

Fachgutachten
Klima
für das Bauleitplanverfahren
Nr. 152 „Am Klosterberg“
in Deggendorf

ThINK –
Thüringer Institut für Nachhaltigkeit
und Klimaschutz GmbH



Erarbeitung:

Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz (ThINK GmbH)
Hainstraße 1a
07745 Jena

Projektleitung:
Dipl. Geogr. Jakob Maercker

unter Mitwirkung von:
M. Sc. Geoinformatik Dennis Kehl



im Auftrag der:

Stadt Deggendorf
Franz-Josef-Strauß-Str. 3
94469 Deggendorf



Endfassung vom 09. August 2022

Inhalt

Abbildungen.....	4
1. Einführung und Problemstellung	5
2. Stadtklimatische Einordnung des Vorhabens	5
3. Betrachtung der Kaltluftsituation	7
3.1 Theoretische Grundlagen des Kaltluftabflussmodells KLAM_21	7
3.2 Erläuterung der Methodik	8
3.2.1 Vorbereitung der Modellierung	8
3.2.2 Datenaufbereitung nach der Modellierung	10
3.3 Modellierungsergebnisse.....	11
3.3.1 Kaltluflhöhe	12
3.3.2 Kaltluftfließgeschwindigkeit in 2 m Höhe	14
3.3.3 Kaltluftvolumenstromdichte	16
3.4 Bewertung der Kaltluftsituation am Klosterberg im Hinblick auf das Planvorhaben.....	19
4. Empfehlungen für das Wettbewerbsgebiet	20
5. Fazit	21
Literatur	22
Digitaler Anhang	23

Abbildungen

Abbildung 1: Aktuelles Luftbild des Klosterberges inkl. seiner Umgebung.	6
Abbildung 2: Blick von der Kolpingstraße in Richtung Süden auf den Klosterberg. Foto: ThINK (Juli 2022).	6
Abbildung 3: Modelliergebiet der hochaufgelösten Kaltluftabflussmodellierung (eigene Darstellung). Die rote Fahne markiert den Gipfel des Klosterberges.	8
Abbildung 4: Für die Modellierung verwendetes Digitales Geländemodell (DGM) (eigene Darstellung).	9
Abbildung 5: Für die Modellierung verwendete Landbedeckung (eigene Darstellung).	10
Abbildung 6: Zeitserie zur Entwicklung der Kaltluflthöhe nach Sonnenuntergang.	12
Abbildung 7: Blick von der Kolpingstraße in Richtung Nordosten. Foto: ThINK (Juli 2022).	13
Abbildung 8: Blick vom Harkerweg in Richtung Nordwesten. Foto: ThINK (Juli 2022).	13
Abbildung 9: Zeitserie zur Entwicklung der Kaltluftfließgeschwindigkeit in 2 m Höhe nach Sonnenuntergang.	14
Abbildung 10: Zeitserie zur Entwicklung der Kaltluftvolumenstromdichte nach Sonnenuntergang.	16
Abbildung 11: Blick von der Kreuzung Hussitenweg / Roncallistraße in Richtung Osten. Gut zu sehen ist die Steigung entlang beider Straßen. Foto: ThINK (Juli 2022).	18
Abbildung 12: Übersicht zum Wettbewerbsgebiet am Nordosthang des Klosterberges. Hinweis: Das westliche blau schraffierte Gebiet ist nicht Bestandteil des Wettbewerbes und des vorliegenden Gutachtens.	19

1. Einführung und Problemstellung

Im März 2017 wurde durch den Deggendorfer Stadtrat die Aufstellung des Bebauungsplanes Nr. 152 „Am Klosterberg“ beschlossen. Das Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz (ThINK GmbH) wurde im Dezember 2021 mit der Erarbeitung des vorliegenden Fachgutachtens, mit dem Schwerpunkt der klimatischen Auswirkungen des Vorhabens, beauftragt.

Das Planvorhaben sieht die Errichtung von Wohnbebauung, in einem an die Bestandsbebauung südlich der Kolpingstraße angrenzenden Streifen, entlang des Nordhanges des Klosterberges vor. Im weiteren Verfahren ist ein Wettbewerb geplant, in dessen Anschluss der Siegerentwurf die Grundlage für die weiterführende Planung und letztlich die konkrete Bebauung darstellt.

Um eine mögliche Beeinflussung bzw. Beeinträchtigung des Schutzgutes Klima durch das Planvorhaben beurteilen zu können, gilt es, die folgenden wesentlichen Sachverhalte und Fragen zu klären bzw. zu beantworten:

1. Wie verhält sich die lokale Kaltluftsituation direkt am Klosterberg, sowie in der näheren Umgebung im Laufe einer Strahlungsnacht auf Basis der Bestandssituation?
2. Inwieweit wird die bestehende Kaltluftdynamik im Bereich des Vorhabens bzw. in den angrenzenden Quartieren (z. B. der Innenstadt) durch das Vorhaben beeinflusst? Sind bei einer Bebauung nachhaltig negative Konsequenzen für das Stadtklima in Deggendorf zu erwarten?
3. Welche planerisch-baulichen Maßnahmen sollten im weiteren Planungsprozess und im kommenden Wettbewerb berücksichtigt werden, um eventuelle negative Effekte auf das Stadt-/Mikroklima nach Möglichkeit zu vermeiden bzw. zu minimieren?

2. Stadtklimatische Einordnung des Vorhabens

Für die stadtklimatische Einordnung werden im Folgenden auch Ergebnisse des Klimaanpassungskonzepts der Stadt Deggendorf (Fertigstellung im Herbst 2022) als Grundlage herangezogen, an dessen Erstellung die ThINK GmbH ebenfalls beteiligt ist. Weiterführende Informationen hierzu können der PUBinPLAN-Webseite (<https://pubinplan.th-deg.de/projects?id=79>) entnommen werden. Dort befinden sich u. a. auch die Klimafunktionskarte, eine Karte der Landoberflächentemperaturen sowie Informationen zur gesamtstädtischen Kaltluftmodellierung.

Der Klosterberg (Abbildung 1) befindet sich wenige hundert Meter südöstlich der Altstadt von Deggendorf und weist mit einer Gesamthöhe von etwas mehr als 360 m über NN einen Höhenunterschied von 40 m (Kolpingstraße) bis 50 m (Altstadt) zu vorhandener Bebauung auf. Er ist im Wesentlichen von einer Wiese mit kleinräumigen Baumstrukturen bedeckt (Abbildung 2). In einem Streifen vom Gipfel in Richtung Süden wird der Klosterberg auch landwirtschaftlich genutzt. Entsprechend liegen günstige Bedingungen für die nächtliche Kaltluftbildung vor (vgl. Kapitel 3). Allgemein kann für das gesamte Stadtgebiet nördlich der Donau festgehalten werden, dass eine ausgeprägte Kaltluftdynamik aufgrund des stark ausgeprägten Reliefs vorliegt. Die zwei markantesten Kaltluftströme fließen entlang des Mietrachinger Tals sowie des Graflinger Tals in Richtung Süden. Im unmittelbaren Umfeld des Klosterberges konnte keine erhöhte Wärmebelastung festgestellt werden.

Die Altstadt von Deggendorf stellt den am nächsten gelegenen Stadtbereich mit einer hohen Überwärmung dar.

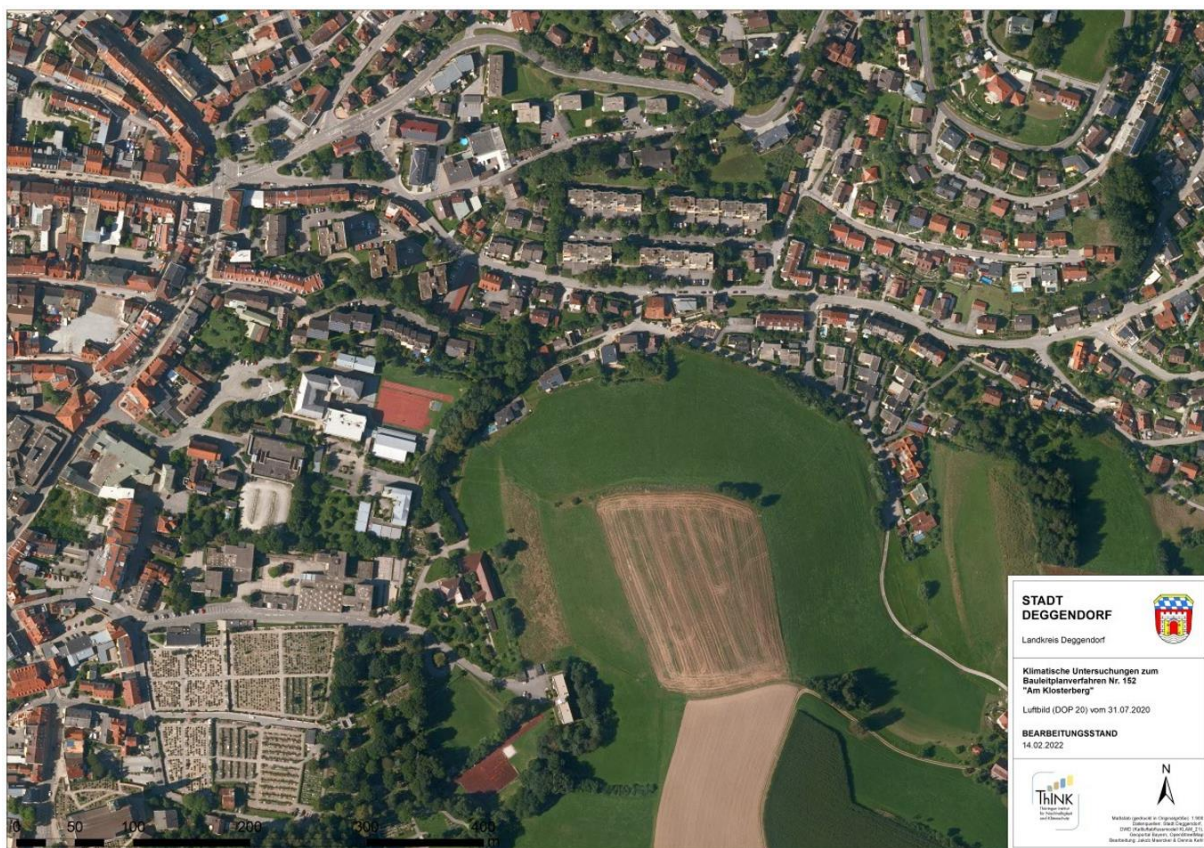


Abbildung 1: Aktuelles Luftbild des Klosterberges inkl. seiner Umgebung.



Abbildung 2: Blick von der Kolpingstraße in Richtung Süden auf den Klosterberg. Foto: ThINK (Juli 2022).

3. Betrachtung der Kaltluftsituation

Während wolkenloser bzw. leicht bewölkter Nächte entstehen insbesondere über unbewaldeten Freiflächen (Wiesen, Felder, Brach- und Ackerland) aufgrund der nächtlichen Auskühlung (Abgabe von Wärmeenergie an die Atmosphäre) teils erhebliche Mengen an Kaltluft (bis zu $12 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$). Bei schwachwindiger Wetterlage fließen diese kalten, und somit schweren Luftmassen der Hangneigung ($> 1^\circ$) folgend abwärts.

Die Auswertungen des Simulationsmodells KLAM_21 (vgl. Kapitel 3.3) visualisieren die Dimensionen des Kaltluftgeschehens während einer Idealnacht. Unberücksichtigt bleibt dabei der eventuelle Einfluss von Wind, Bewölkung und Bodenfeuchte, sowie existierende vertikale wie horizontale Gradienten (z. B. Temperaturgradienten) innerhalb des Volumenstroms, über die bisher kaum belastbare Erkenntnisse vorliegen. Sommernächte entsprechen nicht immer diesen Idealbedingungen, weshalb – aufgrund verschiedener Ursachen (vgl. Dörfel 2004) – auch geringmächtigere Kaltluftabflüsse in der Umgebung des Klosterberges möglich sind (siehe auch Kapitel 3.4). Da zudem die bodennahe Kaltluft stets die niedrigste Temperatur (und somit höhere Qualität bei unbelasteter Frischluft) gegenüber höher gelegener Kaltluftschichten aufweist, stellt die Rauigkeit der Oberflächenstruktur (insbesondere die Höhe und die Stellung von Gebäuden und Bäumen) – trotz der Tatsache, dass Gebäude im unteren Bereich des Klosterberges bereits frühzeitig im Verlauf einer idealen Strahlungsnacht von den Kaltluftmassen überströmt werden (siehe Kapitel 3.3) – vor allem zu Beginn der Nacht bzw. kurz nach Sonnenuntergang eine relevante Größe dar.

Im Folgenden wird zunächst genauer auf die verwendete Methodik eingegangen. Anschließend erfolgt eine Erläuterung und Interpretation der erhaltenen Ergebnisse für ausgewählte Zeitpunkte.

3.1 Theoretische Grundlagen des Kaltluftabflussmodells KLAM_21

Nach eigener Formulierung des Deutschen Wetterdienstes (DWD 2021) ist „KLAM_21 ein vom Deutschen Wetterdienst entwickeltes zweidimensionales, mathematisch-physikalisches Simulationsmodell zur Berechnung von Kaltluftflüssen in orographisch gegliedertem Gelände für Fragen der Standort-, Stadt- und Regionalplanung.“ Es simuliert flächendeckend die Dynamik und Entwicklung von Kaltluftflüssen sowie die Ansammlung von Kaltluft in einem beliebig rechteckig abgegrenzten Untersuchungsgebiet bei einer Maximalgröße von 3.000×3.000 Pixeln (Abbildung 3). Die Auflösung der einzelnen Rasterzellen kann dabei beliebig definiert werden. Das Modellierungsgebiet ist nach Möglichkeit so groß zu wählen, dass alle für ein Stadt- bzw. Plangebiet relevanten Kaltlufteinzugsgebiete erfasst werden.

Für die Berechnung wird jeder Landbedeckungsklasse (Abbildung 5) u. a. eine bestimmte Rauigkeit und eine Kaltluftproduktionsrate zugewiesen. Zusätzlich spielt die Geländehöhe je Pixel für die Kaltluftdynamik eine wesentliche Rolle. Der Klosterberg zeichnet sich hierbei durch ein ausgeprägtes Relief aus (Abbildung 4), dessen Auswirkungen im weiteren Verlauf noch diskutiert werden. Der Gipfel des Klosterberges liegt etwas mehr als 40 m oberhalb der Kolpingstraße, welche die südliche Grenze der bisherigen Bebauung darstellt.

KLAM_21 rechnet mit einer sogenannten „Strahlungsnacht“ im Sommer (kein Wind von außerhalb, kaum Wolken, gleichbleibende Ausstrahlung) mit einer Dauer von acht Stunden, um ausschließlich das lokale Kaltluftgeschehen zu erfassen. Der Simulationsbeginn liegt kurz vor Sonnenuntergang.

Ergebnisse können vom Modell für jeden beliebigen Zeitpunkt ausgegeben werden. Man erhält entsprechend flächenhaft für das gesamte Modellgebiet die Verteilung der Kaltluflthöhe, den Kaltluftvolumenstrom und die mittlere Fließgeschwindigkeit. Letztere wird als Höhenmittel dargestellt für eine selbst zu definierende Höhe, welche standardmäßig 2 m beträgt und somit dem Aufenthaltsbereich des Menschen entspricht. Es sei zu beachten, dass alle Ergebnisse von KLAM_21 ausschließlich für die genannten Strahlungsnächte repräsentativ sind.

Nach der VDI 3787, Blatt 1 (2015:37,38) gehört KLAM_21 zu den Modellen, „deren Strömungsmodul nach einem anerkannten Verfahren verifiziert wurde“. Es ist somit besonders für stadtklimatische und kaltluftspezifische Fragestellungen geeignet und hat sich schon in zahlreichen Gutachten zur Stadt-, Regional- und Landesplanung bewährt.

Neben der Einstellung von einigen KLAM_21 Konfigurationsparametern ist es für den Start der Modellierung erforderlich, das Digitale Geländemodell (DGM 1) und die Landnutzung so aufzubereiten, dass sie vom Modell eingelesen werden können. Bei Interesse können weiterführende Informationen u. a. zu den mathematisch-physikalischen Grundlagen von KLAM_21, bei Sievers (2005) nachgelesen werden.

3.2 Erläuterung der Methodik

3.2.1 Vorbereitung der Modellierung

Im ersten Schritt wird das Modellierungsgebiet bestimmt. Dabei sind die oben genannten Rahmenbedingungen zu beachten.

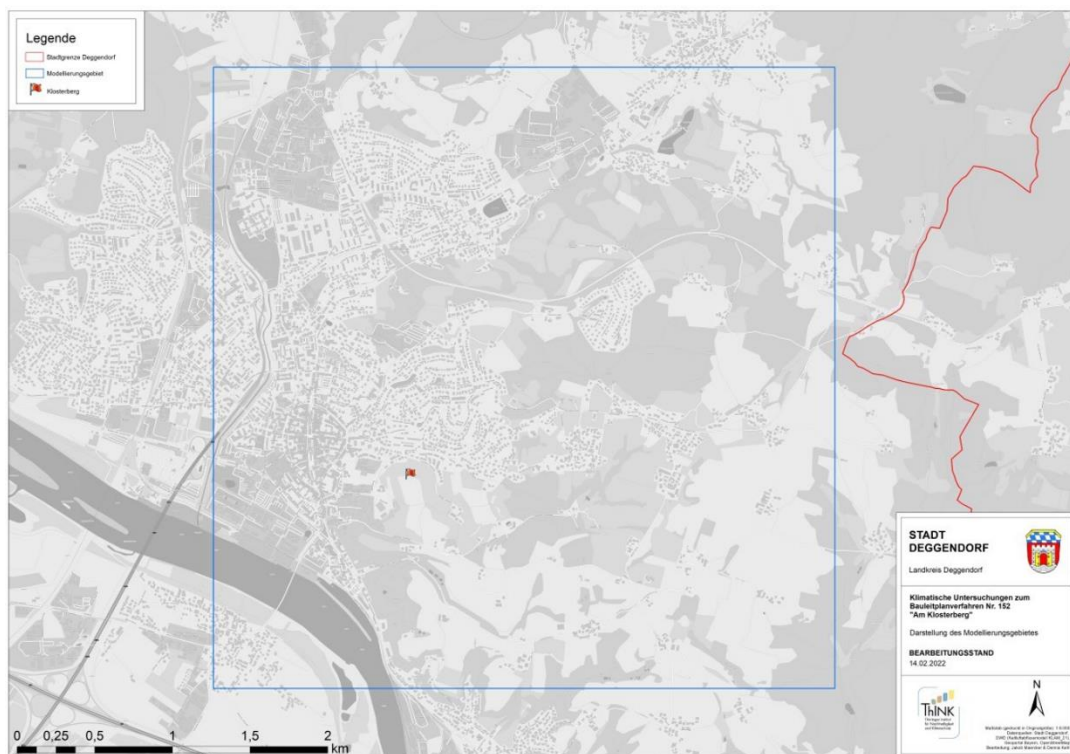


Abbildung 3: Modelliergebiet der hochaufgelösten Kaltluftabflussmodellierung (eigene Darstellung).
Die rote Fahne markiert den Gipfel des Klosterberges.

Da KIAM_21 sensibel auf zu kleine Modelliergebiete reagiert, ist es im Zweifel immer besser, dieses etwas zu groß ausfallen zu lassen (Fuchs 2018). Vor diesem Hintergrund wurde ein 16 km² umfassendes Gebiet gewählt, um möglichst alle relevanten Kaltluftströme im Umfeld des Klosterberges zu berücksichtigen und nicht zu unterschätzen (Abbildung 3). Durch die Ausnutzung einer Gebietsgröße von 2.000 x 2.000 Rasterzellen, konnte eine für das Untersuchungsgebiet sehr hohe räumliche Auflösung von 2 m x 2 m bei gleichzeitig moderater Rechenzeit realisiert werden. Der nächste Schritt besteht nun darin, für das gewählte Modellierungsgebiet Informationen zur Geländehöhe und zur Landbedeckung so aufzubereiten, dass sie von KIAM_21 eingelesen werden können. Hierzu wurde das von der Stadt Deggendorf bereitgestellte DGM 1 auf die Zielauflösung von 2 m x 2 m umgerechnet und auf das Modelliergebiet zugeschnitten (Abbildung 4). Als Datensatz für die Landbedeckung konnte auf die durch ThINK im Rahmen des Klimaanpassungskonzeptes erstellten Klimatope zurückgegriffen werden (vgl. Klimafunktionskarte), da sie große Ähnlichkeiten mit den von KIAM_21 geforderten Landbedeckungsklassen aufweisen. Die Klimatope wurden somit in die korrespondierenden KIAM_21 Landbedeckungsklassen überführt (Abbildung 5) und in ein 2 m x 2 m Raster umgewandelt.

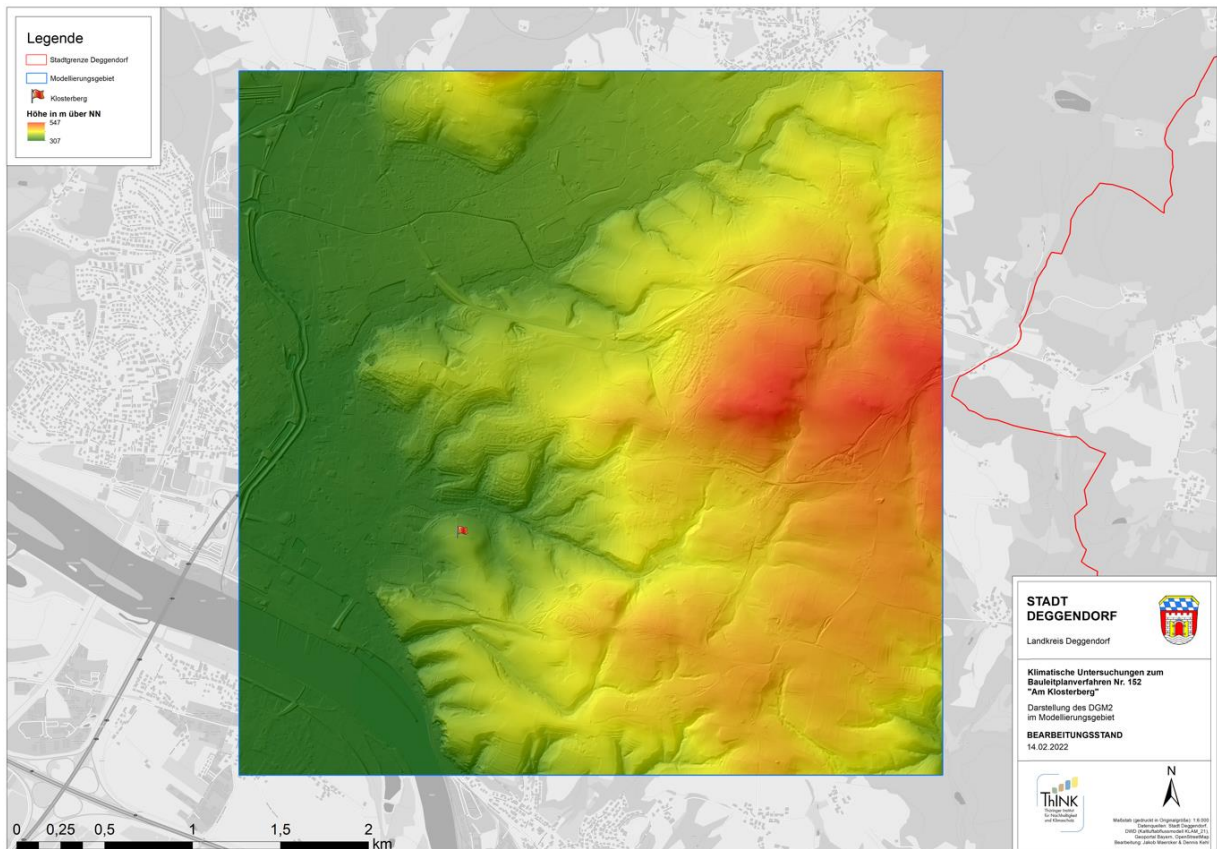


Abbildung 4: Für die Modellierung verwendetes Digitales Geländemodell (DGM) (eigene Darstellung).

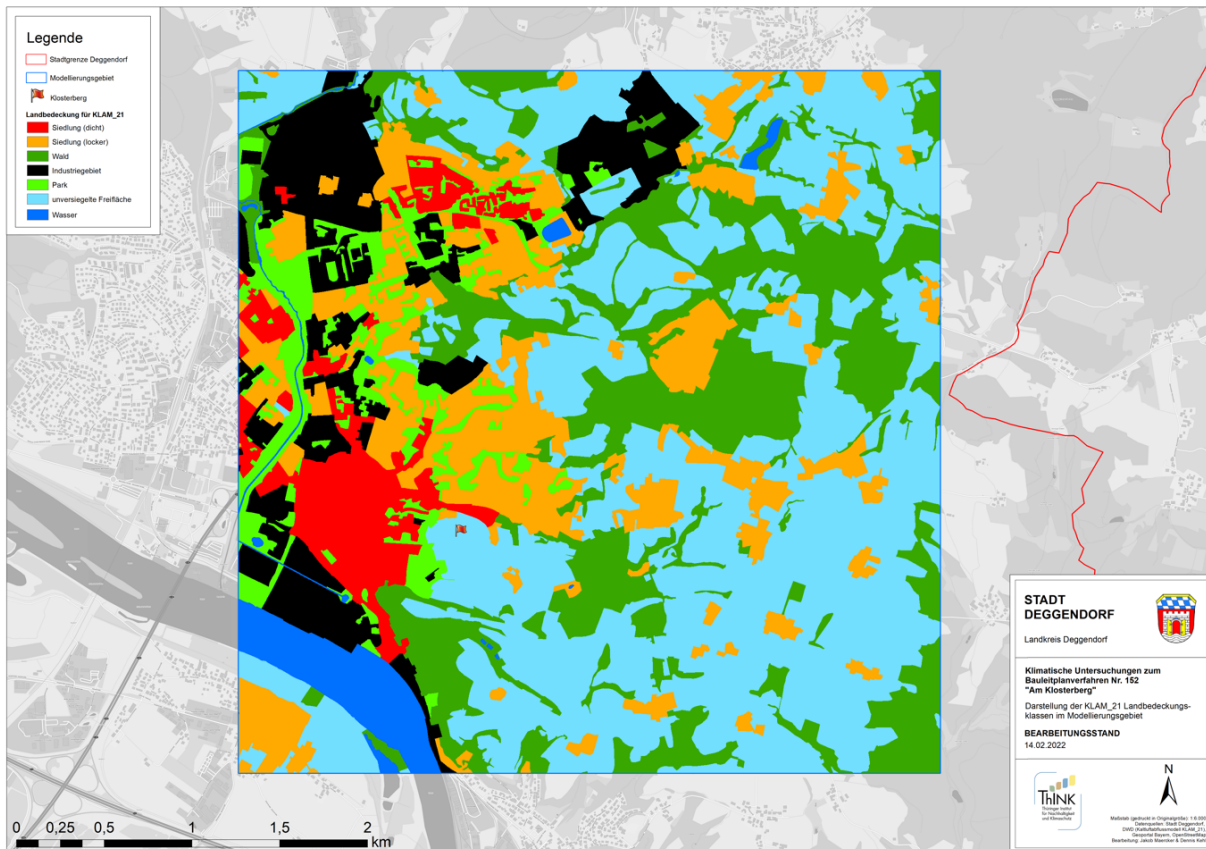


Abbildung 5: Für die Modellierung verwendete Landbedeckung (eigene Darstellung).

3.2.2 Datenaufbereitung nach der Modellierung

Nach Abschluss der Modellierung bietet KIAM_21 die Möglichkeit, provisorische Karten für alle Zeitschritte zu erzeugen. Von Seiten des Nutzers ermöglichen diese aber nur geringe Anpassungsmöglichkeiten. Außerdem liegen die vom Modell erstellten Ergebnisdaten in einer Form vor, in der sie nicht weiter im GIS bearbeitet, ausgewertet und kartographisch dargestellt werden können. Vor diesem Hintergrund wurde eine eigene, weitgehend automatisierte Methodik unter Verwendung der Programmiersprache R sowie des Geographischen Informationssystems ArcGIS entwickelt, welche es ermöglicht, folgende Ergebnisse jeweils für alle Zeitschritte zu erhalten:

- die Kaltfluthöhe in m als GeoTIFFs
- die Kaltluftvolumenstromdichte in $\text{m}^3 / (\text{m} \cdot \text{s})$ als GeoTIFFs
- die Kaltluftfließgeschwindigkeiten inkl. deren Richtung als Höhenmittel und in 2 m Höhe als Punktshapefiles in der Ursprungsaufösung (2 m x 2 m)
- aggregierte Punktshapefiles der Kaltluftfließgeschwindigkeiten zur besser lesbaren Kartendarstellung (10 m x 10 m)

Mit den oben genannten Daten lassen sich nun alle erforderlichen Karten erstellen. In den Unterkapiteln des Kapitels 3.3 werden aus Platzgründen und für einen leichteren Überblick zusammengefügte Ausschnitte aller Zeitschritte der einzelnen Kaltluftparameter gezeigt.

Die vollständigen Einzelkarten sowie daraus generierte Animationen sind ergänzend im digitalen Anhang zu finden und werden gemeinsam mit dem vorliegenden Gutachten bereitgestellt.

3.3 Modellierungsergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Kaltluftmodellierung unter Betrachtung der Kaltluftfließgeschwindigkeit in 2 m Höhe, der Kaltluflhöhe sowie der Kaltluftvolumenstromdichte präsentiert. An dieser Stelle sei nochmals darauf verwiesen, dass die Modellergebnisse nur für hochdruckgeprägte Strahlungsnächte repräsentativ sind. Bei bedecktem Himmel ohne Wind von außerhalb ist die Kaltluftdynamik aufgrund der dabei niedrigeren Ausstrahlung geringer. Sofern Wind auftritt, überprägt er - je nach Windgeschwindigkeit - mehr oder weniger stark die lokalen Kaltluftströme und verringert dadurch ebenfalls die nächtliche Abkühlung. Diese Einschränkungen bzw. Variablen gilt es unbedingt zu beachten.

Weiterhin sei darauf hingewiesen, dass KLAM_21 zwar von einer achtstündigen Sommernacht ausgeht, die gezeigten Ergebnisse aber auch für ähnliche Wetterlagen in allen anderen Jahreszeiten für die ersten acht Nachtstunden repräsentativ sind.

3.3.1 Kaltlufthöhe



Abbildung 6: Zeitserie zur Entwicklung der Kaltlufthöhe nach Sonnenuntergang.

Die (effektive) Kaltfluthöhe gibt an, wie viele Meter über dem Grund sich bereits eine Kaltluftschicht gebildet hat, d. h. wie mächtig sie ist. Abbildung 6 zeigt die Entwicklung der Kaltfluthöhe für acht der insgesamt zehn berechneten Zeitschritte im Umfeld des Klosterberges. Es wird deutlich, dass die Kaltfluthöhe vor allem unterhalb des Klosterberges im Bereich der derzeitigen Bebauung schnell ansteigt und bereits eine Stunde nach Sonnenuntergang 20 bis 30 m beträgt. Damit ist die Kaltfluthöhe bereits zu diesem frühen Zeitpunkt hoch genug, um alle vorhandenen Gebäude zu überströmen. Einen Eindruck der vorhandenen Gebäude verschaffen die Abbildungen 7 und 8. Richtung Westen (Innenstadt) nimmt die Kaltfluthöhe etwas langsamer zu. Im weiteren Verlauf der Nacht steigt die Kaltfluthöhe mit einer langsameren Rate kontinuierlich weiter an und erreicht nach 8 Stunden Simulationszeit etwas mehr als 50 m. Aufgrund der Geländehöhe wird dieser Wert in Richtung des Gipfels des Klosterberges immer geringer.

Insgesamt lässt sich damit festhalten, dass insbesondere im Bereich der bereits vorhandenen Bebauung - verglichen mit anderen Städten - in kurzer Zeit sich eine nennenswerte Kaltluftschicht ausbildet.



Abbildung 7: Blick von der Kolpingstraße in Richtung Nordosten. Foto: ThINK (Juli 2022).



Abbildung 8: Blick vom Harkerweg in Richtung Nordwesten. Foto: ThINK (Juli 2022).

3.3.2 Kaltluftfließgeschwindigkeit in 2 m Höhe



Abbildung 9: Zeitserie zur Entwicklung der Kaltluftfließgeschwindigkeit in 2 m Höhe nach Sonnenuntergang.

In diesem Kapitel liegt der Fokus auf den bodennahen Kaltluftfließgeschwindigkeiten in 2 m Höhe, also jenem Bereich, in dem sich der Mensch aufhält und die Kaltluftflüsse wahrnehmbar sind. Weniger als 0,2 m/s stellen eine (sehr) geringe Kaltluftfließgeschwindigkeit dar und sind kaum spürbar. Dies ändert sich ab etwa 0,3 m/s (Geißler & Dröscher 2017:107). 0,5 m/s entsprechen einer mittleren Ausprägung, während Werte von mehr als 1,0 m/s für hohe bodennahe Kaltluftfließgeschwindigkeiten stehen.

Nach 15 Minuten Simulationszeit (Abbildung 9) treten südlich der Kolpingstraße entlang des Nordosthangs des Klosterberges bereits hohe Kaltluftfließgeschwindigkeiten von mehr als 1,0 m/s bodennah auf. Auf der Westseite des Hanges beginnt die Kaltluft ebenfalls hangabwärts nach Nordwesten in Richtung Innenstadt zu strömen. Nördlich der Kolpingstraße fließt ein weiterer nennenswerter bodennaher Kaltluftstrom in Richtung Westen / Nordwesten.

Eine halbe Stunde nach Sonnenuntergang hat sich der Bereich mit hohen bodennahen Fließgeschwindigkeiten an der Nordseite des Klosterberges mit der steigenden Kaltlufterhöhe weiter nach oben verlagert. Entlang der Straße Stadt-Au nehmen die Fließgeschwindigkeiten entsprechend ab und der nach Westen gerichtete Kaltluftstrom hat in etwa den östlichen Stadtgraben erreicht. Weitere nach Nordwesten gerichtete bodennahe Kaltluftströme mit sehr hohen Geschwindigkeiten von fast 2,0 m/s treten flächig südöstlich des Pandurenweges und des Harkenweges auf.

30 Minuten später (und damit eine Stunde nach Sonnenuntergang) ist in allen tieferen Lagen eine deutliche Abnahme der bodennahen Kaltluftfließgeschwindigkeiten auf Werte von etwa 0,2 bis 0,3 m/s berechnet worden. Währenddessen verlagert sich der ausgeprägte Kaltluftstrom an der Nordseite des Klosterberges erneut weiter in höher gelegene Hangbereiche. Gleichzeitig verbreitert er sich dort und die Geschwindigkeiten liegen nun im gesamten oberen Bereich des Nordhangs bodennah zwischen 0,7 und 3,0 m/s. Die höchsten Werte werden dabei am Übergang vom Gipfel in Richtung Westhang erreicht. Dort ändert sich auch die Fließrichtung von Nordwest auf West bis Südwest.

Die Zone mit bodennah hohen bis sehr hohen Kaltluftfließgeschwindigkeiten verlagert sich im weiteren Verlauf der Nacht mit zunehmender Kaltlufterhöhe immer weiter in die höheren Bereiche des Klosterberges und verkleinert sich dort langsam wieder, während in den tieferen Lagen die bodennahe Kaltluft mit steigender Kaltlufterhöhe mehr und mehr zur Ruhe kommt und zum Ende der Nacht nur noch sehr geringe Fließgeschwindigkeiten von weniger als 0,1 m/s aufweist.

3.3.3 Kaltluftvolumenstromdichte

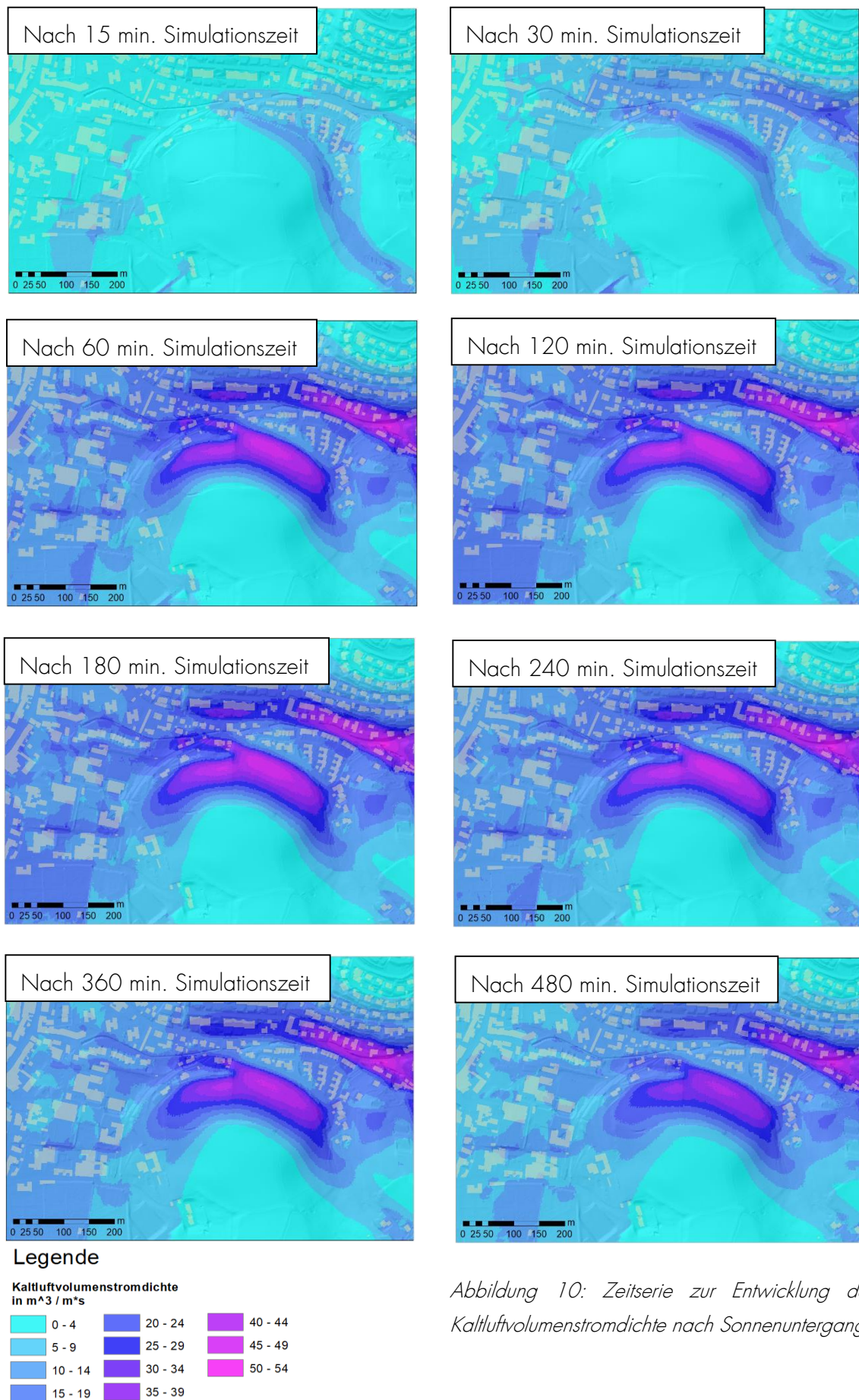


Abbildung 10: Zeitserie zur Entwicklung der Kaltluftvolumenstromdichte nach Sonnenuntergang.

Tabelle 1: Einordnung der Kaltluftvolumenstromdichte nach DWD 2017.

Kaltluftvolumenstromdichte in $\text{m}^3/\text{m}^*\text{s}$	Klassifizierung
0 bis 2	sehr niedrig
> 2 bis 10	niedrig
> 10 bis 20	mäßig
> 20 bis 50	hoch
> 50	sehr hoch

Definition Kaltluftvolumenstromdichte: Die Kaltluftvolumenstromdichte ist diejenige Kaltluftmenge in m^3 , die pro Sekunde durch einen 1 m breiten Streifen zwischen der Erdoberfläche und der Obergrenze der Kaltluftschicht, welche senkrecht zur Strömung steht, fließt.

Die Kaltluftvolumenstromdichte ist das Maß der Kaltluftdynamik und Durchströmung entlang der gesamten senkrechten Kaltluftschicht.

Nach 15 Minuten Simulationszeit (Abbildung 10) ist die Kaltluftvolumenstromdichte verbreitet noch sehr gering. Allerdings lassen sich höhere Werte im unteren Bereich des Nordosthanges des Klosterberges ausmachen. Die räumliche Abdeckung ist praktisch identisch mit der Zone der hohen bodennahen Kaltluftfließgeschwindigkeiten (vgl. Kapitel 3.3.2).

Einen Zeitschritt später ändert sich an dieser Struktur nur wenig. Die Kaltluftvolumenstromdichte entlang des Nordosthanges steigt stellenweise auf etwas mehr als $20 \text{ m}^3/\text{m}^*\text{s}$. Neu sind jedoch ähnlich hohe Werte entlang der Straße Stadt-Au bis hin zum Simmlinger Weg / Hussitenweg (Abbildung 11).

Sehr markant ist die Erhöhung der Kaltluftvolumenstromdichte zum nächsten Zeitschritt nach einer Stunde Simulationszeit. In den beiden beschriebenen Zonen beträgt die Kaltluftvolumenstromdichte nun bis zu $50 \text{ m}^3/\text{m}^*\text{s}$ und liegt punktuell sogar leicht darüber im sehr hohen Wertebereich. Alle anderen tieferen Lagen weisen eine mäßig ausgeprägte Kaltluftvolumenstromdichte auf.

Das vorliegende räumliche Muster bleibt in der Form bis zum Ende der Nacht weitestgehend unverändert. Dies bedeutet, dass in den violetten Bereichen über den kompletten Simulationszeitraum eine hohe Kaltluftdynamik bestehen bleibt.



Abbildung 11: Blick von der Kreuzung Hussitenweg / Roncallistraße in Richtung Osten. Gut zu sehen ist die Steigung entlang beider Straßen. Foto: ThINK (Juli 2022).

verminderten Kaltluftdynamik und des langsameren Anstieges der Kaltluflthöhe, relativ gesehen höher aus. Aufgrund der Vielzahl an Kombinationen aus Bedeckungsgrad, Luftfeuchtigkeit, Windrichtung und Windstärke können hierzu jedoch keine quantitativen und zeitlichen Aussagen getroffen werden.

4. Empfehlungen für das Wettbewerbsgebiet

Nachfolgend werden stichpunktartig Hinweise und Empfehlungen für die Wettbewerbsteilnehmer gegeben. Diese gilt es zu beachten, um den Einfluss auf die lokalen Kaltluftverhältnisse auf ein Minimum zu beschränken, insbesondere die zeitliche Verzögerung der Kaltluftversorgung der nördlich angrenzenden Bestandsbebauung zu Beginn von Strahlungsnächten zu minimieren. Maßgeblich für die Hinweise ist der in Abbildung 12 östliche blau schraffierte Umgriff, welcher das Wettbewerbsgebiet umfasst.

Empfehlungen für eine strömungsoptimierte Bebauung:

- strömungsparallel (→ parallel zum Hang) mit ausreichend großen Gebäudeabständen
- hochragende Barrieren quer zur Strömungsrichtung vermeiden
- Gebäudehöhe über Grund hat Einfluss auf Zeitpunkt der Überströmung (je niedriger, desto früher wird die Bebauung überströmt)
- ausreichend Dämmung an der von Kaltluft angeströmten Ost- / Südostseite der Gebäude vorsehen (hoher Kaltlufteintrag auch in Winternächten bei Hochdruckwetterlagen)

Grundsätzlich empfiehlt sich im Sinne einer klimaangepassten Bauweise, die Versiegelung auf ein Mindestmaß zu reduzieren und die Gebäude mit einer Dach – und/oder Fassadenbegrünung zu versehen, um auch die Aufheizung am Tage (unabhängig vom Kaltluftgeschehen der Nacht) zu reduzieren.

5. Fazit

Das vorliegende Gutachten behandelt die Prüfung der Beeinflussung der stadt-/mikroklimatischen Verhältnisse durch das Bauleitplanverfahren Nr. 152 „Am Klosterberg“. Dazu wurde die lokale Kaltluftdynamik der IST-Situation mittels einer räumlich hochaufgelösten Modellierung unter Verwendung des Kaltluftabflussmodells KLAM_21 betrachtet.

Besonderer Fokus lag dabei auf der Kaltlufthöhe, der bodennahen Kaltluftfließgeschwindigkeit sowie der Kaltluftvolumenstromdichte. Für alle drei Parameter wurde anhand mehrerer Zeitschritte ausführlich erläutert, wie sie sich im Laufe einer Strahlungsnacht in der Umgebung des Klosterberges entwickeln und verändern. In ihrer Gesamtbetrachtung lassen sich etwaige Auswirkungen des Planvorhabens auf den Standort selbst, sowie darüber hinaus qualitativ abschätzen.

Durch das Planvorhaben ist innerhalb der ersten Stunde nach Sonnenuntergang mit einer leichten Verzögerung der Kaltluftversorgung entlang der nördlich an den Klosterberg angrenzenden Bestandsbebauung zu rechnen. Im weiteren Verlauf der Nacht ist aufgrund der hohen Kaltluftdynamik und schnell ansteigenden Kaltlufthöhe kein Unterschied mehr zur IST-Situation zu erwarten.

Somit ist lediglich eine geringfügige und zeitlich begrenzte Verschlechterung der mikro- bzw. stadtklimatischen Situation vor Ort bzw. im Umfeld durch das Planvorhaben gegeben. Die Modellierung zeigte darüber hinaus eindeutig, dass die äußerst bedeutsame Kaltluftversorgung der Innenstadt von etwaigen Veränderungen unberührt bleibt. Für den geplanten Wettbewerb wurden Empfehlungen und Hinweise gegeben, mit denen sich die lokalklimatischen Auswirkungen des Planvorhabens auf ein Minimum begrenzen lassen.

Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse, ist eine Bebauung des Plangebietes bei Beachtung der Hinweise und Empfehlungen nur mit sehr geringen lokalklimatischen Auswirkungen verbunden. Letztlich lässt sich erst nach der Vorlage des Siegerentwurfs eine präzisere Abschätzung geben bzw. durch eine Differenzmodellierung auch quantitative Aussagen treffen, in welchen Maße das Vorhaben Einfluss auf das lokale Kaltluftgeschehen hat.

Literatur

- Deutscher Wetterdienst (DWD) (2017): Kaltluftabflusssimulation mit KLAM_21 für die Stadt Leipzig und Umgebung. Abteilung Klima- und Umweltberatung. Offenbach. Online: https://static.leipzig.de/fileadmin/mediendatenbank/leipzig-de/Stadt/02.3_Deiz3_Umwelt_Ordnung_Sport/36_Amt_fuer_Umweltschutz/Energie_und_Klima/Stadtklima/Gutachten_KLAM_21_Leipzig_Abgabe_m_Titel.pdf. (Zugriff: 10.05.2022).
- Deutscher Wetterdienst (DWD) (2021): Das Kaltluftabflussmodell KLAM_21. Online unter: https://www.dwd.de/DE/leistungen/klam_21/klam-21.html (Zugriff: 10.05.2022).
- Dörfer, S. (2004): Stadtklimatische Untersuchungen im Raum Jena. Diplomarbeit, unveröffentlicht. Friedrich-Schiller-Universität Jena.
- Fuchs, F. (2018): Modellrechnungen zu den nächtlichen Durchlüftungsverhältnissen für eine sommerliche Strahlungsnacht mit dem Kaltluftabflussmodell KLAM_21 des DWD am Beispiel von Halle (Saale). Unveröffentlichte Masterarbeit an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
- Geißler & Dröscher (2017): Stadt Reutlingen – Gesamtstädtische Klimaanalyse unter besonderer Berücksichtigung der Luftreinhaltung.
- Sievers, U. (2005): Das Kaltluftabflussmodell KLAM_21: Theoretische Grundlagen, Anwendung und Handhabung des PC-Modells. Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 227, 101 S.
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI) (2015): VDI-Richtlinie 3787 Blatt 1. Umweltmeteorologie. Klima- und Lüfthygienekarten für Städte und Regionen.

Digitaler Anhang

Zusätzlich zum vorliegenden Gutachten werden folgende Dateien digital bereitgestellt:

- alle Zeitschritte der Kaltluftfließgeschwindigkeit als .png Bilddatei und .gif Animation
- alle Zeitschritte der Kaltlufthöhe als .png Bilddatei und .gif Animation
- alle Zeitschritte der Kaltluftvolumenstromdichte als .png Bilddatei und .gif Animation
- Übersichtskarten zum Modelliergebiet, zum DGM und zur Landbedeckung für das Kaltluftabflussmodell KLAM_21 als .png Bilddatei und PDF-Dokument.

Verlinkung zur Anlage des
Fachgutachten Klima für das Bauleitplanverfahren
Nr. 152 „Am Klosterberg“ in Deggendorf

vom Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz (ThINK GmbH)

Endfassung vom 09. August 2022

<https://drive.deggendorf.de/index.php/s/VmbQQCyrvm43WP2>