mikroklimatischen Situation ergeben sich durch Klimaanpassungsmaßnahmen im Planszenario für das FunkenbergQuartier?

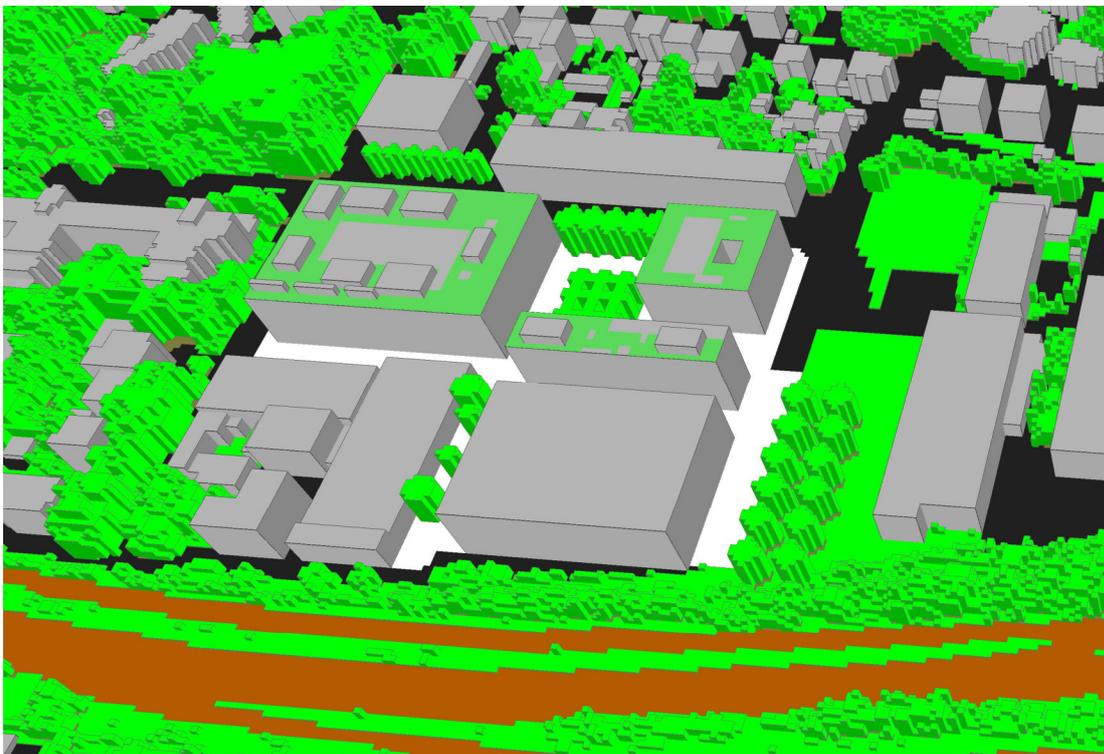


Abb. 4.1 Anpassungsmaßnahmen und Modellausschnitt des erweiterten klimaangepassten Planszenarios

### 4.1 Mikroskalige Modellierung Klimaangepasstes Szenario „FunkenbergQuartier“: Veränderung der Belüftung

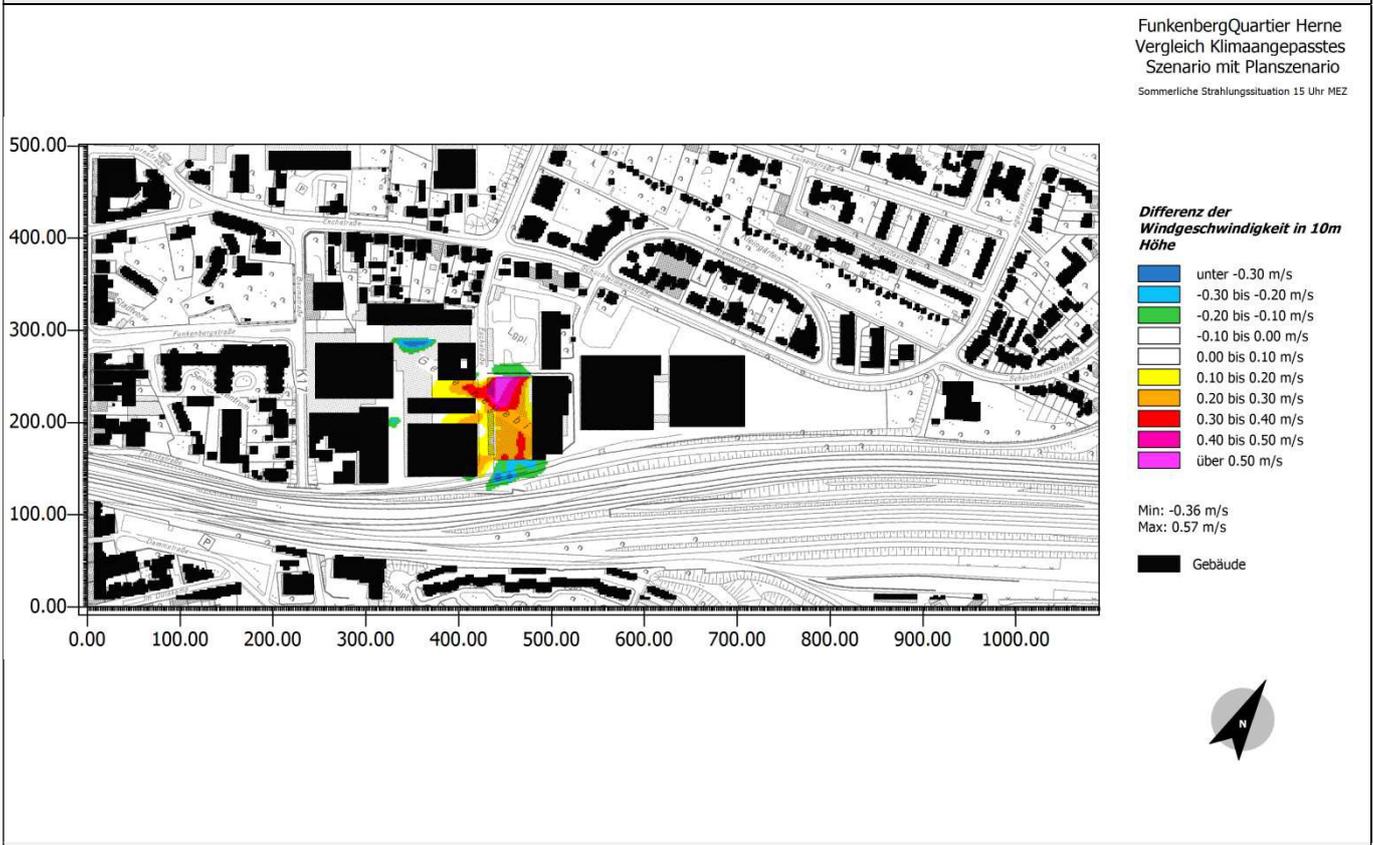


Abb. 4.2 Differenzen Klimaangepasstes Szenario zum Plan-Szenario: Wind bei Anströmung aus Nordost um 15 Uhr

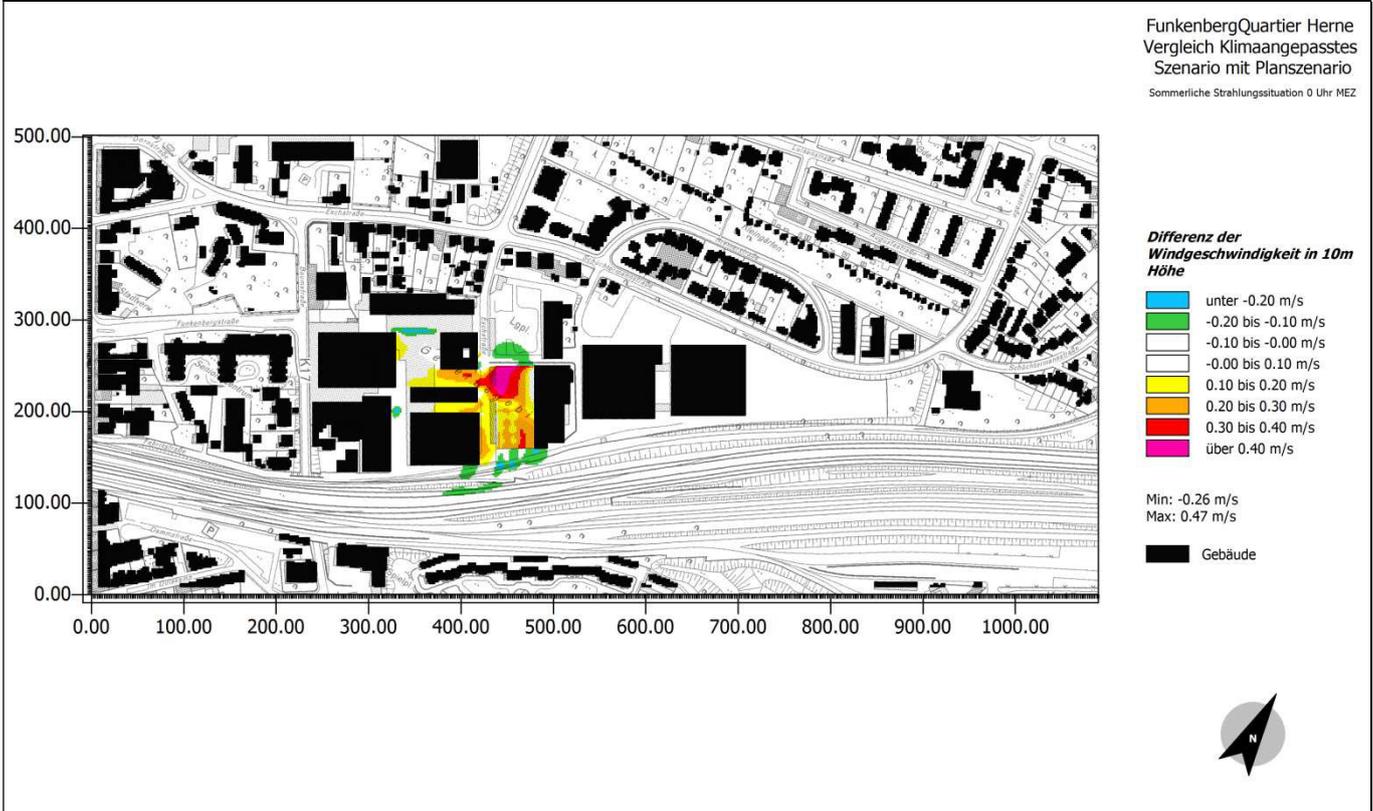


Abb. 4.3 Differenzen Klimaangepasstes Szenario zum Plan-Szenario: Wind bei Anströmung aus Nordost um 0 Uhr

## Mikroskalige Modellierung Klimaangepasstes Szenario „FunkenbergQuartier“: Veränderung der Belüftung

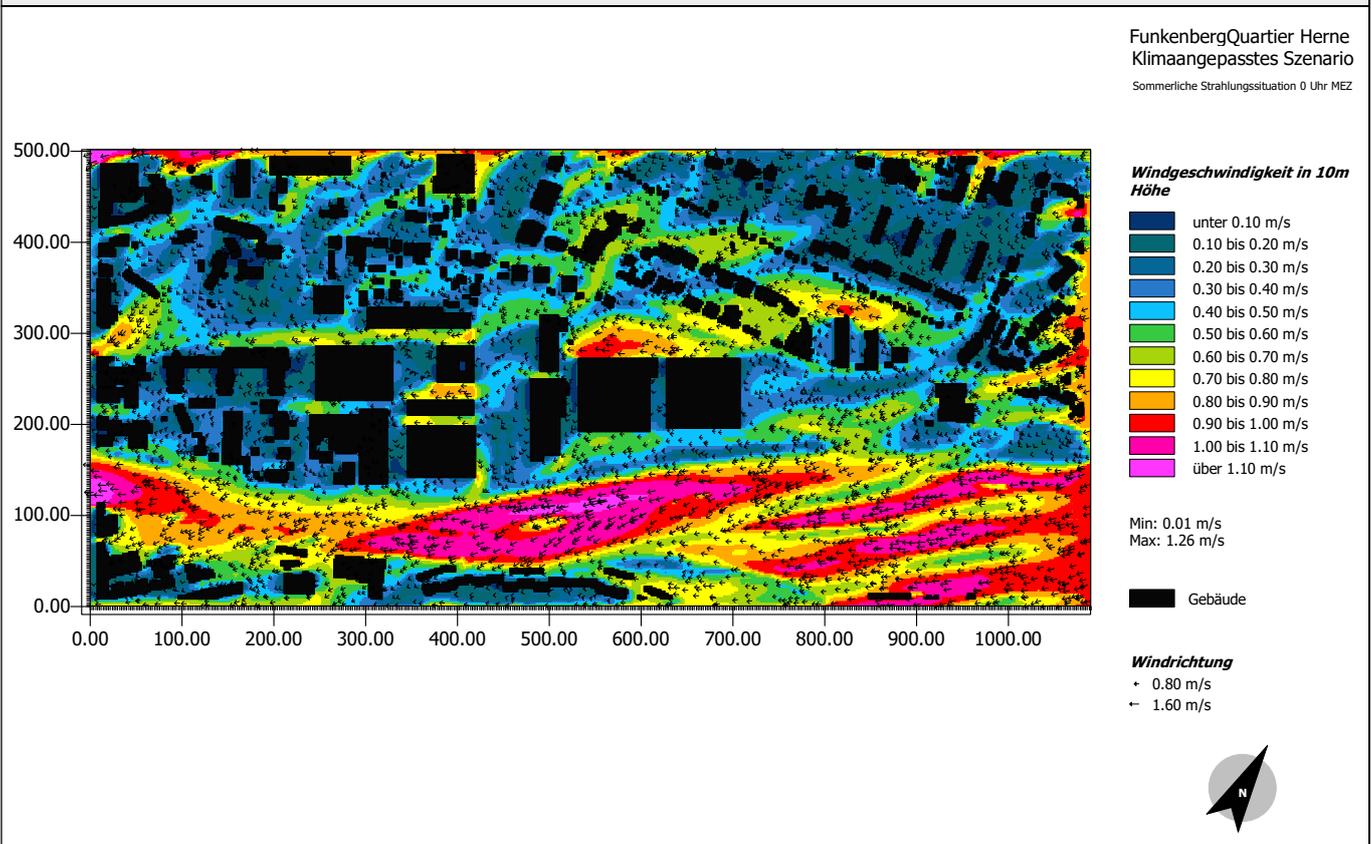


Abb. 4.4 Klimaangepasstes Szenario zum Plan-Szenario: Wind bei Anströmung aus Nordost um 0 Uhr

### Mikroklimatische Bewertung der Belüftungssituation

Die Veränderungen der Windgeschwindigkeiten in 19 m Höhe fallen in der Tagsituation als auch während der Nacht recht ähnlich aus. Im Bereich der Planfläche entstehen durch die zusätzliche Vegetation Strömungshindernisse mit einer Verringerung der Windgeschwindigkeit um maximal 0,36 m/s (Abb. 4.2).

Die stärksten Erhöhungen der Windgeschwindigkeit entstehen mit bis zu 0,57 m/s über der Fläche des Teilrückbaues. Hierdurch wird eine Verbesserung der Durchlüftung zwischen den Gebäuden bis etwa auf Höhe der Campusmitte mit bis zu 0,3 m/s (gelb/ orange) erreicht.

In der Betrachtung der absoluten Werte der Windgeschwindigkeiten (Abb. 4.4) wird erkennbar, dass weite Bereiche (blau) nur unzureichend belüftet bleiben.

Die Strömungshindernisse werden durch die Klimaanpassungsmaßnahme kaum verstärkt und bleiben lokal begrenzt. Sie stellen mit diesen geringen Veränderungen keine wirksame Beeinträchtigung der Durchlüftung im direkten Vergleich zum Planszenario dar.

## 4.2 Mikroskalige Modellierung Klimaangepasstes Szenario „FunkenbergQuartier“: Veränderung der Thermischen Situation

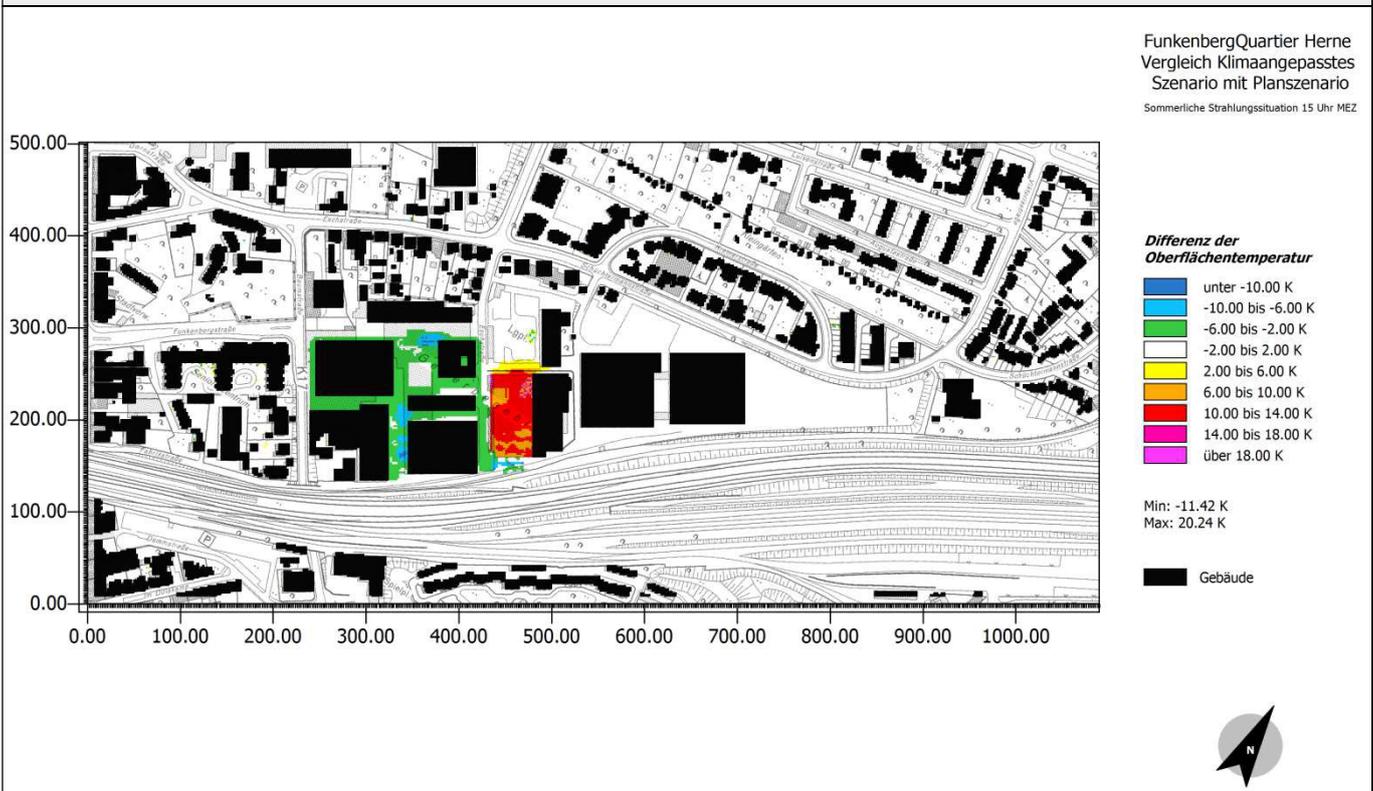


Abb. 4.5 Differenzen Klimaangepasstes Szenario zum Plan-Szenario: Oberflächentemperaturen um 15 Uhr

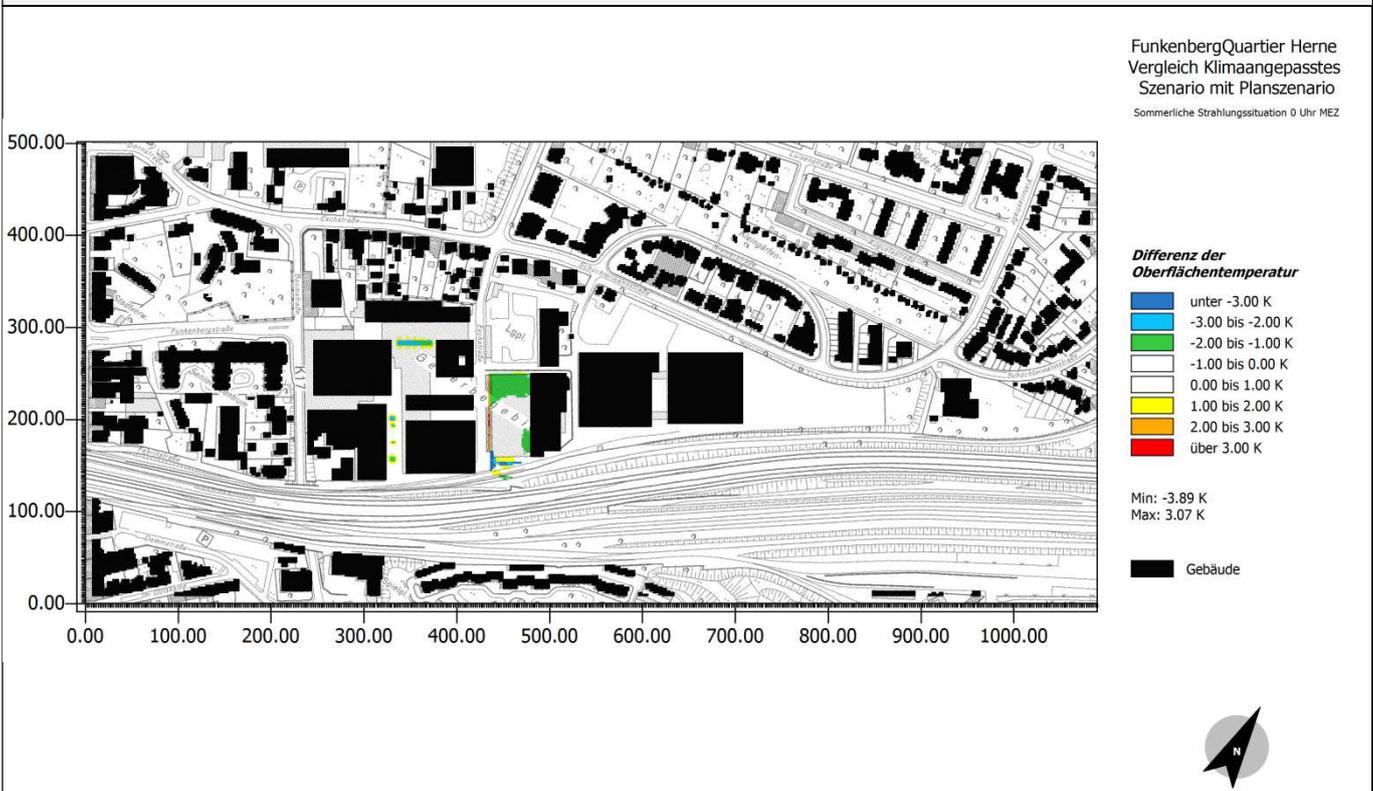


Abb. 4.6 Differenzen Klimaangepasstes Szenario zum Plan-Szenario: Oberflächentemperaturen um 0 Uhr

## Mikroskalige Modellierung Klimaangepasstes Szenario „FunkenbergQuartier“: Veränderung der Thermischen Situation

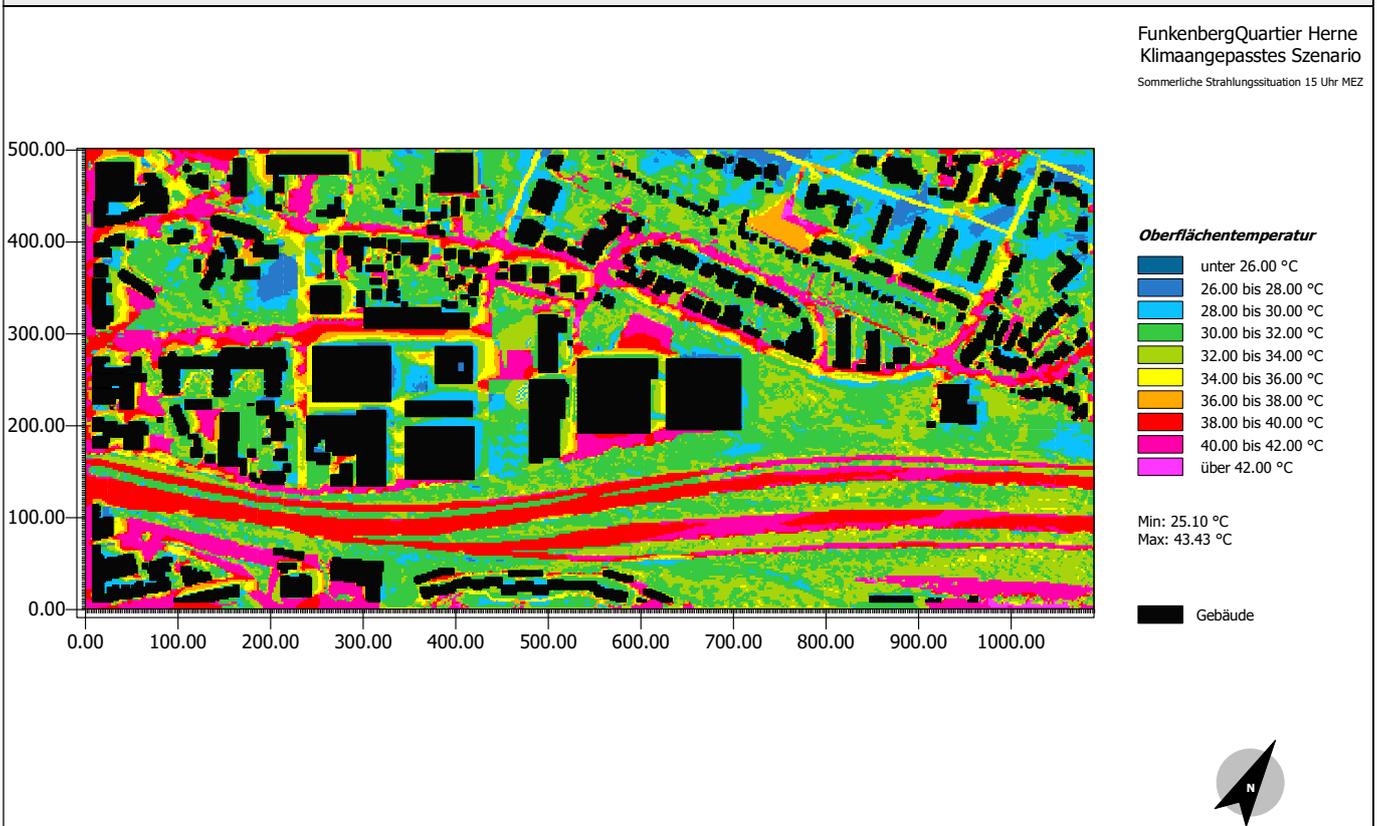


Abb. 4.7 Klimaangepasstes Szenario : Oberflächentemperaturen um 15 Uhr MEZ

### Mikroklimatische Bewertung der thermischen Situation: Oberflächentemperaturen

Die Verringerung der Oberflächentemperaturen im Untersuchungsgebiet in der Tagsituation (Abb. 4.5) beträgt im Vergleich zum Planszenario bis zu 11,4 Grad. Die Abkühlung durch die Verwendung von hellerem Betonpflaster auf den Verkehrsflächen liegt zwischen 2 und 6 Grad (grün) und den Flächen mit Vegetationsverschattung zwischen 6 und 10 Grad (hellblau). Die besten Ergebnisse werden im Bereich der Beschattung durch die 15 m hohen Bäume erreicht.

Für die durch den Gebäuderückbau neu entstandene Freifläche mit Vegetation wird in der Differenzbetrachtung zwar eine Erhöhung der Oberflächentemperaturen (orange, rot) angezeigt, diese ist jedoch in absoluten Werten (Abb. 4.7) mit 28 bis 32 Grad im direkten Vergleich zur Umgebung relativ gering.

In der Nachtsituation (Abb. 4.6) werden nur lokal begrenzt an einzelnen Baumstandorten (Baumscheiben) sowie der Grasfläche die Oberflächentemperaturen um bis zu 2 Grad verringert.

In der Kombination von helleren Versiegelungsflächen mit einer zusätzlichen Verschattung durch die neuen Bäume wird tagsüber weitaus weniger Energie aufgenommen. Entsprechend zeigt sich im Vergleich zum Planszenario deutlich die Verringerung der Oberflächentemperaturen der neuen Straßenflächen.

Mikroskalige Modellierung Klimaangepasstes Szenario „FunkenbergQuartier“:  
Veränderung der Thermischen Situation

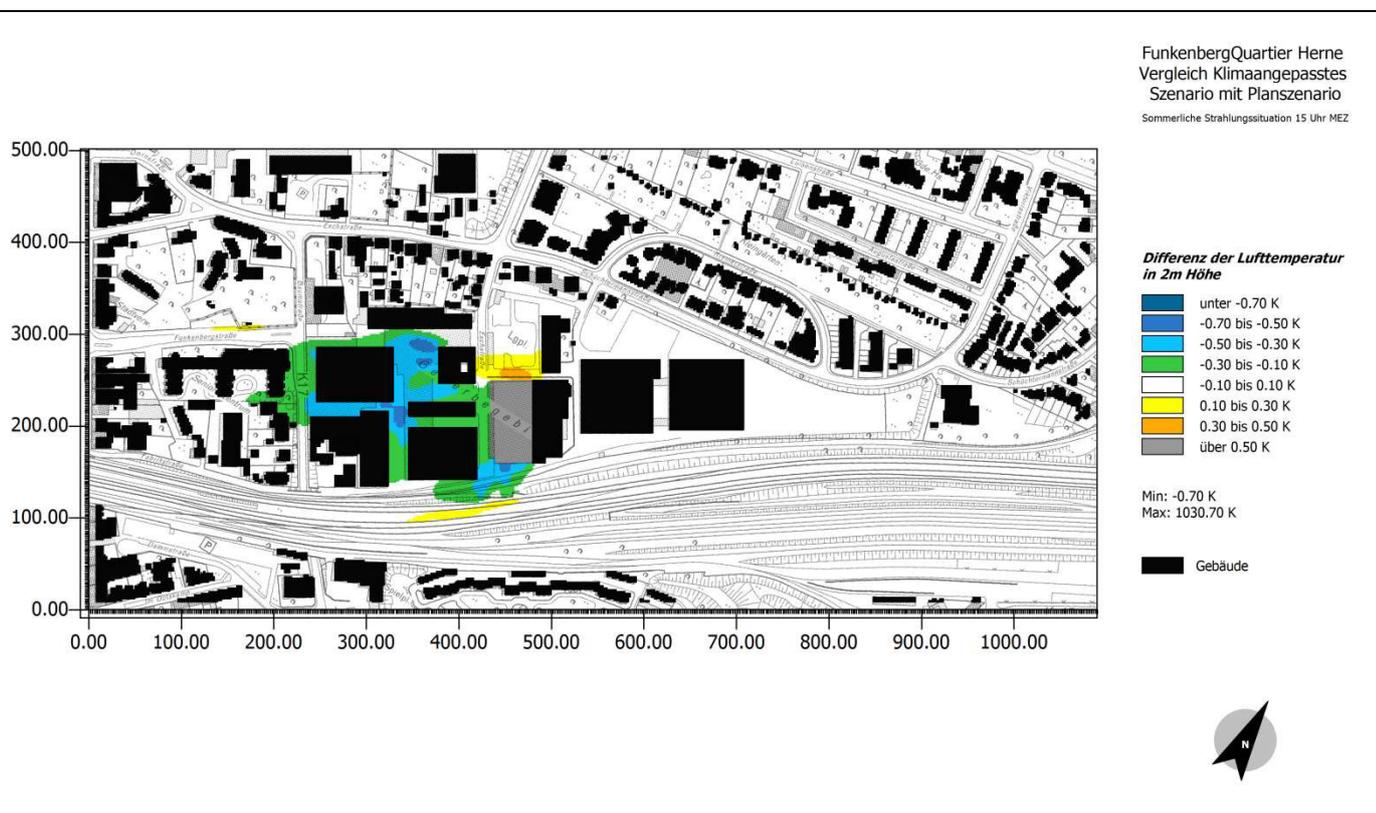


Abb. 4.8 Differenzen Klimaangepasstes Szenario zum Plan-Szenario: Lufttemperaturen um 15 Uhr

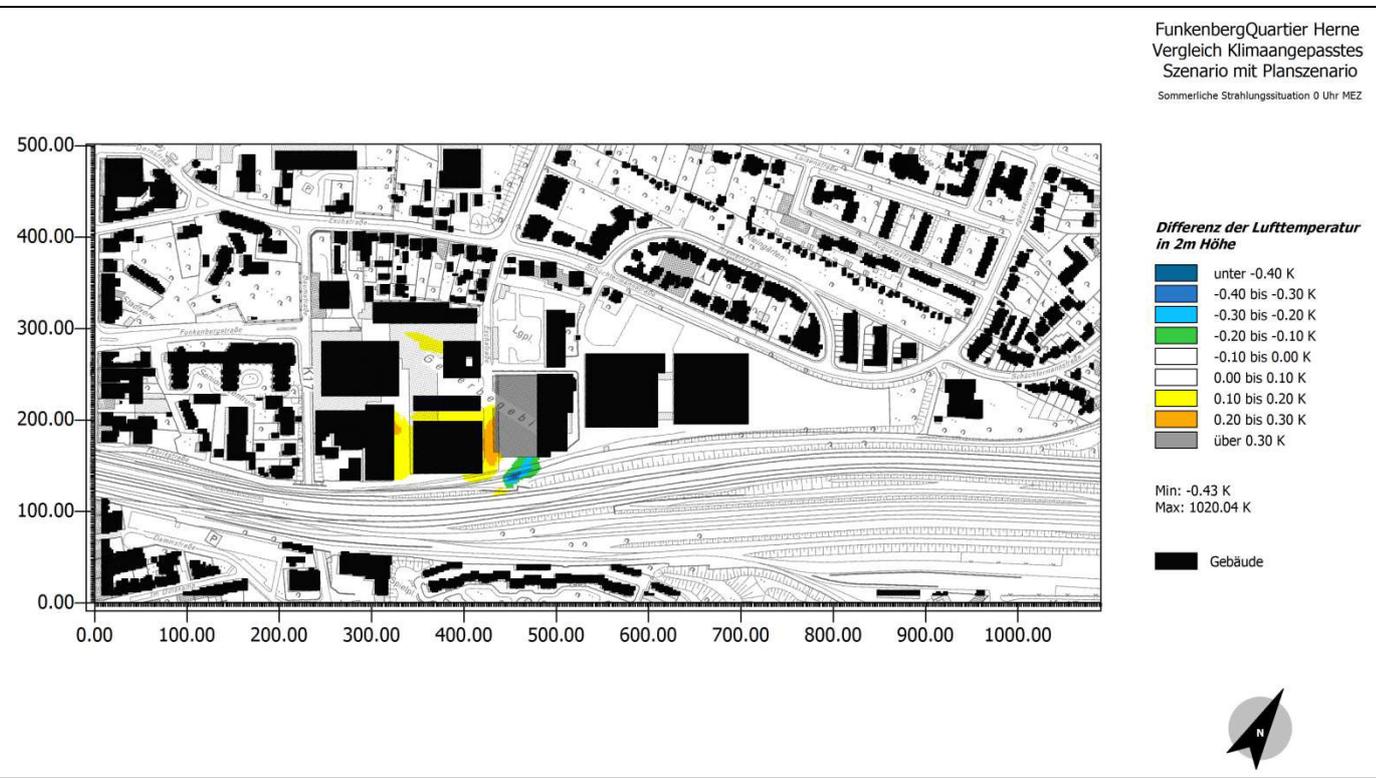


Abb. 4.9 Differenzen Klimaangepasstes Szenario zum Plan-Szenario: Lufttemperaturen um 0 Uhr

## Mikroskalige Modellierung Klimaangepasstes Szenario „FunkenbergQuartier“: Veränderung der Thermischen Situation

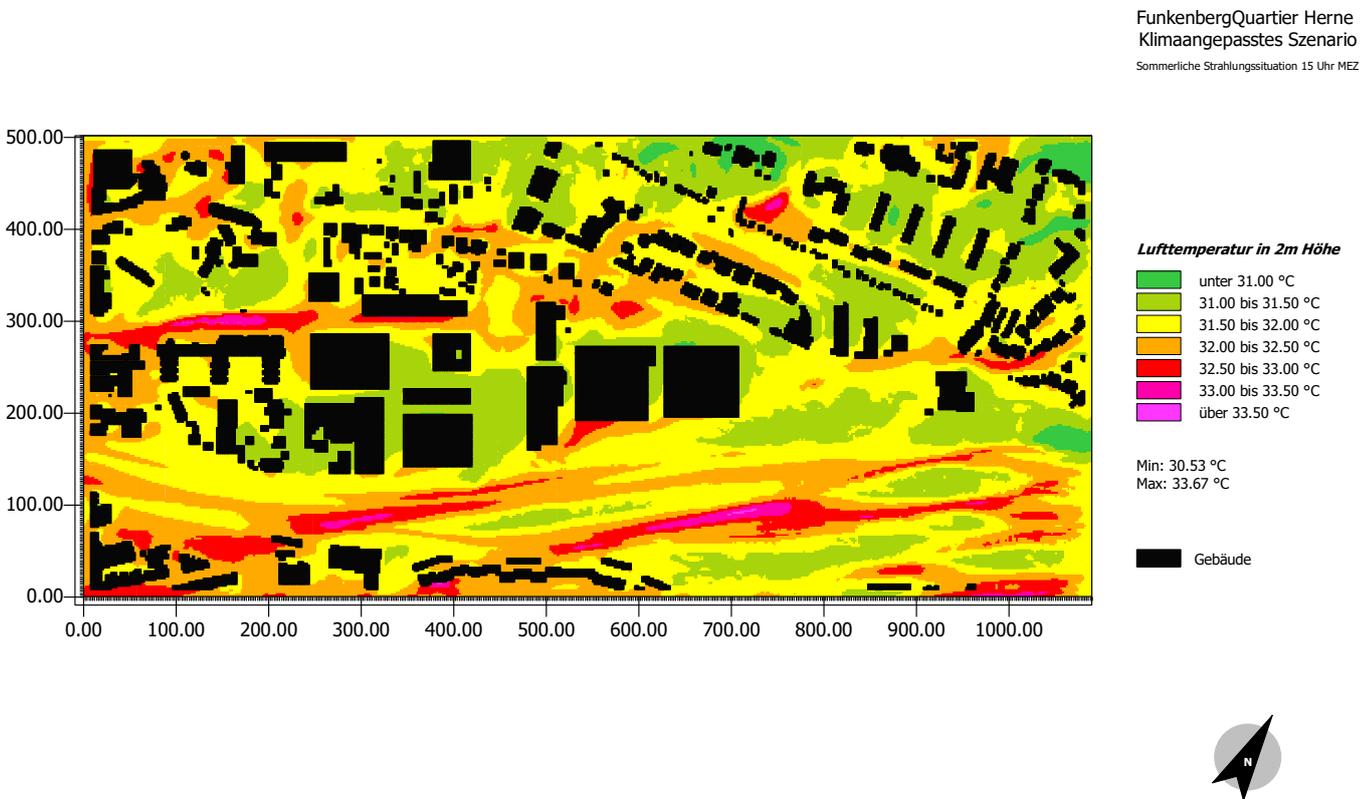


Abb. 4.10 Klimaangepasstes Szenario: Lufttemperaturen um 15 Uhr MEZ

### Mikroklimatische Bewertung der thermischen Situation: Lufttemperaturen

Die Verringerung der Lufttemperatur in 2m Höhe in der Tagsituation (Abb. 4.8) zeigt deutlich eine Abkühlung im Bereich zwischen den Gebäuden (grün bis blau). Im Umfeld der 15 m Bäume wird eine Verringerung der Werte um bis zu 0,7 Grad erreicht. Der gesamte Bereich wird bis über die angrenzende Baumstraße hin zur Tagesklinik durch die Klimaanpassungsmaßnahme erreicht.

An der nordwestlichen Seite des Gebäuderückbaus gibt es durch die wegfallende Verschattung eine leichte Erhöhung der Lufttemperatur um ca. 0,3 Grad (orange).

In der Nachtsituation (Abb. 4.9) bleibt die Abkühlung auf einen kleinen Bereich zwischen dem Gebäuderückbau und der Bahnlinie begrenzt. Der Straßenraum um das Parkhaus hat etwas höhere Temperaturen mit Werten bis zu 0,3 Grad (gelb, orange). Hier wirkt die Vegetation dämpfend auf die Abstrahlung der Tagsüber aufgenommenen Energie.

In der Betrachtung der absoluten Werte (Abb. 4.10) wird erkennbar, dass der Campusbereich mit Lufttemperaturen zwischen 31,0 und 31,5 (hellgrün) zu den kühleren Abschnitten des Modellgebietes gehört.

### 4.3 Mikroskalige Modellierung Klimaangepasstes Szenario „FunkenbergQuartier“: Veränderung der Bioklimatischen Situation

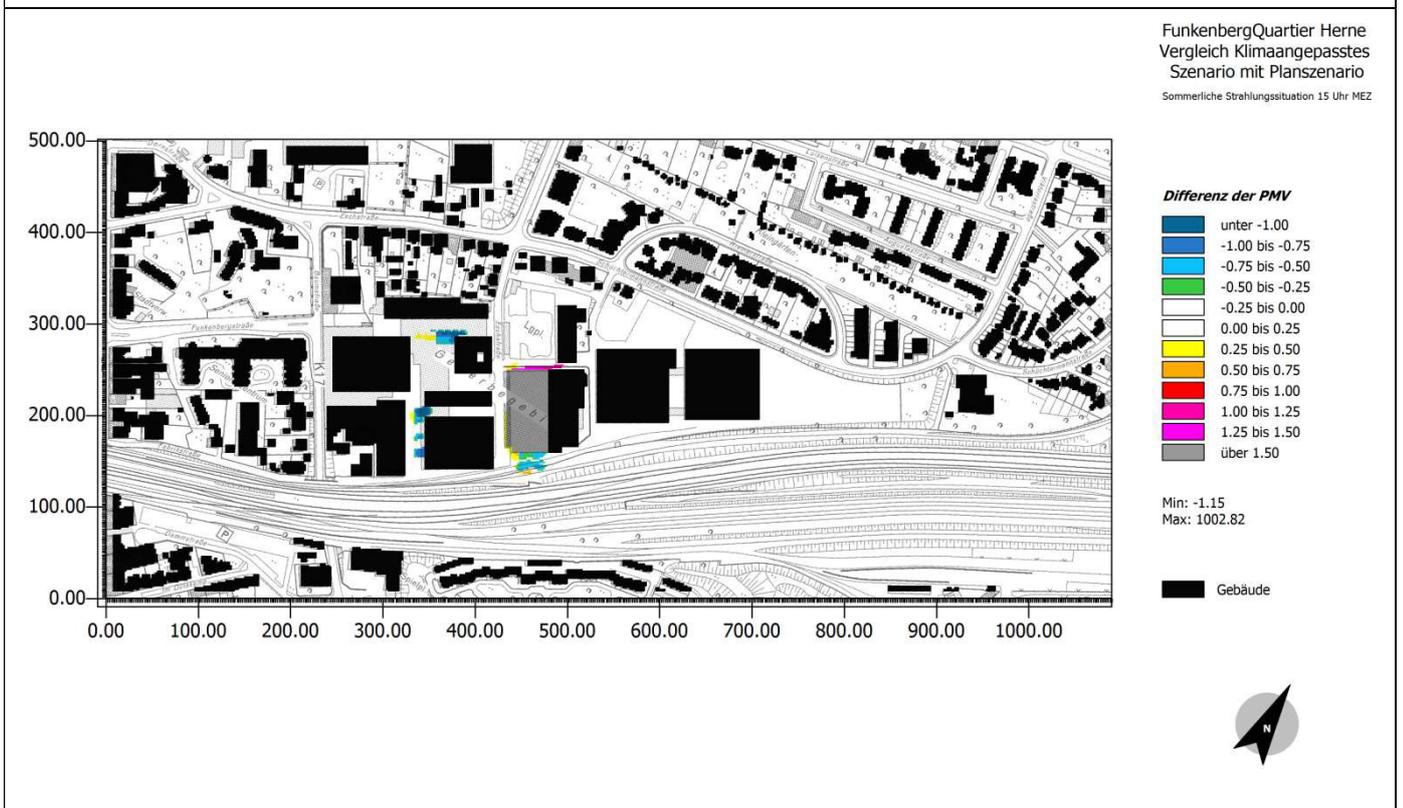


Abb. 4.11 Differenzen Klimaangepasstes Szenario zum Plan-Szenario: PMV um 15 Uhr

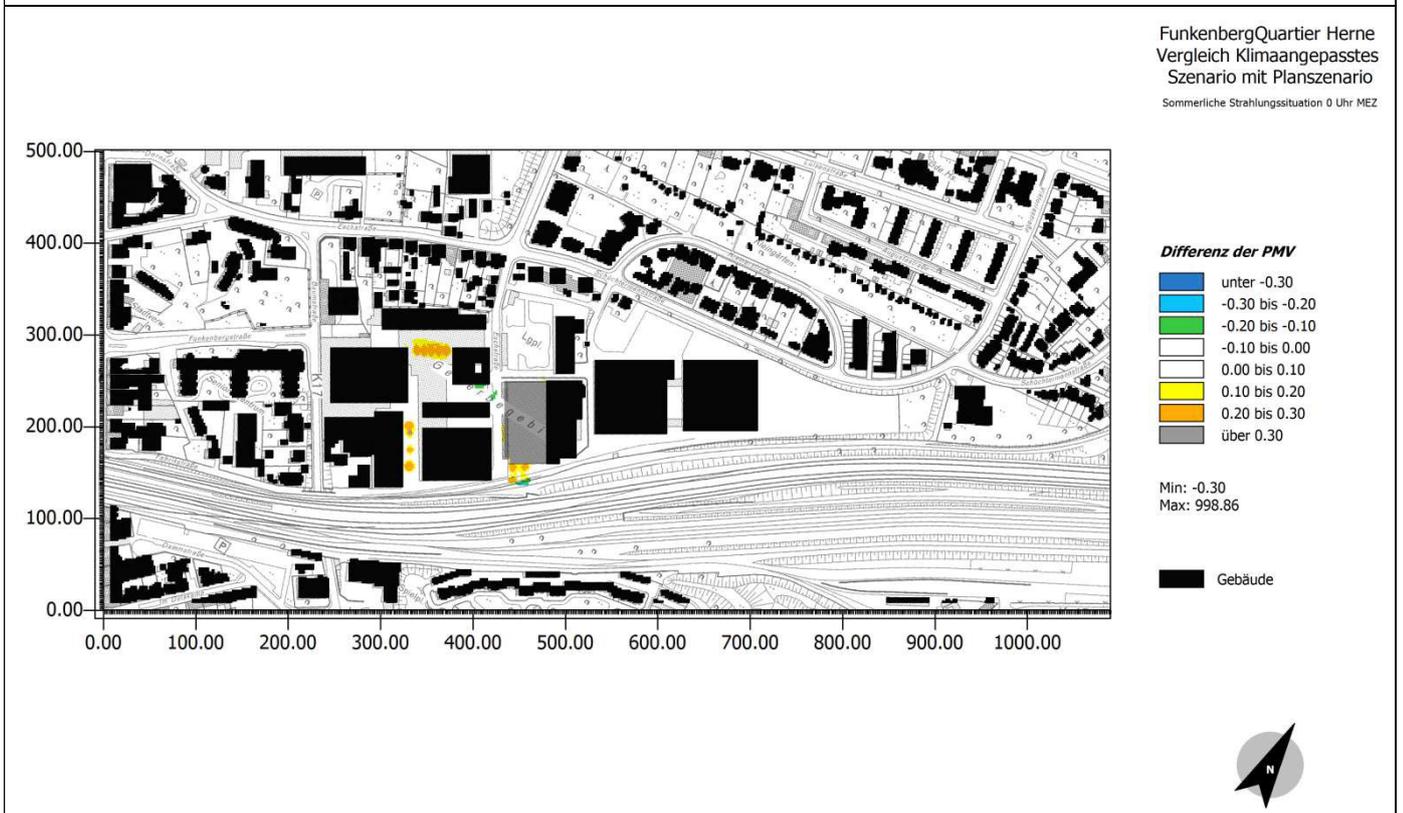


Abb. 4.12 Differenzen Klimaangepasstes Szenario zum Plan-Szenario: PMV um 0 Uhr

## Mikroskalige Modellierung Klimaangepasstes Szenario „FunkenbergQuartier“: Veränderung der Bioklimatischen Situation

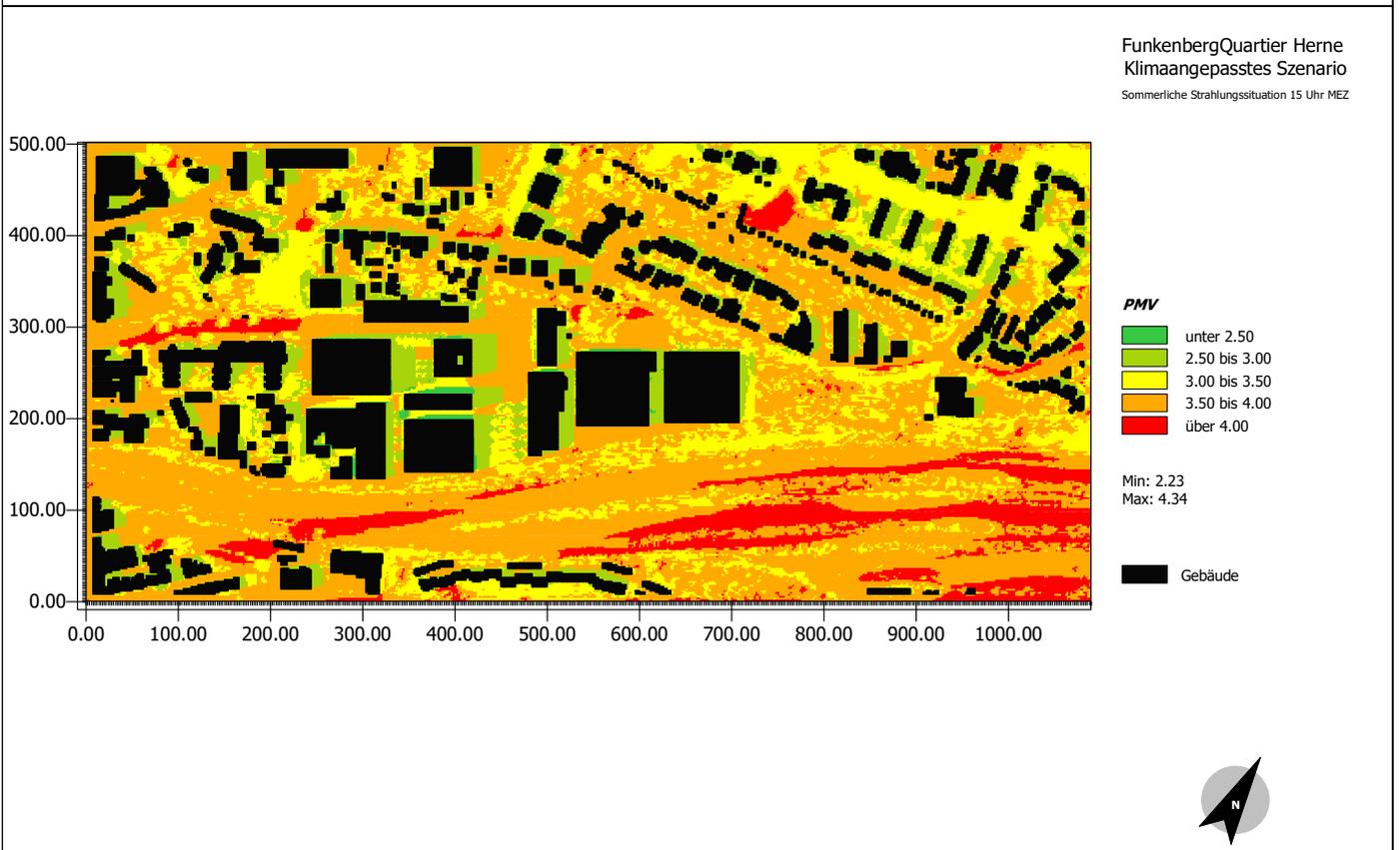


Abb. 4.13 Klimaangepasstes Szenario: PMV um 15 Uhr MEZ

### Mikroklimatische Bewertung der bioklimatischen Situation: PMV

In der Tagsituation (Abb. 4.11) verringern sich die PMV Werte im Umfeld der Bäume um bis zu 1,15. Eine sehr kleinräumige Erhöhung mit ca. 1 liegt durch den Wegfall der Verschattung an der Nordwest Seite des Gebäude-rückbaus vor.

Während der Nacht (Abb. 4.12) erhöhen sich die PMV-Werte im direkten Umfeld der Bäume um bis zu 0,3 (gelb, orange). Die Vegetation wirkt hier dämpfend auf die Abkühlung.

Bei Betrachtung der absoluten Werte (Abb. 4.13) liegen diese im Campusbereich weitgehend zwischen PMV 2,5 und 3,0 (hellgrün) aber einzelne kleine Flächen auch bei Werten über 3,5 (orange)

Die Verbesserungen des Bioklimas bleiben lokal begrenzt und sind auf den Schattenwurf der Bäume und die Kühlung durch Verdunstung der Vegetation zurückzuführen.

## 5. ZUSAMMENSTELLUNG VON ZIELVORGABEN UND ANPASSUNGSMABNAHMEN

Die klimatische Ersteinschätzung wurde unter zwei Gesichtspunkten durchgeführt:

- Beurteilt wurde die Bedeutung der Flächen in ihrem jetzigen Zustand auf das Lokalklima der direkten und erweiterten Umgebung. Dabei wurde ein Schwerpunkt auf die Kaltluftbildung gelegt und abgeleitet, wie sich die Situation bei einer Nutzungsveränderung entwickeln könnte.
- Durch eine Nutzungsänderung wird es auch zu einer klimatischen Veränderung auf den Flächen selbst kommen.

Da das Lokalklima in einem direkten Zusammenhang zur Gestaltung der Umwelt steht, kann durch Veränderungen der Flächennutzung das lokale Klima sowohl zum Positiven als auch zum Negativen verändert werden. Generell können sich städtebauliche Nachverdichtungen auf das Temperatur- und Belüftungsverhältnis im Stadtviertel auswirken. Relevant sind dabei für die Beeinflussung der weiteren Umgebung die Gebäudedichte und insbesondere die Gebäudestellungen und für die klimatischen Veränderungen auf der Fläche selbst der Versiegelungsgrad sowie die Grünflächengestaltung. Durch eine optimierte Gestaltung der Gebäudearchitektur kann eine Verminderung der zukünftigen Belastungen durch die Folgen der geplanten Nutzungsveränderungen erreicht werden. Dies hat unter den Gegebenheiten des Klimawandels einen hohen Stellenwert in der Planung.

Die hier vorliegenden Ergebnisse der großräumigen Kaltluftsimulationen wurden in einer folgenden Arbeitsstufe vertieft und auf die mikroklimatische Ebene verfeinert. Zur genaueren Betrachtung der Belüftung und der Hitzeentwicklung im Untersuchungsgebiet sollten für ein konkretes Plan-Szenario mikroskalige Modellierungen durchgeführt werden. Ziele einer klimaangepassten Bebauung des Untersuchungsgebietes „FunkenbergQuartier“ in Herne sind:

- Erhalt der Belüftungsfunktion für die nördlich der Bahnlinie gelegene Bestandsbebauung
- Minimierung der sommerlichen Hitzeentwicklung vor Ort

### Anpassungsmaßnahmen zum Ziel 1 (Belüftung):

Veränderungen im Gebäudedesign, wie die Gebäudeausrichtung und Gebäudegrößen können die Belüftungsfunktion der Fläche stark beeinflussen. Hierzu werden auf der Grundlage der Ergebnisse aus den Kaltluftsimulationen konkrete Empfehlungen gegeben.

Die **Durchströmbarkeit** der neu geplanten Bebauung von Süd nach Nord kann im Planzustand 1 weitgehend erhalten werden, im Szenario 2 nimmt die Durchströmbarkeit stark ab, da die geplanten Bauungen eine Riegelwirkung erzeugen. Zur Unterstützung der Durchströmbarkeit wäre eine breite Nord-Süd-Achse von Bauungen freizuhalten.

Die Achse sowie weitere Straßenzüge im Plangebiet sollten möglich stark begrünt werden, ohne dass die Vegetation als Strömungshindernis wirkt. Rasen, Büsche und Einzelbäume sowie eine möglichst geringe Versiegelung von Flächen **minimiert die Aufheizung** der durchströmenden Kaltluft.

Damit Frischluft auch bei schwachen Windströmungen in und durch das Untersuchungsgebiet „Funkenberg“ gelangen kann, darf die Bebauung am Rand nicht so stark abriegeln. Dies gilt insbesondere für den östlichen Teil des Geländes, durch den ein wichtiger Kaltluftstrom von Süd nach Nord erfolgt.

Zur Unterstützung der Kaltluftbildung und des Kaltluftflusses sowohl über die Untersuchungsfläche als auch in die Umgebung hinein sollten insgesamt im Plangebiet die folgenden Maßnahmen vorgesehen werden:

- Die Versiegelung sollte möglichst gering gehalten werden.
- Die randliche Bebauung sollte keine Riegelwirkung erzeugen.
- Dichte Vegetation (Sträucher und Bäume) als Strömungshindernis im Bereich der Kaltluftströmungen vermeiden.
- Übergangsbereiche zwischen den Kaltluftflächen und der Bebauung sollten offen gestaltet werden, um einen guten Luftaustausch zu fördern.

Die nächtliche Kaltluft kann in der vorliegenden Konzeptidee (Szenario 2 der Kaltluftsimulation) nur sehr schlecht von Süd nach Nord das Gelände durchströmen. Eine deutliche Öffnung nach Süden und Norden kann zu einer geringeren Reduzierung des Luftaustausches führen und ist deshalb zu empfehlen.

#### **Anpassungsmaßnahmen zum Ziel 2 (Minimierung der Hitzeentwicklung):**

Für die Ausbildung einer Hitzebelastung spielen in erster Linie die Bebauung und Versiegelung eines Gebietes eine Rolle. Variationen ergeben sich durch den Einsatz verschiedenen Materialien (je dunkler, desto stärker erwärmen sich Oberflächen) und durch den Durchgrünungsgrad. Da erhöhte Oberflächentemperaturen zu einer Erwärmung der Luft und damit einer erhöhten Hitzebelastung beitragen, kann hier durch Verschattungen, z. B. mit Bäumen, und Änderung der Bodenversiegelung Abhilfe geschaffen werden. Vegetation kann durch Schattenwurf und Verdunstung erheblich zur Temperaturabsenkung beitragen. Auf Gebäudeebene können Dach- und Fassadenbegrünungen, Veränderungen im Gebäudedesign, wie die Gebäudeausrichtung, Hauswandverschattung, Wärmedämmung und der Einsatz von geeigneten Baumaterialien als Maßnahmen eingesetzt werden.

Viele Verkehrsflächen leisten aufgrund ihrer dunklen Farbe und Materialien einen großen Beitrag zur Aufheizung von Stadtgebieten. Verschattungen oder hellere Farben können hier einen Beitrag sowohl zur Hitzevermeidung am Tag wie auch zur Verringerung der nächtlichen Überwärmung leisten. Wie viel Wärme in welcher Zeit bei zunehmenden Temperaturen von einer Verkehrsfläche aufgenommen wird, hängt von der Art des Stoffes ab. Asphaltierte oder gepflasterte Verkehrsflächen erwärmen sich deutlich stärker als natürliche Oberflächen. Da Straßen und Verkehrswege in Städten rund 20 % der Fläche ausmachen, können sie erheblich zum Erwärmungseffekt beitragen. Zur Verringerung von Bodenerwärmungen ist daher der gezielte Einsatz von Materialien mit geringerer Wärmeleit- und -speicherfähigkeit sinnvoll. Helle Beläge auf Verkehrsflächen reflektieren im Gegensatz zu dunklem Asphalt einen größeren Anteil der eingestrahnten Sonnenenergie sofort wieder (Albedo) und können damit das Aufheizen der Stadtluft erheblich verringern. Die folgende Abbildung zeigt die Auswirkungen von verschiedenen Bodenoberflächen auf die Oberflächentemperaturen (eigene Berechnungen).

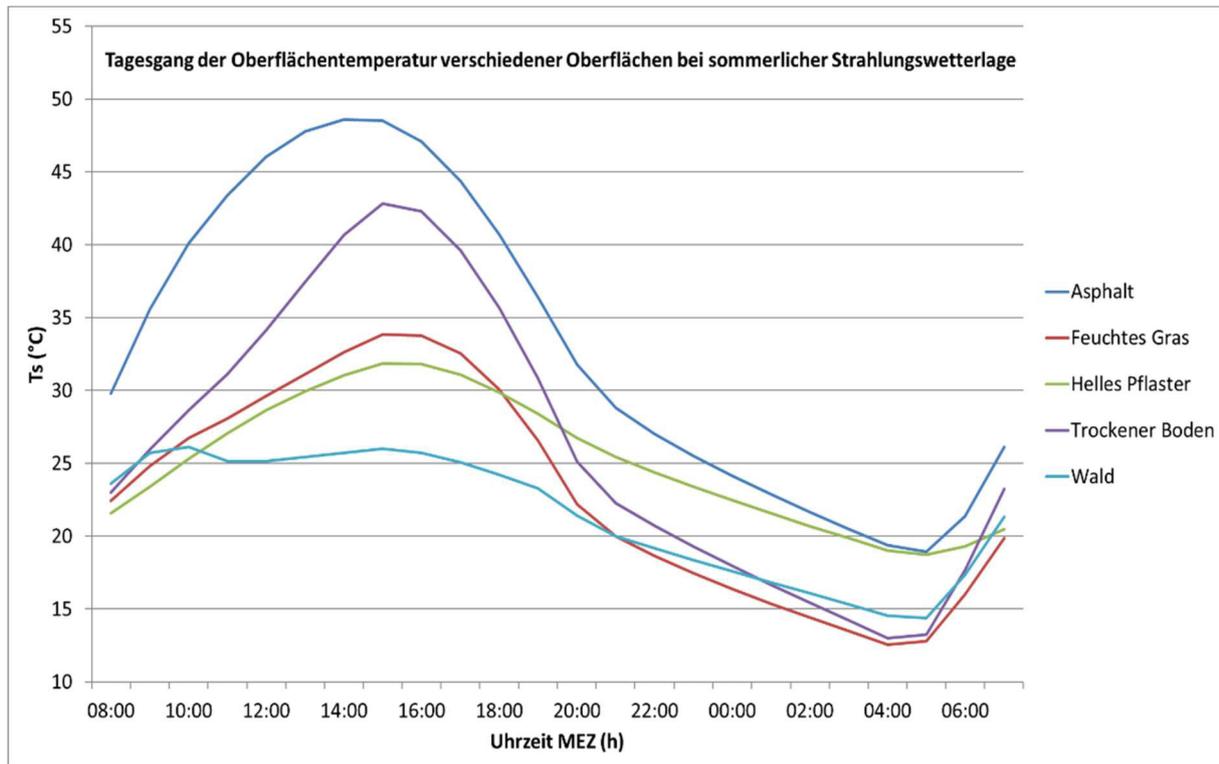


Abb. 5.1 Tagesgang der Oberflächentemperaturen verschiedener Oberflächenmaterialien

Während die Asphaltflächen um die Mittagszeit Temperaturen von fast 50 °C aufweisen, verhält sich helles Pflaster tagsüber ähnlich wie feuchtes Gras und erwärmt sich nur auf gut 30 °C. Nachts kühlen die natürlichen Oberflächen stärker aus. Trockener unversiegelter Boden kann zwar tagsüber mit über 40 °C sehr warm werden, hält die Wärme aber in den Nachstunden nicht. Zur nächtlichen Wärmeinsel tragen unabhängig von den Oberflächentemperaturen am Tag nur die technischen Bodenbeläge wie Asphalt und Pflaster bei. Großflächige Anpassungen z.B. durch hellere Oberflächen wirken stark in die Fläche, sollten aber nach Möglichkeit zusätzlich beschattet werden. Verschattungen durch einzelne Bäume wirken hier lokal nur kleinräumig, können aber beim weitgehenden Erhalt der Durchlüftung in der Summe das Temperaturniveau während einer Hitzewelle niedrig halten. Eine Bepflanzung (Beete, Gras) der Baumscheiben vermindert die Erwärmung im unversiegelten Bereich.

Ziel der Gewerbeplanung soll sein, dass sowohl beim Gebäude- als auch beim Verkehrswegebau eine flächensparende Bauweise gewählt wird. Bodenversiegelungen können durch den Einsatz von durchlässigen Oberflächenbefestigungen vermieden bzw. reduziert werden und zwar vor allem dann, wenn die Nutzungsform der Flächen nicht unbedingt hochresistente Beläge wie Beton oder Asphalt voraussetzt. Geeignete durchlässige Materialien zur Befestigung von Oberflächen sind mittlerweile für viele Anwendungsbereiche verfügbar. Zu beachten ist allerdings, dass auch der Unterbau und der Untergrund eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit aufweisen müssen. Durch un- oder teilversiegelte Flächen ergeben sich neben der Reduktion der Aufheizung auch Synergien zur Regenwasserversickerung.

Im Gebiet des B-Plans kann eine Aufheizung der Luft durch die Begrünung des fast Nord-Süd verlaufenden Straßenzugs mit weiteren Bäumen vermindert werden. Der Schattenwurf der Vegetation sowie Verdunstung und Transpiration der Pflanzen reduzieren die Aufheizung der versiegelten Bereiche. Eine Möglichkeit zur besseren Versorgung von städtischen Straßenbäumen mit Wasser ist bei Neupflanzungen die Kombination des Wurzelraums mit einer Rigole, die das aus dem Straßenraum abfließende

Regenwasser aufnimmt (Synergie mit der Regenwasserbewirtschaftung) und als Speicher für den Wasservorrat des Baumes dient.

Begrünte Dächer oder Fassaden stellen die kleinsten Grünflächen im Stadtgebiet dar. Sie haben positive Auswirkungen auf das thermische, lufthygienische und energetische Potential eines Gebäudes. Erst in einem größeren Verbund ergeben sich Auswirkungen auf das Mikroklima eines Stadtviertels. Die über das Gelände des „Funkenberg“ fließenden Kaltluftströme sollten möglichst wenig aufgeheizt werden. Dies kann auch durch eine konsequente Begrünung aller Dachflächen der neu geplanten Gebäude im Verbund verbessert werden. Die thermischen Effekte von einzelnen Dach- und Fassadenbegrünungen liegen hauptsächlich in der Abmilderung von Temperaturextremen im Jahresverlauf. Das Blattwerk, das Luftpolster und die Verdunstung in der Vegetationsschicht vermindern das Aufheizen im Sommer und den Wärmeverlust des Hauses im Winter. Ein weiterer positiver Effekt von Dachbegrünungen ist die Auswirkung auf den Wasserhaushalt. 70% bis 100% der normalen Niederschläge werden in der Vegetationsschicht aufgefangen und durch Verdunstung wieder an die Stadtluft abgegeben. Dies reduziert den Feuchtemangel und trägt zur Abkühlung der Luft in versiegelten Stadtteilen bei. Bei Starkniederschlägen werden die Spitzenbelastungen abgefangen und zeitverzögert an die Kanalisation abgegeben.

Durch zunehmenden Hitzestress im Sommer kommt der Kühlung von Gebäuden in Zukunft eine steigende Bedeutung zu. Die Nutzung konventioneller Klimaanlage ließe den Energieverbrauch im Sommer stark ansteigen und hätte damit negative Auswirkungen auf den Klimaschutz. Der Einsatz regenerativer Energien für Klimaanlage und vor allem die Passivkühlung – beispielsweise über Erdwärmetauscher – können solche Zielkonflikte verhindern. Bei der Gebäudeplanung kann ein sommerlicher Hitzeschutz neben der Gebäudeausrichtung auch durch eine Hauswandverschattung mittels Vegetation, durch angebaute Verschattungselemente, sonnenstandgesteuerte Außenrollen - beispielsweise an Bürogebäuden - und mittels Wärmedämmung erreicht werden. Verschattungen, beispielsweise durch eine im Süden des Gebäudes angebrachte Pergola, führen im Sommer bei hochstehender Sonne um die Mittagszeit zur Verschattung, in den Morgen- und Abendstunden und im Winter erreicht die tief stehende Sonne das Haus.

Die Verdunstung von Wasser bietet eine Möglichkeit, auf relativ kleinem Raum eine sehr hohe Reichweite für die Abkühlung der Lufttemperatur zu erreichen. Für den Rückhalt von Niederschlagswasser bei Starkregen können neben der Dachbegrünung auch Versickerungsmulden in geeigneten oberirdischen Bereichen der Grasfläche eingerichtet werden. Neben der zeitverzögerten Versickerung kann hier das Wasser auch verdunsten und für eine zusätzliche Abkühlung der Lufttemperatur sorgen.

Zusammengefasst sollten die folgenden Maßnahmen zur Reduzierung der Hitzebelastungen umgesetzt werden:

- Flächensparende Bauweise, Vermeidung von Bodenversiegelungen bei Verkehrsflächen
- Material- und Farbauswahl unter den Gesichtspunkten der minimalen Aufheizung treffen
- Begrünung von Straßenzügen, Plätzen, Innenhöfen
- Dach- und Fassadenbegrünungen
- Gebäudeverschattungen
- Kühleffekte der Verdunstung von offenen Wasserflächen (Niederschlagsversickerung, -ablauf nutzen)