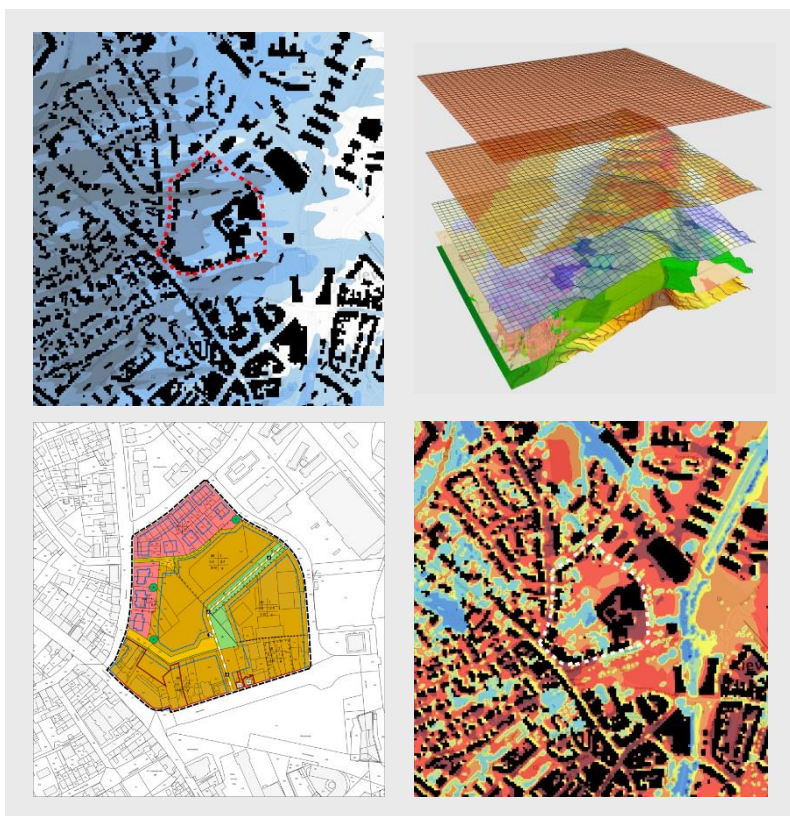


Bebauungsplan 1-343-0 in Kleve

Verbal-argumentatives Gutachten zum Einfluss der
beabsichtigten Nutzungsänderung auf das Schutzgut Klima



Auftraggeberin:

Stadt Kleve
Stadtplanung
Minoritenplatz 1
47533 Kleve



GEO-NET Umweltconsulting GmbH

Große Pfahlstraße 5a
30161 Hannover

Tel. (0511) 3887200

FAX (0511) 3887201

www.geo-net.de



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Methodik.....	3
2	Stadtklimatische Situation und Beurteilung der Nutzungsänderung.....	5
2.1	Lufttemperatur zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens	5
2.2	Kaltluftströmungsfeld zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens	7
2.3	Wärmebelastung am Tage.....	10
3	Planungshinweiskarte Stadtklima und Schlussfolgerungen.....	12
4	Literatur.....	17
5	Anhang.....	18

Abbildungen

ABB. 1: BEBAUUNGSPLAN NR. 1-343-0 VOM 11.01.2023 (QUELLE: STADT KLEVE).	3
ABB. 2: ORTHOFOTO DES B-PLAN-GELTUNGSBEREICHS UND DESSEN NAHER UMGEBUNG.	4
ABB. 3: NÄCHTLICHES TEMPERATURFELD ZUM ZEITPUNKT 4 UHR MORGENS (2 M ÜBER GRUND IN °C).	6
ABB. 4: PRINZIPISSKIZZE FLURWIND.....	7
ABB. 5: PRINZIPISSKIZZE KALTLUFT.....	8
ABB. 6: KALTLUFTVOLUMENSTROM UND BODENNAHES KALTLUFTSTRÖMUNGSFELD ZUM ZEITPUNKT 4 UHR MORGENS.	9
ABB. 7: PHYSIOLOGISCH ÄQUIVALENTE TEMPERATUR (PET) ZUM ZEITPUNKT 14 UHR NACHMITTAGS.	10
ABB. 8: PLANUNGSHINWEISKARTE STADTKLIMA IM UMFELD DES PLANAREALS (AUSZUG). DER B-PLAN-GELTUNGSBEREICH IST ROT UMRANDET DARGESTELLT.	12

1 Einleitung und Methodik

Am 11.03.2020 beschloss der Rat der Stadt Kleve, den Bebauungsplan Nr. 1-343-0 für den Bereich Ludwig-Jahn-Straße / Flutstraße / Hafenstraße aufzustellen, um die vorhandenen Bauflächen städtebaulich geordnet auszuweisen und infolgedessen die Entwicklung des Gebiets zu unterstützen und zu steuern. Den Bauflächen der aktuellen Fassung dieses Angebotsbauplans ist zum heutigen Zeitpunkt kein konkretes Vorhaben hinterlegt (s. **Abb. 1**). Im Rahmen der 2023 fertiggestellten Stadtklimaanalyse Kleve werden die Flächen jedoch teilweise als vulnerabel ausgewiesen und sind im Sinne einer klimaangepassten Stadtentwicklung auf klimaökologische Aspekte hin zu prüfen.

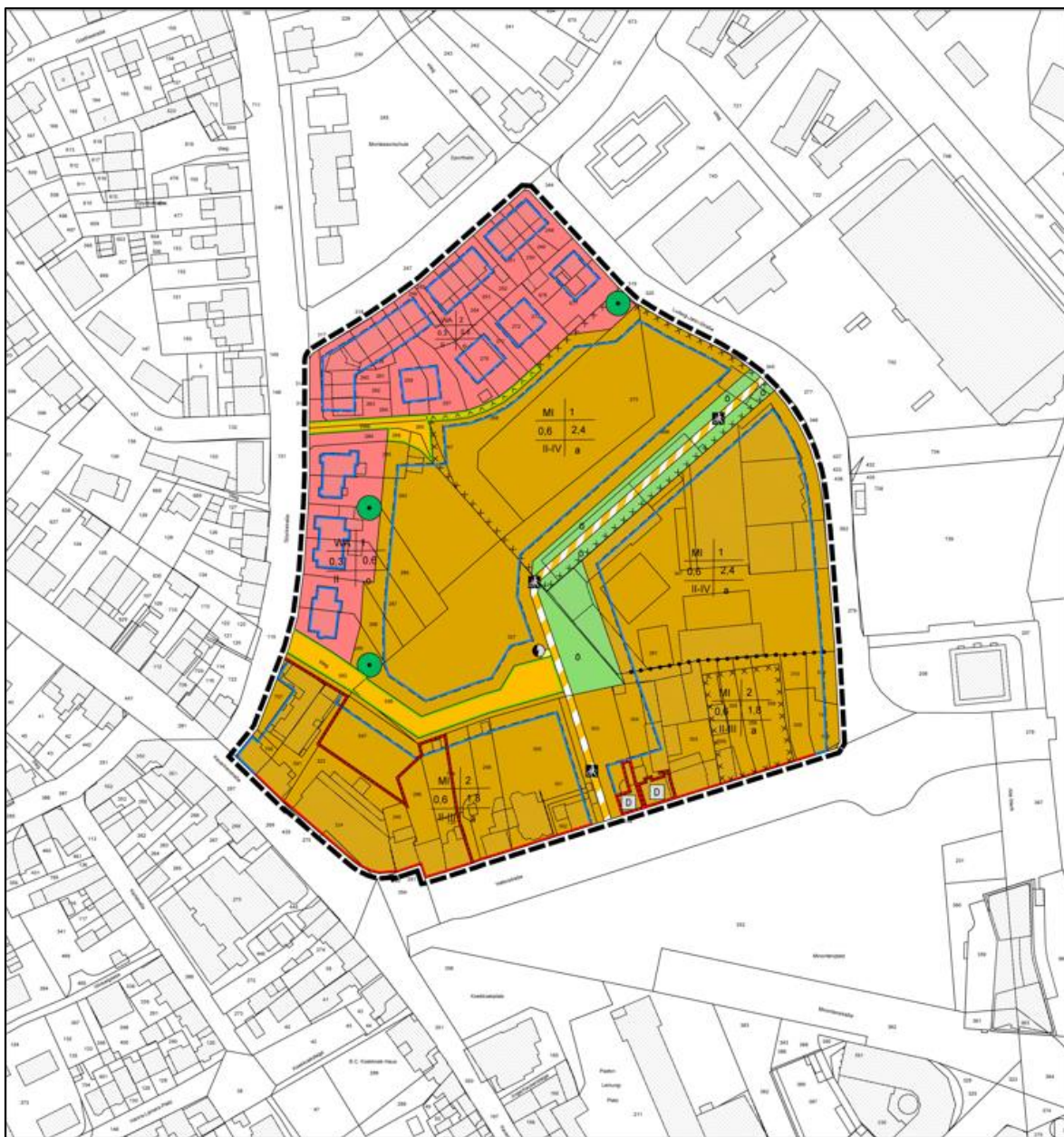


Abb. 1: Bebauungsplan Nr. 1-343-0 vom 11.01.2023 (Quelle: Stadt Kleve).

Der knapp 4,9 ha umfassende B-Plan-Geltungsbereich befindet sich im Zentrum der Stadt Kleve, ca. 400 m nordwestlich des Bahnhofs. Neben zwei allgemeinen Wohngebieten beinhaltet der B-Plan zwei ausgewiesene Mischgebiete, durch welche ein im Nordteil zu beiden Seiten begrünter Geh- und Radweg geplant ist. Von der westlich gelegenen Spyckstraße sind darüber hinaus Straßenverkehrsflächen (Wege) in den B-Plan-Geltungsbereich hinein beabsichtigt. Im Zentrum der Mischgebiete ist zudem eine öffentliche Grünfläche ausgewiesen.

Heutzutage ist bereits der Großteil der allgemeinen Wohngebiete baulich umgesetzt – lediglich drei Bau- fenster der zweiten Gebäudereihe südlich der Flutstraße in WA2 sind aktuell noch nicht entwickelt. Bei einer Grundflächenzahl von 0,3 sind für diese zwei Vollgeschosse festgesetzt. Auch im Bereich der als Mischnutzung ausgewiesenen Flächen sind nördlich der Hafenstraße bereits teils denkmalgeschützte Be- standsbauten, und westlich der Ludwig-Jahn-Straße eine zur Zeit temporär durch einen Holzhandel ge- nutzte Fläche vorhanden. Die restlichen Flächenanteile bestehen im Nordosten aus einer Brachfläche und zeigen sich ansonsten momentan unversiegelt, von Rasen und teils von Einzelbäumen und Baumgruppen bestanden (s. **Abb. 2**). Die nördlich gelegenen Mischnutzungsflächen MI1 sind im B-Plan mit einer Grund- flächenzahl von 0,6 sowie zwei bis vier Vollgeschossen festgesetzt. Den südlichen Flächen MI2 ist bei iden- tischer Grundflächenzahl eine Zwei- bis Dreigeschossigkeit vorgeschrieben.

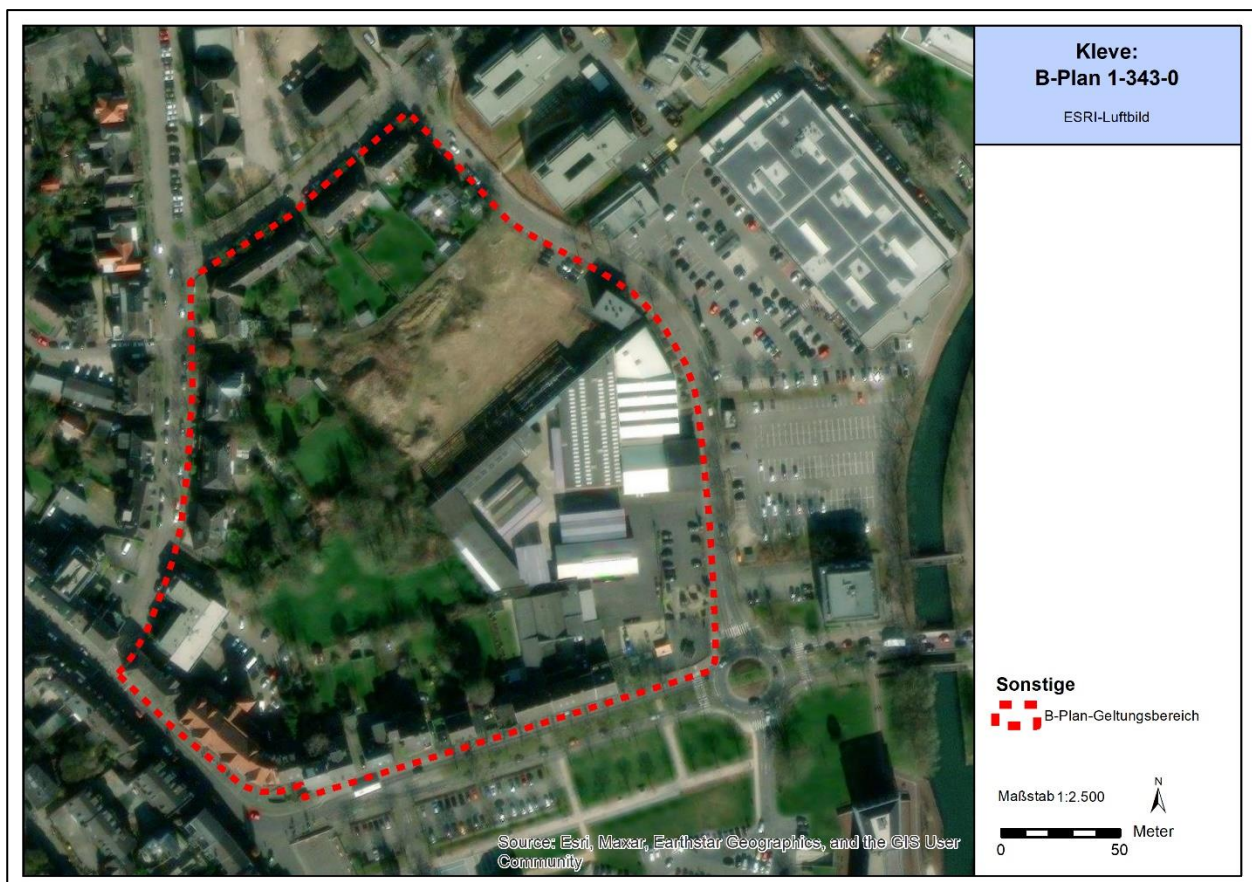


Abb. 2: Orthofoto des B-Plan-Geltungsbereichs und dessen naher Umgebung.

An die Planfläche selbst schließt nach Norden und Westen die größtenteils durchgrünte Einzel- und Reihenhausbauung der Unterstadt und ein Studierendenwohnheim an, während sich der Bereich östlich des B-Plangebiets bis zum Spoykanal und darüber hinaus durch großflächig versiegelte Parkplatzflächen und Gewerbegebäude charakterisiert. Südlich des B-Plan-Geltungsbereichs folgt die ruhigkeitsarme, grüne Flur der Wallgrabenzzone, an welche das abermals stark verdichtete Innenstadtquartier angrenzt.

Im Folgenden werden die möglichen Effekte auf das Stadtklima durch die Nutzungsänderung beurteilt. Die Grundlage hierfür stellen die modellgestützten Ergebnisse der zwischen 2021 und 2023 erarbeiteten Stadtklimaanalyse Kleve und die daraus abgeleitete Planungshinweiskarte Stadtklima dar (GEO-NET 2023). Eine Veröffentlichung der Ergebnisse der Stadtklimaanalyse im Rahmen eines Geoportals durch die Stadt und den Kreis Kleve ist in Planung.

2 Stadtklimatische Situation und Beurteilung der Nutzungsänderung

Ausgangspunkt für die Ermittlung der klimatischen Zusammenhänge ist eine austauscharme, sommerliche Hochdruckwetterlage, die häufig mit einer überdurchschnittlich hohen Wärmebelastung in den Siedlungsräumen sowie lufthygienischen Belastungen einhergeht. Während bei einer windstarken „Normallage“ der Siedlungsraum gut durchlüftet wird und eine Überwärmung kaum gegeben ist, stellt die windschwache Hochdruckwetterlage mit wolkenlosem Himmel im Sommer eine „Worst Case“-Betrachtung dar. Unter diesen Rahmenbedingungen können nächtliche Kalt- und Frischluftströmungen aus innerstädtischen Grün- und Brachflächen zum Abbau einer Wärmebelastung in den überwärmten Siedlungsflächen beitragen.

Die folgenden Informationen wurden der angesprochenen Stadtklimaanalyse Kleve entnommen. Mit der räumlichen Auflösung des Modells von 5 m wurden Grünstrukturen und Gebäude explizit berücksichtigt, wodurch deren Einfluss auf den Luftaustausch detailliert abgebildet werden kann. Der hohe räumliche Detaillierungsgrad erlaubt Aussagen nicht nur für gesamtstädtische Planwerke (z.B. FNP), sondern auch für die B-Planebene oder städtebauliche Wettbewerbe. Darüber hinaus wird auch die Wärmebelastung am Tage in die Gesamtbewertung der Siedlungsflächen einbezogen.

2.1 Lufttemperatur zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens

Ein erholsamer Schlaf ist nur bei günstigen thermischen Bedingungen möglich, weshalb der Belastungssituation in den Nachtstunden eine besondere Bedeutung zukommt. Da die klimatischen Verhältnisse der Wohnräume in der Nacht im Wesentlichen nur durch den Luftwechsel modifiziert werden können, ist nach VDI-Richtlinie 3787, Blatt 2 die Temperatur der Außenluft der entscheidende Faktor bei der Bewertung der thermophysiologicalen Belastung (VDI 2008). Entsprechend spiegelt die Beurteilung des Bioklimas weniger die thermische Beanspruchung des Menschen im Freien wider als vielmehr die positive Beeinflussbarkeit des nächtlichen Innenraumklimas. Als optimale Schlaftemperaturen werden gemeinhin

16 - 18 °C angegeben (UBA 2016), während Tropennächte mit einer Minimumtemperatur ≥ 20 °C als besonders belastend gelten.

Die bodennahe Lufttemperatur in 2 m ü. Gr. zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens ist in **Abb. 3** aufgetragen. In den Siedlungsräumen weisen die Typologien mit freistehenden Einfamilienhäusern und Gärten westlich der Planfläche die niedrigsten Temperaturen auf. Sie betragen etwa 15,5 bis 16,5 °C, wobei im Bereich größerer Hausgärten lokal auch noch niedrigere Temperaturen anzutreffen sind. Mit Temperaturen zwischen 16,5 und 17,0 °C zeigt sich die Zeilen- und Hochhausbebauung des Campus Kleve (Hochschule Rhein-Waal) westlich des Spoykanals durch dessen hohen Grünanteil nur geringfügig etwas wärmer. Besonders warm treten die zahlreichen hochversiegelten Gewerbe- sowie Parkplatzflächen und Straßenräume im Osten des Untersuchungsgebiets hervor, bei Temperaturwerten von überwiegend 18 bis 20 °C. Die höchsten Werte werden mit Temperaturen von teils über 20 °C in der Innenstadt, im Bereich Große Straße/Herzogstraße erreicht.

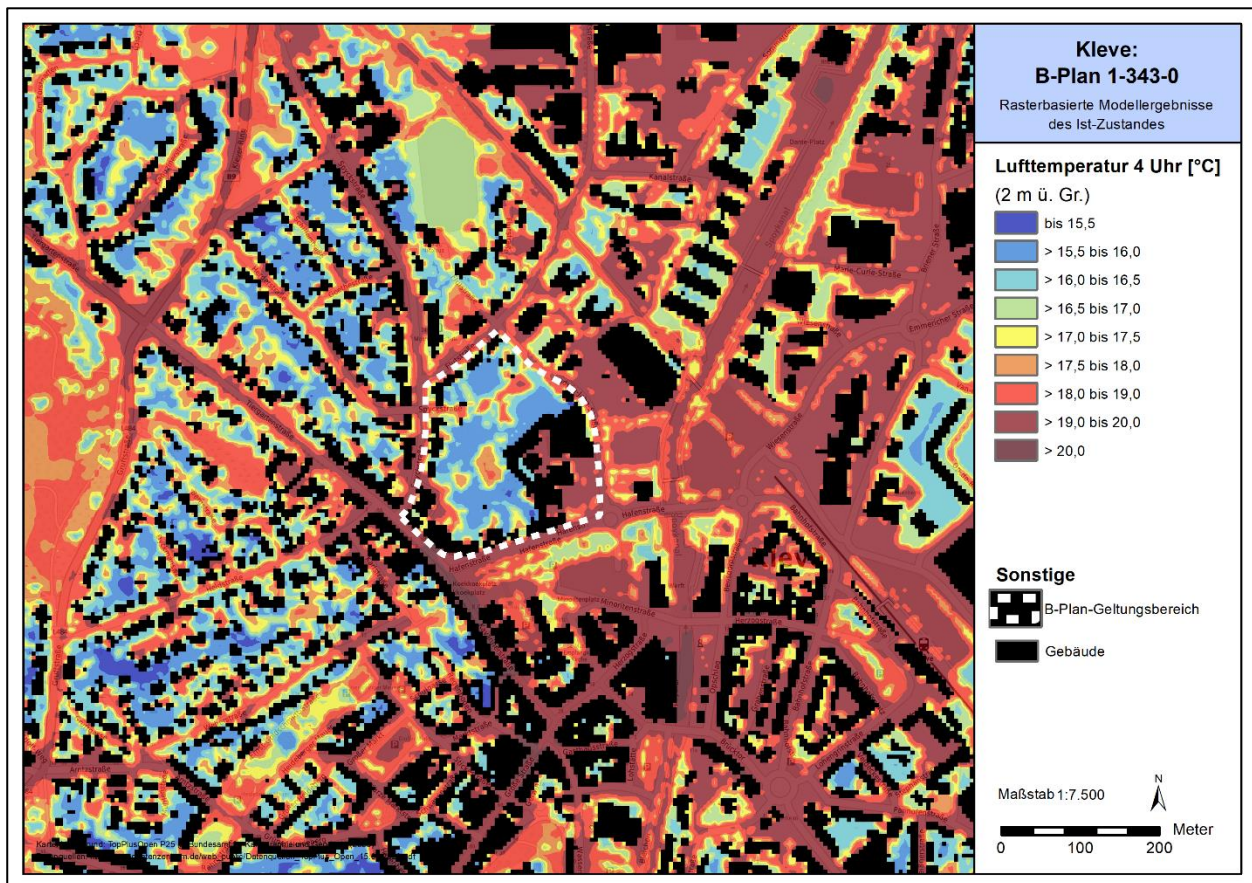


Abb. 3: Nächtliches Temperaturfeld zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens (2 m über Grund in °C).

Das Planareal selbst weist heutzutage ein sehr heterogenes Temperaturgefüge auf. Die Vielzahl ruhigkeitsarmer Grünflächen ist mit Kaltluftproduktion assoziiert und weist eine gute Durchströmbarkeit auf, was sich in den geringen Temperaturwerte zwischen unter 15,5 und 16,5 °C widerspiegelt. Etwas wärmer, mit Werten bis ca. 18 °C, sind in der Nacht die baumbestandenen Bereiche, deren Kronendächer die nächtliche Ausstrahlung der Bodenflächen vermindern. Die wärmsten Bereiche mit Temperaturen zwischen 19

und teils über 20 °C sind einerseits innerhalb des stark versiegelten Holzfachhandels und dessen Parkplatzflächen, andererseits im asphaltierten Parkbereich im Hinterhof der westlich gelegenen Bestandsbebauung festzustellen.

Insgesamt gesehen spiegeln sich Versiegelungsgrad und Bebauungsdichte der einzelnen Siedlungstypologien deutlich im nächtlichen Temperaturfeld wider. Die heterogene Bebauungsstruktur weist somit ein breites Spektrum an auftretender Wärmebelastung auf und ist im Umfeld der B-Planfläche als schwach bis hoch einzuordnen.

2.2 Kaltluftströmungsfeld zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens

Die bodennahe Temperaturverteilung bedingt horizontale Luftdruckunterschiede, die wiederum Auslöser für lokale thermische Windsysteme sind. Ausgangspunkt dieser Prozesse sind die nächtlichen Temperaturunterschiede, die sich zwischen Siedlungsräumen und vegetationsgeprägten Freiflächen bzw. dem Umland einstellen (**Abb. 4**). An den geneigten Flächen setzt sich außerdem abgekühlte und damit schwerere Luft in Richtung zur tiefsten Stelle des Geländes in Bewegung. So können z.B. an Hängen nächtliche Kaltluftabflüsse entstehen (u.a. Mosimann et al. 1999). Die Windgeschwindigkeit dieses kleinräumigen Phänomens wird in erster Linie durch das Temperaturdefizit zur umgebenden Luft bestimmt und durch eine vorhandene Neigung des Geländes $> 1^\circ$ verstärkt. Neben den durch die Geländeform bedingten Strömungen mit Kaltluftabflüssen bilden sich auch so genannte Flur-/Strukturwinde, d.h. eine direkte Ausgleichsströmung vom hohen zum tiefen Luftdruck, aus. Sie entstehen, wenn sich stark überbaute oder versiegelte Gebiete stärker erwärmen als umliegende Freiflächen, und dadurch ein thermisches Tief über den urbanen Gebieten entsteht (u.a. Kiese et al. 1992).

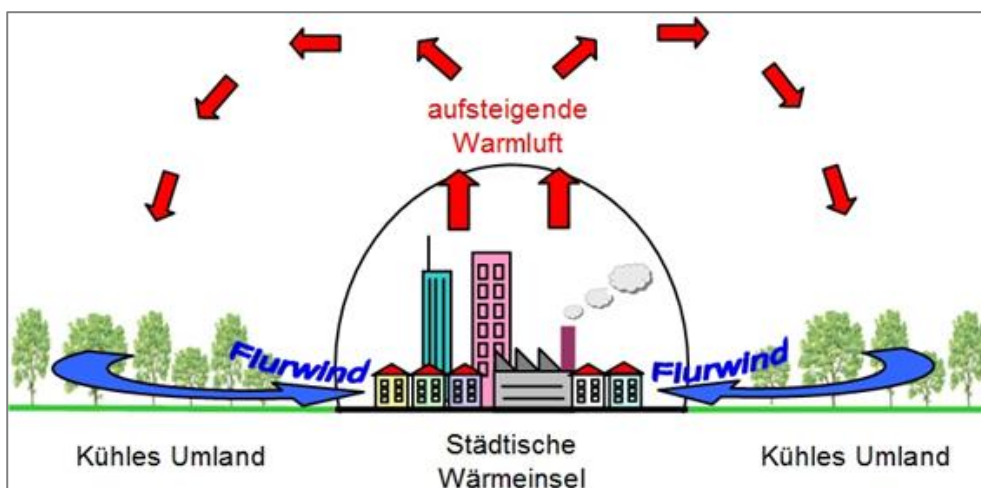


Abb. 4: Prinzipskizze Flurwind

Für die Ausprägung dieser Strömungen ist es wichtig, dass die Luft über eine gewisse Strecke beschleunigt werden kann und nicht durch vorhandene Hindernisse wie dichte Baumbestände und Bauten abgebremst wird. Die Flur-/Strukturwinde sind eng begrenzte, oftmals nur schwach ausgeprägte Strömungsphänomene, die bereits durch einen schwachen überlagernden Wind (d.h. die großräumige Windströmung in

der Höhe) überdeckt werden können. Die landnutzungstypischen Temperaturunterschiede beginnen sich schon kurz nach Sonnenuntergang herauszubilden und können die ganze Nacht über andauern. Dabei erweisen sich insbesondere Wiesen- und Ackerflächen als kaltluftproduktiv. Abhängig von den Oberflächeneigenschaften und Abkühlungsraten geht damit die rasche Entwicklung von Kaltluftströmungen einher, die zunächst vertikal nur von geringer Mächtigkeit (5-10 m Schichthöhe) sind und sich zwischen der Vielzahl der unterschiedlich temperierten Flächen ausbilden. Diese kleinskaligen Windsysteme werden, je nach lokalen Bedingungen, im Laufe der Nacht von horizontal und vertikal etwas mächtigeren Flur- und Hangwinden (mehrere Dekameter Mächtigkeit) überdeckt, die zwischen den großen Freiflächen und überbauten Arealen entstehen.

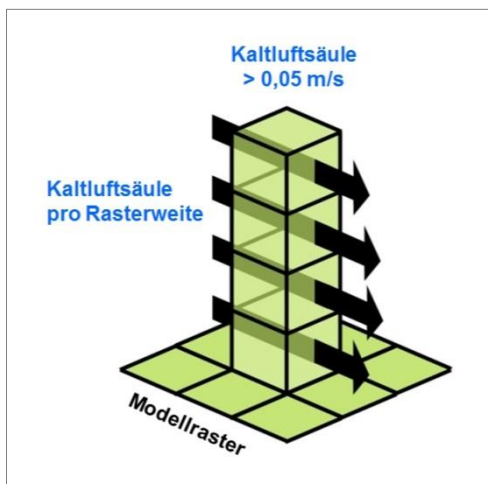


Abb. 5: Prinzipskizze Kaltluft

Den lokalen thermischen Windsystemen kommt eine besondere Bedeutung beim Abbau von Wärme- und Schadstoffbelastungen größerer Siedlungsräume zu. Weil die potenzielle Ausgleichsleistung einer Grünfläche als Kaltluftentstehungsgebiet nicht allein aus der Geschwindigkeit der Kaltluftströmung resultiert, sondern zu einem wesentlichen Teil durch ihre Mächtigkeit (d.h. durch die Höhe der Kaltluftschicht) mitbestimmt wird, ist zur Beurteilung der klimatischen Ausgangssituation mit dem Kaltluftvolumenstrom ein weiterer Parameter heranzuziehen (**Abb. 5**). Unter dem Begriff Kaltluftvolumenstrom versteht man, vereinfacht ausgedrückt, das Produkt aus der Fließgeschwindigkeit der Kaltluft, ihrer vertikalen Ausdehnung (Schichthöhe) und der horizontalen Ausdehnung des durchflossenen Querschnitts (Durchflussbreite). Er beschreibt somit diejenige Menge an Kaltluft in der Einheit m^3 , die in jeder Sekunde durch den Querschnitt beispielsweise eines Hanges oder einer Leitbahn fließt.

Abb. 5 zeigt das zum nächtlichen Analysezeitpunkt ausgeprägte Feld des Kaltluftvolumenstroms in zwei Ebenen. Die Strömungsrichtung wird über die Pfeilrichtung in Form von Vektoren abgebildet, während der Kaltluftvolumenstrom über eine Flächenfarbe dargestellt wird.

Die Klimasimulation zeigt die größten Werte des Kaltluftvolumenstroms zwischen 20 und teils über $30 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ im Westteil des untersuchten Ausschnitts. Die außerhalb des Untersuchungsgebietes über den unbebauten Frei- und Waldflächen des Klever Umlandes gebildeten Kaltluftmengen strömen über die ruhigkeitsarme Einzelhausbebauung und die zahlreichen Grünstrukturen hinweg weitgehend ungehindert weiter östlich in Richtung der Unter- und Innenstadt. Durch die im westlichen Bestandsbau der Planfläche eingehaltenen Bauwiche und die überwiegend ruhigkeitsarmen Wiesen- und Freiflächen kann die Kaltluft den B-Plan-Geltungsbereich bei Kaltluftvolumenströmen zwischen ca. 15 und $20 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ weitgehend ungestört überströmen. In Richtung Nordosten gelingt so noch eine gute Durchlüftung von Teilen der nordöstlich angrenzenden Studierendenwohnheime. Der heutige Holzfachhandel im Osten der Planfläche wirkt hingegen zum einen durch seine Rauigkeit als Strömungshindernis und zieht andererseits bedingt durch seinen hohen Versiegelungsgrad und die damit verbundene starke Überwärmung Kaltluft

aus der Umgebung an. Dadurch geht in dessen Lee¹ der Kaltluftvolumenstrom bis auf Werte von teils unter $10 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ zurück. Infolge der einheitlich hohen Temperaturen und der dadurch geringen Temperaturunterschiede im Bereich der östlich des Plangebiets gelegenen Gewerbe- und Parkplatzflächen kommt die Kaltluftströmung in diesen Räumen trotz grundsätzlich guter Durchströmbarkeit nahezu zum Erliegen, bei Volumenströmen von teils unter $5 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ bis maximal $10 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$. Auch in der stark überwärmten Innenstadt, die zusätzlich durch die hohen Gebäude über eine größere strömungsmindernde Wirkung verfügt, wurden beispielsweise im Bereich der Herzogstraße solch geringe Kaltluftvolumenströme modelliert.

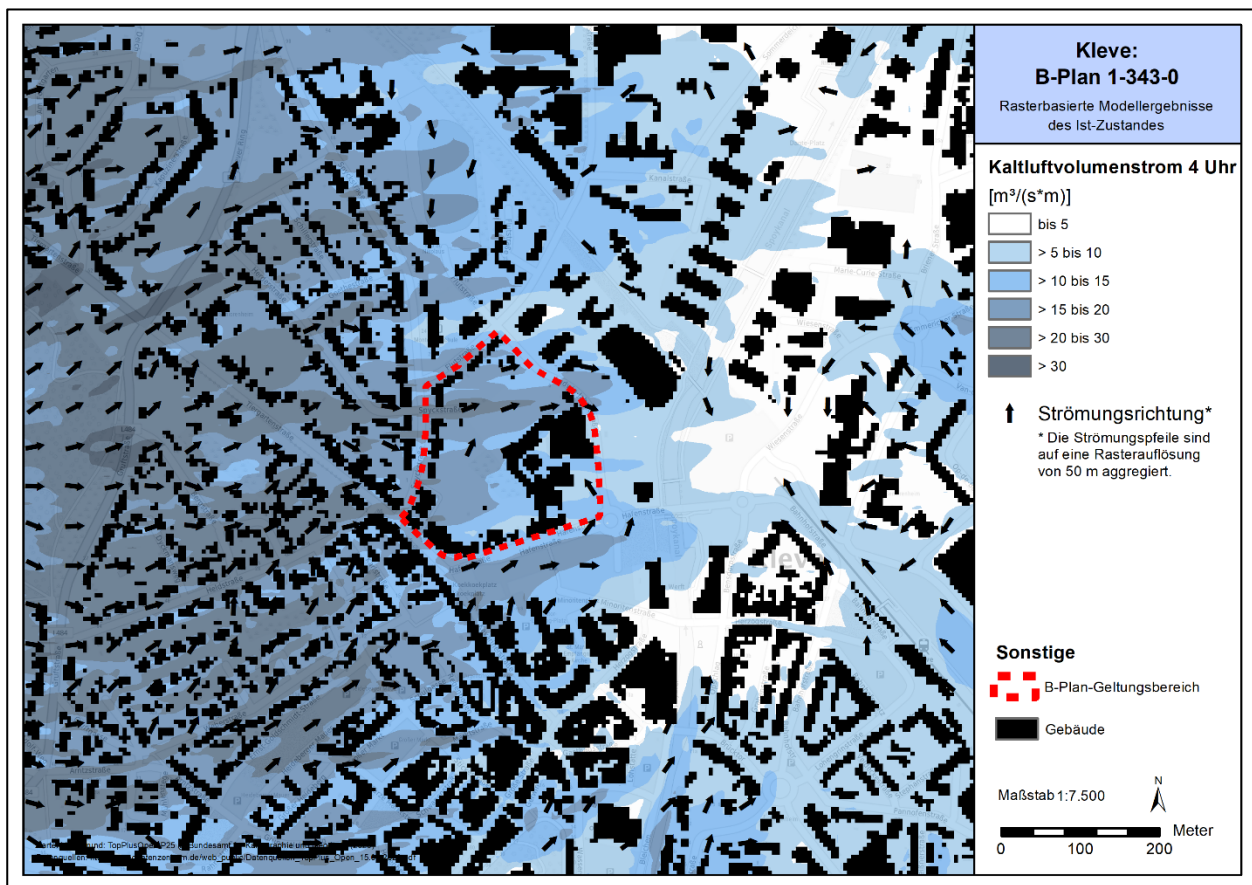


Abb. 6: Kaltluftvolumenstrom und bodennahes Kaltluftströmungsfeld zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens.

Mit Blick auf die Baufelder des Bebauungsplans 1-343-0 in Kleve ist durch die geplante Bebauung eine signifikante Abnahme des Kaltluftvolumenstroms auf den Geltungsbereich selbst und die Bereiche im Lee der Neubauten – vornehmlich gen Nordosten bis Osten – anzunehmen. Dabei können Auswirkungen auf die nordöstlich gelegene Bestandswohnbauung nicht ausgeschlossen werden. Bei der Detailplanung der Baufelder sollte darauf geachtet werden, diese negativen Effekte möglichst gering zu halten. Der Abriss des Holzfachhandels zugunsten eines durchströmbaren Neubaus bietet jedoch die Chance, die strömungs-

¹ Lee: Windabgewandter Bereich

abschwächende Wirkung gen Osten weiter zu verringern. Da der Großteil der östlich nachfolgenden Flächen einer gewerblichen Nutzung unterliegen, sind mögliche Auswirkungen auf das Strömungsgeschehen in diesem Bereich jedoch als untergeordnet einzustufen.

2.3 Wärmebelastung am Tage

Zur Bewertung der Wärmebelastung am Tage werden Indizes verwendet, die Aussagen zur Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit sowie zu kurz- und langwelligen Strahlungsflüssen kombinieren. In Modellen wird der Wärmeaustausch einer „Norm-Person“ mit seiner Umgebung berechnet und die Wärmebelastung eines Menschen abgeschätzt. Zur Bewertung der Tagsituation wird der human-bioklimatische Index PET (Physiologisch Äquivalente Temperatur) um 14 Uhr herangezogen (Matzarakis und Mayer 1996). Für die PET existiert in der VDI-Richtlinie 3787, Blatt 9 eine absolute Bewertungsskala, die das thermische Empfinden quantifiziert (siehe Tabelle A1 im Anhang, VDI 2004).

Abb. 7 zeigt die Verteilung der PET um 14 Uhr in 2 m über Grund für die derzeitige Situation. Zum Auswertzeitpunkt zeigt sich, dass die auftretende Wärmebelastung am Tage vor allem über die Verschattung beeinflusst wird.

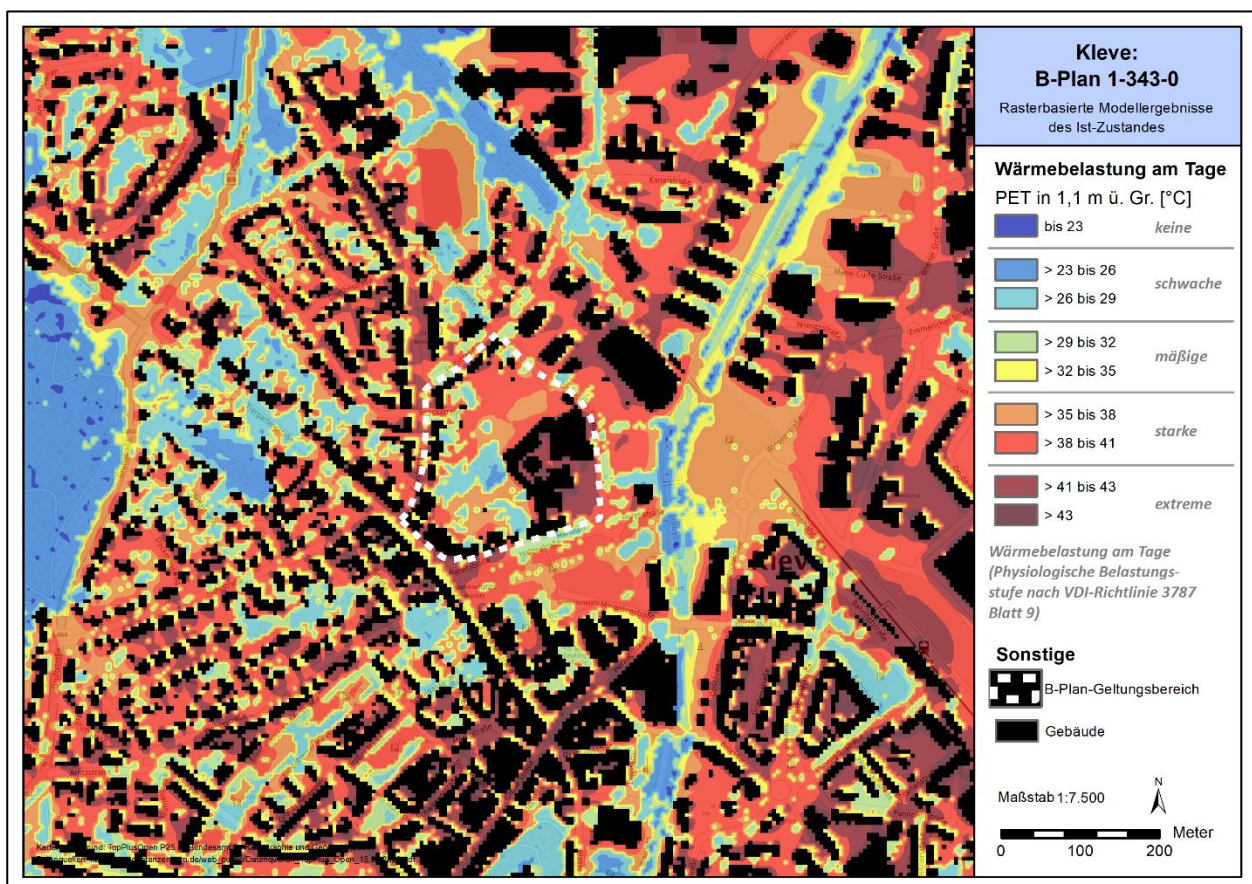


Abb. 7: Physiologisch äquivalente Temperatur (PET) zum Zeitpunkt 14 Uhr nachmittags.

Eine schwache bis keine Wärmebelastung (blaue Farbwerte) sind in den westlich gelegenen Waldbereichen, den baumbestandenen Bereichen rund um die Tiergartenstraße, die Europa-Radbahn oder an der



Baumallee entlang des Spoykanals zu beobachten. Gewässerflächen wie jene des Kanals selbst erhöhen durch Verdunstungseffekte ebenfalls den Aufenthaltskomfort im Freien, weshalb auch in deren Umgebung eine schwache Wärmebelastung erkennbar wird. Eine starke Wärmebelastung (orange bis rote Farben) bei PET-Werten zwischen 35 °C und 41 °C findet sich in unverschatteten und oftmals zusätzlich stark versiegelten Bereichen wieder. Hierzu zählt der Großteil des Untersuchungsgebiets, insbesondere die vielen ebenen und baumarmen Parkplatzflächen östlich des B-Plan-Geltungsbereichs. Zusätzliche Gebäude erhöhen in diesen Arealen die Zahl an Flächen, die solare Strahlung aufnehmen und als Wärme an die Umgebung abgeben können – auch sogenannte Mehrfachreflexionen zwischen Gebäudeflächen und Erdbodenoberflächen erhöhen den Hitzestress weiter. Aus diesem Grund weisen insbesondere die hochversiegelten Quartiere der Innenstadt (z.B. Herzogstraße oder Bahnhofstraße) häufig eine extreme Wärmebelastung bei PET-Werten über 41 °C auf (rotbraune Farbgebungen).

Mäßige Wärmebelastungen mit PET-Werten zwischen 29 °C und 35 °C (grüne und gelbe Farbwerte) finden sich oftmals in den Übergangsbereichen zwischen verschatteten und unverschatteten Arealen oder im zur betrachteten Tageszeit nordöstlich ausgerichteten Gebäudeschatten wieder.

Auf der Planfläche ist ein erneut sehr heterogenes PET-Feld zu beobachten. Günstig zeigen sich die Baumbestände im Westen des Planareals, welche mit einer schwachen Wärmebelastung einhergehen. Die Wiesen- und Freiflächen innerhalb des Plangebiets weisen durch deren geringe Verschattung überwiegend starke Wärmebelastungen auf, während der hochversiegelte und schattenarme Holzfachhandel bei PET-Werten von 41 bis 43 °C und vereinzelt auch darüber, eine extreme Wärmebelastung aufweist.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass hinsichtlich der bioklimatischen Situation am Tage im Umfeld des Plangebietes in den vornehmlich im Westteil vorkommenden, baumbestandenen Bereichen günstige Bedingungen vorliegen. Die weiteren, vornehmlich unverschatteten und darüber hinaus teils ebenerdig versiegelten Flächen bringen heutzutage einen hohen human-bioklimatischen Diskomfort bei starker bis extremer Wärmebelastung mit sich, dem im Zuge der landschaftsplanerischen Ausgestaltung im Umfeld der geplanten Baukörper aktiv entgegengewirkt werden sollte.

3 Planungshinweiskarte Stadtklima und Schlussfolgerungen

Die Planungshinweiskarte Stadtklima bewertet die Stadtstrukturen hinsichtlich der Handlungspriorität für Anpassungsmaßnahmen im Siedlungs- und Verkehrsraum (Wirkraum) sowie des stadtklimatischen Schutzbedarfs von Grün- und Freiflächen (Ausgleichsraum). Die Bewertungen beruhen auf den aus den Modellergebnissen der Stadtklimaanalyse Kleve (s. Kap. 2) abgeleiteten stadtklimatischen Funktionen, ohne die Belange weiterer Fachplanungen zu berücksichtigen, d.h. die Planungshinweiskarte stellt aus klimafachlicher Sicht gewonnenes Abwägungsmaterial für die räumliche Planung dar (**Abb. 8**).

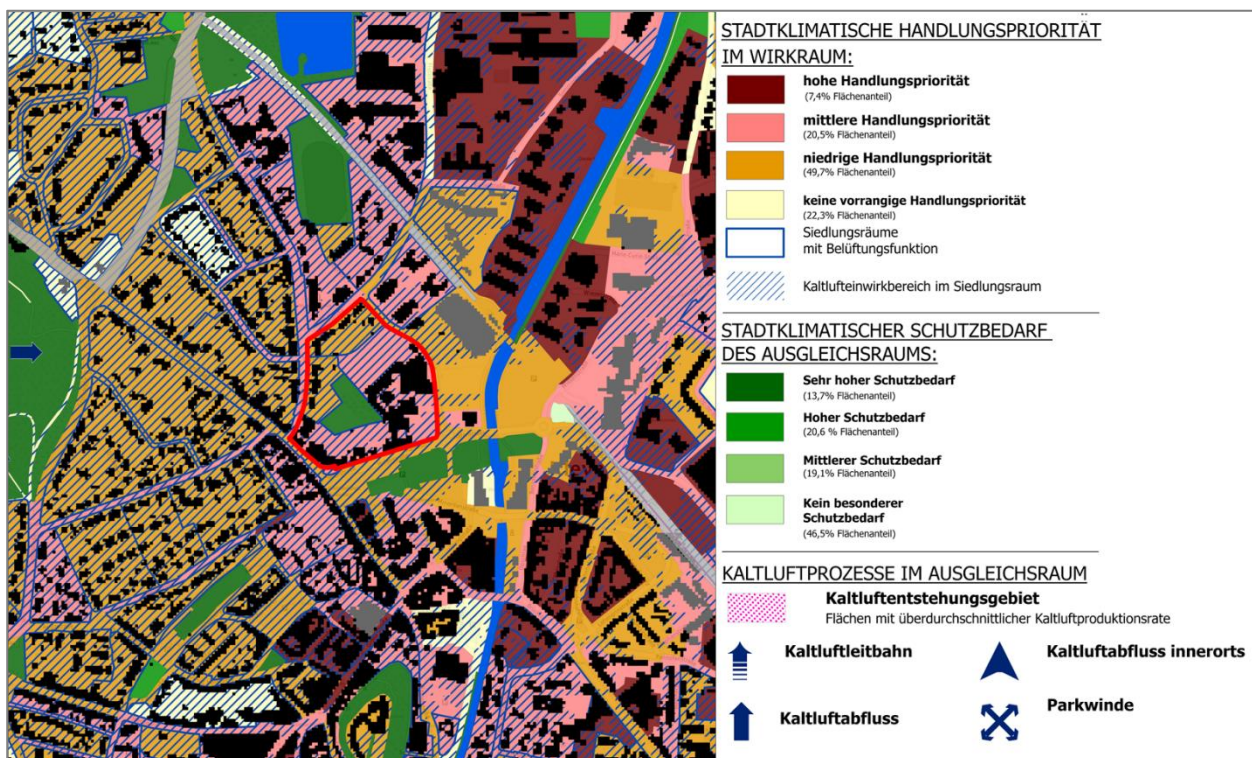


Abb. 8: Planungshinweiskarte Stadtklima im Umfeld des Planareals (Auszug). Der B-Plan-Geltungsbereich ist rot umrandet dargestellt.

Die **stadtklimatische Handlungspriorität im Wirkraum** geht im Wesentlichen mit Bebauungsdichte und Versiegelungsgrad einher, kann kleinräumig aber noch durch den Einfluss von Grünflächen und lokalem Einwirken von Kaltluft variieren. Somit spiegeln sich die räumliche Ausprägung von nächtlicher Lufttemperatur und Kaltluftströmungen einerseits und die Wärmebelastung am Tage andererseits in der Einstufung zur Handlungspriorität in der Planungshinweiskarte wider. Der **stadtklimatische Schutzbedarf im Ausgleichsraum** ergibt sich aus der Funktion der betrachteten Grünflächen für den nächtlichen Kaltlufthaushalt bzw. als Rückzugsort an heißen Tagen.

Der B-Plan-Geltungsbereich umfasst vier Wirkraumflächen entlang seiner Grenzen und eine Grünfläche in dessen Zentrum. Alle betrachteten Wirkraumflächen verfügen aktuell über Kaltlufteinwirkungsbereiche und



über eine Ausweisung als „Siedlungsräume mit Belüftungsfunktion“, was deren heutige gute Kaltluftdurchströmbarkeit bzw. Fähigkeit zur eigenen Kaltluftentstehung, teils auch zugunsten benachbarter Siedlungsräume, aufzeigt.

Die beiden nördlich und westlich gelegenen Flächen der allgemeinen Wohngebiete sind, bedingt durch die lockere Bebauung und die geringe umliegende Flächenversiegelung, mit einer niedrigen Handlungspriorität ausgewiesen. Bei deren baulicher Entwicklung sind daher klimaökologische Standards (u.a. eine geringe Versiegelung, das Einplanen von Bäumen mit ausreichend Wurzelraum und eine Dachbegrünung) zu prüfen. Die drei bisher unbebauten Baufelder des nördlichen allgemeinen Wohnbaugebiets liegen in Bezug auf die von West herannahende Strömung bestmöglich (im Lee des Eckgebäudes Spyckstraße/Flutstraße), werden zukünftig jedoch lokal eine Abschwächung des Kaltluftvolumenstroms bedingen. In VDI-Richtlinie 3787 Blatt 5 (VDI 2003) wird ein quantitatives „Maß der Beeinflussung“ vorgeschlagen, das eine Reduktion der Abflussvolumina um mehr als 10 Prozent im Umfeld von bioklimatisch belasteten Siedlungsgebieten als „hohe vorhabenbedingte Auswirkung“ ausweist. Eine Verringerung um 5-10 Prozent wird als „mäßige Auswirkung“ eingestuft, unterhalb von 5 Prozent wird die Auswirkung einer Volumenstromverringerung als „geringfügig“ angesehen. Um künftig möglichst unterhalb der „hohen vorhabenbedingten Auswirkung“ zu verbleiben, ist es notwendig, den Bereich ansonsten möglichst frei von weiteren Strömungshindernissen zu halten, jedoch großflächig mit Rasen und flachen Strauch- und Heckengewächsen zu bepflanzen, was den Anstoß eigener lokaler Kaltluftproduktionsprozesse ermöglicht. Im Hinblick auf eine weiterhin günstige Tagsituation sind Baumbestände nach Möglichkeit zu erhalten oder im Nachgang Ersatzbaumpflanzungen unter Berücksichtigung des nächtlichen Kaltluftprozessgeschehens vorzunehmen.

Die beiden anderen Wirkraumflächen im Süden² und Osten³ unterliegen einer mittleren Handlungspriorität, welche sich bei beiden Flächen in Bezug auf Tag- und Nachtsituation verschiedenartig zusammensetzt. Die südliche der beiden Flächen verfügt über Baumbestände, die am Tage trotz des vorhandenen, asphaltierten Parkplatzbereichs für eine günstige Aufenthaltsqualität bei durchschnittlich mäßiger Wärmebelastung sorgen. Die östliche Wirkraumfläche des heutigen Holzfachhandels verfügt über keinerlei Verschattungselemente und ist darüber hinaus hochgradig versiegelt, was am Tage eine ungünstige Aufenthaltsqualität bei extremer Wärmebelastung bedingt. Nachts sind beide Flächen als ungünstig eingestuft, wobei die östliche Fläche noch davon profitiert, dass die sowohl mit Kaltluftproduktion als auch guter Überströmbarkeit assoziierte Wiesen- bzw. Brachfläche nördlich des Holzfachhandels dieser Wirkraumfläche zugeschrieben wird.

Infolge der Klassifizierung als Wirkraumflächen mittlerer Handlungspriorität ist bei Bauvorhaben neben der Einhaltung klimaökologischer Standards auf darüberhinausgehende optimierende Maßnahmen zu

² Wirkraumfläche Süd: Umfasst MI2 West, den westlichen Bereich von MI2 Ost und den Südteil des Geh-/Radwegs

³ Wirkraumfläche Ost: Umfasst den Ostteil von MI1 Nord, MI1 Süd, den westlichen Teil von MI2 Ost sowie große Teile des Geh-/Radwegs und die Hälfte der geplanten öffentlichen Grünfläche



achten. Diese umfassen das Freihalten von Durchlüftungsachsen, eine Fassadenbegrünung oder die stadtklimatische Aufwertung öffentlicher Räume durch Bäume, Sonnensegel und Fontänen bzw. Brunnen und damit die Schaffung zugänglicher kühler Orte, welche sich auf der geplanten Grünfläche und der Rad- und Fußverkehrsdurchwegung anbietet.

Bei der Entwicklung der südlichen Wirkraumfläche sollte in erster Linie auf die Aufrechterhaltung des hohen Aufenthaltskomforts am Tage geachtet werden. Hierzu zählen nach Möglichkeit der Erhalt der Bestandsbäume oder die Neupflanzung als Kompensationsmaßnahme, aber auch die Entsiegelung der vorhandenen Parkplatzfläche. Optimal wäre die Verlegung des Parkraums in eine Tiefgarage, die ebenerdig mit einer Rasenfläche und Strauchgewächsen bepflanzt werden kann. Alternativ könnten als weniger wirksame Maßnahme Rasengittersteine o.Ä. anstelle des asphaltierten Untergrunds verwendet werden. Da die Blockfläche weniger stark an das nächtliche Kaltluftprozessgeschehen angebunden ist, spielen Gebäudestellungen in diesem Bereich nur eine untergeordnete Rolle. Auch Nachverdichtungen erscheinen in geringem Maße vertretbar, sollten Veränderungen im Gebäudebestand aus Denkmalschutzgründen nicht möglich sein.

Bei der Entwicklung der östlichen Wirkraumfläche steht das Strömungsgeschehen im Vordergrund. Zum einen sind die neuen Gebäude so anzuordnen, dass sie parallel zum Kaltluftströmungsfeld stehen. Weiterhin ist auf durchströmbare Abstände zwischen den Gebäuden in zweiter Reihe bzw. Bauwiche an der Grundstücksgrenze in Richtung Ludwig-Jahn- bzw. Hafenstraße zu achten. Zudem sollte eine großflächige Entsiegelung und die Etablierung von Wiesenflächen und rauigkeitsarmen Sträuchern und Hecken durchgeführt werden, um eigene Kaltluftproduktionsprozesse auf der Wirkraumfläche zu stärken und die Durch- und Überströmung des Areals auch zukünftig zu gewährleisten. Zur Verbesserung der heutzutage als ungünstig bewerteten Tagsituation mit teils extremen Hitzestress wird die Anpflanzung von Bäumen und Baumgruppen dringend angeraten. Um dem Kaltluftprozessgeschehen nicht im Wege zu stehen, sollten diese vor allem im Lee der neuen Gebäude etabliert werden.

Aufgrund der einerseits durch den vorhandenen Baumbestand bedingte sehr gute Verschattungsfähigkeit am Tage (hohe Aufenthaltsqualität) und den andererseits durch die rauigkeitsarme Wiesenfläche ermöglichen, in Bezug auf die Gesamtstadt überdurchschnittlich hohen Kaltluftvolumenstrom sowie die unmittelbare Nähe zu klimatisch belastetem Siedlungsraum, erhielt die zentral auf der Planfläche gelegene Grünfläche⁴ in der Planungshinweiskarte den höchstmöglichen Schutzbedarf (sehr hoch). Die beschriebenen stadtklimatischen Gunstwirkungen für den B-Plan-Geltungsbereich und dessen Umfeld sollten auch nach Umsetzung des Bauvorhabens bestehen bleiben.

Insgesamt ist die bisher unbebaute, nördliche MI1-Fläche, die zum Großteil auch die beschriebene Grünfläche enthält, die vulnerabelste der im B-Plan vermerkten Gebiete baulicher Nutzung und sollte zuguns-

⁴ Grünfläche: Umfasst Westteil von MI1 Nord, den Großteil der Zufahrtsstraße vom Spyckstraße aus und die Hälfte der geplanten öffentlichen Grünfläche

ten der Kaltluftströmung in Richtung des nordwestlich anschließenden Quartiers (Studierendenwohnheim) möglichst strömungsparallel bebaut werden. Dabei ist darauf zu achten, den rauhigkeitsarmen Abstand der Südostfassaden der Neubauten im allgemeinen Wohngebiet WA2 zu den Nordwestfassaden der MI1-Bauten möglichst groß zu halten, um die bestehende Strömung in Richtung Nordosten zu stärken. Eine weitere lokale Struktur dieser Art mit Leitbahncharakter gen Nordosten wird durch den – an dessen Rändern vorzugsweise mit flacher Vegetation bestandenen – künftigen Geh- und Radweg erreicht. Bei baulichen Entwicklungen auf der südlichen MI1-Fläche und den MI2-Flächen herrscht enormes Entsiegelungs- und Begrünungspotenzial vor, um der großen nächtlichen Überwärmung und dem teils extremen Hitzestress am Tage entgegenzuwirken. Allgemeine Hinweise hierzu sind im Folgenden zusammengetragen:

Bedeutung von Dach- und Fassadenbegrünung

Die Dach- und Fassadenbegrünung zählen zu den effektiven Maßnahmen, die Erwärmung der Gebäude am Tage abschwächen. Sie wirkt zweifach positiv auf einen Gebäudebestand ein, da einerseits durch die Schattenspende die Wärmeeinstrahlung am Tage reduziert wird und andererseits über die Verdunstungskälte des Wassers Wärme abgeführt wird. Eine Fassadenbegrünung ist insbesondere an West- und Südfassaden wirksam, da hier die stärkste Einstrahlung stattfindet. Darüber hinaus mindert eine Begrünung die Schallreflexion und damit die Lärmbelastung und kann zu einem gewissen Grad Stäube und Luftschadstoffe binden. Die Möglichkeiten bei der Realisierung einer Fassadenbegrünung werden allerdings entscheidend von der baulichen Ausgangssituation mitbestimmt.

Bei einer Dachbegrünung wirkt die Vegetation zusammen mit dem Substrat isolierend und verringert damit das Aufheizen darunter liegenden Wohnraums. Zudem senkt die Dachbegrünung die Oberflächentemperatur des Daches aufgrund der Verdunstung von Wasser ab und verringert die Temperatur in der oberflächennahen Luftschicht. Allerdings kommt es hier durch die Traufhöhe der höheren Gebäude (> 15 m) zu einer vertikalen Entkopplung der positiven Effekte. Nur relativ niedrige Gebäude (< 5 m) mit Dachbegrünung können zu einem im bodennahen Bereich positiven Abkühleffekt beitragen. Gründächer auf 4-5 geschossigen Gebäuden zeigen in der untersten Schicht der Stadtatmosphäre (= Aufenthaltsbereich des Menschen) keinen nennenswerten positiven Temperatureffekt, jedoch profitieren die oberen Geschosse aufgrund der kühleren Luftmassen von einem verbesserten Innenraumklima. Voraussetzung für die Kühlwirkung ist allerdings immer ein ausreichendes Wasserangebot für die Vegetation. Sollte bei längeren Hitzeperioden die Vegetation austrocknen, steigen die Temperaturen wieder auf das Niveau eines normalen Daches an und können sogar darüber hinausgehen. Der Kühlungseffekt für die Innenräume bleibt dabei aber erhalten. Im Winter isoliert ein Gründach zusätzlich und kann zur Senkung des Heizbedarfes beitragen. Ein weiterer Vorteil von Dachbegrünung ist im Retentionsvermögen von Regenwasser zu sehen, wodurch die Kanalisation vor allem bei Starkregenereignissen entlastet wird.

Verringerung der Wärmebelastung im Siedlungsraum

Während am Tage die direkte, kurzwellige Strahlung der Sonne wirksam ist, geben nachts Bauwerke und versiegelte Oberflächen die tagsüber gespeicherte Energie als langwellige Wärmestrahlung wieder ab.



Durch die Verringerung des Wärmeinputs am Tage wird gleichzeitig weniger Strahlungsenergie in der Bau-masse gespeichert und damit in der Nacht auch weniger Wärme an die Luft abgegeben. Neben einer hohen Grünausstattung lässt sich zudem durch die Verwendung von hellen Baumaterialien die Reflexion des Sonnenlichtes (Albedo) erhöhen, so dass ebenerdig versiegelte Flächen oder auch Fassaden stärker zurückstrahlen. Dadurch bleiben sie kühler und nehmen damit insgesamt weniger Wärmeenergie auf. Hierbei ist jedoch darauf zu achten, dass die verwendete Farben keine blendende Wirkung ausüben.

Grünflächen und Aufenthaltsbereiche im Freien

Eine intensive Begrünung sowohl des Straßenraums als auch des geplanten Quartiers mit Bäumen steigert die Aufenthaltsqualität im Freien beträchtlich, da somit große beschattete Bereiche geschaffen werden. Damit wird auch das Gehen/Radfahren im Schatten ermöglicht. Hierbei ist jedoch stets das nächtliche Kaltluftprozessgeschehen zu berücksichtigen, denn Bäume wirken als Strömungshindernisse auf die Kaltluftströmung und sind in leitbahnähnlichen Strukturen daher nur punktuell einzusetzen. Ein weiteres klimaausgleichendes Gestaltungselement können Brunnenanlagen in den Platzbereichen bzw. Freiflächen darstellen. Insbesondere die Temperaturspitzen können kleinräumig durch die durch Wasserflächen erzeugte Verdunstungskälte reduziert werden und die Aufenthaltsqualität im Freien verbessern. Ziel sollte sein, möglichst vielgestaltige „Klimaoasen“ zu schaffen, welche ein abwechslungsreiches Angebot für die unterschiedliche Nutzungsansprüche der Menschen (z.B. windoffene und windgeschützte Bereiche, offene „Sonnenwiesen“, beschattete Bereiche) darstellen.



4 Literatur

- GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH 2023: Stadtklimaanalyse Kleve. Im Auftrag der Stadt Kleve, FB 64 – Klimaschutz, Umwelt und Nachhaltigkeit sowie FB 61 – Planen und Bauen.
- KIESE, O. ET AL. (1992) : Stadtklima Münster. Entwicklung und Begründung eines klimarelevanten Planungskonzeptes für das Stadtgebiet von Münster. Stadt Münster – Werkstattberichte zum Umweltschutz 1/1992
- MATZARAKIS, A. UND MAYER, H. 1996: Another kind of environmental stress: Thermal stress. WHO Newsletter No. 18: 7-10
- MOSIMANN, TH., TRUTE, P. UND FREY, TH. 1999: Schutzgut Klima/Luft in der Landschaftsplanung. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen, Heft 4/99, S. 202-275.
- UBA 2016: Heizen, Raumtemperatur, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/umweltbewusstleben/heizen-raumtemperatur (13.10.2020).
- VDI 2008: VDI-Richtlinie 3787 Blatt 2. Umweltmeteorologie. Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung. Teil I: Klima, Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf.
- VDI 2004: Richtlinie VDI 3787 Blatt 9 Umweltmeteorologie – Berücksichtigung von Klima und Lufthygiene in räumlichen Planungen. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf.

Im Auftrag der
Stadt Kleve
Stadtplanung
Minoritenplatz 1
47533 Kleve

GEO-NET Umweltconsulting GmbH
Hannover, den 12.12.2023

Erstellt von:

Gregor Meusel (M.Sc. Meteorologie)

Gepprüft von:

Janine Könitz (M.Sc. Umweltnaturwissenschaften)

Die Erstellung der Klimaexpertise erfolgte entsprechend dem Stand der Technik nach besten Wissen und Gewissen. Die Klimaexpertise bleibt bis zur Abnahme und Bezahlung alleiniges Eigentum des Auftragnehmers. Eigentum und Nutzungsrecht liegen bei den Auftraggebern.



5 Anhang

Tab. A 1: Zuordnung von Schwellenwerten für den Bewertungsindex PET in den Tagesstunden (Auszug nach VDI 2004).

PET	Thermisches Empfinden	Physiologische Belastungsstufe
20 °C	Behaglich	Keine Wärmebelastung
23 °C	Leicht warm	Schwache Wärmebelastung
29 °C	Warm	Mäßige Wärmebelastung
35 °C	Heiß	Starke Wärmebelastung
41 °C	Sehr heiß	Extreme Wärmebelastung