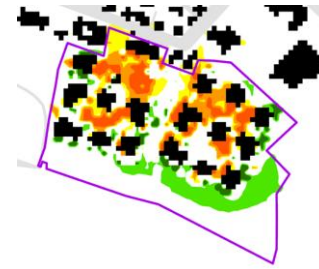
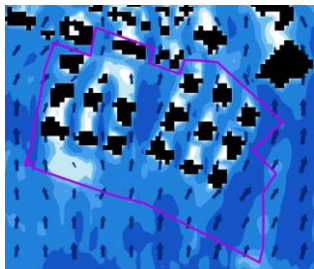
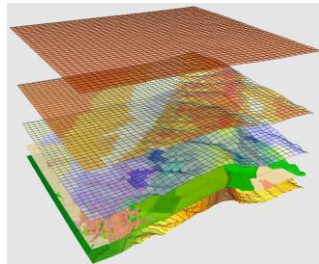
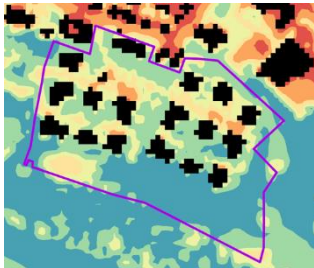


Klimaökologisches Gutachten: Schwäbisch Gmünd – Margaritenhöhe

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



Auftraggeber:

**Genossenschaft der Barmherzigen Schwestern vom
hl. Vinzenz von Paul in Untermarchtal e.V.**
Margarita-Linder-Straße 8
89617 Untermarchtal



GEO-NET Umweltconsulting GmbH

Große Pfahlstraße 5a
30161 Hannover
Tel. (0511) 3887200
FAX (0511) 3887201
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, Oktober 2025



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Vorstellung des Untersuchungs- und Plangebiets	4
1.2	Klimatische Ausgangssituation.....	7
1.3	Planvorhaben	8
1.4	Klimawandel in Städten	8
2	Methodik	9
3	Ergebnisse der klimaökologischen Modellierung	13
3.1	Lufttemperatur in der Nacht.....	13
3.2	Kaltluftprozessgeschehen in der Nacht	17
3.3	Wärmebelastung am Tage	29
4	Schlussfolgerung	34
4.1	Bewertung der Nachtsituation.....	34
4.2	Bewertung der Tagsituation.....	35
4.3	Gesamtbewertung	36
5	Planungshinweise und Maßnahmen	37
6	Literatur	40
	Anhang	41



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Untersuchungsgebiet Schutzgut Klima für das Pangebiet „Schwäbisch Gmünd - Margaritenhöhe“. Größe des Plangebiets (violetter Umring): rd. 3,8 Hektar.	4
Abbildung 2: Geländehöhe in Meter über Normalhöhennull (m ü. NHN)	6
Abbildung 3: Stadtklimaanalyse Schwäbisch Gmünd (2022): Ausschnitt aus der Planungshinweiskarte der Nachtsituation.	7
Abbildung 4: Nutzungsklassen im Ist-Zustand.....	11
Abbildung 5: Nutzungsklassen im Plan-Szenario.....	12
Abbildung 6: Lufttemperatur im Status quo in 2 Meter über Grund um 4 Uhr nachts.	14
Abbildung 7: Lufttemperatur im Planfall in 2 Meter über Grund um 4 Uhr nachts.....	15
Abbildung 8: Änderung der nächtlichen Temperatur im Plan-Szenario.....	16
Abbildung 9: Strömungsfeld und -geschwindigkeit im Status quo in 2 m über Grund um 4 Uhr nachts. .	18
Abbildung 10: Strömungsfeld und Strömungsgeschwindigkeit im Planfall in 2 m über Grund um 4 Uhr nachts.	20
Abbildung 11: Änderung der Strömungsgeschwindigkeit im Planfall im Vergleich zum Status quo.	21
Abbildung 12: Prinzipskizze Kaltluftvolumenstrom.....	22
Abbildung 13: Kaltluftvolumenstromdichte im Status quo [$m^3/(s*m)$].	23
Abbildung 14: Kaltluftvolumenstromdichte im Planfall [$m^3/(s*m)$].....	25
Abbildung 15: Änderung der Kaltluftvolumenstromdichte [$m^3/(s*m)$] im Plan-Szenario.	26
Abbildung 16: Prozentuale Abnahme der KVS-Dichte auf Blockflächen der bewohnten Nachbarschaft..	28
Abbildung 17: Zuordnung von Schwellenwerten für den Bewertungsindex PET in den Tagesstunden (Auszug nach VDI 2022).....	29
Abbildung 18: Physiologisch äquivalente Temperatur (PET) im Status quo um 14 Uhr nachmittags.....	30
Abbildung 19: Physiologisch äquivalente Temperatur (PET) im Planfall um 14 Uhr nachmittags.....	32
Abbildung 20: Änderung der physiologisch äquivalenten Temperatur (PET) im Plan-Szenario im Vergleich zum Status quo.....	33
Abbildung 21: Klimatisch günstige Ausgestaltung von Freiflächen.....	38



1 Einleitung

Im Rahmen Bebauungsplanverfahrens Nr. 231 B IX „Margaritenhöhe“ in Schwäbisch Gmünd wurde von der Genossenschaft der Barmherzigen Schwestern vom hl. Vinzenz von Paul in Untermarchtal e.V. ein Gutachten in Auftrag gegeben, welches die klimaökologischen Auswirkungen des Planvorhabens für das Plangebiet sowie für die direkt angrenzende Nachbarschaft mittels eines hochaufgelösten numerischen Modells analysiert.

Das Plangebiet ist in Abbildung 1 dargestellt und befindet sich am südlichen Stadtrand von Schwäbisch Gmünd. In der unmittelbaren Umgebung zum Plangebiet sind eine Wohnsiedlung mit Einzel- und Mehrfamilienhäusern, eine Grundschule, ein Krankenhaus sowie Gewerbe (Einkaufsmärkte) vorhanden. Südlich des Plangebiets befinden sich siedlungsnahe, strukturreiche Grünflächen, dahinter schließen sich Agrarflächen an.

Die Flächenentwicklung soll auf einer derzeitigen Grünfläche am Siedlungsrand stattfinden, welche sich nur etwa einen Kilometer entfernt vom Stadtzentrum befindet. Es soll ein generationenübergreifendes Wohnquartier mit mehrgeschossigen Wohngebäuden entstehen (Familienwohnungen, z. T. sozial geförderter Wohnungsbau) sowie sozialer Infrastruktur (Kindergarten, Generationenwohnen). Außerdem sind Tiefgaragen sowie ein Parkplatz für Besucher (Mobilitätsstation) geplant.

Anhand einer modellgestützten Klimaanalyse sollen die klimaökologischen Auswirkungen des Planvorhabens mit Fokus auf die gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnisse 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 Planungsvorhabens untersucht. Die zugrunde liegende Modellierung basiert auf dem städtebaulichen Konzept des Büros kaestle&ocker (Entwurf vom 19.09.2024) und ist ebenfalls auf den Bebauungsplan Nr. 231 B IX „Margaritenhöhe“ übertragbar. Im Verlauf des Projektfortschritts ergaben sich geringfügige Änderungen der Planung, sodass zusätzlich der aktuelle Planungsstand (Lageplan Wohnquartier Margaritenhöhe vom 08.08.2025) gutachterlich bewertet wird (s. Kapitel 4). Die Lagepläne sind in Anhang 1 und Anhang 2 abgebildet.



Klimaanalyse für das B-Plan-Verfahren "Schwäbisch Gmünd - Margaritenhöhe"

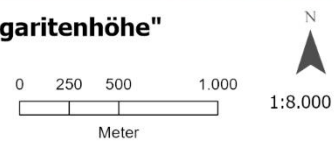


Abbildung 1: Untersuchungsgebiet Schutzgut Klima für das Pangebiet „Schwäbisch Gmünd - Margaritenhöhe“. Größe des Plangebiets (violetter Umring): rd. 3,8 Hektar.

1.1 Vorstellung des Untersuchungs- und Plangebiets

Nutzungsstruktur

Im Süden des weitgefassten Untersuchungsgebiets befinden sich strukturreiche Grünflächen sowie südlich der Straße „Unterm Bergschlößle“ intensiv genutzte Agrarflächen. Nördlich des Plangebiets grenzt das Siedlungsgebiet von Schwäbisch Gmünd an. In der unmittelbaren Nachbarschaft zum Plangebiet sind vor allem kleinere und einzelstehende Mehrfamilienhäuser sowie soziale Infrastruktur (Kindergarten, Grundschule, Krankenhaus) und Einkaufsläden vorhanden.

Die derzeitige Nutzung auf dem Plangebiet besteht aus einer Grünfläche mit altem Baumbestand. Zudem befinden sich zwei Gebäude auf dem Gelände.

Am südlichen Rand des Plangebiets verläuft ein öffentlicher Fuß- und Radweg. Von dort ausgehend bleibt eine etwa 30 bis 40 Meter breite Grünfläche (Baum- und Biotopbestand) entlang der südlichen Plangebietsgrenze erhalten und wird nicht bebaut.

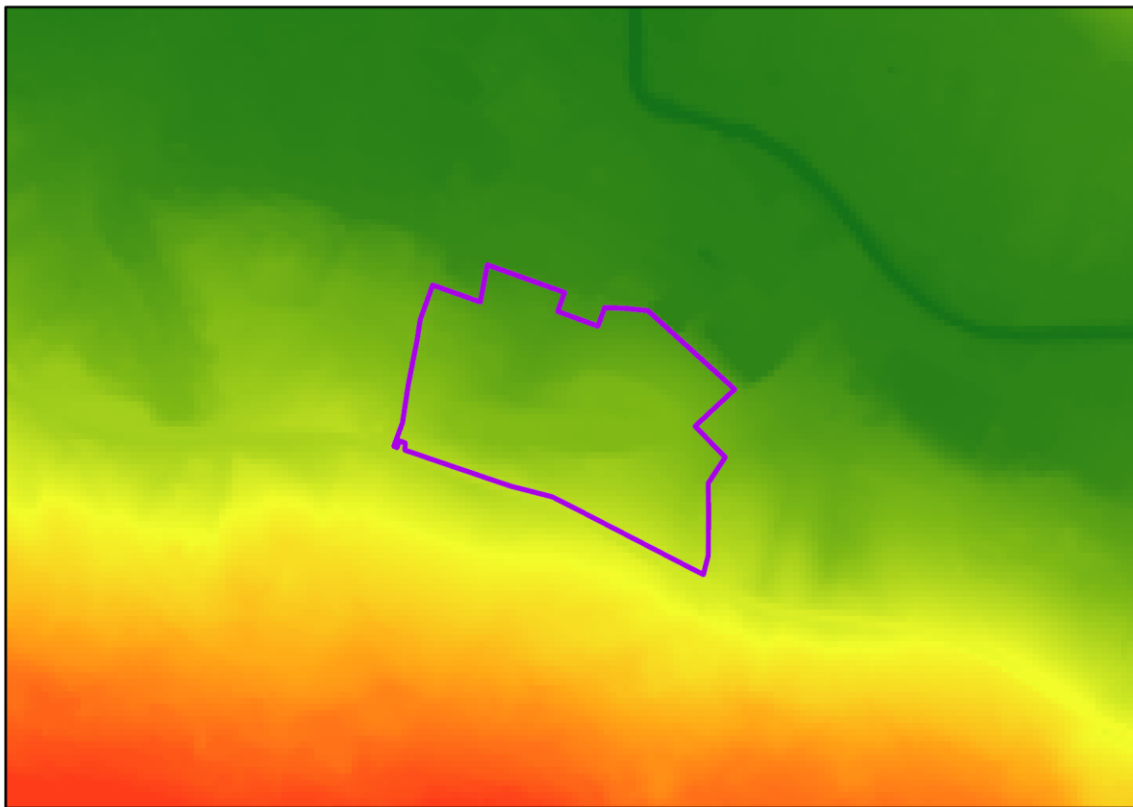


Geländehöhe

Das dargestellte Untersuchungsgebiet liegt auf einer Höhe von 320 bis 415 m ü. NHN (s. Abbildung 2). Das Gelände fällt von Süd nach Nord deutlich ab. Das Plangebiet weist Höhen zwischen 335 und 360 m ü. NHN auf. Das nördlich gelegene Wohngebiet befindet sich auf einer niedrigeren Geländehöhe (unter 330 m ü. NHN) als das Plangebiet und die südlich gelegenen Grünflächen.

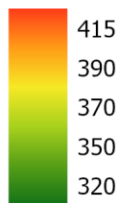
Strukturhöhe

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.



Klimaanalyse für das B-Plan-Verfahren "Schwäbisch Gmünd - Margaritenhöhe"

Geländehöhe in m ü. NHN



 Geltungsbereich des B-Plans

N
1:6.000

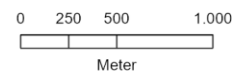


Abbildung 2: Geländehöhe in Meter über Normalhöhennull (m ü. NHN)



1.2 Klimatische Ausgangssituation

Die in Abbildung 3 dargestellte „Planungshinweiskarte Nacht“ zeigt die Bewertung der bioklimatischen Situation des Wohnsiedlungsraums und der Grünflächen in der Nacht. Bei dem Plangebiet handelt es sich um eine Grün- und Freifläche mit der höchsten bioklimatischen Bedeutung für den Wohnsiedlungsraum am Rande des Stadtgebiets von Schwäbisch Gmünd. In der direkt nördlich angrenzenden Nachbarschaft liegt in der Nacht überwiegend eine günstige bioklimatische Situation vor. Das Krankenhaus befindet sich in einem Bereich mit mittlerer bioklimatischer Situation. In der Nähe zum Stadtzentrum ist die bioklimatische Situation aufgrund höherer Versiegelung und dichterere Bebauung ebenfalls mittel bis ungünstig. Die Pfeile stellen die Kaltluftströmung, welche von Süd nach Nord fließt, dar. Östlich und westlich des Plangebiets ist ein ausgeprägter flächenhafter Kaltluftabfluss vorhanden. Anhand des eingezeichneten Kaltlufteinwirkungsbereichs im Siedlungsraum (blaue Schraffur) wird erkennbar, dass in der direkt angrenzenden Nachbarschaft die Kaltluft von den Grünflächen relativ weit ins Wohngebiet strömt.

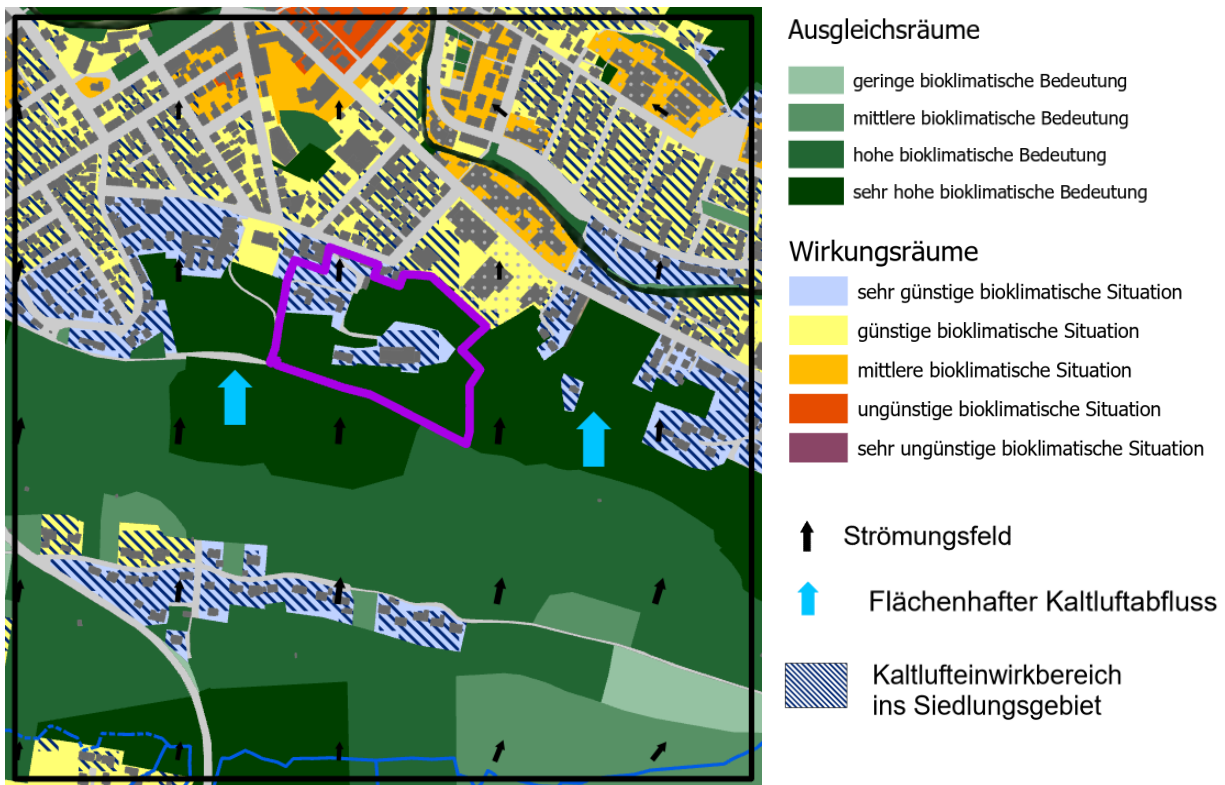


Abbildung 3: Stadtklimaanalyse Schwäbisch Gmünd (2022): Ausschnitt aus der Planungshinweiskarte der Nachtsituation.



1.3 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 3,8 ha und ist gegenwärtig eine Grünfläche am südlichen Stadtrand von Schwäbisch Gmünd. Das Plangebiet soll als allgemeines Wohngebiet (§ 4 BauNVO) ausgewiesen werden.

Gemäß dem vorliegenden städtebaulichen Konzept des Büros kaestle&oocker vom 19.09.2024 (s. Anhang) sind auf dem Plangebiet generationenübergreifendes Wohnen in mehrgeschossigen Wohngebäuden (Generationenwohnen und Familienwohnungen, z. T. sozial geförderter Wohnungsbau) sowie ein Kindergarten geplant. Außerdem entstehen eine Mobilitätsstation und Tiefgaragen.

Die Freiraumplanung sieht gleichmäßig über das Gebiet verteilte private Grünflächen sowie eine Gemeinschaftsgrünfläche vor. Die Tiefgaragendächer werden um die Gebäude herum begrünt, jedoch aufgrund der niedriger Substratschicht ohne großkronigen Baumbestand beplant. Der Baum- und Biotopbestand am südlichen Grundstücksabschluss bleibt vollständig erhalten.

Die städtebauliche Struktur zeigt eine aufgelockerte Bebauung mit einzelstehenden Mehrfamilienhäusern sowie begrünter Grundstücksflächen. Der stadtklimatisch wichtige Kaltluftfluss soll durch die vorgesehenen Gebäudeabstände weiterhin möglich sein.

Die Haupteinschließung des Gebietes erfolgt von Norden über die Bergstraße. Für Besucher sind oberirdische Parkplätze an der Mobilitätsstation geplant. Für die Autos der Anwohner sind die Tiefgaragen vorgesehen.

(Schwäbisch Gmünd 2024)

1.4 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 1 x 1 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 4) sowie die im Plangebiet veränderte Nutzung des Plan-Szenarios (Abbildung 5). Die horizontale Auflösung der Nutzungsraster beträgt 5x5 Meter. Die Nutzung des Planfalls wurde anhand des städtebaulichen Konzepts des Büros kaestle&oocker, Entwurf vom 19.09.2024, erstellt. Die Höhe der Gebäude richtet sich nach den Angaben des städtebaulichen Entwurfs. Die Baumkronen sind ebenfalls dem Entwurf entnommen worden, die geplanten Bäume besitzen eine Höhe von 6 Metern. Die Bestandsbäume sind mit ihrer tatsächlichen Höhe in das Modell eingeflossen.



Klimaanalyse für das B-Plan-Verfahren "Schwäbisch Gmünd - Margaritenhöhe"

Nutzungsklassen

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

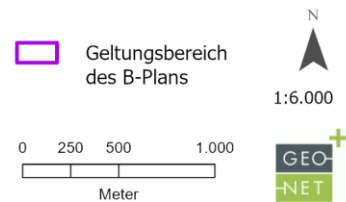


Abbildung 4: Nutzungsklassen im Ist-Zustand.



Klimaanalyse für das B-Plan-Verfahren "Schwäbisch Gmünd - Margaritenhöhe" Planfall

Nutzungsklassen

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

Geltungsbereich des B-Plans

N
1:3.500

0 250 500 1.000
Meter

Abbildung 5: 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 (s. Kapitel 0). Die Temperaturangaben werden für den Status quo sowie den Planfall in Grad Celsius (°C) und im Änderungsszenario in der SI-Basiseinheit Kelvin (K) ausgegeben.

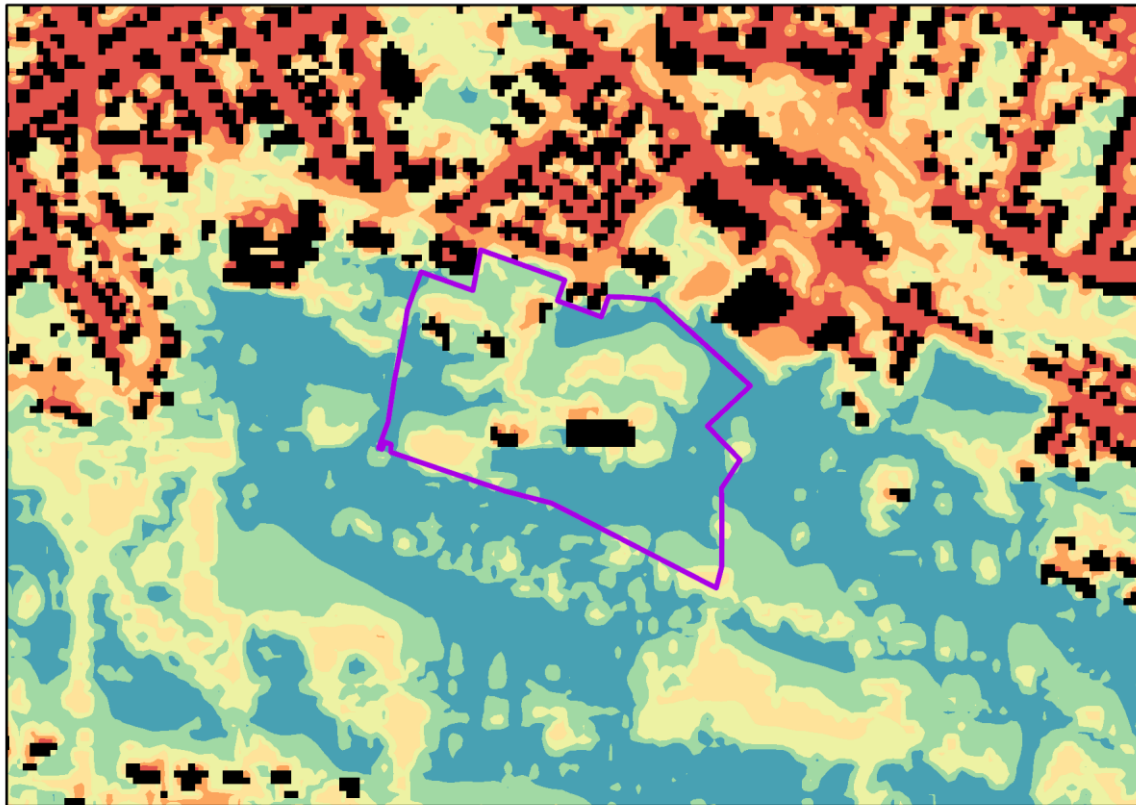
3.1 Lufttemperatur in der Nacht

Ausgangssituation

In der Nacht steht 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 ≥ 20 °C als besonders belastend gelten.

Abbildung 6 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 12,5 und 19,5 °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 des Wohngebiets, auf Gewerbeflächen (bspw. Supermarktparkplatz) sowie im Straßenraum (> 19 °C). Die niedrigsten Temperaturen (< 14 °C) sind außerhalb der Siedlung über Freiflächen wie landwirtschaftlichen Flächen und Wiesen zu finden. Die Hausgärten, Kleingärten sowie mit Bäumen bestandene Grünflächen weisen Temperaturen zwischen 15 und 17 °C auf. Da Baumkronen die Erdausstrahlung abschirmen, kühlt sich die bodennahe Luft weniger stark ab als über einer Grünfläche ohne Baumbestand.





Klimaanalyse für das B-Plan-Verfahren "Schwäbisch Gmünd - Margaritenhöhe" Status quo

Nächtliche Lufttemperatur

[°C] in 2 m ü.Gr. um 04:00 Uhr

 bis 14	 16,1 - 17
 14,1 - 15	 17,1 - 18
 15,1 - 16	 über 18

-  Gebäude
-  Geltungsbereich des B-Plans

N
1:5.500

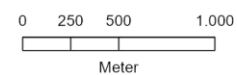


Abbildung 6: Lufttemperatur im Status quo in 2 Meter über Grund um 4 Uhr nachts.

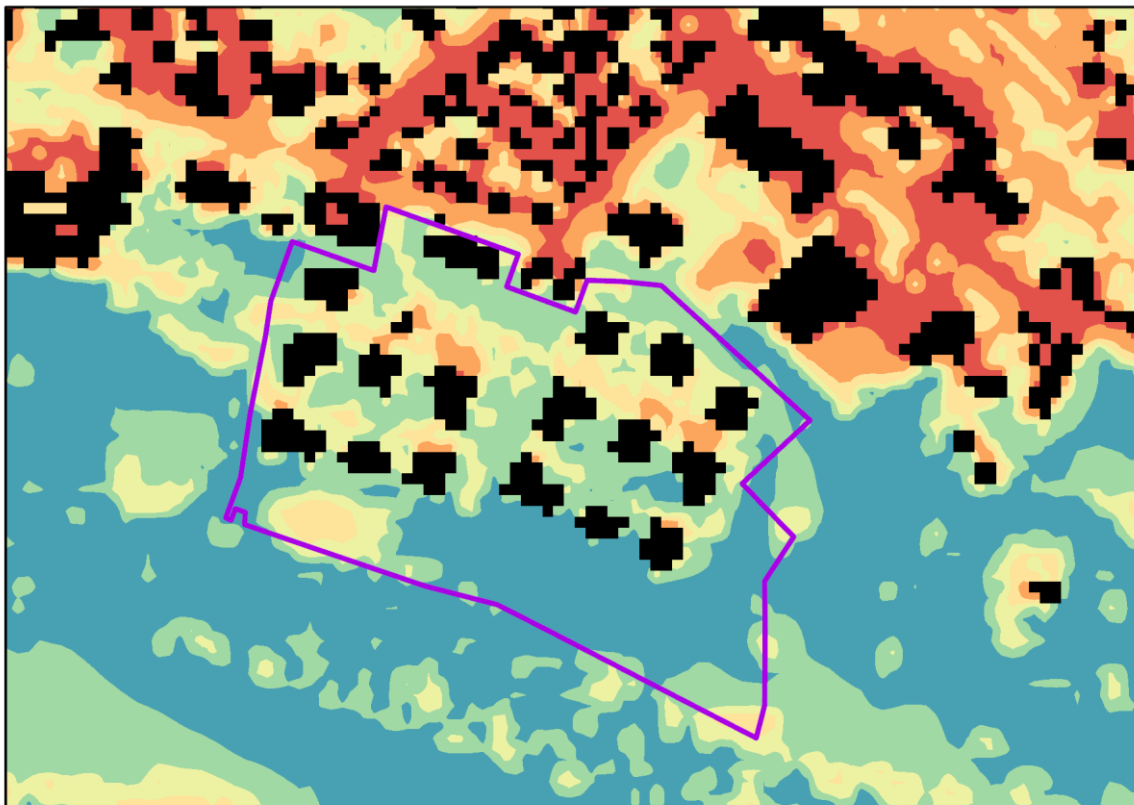


Änderung der nächtlichen Temperatur im Plan-Szenario

In Abbildung 7 ist die Nachttemperatur des Planfalls abgebildet, Abbildung 8 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 K, bleibt jedoch mit 15 bis 18 °C vergleichsweise gering. Aufgrund von Bodenentsiegelungen und der Reduktion des Baumbestands kühlt sich die Luft nachts stellenweise um bis zu -4 K ab.

Der Vergleich mit der Bestandsbebauung zeigt, dass für das geplante Wohngebiet eine deutlich günstigere nächtliche Situation vorläge als in der nördlichen Nachbarschaft. Diese ist größtenteils dichter bebaut, stärker versiegelt und weist eine geringere Durchgrünung auf.

Das Planvorhaben wirkt sich nicht wesentlich auf die Nachttemperatur der angrenzenden Nachbarschaft aus.

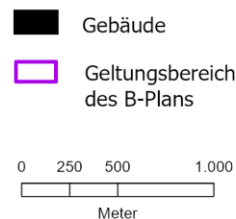


Klimaanalyse für das B-Plan-Verfahren "Schwäbisch Gmünd - Margaritenhöhe" Planfall

Nächtliche Lufttemperatur

[°C] in 2 m ü.Gr. um 04:00 Uhr

bis 14	16,1 - 17
14,1 - 15	17,1 - 18
15,1 - 16	über 18



N
1:3.500



Abbildung 7: Lufttemperatur im Planfall in 2 Meter über Grund um 4 Uhr nachts.



Klimaanalyse für das B-Plan-Verfahren "Schwäbisch Gmünd - Margaritenhöhe" Planfall - Status quo

Differenz der Lufttemperatur um 04 Uhr (Kelvin)

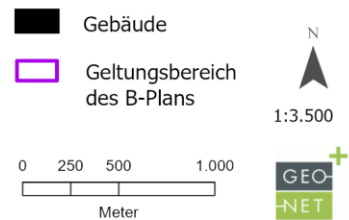


Abbildung 8: Änderung der nächtlichen Temperatur im Plan-Szenario.



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.

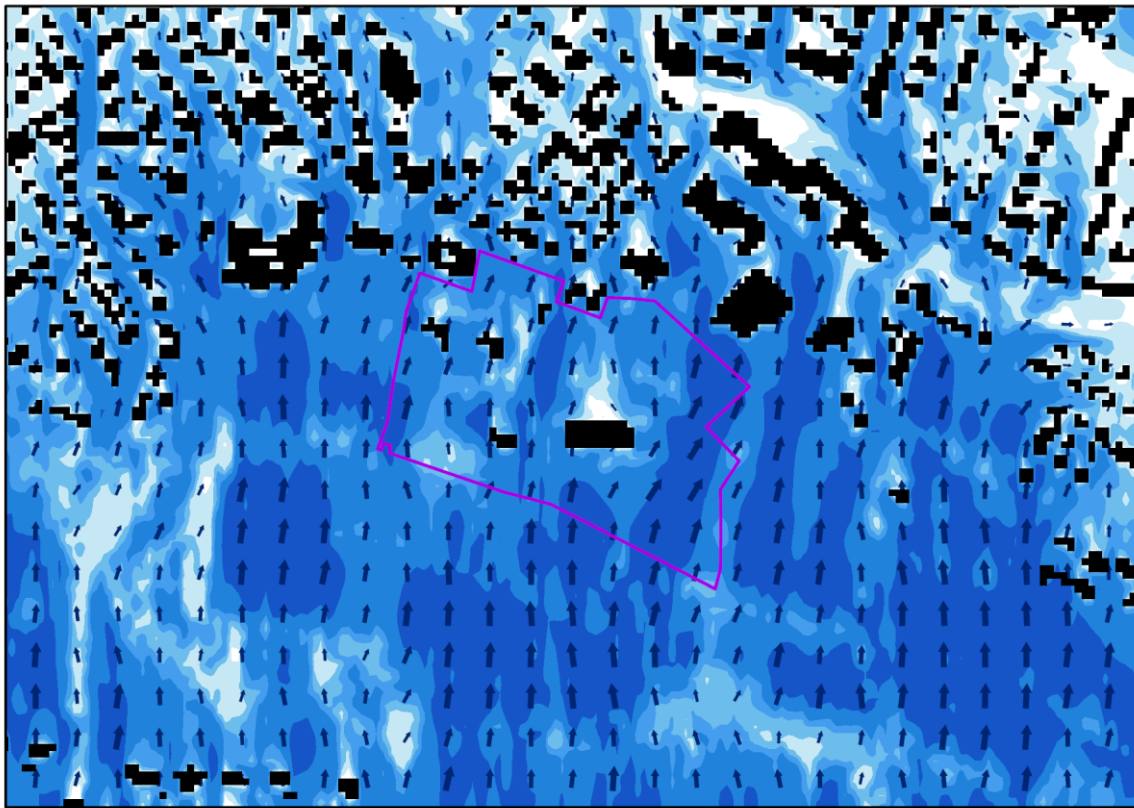
Nächtliches Strömungsfeld und Strömungsgeschwindigkeit

Ausgangssituation

Die Abbildung 9 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 0,1 bis 2 m/s dem ausgeprägten Gefälle folgt und in nördliche Richtungen fließt. Das Plangebiet weist ebenfalls recht hohe Windgeschwindigkeiten mit bis zu 1,5 m/s auf.

In der angrenzenden Wohnsiedlung ist die Strömung ebenfalls vergleichsweise hoch (> 0,3 bis > 0,6 m/s), da die starke Strömung aus dem Plangebiet und den angrenzenden Freiflächen zwischen den Gebäuden und entlang der Straßen strömen kann. Insbesondere über den rauhigkeitsarmen innerstädtischen Flächen, wie der Außenanlage der Franziskus Grundschule, den großflächigen Parkplätzen der Einkaufsläden und entlang des Waldstetter Baches an der Gutenbergstraße, liegt eine ausgeprägte Kaltluftströmung vor.



Klimaanalyse für das B-Plan-Verfahren "Schwäbisch Gmünd - Margaritenhöhe" Status quo

Windgeschwindigkeit in 5 m Auflösung

(m/s) in 2 m ü. Grund um 4 Uhr nachts

bis 0,1	> 0,3 bis 0,5
> 0,1 bis 0,2	> 0,5 bis 1,0
> 0,2 bis 0,3	über 1,0

Windrichtung auf 30 m aggregiert

Gebäude

Geltungsbereich des B-Plans

N
1:5.500

0 250 500 1.000
Meter

Abbildung 9: Strömungsfeld und -geschwindigkeit im Status quo in 2 m über Grund um 4 Uhr nachts.

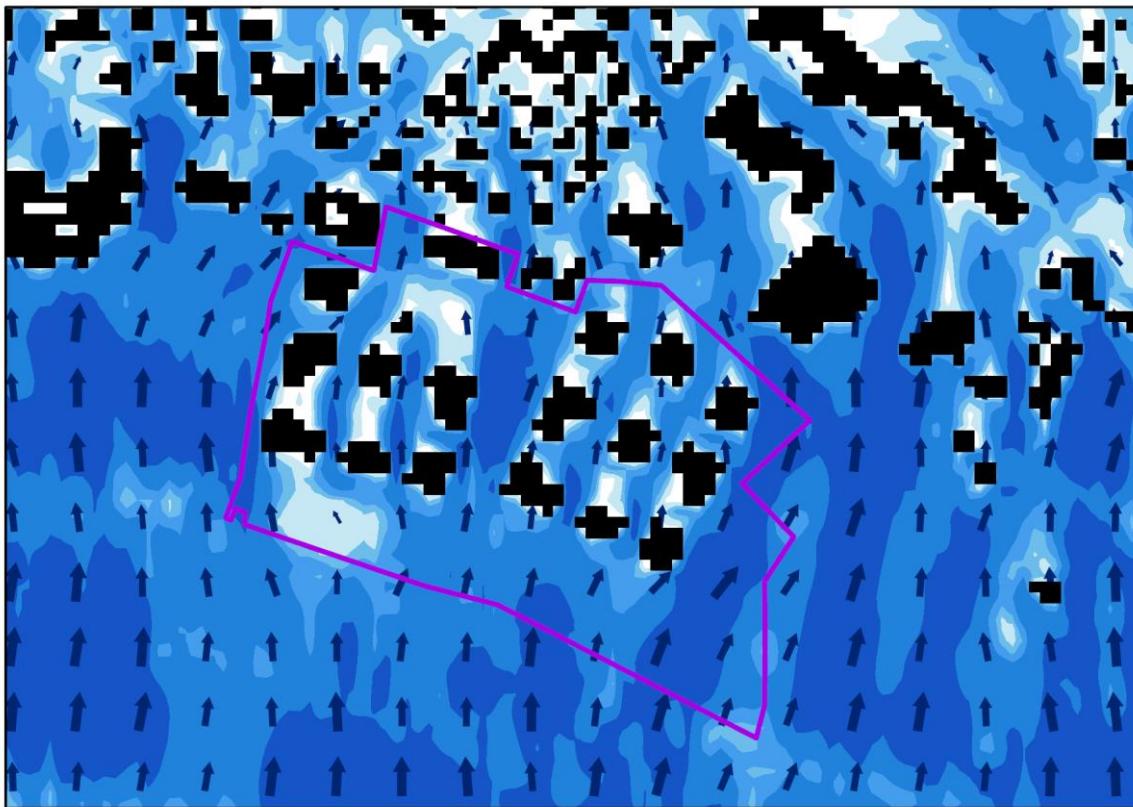


Änderung der Windgeschwindigkeit

Im Planfall ändern sich die Strömungsrichtung und -geschwindigkeit hauptsächlich nur innerhalb des Plangebiets (s. Abbildung 10). Die neu geplanten Gebäude wirken als Hindernisse, sodass die Strömung teils umgelenkt wird. Auch Bäume können den Kaltluftabfluss durch eine erhöhte Oberflächenrauigkeit einschränken. Auf den verbliebenen Freiflächen (Baum-/Biotopverbund am südlichen Grundstücksabschluss; Gemeinschaftsgrün) strömt die Kaltluft ungehindert weiter, teils sogar mit erhöhter Geschwindigkeit, was durch Umlenkungs- und Kanalisationseffekte ausgelöst wird. Dies ist ebenfalls in den von Bebauung und Baumbepflanzung frei gehaltenen Bereichen zwischen den geplanten Gebäuden der Fall, welche mit ausreichend großem Abstand angeordnet sind, sodass die Kaltluft weiterhin in Richtung der angrenzenden Nachbarschaft gelangt.

Die Abbildung 11 stellt die Differenz der Strömungsgeschwindigkeit der Kaltluft zwischen dem Status quo und dem Plan-Szenario dar. Auf der Planfläche ist stellenweise ein Rückgang der Strömungsgeschwindigkeit von bis zu $-1,7$ m/s zu verzeichnen. Die Reduzierung tritt insbesondere im Windschatten der Plangebäude auf, zwischen den Gebäuden erhöht sich die Windgeschwindigkeit durch Kanalisationseffekte hingegen (bis zu $+1,5$ m/s).

Außerhalb des Plangebiets wird die Windgeschwindigkeit nicht wesentlich beeinflusst.



Klimaanalyse für das B-Plan-Verfahren "Schwäbisch Gmünd - Margaritenhöhe" Planfall

Windgeschwindigkeit in 5 m Auflösung

(m/s) in 2 m ü. Grund um 4 Uhr nachts

bis 0,1	> 0,3 bis 0,5
> 0,1 bis 0,2	> 0,5 bis 1,0
> 0,2 bis 0,3	über 1,0

Windrichtung auf 30 m aggregiert

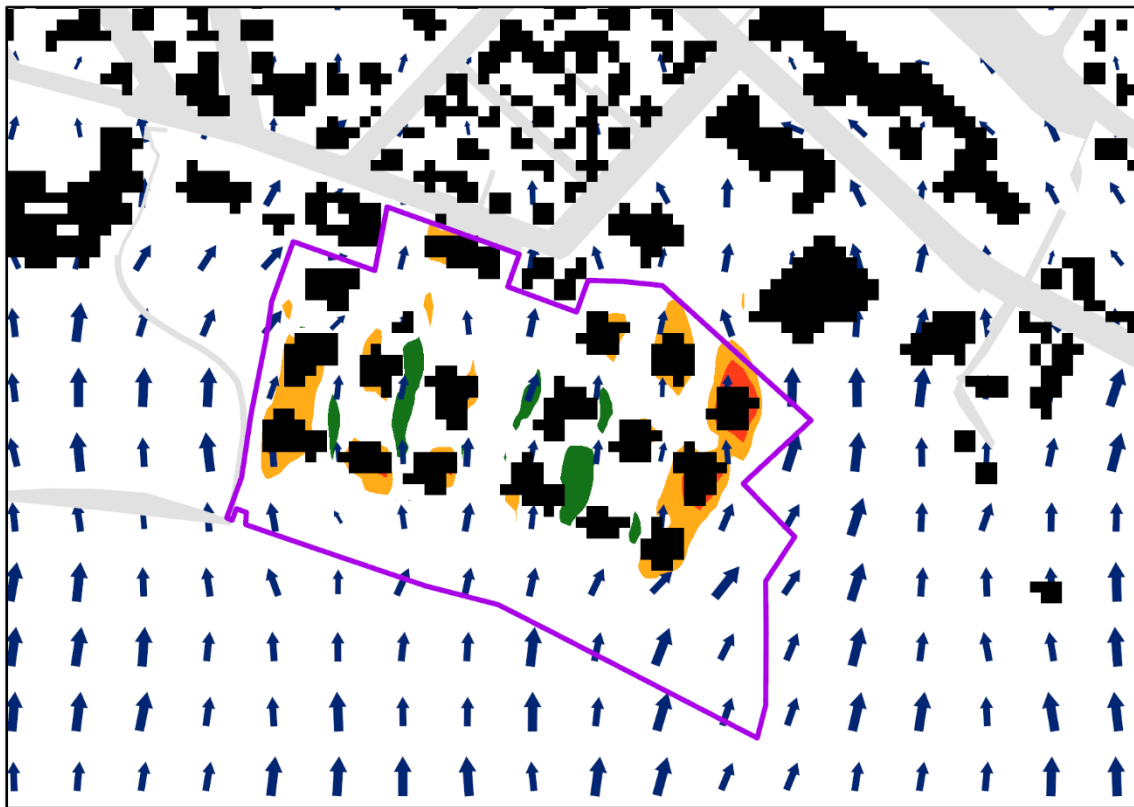
Gebäude

Geltungsbereich des B-Plans

N
1:3.500

0 250 500 1.000
Meter

Abbildung 10: Strömungsfeld und Strömungsgeschwindigkeit im Planfall in 2 m über Grund um 4 Uhr nachts.



Klimaanalyse für das B-Plan-Verfahren "Schwäbisch Gmünd - Margaritenhöhe" Planfall - Status quo

Änderung der Windgeschwindigkeit (m/s) um 4 Uhr nachts

- Red square: bis -1
- Orange square: -0,9 bis -0,5
- Green square: über 0,5
- White square: keine Änderung

↑ Windrichtung auf 30 m aggregiert

Legend and scale information:

- Black square: Gebäude
- Purple outline: Geltungsbereich des B-Plans
- North arrow: N
- Scale: 1:3.500
- Scale bar: 0, 250, 500, 1.000 Meter
- GEO+NET logo

Abbildung 11: Änderung der Strömungsgeschwindigkeit im Planfall 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 12).

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

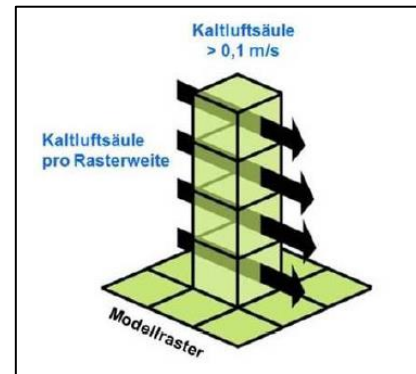


Abbildung 12: Prinzipskizze Kaltluftvolumenstrom

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

Rechenbeispiel zur Umwandlung von KVS-Dichte in KVS:

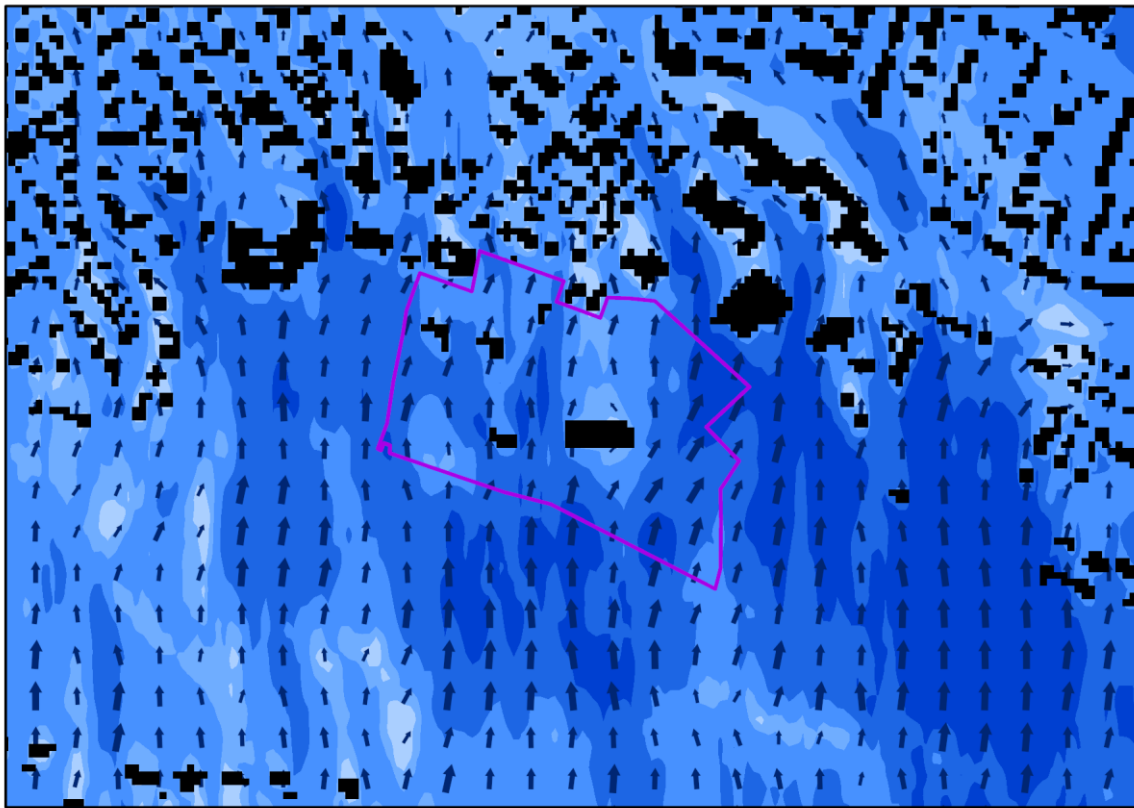
$$\text{KVSD} \times \text{Auflösung} = \text{KVS} \rightarrow 5 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{s}) \times 10\text{m} = 50 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ausgangssituation

Die Kaltluftvolumenstromdichte ist in Abbildung 13 einzusehen. Im Untersuchungsgebiet ist die KVS-Dichte in der Nacht auf den reibungsarmen Freiflächen und aufgrund des stark reliefierten Geländes sehr gut ausgeprägt (bis $58 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$).

Innerhalb des Plangebiets ist die Kaltluftvolumenstromdichte mit > 10 bis $> 40 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ ebenfalls stark ausgeprägt.

In dem angrenzenden Siedlungsgebiet wird der Kaltluftvolumenstrom aufgrund der eher niedrigen Gebäudehöhen und baulichen Abstände nur geringmäÙig abgeschwächt, sodass auch dort eine gute Durchlüftung stattfindet.



Klimaanalyse für das B-Plan-Verfahren "Schwäbisch Gmünd - Margaritenhöhe" Status quo

Kaltluftvolumenstromdichte

in $[m^3/(m*s)]$ um 4 Uhr nachts

bis 5	20,1 bis 30
5,1 bis 15	30,1 bis 40
15,1 bis 20	über 40

↑ Windrichtung auf 30 m aggregiert

Legend and scale information:

- Gebäude
- Geltungsbereich des B-Plans

Scale: 0 250 500 1.000 Meter

North arrow (N) and scale 1:5.500

GEO+NET logo

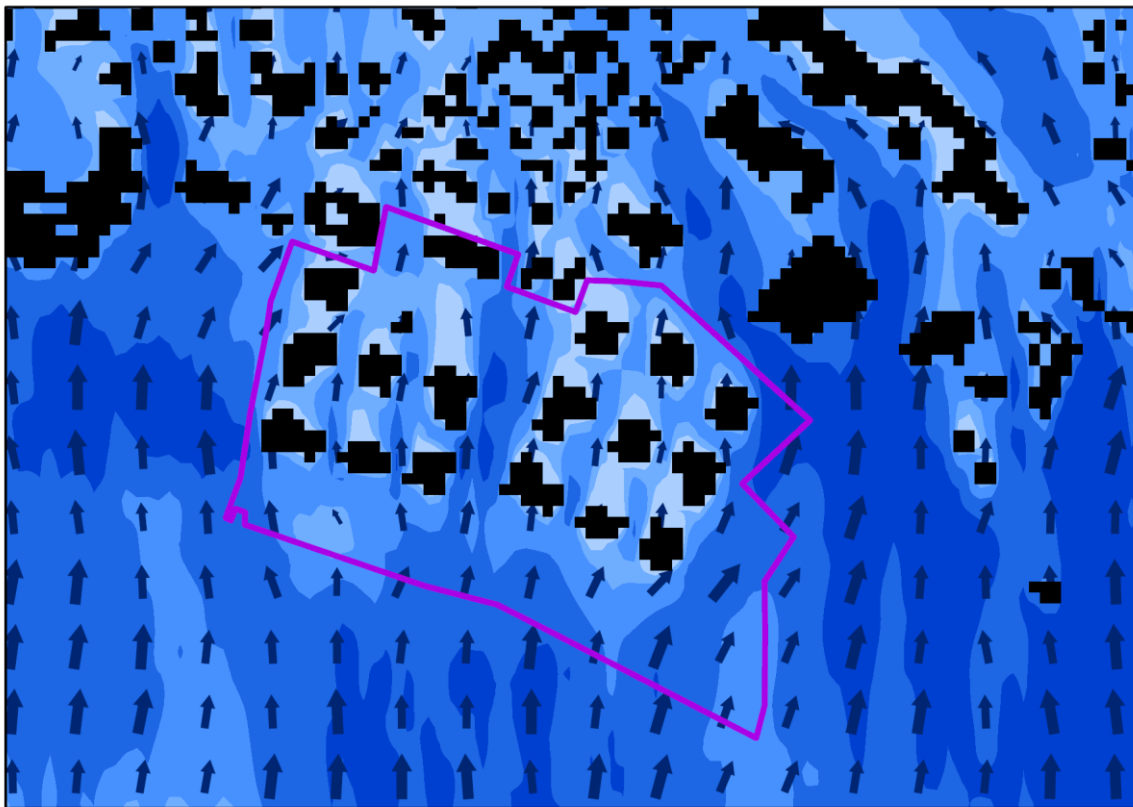
Abbildung 13: Kaltluftvolumenstromdichte im Status quo $[m^3/(s*m)]$.



Absolute Änderung der Kaltluftvolumenstromdichte

Die Kaltluftvolumenstromdichte ist im Planfall auf dem Plangebiet in bestimmten Bereichen noch recht hoch (bis $> 40 \text{ m}^3/(\text{m}^*\text{s})$) (s. Abbildung 14). In Abbildung 15 ist die Differenz zwischen Planfall und Status quo aufgetragen. Im Windschatten der Plangebäude zeigt sich die stärkste Reduzierung mit -35 bis $-10 \text{ m}^3/(\text{m}^*\text{s})$, sodass die KVSD dort nur noch unter $15 \text{ m}^3/(\text{s}^*\text{m})$ beträgt. Zwischen den Gebäuden erhöht sich der KVSD durch Kanalisationseffekte jedoch um bis zu $+23 \text{ m}^3/(\text{s}^*\text{m})$.

Das Bauvorhaben bewirkt zudem Änderungen außerhalb des Plangebiets. In der angrenzenden Nachbarschaft nimmt die KVS-Dichte um bis zu $-10 \text{ m}^3/(\text{s}^*\text{m})$ ab. Östlich und westlich des Plangebiets (Kloster, Einkaufsmärkte, Krankenhaus) kommt es durch Umlenkungseffekte zu einer Erhöhung der KVSD (bis $+23 \text{ m}^3/(\text{s}^*\text{m})$).



Klimaanalyse für das B-Plan-Verfahren "Schwäbisch Gmünd - Margaritenhöhe" Planfall

Kaltluftvolumenstromdichte

in $[m^3/(m*s)]$ um 4 Uhr nachts



Windrichtung auf 30 m aggregiert

- Gebäude
- Geltungsbereich des B-Plans

N
1:3.500

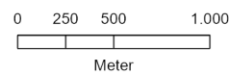
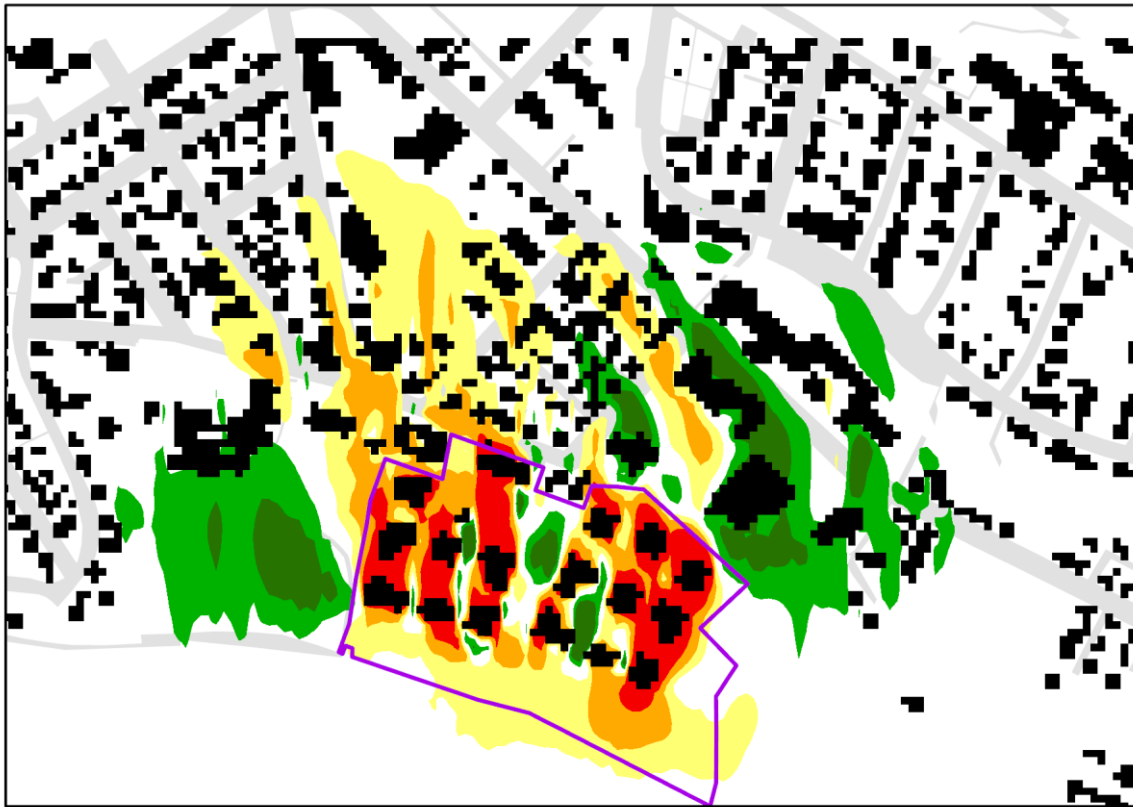


Abbildung 14: Kaltluftvolumenstromdichte im Planfall $[m^3/(s*m)]$.



Klimaanalyse für das B-Plan-Verfahren "Schwäbisch Gmünd - Margaritenhöhe" Planfall - Status quo

Änderung der Kaltluftvolumenstromdichte ($m^3/(s*m)$) um 4 Uhr nachts

bis -10	keine Änderung
-9,9 bis -5	2,1 bis 5
-4,9 bis -2	über 5

- Gebäude
- Geltungsbereich des B-Plans

N
1:5.000

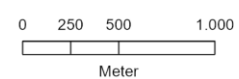


Abbildung 15: Änderung der Kaltluftvolumenstromdichte [$m^3/(s*m)$] im Plan-Szenario.



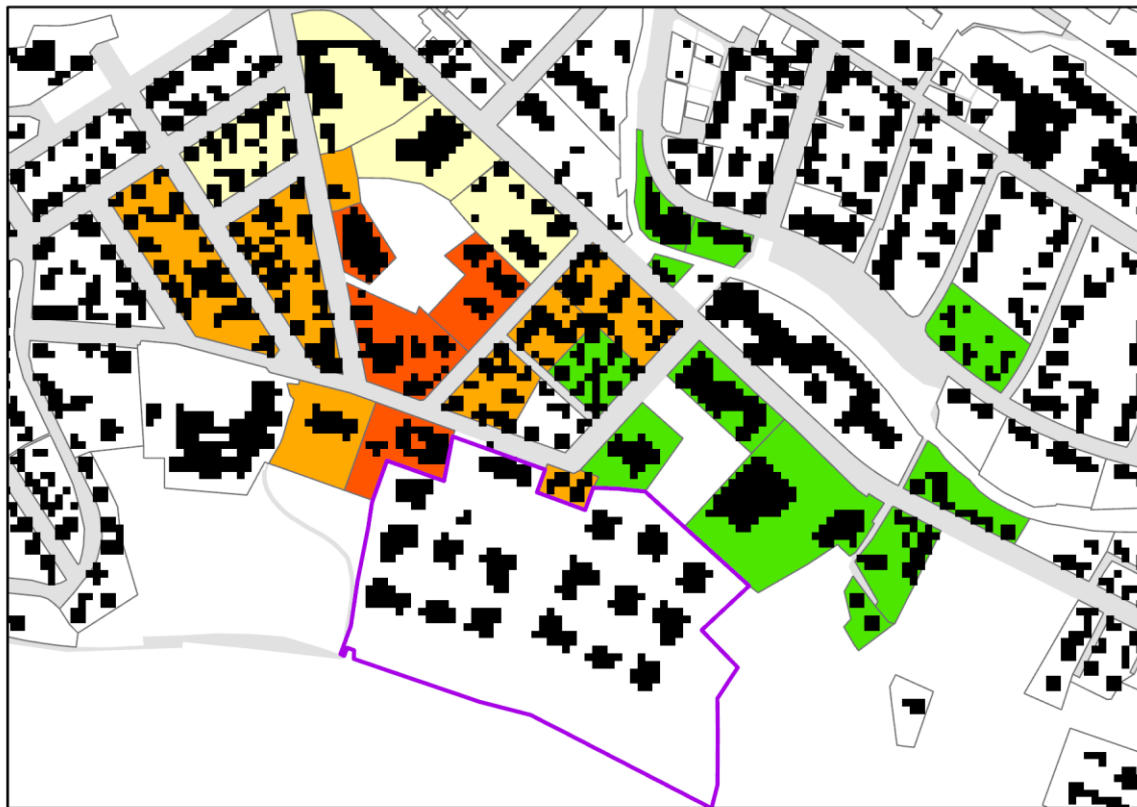
Prozentuale Änderung der Kaltluftvolumenstromdichte auf Blockflächenebene

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 16 zeigt die prozentuale Veränderung der Kaltluftvolumenstromdichte auf Blockflächenebene für Wohn- und Mischgebiete im Plan-Szenario. Im Planfall ergibt sich für drei Wohnblöcke und die Franziskus Grundschule eine Reduzierung der KVS-Dichte mit „hoher Auswirkung“ (über 10 %). Acht Wohnblöcke zeigen eine Abnahme von über 5 bis 10 % („mäßige Auswirkung“), für vier entferntere Wohnblöcke liegt eine „geringe Auswirkung“ vor. Nordöstlich des Plangebiets profitieren einige Wohnblöcke von einer Zunahme der Belüftung durch das Planvorhaben.

Die absolute Kaltluftvolumenstromdichte liegt in den mit „hoher Auswirkung“ gekennzeichneten Wohnblöcken im Planfall noch bei >10 bis $>20 \text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{s})$, sodass weiterhin eine gute Durchlüftung stattfindet. Daher sind für die Nachbarschaft trotz hoher prozentualer Abnahmen der KVS-Dichte keine hohen Auswirkungen auf die Belüftungsfunktion des Kaltluftvolumenstroms zu erwarten.



Klimaanalyse für das B-Plan-Verfahren "Schwäbisch Gmünd - Margaritenhöhe" Planfall - Status quo

Änderung der Kaltluftvolumenstromdichte in Prozent pro Wohnblock

-  über -10 % (hohe Auswirkung)
-  bis -10 % (mäßige Auswirkung)
-  bis -5 % (geringe Auswirkung)
-  über 5 %

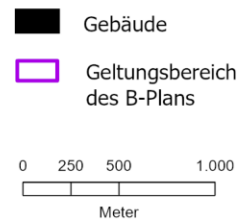


Abbildung 16: Prozentuale Abnahme der KVS-Dichte auf Blockflächen der bewohnten Nachbarschaft.



3.3 Wärmebelastung am Tage

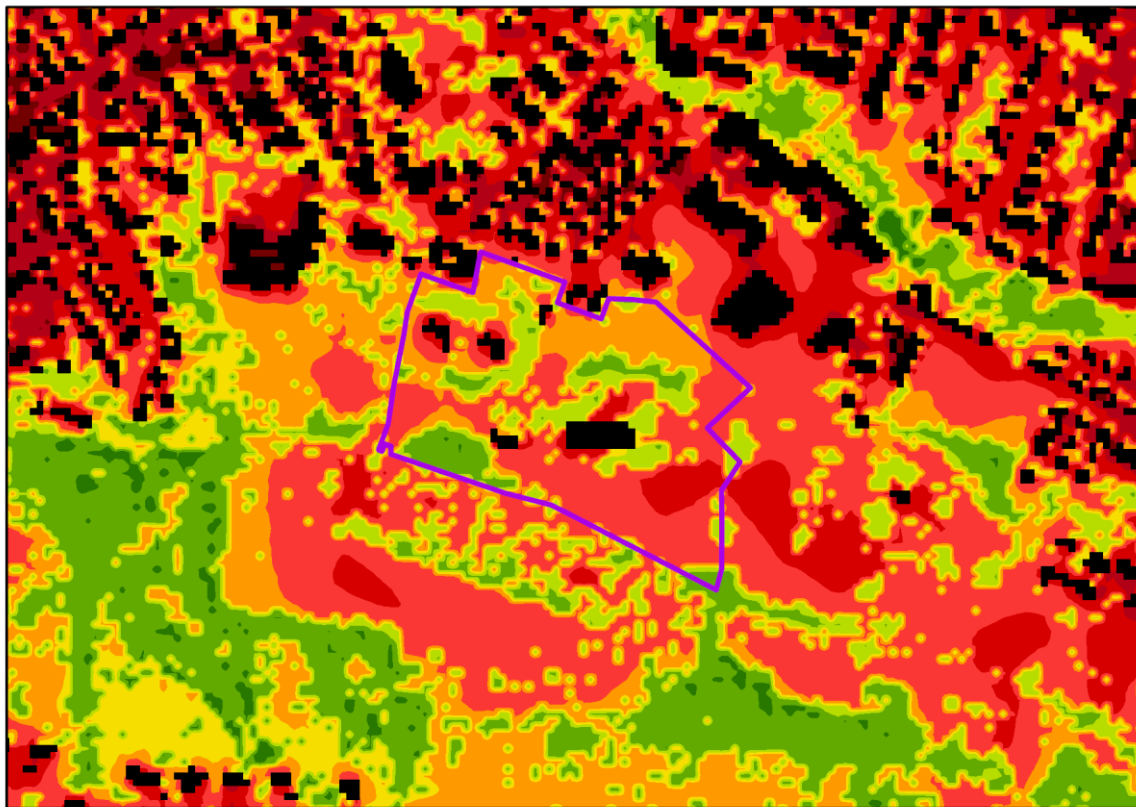
Neben der nächtlichen Gunstwirkung der aktuellen Freiflächen im Plangebiet auf die umliegenden Siedlungsbereiche ist überdies die Wärmebelastung abzuschätzen, der die Menschen am Tage ausgesetzt sind. Zur Bewertung der Wärmebelastung werden Indizes verwendet, welche Aussagen zur Lufttemperatur, Luftfeuchte, 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 9 eine absolute Bewertungsskala, die das thermische Empfinden quantifiziert (siehe Abbildung 17, 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 17: Zuordnung von Schwellenwerten für den Bewertungsindex PET in den Tagesstunden (Auszug nach VDI 2022).

Ausgangssituation

Die Abbildung 18 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 18,5 und 44,5 °C. Auf Flächen ohne jegliche Beschattung entstehen hohe PET-Werte, wohingegen sich durch Beschattung besonders niedrige PET-Werte ergeben. Auf den großflächig unbeschatteten Agrarflächen und Wiesen liegt die Temperaturen daher bei über 35 °C (starke Wärmebelastung). Besonders hohe Werte sind zudem im unbeschatteten Straßenraum und in den Hausgärten ohne großkronigen Baumbestand vorzufinden (> 41 °C, extrem starke Wärmebelastung). Baumbestandene und verschattete Grünflächen zeigen eine niedrige PET (23 bis 26 °C). Auch auf dem Plangebiet ist die PET unter den vorhandenen Bäumen entsprechend niedrig (< 26 °C) und im Bereich der unbeschatteten Freiflächen deutlich höher (> 35 °C). Stadtbäume reduzieren die PET im Siedlungsgebiet ebenfalls spürbar, diese sind bspw. entlang des Waldstetter Baches sowie vereinzelt im Straßenraum vorhanden.



Klimaanalyse für das B-Plan-Verfahren "Schwäbisch Gmünd - Margaritenhöhe" Status quo

Wärmebelastung (PET)

[°C] in 1,1 m ü.Gr. um 14:00 Uhr

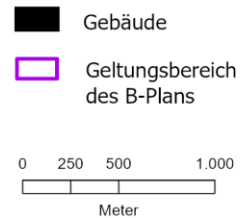
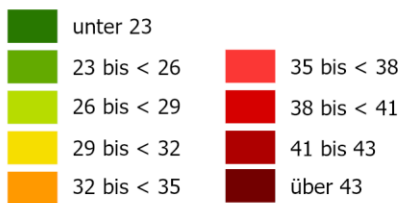


Abbildung 18: Physiologisch äquivalente Temperatur (PET) im Status quo um 14 Uhr nachmittags.



Änderung der physiologisch äquivalenten Temperatur (PET)

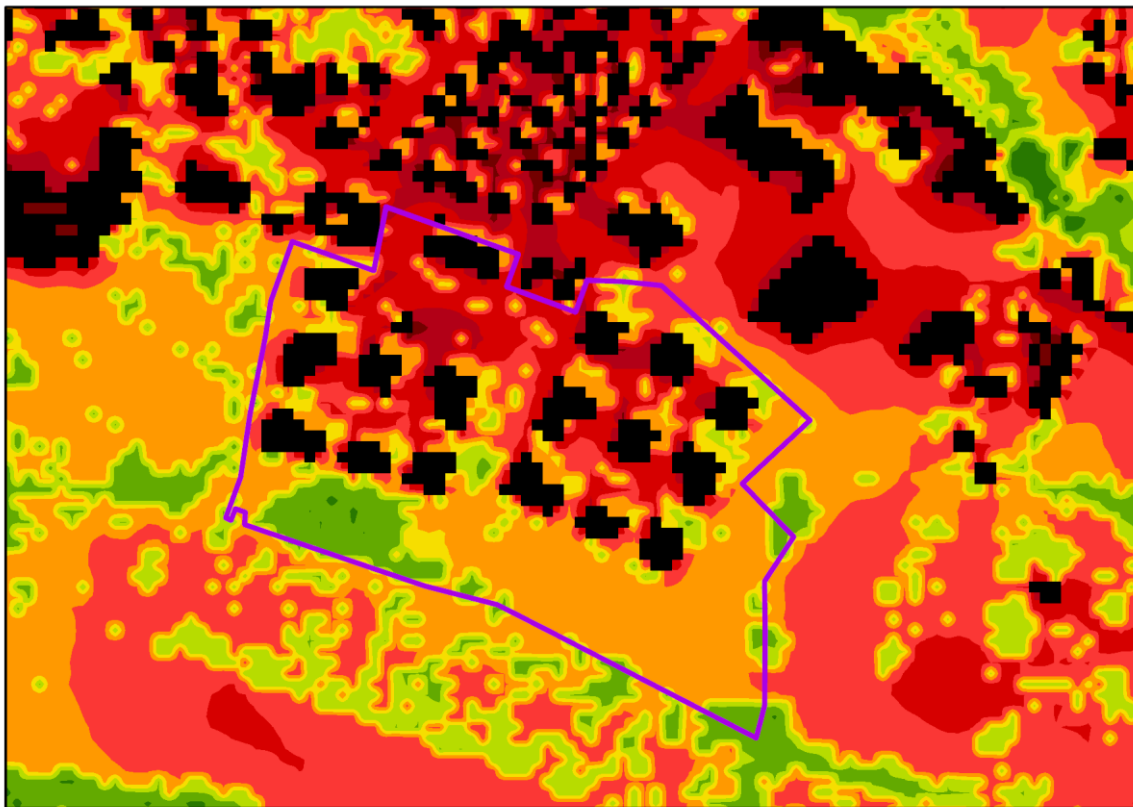
Abbildung 19 zeigt die Wärmebelastung (PET) im Planszenario. In den beschatteten Bereichen liegt die PET bei 23 bis 29 °C (unter Bäumen) und 32 bis 35 °C (im Gebäudeschatten). Die unbeschatteten Aufenthaltsbereiche und Straßen weisen hohe PET-Werte auf (> 35 °C).

In Abbildung 20 ist die Änderung der PET in 1,1 m über Grund für das Planszenario im Vergleich zum Status quo abgebildet. Ähnlich wie die nächtliche Temperatur ist auch die PET eine Größe mit ausschließlich lokalem Einfluss.

Die PET wird auf dem Plangebiet durch das Bauvorhaben stellenweise reduziert als auch erhöht. In neu verschatteten Bereichen (bspw. Gemeinschaftsgrün, Gebäudeschatten) reduziert sich die PET um -4 bis über -10 K. Auch auf der Fläche des südlichen Biotopbestands zeigt sich eine leichte Abkühlung (-4 bis -6 K) aufgrund von erhöhten Windströmungen am Tage, welche sich durch die neue Anordnung der Plangebäude sowie den Wegfall des Bestandsgebäudes ergibt.

In einigen Bereichen sieht die Planung die Entfernung vorhandener Bäume vor. Durch die fehlende Beschattung erhöht sich die PET dort um 4 bis > 10 K. Zugunsten des nächtlichen Kaltluftabflusses wurde auf die Anlage von Bäumen im Kaltluftabflussbereich, bspw. zwischen den Gebäuden, verzichtet. Zudem sind aus technischen Gründen auf den Tiefgaragendächern keine Bäume vorgesehen. Daher gibt es im Planfall einige Bereiche, die eine hohe Wärmebelastung aufweisen. Hier wäre nun zu prüfen, wo Bäume ergänzt werden könnten, ohne die Kaltluftströmung dabei negativ zu beeinflussen.

In der Nachbarschaft zum Plangebiet wirkt sich das Vorhaben nicht wesentlich auf die PET aus.



Klimaanalyse für das B-Plan-Verfahren "Schwäbisch Gmünd - Margaritenhöhe" Planfall

Wärmebelastung (PET)

[°C] in 1,1 m ü.Gr. um 14:00 Uhr

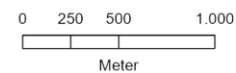
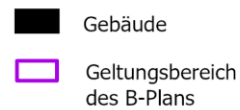
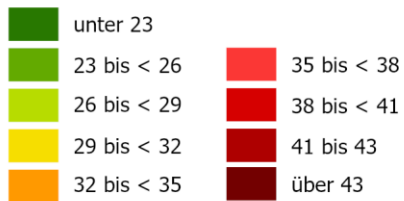
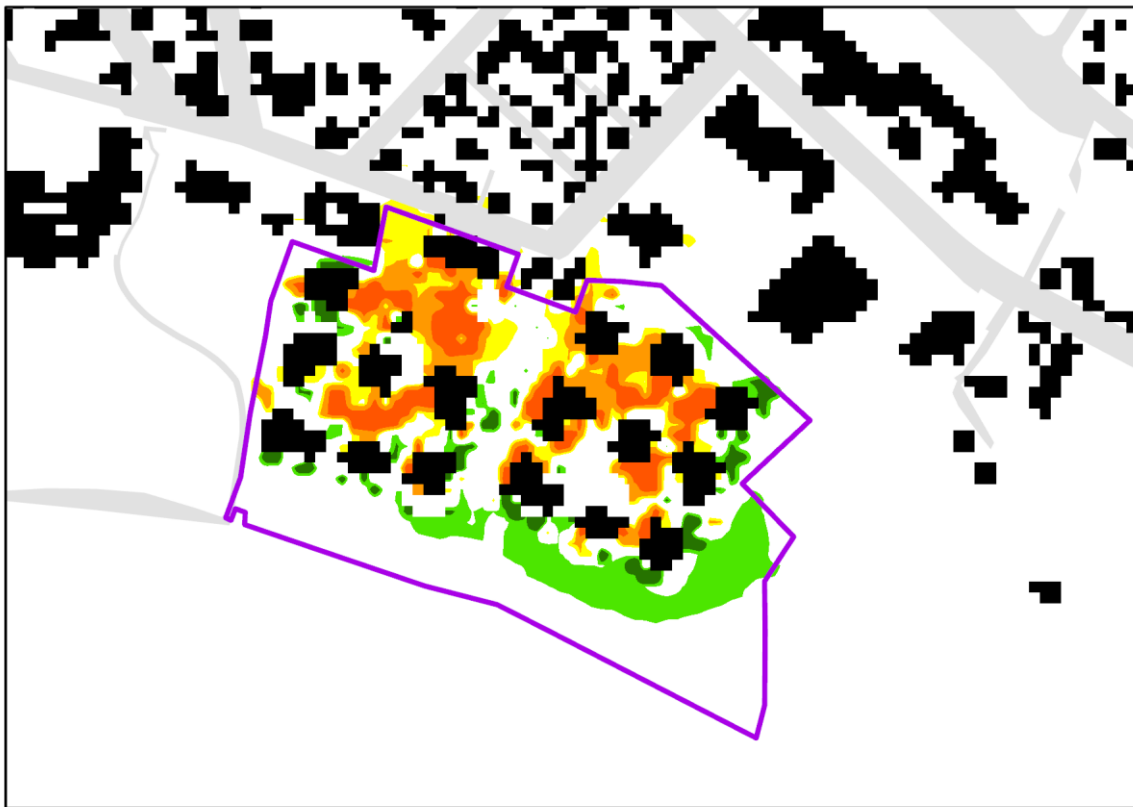








Abbildung 19: Physiologisch äquivalente Temperatur (PET) im Planfall um 14 Uhr nachmittags



Klimaanalyse für das B-Plan-Verfahren "Schwäbisch Gmünd - Margaritenhöhe" Planfall - Status quo

Änderung der PET

[K] in 1,1 m ü.Gr. um 14:00 Uhr

 bis -6	 4 bis 6
 -5,9 bis -4	 6,1 bis 10
 keine Änderung	 über 10

 Gebäude

 Geltungsbereich des B-Plans

N
1:3.500

0 250 500 1.000
Meter

GEO+
NET

Abbildung 20: Änderung der physiologisch äquivalenten Temperatur (PET) im Plan-Szenario im Vergleich zum Status quo.



4 Schlussfolgerung

Beauftragt von der Genossenschaft der Barmherzigen Schwestern vom hl. Vinzenz von Paul in Untermarchtal e.V. wurde ein Gutachten zum Schutzgut Klima im Planungsprozess für das Bebauungsplanverfahren Nr. 231 B IX „Margaritenhöhe“ in Schwäbisch Gmünd angefertigt. Diesbezüglich wurde anhand einer klimaökologischen Modellierung überprüft, welche Auswirkungen durch eine Entwicklung des Plangebiets in ein neues Wohnquartier gemäß des Planentwurfs vom 19.09.2024 zu erwarten wären.

Mithilfe der mikroskaligen Modellsimulation verschiedener meteorologischer Parameter des Ist-Zustands und des Planszenarios 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.

Zusätzlich zum modellierten Planungsstand wird die aktuelle Lageplanung vom 08.08.2025 gutachterlich bewertet. Der wesentliche Unterschied zwischen den beiden Planungsständen besteht im Wegfall des nordwestlich gelegenen Gebäudes (H 02) in der neuen Planung. An dessen Stelle ist nun die Anlage einer Grünfläche mit Baumpflanzungen vorgesehen. Zudem entfallen die Mobilitätsstation und die Paketzentrale, wo nun ebenfalls eine baumbestandene Grünfläche geplant ist. Die übrigen Gebäude entsprechen in ihrer Lage und Höhe weitgehend der modellierten Planvariante.

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 K kommt vor allem auf neuverseigelten Flächen vor, bspw. entlang der Planstraßen. Eine Reduzierung der Nachttemperatur von bis zu -4 K ergibt sich durch Bodenentsiegelung oder den Wegfall von Bäumen. Das Plangebiet kühlt aufgrund der vielen unverseigelten Grünflächen gut aus sich selbst heraus ab und weist eine bessere nächtliche Abkühlung und geringere Überwärmung auf als die benachbarte Wohnsiedlung, welche dichter bebaut und versiegelt ist.

Zur Sicherstellung der Kaltluftzufuhr in der Nachbarschaft wurden die Plangebäude mit einem räumlichen Abstand von etwa 10 Metern zueinander platziert. Die Modellierung zeigt, dass die von Süden kommende Kaltluft zwischen den Plangebäuden hindurchfließen kann und dabei teilweise sogar beschleunigt wird. Auch auf dem etwa 30 Meter breiten Freiraum zwischen den östlichen und westlichen Baufenstern, welcher als Gemeinschaftsgrün angedacht ist, fließt ein hoher Kaltluftstrom ($KVSD > 30 \text{ m}^3/(\text{m}^*\text{s})$) in Richtung der Bestandsbebauung.



Das Vorhaben wirkt sich auf die Kaltluftströmung in der Nachbarschaft aus. Für drei Wohnblöcke ergeben sich prozentuale Abnahmen von über 10 %, was laut VDI (2003) einer „hohen vorhabenbedingten Auswirkung“ entspricht. Trotz dieser Abnahmen ist weiterhin eine gute Durchlüftung der betroffenen Wohnblöcke gegeben ($KVSD > 10$ bis $> 20 \text{ m}^3/(\text{m}^*\text{s})$), da bereits in der Ausgangssituation ein hoher Kaltluftvolumenstrom besteht. Gleiches gilt für Wohnblöcke, in denen die KVS-Abnahme nach VDI eine „mittlere vorhabenbedingte Auswirkung“ hervorruft (KVS-Abnahme 5 bis 10 %).

Durch den Wegfall des Gebäudes H 02 im Nordwesten des Plangebiets (vgl. Entwurf 08.08.2025) ist mit einer leichten Verbesserung der nächtlichen Kaltluftströmung in Richtung der Bestandssiedlung zu rechnen. Zudem wird sich die neu vorgesehene Grünfläche in den Nachtstunden stärker abkühlen als die zuvor geplante, versiegelte Fläche im Bereich des entfallenen Gebäudes.

Die Planungshinweiskarte (GEO-NET 2022) weist für die betroffene Nachbarschaft eine günstige thermische Nachtsituation aus. Aufgrund dieser guten Ausgangslage und der im Planfall weiterhin größtenteils guten Durchströmung mit Kaltluft, sind durch das Bauvorhaben keine spürbar negativen Auswirkungen für die Nachbarschaft zu erwarten.

4.2 Bewertung der Tagsituation

In der Tagsituation tritt stellenweise eine Reduzierung, jedoch auch eine Erhöhung der Wärmebelastung auf dem Plangebiet auf.

Die Reduzierung der PET (physisch äquivalente Temperatur) von teils über -10 °C wird auf zuvor unbeschatteten Flächen durch den Schattenwurf von Plangebäuden und neuen Bäumen erreicht.

Eine Erhöhung der PET von über $+10 \text{ °C}$ erfolgt in Bereichen, welche im Ausgangszustand baumbestanden sind und im Planfall eine Freifläche oder versiegelte Fläche ohne Beschattung aufweisen.

Basierend auf der PET ist im Plangebiet mit einer ähnlichen Aufenthaltsqualität am Tage wie im nördlich angrenzenden Wohngebiet zu rechnen.

In der aktuellen Planung (Entwurf vom 08.08.2025) ist durch den Wegfall des nordwestlich gelegenen Gebäudes H 02 sowie der Mobilitätsstation und die Anlage einer Grünfläche mit Baumbestand eine insgesamt geringere Wärmebelastung im beschatteten Bereich zu erwarten. Darüber hinaus wurden im neuen Planentwurf zusätzliche Baumpflanzungen entlang der Südseiten der Plangebäude vorgesehen. Diese würden im großkronigen Zustand eine Verschattung der Fassaden bewirken und somit zu einer klimaverträglichen Gebäudekühlung beitragen. Auch für den Quartiersplatz und dem Kindergartengelände ist die Beschattung durch Bäume verstärkt worden, wodurch die Aufenthaltsqualität im Sommer deutlich verbessert wird.

Für die Nachbarschaft ergeben sich durch das Planvorhaben keine wesentlichen Änderungen der PET.



4.3 Gesamtbewertung

Das Gesamtvorhaben ist aus klimaökologischer Sicht vertretbar und mit gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnissen vereinbar. Unter Berücksichtigung des Schutzguts der menschlichen Gesundheit und des Nachbarschaftsschutzes bestehen keine wesentlichen Kriterien, die einer Umsetzung des Planvorhabens entgegenstehen.

Die Abnahme der Kaltluftströmung, welche sich durch das Planvorhaben in der angrenzenden Wohnsiedlung ergibt, beeinträchtigt die Wohn- und Arbeitsverhältnisse dort nicht. Bereits in der Ausgangssituation fällt der Kaltluftvolumenstrom in den Wohngebieten sehr großmächtig aus, sodass die absoluten Abnahmen im Planfall vertretbar sind und eine gute Durchlüftung weiterhin gegeben ist.

Innerhalb des Plangebiets sollten neben der Kaltluftzufuhr „von außen“ zusätzlich Abkühlungsprozesse innerhalb des Plangebiets selbst stattfinden können. Die klimaökologische Modellierung hat gezeigt, dass dies bei der hier betrachteten Planungsvariante durch die vorgesehenen Grün- und Freiflächenflächen ermöglicht wird.

Das nächtliche Temperaturniveau (Referenz: 04.00 Uhr) zeigt im Bereich der geplanten Wohnbauten keine ausgeprägte Überwärmungstendenz, da die gleichmäßig über das Plangebiet verteilten Grünflächen in der Nacht gut abkühlen.

In der neuen Planvariante vom 08.08.2025 ist nicht mit einer Verschlechterung der Kaltluftströmung und der nächtlichen Kaltluftbildung zu rechnen; vielmehr ist eine leichte Verbesserung der nächtlichen Situation zu erwarten.

Die humanbioklimatische Situation am Tage (Indikator PET um 14.00 Uhr) wurde in der aktuellen Planvariante weiter optimiert. Der Anteil an Grün- und Freiflächen im Plangebiet wurde nochmals leicht erhöht, zudem sind zusätzliche Baumpflanzungen zur Verbesserung der Verschattung vorgesehen.

Auf Grundlage der bisherigen Analysen kann abschließend festgestellt werden, dass gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse vom Planvorhaben vollständig gewährt werden.



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 vollständige Liste der Möglichkeiten zur weiteren Optimierung der klimatischen Situation im Plangebiet aufgezählt werden. Die Planungshinweise beziehen sich allein auf bio- und stadtklimatische Aspekte und sind mit anderen, wie z.B. ökologischen, stadtplanerischen oder Lärmschutz-Belangen abzuwägen. Sie zeigen die aus klimatischer Sicht möglichen Maßnahmen zur Verbesserung des lokalen Klimas auf.

Die Hinweise sind als »Werkzeuge« und in ihrer Gesamtheit als »Werkzeugkoffer« zu verstehen, die in den nachgelagerten Verfahren konkretisiert werden müssen. 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. Hierbei ist auch das Gebot der Praktikabilität und Wirtschaftlichkeit zu beachten.

Allgemeine Planungshinweise

Hochbau

Der Einfluss einer Bebauung auf die Kaltluftströmung ist abhängig von deren Flächenausdehnung, der Gebäudekörperanordnung sowie der Gebäudehöhe. Eine dichte Bebauung bremst die Kaltluft aufgrund der höheren Rauigkeit ab und erwärmt sie, wohingegen 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.

Die hier betrachtete Planung von kaestle&ocker (Entwurf 19.09.2024) berücksichtigt den oben beschriebenen Aspekt bereits, indem die Gebäudeanordnung ein Durchströmen der Kaltluft zulässt.

Begrenzung des Versiegelungsgrades: In der Nachtsituation fördert ein möglichst hoher Anteil an unversegelter Grünfläche die Kaltluftproduktion im geplanten Wohngebiet. Auch Erschließungswege und Parkplätze sollten dort, wo es der Flächenfunktion nicht im Wege steht, in teilversiegelte Untergründe wie Rasengittersteine oder Rasenfugenpflaster umgewandelt werden, was die Wärmespeicherung in diesen Bereichen herabsetzt.

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 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.

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 der Aufbau einer Dachbegrünung auf Neubauten an, was sich positiv auf die Innenraumtemperatur und im Verbund mit einer Fassadenbegrünung auch auf die bodennahe Temperatur auswirken würde.

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

Empfehlungen für die Freiraumplanung

Das Plangebiet hat das Potenzial, durch die Schaffung öffentlicher Grünflächen und klimatisch günstiger Freiräume eine Erholungsfunktion für die Anwohnerinnen und Anwohner bereitzustellen. Damit Grün- und Freiflächen ihr klimaökologisches Ausgleichspotenzial umfänglich ausschöpfen können, sollten möglichst vielfältige **Mikroklimata** geschaffen werden. Als Leitbild dient dabei der erweiterte „Savannentyp“ (KUTTLER 2013). Dieser wird durch einen Komplex aus gut wasserversorgten Rasenflächen und kleinen Baumgruppen erreicht, welche durch offene, multifunktionale Wasserflächen, wie bspw. einem Wasserspielplatz oder Retentionsraum für Starkregenereignisse, ergänzt werden. Hügellandschaften, verschatteten Wege und Sitzgelegenheiten erzeugen in Kombination mit Beeten, Rabatten, Blumenwiesen oder Sukzessionsflächen eine hohe Strukturvielfalt (s. Abbildung 21). Das Ziel ist die Schaffung vielgestaltiger „Klimaoasen“, welche ein abwechslungsreiches Angebot für die unterschiedlichen Nutzungsansprüche der Menschen (u.a. windoffene/ windgeschützte Bereiche, offene „Sonnenwiesen“, beschattete Bereiche) darstellen. Durch diese heterogene Anordnung werden die Voraussetzungen sowohl für eine nächtliche Abkühlung der Luft über Freiflächen als auch für ein angenehmes Kleinklima am Tage geschaffen.



Abbildung 21: Klimatisch günstige Ausgestaltung von Freiflächen

Mit Blick auf den Klimawandel ist zudem die Sicherung der Vitalität des Grüns durch Maßnahmen für einen lokalen Wasserrückhalt und eine ausreichende Bewässerung während Hitze-/ Trockenperioden eine wichtige Aufgabe („Schwammstadtprinzip“). Dies betrifft sowohl die Pflanzungen im Freiraum als auch die Begrünung von Innenhöfen. Zum dezentralen Regenwasserrückhalt eignet sich bspw. die Anlage von Wasserflächen, Versickerungsflächen oder Regenrückhaltebecken.



Verschattung: Eine Verschattung des Außenbereichs ist dort geboten, wo sich Menschen über längere Zeit an sonnenexponierten Stellen aufhalten. Dies trifft auf Fuß- und Radwege, aber auch auf Sitzgelegenheiten wie Bänke sowie auf Spielplätze zu.

Um dem Aufheizen von Gebäudefassaden und Innenräumen durch direkte Sonneneinstrahlung entgegenzuwirken, bietet sich eine Verschattung der Gebäudesüdseiten durch Bäume an. An der Nordseite von Gebäuden kann hingegen auf eine Verschattung zugunsten der nächtlichen Kaltluftentstehung verzichtet werden. Als Verschattungselemente eignen sich neben Bäumen auch bauliche Maßnahmen wie bspw. Pergolen, Sonnensegel oder begrünte Schattendächer.

Ergänzend zum vorgesehenen Baumbestand kann das Freigelände des geplanten Kindergartens tagsüber durch zusätzliche Beschattungsmaßnahmen, wie beispielsweise ein Sonnensegel über dem Sandkasten, weiter aufgewertet werden.

Verdunstung: Ein weiteres klimausgleichendes Gestaltungselement stellen Brunnenanlagen in Platzbereichen, offene Wasserflächen in Parkanlagen oder Wasserspielplätze dar. Die durch Wasser erzeugte Verdunstungskälte reduziert lokale Temperaturspitzen am Tage und verbessert die Aufenthaltsqualität im Freien. Die Verdunstungskühlleistung kann durch bewegtes Wasser anstatt einer stillen Wasseroberfläche oder durch Pflanzen im Uferbereich nochmals potenziert werden.



6 Literatur

- DWD – DEUTSCHER WETTERDIENST (2022): Nationaler Klimareport; 5. überarbeitete Auflage, Deutscher Wetterdienst, Deutschland, 53 Seiten.
- GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH (2015): GIS-gestützte Modellierung von stadtklimatisch relevanten Kenngrößen auf Grundlage hochaufgelöster Gebäude- und Vegetationsdaten; EFRE-Projekt 027 Stadt-klima Berlin. Im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin.
- GROß, G. (1992): Results of supercomputer simulations of meteorological mesoscale phenomena. Fluid Dynamics Research (10): 483-498.
- 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.
- KAESTLE&OCKER (2025): Städtebauliches Konzept zum Bebauungsplanverfahren „Margaritenhöhe“. Schwäbisch Gmünd. Entwurf vom 08.08.2025.
- KAESTLE&OCKER (2024): Städtebauliches Konzept zum Bebauungsplanverfahren „Margaritenhöhe“. Schwäbisch Gmünd. Entwurf vom 19.09.2024.
- KUTTLER, W. (2013): Klimatologie. Kapitel: Lokale Maßnahmen gegen den globalen Klimawandel. Paderborn: Schöningh (2. Auflage).
- MATZARAKIS, A. UND H. MAYER (1996): Another kind of environmental stress: Thermal stress. WHO Newsletter No. 18: 7-10
- SCHWÄBISCH GMÜND Bürgermeisteramt (2024): Bebauungsplan und örtliche Bauvorschriften Nr. 175 B IX "Margaritenhöhe", Gemarkung Schwäbisch Gmünd – Aufstellungsbeschluss. 3 S.
- UBA (2016): Heizen, Raumtemperatur, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/umweltbewusstleben/heizen-raumtemperatur (13.10.2020).
- VDI (2022): VDI-Richtlinie 3787 Blatt 2. Umweltmeteorologie - Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung der thermischen Komponente des Klimas. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf.
- 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.
- VDI (2003): Richtlinie VDI 3787 Blatt 5 Umweltmeteorologie – Lokale Kaltluft. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf.



Anhang

Anhang 1: Städtebaulichen Konzepts des Büros kaestle&ocker (Entwurf 19.09.2024) zum Bebauungsplan Nr. 231 B IX „Margaritenhöhe“.

LAGEPLAN Bebauungsplan Nr. 231 B IX „Margaritenhöhe“



Wohnquartier Margaritenhöhe



19.09.2024

DIN A2 M 1:500





Anhang 2: Städtebaulichen Konzepts des Büros kaestle&ocker (Entwurf 08.08.2025) zum Bebauungsplan Nr. 231 B IX „Margaritenhöhe“.

BEBAUUNGSPLAN Nr. 231 B IX 'Margaritenhöhe'

08.08.2025





Im Auftrag der
Genossenschaft der Barmherzigen Schwestern vom hl. Vinzenz von Paul in Untermarchtal e.V.
Margarita-Linder-Straße 8
89617 Untermarchtal

GEO-NET Umweltconsulting GmbH

Hannover, den 13. Oktober 2025

Lara Wichmann

M. Sc. Landschaftswissenschaften