

Klimagutachten zum Bebauungsplan Nr. 244 „Vödestraße“ in Herne-Mitte



Stadt Herne

Fachbereich Umwelt und Stadtplanung
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
www.K.Plan.ruhr

September 2022

Inhaltsverzeichnis

1.	EINLEITUNG	1
2.	MESOSKALIGE BEURTEILUNG DER FLÄCHE DURCH SIMULATIONEN DES KALTLUFTFLUSSES	2
3.	MIKROSKALIGE MODELLIERUNGEN FÜR DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET ‘VÖDESTRASSE’	10
3.1	MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „BEBAUUNGSPLAN NR. 244“: BELÜFTUNG“	14
3.2	MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „BEBAUUNGSPLAN NR. 244“: THERMISCHE SITUATION“	16
3.3	MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „BEBAUUNGSPLAN NR. 244“: BIOKLIMATISCHE SITUATION“	20
4.	ZUSAMMENSTELLUNG VON ZIELVORGABEN UND ANPASSUNGSMABNAHMEN	24

1. EINLEITUNG

Aufgrund ihrer Lage, ihrer Flächennutzung und der Ausrichtung können einzelne Flächen im Stadtgebiet zu einer wirkungsvollen Belüftung beitragen. Wenn die Funktion über das Quartier hinausgeht, besitzen solche Flächen eine stadtklimatische Bedeutung. Andere Flächen besitzen aufgrund ihrer Lage keine klimatische Funktion für die weitere Umgebung. Dies gilt es in einem ersten Schritt des klimatischen Gutachtens für die Fläche des Bebauungsplans Nr. 244 ‚Vödestraße‘ zu untersuchen. Auf der anderen Seite sollte ein neu geplantes Quartier auch vor Ort für die zukünftigen Bewohner und Nutzer keine klimatischen Belastungen unter den Bedingungen des Klimawandels aufweisen. Auf der Grundlage der Untersuchungen zum Klimafolgenanpassungskonzept der Stadt Herne sollen durch klimatische Modellrechnungen die Auswirkungen der geplanten Bebauungen für den Bebauungsplan Nr. 244 ‚Vödestraße‘/Herne ermittelt und bewertet werden. Lokal können Vorschläge für Klimaanpassungsmaßnahmen zur Abmilderung von zukünftigen Auswirkungen auf das Stadtklima erarbeitet werden.

Sinnvoll ist eine Begutachtung in 2 Stufen, in denen eine klimatische Einschätzung in einem unterschiedlichen Detaillierungsgrad und unter zwei Gesichtspunkten durchgeführt wird:

- 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. In diesem Bearbeitungsschritt (Kapitel 2) wird durch Kaltluftsimulationen der IST-Zustand mit dem Bebauungsplan verglichen.

In einer zweiten Stufe wird anschließend der detaillierte Bebauungsplan mit Angaben zu Materialien der Gebäude und der Oberflächen und zu konkreten Verkehrsflächen-, Freiflächen- und Begrünungsplänen auf klimatischen Auswirkungen hin untersucht. Durch mikroskalige Modellierungen werden die klimatischen Auswirkungen von Bauvorhaben simuliert und mit dem Istzustand 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.

Auf Basis der Ergebnisse der Klimamodellierungen aus den Kapiteln 2 und 3 werden für eine klimaangepasste Bebauung des Planentwurfes die Zielvorgaben sowie Anpassungsmaßnahmen vorgelegt (Kapitel 4).

2. MESOSKALIGE BEURTEILUNG DER FLÄCHE DURCH SIMULATIONEN DES KALTLUFTFLUSSES

Die lokalen Ausprägungen des Klimas werden in erster Linie von den Lageparametern (Kuppe, Hang, Tal) und den verschiedenen Flächennutzungen bestimmt. Bei austauscharmen Wetterlagen, beispielsweise bei sommerlichen Hitzewetterlagen, treten die mikroklimatischen Unterschiede zwischen unterschiedlichen Flächenneigungen und 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.

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 untersucht, welche Kühlungseffekte und Durchströmbarekeiten auf der Untersuchungsfläche vorhanden sind und wie groß die Reichweite ist. Dazu werden Vergleiche der IST-Situation mit dem Bebauungsszenario durchgeführt.

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 Landnutzungs-kategorie wiederum entspricht eine fest vorgegebene Kälteproduktionsrate und eine Rauigkeit als Maß für den aerodynamischen Widerstand. Die Produktionsrate von Kaltluft hängt stark von der Landnutzung ab: Freilandflächen weisen die höchsten Kaltluftproduktionsraten (zwischen 10 und 20 m³/m²h) auf, für Waldflächen schwanken die Literaturangaben sehr stark (zwischen 1 m³/m²h in ebenem Gelände und 30– 40 m³/m²h am Hang). Besiedelte, versiegelte Gebiete verhalten sich bezüglich der Kaltluftproduktion neutral bis kontraproduktiv (städtische Wärmeinsel) und können sogar 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 'Vödestraße' herum in die Simulation aufgenommen, damit die Kaltluftströmungen auch in den Randbereichen entsprechend den topographischen Gegebenheiten der umliegenden Bereiche erfasst werden können. Für die Berechnungen wurde eine sommerliche Strahlungsnacht ohne Regionalwind angenommen. Der Start der Simulation liegt kurz vor Sonnenuntergang. 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 2,6 km x 2,6 km großes Gebiet mit einer Auflösung von 2 m Rasterweite gerechnet. Die Abbildung 1 zeigt die Modell-Eingangsdaten der Geländehöhen im erweiterten Untersuchungsgebiet 'Vödestraße' für die Kaltluftsimulation. Das Gelände des Untersuchungsgebietes steigt nach Südosten deutlich an.

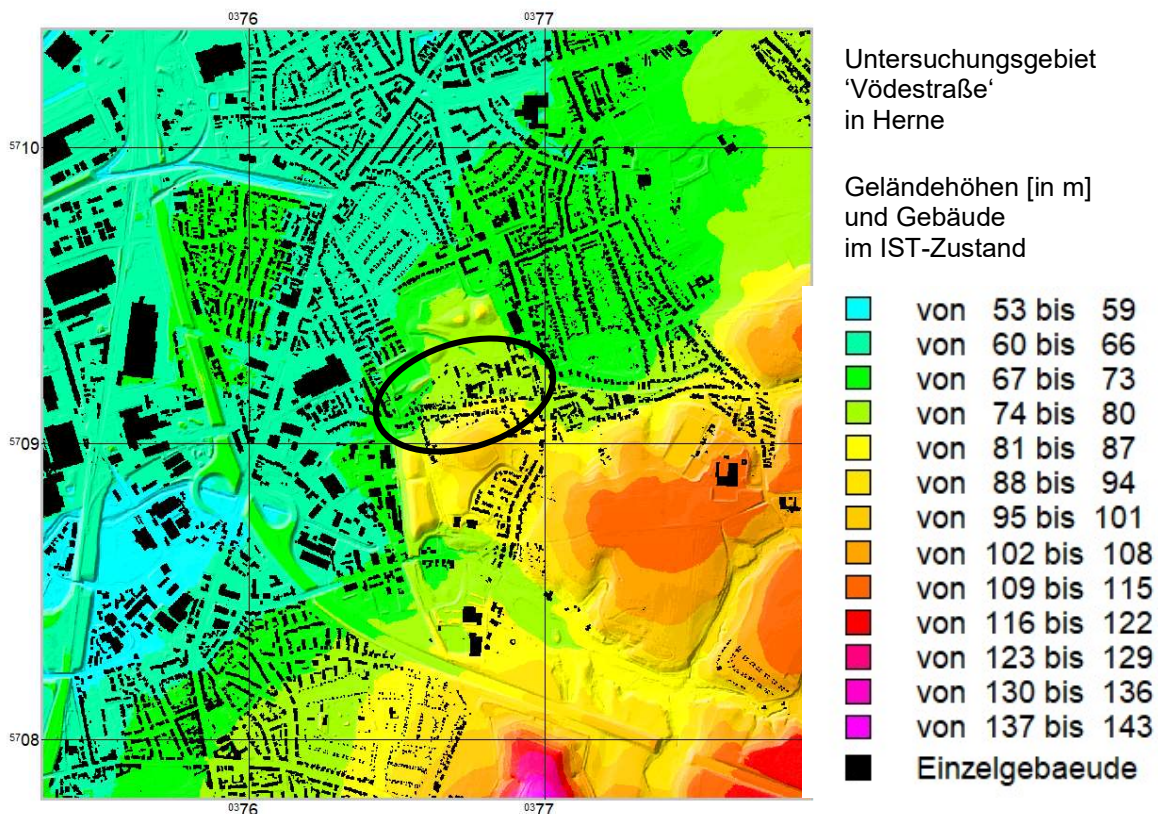


Abb. 1 Geländehöhen in einer 2,6 km x 2,6 km Umgebung des Untersuchungsgebietes 'Vödestraße' für die Kaltluftsimulations-Eingabedatei im IST-Zustand

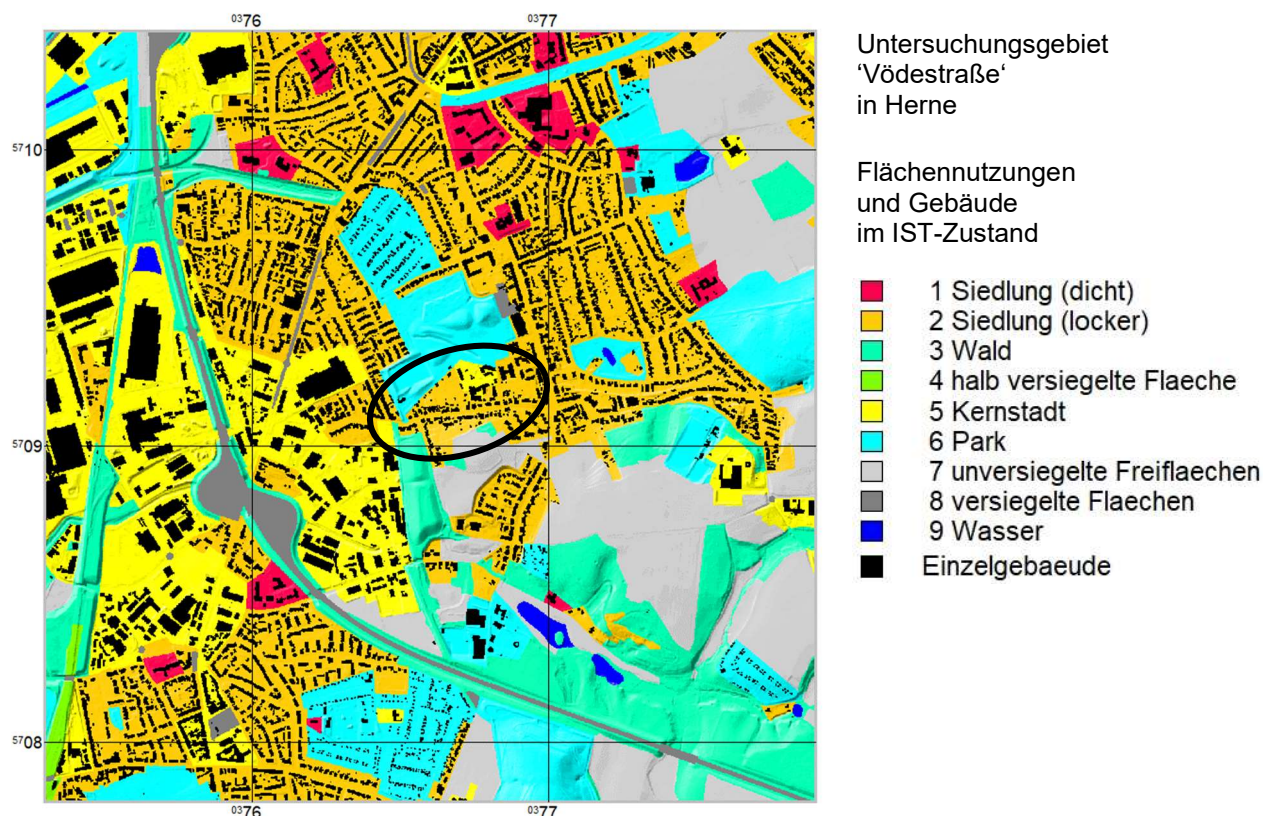


Abb. 2 Landnutzungsklassen und Gebäudestruktur in einer 2,6 km x 2,6 km Umgebung des Untersuchungsgebietes 'Vödestraße' für die Kaltluftsimulations-Eingabedatei im IST-Zustand

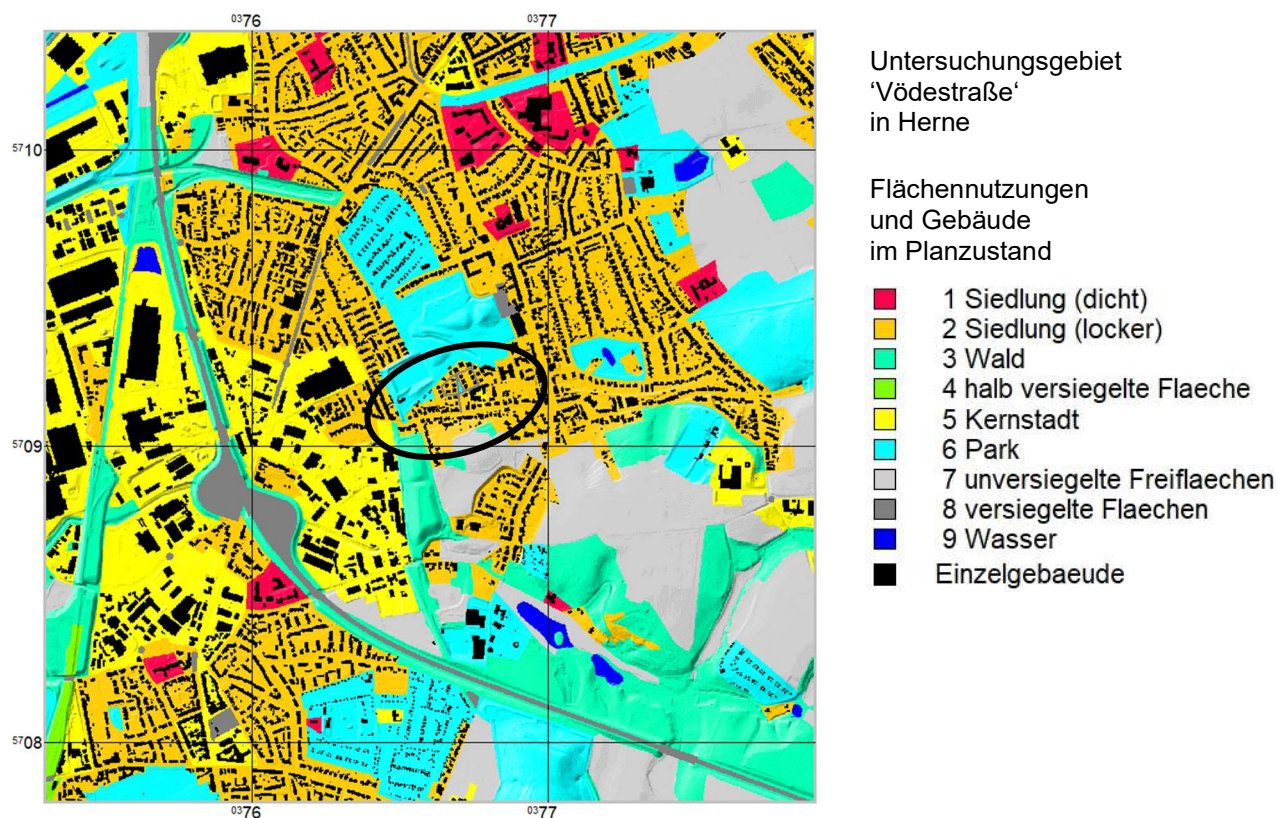


Abb. 3 Landnutzungsklassen und Gebäudestruktur in einer 2,6 km x 2,6 km Umgebung des Untersuchungsgebietes 'Vödestraße' für die Kaltluftsimulations-Eingabedatei im Planzustand

Die Nutzungsstruktur sowie die Vegetation des Modellgebietes sind über die Flächennutzung aufgelöst. Zusätzlich wurden alle Bebauungsstrukturen als Einzelhindernisse in die Modelle (Abb. 2 und 3) eingegeben. Die IST-Situation der Gelände- und Gebäudestruktur wird mit dem Planzustand 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.

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 und für den Planzustand (B-Plan Nr. 244) dargestellt. Die Kaltluftverteilung über dem Untersuchungsgebiet 'Vödestraße' ist in den Karten zur Kaltluftmächtigkeit visualisiert, die die Schichtmächtigkeit nach vier Stunden Kaltluftbildung (Abb. 4 und 5) infolge ungehinderter nächtlicher Kaltluftentwicklung bei autochthonen 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 das Untersuchungsgebiet ein. Hier wird die zugeführte kalte Luft schnell erwärmt und die Kaltluftschicht löst sich auf.

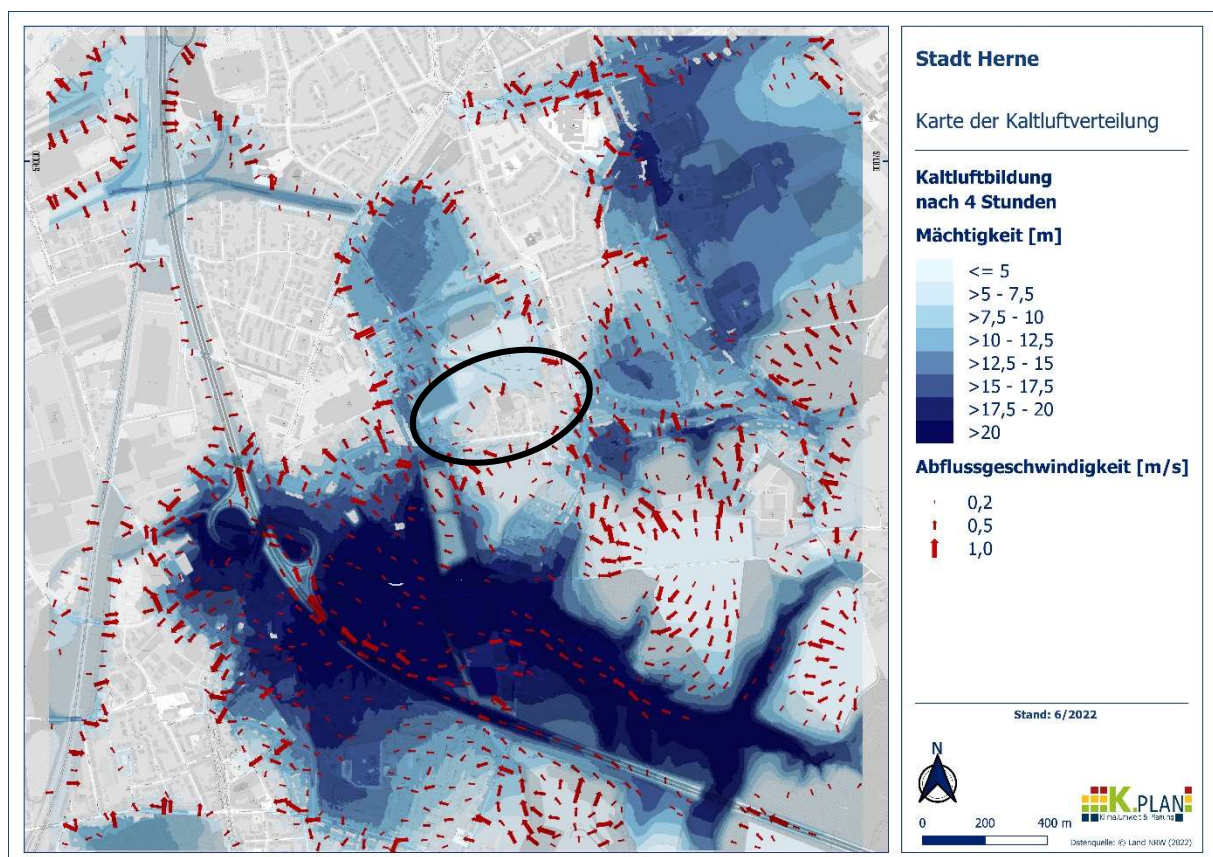


Abb. 4 Ergebnis der Kaltluftsimulation für das Untersuchungsgebiet 'Vödestraße' in Herne im IST-Zustand 4 Stunden nach Sonnenuntergang

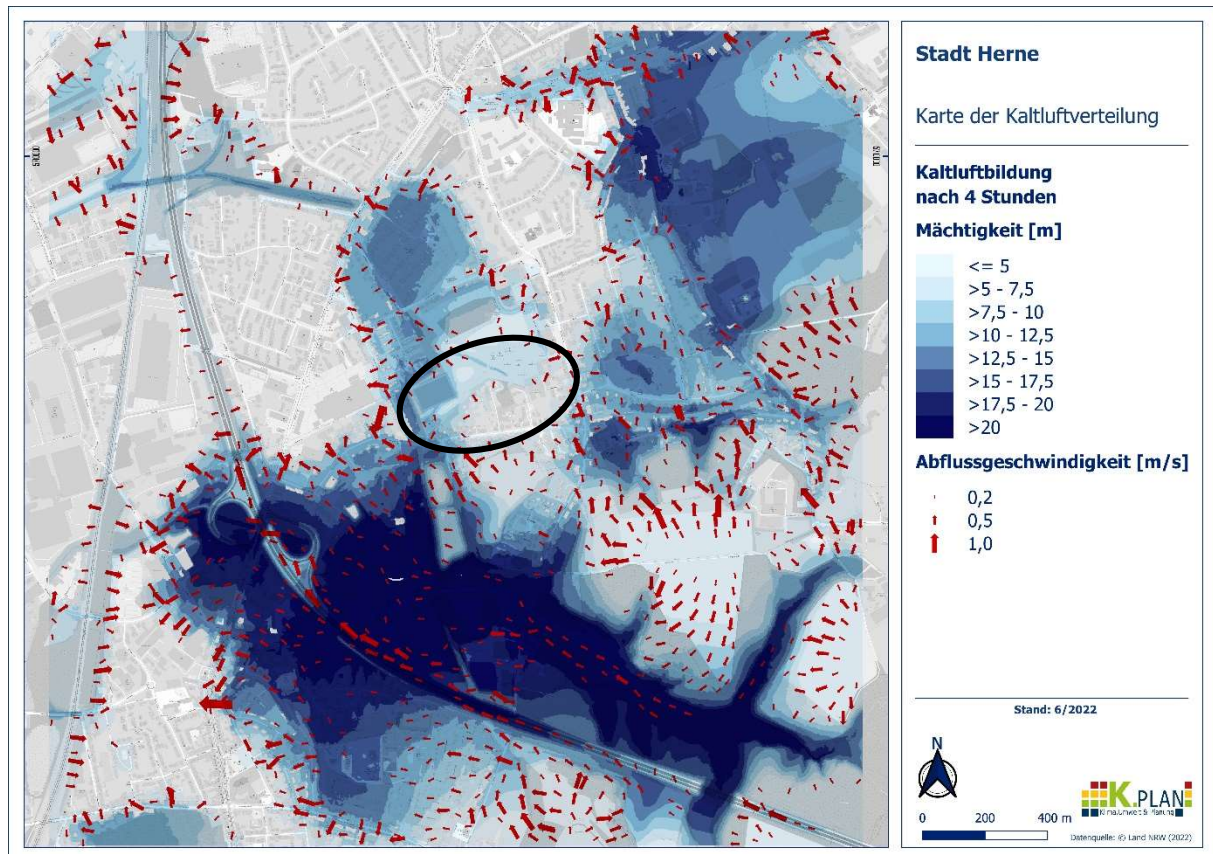


Abb. 5 Ergebnis der Kaltluftsimulation für das Untersuchungsgebiet 'Vödestraße' in Herne im Planzustand 4 Stunden nach Sonnenuntergang

Im IST-Zustand und im Plan-Szenario liegt direkt über der Fläche des Bebauungsgebietes 'Vödestraße' aufgrund der aktuell vorhandenen und zukünftig geplanten Bebauung keine Kaltluft. Erst über den sich nördlich anschließenden Freiflächen des Flottmannparks kommt es wieder zu Kaltluftbildung und Kaltluftbewegung. Der Hauptstrom der Kaltluft verläuft weiter südlich und wird nicht vom Untersuchungsgebiet beeinflusst. Insgesamt hat die Bebauungsfläche keine Bedeutung für das Kaltluftgeschehen in der direkten und der weiteren Umgebung. Daher ist auch kaum ein Unterschied zwischen den Simulationsergebnissen für Ist und Plan zu erkennen.

Hier können die Unterschiede besser über Differenzkarten sichtbar gemacht werden. Abbildung 6 zeigt die Veränderungen der Kaltluftmächtigkeit im Planzustand (B-Plan Nr. 244) im Vergleich zum IST-Zustand. Nur am Standort neuer Gebäudes (oranger Bereich in der Abb. 6) kommt es selbstverständlich zum Rückgang der Kaltluftmächtigkeit. Zum Teil wird das Gelände mit der neuen Bebauung sogar etwas besser durchströmt. Eine Veränderung der Kaltluftverteilung in der weiteren Umgebung des Untersuchungsgebietes 'Vödestraße' ist kaum erkennbar, nur Richtung Norden gibt es durch Umlenkungen der Kaltluft um die neu geplanten Gebäude eine ganz leichte Zunahme der Kaltluftmächtigkeiten. Die absoluten Werte der Differenzen, sowohl der positiven wie der negativen, sind aber vernachlässigbar gering.

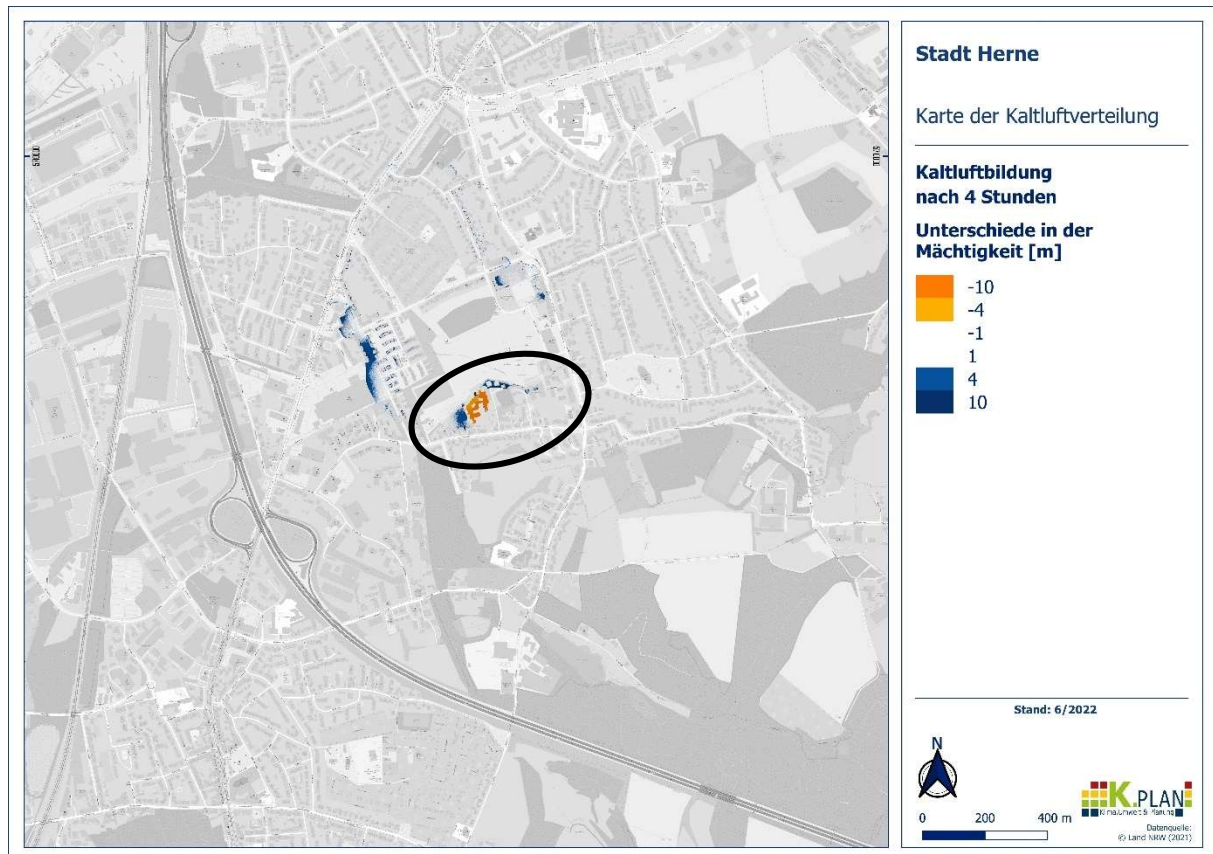


Abb. 6 Vergleich der Ergebnisse der Kaltluftsimulation für das Untersuchungsgebiet 'Vödestraße' in Herne: Kaltluflthöhe Planzustand minus IST, 4 Stunden nach Sonnenuntergang

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 Kaltluftsichtdicke und gibt an, wie viel Kaltluft in einer definierten Zeit (z. B. 1 s) durch einen 1 m breiten Querschnitt strömt. Anhand der Karten zum Kaltluftvolumenstrom (Abb. 7 und 8) 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 im IST-Zustand (Abb. 7) und im Plan-Szenario (Abb. 8) zeigen, dass die Kaltluft nicht über die Bebauungsfläche fließt. Die Kaltluft strömt westlich und östlich um die Fläche herum. Es sind keine Kaltluftvolumenströme zwischen den Bestandsgebäuden auf der Untersuchungsfläche erkennbar. Auch bei der Betrachtung der Differenzen-Karte zwischen dem IST-Zustand und dem Planzustand (Abb. 9) sind kaum Unterschiede erkennbar. Die Volumenströme ändern sich im Planzustand nur sehr gering und sehr kleinräumig. Es kommt am nördlichen Rand des Bebauungsgebietes teilweise zu einer leichten Abnahme des Volumenstroms und zu leichten Verstärkungen des Volumenstroms durch Kanalisierungseffekte zwischen den Gebäuden. Wie schon bei der Betrachtung der Kaltluftmächtigkeiten wird deutlich, dass die vorgesehenen Bebauungen keinen Einfluss auf die Kaltluftdynamik der Umgebung haben.

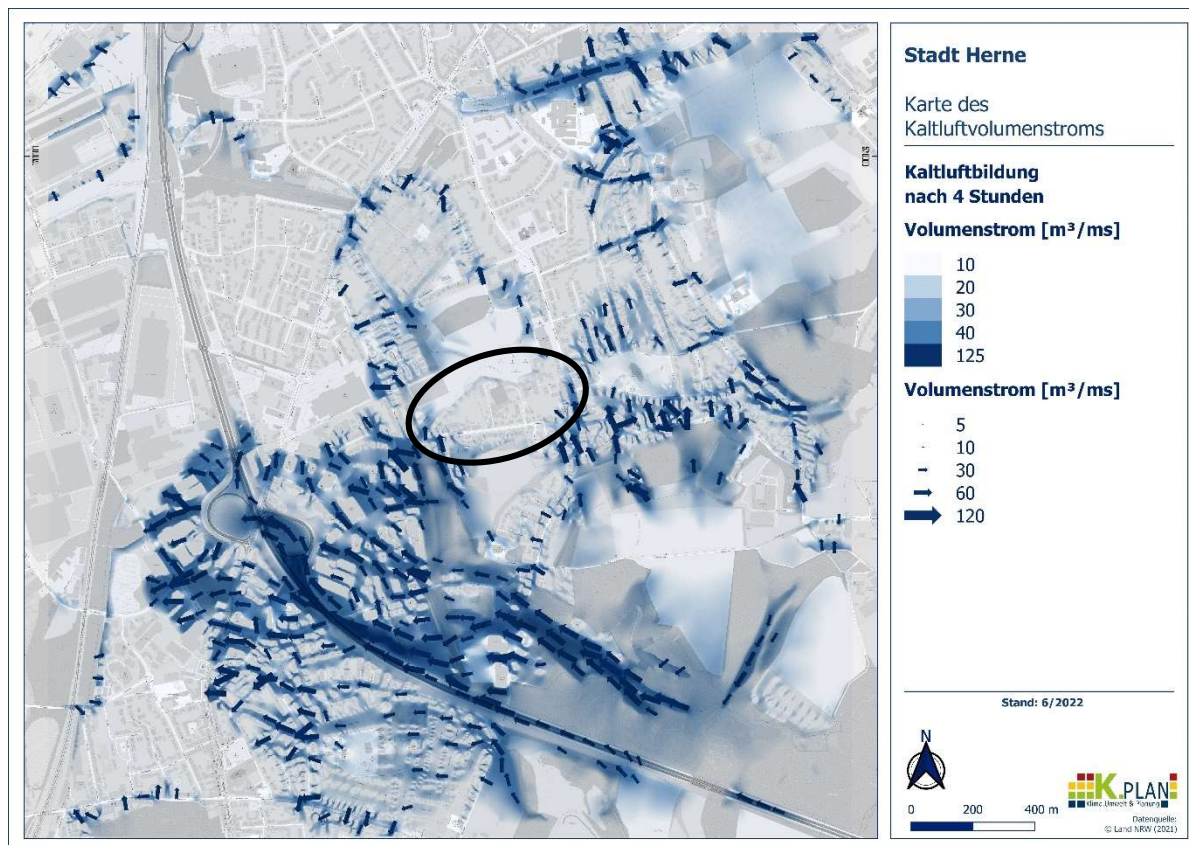


Abb. 7 Ergebnis der Kaltluftsimulation für das Untersuchungsgebiet 'Vödestraße' in Herne: Volumenstrom im IST-Zustand 4 Stunden nach Sonnenuntergang

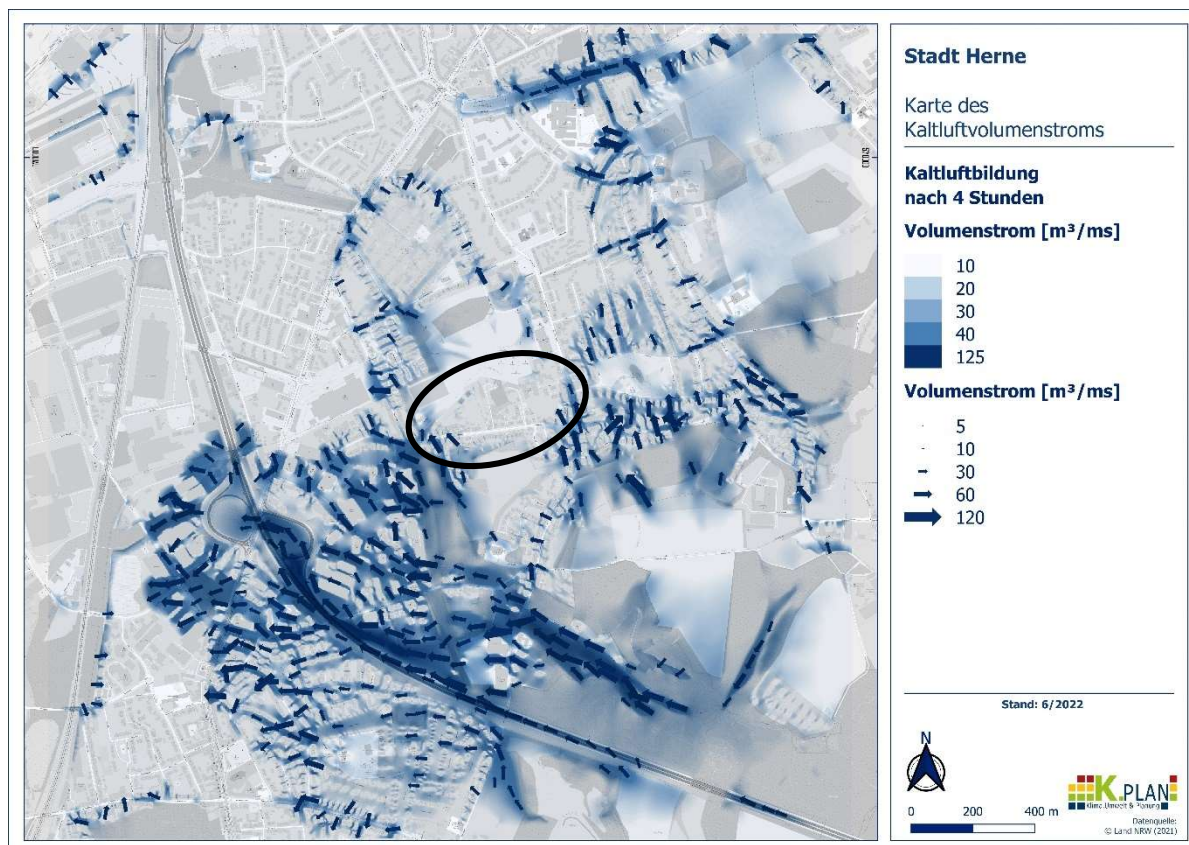


Abb. 8 Ergebnis der Kaltluftsimulation für das Untersuchungsgebiet 'Vödestraße' in Herne: Volumenstrom im Planzustand 4 Stunden nach Sonnenuntergang

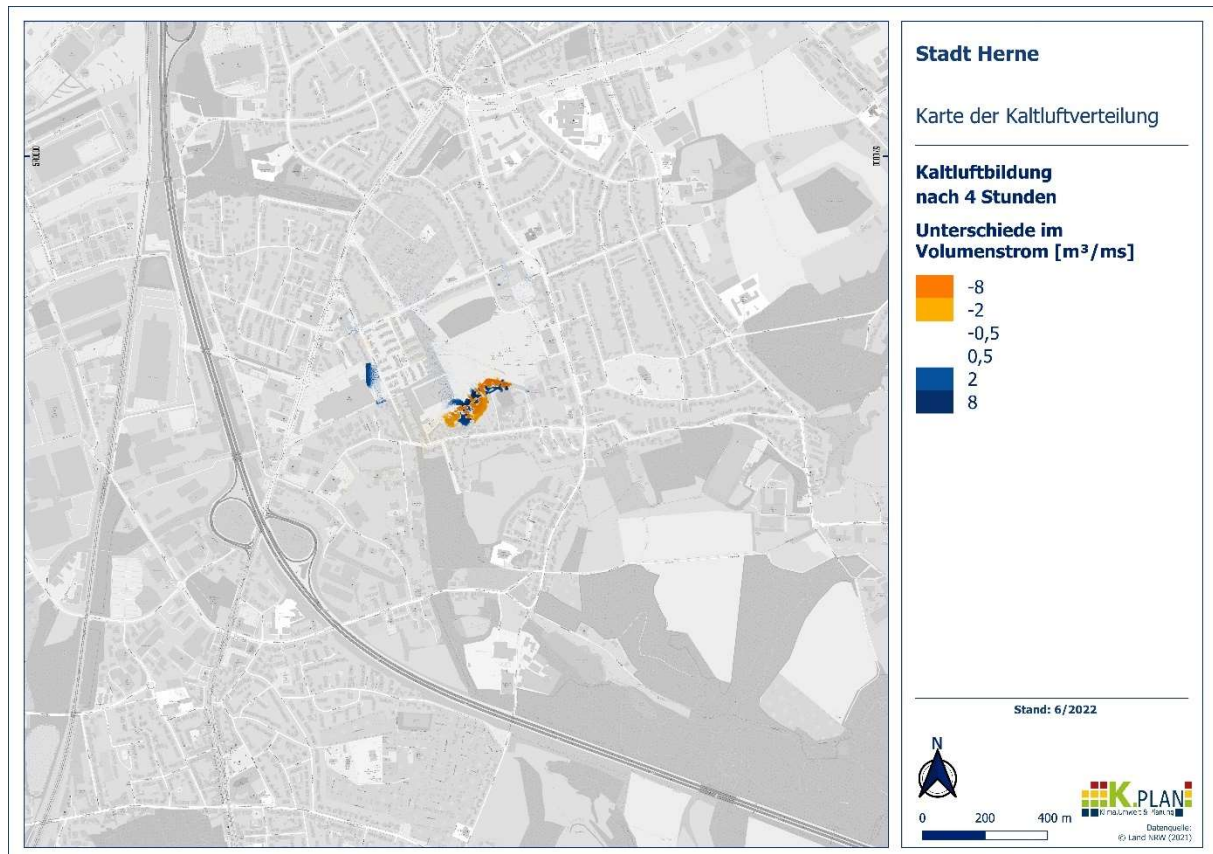


Abb. 9 Vergleich der Ergebnisse der Kaltluftsimulation für das Untersuchungsgebiet 'Vödestraße' in Herne: Volumenstrom Planzustand minus IST, 4 Stunden nach Sonnenuntergang

Fazit aus den Kaltluftsimulationen

Insgesamt zeigt das Planszenario mit dem virtuell umgesetzten Bebauungsplan Nr. 244 kaum eine Auswirkung auf die detailliert simulierten Kaltluftbewegungen um das Untersuchungsgebiet 'Vödestraße' herum. Nur im direkten Umfeld der Neubauten gibt es durch Rückstau und Umlenkungen kleinere, sowohl positive wie negative Veränderungen bei der Dicke der Kaltluftschicht und bei den Kaltluftvolumenströmen. Diese sind in ihrer Beeinflussung des Lokalklimas vernachlässigbar gering. Die Untersuchungsfläche hat keine übergeordnete und sogar keine lokale Funktion als Belüftungsfläche oder Luftleitbahn, da das Gelände nach Süden leicht ansteigt und im Norden große Freiflächen (Flottmannpark) vorhanden sind und auch im Planzustand bleiben.

3. MIKROSKALIGE MODELLIERUNGEN FÜR DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET 'VÖDESTRASSE'

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, 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 Windverhältnisse, 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 Ist-Zustand 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 der Planentwürfe 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 'Vödestraße' (Bebauungsplan Nr. 244) in Herne wurde in drei Schritten vollzogen: die Aufnahme der Bauwerksstrukturen (Form und Höhe), die Aufnahme der Straßen und Fußwege (Bodenbelag) sowie die Aufnahme der Vegetation wie Rasen, Büsche und Bäume (Gestalt und Höhe). Die Kartierungen erfolgten auf der Grundlage von vorhandenem Kartenmaterial, Luftbildern sowie durch Begehungen vor Ort. Die aufgenommenen Daten der 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 10 als Luftbild im Ist-Zustand (oben) und als Plan-Szenario (unten) dargestellt. Die Abbildungen 11 und 12 zeigen die Modelle für den IST-Zustand und für das Plan-Szenario.



Abb. 10 Ausschnitt aus dem Luftbild (oben, Quelle: Google) und Planszenario (unten) für das Untersuchungsgebiet „BPLAN Nr. 244“ in Herne-Mitte

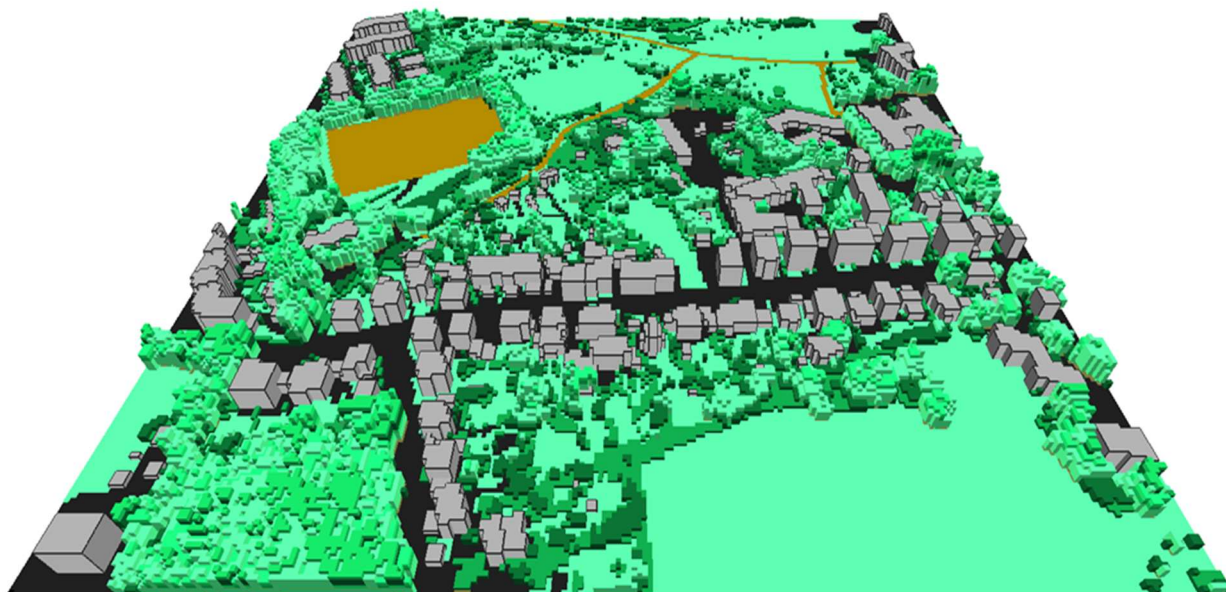


Abb. 11 Envi-met Modell für die Berechnung der IST-Situation im Untersuchungsgebiet Bebauungsplan Nr. 244

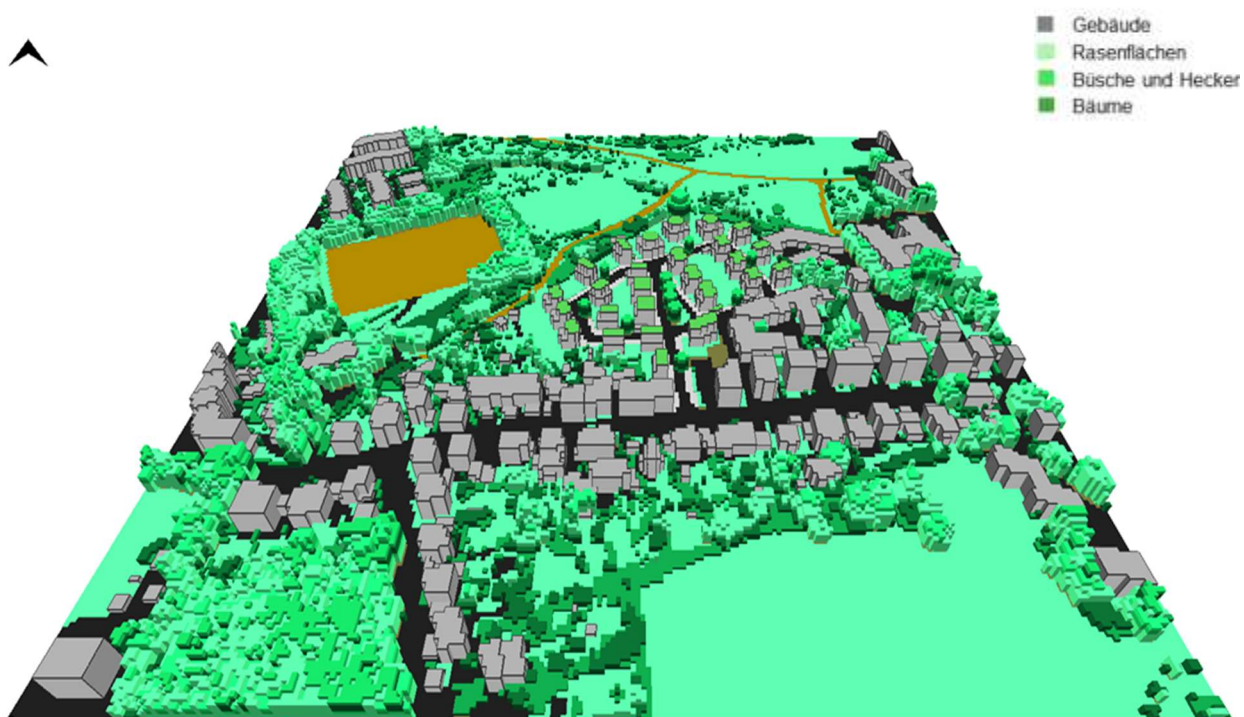


Abb. 12 Envi-met Modell für die Berechnung des Szenarios im Untersuchungsgebiet Bebauungsplan Nr. 244

Mikroskalige Modellierungen für das Untersuchungsgebiet „Bebauungsplan Nr. 244“

Für das Untersuchungsgebiet „Bebauungsplan Nr. 244“ 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 Bebauungsplan Nr. 244 verglichen.

Für die Erstellung der Modelle „IST“ und dem „Szenario“ wurden die Gebäude, die Vegetation und die Oberflächenbeläge in das Modell übertragen (Abb. 11 und 12). Die neuen Gebäude wurden mit zwei Vollgeschossen mit Staffelgeschoss und extensiver Dachbegrünung modelliert. Die neuen Bäume in den Szenarien sind 10 m hoch, mit blattfreiem Stamm und mittlerer Kronendichte. 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 Südsüdost gerechnet.

Modell-Varianten:	Modell-Parameter (Startzeit 6 Uhr MEZ)
Bebauungsplan Nr. 244 IST-Situation (IST-Situation im Untersuchungsgebiet Bebauungsplan Nr. 244 und Umgebung) Bebauungsplan Nr. 244 Szenario (Plan-Szenario mit der vorgesehenen zusätzlichen Bebauung)	Lufttemperatur (2 m Höhe) : 19,8 °C Windgeschwindigkeit (10 m Höhe) : 1,5 m/s Windrichtung (10 m Höhe) : 160 Grad (aus Südsüdost) Größe des Untersuchungsgebietes: 454 m x 440 m Modellgröße (Grid): x=227; y=220; z=25 Rasterauflösung: dx=2 m, dy=2 m, dz=2 m Simulationstag: sommerliches Strahlungswetter Simulationszeit: 24 Stunden (Tagesgang)

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 aus dem Plan-Szenario werden im direkten Vergleich mit der IST-Situation durch die Berechnung der Differenzen für die Größen Windgeschwindigkeit, Oberflächentemperaturen und Lufttemperaturen dargestellt. Ergänzend wird die bioklimatische Situation mit Hilfe von Indexwerten (PMV) untersucht.

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

3.1 MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „BEBAUUNGSPLAN NR. 244“: BELÜFTUNG

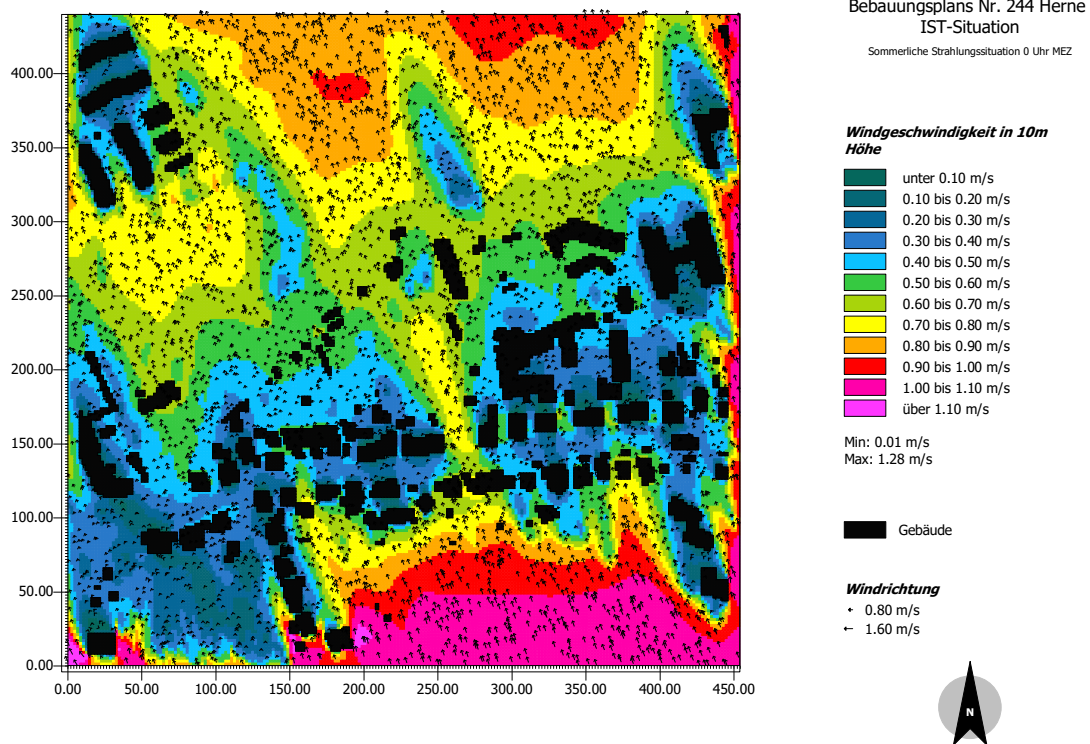


Abb. 13 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im IST-Zustand: Nächtliche Windströmung in 10 m Höhe bei Anströmung aus Südsüdost

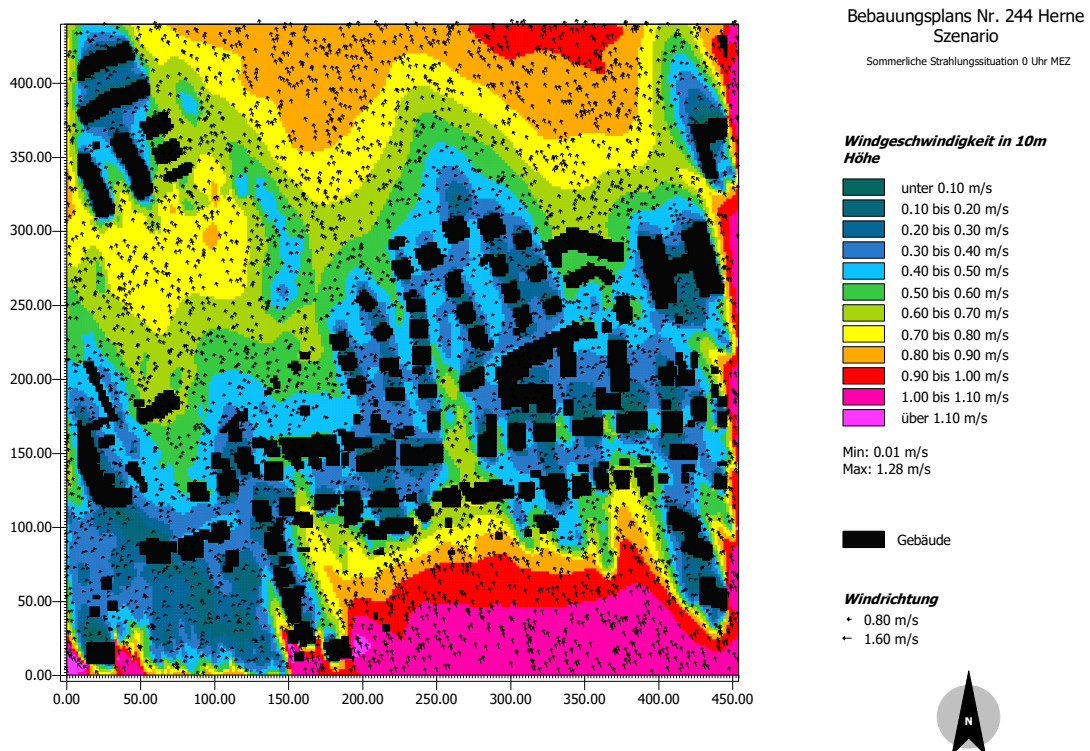


Abb. 14 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im Szenario: Nächtliche Windströmung in 10 m Höhe bei Anströmung aus Südsüdost

Mikroskalige Modellierung des Untersuchungsgebietes „Bebauungsplan Nr. 244“: Belüftung

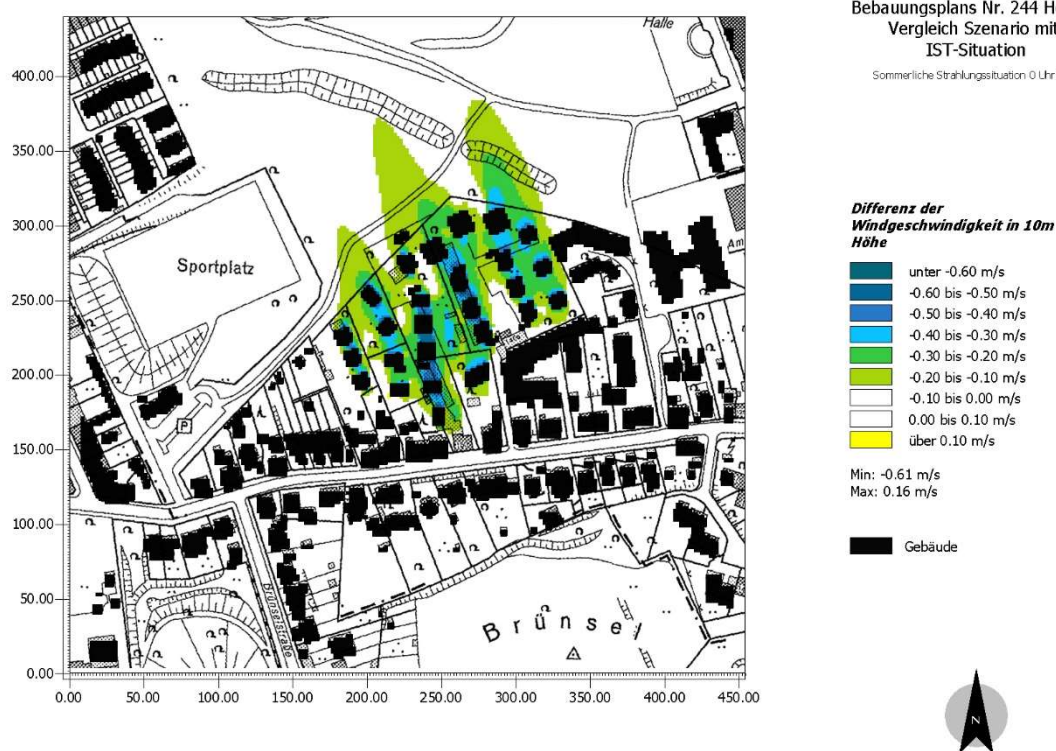


Abb.15 Differenzen der nächtlichen Windgeschwindigkeiten in 10 m Höhe: Szenario minus IST-Zustand bei Anströmung aus Südsüdost

Mikroklimatische Bewertung der Belüftungssituation

Während tagsüber die direkte Sonneneinstrahlung die größte Belastung für den Menschen darstellt, sind in der Nacht die Belüftung und die Absenkung der Lufttemperaturen die entscheidenden Faktoren zur Beurteilung der Hitzebelastung. Zur Beurteilung der Belüftung werden die Windströmungen um 0 Uhr MEZ in 10 m Höhe MEZ betrachtet.

Das Quartier wird in der IST-Situation (Abb. 13) bei einem vorgegebenen Ausgangswind aus Südsüdwest, entsprechend der Anströmung bei einer Hitzewetterlage, mit einer Geschwindigkeit von 1,5 m/s in 10 m Höhe während der Nacht innerhalb der Bebauung erwartungsgemäß nur schlecht durchlüftet. Über den südlich der Bebauung angrenzenden Feldern werden etwas höhere Windgeschwindigkeiten bis zu 1,3 m/s erreicht. Innerhalb der Bebauung sind zwischen den Gebäuden mit 0,1 m/s (dunkelblau) bis zu 0,5 m/s (hellblau) weitgehend nur sehr geringe Windgeschwindigkeiten vorhanden. Eine noch ausreichende Belüftung mit über 0,8 m/s (gelb) wird im IST-Zustand im Bereich der Baulücke an der Vödestraße 150 erkennbar. Die Windgeschwindigkeiten steigen nördlich der Bestandsbebauung in Richtung Flottmannpark wieder leicht an auf rund 1 m/s.

Durch die neuen Gebäude im Szenario (Abb. 14) wird die Belüftung innerhalb des Quartiers reduziert und erreicht Werte, die denen in der Bestandsbebauung entsprechen. Im Vergleich zwischen IST-Zustand und Plan-Szenario (Abb. 15) werden die Windgeschwindigkeiten innerhalb der Neubebauung um bis zu 0,6 m/s verringert. Im Bestand dagegen ändert sich bei schon niedrigen Windgeschwindigkeiten im IST-Zustand nichts. Im Lee der neuen Gebäude reicht die Verringerung der Windgeschwindigkeiten um hier nur noch 0,2 m/s bis zu 75 m in den Flottmannpark hinein.

3.2 Mikroskalige Modellierung des Untersuchungsgebietes „Bebauungsplan Nr. 244“: Thermische Situation

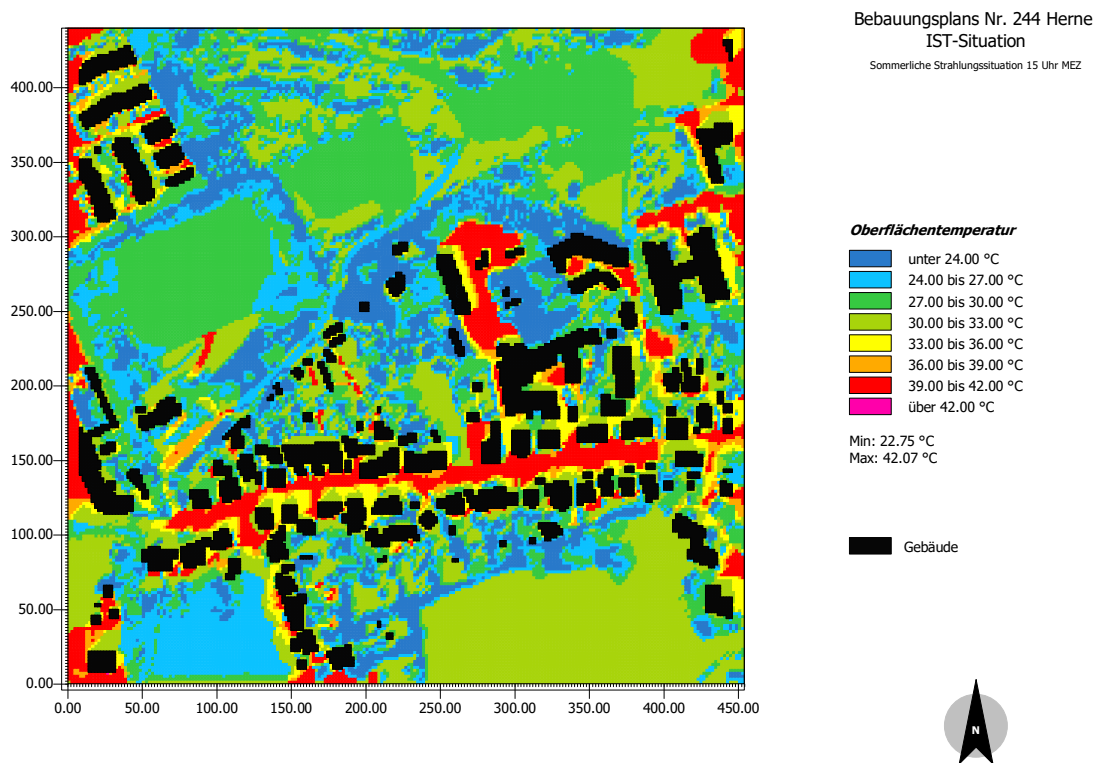


Abb. 16 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im IST-Zustand:
Oberflächentemperaturen um 15 Uhr MEZ

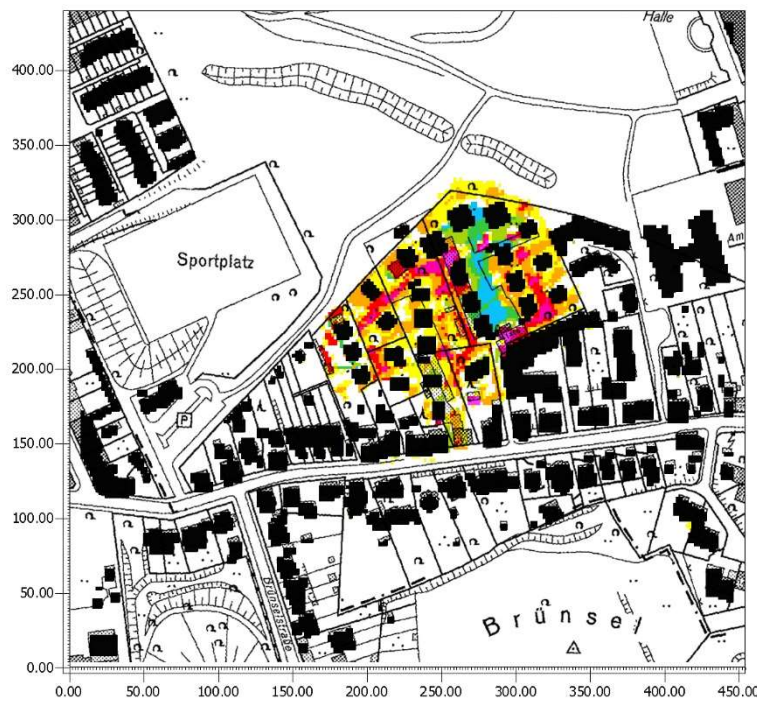
Mikroklimatische Bewertung der thermischen Situation: Oberflächentemperaturen

Auf den asphaltierten Verkehrsflächen und den versiegelten Hinterhöfen erwärmen sich die Oberflächen im IST-Zustand (Abb. 16) tagsüber auf bis zu 42 °C. Durch Gebäude beschattete Flächen sind rund 10 Grad kühler und in den Bereichen mit ausgedehnter Vegetationsverschattung liegen die Werte zum Teil bei nur 24 °C. Das Niveau der Oberflächentemperaturen ist im Umfeld aufgrund des hohen Anteils an Vegetation insgesamt deutlich geringer als im bebauten Bereich.

Die Differenzen zum Plan-Szenario sind in den Abbildungen 17 für die Tagsituation und 18 für nachts dargestellt. Entsprechend der abnehmenden Versiegelung im Bereich des Wirtschaftshofes verringern sich hier lokal die Oberflächentemperaturen um bis zu 13 Grad (hellblau) am Tag und noch rund 5 Grad in der Nacht. Durch die zusätzlichen Bebauungen sowie die Asphaltierung auf der neuen Planstraße nehmen die Oberflächentemperaturen in den versiegelten Bereichen an einem sonnigen Tag um bis zu 21 Grad zu. Die Grundstücke um die neuen Häuser weisen trotz der Begrünung im Vergleich zum stärker durchgrünten IST-Zustand tagsüber noch 2 bis 10 Grad höhere Oberflächentemperaturen auf.

In der Nachtsituation (Abb.18) bleiben die Oberflächentemperaturen der versiegelten Planstraße (hier Asphalt) um bis zu 5 Grad erhöht. Da heiße Oberflächen den Ausgangspunkt für eine innerstädtische Hitzebelastung bilden, sollte hier die Ausgangssituation durch geeignete Materialien im Vergleich zu Asphalt deutlich verbessert werden. Die begrünten Grundstücksflächen weisen nachts aufgrund der geringeren Wärmespeicherung und besseren Ausstrahlung ähnliche bis maximal 2 Grad geringere Werte für die Oberflächentemperaturen auf.

Mikroskalige Modellierung des Untersuchungsgebietes „Bebauungsplan Nr. 244“: Thermische Situation



Bebauungsplans Nr. 244 Herne
Vergleich Szenario mit
IST-Situation

Sommerliche Strahlungssituation 15 Uhr MEZ

**Differenz der
Oberflächentemperatur**

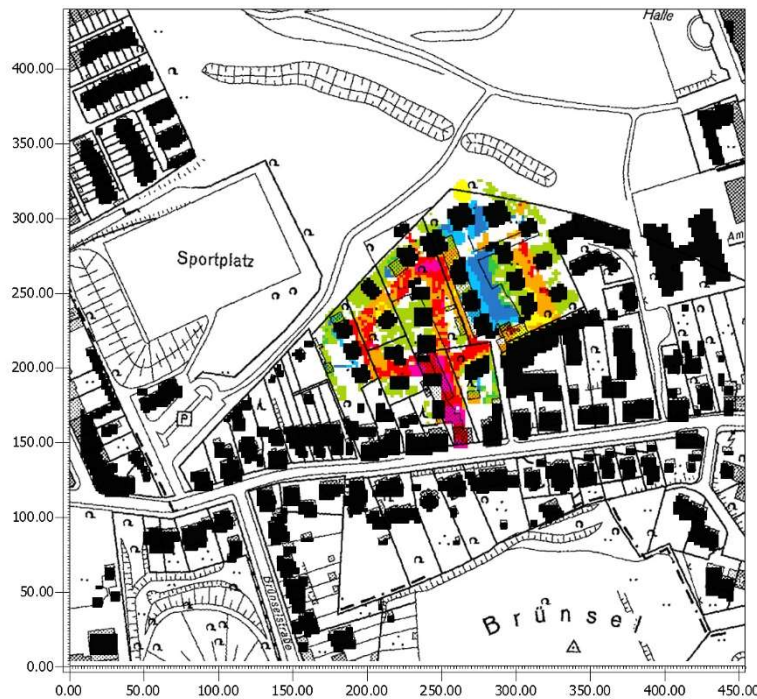


Min: -13.02 K
Max: 21.02 K

■ Gebäude



Abb. 17 Differenzen der Oberflächentemperaturen um 15 Uhr MEZ: Szenario minus IST-Zustand



Bebauungsplans Nr. 244 Herne
Vergleich Szenario mit
IST-Situation

Sommerliche Strahlungssituation 0 Uhr MEZ

**Differenz der
Oberflächentemperatur**



Min: -5.05 K
Max: 5.20 K

■ Gebäude



Abb. 18 Differenzen der Oberflächentemperaturen um 0 Uhr MEZ: Szenario minus IST-Zustand

Mikroskalige Modellierung des Untersuchungsgebietes „Bebauungsplan Nr. 244“: Thermische Situation

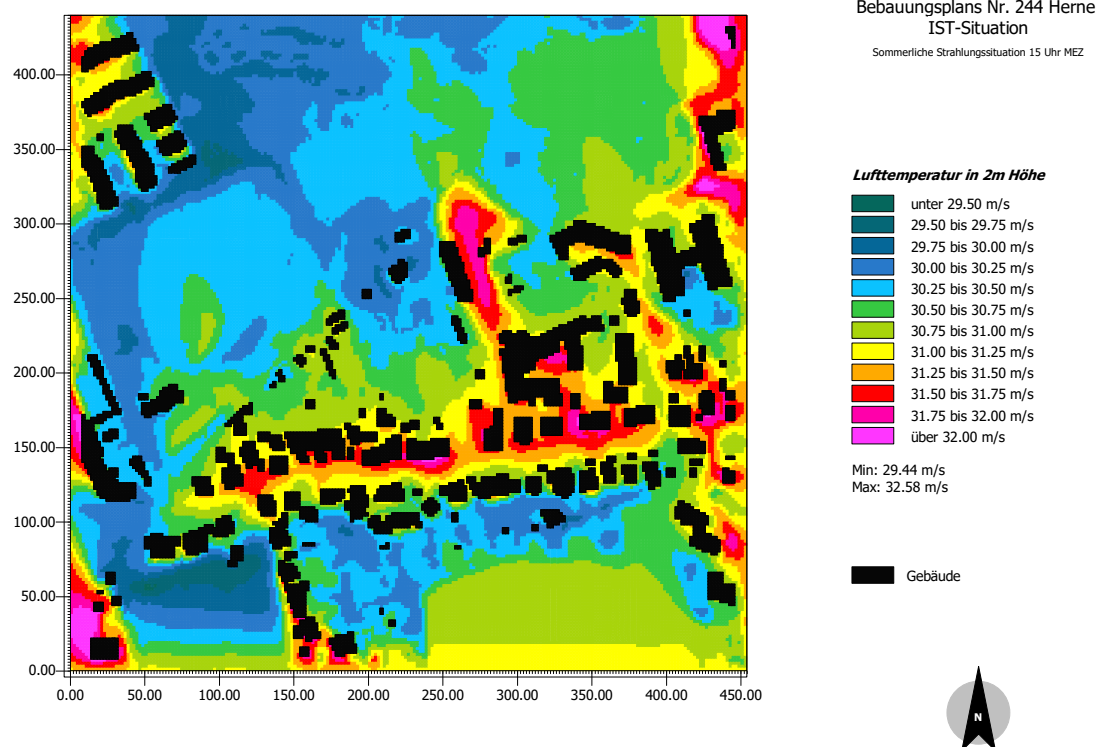


Abb. 19 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im IST-Zustand: Lufttemperaturen um 15 Uhr MEZ bei einer Anströmung aus Südsüdost

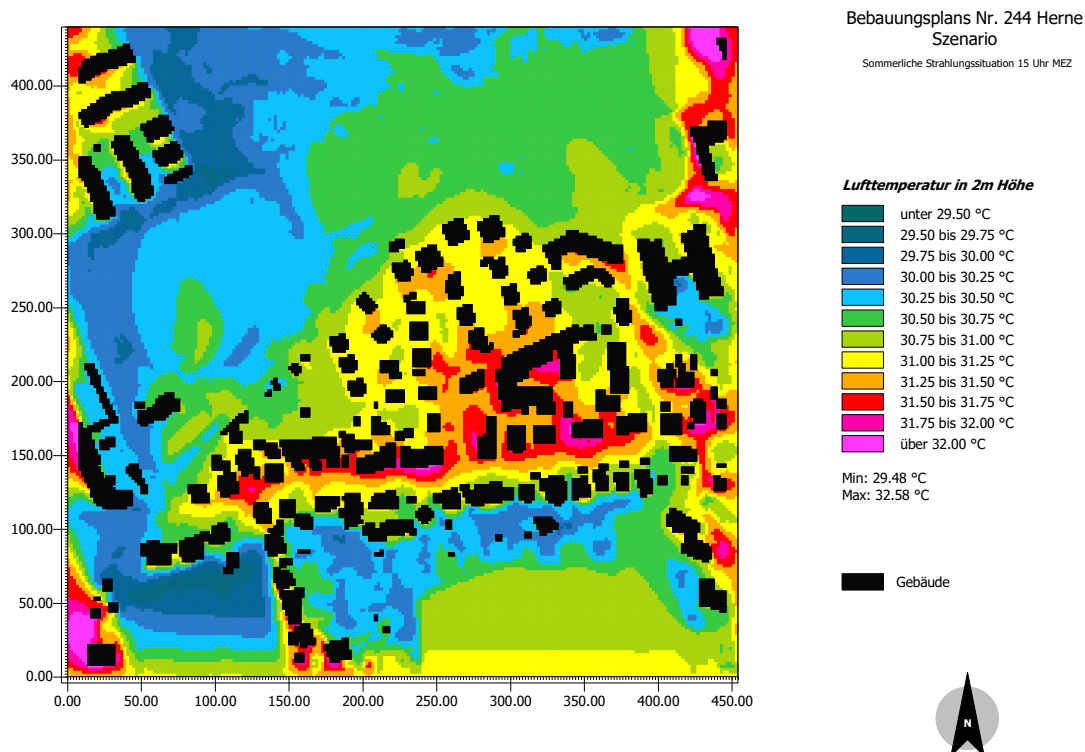
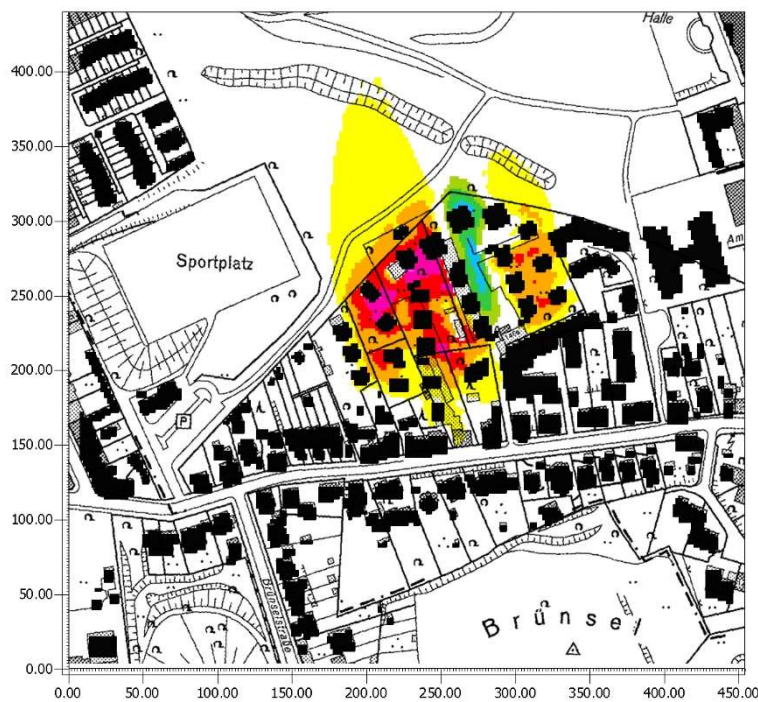


Abb. 20 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im Szenario: Lufttemperaturen um 15 Uhr MEZ bei einer Anströmung aus Südsüdost

Mikroskalige Modellierung des Untersuchungsgebietes „Bebauungsplan Nr. 244“: Thermische Situation



Bebauungsplans Nr. 244 Herne
Vergleich Szenario mit
IST-Situation

Sommerliche Strahlungssituation 15 Uhr MEZ

Differenz der Lufttemperatur in 2m Höhe



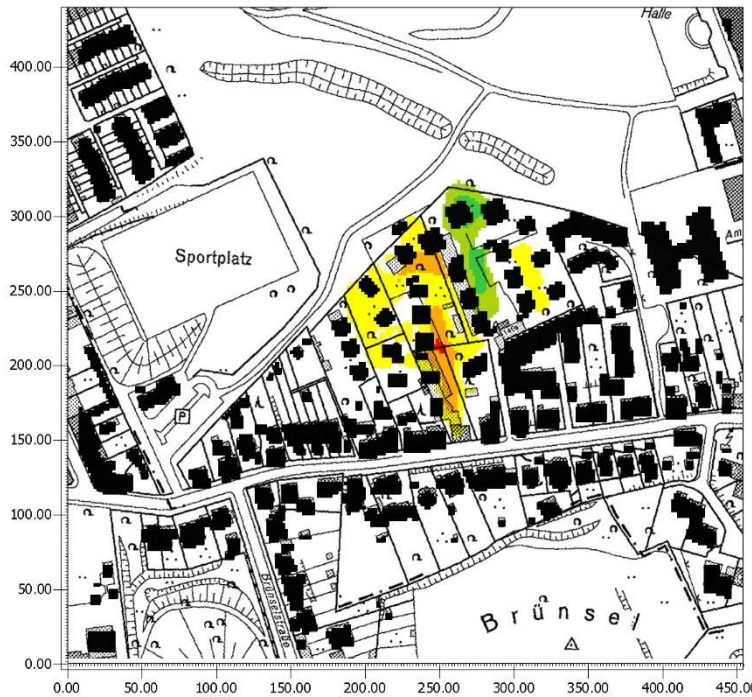
Min: -0.93 K

Max: 1.35 K

■ Gebäude



Abb. 21 Differenzen der Lufttemperaturen um 15 Uhr MEZ bei einer Anströmung aus Südsüdost:
Szenario minus IST-Zustand



Bebauungsplans Nr. 244 Herne
Vergleich Szenario mit
IST-Situation

Sommerliche Strahlungssituation 0 Uhr MEZ

Differenz der Lufttemperatur in 2m Höhe



Min: -0.28 K

Max: 0.32 K

■ Gebäude



Abb. 22 Differenzen der Lufttemperaturen um 0 Uhr MEZ bei einer Anströmung aus Südsüdost:
Szenario minus IST-Zustand

Mikroskalige Modellierung des Untersuchungsgebietes „Bebauungsplan Nr. 244“: Thermische Situation

Mikroklimatische Bewertung der thermischen Situation: Lufttemperaturen

Im gesamten Untersuchungsgebiet treten die höchsten Werte für die Lufttemperaturen in 2 m Höhe im IST-Zustand um 15 Uhr MEZ (Abb. 19) im Bereich der Gebäudesüdseiten an der Vödestraße sowie über der Fläche des Wirtschaftshofes auf. Sie können während einer sommerlichen Hitzewetterlage bis zu 32 °C (lila) erreichen. Über den im IST-Zustand vorhandenen Vegetationsflächen im Bereich der geplanten Bebauung liegen die Lufttemperaturen um bis zu 2 Grad niedriger. Tagsüber werden auch über unversiegelten Freiflächen durch die ungehinderte Sonneneinstrahlung hohe Lufttemperaturwerte erreicht. Am kühlssten mit maximal 3 Grad niedrigeren Lufttemperaturen sind baumbestandene Flächen.

Im Szenario (Abb. 20) erhöhen sich die Lufttemperaturen im Umfeld der neu geplanten Bauungen um bis zu einem Grad. Die vorgesehene Durchgrünung der neuen Grundstücke und der Hausdächer wirkt einer stärkeren Aufheizung entgegen. Das Temperaturniveau in der Neubebauung (gelb) liegt deshalb um bis zu einem Grad unter dem der Bestandsbebauung entlang der Vödestraße (rot – lila).

In den Abbildungen 21 und 22 sind die Differenzen zwischen IST und Szenario für die Tag- und die Nachtsituation dargestellt. Am Tag (Abb. 21) zeigt sich deutlich die Abkühlung des umgestalteten Bereichs des Wirtschaftshofes um knapp 1 Grad (grün, hellblau). und die Erwärmung in der Neubebauung insbesondere entlang der neuen Straßen um rund 1 Grad. In Strömungsrichtung wirkt eine warme Luftfahne ca. 75 m mit bis zu 0,5 Grad Erwärmung (Abb. 21, gelb) in Richtung Skulpturenpark Flottmann.

Die Veränderungen der nächtlichen Lufttemperaturen (Abb. 22) sind aufgrund der fehlenden Sonneneinstrahlung geringer und beruhen nur noch auf der Wärmespeicherung der unterschiedlichen Flächennutzungen. Es zeigen sich aufgrund der abnehmenden Versiegelungen im Plan-Szenario im Bereich des Wirtschaftshofes noch minimal geringere Lufttemperaturen um 0,2 bis 0,3 Grad (grün). Über den Asphaltflächen der Planstraße sind die Lufttemperaturwerte noch um bis zu 0,3 Grad (gelb, orange) erhöht. Die Veränderungen reichen nachts nicht über den neu geplanten Bereich hinaus.

3.3 Mikroskalige Modellierung des Untersuchungsgebietes „Bebauungsplan Nr. 244“: Bioklimatische Situation

Zur Beurteilung des Bioklimas in einem städtischen Umfeld wurde der PMV-Index herangezogen. PMV, 1972 vom dänischen Wissenschaftler Ole Fanger entwickelt, steht für „predicted mean vote“ (durchschnittliche erwartete Empfindung) und ist ein bioklimatischer Index, der die thermische Behaglichkeit oder Unbehaglichkeit eines Menschen widerspiegelt. Der Bioklima-Index ist sinnvoll, da die vom Menschen empfundene Wärmebelastung bzw. die wetterbedingte Belastung des Organismus nicht allein von der Lufttemperatur abhängt, sondern auch von anderen Einflussgrößen wie Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und die mittlere Strahlungstemperatur. Hinzu kommen noch die körperliche Aktivität des Menschen und der Wärmeleitwiderstand der Kleidung. Der PMV-Wert reicht von -4 bis +4 (siehe Abbildung 23). Der Wert -4 wird als sehr kalt empfunden und der Wert +4 als sehr heiß mit einer extremen Belastung für den Organismus. Ein neutraler thermischer Komfort entspricht dem PMV-Wert 0.

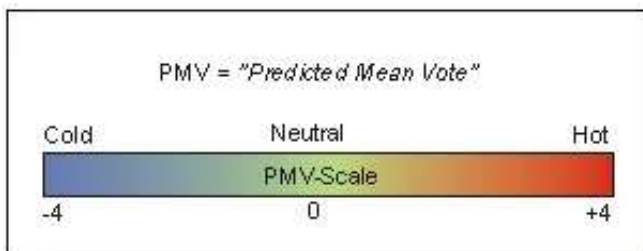


Abb. 23

Werteskala PMV Grobeinteilung

Mikroskalige Modellierung des Untersuchungsgebietes „Bebauungsplan Nr. 244“: Bioklima

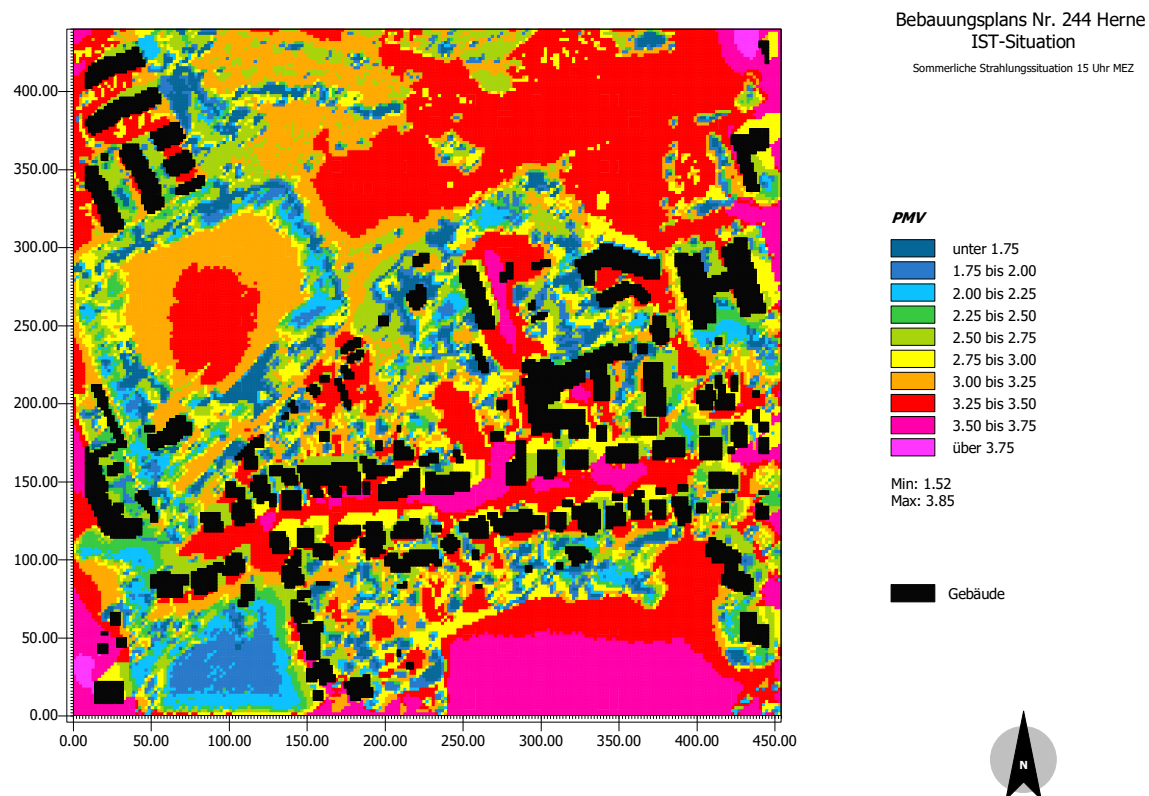


Abb. 24 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im IST-Zustand: PMV Werte um 15 h MEZ

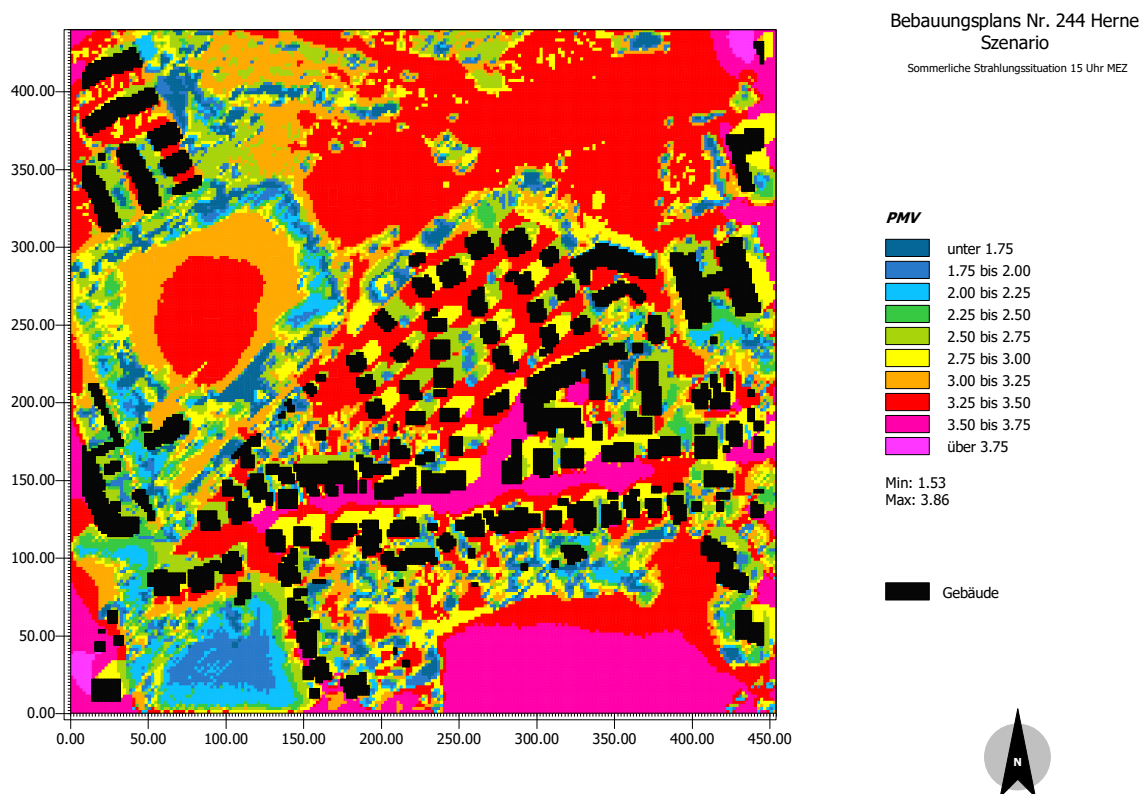


Abb. 25 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im Szenario: PMV Werte um 15 h MEZ

Mikroskalige Modellierung des Untersuchungsgebietes „Bebauungsplan Nr. 244“: Bioklima

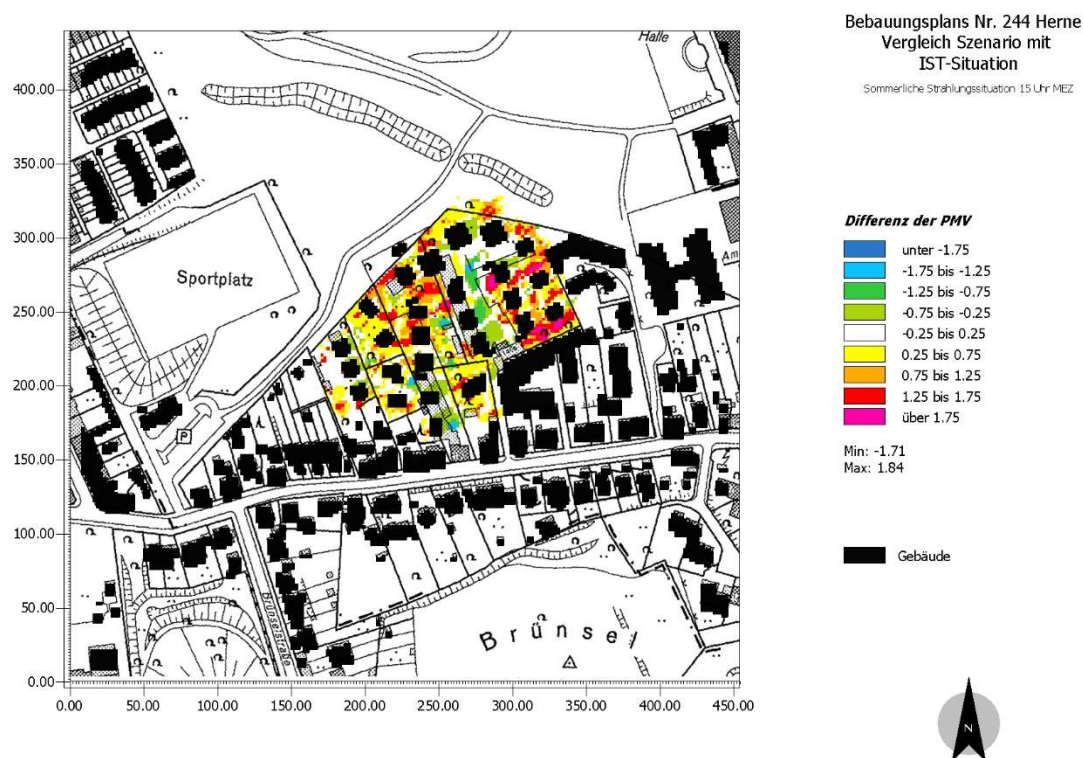


Abb. 26 Differenzen der PMV Werte um 15 Uhr MEZ bei einer Anströmung aus Südsüdost
Szenario minus IST-Zustand

Mikroklimatische Bewertung der bioklimatischen Situation: PMV

Über den versiegelten Flächen sowie den weitläufigen Grünflächen ohne Verschattung werden in der IST-Situation (Abb. 24) sehr hohe bioklimatischen Belastungen mit PMV-Werten von über 3 (orange/rot/lila) erreicht. Diese Flächen stellen nach der PMV-Skala eine starke bis extreme Wärmebelastung dar. Die bioklimatische Situation der Planfläche im IST-Zustand ist aufgrund des unterschiedlich starken Einflusses der Vegetation und der Besonnung durch eine heterogene Verteilung der PMV-Werte zwischen 2 und 3,5 gekennzeichnet. Freie, besonnte Flächen erreichen schon im IST-Zustand eine hohe Hitzebelastung.

Auf den durch die neuen Gebäude verschatteten Flächen im Szenario (Abb. 25 und 26) verringern sich die PMV-Werte um bis zu 1,5. Im direkten Umfeld der neuen Bäume werden die PMV-Werte lokal sogar um bis zu 1,8 verringert. Die Bereiche im Szenario mit einer Erhöhung der PMV-Werte werden durch die Veränderung der Bestandsvegetation aus dem IST-Zustand bedingt. In der Betrachtung der absoluten Werte (Abb. 24) wird im Plangebiet außerhalb der verschatteten Bereiche eine PMV von bis zu 3,5 (rot) erreicht.

Da die Abschwächung der Hitzebelastung am Tag in erster Linie durch eine Beschattung erreicht wird, wird die Situation im bebauten Zustand immer in den Bereichen mit Hausverschattung verbessert und in den Bereichen mit Reduzierung der Vegetation des IST-Zustandes verschlechtert. Dies gilt insbesondere für neu angelegte Plätze oder Straßen ohne Vegetation. Besonders positiv wirkt sich die Verschattung durch Vegetation aus, da hier zusätzlich zur Verschattung, die auch Gebäude erreichen, eine Abkühlung durch die Evapotranspiration der Pflanzen und durch eine bessere Belüftung erfolgen kann.

Fazit und Empfehlung

Die im Szenario vorgesehenen Begrünungen der Planfläche durch einzelne Baumgruppen, der Anteil an entsiegelten Flächen mit Vegetation und die extensive Dachbegrünung für die neuen Gebäude führen dazu, dass der Neubaubereich klimatisch günstiger ausfällt als die sich südlich anschließende Bestandsbebauung.

Im Vergleich zum Bestand auf der Planfläche entstehen aber kleinere negative Veränderungen des Lokalklimas. Insgesamt bleiben die Veränderungen sowohl zur Belüftung wie zur thermischen Situation im Szenario weitgehend lokal auf das Untersuchungsgebiet beschränkt. Eine geringe negative Auswirkung auf die Belüftung und auf das thermische Niveau ist in Richtung Skulpturenpark Flottmann erkennbar. Bei der Anströmrichtung aus Südsüdost während einer Hitzewetterlage ist eine schwach ausgeprägte warme Luftfahne erkennbar, die über 75 m weit nach Norden in Richtung Skulpturenpark Flottmann reicht.

Durch die neuen Gebäude im Szenario wird die Belüftung innerhalb des Quartiers reduziert und erreicht Werte, die denen in der Bestandsbebauung entsprechen. Durch die zusätzlichen Bebauungen sowie die Asphaltierung auf der neuen Planstraße nehmen die Oberflächentemperaturen in den versiegelten Bereichen an einem sonnigen Tag deutlich zu. Dies wirkt sich in Folge auch auf die Lufttemperaturen in der Neubaufäche bis in die Nachtstunden aus, die im Vergleich zum IST-Zustand leicht ansteigen. Die Veränderungen reichen aber nachts nicht über den neu beplanten Bereich hinaus und das Temperaturniveau liegt leicht unter dem der Bestandsbebauung. Die vorgesehene Durchgrünung der neuen Grundstücke und der Hausdächer wirkt einer stärkeren Aufheizung entgegen.

Um weitere Erwärmungen zu vermeiden, sollte die extensive Dachbegrünung für die neuen Gebäude unbedingt durchgeführt werden und die Begrünung der Planfläche durch einzelne Baumgruppen sowie der Anteil an entsiegelten Flächen mit Vegetation sollte intensiviert werden. Die im Szenario nur mit Gras simulierten Grundstücksflächen sollten zur Verbesserung des Bioklimas zusätzlich mit geeigneter Vegetation für die Verschattung und Verdunstung erweitert werden. Hohe Bäume mit blattfreiem Stamm und ausgeprägten Baumkronen, haben für die Aufenthaltsqualität während des Tages lokal begrenzt einen starken positiven Effekt auf die mikroklimatische Situation.

4. ZUSAMMENSTELLUNG VON ZIELVORGABEN UND ANPASSUNGSMABNAHMEN

Ziele einer klimaangepassten Bebauung des Untersuchungsgebietes „Bebauungsplan Nr. 244“ im Bereich der Vödestraße in Herne sind:

1. Verbesserung der Belüftung im Quartier und Erhalt der Durchströmbarkeit des Gebietes
2. Minimierung der sommerlichen Hitzeentwicklung vor Ort

Anpassungsmaßnahmen zum Ziel 1 (Belüftung):

Die wesentlichen Kaltluftbewegungen in der weiteren Umgebung der Planfläche finden südwestlich und südöstlich des Gebietes statt. Die Planfläche selbst hat keine Belüpfungsfunktion für die Umgebung. Innerhalb des Neubaugebietes sowie in der Bestandsbebauung ist die Belüftung aber durch die Gebäude

stark reduziert. Zur Unterstützung der Belüftung sollten hier die folgenden Maßnahmen eingehalten werden:

- Zur Erhöhung der kühlenden Wirkung der durchströmenden Luft sollten die im Planentwurf vorgegebenen Dachbegrünungen umgesetzt werden.
- Damit Frischluft auch bei schwachen Windströmungen durch das Untersuchungsgebiet „Bebauungsplan Nr. 244“ fließen kann, dürfen die Hausreihen nicht durch weitere Nebenbauten (Garagen, Carports, Gartenhäuser,...) eine abriegelnde Wirkung erzielen. Dies gilt insbesondere für eine Durchströmbbarkeit in Nord-Südrichtung, die bei Hitzewetterlagen relevant ist.

Anpassungsmaßnahmen zum Ziel 2 (Minimierung der Hitzeentwicklung):

Da die Abschwächung der Hitzebelastung am Tag in erster Linie durch eine Beschattung erreicht wird, wird die Situation im bebauten Zustand in den Bereichen mit Hausverschattung immer verbessert und in den Bereichen mit Reduzierung der Vegetation des IST-Zustandes verschlechtert. Dies gilt insbesondere für neu angelegte Plätze oder Straßen ohne Vegetation. 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. Vegetation kann durch Schattenwurf und Verdunstung erheblich zur Temperaturabsenkung beitragen. Auf Gebäudeebene können Dach- und Fassadenbegrünungen, 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. 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. Während sich Asphaltoberflächen um die Mittagszeit auf fast 50 °C aufheizen, verhält sich helles Pflaster tagsüber ähnlich wie feuchtes Gras und erwärmt sich nur auf gut 30 °C. Nachts kühlen die natürlichen Oberflächen stärker aus. Zur nächtlichen Wärmeinsel tragen unabhängig von den Oberflächentemperaturen am Tag nur die technischen Bodenbeläge wie Asphalt und Pflaster bei.

Ziel der Siedlungsplanung 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. Für Hofflächen, Terrassen, Gartenwege, Radwege, Gehwege, Zufahrtswege und Stellplatzflächen sind wasserdurchlässige Befestigungen besonders angebracht.

Zusätzlich kann eine Aufheizung der Luft durch die Begrünung 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 Quartier 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 thermischen Effekte von 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 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 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.

Zusammengefasst sollten die folgenden Maßnahmen zur Reduzierung der Hitzebelastungen im Untersuchungsgebiet „Bebauungsplan Nr. 244“ umgesetzt werden:

- Flächensparende Bauweise, Vermeidung von Bodenversiegelungen bei Verkehrsflächen und im Hausumfeld
- Material- und Farbauswahl unter den Gesichtspunkten der minimalen Aufheizung treffen
- Begrünung mit großkronigen Bäumen
- Dachbegrünungen
- Bauliche Gebäudeverschattungen

Teilweise sind diese schon im Szenario vorgesehen und führen im Modellergebnis zu den nur sehr geringen negativen klimatischen Auswirkungen im Plangebiet.