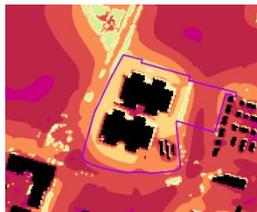
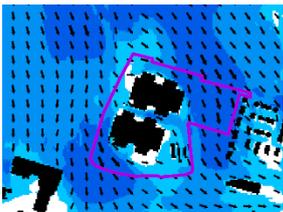
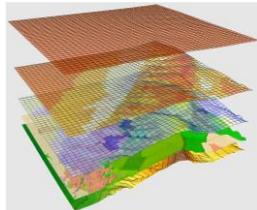
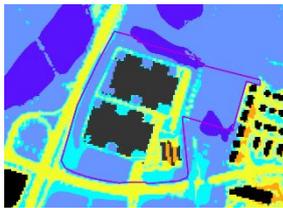


# Klimaökologisches Gutachten: Bad Vilbel – 5. Änderung Bebauungsplan „Im Schleid“

Modell-gestützte Analyse des Einflusses der  
beabsichtigten Bebauungsplanänderung auf das Schutzgut Klima



Auftraggeber:

**ERM GmbH**  
Siemensstr. 9  
63263 Neu-Isenburg



**GEO-NET Umweltconsulting GmbH**

Große Pfahlstraße 5a  
30161 Hannover

Tel. (0511) 3887200  
FAX (0511) 3887201

[www.geo-net.de](http://www.geo-net.de)

In Zusammenarbeit mit: Prof. Dr. Günter Groß  
Anerkannt beratender Meteorologe (DMG)  
Öffentlich bestellter Gutachter für Immissionsfragen und  
Kleinklima der IHK Hannover und Hildesheim

Hannover, Mai 2025



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>3</b>
1.1	Vorstellung des Untersuchungs- und Plangebiets .....	4
1.2	Planvorhaben .....	7
1.3	Klimawandel in Städten .....	7
<b>2</b>	<b>Methodik</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Ergebnisse der klimaökologischen Modellierung</b> .....	<b>12</b>
3.1	Lufttemperatur in der Nacht.....	12
3.2	Kaltluftprozessgeschehen in der Nacht .....	16
3.3	Wärmebelastung am Tage .....	27
<b>4</b>	<b>Schlussfolgerung</b> .....	<b>32</b>
4.1	Bewertung der Nachtsituation.....	32
4.2	Bewertung der Tagsituation.....	33
4.3	Gesamtbewertung .....	33
<b>5</b>	<b>Planungshinweise und Maßnahmen</b> .....	<b>34</b>
<b>6</b>	<b>Literatur</b> .....	<b>37</b>
	<b>Anhang</b> .....	<b>38</b>



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Untersuchungsgebiet Schutzgut Klima für das Bebauungsplangebiet „Im Schleid“. Größe des Plangebiets (violetter Umring): rd. 13 Hektar. ....	4
Abbildung 2: Geländehöhe in Meter über Normalhöhennull (m ü. NHN) .....	6
Abbildung 3: Nutzungsklassen im Ist-Zustand.....	10
Abbildung 4: Nutzungsklassen im Plan-Szenario.....	11
Abbildung 5: Lufttemperatur im Status quo in 2 Meter über Grund um 4 Uhr nachts. ....	13
Abbildung 6: Lufttemperatur im Plan-Szenario in 2 Meter über Grund um 4 Uhr nachts.....	14
Abbildung 7: Änderung der nächtlichen Temperatur im Plan-Szenario.....	15
Abbildung 8: Strömungsfeld und -geschwindigkeit im Status quo in 2 m über Grund um 4 Uhr nachts. .	17
Abbildung 9: Strömungsfeld und Strömungsgeschwindigkeit im Plan-Szenario in 2 m über Grund um 4 Uhr nachts. ....	19
Abbildung 10: Änderung der Strömungsgeschwindigkeit im Plan-Szenario im Vergleich zum Status quo. ....	20
Abbildung 11: Prinzipskizze Kaltluftvolumenstrom.....	21
Abbildung 12: z-transformierte Kaltluftvolumenstromdichte und Windfeld im Status quo. ....	22
Abbildung 13: z-transformierte Kaltluftvolumenstromdichte und Windfeld im Plan-Szenario.....	23
Abbildung 14: Änderung der Kaltluftvolumenstromdichte [ $m^3/(s*m)$ ] im Plan-Szenario. ....	24
Abbildung 15: Prozentuale Abnahme der KVS-Dichte in der bewohnten Nachbarschaft. ....	26
Abbildung 16: Zuordnung von Schwellenwerten für den Bewertungsindex PET in den Tagesstunden (Auszug nach VDI 2022).....	27
Abbildung 17: Physiologisch äquivalente Temperatur (PET) im Status quo um 14 Uhr nachmittags.....	28
Abbildung 18: Physiologisch äquivalente Temperatur (PET) im Plan-Szenario um 14 Uhr nachmittags...	30
Abbildung 19: Änderung der physiologisch äquivalenten Temperatur (PET) im Plan-Szenario im Vergleich zum Status quo.....	31



## 1 Einleitung

Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens „Im Schleid“ (5. Änderung) in Bad Vilbel wurde von der ERM GmbH ein Gutachten in Auftrag gegeben, welches die klimaökologischen Auswirkungen des Planvorhabens für das festgesetzte Gewerbegebiet sowie für die direkt angrenzende Nachbarschaft mittels eines hochaufgelösten numerischen Modells analysiert.

Das in Abbildung 1 dargestellte Plangebiet ist etwa 13,4 Hektar groß und befindet sich am nordwestlichen Rand der Kernstadt Bad Vilbel. Im Süden wird es von der Nordumgehung Bad Vilbel (L 3008) und im Westen von der Bundesstraße B 3 begrenzt. Östlich liegen die weitgehend fertiggestellten Wohnbauflächen des Baugebiets „Im Schleid“ (Bereich Siemensstraße und Johannes-Gutenberg-Straße), während im Norden landwirtschaftlich genutzte Flächen anschließen. Südwestlich grenzt ein Gewerbegebiet an, das zum Bad Vilbeler Stadtteil Massenheim gehört. Im Süden grenzt das geplante Gewerbegebiet des Baugebietes "Krebschere" an.

Die Flächenentwicklung soll auf einer derzeitigen Agrarfläche am Siedlungsrand stattfinden. Die Planung sieht, auf der im Bebauungsplan überwiegend als Gewerbegebiet (GE) festgesetzten Fläche, die Errichtung eines Rechenzentrums vor. Zudem sollen gewerbliche Lagerflächen für die Stadt Bad Vilbel hergestellt werden.

Anhand einer modellgestützten Klimaanalyse sollen die klimaökologischen Auswirkungen des Planvorhabens mit Fokus auf gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnissen untersucht werden. Bei der Modellierung werden die kleinräumigen Temperatur- und Strömungsverhältnisse ausgegeben und analysiert. In diesem Gutachten werden die Ausgangssituation sowie die klimaökologischen Auswirkungen des Planvorhabens auf Grundlage des vorliegenden Konzepts des Vantage Data Centers (Entwurf 15.04.2025, s. Anhang) und dem Bebauungsplan „Im Schleid“ (5. Änderung) betrachtet.



### Expertise Klimaökologie - 5. Änderung Bebauungsplan "Im Schleid"

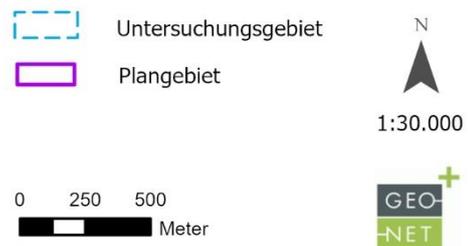


Abbildung 1: Untersuchungsgebiet Schutzgut Klima für das Bebauungsplangebiet „Im Schleid“. Größe des Plangebiets (violetter Umring): rd. 13,4 Hektar.

#### 1.1 Vorstellung des Untersuchungs- und Plangebiets

##### Nutzungsstruktur

Südlich des Plangebiets erstrecken sich brachliegende Grünflächen, welche sich gemäß dem Bebauungsplan „Krebschere“ (13. Änderung) voraussichtlich zeitnah zu einem Gewerbegebiet entwickeln werden. Des Weiteren befinden sich Mischgebiete mit Wohn- und Gewerbenutzungen im südlichen Teil des Untersuchungsgebiets. Nördlich des Plangebiets schließen Agrarflächen an. Östlich befindet sich ein Neubaugebiet mit Wohnnutzung, welches durch Bahngleise von einem weiteren Mischgebiet abgetrennt ist. Südwestlich befindet sich ein Gewerbegebiet, hinter dem das Wohngebiet des Bad Vilbeler Stadtteils Massenheim beginnt.

Die derzeitige Nutzung auf dem Plangebiet besteht aus einer Agrarfläche.

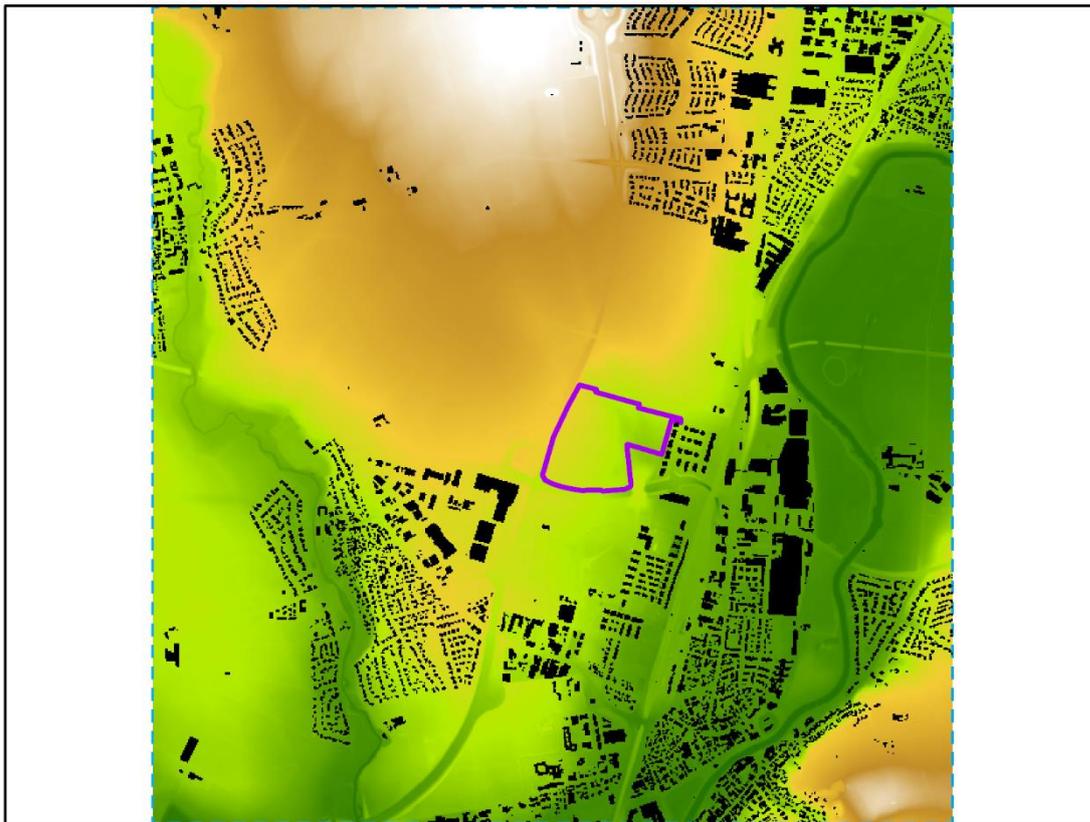


### Geländehöhe

Das dargestellte Untersuchungsgebiet liegt auf einer Höhe von rund 100 bis 165 m ü. NHN (s. Abbildung 2). Im Norden befindet sich ein Geländeplateau auf 150 bis 166 Meter Höhe, welches nach Osten, Westen und Süden auf 100 bis 120 Meter abfällt. Das Plangebiet erstreckt sich in einer Höhe von etwa 130 Metern im Westen bis rund 120 Metern im Osten, wodurch das Gelände um etwa 10 Meter nach Osten abfällt. Die nördlich und nordwestlich gelegenen Agrarflächen liegen mit etwa 140 m ü. NHN höher als das Plangebiet. In östlicher Richtung setzt sich der Geländeverlauf abfallend zum Tal der Nidda fort, während das Gelände im Süden weitgehend auf gleicher Höhe mit dem Plangebiet bleibt.

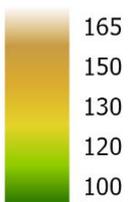
### Strukturhöhe

Unter der Strukturhöhe wird in diesem Zusammenhang die „echte“ Höhe der vorhandenen Nutzungsstrukturen (Gebäude, Bäume, ggf. Lärmschutzwände) über der Geländeoberfläche verstanden. Die Strukturhöhe berechnet sich aus der Differenz des Oberflächenmodells (DOM) und des Geländemodells (DGM). Bei der Modellierung des Mikroklimas wird demnach die Höhe von Gebäuden und Bäumen im Plangebiet berücksichtigt. Bei der Modellierung des Bauvorhabens wurden die Höhen der geplanten Gebäude aus dem vorliegenden Konzept des Vantage Data Centers (Entwurf 15.04.2025) verwendet.



**Expertise Klimaökologie - 5. Änderung Bebauungsplan "Im Schleid"**

Geländehöhe in m ü. NHN



--- Untersuchungsgebiet

— Plangebiet

■ Gebäude

0 250 500  
Meter

N  
1:30.000



Abbildung 2: Geländehöhe in Meter über Normalhöhennull (m ü. NHN)



## 1.2 Planvorhaben

In dem vorliegenden Gutachten werden die aktuelle klimaökologische Situation für das vorgestellte Plangebiet sowie die zu erwartenden Änderungen durch die geplante Bebauung behandelt. Das überplante Gebiet besitzt eine Gesamtgröße von rund 13,4 ha und ist gegenwärtig eine Agrarfläche am nördlichen Stadtrand von Bad Vilbel. Das Plangebiet wird im Bebauungsplan (5. Änderung) großteils als Gewerbegebiet (GE) ausgewiesen.

Gemäß dem vorliegenden Konzept des Vantage Data Centers (Entwurf 15.04.2025, s. Anhang) ist auf dem Plangebiet die Errichtung eines Rechenzentrums vorgesehen. Zudem sollen gewerbliche Lagerflächen für die Stadt Bad Vilbel hergestellt werden.

Die Planung sieht den Bau von zwei quasi identisch geplanten Gebäuden (Datenhallen) mit einer Maximalhöhe von 32,5 Metern vor. Um die Gebäude herum wird Fläche für Parkplätze und Planstraßen versiegelt, zudem sind 3 schmale Gebäude von 6, 8 und 10 Meter Höhe am südöstlichen Plangebietsrand vorgesehen. In den mit roter Farbsignatur gekennzeichneten Gebäudeteilen sind Büros und Aufenthaltsräume für die Mitarbeiter des Rechenzentrums geplant, welche sowohl tagsüber als auch nachts (mit reduzierter Mitarbeiterzahl) besetzt sind. Der Rest der Planfläche bleibt unversiegelt, zudem werden an der Ost-, Nord- und Westgrenze Baumreihen gepflanzt.

## 1.3 Klimawandel in Städten

Sommertage mit besonders hohen Temperaturen und Hitzeperioden können ein gesundheitliches Risiko darstellen, wovon vor allem die sogenannten sensiblen Teile der Bevölkerung wie ältere Menschen, Schwangere, Babys und Kleinkinder sowie Menschen mit Vorerkrankungen betroffen sind (IPPC 2022). Städtische Gebiete heizen sich aufgrund des hohen Versiegelungsgrades bei hoher Sonneneinstrahlung im Sommer stark auf und bilden sogenannte Wärmeinseln aus. Mit geeigneten klimaökologischen Maßnahmen können die negativen Auswirkungen von Hitzewellen und besonders heißen Tagen jedoch vermindert und das Wohlbefinden der Bevölkerung im Kontext gesunder Wohn- und Arbeitsverhältnisse gesichert werden.

Im Hinblick auf den Klimawandel werden in naher und ferner Zukunft noch größere Hitzebelastungen erwartet. Bei der Prognose des zukünftig zu erwartenden Klimas ist unstrittig, dass die globale Mitteltemperatur über die betrachteten Zeiträume weiterhin ansteigen wird (IPPC 2022). Neben den gemittelten Temperaturwerten werden auch die Extremwerte deutlich zunehmen (Reusswig et al. 2016).

Eine aktive Anpassung von Städten an das zukünftige Klima ist ein wichtiger Schritt zur Reduzierung potenzieller Schäden, welche sich voraussichtlich im Zusammenhang mit dem Klimawandel für die Stadtbevölkerung, aber auch für die Natur, Gebäude und technische Infrastruktur ergeben werden (Reusswig et al. 2016). Geeignete Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel können die Vulnerabilität (Verwundbarkeit / Verletzlichkeit) einer Stadt und ihrer Bewohner herabsetzen, indem potenzielle Schäden abgefangen oder abgeschwächt werden (Reusswig et al. 2016).



## 2 Methodik

Für die Analyse der klimaökologischen Auswirkungen einer potenziellen Bebauung wurde das numerische Stadtklimamodell **FITNAH-3D** (Flow Over Irregular Terrain With Natural And Anthropogenic Heat Sources) eingesetzt. Dieses mesoskalige Modell ermöglicht die Beantwortung stadtklimatischer Fragestellungen, indem flächendeckend meteorologische Größen ermittelt sowie Wind- und Temperaturfelder berechnet werden. Lokalklimatisch relevante Größen wie Wind und Temperatur können grundsätzlich mit Hilfe von Messungen ermittelt werden. Aufgrund der großen räumlichen und zeitlichen Variation der meteorologischen Felder sind Messungen allerdings nur punktuell repräsentativ und eine Übertragung in benachbarte Räume ist selten möglich. Stadtklimamodelle wie FITNAH-3D können zur Verbesserung dieser Nachteile beitragen, indem sie physikalisch fundiert, die räumlichen und/oder zeitlichen Lücken zwischen den Messungen schließen, weitere meteorologische Größen berechnen sowie Wind- bzw. Temperaturfelder in ihrer raumfüllenden Struktur ermitteln. Die Modellrechnungen bieten darüber hinaus den Vorteil, dass Planungsvarianten und Ausgleichsmaßnahmen in ihrer Wirkung und Effizienz studiert und auf diese Weise optimierte Lösungen gefunden werden können. Für tiefergehende Informationen zu FITNAH-3D wird u.a. auf GROß (1992) verwiesen.

Bei numerischen Modellen wie FITNAH-3D müssen zur Festlegung und Bearbeitung einer Aufgabenstellung eine Reihe von Eingangsdaten zur Verfügung stehen. Die Nutzungsstruktur und die Geländehöhe sind wichtige Eingangsdaten für die Windfeldmodellierung, da sie das Strömungs- und Temperaturfeld entscheidend beeinflussen. Dabei sind in erster Hinsicht die Oberflächengestalt, die Höhe der jeweiligen Nutzungsstrukturen sowie deren Versiegelungsgrad ausschlaggebend.

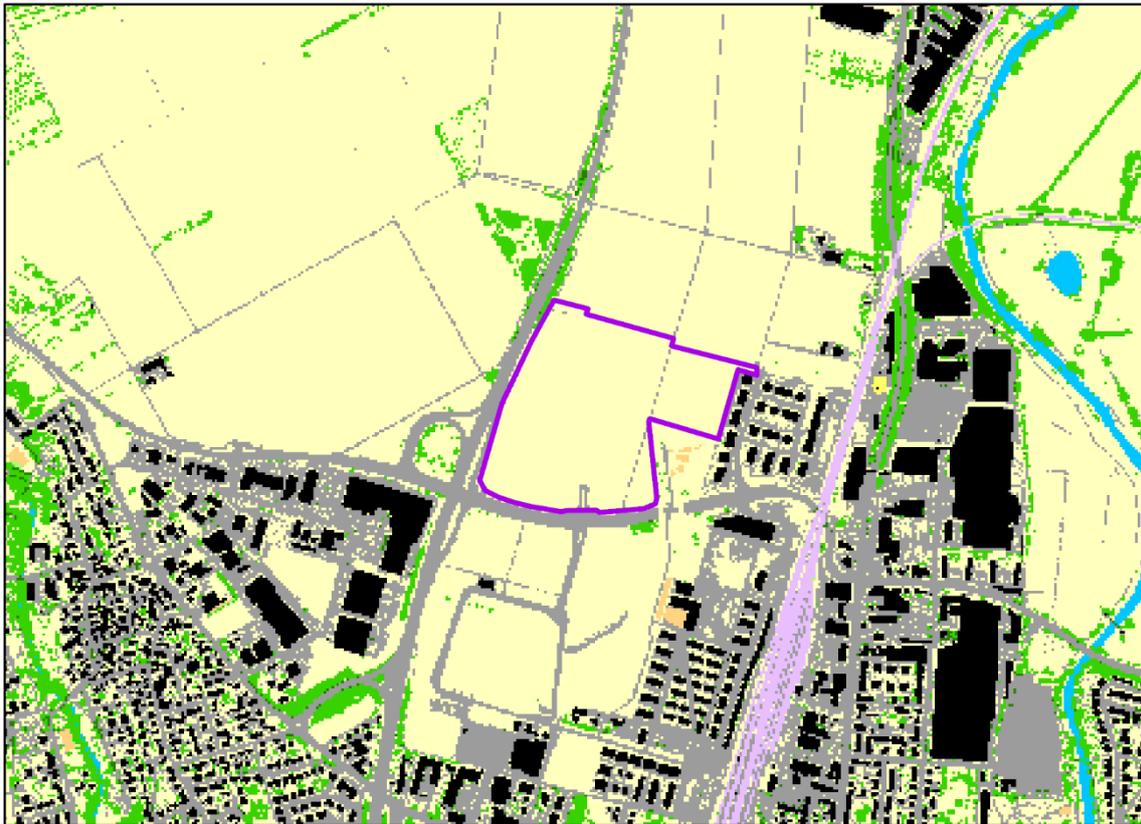
Die Modellrechnung wurde für den **Status quo** und für ein **Plan-Szenario** durchgeführt. Auf dieser Basis konnten die klimaökologischen Auswirkungen des Planvorhabens ausgewertet und beurteilt werden. Das gesamte Untersuchungsgebiet besitzt eine Abmessung von rund 3,25 x 3,15 km. Mit der hohen räumlichen Auflösung von 5 x 5 Metern ist es möglich, die Gebäudestrukturen realitätsnah zu erfassen und ihren Einfluss auf den Luftaustausch abzubilden. Der Analyse liegt eine sommerliche Strahlungswetterlage zugrunde (wolkenloser Himmel, keine übergeordnete Windströmung), da unter dieser Wetterlage die klimaökologischen Funktionen fundiert untersucht werden können.

### **Kenndaten für die Referenzsituation der Modellrechnung**

- Datum: 21.06. (astronomischer Sommeranfang)
- Bedeckungsgrad 0/8 (wolkenloser Himmel)
- Kein überlagerter geostrophischer Wind (autochthone Wetterlage)
- Eingangsdaten: Gelände und Orographie, Landnutzung und Versiegelungsgrad, Strukturhöhe (Gebäude- und Baumhöhe, Lärmschutzwände)
- Horizontale Modellauflösung: 5 x 5 m



Das Mikroklima wird zu einem großen Teil von der vorherrschenden Landnutzung bestimmt. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen zum einen die aktuelle Nutzung der Ist-Situation (Abbildung 3) sowie die im Plangebiet veränderte Nutzung des Plan-Szenarios (Abbildung 4). Die horizontale Auflösung der Nutzungsraster beträgt 5x5 Meter. Die Nutzung des Planfalls wurde anhand des Konzepts des Vantage Data Centers (Entwurf 15.04.2025) erstellt (s. Kapitel 1.2). Die Baumkronen sind ebenfalls dem Entwurf entnommen worden, die geplanten Bäume besitzen eine Höhe von 12 Metern. Die Bestandsbäume sind mit ihrer tatsächlichen Höhe in das Modell eingeflossen.



### Expertise Klimaökologie - 5. Änderung Bebauungsplan "Im Schleid"

#### Nutzungsklassen

Freiland, Rasen	Baum über Versiegelung
Gewässer	Baum über Rasen
Gebäude	Baum über naturfernem Boden
unbebaut versiegelt	Sand
Gleise	naturferner Boden

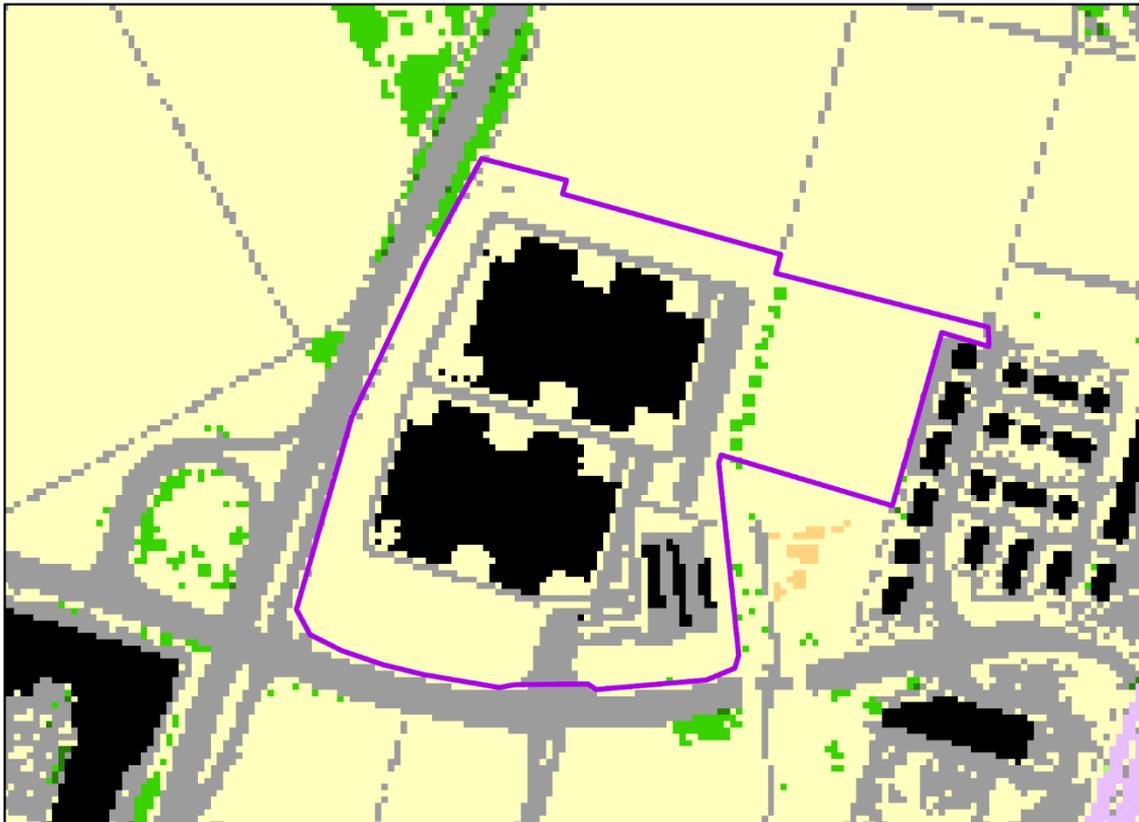
Untersuchungsgebiet  
 Plangebiet

N  
1:15.000

0 250 500  
Meter



Abbildung 3: Nutzungsklassen im Ist-Zustand.



### Expertise Klimaökologie - 5. Änderung Bebauungsplan "Im Schleid"

#### Nutzungsklassen

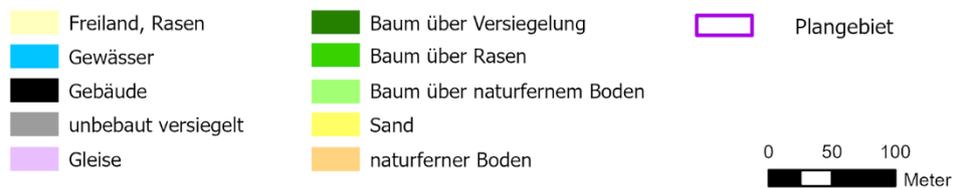


Abbildung 4: Nutzungsklassen im Plan-Szenario.



### 3 Ergebnisse der klimaökologischen Modellierung

Die Ergebnisse der Klimaanalyse spiegeln zum einen die Nachtsituation um 4 Uhr morgens (UTC+1) und zum anderen die Tagsituation um 14 Uhr (UTC+1) wider. Bei den modellierten Parametern handelt es sich um die nächtliche bodennahe Lufttemperatur in 2 m Höhe (*kurz T04*), das bodennahe Kaltluftströmungsfeld in 2 m Höhe, den Kaltluftvolumenstrom (*kurz KVS*) sowie die physiologisch äquivalente Temperatur als Maß für die Wärmebelastung am Tage (*kurz PET*).

Die Modellergebnisse zeigen die o.g. Parameter für den Status quo, den Planfall sowie die Differenz zwischen Planfall und Ist-Situation. Die Temperaturangaben werden für den Status quo sowie den Planfall in Grad Celsius (°C) und im Änderungsszenario in der SI-Basiseinheit Kelvin (K) ausgegeben.

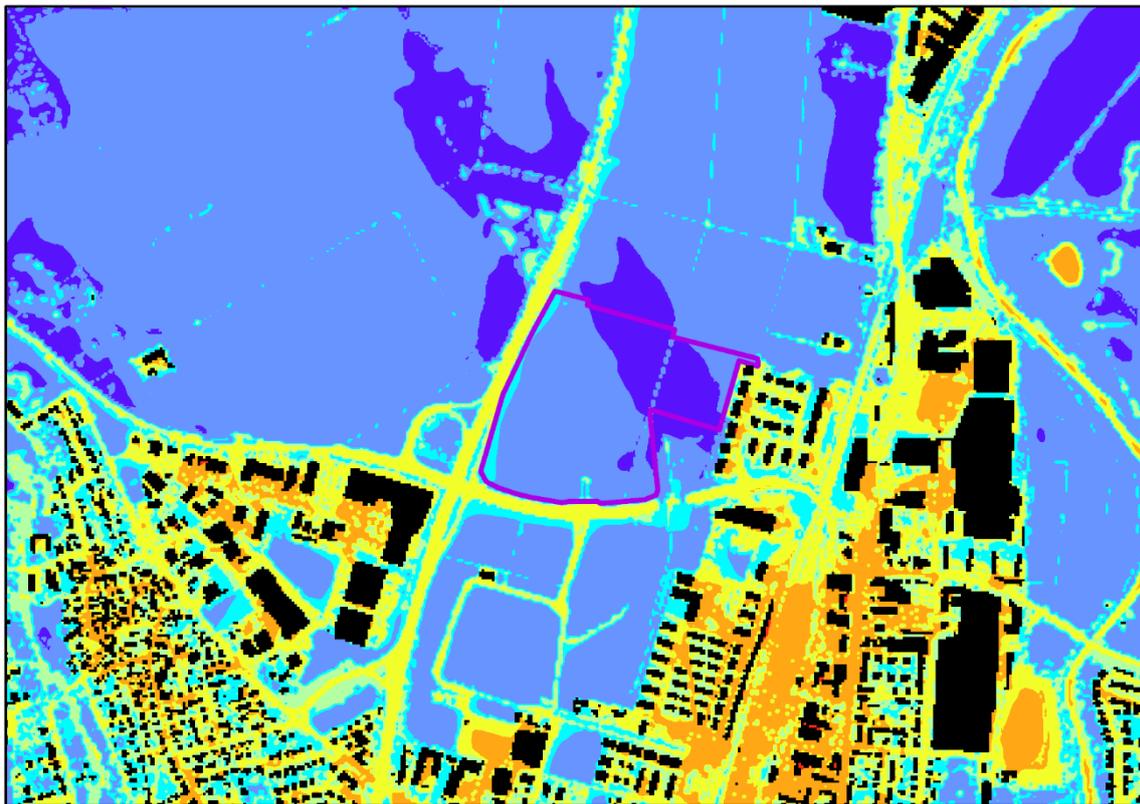
#### 3.1 Lufttemperatur in der Nacht

##### **Ausgangssituation**

Für Wohngebiete steht in der Nacht weniger der Aufenthalt im Freien, sondern vielmehr die Möglichkeit eines erholsamen Schlafes im Innenraum der Gebäude im Vordergrund. Nach VDI-Richtlinie 3787, Blatt 2 besteht ein Zusammenhang zwischen Außen- und Innenraumluft, sodass die Temperatur der Außenluft die entscheidende Größe für die Beurteilung der Nachtsituation darstellt (VDI 2008). Als optimale Schlaftemperaturen werden gemeinhin 16 bis 18 °C angegeben (UBA 2016), wohingegen Tropennächte mit einer Minimumtemperatur  $\geq 20$  °C als besonders belastend gelten. Die nächtliche Abkühlung der Lufttemperatur spielt in Gewerbegebieten auch eine wichtige Rolle, da sie die thermische Belastung für nachts arbeitende Beschäftigte verringert und zur passiven Kühlung von Gebäuden beiträgt, wodurch der Energiebedarf für Klimatisierung reduziert werden kann.

Abbildung 5 zeigt das Temperaturfeld um 4 Uhr nachts (UTC+1) in einer Höhe von 2 m über Grund. Im Ist-Zustand liegt im Plangebiet eine Temperaturverteilung zwischen 14 und 20 °C vor. Der unversiegelte Boden von Grün- und Freiflächen und die darüberliegende Luftschicht kühlen nachts recht schnell ab. Versiegelte Böden speichern die tagsüber aufgenommene Wärme länger und geben sie nachts an die darüberliegende Luftschicht ab.

Im Untersuchungsgebiet zeigen sich die höchsten nächtlichen Temperaturen über versiegelten Flächen der Gewerbeflächen sowie im Straßenraum der Wohngebiete ( $> 19$  °C). Die niedrigsten Temperaturen ( $< 16$  °C) sind außerhalb der Siedlung über Agrar- und Grünflächen zu finden. Die Hausgärten und mit Bäumen bestandene Grünflächen weisen Temperaturen zwischen 17 und 19 °C auf. Da Baumkronen die Erdausstrahlung abschirmen, kühlt sich die bodennahe Luft weniger stark ab als über einer Grünfläche ohne Baumbestand.



Expertise Klimaökologie - 5. Änderung Bebauungsplan "Im Schleid"

Status quo

Nächtliche Lufttemperatur  
[°C] in 2 m ü. Gr. um 04:00 Uhr

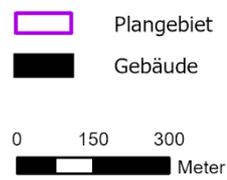
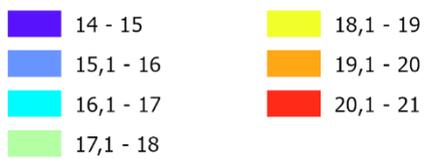


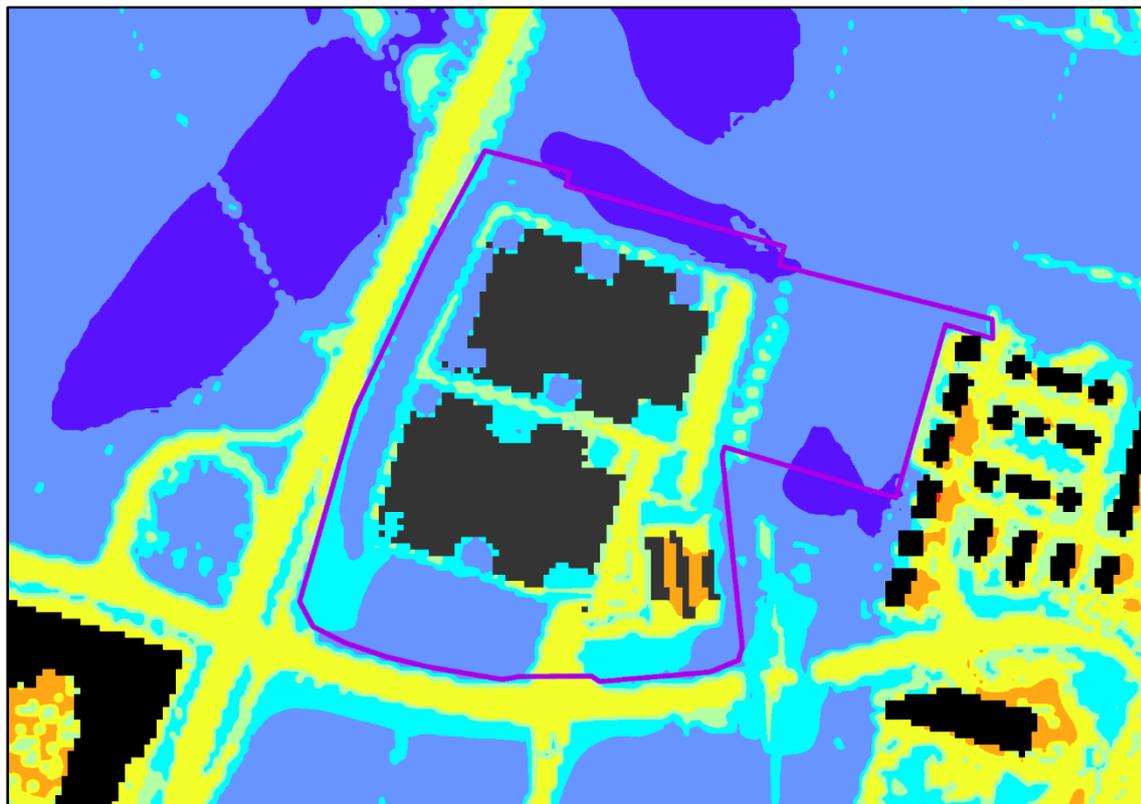
Abbildung 5: Lufttemperatur im Status quo in 2 Meter über Grund um 4 Uhr nachts.



### Änderung der nächtlichen Temperatur im Plan-Szenario

In Abbildung 6 ist die Nachttemperatur des Planfalls abgebildet, Abbildung 7 zeigt die Änderung der Lufttemperatur im Vergleich zum Status quo. Im Zuge der geplanten Bebauung erhöht sich die Temperatur im Bereich der Gebäude und der neuversiegelten Flächen um bis zu +4,7 K und liegt damit bei >17 bis 19,6 °C.

Auf die Nachttemperatur der angrenzenden Nachbarschaft wirkt sich das Planvorhaben nicht aus.



Expertise Klimaökologie - 5. Änderung Bebauungsplan "Im Schleid"

Planfall

Nächtliche Lufttemperatur  
[°C] in 2 m ü. Gr. um 04:00 Uhr



Plangebiet  
Gebäude

N  
1:6.000

0 50 100  
Meter



Abbildung 6: Lufttemperatur im Plan-Szenario in 2 Meter über Grund um 4 Uhr nachts.



Expertise Klimaökologie - 5. Änderung Bebauungsplan "Im Schleid"

Planfall - Status quo

### Differenz Lufttemperatur um 4 Uhr nachts

Planungsvariante minus Ist-Situation

Änderung der nächtlichen Lufttemperatur



Plangebiet  
 Gebäude

N  
1:18.000

0 100 200  
Meter



Abbildung 7: Änderung der nächtlichen Temperatur im Plan-Szenario.



### 3.2 Kaltluftprozessgeschehen in der Nacht

Lokale Kaltluft entsteht bei nächtlichen Abkühlungsprozessen über unversiegelten Grün- und Freiflächen, bei denen nach Sonnenuntergang eine hohe Ausstrahlung stattfindet, die zu einer schnellen Abkühlung der Oberfläche und der bodennahen Luftschicht führt. Angetrieben durch den Temperaturunterschied zwischen kühlen Freiflächen und wärmeren Siedlungsarealen strömt die Kaltluft bodennah über gering überbaute und durchgrünte Siedlungstypologien in die Bebauung hinein. Zudem beeinflusst das Relief den Abfluss von Kaltluft, da diese aufgrund ihrer höheren Dichte im Vergleich zur wärmeren Luft typischerweise entlang des Gefälles strömt. Je nach Dichte und Geschlossenheit der städtischen Bebauung kann diese ein Strömungshindernis darstellen, sodass der Luftaustausch mit dem umgebenen Grünstrukturen eingeschränkt wird. Speziell bei austauschschwachen Wetterlagen wirkt sich dies bioklimatisch ungünstig aus, da der Siedlungsraum dann schwach oder gar nicht mehr durchlüftet wird. Daher können die genannten Strömungssysteme durch die Zufuhr kühlerer Luft eine bedeutende klimaökologische Ausgleichsleistung für Siedlungsräume erbringen.

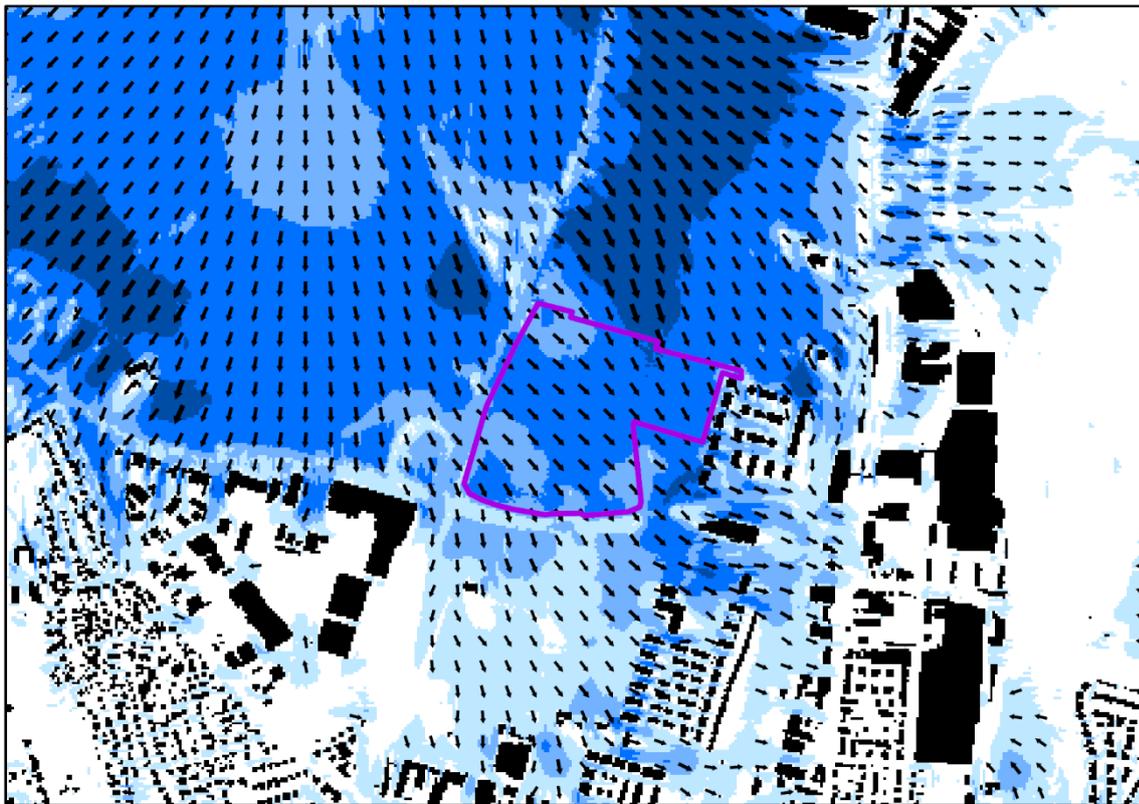
#### **Nächtliches Strömungsfeld und Strömungsgeschwindigkeit**

##### **Ausgangssituation**

Die Abbildung 8 zeigt das zum nächtlichen Analysezeitpunkt ausgeprägte Kaltluftströmungsfeld in zwei Ebenen. Die Strömungsrichtung wird über die Pfeilrichtung in Form von Pfeilvektoren abgebildet und die unterlegten Rasterzellen stellen zusätzlich die Strömungsgeschwindigkeit in verschiedenen Farbstufen flächenhaft dar. Die Werte beziehen sich auf eine Analysehöhe von 2 m über Grund.

Auf den unversiegelten Flächen des Untersuchungsgebiets entsteht in der Nacht kalte Luft, die als Kaltluftabfluss mit einer Geschwindigkeit von 0,4 bis 1,3 m/s dem Gefälle folgt und in südliche und südöstliche Richtung fließt. Das Plangebiet weist dadurch recht hohe Strömungsgeschwindigkeiten des Kaltluftabflusses von bis zu 0,8 m/s auf.

In den östlich des Plangebiets gelegenen Neubausiedlungen an der Siemensstraße und der Johannes-Gutenberg-Straße wird die Strömung durch die Hinderniswirkung der Gebäude abgeschwächt und beträgt nur noch zwischen  $< 0,2$  und  $0,6$  m/s. Im Bereich des beiden östlich und westlich gelegenen Gewerbegebiete reduziert sich die Kaltluftströmung größtenteils auf unter  $0,2$  m/s, gleiches gilt für den Stadtteil Massenheim sowie die Wohnsiedlung an der Gießener Straße.

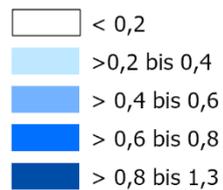


Expertise Klimaökologie - 5. Änderung Bebauungsplan "Im Schleid"

Status quo

Windgeschwindigkeit

Nachts um 04:00 Uhr



Windfeld in 2 m ü. Gr.  
in [m/s]

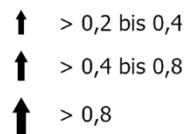


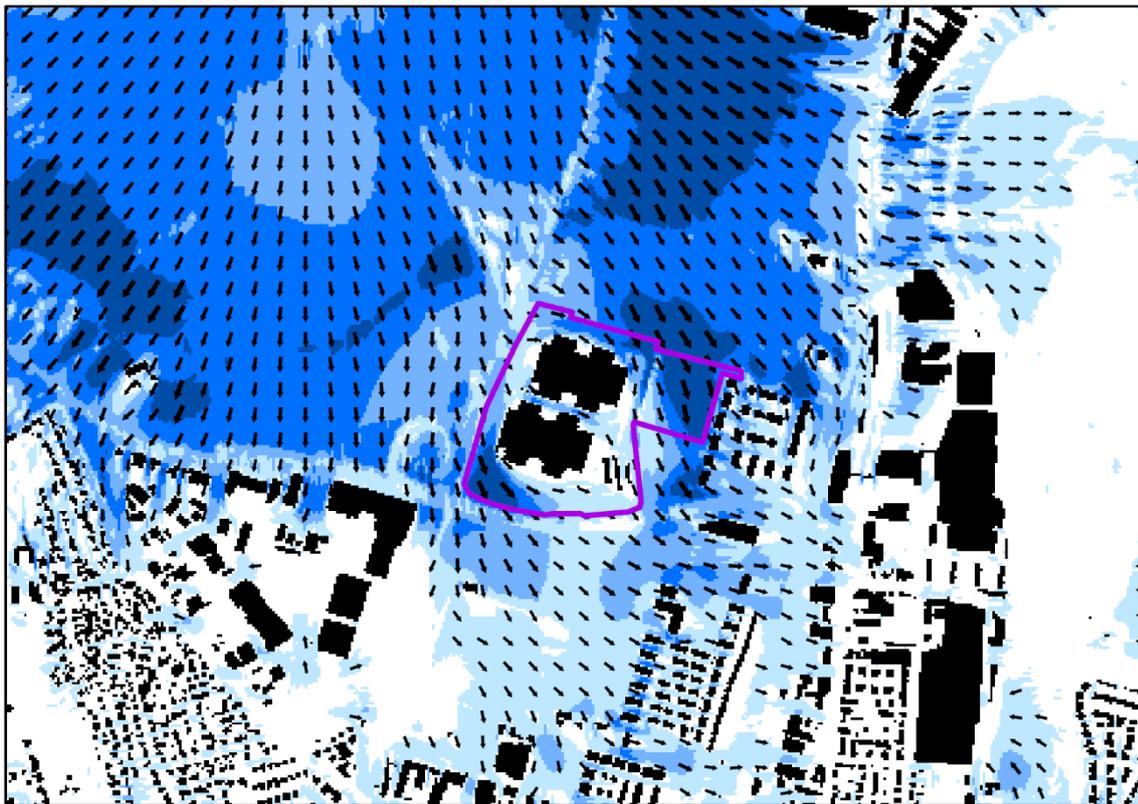
Abbildung 8: Strömungsfeld und -geschwindigkeit im Status quo in 2 m über Grund um 4 Uhr nachts.



### **Änderung der Windgeschwindigkeit**

Die quer zur Strömungsrichtung platzierten Gebäude wirken als Strömungshindernis und beeinflussen sowohl Richtung als auch Geschwindigkeit des Kaltluftabflusses im Plangebiet und darüber hinaus (s. Abbildung 9). Auf der windabgewandten Seite (Lee) der geplanten Gebäude fällt die Strömung auf unter 0,2 m/s ab. An den Rändern sowie im Zwischenraum der beiden Plangebäude kann die Kaltluft diese um- bzw. durchströmen.

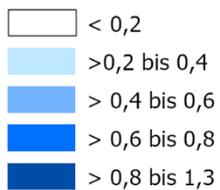
Die Abbildung 10 stellt die Differenz der Strömungsgeschwindigkeit der Kaltluft zwischen dem Status quo und dem Plan-Szenario dar. Im Planfall treten die stärksten Strömungsabnahmen ( $< -0,4$  bis  $-0,7$  m/s) innerhalb des Plangebiets auf. Geringere Abnahmen von  $-0,1$  bis  $-0,4$  m/s sind auf den Freiflächen im Luv und Lee des Plangebiets zu beobachten. Die Gebäude lenken die Strömung seitlich um, sodass diese nordöstlich und südwestlich des Plangebiets um  $0,1$  bis  $0,5$  m/s zunimmt. Die leicht erhöhte Strömung erreicht auch das Neubauwohngebiet an der Siemensstraße.



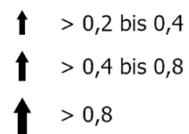
Expertise Klimaökologie - 5. Änderung Bebauungsplan "Im Schleid"

Planfall

Windgeschwindigkeit  
Nachts um 04:00 Uhr



Windfeld in 2 m ü. Gr.  
in [m/s]



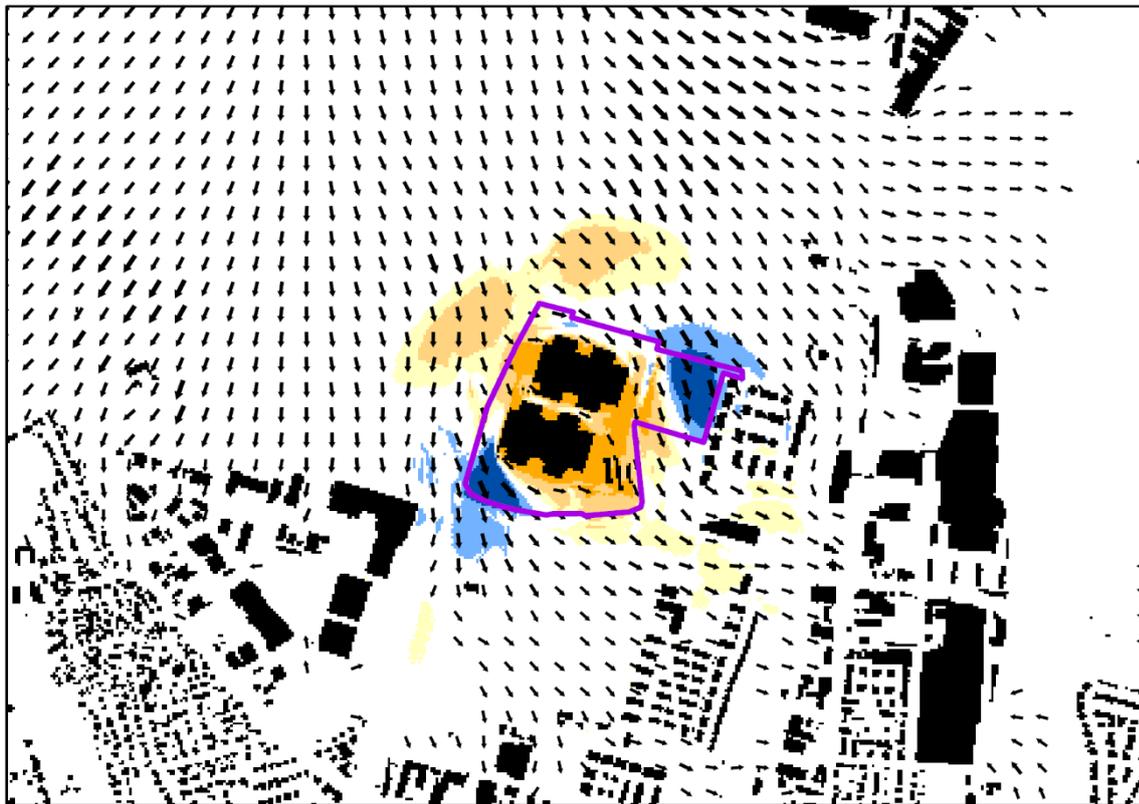
Plangebiet  
 Gebäude

N  
1:15.000

0 100 200  
Meter



Abbildung 9: Strömungsfeld und Strömungsgeschwindigkeit im Plan-Szenario in 2 m über Grund um 4 Uhr nachts.



Expertise Klimaökologie - 5. Änderung Bebauungsplan "Im Schleid" Planfall - Status quo

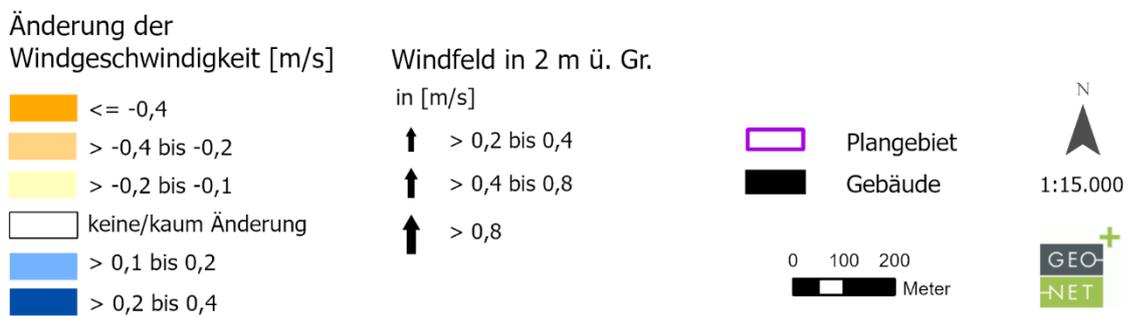


Abbildung 10: Änderung der Strömungsgeschwindigkeit im Plan-Szenario im Vergleich zum Status quo.

## Kaltluftvolumenstrom (KVS)

Da die potenzielle Ausgleichsleistung einer Grünfläche nicht allein aus der Geschwindigkeit der Kaltluftströmung resultiert, sondern zu einem wesentlichen Teil durch ihre Mächtigkeit mitbestimmt wird (d.h. durch die Höhe der Kaltluftschicht), wird auch der sogenannte Kaltluftvolumenstrom (KVS) betrachtet.

Vereinfacht ausgedrückt ist der Kaltluftvolumenstrom (KVS) das Produkt der Fließgeschwindigkeit der Kaltluft, ihrer vertikalen Ausdehnung (Schichthöhe) sowie der horizontalen Ausdehnung des durchflossenen Querschnitts (Durchflussbreite) (s. Abbildung 11).

Die Kaltluftvolumenstromdichte (KVS-Dichte) ist diejenige Kaltluftmenge in  $\text{m}^3$ , die pro Sekunde zwischen der Erdoberfläche und der Obergrenze der Kaltluftschicht durch einen 1m breiten, senkrecht zur Strömung stehenden Streifen fließt.

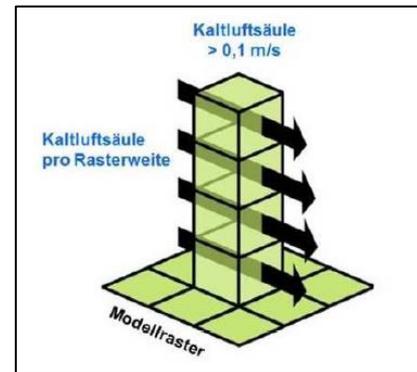


Abbildung 11: Prinzipskizze Kaltluftvolumenstrom

Aus Gründen der Einheitlichkeit und Vergleichbarkeit wird eine normierte Größe der KVS-Dichte (KVSD) betrachtet und ausgewertet.

Eine Umrechnung von der KVS-Dichte [ $\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ ] in den KVS [ $\text{m}^3/\text{s}$ ] kann erfolgen, indem die KVS-Dichte mit der betrachteten räumlichen Auflösung multipliziert wird. Das nachfolgende Beispiel zeigt die Umrechnung einer KVS-Dichte von  $5 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$  in den KVS, welcher für eine räumliche, horizontale Auflösung von 10 m ausgerechnet wird.

Rechenbeispiel zur Umwandlung von KVS-Dichte in KVS:

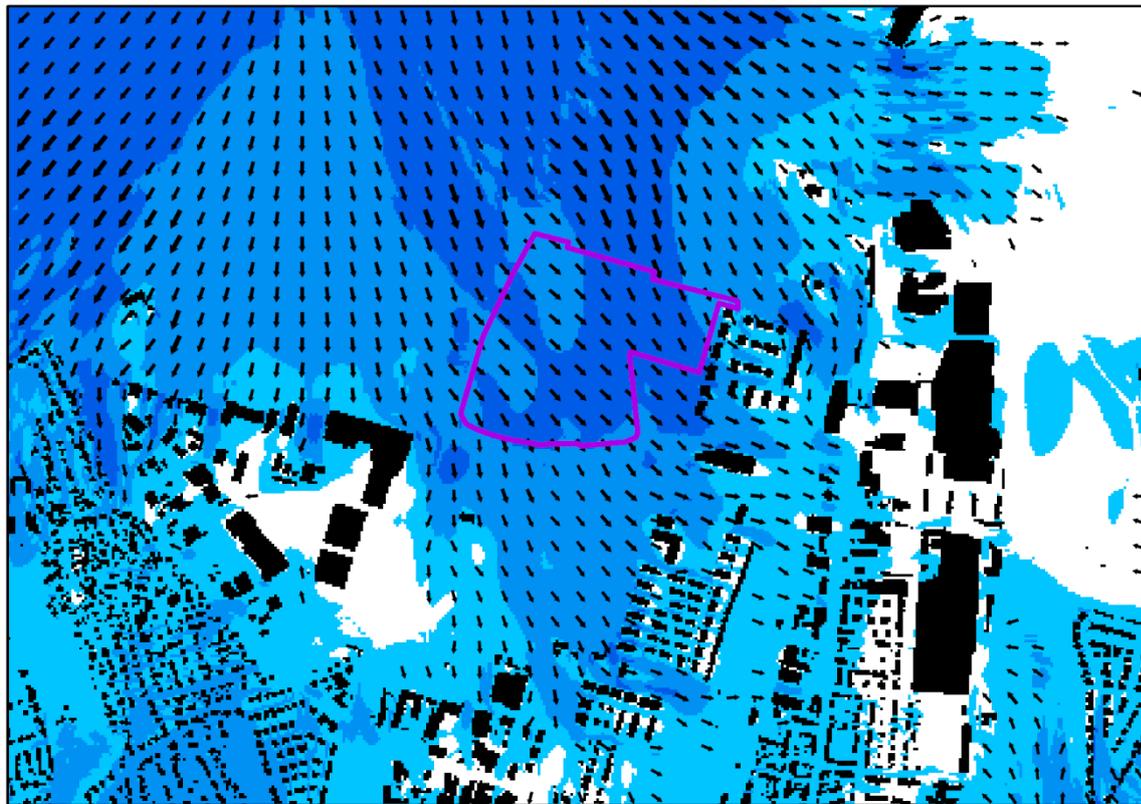
$$\text{KVSD} \times \text{Auflösung} = \text{KVS} \rightarrow 5 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m}) \times 10\text{m} = 50 \text{ m}^3/\text{s}$$

## Ausgangssituation

Die Kaltluftvolumenstromdichte ist in Abbildung 12 einzusehen. Im Untersuchungsgebiet ist die KVS-Dichte in der Nacht auf den reibungsarmen Freiflächen aufgrund des reliefierten Geländes sehr gut ausgeprägt (bis  $>20 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ ).

Innerhalb des Plangebiets ist die Kaltluftvolumenstromdichte mit  $>10$  bis  $20 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$  ebenfalls vergleichsweise stark ausgeprägt.

In dem angrenzenden Siedlungsgebiet wird der Kaltluftvolumenstrom aufgrund der eher niedrigen Gebäudehöhen und baulichen Abstände nur wenig abgeschwächt, sodass auch dort größtenteils eine hohe bis mäßige Durchlüftung stattfindet. Einige Bereiche weisen jedoch auch eine geringe Kaltluftvolumenstromdichte von unter  $5 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$  auf.



Expertise Klimaökologie - 5. Änderung Bebauungsplan "Im Schleid"

Status quo

Kaltluftvolumenstromdichte  
Nachts um 04:00 Uhr

-  gering
-  mäßig
-  hoch
-  sehr hoch

Windfeld in 2 m ü. Gr.  
in [m/s]

-  > 0,2 bis 0,4
-  > 0,4 bis 0,8
-  > 0,8

-  Plangebiet
-  Gebäude

N  
1:15.000

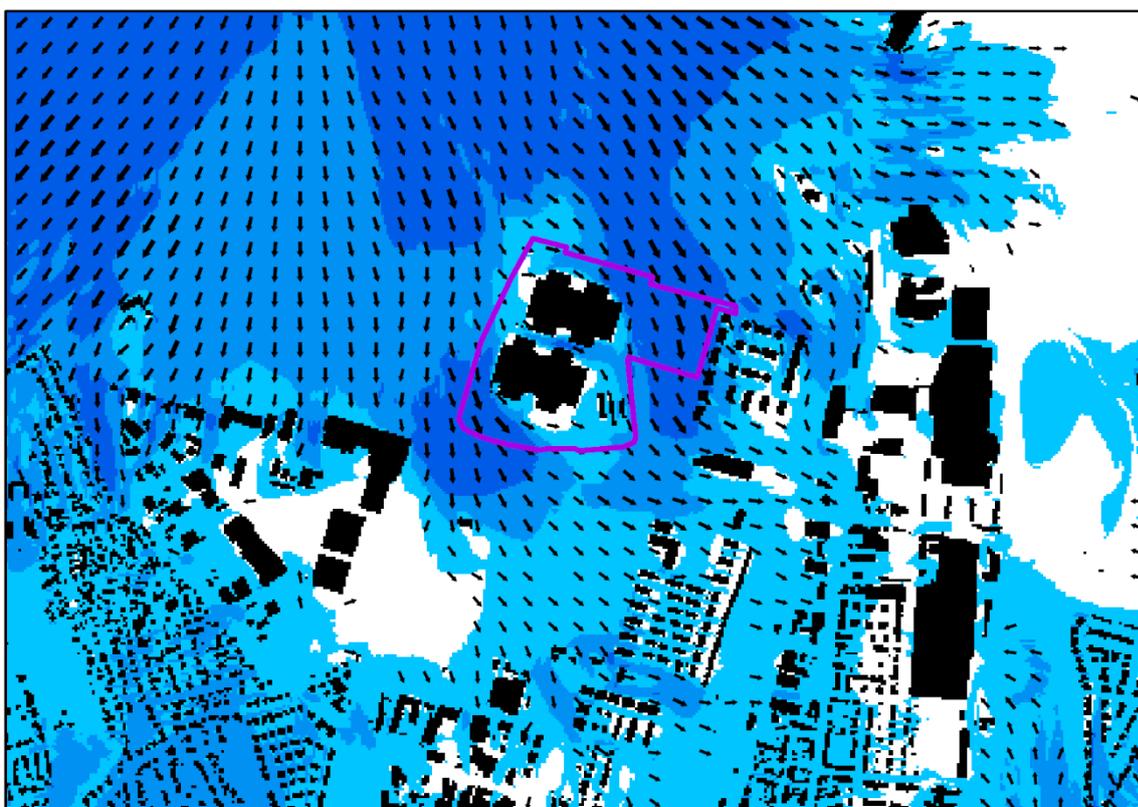
0 100 200  
Meter



Abbildung 12: z-transformierte Kaltluftvolumenstromdichte und Windfeld im Status quo.

### Absolute Änderung der Kaltluftvolumenstromdichte

Im Planfall wird die Kaltluftvolumenstromdichte durch die beiden neuen Gebäude sowohl innerhalb als auch außerhalb des Plangebiets abgeschwächt (s. Abbildung 13). In Abbildung 14 ist die Differenz zwischen dem Planfall und dem Status quo dargestellt. Innerhalb des Plangebiets treten die stärksten Abnahmen mit -5 bis -17,6 m<sup>3</sup>/(s\*m) auf. Vor und hinter dem Plangebiet ist die Abnahme schwächer (-2,5 bis -5 m<sup>3</sup>/(s\*m)). Diese findet größtenteils auf den umliegenden Freiflächen statt, jedoch reduziert sich die KVSD auch im nahe gelegenen Siedlungsbereich an der Siemensstraße und der Johannes-Gutenberg-Straße. Eine Erhöhung der KVSD um 2,5 bis 10 m<sup>3</sup>/(s\*m) ist durch die Umlenkung am östlichen und westlichen Plangebietsrand festzustellen, wodurch auch die Neubausiedlung an der Siemensstraße beeinflusst wird.



Expertise Klimaökologie - 5. Änderung Bebauungsplan "Im Schleid"

Planfall

Kaltluftvolumenstromdichte  
Nachts um 04:00 Uhr

- gering
- mäßig
- hoch
- sehr hoch

Windfeld in 2 m ü. Gr.  
in [m/s]

- > 0,2 bis 0,4
- > 0,4 bis 0,8
- > 0,8

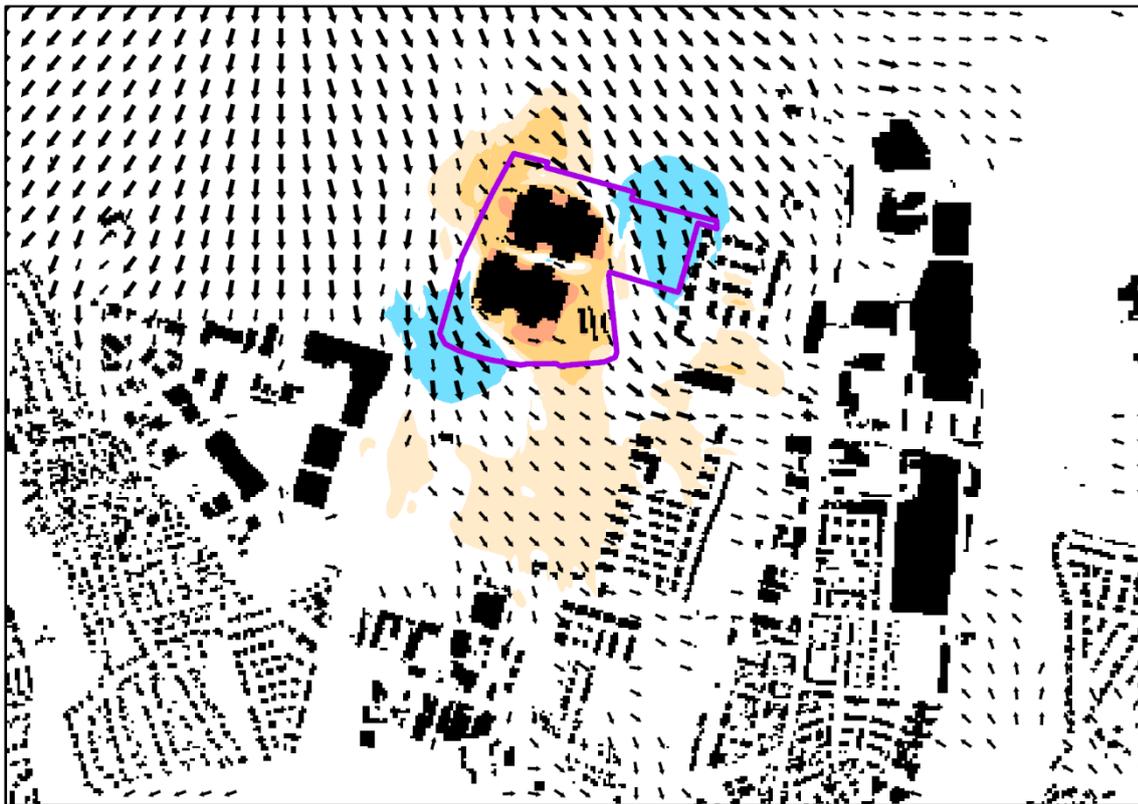
- Plangebiet
- Gebäude

N  
1:15.000

0 100 200  
Meter



Abbildung 13: z-transformierte Kaltluftvolumenstromdichte und Windfeld im Plan-Szenario.



Expertise Klimaökologie - 5. Änderung Bebauungsplan "Im Schleid"

Planfall -  
Status quo

### Differenz Kaltluftvolumenstromdichte um 4 Uhr nachts

Planungsvariante minus Ist-Situation

Absolute Änderung der KVSD in  $\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$

- > -15 - -10
- > -10 - -5
- > -5 - -2,5
- keine/kaum Änderung
- > 2,5 - 5

Windfeld in 2 m ü. Gr.  
in [m/s]

- > 0,2 bis 0,5
- > 0,5

- Plangebiet
- Gebäude

0 150 300  
Meter

N  
1:15.000



Abbildung 14: Änderung der Kaltluftvolumenstromdichte [ $\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ ] im Plan-Szenario.



### Prozentuale Änderung der Kaltluftvolumenstromdichte

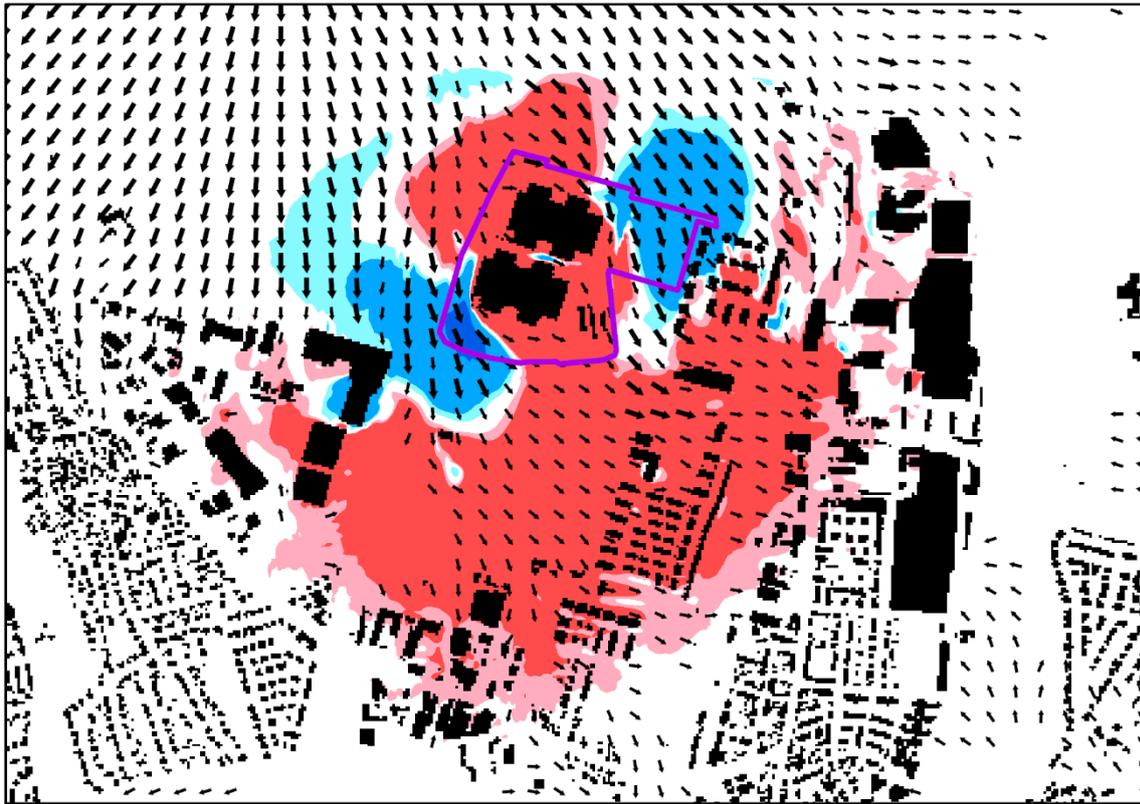
Anders als bei Belastungen durch Luftschadstoffe oder Verkehrslärm, für die in Verordnungen konkrete Grenz- oder Richtwerte genannt werden, gibt es für die Beeinflussung des Kaltlufthaushaltes keine allgemeingültigen Bewertungsmaßstäbe. Lediglich in der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 5 (VDI 2003) wird ein quantitatives „Maß der Beeinflussung“ vorgeschlagen, welches eine Reduktion der Abflussvolumina um mehr als 10 % im Umfeld von bioklimatisch belasteten Siedlungsgebieten als „hohe vorhabenbedingte Auswirkung“ ausweist. Die Richtlinie schlägt diese Bewertung z.B. im Umfeld von bioklimatisch belasteten Siedlungsgebieten vor. Eine Reduzierung der Abflussvolumina bis maximal 5 % wird als „geringfügige Auswirkung“, eine Reduzierung bis 10 % als „mäßige Auswirkung“ und eine Reduzierung von über 10 % als „hohe Auswirkung“ eingestuft.

Die Auswirkungen eines stark reduzierten Kaltluftvolumenstroms zeigen sich darin, dass wärmebelastete Siedlungsbereiche einen Verlust oder eine Minderung der nächtlichen Belüftung erfahren. Dadurch würde der thermische Ausgleich, welcher von der Kaltluftzufuhr erbracht werden kann, fehlen.

Abbildung 15 zeigt die prozentuale Veränderung der Kaltluftvolumenstromdichte im Plan-Szenario. Hier ergeben sich im Bereich der benachbarten Wohnsiedlungen großflächige Abnahmen von über -10 % (laut VDI „hohe Auswirkung“). Dies betrifft insbesondere die Neubausiedlungen an der Siemensstraße und der Johannes-Gutenberg-Straße sowie Wohnhäuser südlich der Carl-Benz-Alle.

Abnahme von über 5 bis 10 % (laut VDI „mäßige Auswirkung“) reichen im Süden und Westen bis zur Homburger Straße und im Osten etwa bis zur Friedberger Straße. Hier befinden sich jedoch nur wenige Wohnhäuser, sondern vielmehr Gewerbeflächen, für welche eine Abkühlung durch nächtliche Kaltluftströmungen weniger relevant ist.

Die absolute Kaltluftvolumenstromdichte liegt in den mit „hoher Auswirkung“ gekennzeichneten Wohngebieten im Planfall noch bei  $>5$  bis  $10 \text{ m}^3/(\text{m}^*\text{s})$ , wodurch trotz Bauvorhaben weiterhin eine mäßige Durchlüftung stattfindet. Prozentual gesehen ist die Auswirkung der Bebauung durchaus groß, absolut aber nicht. Da die KVSD mäßige absolute Werte im Ist- als auch im Plan-Szenario annimmt, stellen kleine absolute Änderungen bereits einen großen prozentualen Anteil dar. Eine Verschlechterung der thermischen Situation in der Nachbarschaft ist nicht zu erwarten.



**Expertise Klimaökologie - 5. Änderung Bebauungsplan "Im Schleid"**

**Planfall -  
Status quo**

**Differenz Kaltluftvolumenstromdichte um 4 Uhr nachts**

Planungsvariante minus Ist-Situation

Prozentuale Änderung der KVSD

< -10

> -10 bis -5

keine/kaum Änderung

> 5 - 10

> 10 - 50

Windfeld in 2 m ü. Gr.  
in [m/s]

> 0,2 bis 0,5

> 0,5

Plangebiet

Gebäude

0 150 300  
Meter

N  
1:15.000



Abbildung 15: Prozentuale Abnahme der KVS-Dichte in der bewohnten Nachbarschaft.



### 3.3 Wärmebelastung am Tage

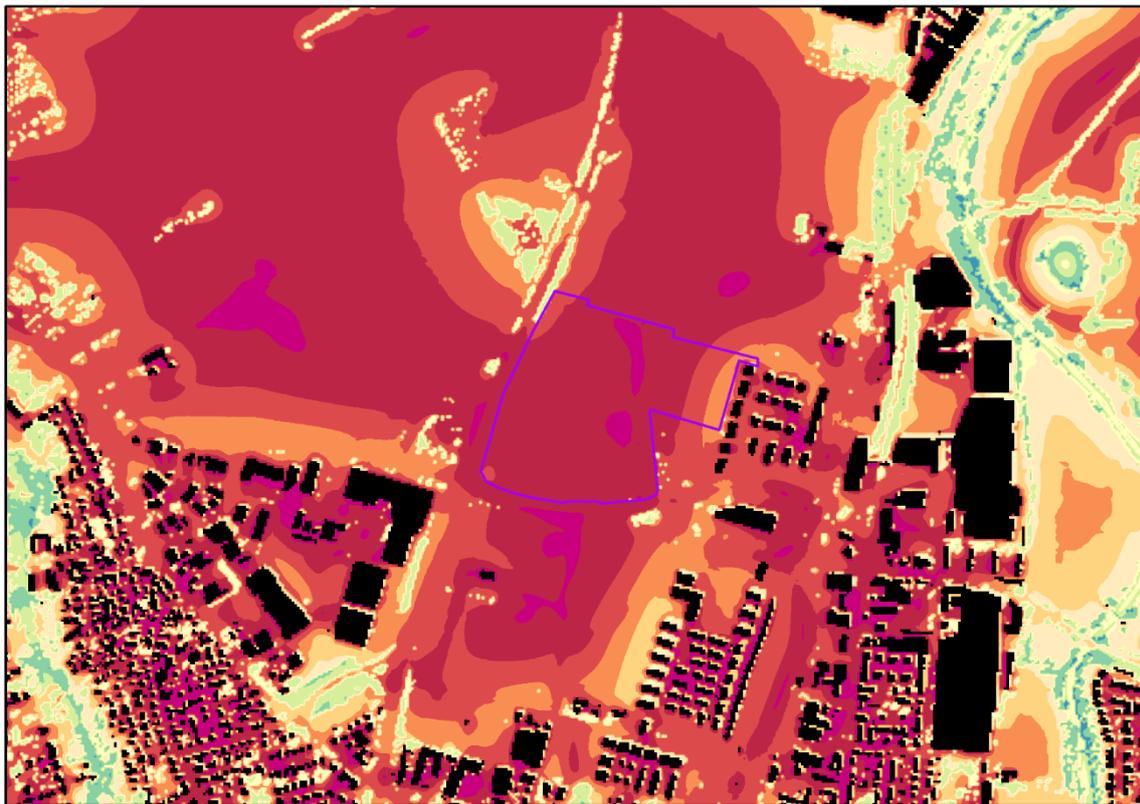
Neben der nächtlichen Gunstwirkung der aktuellen Freiflächen im Plangebiet auf die umliegenden Siedlungsbereiche ist überdies die Wärmebelastung abzuschätzen, der die Menschen am Tage ausgesetzt sind. Zur Bewertung der Wärmebelastung werden Indizes verwendet, welche Aussagen zur Lufttemperatur, Luftfeuchte, 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 2 eine absolute Bewertungsskala, die das thermische Empfinden quantifiziert (siehe Abbildung 16, VDI 2022).

PET	Thermisches Empfinden	Physiologische Belastungsstufe
> 18 °C bis ≤ 23 °C	Komfortabel (neutral)	Kein thermischer Stress
> 23 °C bis ≤ 29 °C	Leicht warm	Leichte Wärmebelastung
> 29 °C bis ≤ 35 °C	Warm	Moderate Wärmebelastung
> 35 °C bis ≤ 41 °C	Heiß	Starke Wärmebelastung / Hitzestress
> 41 °C	Sehr heiß	Extrem starke Wärmebelastung / Hitzestress

Abbildung 16: Zuordnung von Schwellenwerten für den Bewertungsindex PET in den Tagesstunden (Auszug nach VDI 2022).

#### **Ausgangssituation**

Die Abbildung 17 zeigt die Verteilung der PET um 14 Uhr in 1,1 Meter über Grund für die Ist-Situation. Die PET (ähnlich die „gefühlte“ Temperatur) variiert im Untersuchungsgebiet zwischen 18 und 46 °C. Auf Flächen ohne jegliche Beschattung entstehen hohe PET-Werte, wohingegen sich durch Beschattung besonders niedrige PET-Werte ergeben. Auf den großflächig unbeschatteten Agrarflächen liegt die Temperaturen daher bei über 41 °C (extrem starke Wärmebelastung). Besonders hohe Werte von bis zu über 43 °C sind zudem im unbeschatteten Straßenraum, auf Gewerbeflächen und in den Hausgärten ohne großkronigen Baumbestand vorzufinden. Baumbestandene und verschattete Grünflächen zeigen eine niedrige PET (< 23 bis 29 °C). Auf dem Plangebiet ist die PET aufgrund fehlender Beschattung entsprechend hoch (41 bis > 43 °C).



**Expertise Klimaökologie - 5. Änderung Bebauungsplan "Im Schleid"**

**Status quo**

**Physiologisch Äquivalente Temperatur**

[°C] in 1,1 m ü. Gr. um 14:00 Uhr



 Plangebiet  
 Gebäude

N  
1:15.000

0 100 200  
Meter



Abbildung 17: Physiologisch äquivalente Temperatur (PET) im Status quo um 14 Uhr nachmittags.



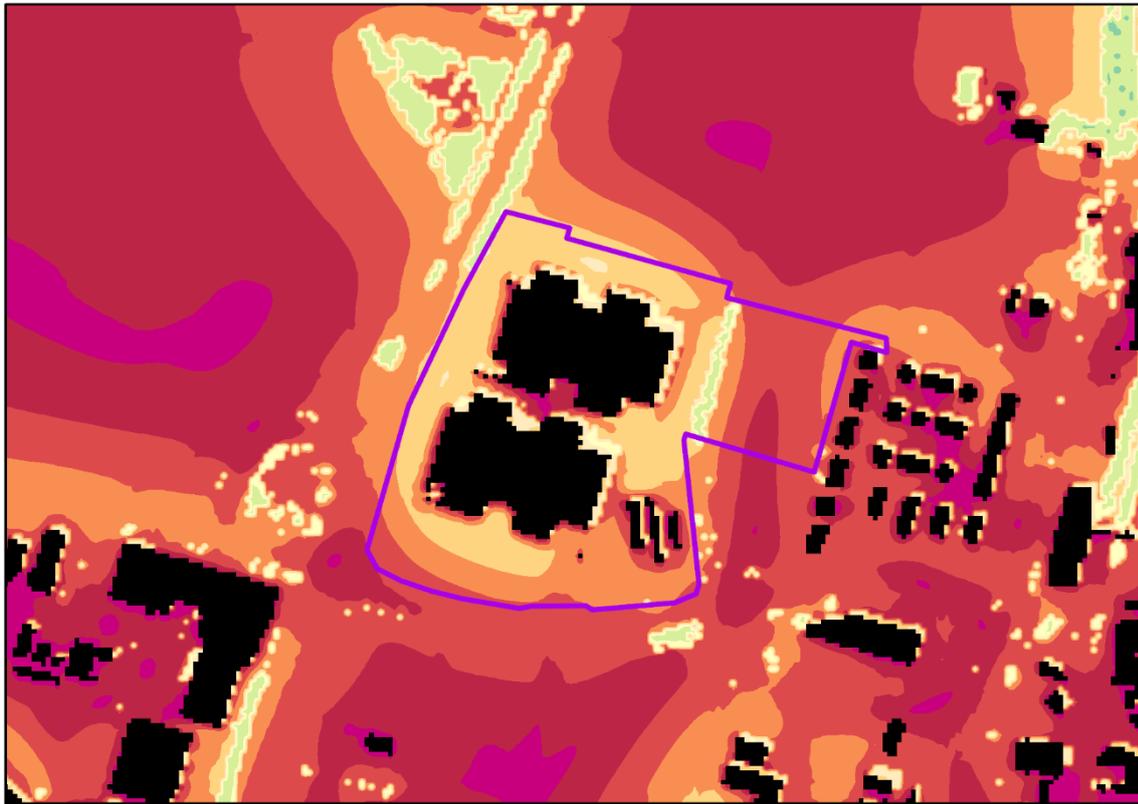
### **Änderung der physiologisch äquivalenten Temperatur (PET)**

Abbildung 18 zeigt die Wärmebelastung (PET) im Plan-Szenario. In den neu beschatteten Bereichen liegt die PET unter Bäumen bei 26 bis 29 °C sowie bei 32 bis 35 °C im Gebäudeschatten. Die unbeschatteten Flächen zeigen hohe PET-Werte von 37 bis 39 °C, zwischen den Gebäuden steigt die Temperatur an der Südfassade auf über 43 °C.

In Abbildung 19 ist die Änderung der PET in 1,1 m über Grund für das Plan-Szenario im Vergleich zum Status quo abgebildet. Ähnlich wie die nächtliche Temperatur ist auch die PET eine Größe mit ausschließlich lokalem Einfluss.

Durch das Bauvorhaben wird die PET auf dem Plangebiet großflächig reduziert. In neu verschatteten Bereichen sinkt sie um -8 bis -15,6 °C. Dieser Effekt erstreckt sich auch auf die unmittelbare Umgebung und führt zu einer flächenhaften Abkühlung des Plangebiets um -4 bis -8 °C, unterstützt durch eine verstärkte Tagwindströmung.

In den benachbarten Siedlungsgebieten wirkt sich das Vorhaben nicht wesentlich auf die PET aus.



**Expertise Klimaökologie - 5. Änderung Bebauungsplan "Im Schleid"**

**Planfall**

**Physiologisch Äquivalente Temperatur**

[°C] in 1,1 m ü. Gr. um 14:00 Uhr



Plangebiet

Gebäude

N

1:8.000

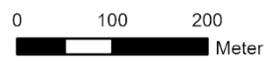
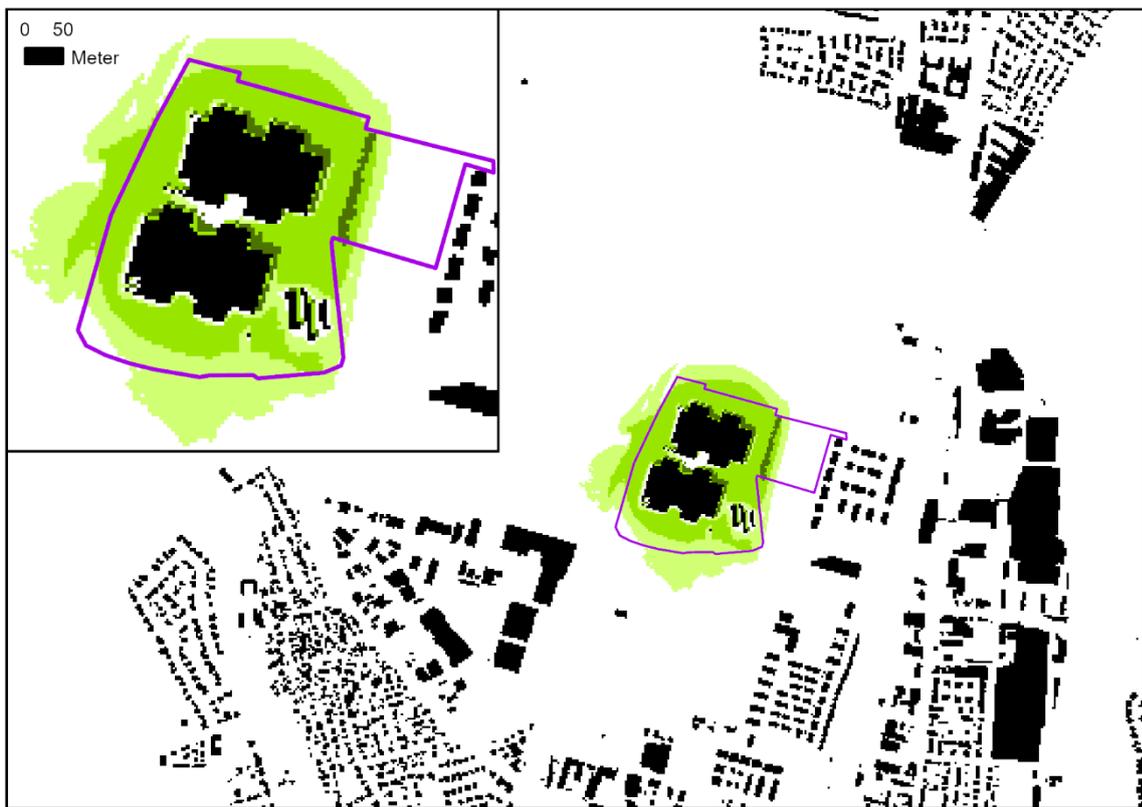


Abbildung 18: Physiologisch äquivalente Temperatur (PET) im Plan-Szenario um 14 Uhr nachmittags.



Expertise Klimaökologie - 5. Änderung Bebauungsplan "Im Schleid"

Planfall - Status quo

Änderung der  
Wärmebelastung [ $^{\circ}\text{C}$ ]

-   $\leq -8$
-   $> -8$  bis  $-4$
-   $> -4$  bis  $-2$
-  keine/kaum Änderung

-  Plangebiet
-  Gebäude

N  
1:18.000

0 100 200  
Meter



Abbildung 19: Änderung der physiologisch äquivalenten Temperatur (PET) im Plan-Szenario im Vergleich zum Status quo.



## 4 Schlussfolgerung

Beauftragt von der ERM GmbH wurde ein Gutachten zum Schutzgut Klima im Planungsprozess für das Bebauungsplanverfahren „Im Schleid“ in Bad Vilbel angefertigt. Diesbezüglich wurde überprüft, welche klimatischen Auswirkungen durch eine Entwicklung des Plangebiets zu einem Gewerbegebiet mit einem Rechenzentrum zu erwarten wären.

Mithilfe einer mikroskaligen Modellsimulation verschiedener meteorologischer Parameter des Ist-Zustands und des Plan-Szenarios wurden die zu erwartenden human-bioklimatischen Veränderungen im Untersuchungsraum ermittelt und in Differenzkarten dargestellt. Dabei wurden die Auswirkungen des Planvorhabens auf die nächtliche Temperatur (T04), das nächtliche Strömungsfeld (Windgeschwindigkeit und -richtung), die Kaltluftvolumenstromdichte (KVS-Dichte) und die physiologisch äquivalente Temperatur (PET) am Tage für das Plangebiet und den umgebenen Untersuchungsraum betrachtet.

Gemäß der Analyseergebnisse sind unterschiedliche Auswirkungen durch das Planvorhaben auf das Mikroklima der Fläche selbst sowie in der Nachbarschaft zu erwarten. Der nachfolgende Abschnitt stellt eine Bewertung und Einordnung der Modellergebnisse mit Fokus auf den Nachbarschaftsschutz dar.

### 4.1 Bewertung der Nachtsituation

Das Planvorhaben beeinflusst das Temperaturfeld in der Nacht auf lokaler Ebene, sodass sich die Temperatur nur auf der Planfläche selbst und nicht in der angrenzenden Nachbarschaft verändert. Eine Erhöhung von bis zu +4,7 K kommt vor allem auf neuversiegelten Flächen des geplanten Gewerbeareals vor. Eine Reduzierung der Nachttemperatur findet nicht statt. Das Plangebiet kühlt aufgrund der vielen neuversiegelten Flächen deutlich weniger ab und weist eine ähnlich hohe Überwärmung wie die nahen Bestandsgewerbeflächen auf.

Eine für Rechenzentren typische Wärmeemission in die Umgebung wurde aufgrund der noch nicht vorliegenden Detailinformationen im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens nicht berücksichtigt. Eine genaue Untersuchung kann bei Vorliegen der entsprechenden Planungsreife erfolgen.

Die nächtliche Kaltluftströmung wird durch die geplanten Gebäude, die ein Hindernis für die Kaltluftströmung aus Norden darstellen, umgelenkt. Innerhalb des Plangebiets verringert sich die Windgeschwindigkeit am stärksten um -0,4 bis -0,7 m/s. Östlich und westlich des Gebiets nimmt die Strömung um bis zu 0,36 m/s zu und erreicht auch das Neubauwohngebiet an der Siemensstraße.

Die Kaltluftvolumenstromdichte nimmt sowohl innerhalb des Plangebiets (um mehr als  $-10 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ ) als auch in den angrenzenden Wohnsiedlungen an der Siemensstraße und der Johannes-Gutenberg-Straße ab, wo die Reduktionen im Vergleich zum Status quo bei unter  $-5 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$  liegen. Prozentual betragen diese Abnahmen großflächig über -10 %, was gemäß VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5 (VDI 2003) als „hohe vorhabendbedingte Auswirkung“ für die Nachbarschaft eingestuft wird. Da die absoluten Abnahmen mit  $< -5 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$  in der Nachbarschaft jedoch vergleichsweise gering sind und die Ausgangssituation eine



mäßige bis teils hohe Durchlüftung der Umgebung aufweist, bleiben die klimaökologischen Auswirkungen vertretbar.

Nicht in der Modellierung berücksichtigt wurden eine geplante versiegelte Abstellfläche am südlichen Rand des Plangebiets sowie vorgesehene Baumreihen an der nördlichen und westlichen Gebietsgrenze.

Die versiegelte Abstellfläche würde voraussichtlich während der Nachtstunden zu einer lokalen Erwärmung der bodennahen Lufttemperatur unmittelbar über der Fläche führen. Aufgrund ihrer begrenzten Ausdehnung ist jedoch nicht davon auszugehen, dass hiervon relevante Auswirkungen auf das Temperaturfeld der angrenzenden Wohnbereiche ausgehen.

Die geplanten Baumreihen befinden sich in der Modellierung ebenfalls nicht. Sie sollen entlang der nördlichen und westlichen Plangebietsgrenze auf einer Freifläche angeordnet werden. Unter der Baumkrone ist eine geringfügige Erwärmung der Luft zu erwarten. Für die nächtliche Kaltluftbildung und den damit verbundenen Abflussprozess wird von der einfachen Baumreihe jedoch keine oder nur eine sehr geringe bremsende Wirkung ausgehen. Dies gilt insbesondere, da an dieser Stelle ein vergleichsweise starker Kaltluftabfluss zu verzeichnen ist.

#### 4.2 Bewertung der Tagsituation

In der Tagsituation verringert sich die Wärmebelastung auf dem Plangebiet großflächig, gemessen anhand der physiologisch äquivalenten Temperatur (PET). In der Ausgangssituation herrscht auf der unbeschatteten Freifläche eine extreme Wärmebelastung, die durch den Schattenwurf der geplanten Bäume und Gebäude um über -8 bis zu -15,6 °C gesenkt wird. Auch in der unmittelbaren Umgebung ist dieser kühlende Effekt, verstärkt durch eine intensivere Tagwindströmung, noch mit -4 bis -8 °C wahrnehmbar. Für die benachbarten Wohnsiedlungen ergeben sich durch das Planvorhaben jedoch keine wesentlichen Änderungen der PET. Eine Erhöhung der PET findet durch das Planvorhaben ebenfalls nicht statt.

Die in der Modellierung unberücksichtigte versiegelte Abstellfläche würde die lokale thermische Belastung voraussichtlich nur geringfügig beeinflussen, da die physiologisch äquivalente Temperatur (PET) bereits in der Ausgangssituation über der unbeschatteten Agrarfläche deutlich erhöht ist.

Die ebenfalls nicht berücksichtigten Baumreihen an der Nord- und Westseite des Plangebiets würden hingegen aufgrund ihrer verschattenden Wirkung zu einer weiteren Reduktion der Wärmebelastung im Plangebiet beitragen.

#### 4.3 Gesamtbewertung

**Aus klimaökologischer Sicht ist das Gesamtvorhaben als uneingeschränkt vertretbar zu bewerten. Es bestehen keine Anhaltspunkte dafür, dass gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse beeinträchtigt würden. Unter Berücksichtigung des Schutzgutes der menschlichen Gesundheit sowie des Nachbarschaftschutzes sind keine erheblichen umweltrelevanten Einschränkungen zu erwarten, die einer Realisierung des Vorhabens entgegenstehen.**



Die Abnahme der Kaltluftströmung, welche sich durch das Planvorhaben in der angrenzenden Wohnsiedlung ergibt, beeinträchtigt die Wohn- und Arbeitsverhältnisse dort nicht. Da der Kaltluftvolumenstrom in den Wohngebieten bereits in der Ausgangssituation mäßig bis hoch ausfällt, sind die absoluten Abnahmen im Planfall vertretbar und eine gute Durchlüftung ist weiterhin gegeben.

Innerhalb des Plangebiets sollten neben der Kaltluftzufuhr „von außen“ zusätzlich Abkühlungsprozesse innerhalb des Gebiets selbst stattfinden können. Die klimaökologische Modellierung hat gezeigt, dass dies bei der hier betrachteten Planungsvariante aufgrund der hohen Versiegelungsrate nicht ausreichend ermöglicht wird. Um diesem Effekt entgegenzuwirken, können gezielte Maßnahmen zur Entsiegelung ergriffen werden, wie die Anlage begrünter Parkflächen, wasserdurchlässiger Pflasterbeläge, Dach- und Fassadenbegrünungen sowie die Schaffung unversiegelter Randstreifen entlang von Wegen und Plätzen. Diese Maßnahmen tragen nicht nur zur Verbesserung des lokalen Klimas bei, sondern fördern auch die Versickerung von Niederschlagswasser und reduzieren die Aufheizung der Flächen.

Die humanbioklimatische Situation am Tag (Indikator PET um 14:00 Uhr) kann im Plangebiet weiter optimiert werden. Positiv zu bewerten sind der geplante Anteil an vorgesehenen Baumpflanzungen. Eine Ausweitung dieser Maßnahmen würde nicht nur die thermische Belastung weiter reduzieren, sondern auch zusätzliche Aufenthaltsbereiche für die Beschäftigten des Rechenzentrums schaffen.

Das nächtliche Temperaturniveau (Referenz: 04:00 Uhr) weist im Bereich der geplanten Arbeits- und Aufenthaltsräume für die Mitarbeiter eine mäßige Überwärmungstendenz auf, da die angrenzenden Grünflächen in der Nacht effektiv abkühlen.

Die Auswirkungen der Wärmeabgabe durch das Rechenzentrum können ermittelt werden, sobald ein entsprechender Planungsstand des Vorhabens vorliegt.

## 5 Planungshinweise und Maßnahmen

Folgende Planungshinweise sind als Empfehlungen zu verstehen, die im Einzelfall nicht immer vollumfänglich realisierbar sind. Dennoch soll an dieser Stelle eine umfangreiche Liste der Möglichkeiten zur Optimierung des Lokalklimas und der humanbioklimatischen Situation im Plangebiet aufgezählt werden. Die Umsetzbarkeit ist im Rahmen der weiteren Planungen anhand konkretisierter Ansätze zu bewerten. Eine rechtliche Verbindlichkeit kann erst durch die verbindliche Bauleitplanung in Verbindung mit öffentlich-rechtlichen Verträgen erzielt werden.

Zusätzlich zu den gelisteten Maßnahmen kann sich bei der weiteren Umsetzung des Planvorhabens auch an den Erfahrungen des Projektes „Nachhaltige Gewerbeflächenentwicklung“ (2025) des NRW-Umweltministeriums und des Instituts für Landes- und Stadtentwicklungsforschung orientiert werden, welches seine Schwerpunkte auf einer nachhaltigen und klimaangepassten Entwicklung von Gewerbegebieten hat.



### Begrenzung des Versiegelungsgrades und Begrünung

In der Nachtsituation fördert ein möglichst hoher Anteil an unversiegelter Grünfläche die Kaltluftproduktion und kühlt das Plangebiet besser ab. Derzeit zeigt das Plangebiet eine starke Unterteilung in die unversiegelte und begrünte Freifläche sowie den nahezu vollversiegelten Bereich der Rechenzentren. Denkbar wäre eine Auflockerung dieses Teilgebiets durch mehr Grünstrukturen evtl. auch in Kombination mit Wasserretentionsflächen, welche die nächtliche Auskühlung begünstigen, aber auch die Aufenthaltsqualität am Tag, etwa während der Pausenzeiten der Mitarbeitenden, steigern. Es sind eine Reihe von Baumpflanzungen im Plangebiet geplant, diese jedoch vornehmlich an den Gebietsgrenzen. Zur Beschattung und Verringerung der Aufheizung am Tag, sollten weitere Bäume innerhalb des Gebiets und an den Gebäudesüdseiten gepflanzt werden. Erschließungswege und Parkplätze sollten ebenfalls in teilversiegelte Untergründe wie Rasengittersteine oder Rasenfugenpflaster umgewandelt werden, was die Wärmespeicherung in diesen Bereichen herabsetzt. Auch die Bereiche zwischen den Gebäuden sollten entsiegelt und als grüne Gehwege angelegt werden. Ähnlich dem „Schwammstadtprinzip“ kann die Erhöhung der Grünstrukturen um Wasserrückhaltebecken oder Retentionsflächen erweitert werden, um deren Klimawirkung auch in Trockenzeiten zu gewährleisten.

### Gebäudebegrünung

Fassadenbegrünung sorgt bodennah für eine Abkühlung und verbessert die Aufenthaltsqualität nicht nur im Außen-, sondern auch im Innenraum. Sonnenexponierte Gebäudeseiten sind dabei von besonderer Bedeutung. Zusätzlich bietet sich Dachbegrünung an, was sich positiv auf die Innenraumtemperatur sowie Wärmedämmung und im Verbund mit einer Fassadenbegrünung auch auf die bodennahe Temperatur auswirken würde. Besonders effektiv sind sogenannte Retentions Gründächer, welche einerseits die Wasserversorgung der Pflanzen gewährleisten und somit deren Kühlleistung steigern, andererseits auch als Regenwasserrückhalt bei Starkregenereignissen fungieren. Mit dieser Maßnahme kann nicht nur das Außen- und Innenraumklima im Sommer verbessert, sondern auch der Energiebedarf zum Heizen im Winter erheblich gemindert werden. Eine Gebäudebegrünung empfiehlt sich vor allem für die Gebäude, in denen sich die Mitarbeitenden aufhalten werden.

### Abwärmenutzung

In den meisten Rechenzentren wird die große Menge produzierter Abwärme von den Servern bisher ungenutzt abgeführt. Das neue Energieeffizienzgesetz (EnEFG) von November 2023 sieht nun eine stärkere Nutzung der Abwärme von Rechenzentren ab dem Jahr 2026 vor. So kann diese zum Heizen von Wohngebäuden, Büros, Schwimmbädern oder auch Gewächshäusern genutzt werden. Sollten letztere auf den Freiflächen im Plangebiet vorgesehen sein, wäre zu prüfen, inwiefern die Abwärme dort sinnvoll genutzt werden kann. Auch für die eigenen Aufenthaltsbereiche wie Büros, Korridore und Toilettenräume sollten Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung geprüft werden. Weiter wäre zu klären, inwiefern Abnehmer in der Nähe des Rechenzentrums vorhanden sind und ob zudem eine ausreichende Infrastruktur zur Einspeisung ins Fernwärmenetz vorliegt.



### Klimafreundliche Klimatisierung – natürliche Kältemittel und freie Kühlung

Zur Kühlung der Server sollten klimafreundliche Optionen geprüft werden. So kann beispielsweise die freie Kühlung mittels Außenluft für die Zeiten mit ausreichend kühler Außenluft in Erwägung gezogen werden. Bei der Nutzung von Kältemaschinen sollte unbedingt auf klimaschädliche teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW) verzichtet werden und klimafreundliche Alternativen wie das Kältemittel Propan verwendet werden. Auch die Flüssigkühlung mit Wasser wäre eine umweltverträgliche Option.

### Gebäudeausrüstung

Gebäudefassaden und deren Dachflächen sollten mit einer guten Wärmedämmung ausgestattet sein. Diese in Kombination mit außenliegenden Jalousien und hochwertigen Sonnenschutzverglasungen der Fenster reduzieren die Strahlungslast und somit die Erwärmung der Innenräume. Ggf. sollten Klimaanlage die Innenraumtemperaturen weiter regulieren. Weiterhin empfiehlt sich eine Ausrichtung der Fenster in den Büroräumlichkeiten zu verschiedenen Himmelsrichtungen, um ein Querlüften in den Innenräumen zu ermöglichen.

### Erhöhung der Albedo

Die Materialfarbe von Bodenbelägen sowie von südexponierten, besonnten Fassaden oder sonnenexponierten Dächern sollte in hellen Tönen gewählt werden, um die Rückstreuung der solaren Einstrahlung zu begünstigen, wodurch an der Oberfläche weniger Energie in Wärme umgewandelt und somit der Wärmeeintrag ins Gebäude verringert wird. Allerdings kann sich eine großflächige Verwendung sehr heller Materialien auf Platzbereichen durch die hohe Rückstrahlung negativ auf die Aufenthaltsqualität auswirken. In solch einem Fall sollten vorzugsweise Maßnahmen der Begrünung und Verschattung umgesetzt werden.

### Bau und Anordnung der Gebäude

Der Einfluss einer Bebauung auf die Kaltluftströmung ist abhängig von deren Flächenausdehnung, der Gebäudekörperanordnung sowie der Gebäudehöhe. Eine dichte und hohe Bebauung bremst die Kaltluft aufgrund der höheren Rauigkeit ab und erwärmt sie, wohingegen niedrige Einzelgebäude von der Kaltluft eher durch-, um- oder überströmt werden können. Die Hinderniswirkung wird verringert, wenn die Gebäude längs zur Strömungsrichtung angeordnet sind. Öffnungen und Abstände zwischen einzelnen Gebäuden sichern die Luftzirkulation, indem die Kaltluft das Hindernis um- bzw. durchströmt, anstatt von diesem abgeblockt zu werden.

Konkret könnte also die Gebäudehöhe v.a. der zwei großen Gebäudekomplexe reduziert bzw. parallel zur Kaltluftströmung ausgerichtet werden. Grundsätzlich sind aber größere Gebäudehöhen gegenüber großflächig angelegten, niedrigeren Baustrukturen aus klimaökologischer Sicht zu befürworten.

### Energieeffizienz und Klimafreundlichkeit

Neben der Verbesserung der klimaökologischen Situation vor Ort und der Steigerung der Energieeffizienz durch Abwärmenutzung kann die Klimafreundlichkeit des Rechenzentrums zusätzlich gesteigert werden, beispielsweise indem dem sehr hohen Stromverbrauch und der gewöhnlicherweise schlechten CO<sub>2</sub>-Bilanz durch die Nutzung gebäudenaher Photovoltaik begegnet wird.



## 6 Literatur

- GROSS, G. (1992). Results of supercomputer simulations of meteorological mesoscale phenomena. *Fluid Dynamics Research*, 10(4–6), 483–498. [https://doi.org/10.1016/0169-5983\(92\)90035-U](https://doi.org/10.1016/0169-5983(92)90035-U)
- IPCC (2022): Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp.
- MATZARAKIS, A., MAYER, H., & IZIOMON, M. G. (1999). Applications of a universal thermal index: Physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, 43(2), 76–84. <https://doi.org/10.1007/s004840050119>
- MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND VERKEHR DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN. (2025). Nachhaltige Gewerbegebiete. <https://www.umwelt.nrw.de/themen/umwelt/umwelt-und-ressourcenschutz/ressourceneffizientes-wirtschaften/nachhaltige>
- UBA (2016): Heizen, Raumtemperatur, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, [www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/umweltbewusstleben/heizen-raumtemperatur](http://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/umweltbewusstleben/heizen-raumtemperatur) (13.10.2020).
- STADT BAD VILBEL (2025): Bebauungsplan „Im Schleid“ (5. Änderung). Entwurf vom 15.04.2025.
- VANTAGE DATA CENTER (2024): FRA 62 Cloud TestFit: Option C1.9. Entwurf vom 28.11.2024.
- VDI 3787, Blatt 2. (2022, Juni). *Umweltmeteorologie. Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung der thermischen Komponente des Klimas*. <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-3787-blatt-2-umweltmeteorologie-methoden-zur-human-biometeorologischen-bewertung-der-thermischen-komponente-des-klimas>
- 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 3787, Blatt 5 - Entwurf. (2024). *Umweltmeteorologie. Lokale Kaltluft*. <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-3787-blatt-5-umweltmeteorologie-lokale-kaltluft-1>
- VDI (2003): Richtlinie VDI 3787 Blatt 5 Umweltmeteorologie – Lokale Kaltluft. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf.





Im Auftrag der  
**ERM GmbH**  
Siemensstr. 9  
63263 Neu-Isenburg

GEO-NET Umweltconsulting GmbH

Hannover, den 16. Mai 2025

---

Lara Wichmann

M. Sc. Landschaftswissenschaften

Geprüft von

---

Cornelia Burmeister

Dr., Dipl. Geogr.