

- ◆ Umweltgutachten
- ◆ Genehmigungen
- ◆ Betrieblicher
Umweltschutz



Stadt Weilheim an der Teck

Bebauungsplan „Rosenloh“

Ingenieurbüro für
Technischen Umweltschutz
Dr.-Ing. Frank Dröscher

Lustnauer Straße 11
72074 Tübingen

Ruf 07071 / 889 - 28 -0
Fax 07071 / 889 - 28 -7
Buero @ Dr-Droescher.de

Fachgutachten Stadtklima

Auftraggeber: Stadt Weilheim an der Teck
Projektnummer: 3328
Bearbeiter: Dr. rer. nat. Christian Geißler
Dr.-Ing. Frank Dröscher

Dieser Bericht umfasst 30 Textblätter
sowie 22 Blätter im Anhang.

24. Oktober 2022,
ergänzt am 4. Juli 2023

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	3
2	Rechtliche Grundlagen	4
3	Lageverhältnisse	5
4	Klimatische Bedingungen im Bereich Weilheim	7
4.1	Windverhältnisse am Standort	7
4.2	Klimaatlas des Verbandes Region Stuttgart	10
5	Methodik	12
6	Kaltluftdynamik im Plangebiet und seiner Umgebung	13
6.1	Kaltluftdynamik im Bereich um das Plangebiet Rosenloh (IST)	15
6.2	Änderung der Kaltluftdynamik durch die geplante Bebauung (PLAN-IST)	17
6.3	Kaltluftvolumenstrommengen – Bilanz entlang eines Schnittes	19
6.4	Schlussfolgerungen	21
6.5	Planungshinweise für das Plangebiet „Rosenloh“	23
7	Zusammenfassung	26
8	Quellenverzeichnis	29

Anhang I (Grundlagen)

Geländehöhen im Rechengebiet

Anhang II (Ergebnisse Modellierung)

Strömungsgeschwindigkeit und Kaltluftmächtigkeit IST-Zustand

Betrag und Richtung des Kaltluftvolumenstromes IST-Zustand

Strömungsgeschwindigkeit und Kaltluftmächtigkeit PLAN-Zustand

Betrag und Richtung des Kaltluftvolumenstromes PLAN-Zustand

Strömungsgeschwindigkeit und Kaltluftmächtigkeit Differenz PLAN-IST

Betrag und Richtung des Kaltluftvolumenstromes Differenz PLAN-IST

Jeweils Zeitpunkte 0,5 Stunden, 1 Stunde sowie 2 Stunden nach Sonnenuntergang

1 Aufgabenstellung

Die Stadt Weilheim an der Teck (im Folgenden Weilheim) plant die Ausweisung eines ca. 30 ha umfassenden Gewerbe-/Industriegebietes am nördlichen Bebauungsrand von Weilheim unmittelbar an der L1200. Der Aufstellungsbeschluss für den Bebauungsplan „Rosenloh“ erging am 24.05.2022.

Das Plangebiet „Rosenloh“ umfasst bisher landwirtschaftlich genutzte Flächen (im Wesentlichen Ackerland/Wiesen sowie Streuobstflächen) welche nun einer Nutzung als Gewerbe-/Industriegebiet zugeführt werden sollen.

Die vorgesehene Nutzung der derzeitigen Freifläche als Gewerbe-/Industriegebiet geht mit einer Versiegelung und Bebauung einher, die sich auf die stadtklimatischen Parameter, insbesondere auf Kaltluftproduktion und Kaltluftströmungen, auswirken können. Für das Plangebiet sind daher die Auswirkungen einer zukünftigen Gewerbe-/Industriegebietsnutzung auf die Kaltluftabflüsse als der wesentliche stadtklimatische Faktor im Ausgleichs-/Wirkraumgefüge zu bewerten.

Im Auftrag der Stadt Weilheim an der Teck werden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung die möglichen Auswirkungen einer Nutzung bzw. Bebauung auf das Stadtklima ermittelt und bewertet. Hierzu wurden Kaltluftabflussberechnungen durchgeführt.

Die Auswirkungen werden dabei mit dem mathematisch-physikalischen Simulationsmodell KLAM_21 des Deutschen Wetterdienstes (DWD) modelliert. Der Vergleich der derzeitigen Situation (IST-Zustand) mit dem zukünftigen Zustand mit den angestrebten Nutzungen (PLAN-Zustand) erlaubt Rückschlüsse auf die Art und Intensität der Auswirkungen. Daraus können Planungshinweise abgeleitet werden.

2 Rechtliche Grundlagen

Für die Beurteilung von Eingriffen bzw. Nutzungsänderungen von Flächen auf lokalklimatische Parameter existieren derzeit keine Gesetze oder Verordnungen, die Grenz- oder Schwellenwerte festlegen würden.

Im Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) wird jedoch explizit der Schutz klimawirksamer Bereiche gefordert.

§ 1 (3) Nr. 4 BNatSchG

Luft und Klima auch durch Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege zu schützen; dies gilt insbesondere für Flächen mit günstiger lufthygienischer oder klimatischer Wirkung wie Frisch- und Kaltluftentstehungsgebiete oder Luftaustauschbahnen; dem Aufbau einer nachhaltigen Energieversorgung insbesondere durch zunehmende Nutzung erneuerbarer Energien kommt eine besondere Bedeutung zu,

Die vorbereitende Bauleitplanung bietet darauf aufbauend die Möglichkeit, Frisch- und Kaltluftentstehungsgebiete sowie Kalt- bzw. Frischluftleitbahnen als Flächen, die der Anpassung an den Klimawandel dienen, auszuweisen.

§ 5 Abs. 2 Nr. 2c BauGB

Im Flächennutzungsplan können insbesondere dargestellt werden: [...] die Ausstattung des Gemeindegebiets [...] mit Anlagen, Einrichtungen und sonstigen Maßnahmen, die der Anpassung an den Klimawandel dienen,

In der verbindlichen Bauleitplanung kann z.B. durch folgenden Grundsatz der Bauleitplanung

§ 1 (5) S. 2 BauGB

Sie [die Bauleitpläne] sollen dazu beitragen, eine menschenwürdige Umwelt zu sichern, die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen und zu entwickeln sowie den Klimaschutz und die Klimaanpassung, insbesondere auch in der Stadtentwicklung, zu fördern, sowie die städtebauliche Gestalt und das Orts- und Landschaftsbild baukulturell zu erhalten und zu entwickeln.

Insbesondere über die Festsetzung der Art und des Maßes der baulichen Nutzung, der Baugrenzen und über örtliche Bauvorschriften Einfluss auf das Lokalklima genommen werden.

Folgender Grundsatz kann – neben der Festsetzung von Grün- und Freiräumen – dazu beitragen, ein gesundes Kleinklima im Baugebiet und darüber hinaus zu fördern:

- Erhalt von Luftaustauschbahnen bzw. Leitbahnen (z.B. durch eine Höhenbegrenzung baulicher Anlagen gemäß § 9 (1) Nr. 3 BauGB oder durch eine zur Leitbahn parallele Bebauung beispielsweise unter Zuhilfenahme von Baulinien und Baugrenzen (§ 23 BauNVO)).

Verschiedene Leitfäden und Richtlinien geben darüber hinaus Handlungsempfehlungen, die sich mit dem Gefüge **Wirkraum** (bebaute bzw. thermisch oder lufthygienisch belastete Bereiche) / **Ausgleichsraum** (Freiräume mit Kalt- bzw. Frischluftproduktion) beschäftigen.

3 Lageverhältnisse

Das Plangebiet befindet sich zwischen dem nördlichen Siedlungsrand von Weilheim bzw. der diesen markierenden Landesstraße L1200 und der wenige hundert Meter weiter nördlich gelegenen Bundesautobahn A8 am Fuße des Albtraufs.

Das Gelände fällt generell in der Umgebung sowie im Plangebiet von Ost-südost nach West-nordwest hin relativ schwach ab. Das Gefälle orientiert sich daher über den Verlauf von Lindach bzw. ab Kirchheim unter Teck der Lauter in Richtung Neckartal. Die steileren Hanglagen des Albtrauf liegen im Wesentlichen östlich bis südlich des Plangebiets z.B. in Richtung Oberlauf der Lindach oder des Triebbach zur Albhochfläche hin. Der tiefste Punkt des Stadtgebietes von Weilheim befindet sich an der Gemarkungsgrenze zu Kirchheim unter Teck auf etwa 350 m ü.NN, der höchste Punkt dagegen auf ca. 800 m u.NN. auf der Albhochfläche an der Gemarkungsgrenze zu Gruibingen. Der tiefste Punkt des Plangebietes befindet sich auf ca. 370 m ü.NN an der L1200 Richtung Kirchheim unter Teck, der höchste Punkt an der Zeller Straße Richtung Aichelberg auf ca. 395 m ü.NN.

Das Plangebiet befindet sich – bezogen auf seine unmittelbare Umgebung – in topographischer Tiefenlage und ist eine Randhöhe des Talverlaufs der Lindach. Aufgrund des welligen Geländes im Plangebiet ist das verhältnismäßig geringe Gefälle im östlichen Teil des Plangebietes etwa nach Nord gerichtet, während das ebenfalls geringe Gefälle es im westlichen Teil des Plangebietes etwa nach Süd und damit in Richtung des Bebauungsrandes an der L1200 gerichtet ist.

Das Plangebiet selbst ist im Bestand größtenteils von Acker- und Wiesenflächen sowie von Streuobstwiesen geprägt. Dieses Nutzungsspektrum schließt sich auch nach Norden und Westen bis hin zur Bundesautobahn A8 an. Im Osten geht das Plangebiet in die Hanglagen des Albtraufes mit Streuobstwiesen einerseits und einem ausgedehnten Gewerbegebiet (Gewerbegebiet „Tobelwasen“; Carl-Benz Straße/ Siemensstraße) andererseits über.

Die Lage des Plangebietes zeigt folgende Übersicht (siehe Abbildung 1).

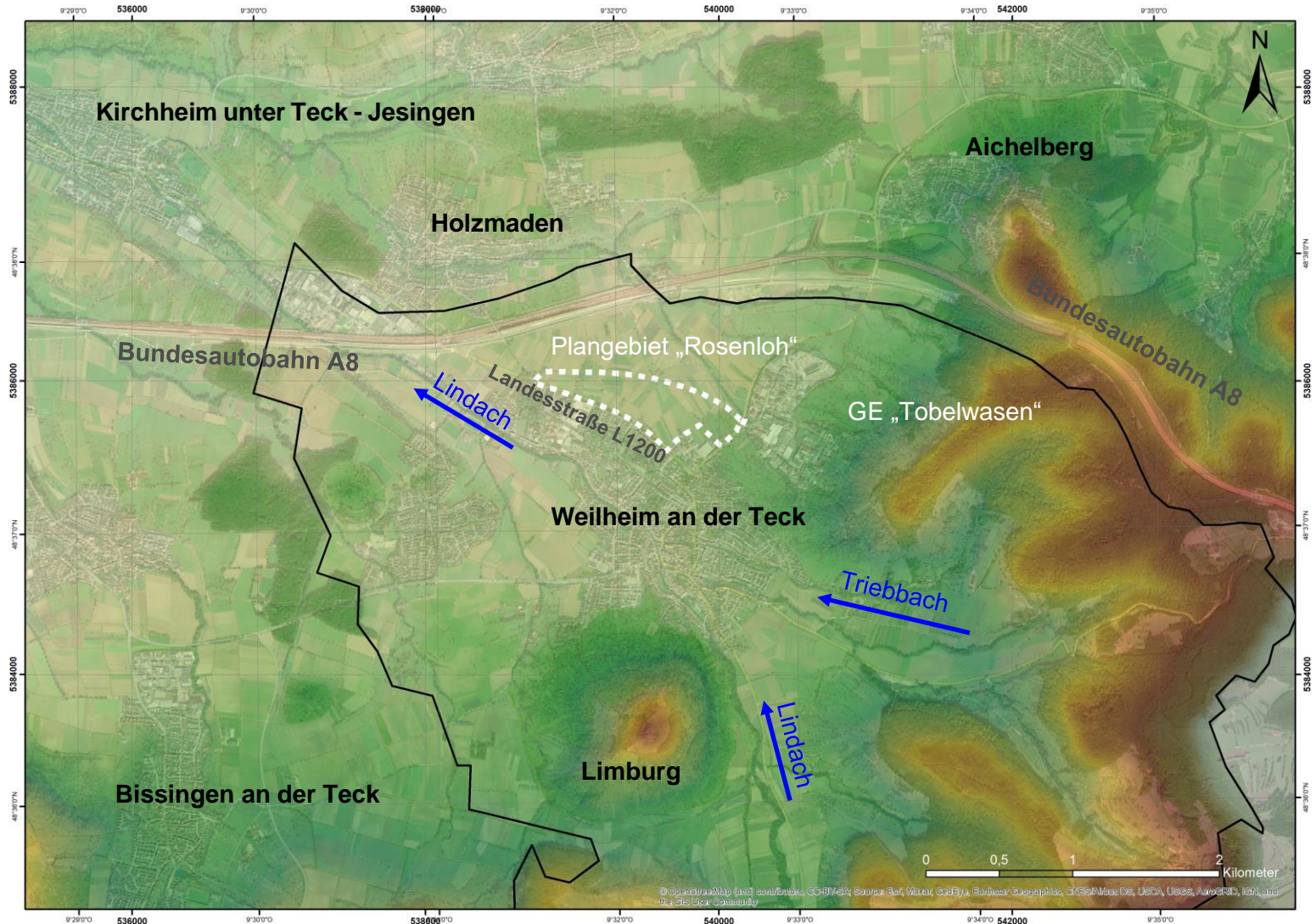


Abbildung 1: Lage des geplanten Gewerbe-/Industriegebietes „Rosenloh“ im Zusammenhang mit der bestehenden Bebauung und der Umgebung.

4 Klimatische Bedingungen im Bereich Weilheim

4.1 Windverhältnisse am Standort

Die übergeordnete mittlere Strömung in Südwestdeutschland ist eine Strömung aus südwestlichen Richtungen. Großräumig kann diese Strömung u.a. durch große Talverläufe (z.B. des Neckars) und Gebirge (z.B. Albtrauf) z.T. stark modifiziert werden. Lokal treten dann als weitere das Strömungsfeld differenzierende Faktoren die kleinräumige Orographie (wie z. B. der Verlauf von Seitentälern) und die Landnutzung hinzu.

Windmessungen in der näheren Umgebung des Standorts der Plangebiete liegen nicht vor. Auch im weiteren Umfeld befinden sich keine Windmessstationen, die die Windverhältnisse im Plangebiet beschreiben würden. Einen Hinweis auf die Windverhältnisse direkt am Standort liefern in Baden-Württemberg synthetische Windstatistiken, die im Auftrag der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) in einem Forschungsprojekt nahezu flächendeckend in einer Auflösung von 500 m x 500 m entwickelt wurden und von der LUBW zur Ansicht bereitgestellt werden. Die Daten beziehen sich auf eine Anemometerhöhe von 10 m über Grund bzw. über Bebauungs- oder Bewuchsniveau.

Die Windrichtungsverteilung am Standort ist entsprechend der großräumigen Hauptwindrichtung und der Ausrichtung des Albtraufs geprägt von südwestlichen und nordöstlichen Winden. Als zusätzliche wesentliche Windrichtung tritt Südost hervor. Dies umfasst Winde von Albtrauf in Richtung Lauter- und Neckartal (siehe Abbildung 3 und Abbildung 4).

Schwachwinde sind vor allem bei stabilen Wetterlagen im Lindachtal bei Weilheim häufig anzutreffen. Die durchschnittliche Windgeschwindigkeit ist entsprechend verhältnismäßig gering (ca. 2,1 m/s). Dies ist für Tallagen in Süddeutschland typisch.

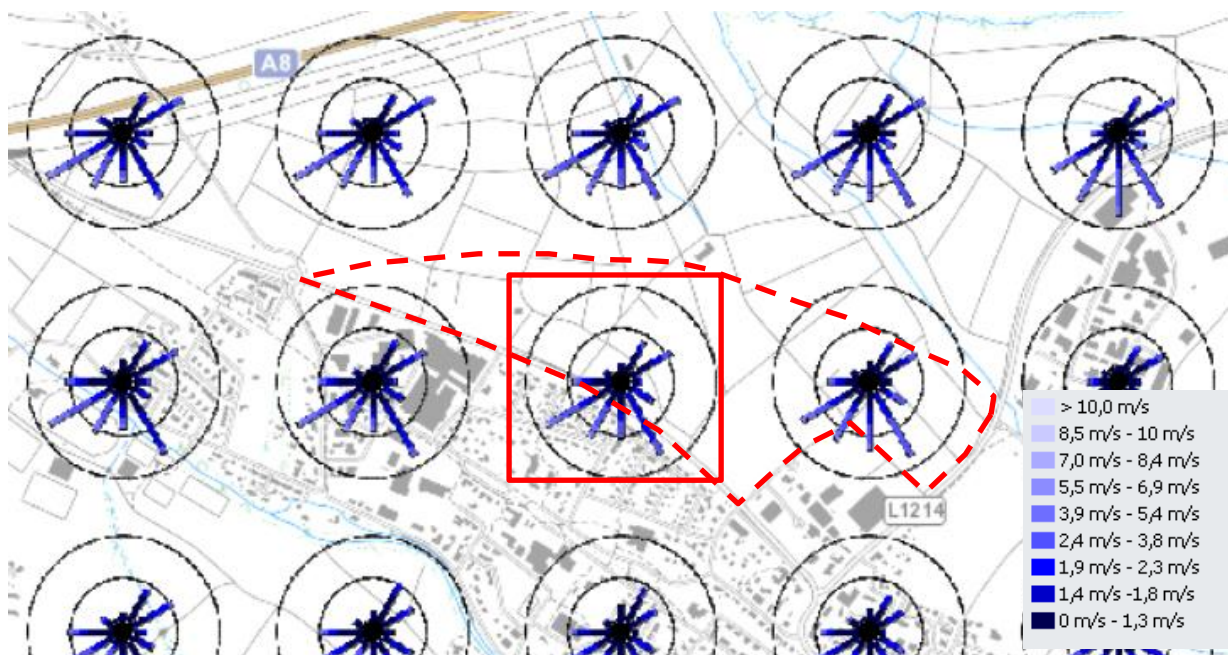


Abbildung 3: Synthetische Windstatistiken der LUBW im Bereich des Plangebietes (rot gestrichelt) /6/, roter Rahmen = Windrose aus Abbildung 4

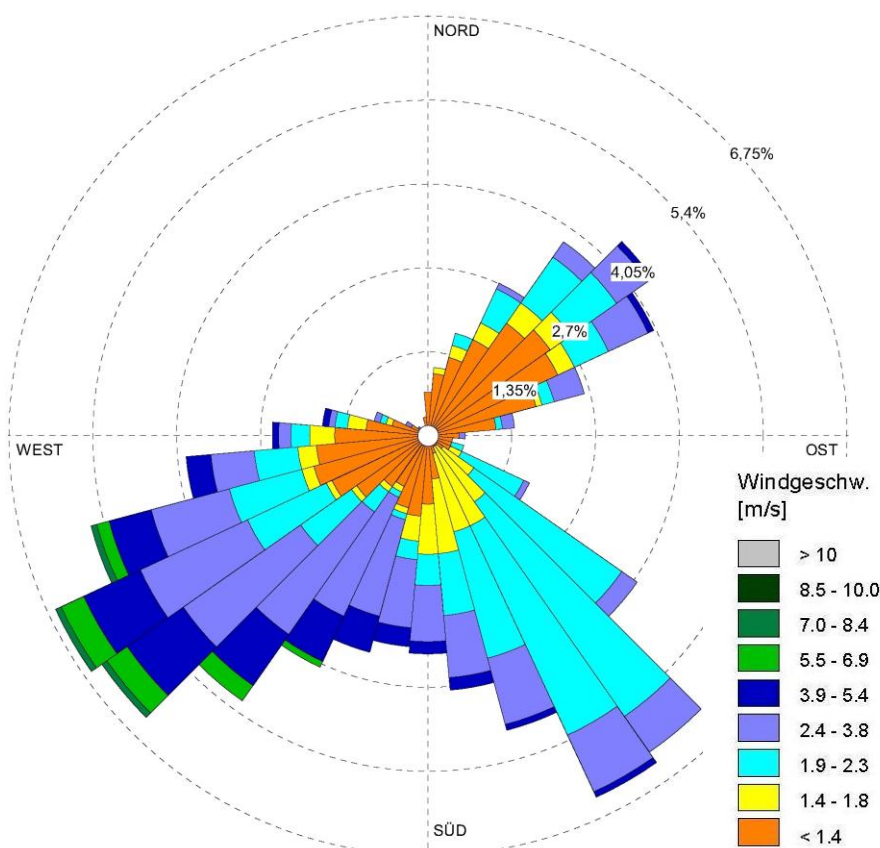


Abbildung 4: Windrose im Bereich des Plangebietes /6/

Die **Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen** (siehe Abbildung 5) zeigt eine Dominanz von Schwachwinden < 1,4 m/s mit ca. 34 % Anteil. Mit ca. 25 % Anteil liegt die Windgeschwindigkeitsklasse 1,9 bis 2,3 m/s dahinter. Die weiteren Windgeschwindigkeitsklassen treten dahinter zurück. Schwachwinde sind häufig für lokale autochthone Wetterlagen charakteristisch, höhere Windgeschwindigkeiten eher für übergeordnete allochthone Wetterlagen. Jedoch können, je nach lokalen Begebenheiten auch, Kaltluftabflüsse hohe Geschwindigkeiten erreichen.

Die **Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen** beschreibt die Häufigkeit der am Standort auftretenden Ausbreitungssituationen bzw. Wetterlagen (siehe Abbildung 5). Diese sind z. B. für die Ausbreitung von Luftbeimengungen in der Atmosphäre wesentlich und können als Maß für die Stabilität der atmosphärischen Schichtung gesehen werden. Die maßgeblichen Größen Windgeschwindigkeit, Windrichtung und atmosphärischer Turbulenzzustand werden nach TA Luft in 6 Ausbreitungsklassen eingeteilt (vgl. Tabelle 1).

Die Ausbreitungsklassen I und II sind für lokalklimatische Fragestellungen und die Betrachtung von Kaltluftabflüssen wesentlich, da bei stabilen windschwachen Wetterlagen thermische Windsysteme besonders ausgeprägt sind.

Mit > 50 % aller Fälle sind die windschwachen stabilen Wetterlagen (Klassen I + II) im Plangebiet besonders häufig. Der Talbereich der Lindach bei Weilheim, über den sich das Plangebiet nur wenige Meter erhebt, neigt aufgrund seiner Breite und seines geringen Gefälles häufig zur

Ausbildung von austauscharmen Wetterlagen. Diese Wetterlagen sind dann von lokalen Windsystemen bzw. Kaltluftabflüssen geprägt.

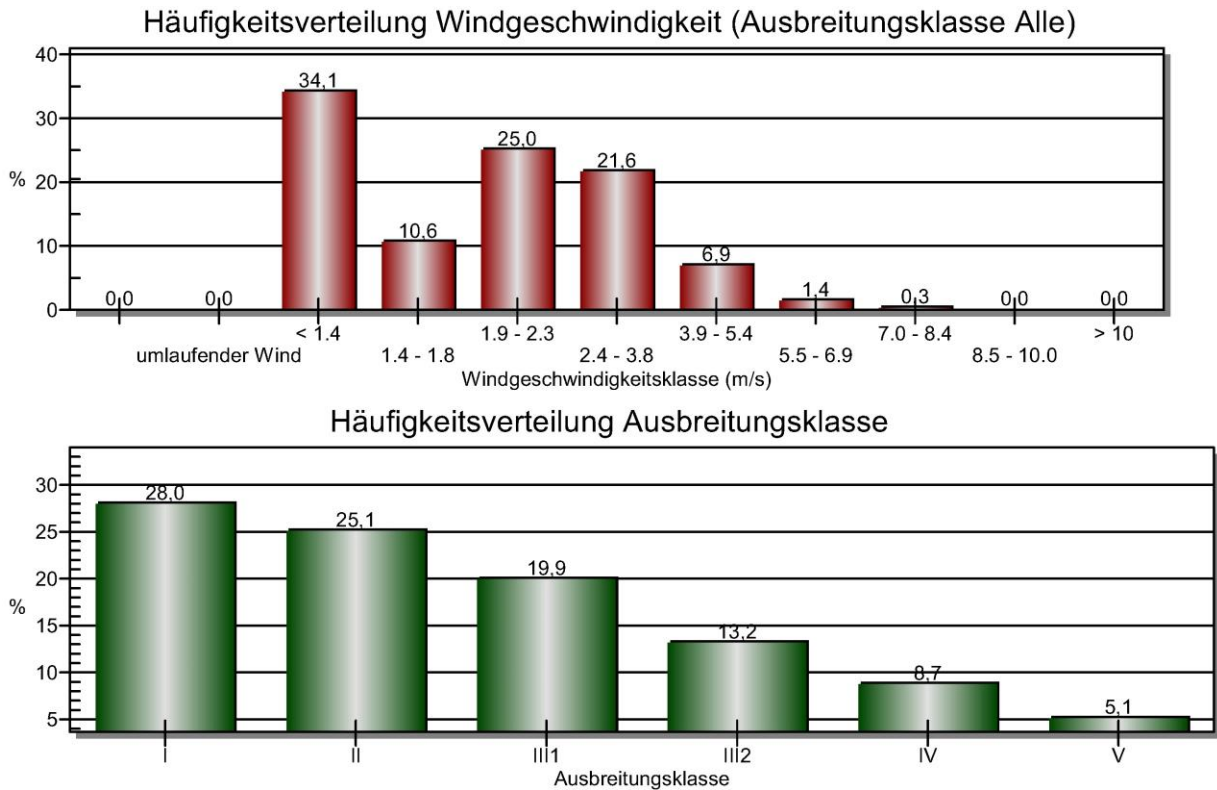


Abbildung 5: Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit und der Ausbreitungssituationen im Bereich des Plangebietes

Tabelle 1: Abstufung der Ausbreitungsklassen

Ausbreitungs-klasse	Thermische Schichtung	Auftreten in der Regel
I	sehr stabil	nachts, windschwach, wenig Bewölkung
II	stabil	nachts, windschwach, bedeckt
III/1	indifferent/stabil	bei Tag und Nacht, höhere Windgeschwindigkeiten
III/2	indifferent/labil	tags, mittlere Windgeschwindigkeiten, bedeckt
IV	labil	tags, windschwach, wenig Bewölkung
V	sehr labil	Tage in den Sommermonaten, wolkenarm oder wind-schwach, nur um die Mittagszeit

4.2 Klimaatlas des Verbandes Region Stuttgart

Der Klimaatlas des Verbandes Region Stuttgart wurde im Auftrag der Abteilung Stadtklimatologie der Landeshauptstadt Stuttgart erstellt. Die Ergebnisse und Auswertungen (u.a. Klimaanalyse- und Planungshinweiskarte) basieren auf Berechnungen mit dem Kaltluftabflussmodell KALM /2/.

4.2.1 Klimaanalysekarte

Das Plangebiet „Rosenloh“ ist im Klimaatlas als Freiland-Klimatop ausgewiesen. Unmittelbar nördlich schließen sich ebenfalls Flächen an, die als Freiland-Klimatop klassifiziert sind. Westlich und südlich finden sich teils Gewerbe- und Stadtrand- bzw. Gartenstadt-Klimatope.

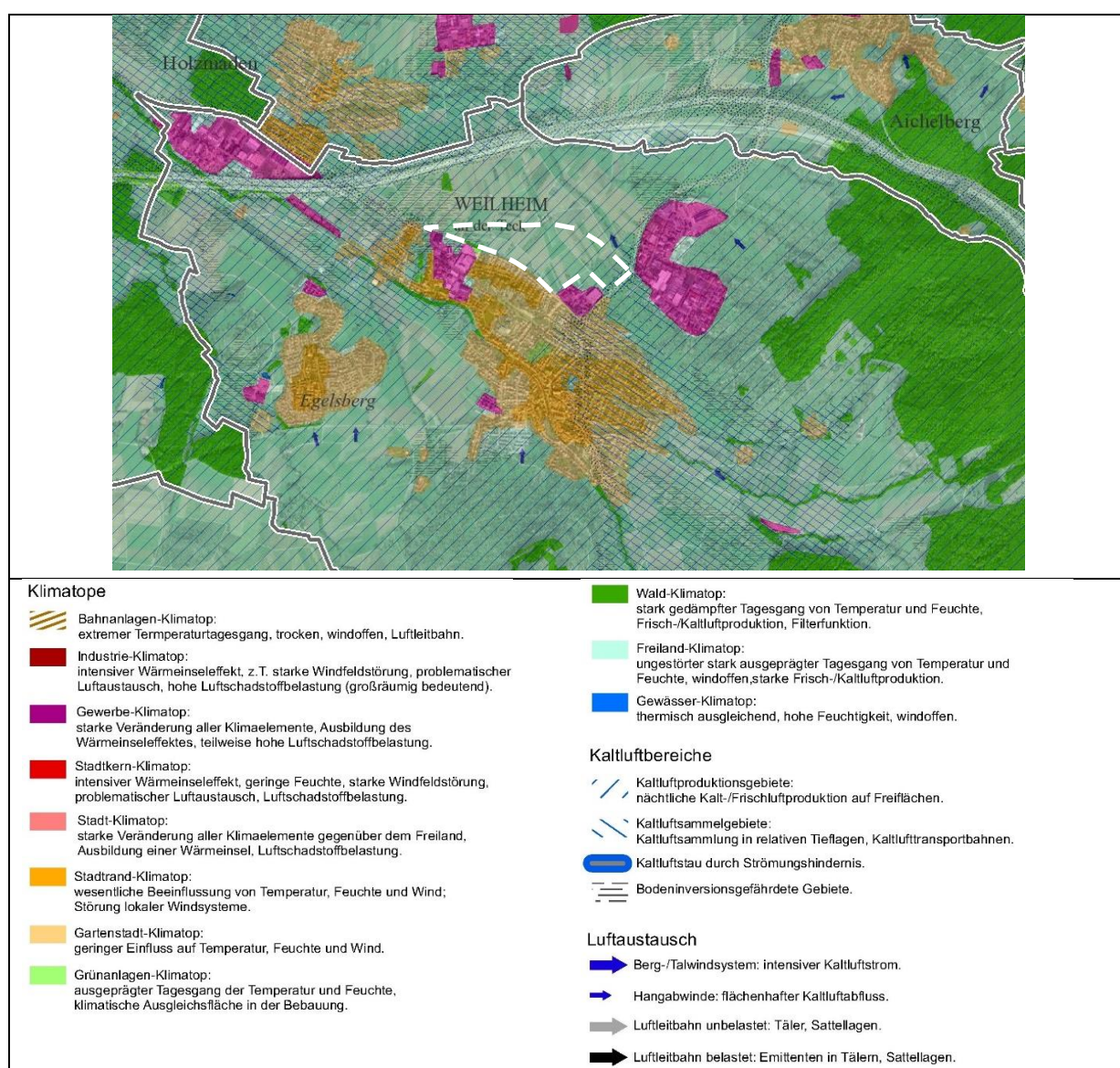


Abbildung 6: Klimaanalysekarte; Auszug aus dem Klimaatlas des Verbandes Region Stuttgart; weiß gestrichelt = Plangebiet /2/

Die Schraffuren zeigen, dass es sich bei dem Plangebiet selbst und seiner Umgebung um ein Kaltluftproduktionsgebiet handelt (diagonale Schraffur).

4.2.2 Planungshinweiskarte

Das Plangebiet selbst liegt vollständig in einem Bereich mit „bedeutender Klimaaktivität“ (dunkelgrüne Signatur; Abbildung 7), welches gemäß Klimaatlas eine hohe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierungen aufweist. Der wesentliche Grund hierfür liegt in der unmittelbaren Nähe der Freiflächen (= Ausgleichsraum) zu dicht besiedelten Bereichen (= Wirkraum; auch stromabwärts) und auf den Wirkraum gerichteten teils linearen und großflächigen Kaltluftströmungen aus Richtung Albhochfläche. Ziel bei Bauvorhaben in derartig klassifizierten Bereichen ist es generell, zusätzliche Belastungen zu bewerten und bei Bedarf z.B. durch angepasste Bebauung zu minimieren.

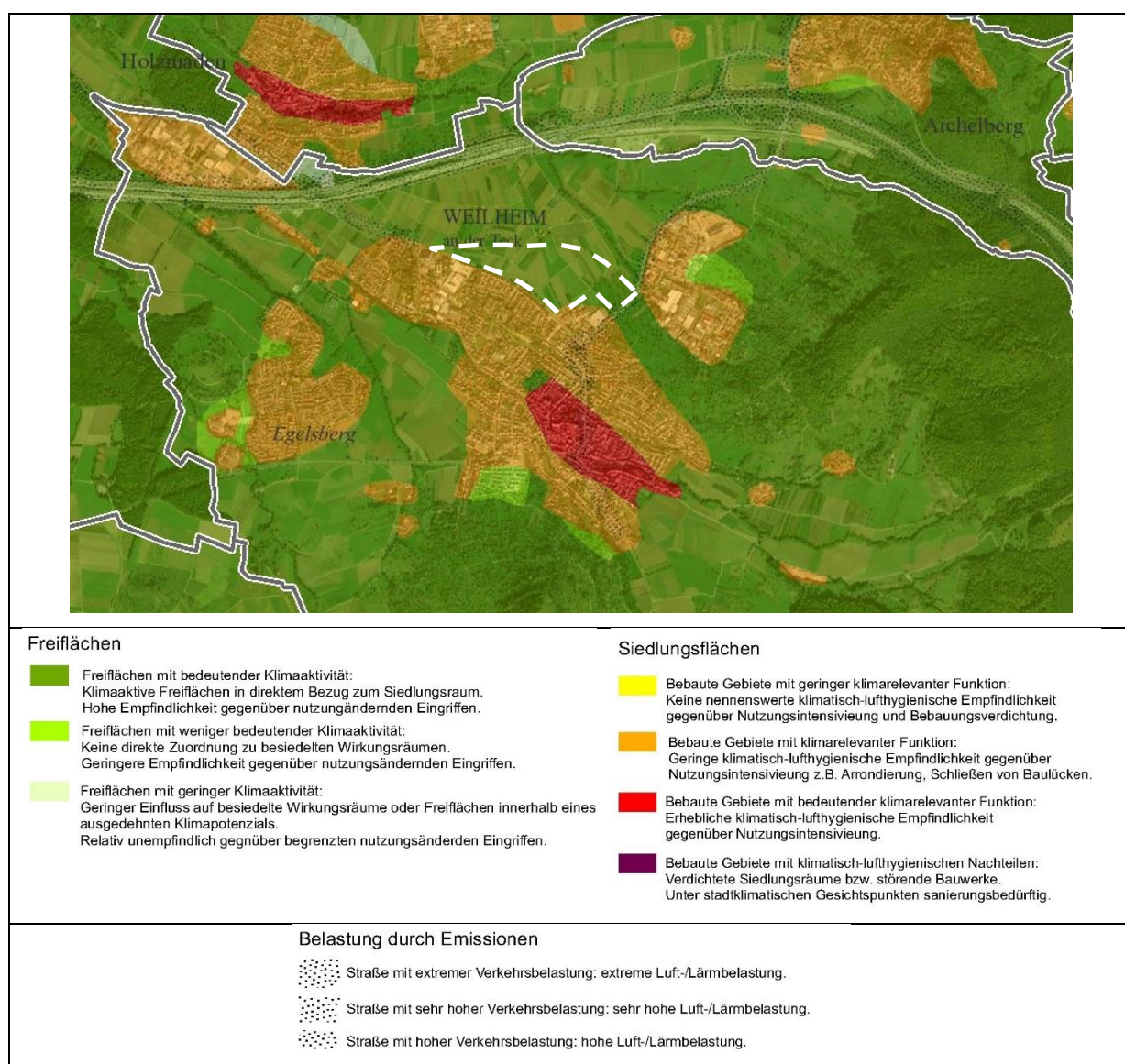


Abbildung 7: Planungshinweiskarte; Auszug aus dem Klimaatlas des Verbands Region Stuttgart /2/; weiß gestrichelt = Plangebiet

5 Methodik

Zur Untersuchung der Kaltluftdynamik im Bereich des Plangebietes „Rosenloh“ sowie der planerischen Vorbelastung wurden Kaltluftabflussberechnungen mit dem Kaltluftabflussmodell KLAM_21 des Deutschen Wetterdienstes vorgenommen /3/.

KLAM_21 ist ein zweidimensionales, mathematisch-physikalisches Simulationsmodell zur Berechnung von Kaltluftflüssen in orographisch gegliedertem Gelände.

Das Modell simuliert die Entwicklung von Kaltluftabflüssen und die Ansammlung von Kaltluft in einem rechteckig begrenzten Untersuchungsgebiet, basierend auf unterschiedlichen Geländeparametern (Neigung, Neigungsrichtung), Landnutzungsklassen sowie ggf. Einzelgebäuden und/ oder anderen Strömungshindernissen, die für eine Gitterzelle hinterlegt sind.

Jeder Landnutzungsklasse entspricht eine fest vorgegebene Kaltluftproduktionsrate und eine Rauigkeit als Maß für den aerodynamischen Widerstand beim Überströmen der Fläche sowie ggf. eine Porosität als Maß für die Durchlässigkeit von bebauten Flächen. Für die jeweiligen Landnutzungsklassen können – je nach Vorkommen – Werte wie mittlere Gebäudehöhe, Grundflächenzahl, mittlere Bedeckung des Bodens mit Bäumen sowie deren Höhe definiert werden. Modellsimulatorisch startet jede Fläche mit einer Kaltluflhöhe von 0 m.

Definierte Strömungshindernisse, wie Gebäude und Dämme werden erst überströmt, wenn die Kaltluft eine gewisse Mächtigkeit erreicht hat.

Generell können durch die Darstellung der bodennahen Windverhältnisse Hangwinde ermittelt werden, während das räumliche Muster des Kaltluftvolumenstroms Aufschluss über die Lage und die Leistung von Kaltluftabfluss- bzw. Kaltluftleitbahnen gibt.

Das Zusammenspiel dieser Einflussgrößen bestimmt das Entstehen, Fließen und das Sammeln der Kaltluft. Zu Beginn der Simulation wird eine annähernd adiabatisch geschichtete Atmosphäre vorausgesetzt, in der keine horizontalen Gradienten der Temperatur und der Luftdichte vorhanden sind und keine kurzweilige Einstrahlung erfolgt.

Simuliert wird eine 8 Stunden andauernde, klare (Strahlungs-)Nacht während einer windstillen bzw. windarmen und trockenen Hochdruckwetterlage. Der Start der Simulation liegt kurz vor Sonnenuntergang.

Die Plangebiete wurden – bei Vorliegen detaillierter Informationen – entsprechend modelliert oder es wurden – in Ermangelung detaillierter Informationen – die Plangebiete mit typischen Kennwerten wie Gebietskategorie (z.B. Wohnen, Gewerbe, Industrie) und Maß der baulichen Nutzung in das Modell übernommen.

Für die Auswertung wurden verschiedene Analysezeitpunkte (0,5, 1 und 2 Stunden nach Sonnenuntergang) gewählt, um die natürliche Dynamik des von Kaltluftbildung, Kaltlufttransport und Kaltluftansammlung im Untersuchungsgebiet über den Verlauf der ersten Nachthälfte darzustellen. Das sich in der ersten Nachthälfte herausbildende Muster aus Kaltluftbildung, Kaltlufttransport (an Hängen und Leitbahnen) sowie Kaltluftansammlung in tiefer gelegenen Bereichen ändert sich auch in der Zeit nach den dargestellten Analysezeitpunkten nicht grundsätzlich, so dass die daraus abgeleiteten Aussagen grundsätzlich für den gesamten Analysezeitraum gelten können.

6 Kaltluftdynamik im Plangebiet und seiner Umgebung

Wegen der Auffüllung der Talbereiche mit Kaltluft und der sich bildenden Kaltluftschicht bis über die niedrigeren Randhöhen hinaus (wie z.B. dem Plangebiet), ist für die folgende Auswertung insbesondere die erste Nachthälfte interessant.

Nach ca. 4 Stunden nach Sonnenuntergang gehen die Kaltluftabflüsse in weiten Teilen des Plangebietes bodennah stark zurück. Die Kaltluft sammelt sich im Siedlungsbe- reich von Weilheim und den höher gelegenen Talräumen, abgeschwächt in der gesamten Siedlungsachse bis Kirchheim. Es sind dann im Plangebiet bodennah nur noch geringe Windgeschwindigkeiten zu verzeichnen. Die Volumenströme verbleiben jedoch am östli- chen Rand des Plangebietes auf hohem Niveau ($> 100 \text{ m}^3/\text{m}^*\text{s}$). Das grundsätzliche Mus- ter der Verteilung der Strömungsschwerpunkte oder -richtungen ändert sich nicht im wei- teren Verlauf der Nacht nicht mehr wesentlich.

Als charakteristische Zeitpunkte für die lokalklimatischen Verhältnisse im Plangebiet und der nahen Umgebung wurden daher drei Analysezeitpunkte (0,5 Stunden, 1 Stunde und 2 Stunden nach Sonnenuntergang) zur Darstellung ausgewählt. Generell sind die Abbildungen als Mo- mentaufnahmen eines kontinuierlich ablaufenden Prozesses zu sehen. Auch über die darge- stellten und beschriebenen Zeitpunkte hinausgehende Zeitpunkte wurden in die Beschreibung und Bewertung einbezogen.

Die Ergebniskarten (im Anhang II) zeigen jeweils für den IST- den PLAN-Zustand sowie für die sich ergebenden Unterschiede (Differenz) für:

- die bodennahe Windgeschwindigkeit (in m/s) und die Kaltluftmächtigkeit (in m) sowie
- den Kaltluftvolumenstrom (in $\text{m}^3/\text{m}^*\text{s}$)

für den Bereich des Plangebietes und seiner Umgebung.

Für die Bewertung des Einflusses der Nutzungsänderung auf die **bodennahen Windverhält- nisse**, Einschätzungen zur **Um- und Überströmung** von Hindernissen durch Kaltluftflüsse so- wie Ausbildung von **Kaltluftansammlungen** in Tallagen werden Auswertungen zur Kaltluft- mächtigkeit und dem bodennahen Windfeld (Bezugshöhe = 2 m über Gelände) herangezogen. Daraus lassen sich Schlüsse auf die Hangwinddynamik und unmittelbar lokal produzierte Kalt- luft – insbesondere in der Frühphase der Kaltluftdynamik – ziehen.

Für die **Durchlüftung und die Leitbahnfunktion** ist der Kaltluftvolumenstrom als Maß für den **Zustrom an Kaltluft** der wesentliche Parameter. Durch diesen Parameter sind vor allem Leitbahnstrukturen zu lokalisieren und in ihrer Intensität zu bewerten.

Folgende Ergebniskarten befinden sich in Anhang II:

Karte	Zeitpunkt nach SU	Blatt in Anhang 2
IST-Zustand		
Bodennahe Windgeschwindigkeit und Kaltluftmächtigkeit IST-Zustand	30	2
Bodennahe Windgeschwindigkeit und Kaltluftmächtigkeit IST-Zustand	60	3
Bodennahe Windgeschwindigkeit und Kaltluftmächtigkeit IST-Zustand	120	4
Betrag und Richtung des Kaltluftvolumenstromes IST-Zustand	30	5
Betrag und Richtung des Kaltluftvolumenstromes IST-Zustand	60	6
Betrag und Richtung des Kaltluftvolumenstromes IST-Zustand	120	7
PLAN-Zustand		
Bodennahe Windgeschwindigkeit und Kaltluftmächtigkeit PLAN-Zustand	30	8
Bodennahe Windgeschwindigkeit und Kaltluftmächtigkeit PLAN-Zustand	60	9
Bodennahe Windgeschwindigkeit und Kaltluftmächtigkeit PLAN-Zustand	120	10
Betrag und Richtung des Kaltluftvolumenstromes PLAN-Zustand	30	11
Betrag und Richtung des Kaltluftvolumenstromes PLAN-Zustand	60	12
Betrag und Richtung des Kaltluftvolumenstromes PLAN-Zustand	120	13
Differenz PLAN-Zustand 1 - IST-Zustand		
Bodennahe Windgeschwindigkeit und Kaltluftmächtigkeit Differenz PLAN-Zustand - IST-Zustand	30	14
Bodennahe Windgeschwindigkeit und Kaltluftmächtigkeit Differenz PLAN-Zustand - IST-Zustand	60	15
Bodennahe Windgeschwindigkeit und Kaltluftmächtigkeit Differenz PLAN-Zustand - IST-Zustand	120	16
Betrag und Richtung des Kaltluftvolumenstromes Differenz PLAN-Zustand - IST-Zustand	30	17
Betrag und Richtung des Kaltluftvolumenstromes Differenz PLAN-Zustand - IST-Zustand	60	18
Betrag und Richtung des Kaltluftvolumenstromes Differenz PLAN-Zustand - IST-Zustand	120	19

* SU = Sonnenuntergang

6.1 Kaltluftdynamik im Bereich um das Plangebiet Rosenloh (IST)

6.1.1 Bodennahe Windgeschwindigkeit und Kaltluftmächtigkeit

Die **Ergebniskarten** zur Kaltluftmächtigkeit und der bodennahen Windgeschwindigkeit stellen die Ansammlung von Kaltluft sowie die Windgeschwindigkeit in einer Bezugshöhe von 2 m über Grund dar.

Die bodennahe **Windrichtung** und die **Windgeschwindigkeit** werden über die Pfeilrichtung und Pfeillänge in Form von Vektoren abgebildet, wobei die Referenzgeschwindigkeit bei 1 m/s liegt. Geringere Geschwindigkeiten werden durch kürzere, höhere Geschwindigkeiten durch längere Pfeile dargestellt. Die unterlegten Rasterzellen stellen darüber hinaus die **Kaltluftmächtigkeit** in Metern flächenhaft in Farbstufungen dar.

Windgeschwindigkeit und Kaltluftmächtigkeit IST-Zustand

Für den IST-Zustand wurden die Ergebnisse der Modellrechnungen zur Kaltluftmächtigkeit und dem Windfeld in 2 Metern über Grund für die Zeitpunkte 0,5 Stunden, 1 Stunde und 2 Stunden nach Sonnenuntergang ausgewertet (Anhang II, Blätter 2-4).

Die höchsten bodennahen Windgeschwindigkeiten (z.T. > 1 m/s) finden sich zu Beginn der Nacht (**0,5 Stunden** nach Sonnenuntergang) an den Rändern der Siedlungsbereiche und an mäßig geneigten Mittel- bis Unterhangpositionen (z.B. der Limburg). Die größten Kaltluftmächtigkeiten mit örtlich bereits > 20 m über Grund finden sich an den Rändern der Siedlungsbereiche, welche den geneigten Hängen zugewandt sind (südöstlicher Ortseingang Weilheim/ südlicher Ortseingang Egelsberg).

Im Plangebiet sind – aufgrund des flachwelligen, in unterschiedliche Richtungen geneigten Geländes mit schwachem Gefälle – geringe bodennahe Windgeschwindigkeiten und geringe Kaltluftmächtigkeiten berechnet worden. Höhere Windgeschwindigkeiten ergeben sich zu diesem Zeitpunkt am östlichen Rand des Plangebietes im Übergang zum Freilandbereich südlich des Gewerbegebietes „Tobelwasen“. Am Übergang des Plangebietes in die bestehende Bebauung an der L1200 bewegt sich die Strömung parallel zur Straße, teilweise ist ein leichtes „Einsickern“ in die Siedlung berechnet worden.

Zum Zeitpunkt **1 Stunde** nach Sonnenuntergang bilden sich in den Talstrukturen immer größere Bereiche mit Kaltluftmächtigkeiten > 20 m (teilweise über 40 m) über Grund aus, welche die Siedlungsbereiche umströmen oder Kaltluftansammlungen im Luv der Siedlungen bilden. Höhere Windgeschwindigkeiten ergeben sich vor allem in den Bereichen, in denen aus den von geneigten Hängen gelieferte Kaltluft ohne die Hinderniswirkung der Bebauung weitergeleitet werden kann.

Im Plangebiet „Rosenloh“ sind nun höhere Windgeschwindigkeiten und Kaltluftmächtigkeiten zu verzeichnen, jedoch im Vergleich mit der Umgebung auf niedrigem bis mittlerem Niveau. Die allgemeine bodennahe Windrichtung ist nun im Wesentlichen nach Nordwest gerichtet.

Lediglich im Übergang zum östlich gelegenen Außenbereich, dort verbleibt die bodennahe Windrichtung bei Südost bei höheren Windgeschwindigkeiten.

Zum Zeitpunkt **2 Stunden** nach Sonnenuntergang ergeben sich in weiten Teilen der Umgebung des Plangebietes Kaltluftmächtigkeiten > 40 m über Grund, woraus typischerweise bodennah

geringere Windgeschwindigkeiten resultieren. Bodennahe Kaltluftdynamik herrscht dann vor allem in Bereichen, in denen auch zu diesem Zeitpunkt noch geringe Kaltluftmächtigkeiten zu verzeichnen sind. Der bereits beschriebene Übergang vom östlichen Rand des Plangebietes in den Freilandbereich südlich des Gewerbegebietes „Tobelwasen“ tritt mit deutlich höheren bodennahen Windgeschwindigkeiten (z.T. > 2,5 m/s) prägnant hervor. Am Übergang in die bestehende Bebauung an der L1200 ergeben sich nun – da der Kaltluftstrom aus den südöstlich gelegenen höheren Bereichen das Plangebiet und die angrenzende Bebauung erreicht hat – tendenziell Strömungen hin zum Plangebiet.

Im weiteren Verlauf der Nacht dehnt sich der Bereich mit größeren Kaltluftmächtigkeiten immer weiter aus, so dass auch das Plangebiet „Rosenloh“ erfasst wird und die bodennahe Kaltluftdynamik abnimmt.

6.1.2 Kaltluftvolumenstrom

Betrag und Richtung des **Kaltluftvolumenstromes** werden über die Pfeilrichtung und Pfeillänge in Form von Vektoren abgebildet, wobei die Referenzgeschwindigkeit bei $50 \text{ m}^3/(\text{m}^*\text{s})$ (Kubikmeter pro Meter und Sekunde) liegt. Geringere Volumenströme werden durch kürzere, höhere Volumenströme durch längere Pfeile veranschaulicht. Die unterlegten Rasterzellen stellen darüber hinaus den **Kaltluftvolumenstrom** flächenhaft in Farbstufungen dar.

Kaltluftvolumenstrom IST-Zustand

Für den IST-Zustand wurden die Ergebnisse der Modellrechnungen zum Kaltluftvolumenstrom für 0,5 Stunden, 1 Stunden und 2 Stunden nach Sonnenuntergang ausgewertet (Anhang II, Blätter 5-7).

Die Modellergebnisse zur räumlichen Ausprägung des Kaltluftvolumenstromes zeigen, dass sich bereits **0,5 Stunden** nach Sonnenuntergang im betrachteten Gebiet verschiedene relevante Volumenströme von teilweise $> 30 \text{ m}^3/(\text{m}^*\text{s})$ ausbilden, so dass diese als sich ausprägende Luftleitbahnen gelten können. Diese zeichnen vor allem die Tiefenlinie jenseits der Bundesautobahn A8, des Lindachtales im östlichen Zustrom von Weilheim sowie des Federbachs zwischen Weilheim und Egelsberg nach.

Im Plangebiet selbst sind in weiten Teilen keine relevanten Volumenströme vorhanden. Lediglich am östlichen Rand des Plangebietes „Rosenloh“ ergeben sich Volumenströme, jedoch in geringem Umfang (ca. $2\text{-}5 \text{ m}^3/(\text{m}^*\text{s})$).

Zum Zeitpunkt **1 Stunde** nach Sonnenuntergang bilden sich die Volumenströme in den genannten Bereichen stärker aus, so dass Volumenströme $> 30 \text{ m}^3/(\text{m}^*\text{s})$ erreicht werden. Im Plangebiet „Rosenloh“ verbleiben die Volumenströme im Vergleich auf geringem Niveau, jedoch beginnt sich am Ostrand des Plangebietes eine Teilströmung der Talsysteme Triebbach und Lindach, welche Weilheim nördlich umströmt, herauszubilden.

Ab **2 Stunden** nach Sonnenuntergang zeigen sich die wesentlichen Leitbahnstrukturen um Weilheim sowie in Teilen des Plangebietes deutlich. Diese ändern sich im weiteren Verlauf der Nacht nur noch unwesentlich.

Es zeigt sich im Bezug zum Plangebiet, dass der östliche Teil einen Abschnitt einer prägnanten Kaltluftleitbahn umfasst. Diese transportiert einen wesentlichen Teilstrom aus den Talsystemen des Triebbachs und des Oberlaufs der Lindach Richtung Holzmaden und darüber hinaus Richtung Kirchheim/Teck. Dabei werden lokal Volumenströme von $> 100 \text{ m}^3/(\text{m}^*\text{s})$ erreicht. Den gesamten ca. 250 m breiten Durchlass zwischen dem Gewerbegebiet „Tobelwasen“ und dem Ortsausgang Weilheim an der Zeller Straße passieren in der Hochphase der Kaltluftströmungen etwa 3,5 Stunden nach Sonnenuntergang ca. 16.000 m^3/s .

6.2 Änderung der Kaltluftdynamik durch die geplante Bebauung (PLAN-IST)

Die vorhabenbedingten Veränderungen durch eine Bebauung des Plangebietes „Rosenloh“ ergeben sich aus der Differenz zwischen PLAN-Zustand und IST-Zustand. In Anhang II, Blätter 14-19 sind die Unterschiede zwischen PLAN-Zustand und IST-Zustand (Kaltluftmächtigkeit und bodennahes Windfeld; Kaltluftvolumenstrom) für die Zeitpunkte 0,5 Stunden, 1 Stunde und 2 Stunden nach Sonnenuntergang dargestellt. Der hier nicht näher beschriebene PLAN-Zustand befindet sich auf den Blätter 8-13.

6.2.1 Windgeschwindigkeit und Kaltluftmächtigkeit

Die Modellergebnisse zeigen, dass zum Zeitpunkt **0,5 Stunden** nach Sonnenuntergang im Plangebiet selbst und seiner unmittelbaren Umgebung mit geringeren Kaltfluthöhen zu rechnen ist (z.T. geht im Plangebiet und im Übergang in die bestehende Bebauung die Kaltluftmächtigkeit temporär um ca. bis zu 4 m zurück). Dies betrifft außerhalb des Plangebietes v.a. auch den Bereich nördlich des Plangebietes mit Rückgängen von 1-2 m.

Gleichzeitig staut sich die Kaltluft östlich des Plangebietes an und es setzt eine Umströmung des Plangebietes bzw. Ablenkung der Strömung ein. Diese Umströmung erhöht die bodennahen Windgeschwindigkeiten im Bereich nordnordöstlich des Plangebietes. Am Ostrand des Plangebietes staut sich die Kaltluft bis in die geplante Bebauung im Plangebiet hinein an. Hier ist mit deutlich erhöhten Kaltluftmächtigkeiten gegenüber dem Bestand zu rechnen (temporär ca. 9 m höhere Kaltluftmächtigkeit).

Zum Zeitpunkt **1 Stunde** nach Sonnenuntergang verlagert sich der Bereich geringerer Kaltluftmächtigkeit leicht nach Westen. Die Kaltluftmächtigkeit geht außerhalb des Plangebietes in weiten Teilen nur um ca. 1-2 m zurück. In den unmittelbar südlich der L1200 gelegenen Bereichen ergeben sich in einem schmalen Saum parallel zur südlichen Plangebietsgrenze bzw. der L1200 geringere Kaltfluthöhen in ähnlichem Umfang wie im Plangebiet selbst (temporär bis zu ca. 9 m geringere Kaltluftmächtigkeit). Der Bereich des Kaltluftstaus im Osten des Plangebietes dehnt sich gleichzeitig etwas in Strömungsrichtung in das Plangebiet aus.

Ab ca. **2 Stunden** nach Sonnenuntergang haben die Talwinde aus den Tälern des Triebbachs und des Oberlaufs der Lindach weite Teile von Weilheim durch- bzw. überströmt, so dass auch die bodennahen Strömungsverhältnisse im Bereich des Plangebietes davon überprägt werden. Die plangebietsbedingte Kaltluftansammlung im Südosten des Plangebietes bleibt aufgrund der Barrierewirkung der im Planfall ausgedehnten Bebauung erhalten. Im Lee des Plangebietes sind großflächig geringfügig niedrigere Kaltfluthöhen berechnet worden. Dieses Muster bleibt über den weiteren Verlauf der Nacht erhalten.

6.2.2 Kaltluftvolumenstrom

Die Differenzbetrachtungen zum Kaltluftvolumenstrom zeigen zum Zeitpunkt **0,5 Stunden** nach Sonnenuntergang insbesondere am östlichen Rand des Plangebietes erste Anzeichen für eine plangebietsbedingte Änderung des Kaltluftvolumenstromes durch Veränderung und Verlagerung der Strömungen.

Dies verstärkt sich zum Zeitpunkt **1 Stunde** nach Sonnenuntergang mit einem berechneten Rückgang des Volumenstromes von 5 - 10 m³/m*s, verursacht durch die Barrierewirkung des Plangebietes.

Mit zunehmender Ausbildung der Talwinde im weiteren Verlauf der Nacht (ca. **2 Stunden** nach Sonnenuntergang) bildet sich der Einfluss des Plangebietes auf den Kaltluftvolumenstrom deutlich heraus. Im gesamten Einflussbereich des Plangebietes (Luv, Plangebiet, Lee) kommt es zu Verringerungen des Kaltluftvolumenstromes. Die Strömung wird nach Passage der „Engstelle“ zwischen dem Gewerbegebiet „Tobelwasen“ und dem Ortsausgang Weilheim nach Norden abgedrängt, ein weiterer Teil der Strömung wird nach Südwest in die südliche Umströmung von Weilheim verlagert.

Aufgrund der topographischen Lage von Weilheim insgesamt sowie des Plangebietes selbst bleibt dieses Muster des Einflusses des Plangebietes auf den Kaltluftvolumenstrom über die gesamte Nacht erhalten.

6.3 Kaltluftvolumenstrommengen – Bilanz entlang eines Schnittes

Um die Änderungen des Kaltluftvolumenstromes (Teilstrom des Kaltluftvolumenstromes aus dem Lindachtal bzw. Kohlesbach-/Schmiedbachtal) an der „Engstelle“ am Ostrand des Plangebietes zu bilanzieren, wurde ein Schnitt quer zur Strömung an dieser Stelle gelegt. Der Schnitt umfasst die ca. 250 m lange Strecke zwischen dem Ortsausgang Weilheim an der Zeller Straße und dem Gewerbegebiet „Tobelwasen“ (siehe Abbildung 8).



Abbildung 8: Lage des Schnittes (rote Linie) sowie Plangebiet (weiß gestrichelt)

Durch die Bilanzierung der Kaltluftmengen durch diesen Schnitt kann gezeigt werden, wie das Plangebiet den Teilstrom aus dem Lindachtal bzw. Triebbachtal an dieser Stelle beeinflusst.

Die Tabelle 2 zeigt die Kaltluftmengen, welche die Schnittebene in Summe stromabwärts in Richtung Bundesautobahn A8 passieren, für die gesamte Nacht im 0,5 Stunden Abständen.

Generell ergibt sich für den IST-Zustand zu Beginn eine zügige Zunahme der Kaltluftmengen, die die Schnittebene in Richtung Bundesautobahn A8 passieren. Bereits nach 3 Stunden hat sich der Kaltluftstrom voll ausgebildet. An der bis zum Ende der Nacht konstant gleichmäßigen Strömung ist zu erkennen, dass sich im Abstrom des Schnittes kein Rückstau an Kaltluft aus tiefer gelegenen Bereichen bildet, die Strömung also nahezu in gleichem Umfang aufrechterhalten bleibt.

Im PLAN-Zustand ist die Strömung gegenüber dem IST-Zustand im Bereich des Schnittes deutlich vermindert. Im Mittel ergibt sich eine Reduzierung der Strömung in der Schnittebene um 26 %. Diese Reduktion wird jedoch vor allem durch Umströmungen in weiten Teilen kompensiert, so dass in

wenigen hundert Metern Entfernung nur noch geringe Unterschiede zwischen IST- und PLAN-Zustand berechnet wurden.

Tabelle 2: Bilanz des Kaltluftvolumenstromes durch die Schnittebene

Zeit h	IST m ³ /s	PLAN		
		m ³ /s	m ³ /s	%
0,5	763	630	-133	-17%
1	3.643	2.932	-711	-20%
1,5	10.560	7.629	-2.931	-28%
2	14.350	10.234	-4.116	-29%
2,5	15.573	11.131	-4.442	-29%
3	15.964	11.454	-4.510	-28%
3,5	16.064	11.552	-4.512	-28%
4	16.051	11.579	-4.472	-28%
4,5	16.004	11.574	-4.430	-28%
5	15.928	11.569	-4.359	-27%
5,5	15.849	11.544	-4.305	-27%
6	15.765	11.528	-4.237	-27%
6,5	15.688	11.498	-4.190	-27%
7	15.624	11.476	-4.148	-27%
7,5	15.546	11.465	-4.081	-26%
8	15.459	11.429	-4.030	-26%

6.4 Schlussfolgerungen

6.4.1 Schlussfolgerungen zur derzeitigen Kaltluftdynamik im Bereich des Plangebietes „Rosenloh“

Lokale Kaltluftbildung und Hangwinde im Bereich des Plangebietes

- In der Frühphase der Kaltluftdynamik ergeben sich vor allem bodennahe flächige Kaltluftabflüsse durch das Plangebiet aus Richtung Südost sowie aus dem Plangebiet in nördliche bzw. nordwestliche Richtung und – in geringerem Umfang – nach Süden in die bestehende Bebauung.
- Im weiteren Verlauf wird die bodennahe Kaltluftdynamik stärker durch die Einströmung aus Südost bestimmt als durch die Kaltluftproduktion und die Topographie im Plangebiet selbst. Aus Richtung Südost einströmende Kaltluft durchströmt das Plangebiet in Richtung Westnordwest, dabei sickert ein Teil der Kaltluft in die bestehende Bebauung südlich der L1200 ein.
- Ab dem Beginn der Hochphase der Kaltluftströmungen im Bereich von Weilheim tritt der lokale Effekt und Beitrag des Plangebietes zur Kaltluftdynamik stark zurück.
- **Generell trägt das Plangebiet aufgrund seiner Topographie und seiner derzeitigen Nutzung und vor allem seiner Größe zur lokalen Kaltluftbildung bei. Die hier produzierte Kaltluft fließt**
 - **nach Norden und nach Westen über Freilandbereiche in Richtung Kirchheim/Teck.**
 - **nur in geringem Umfang zu Beginn der Nacht in Richtung bestehende Bebauung.**

Kaltluftleitbahnen und größere flächige Kaltluftströmungen mit Bezug zum Plangebiet

- In der Frühphase der Kaltluftdynamik ergeben sich im Plangebiet keine relevanten Volumenströme. Lediglich am östlichen Rand des Plangebietes ergibt sich tendenziell ein geringfügiger Volumenstrom. Gleichzeitig bilden sich in den angrenzenden Talsystemen Kaltluftleitbahnen aus.
- Während sich die Volumenströme in den Kaltluftleitbahnen stetig erhöhen, verbleiben diese im Plangebiet topographiebedingt auf sehr niedrigem Niveau. Jedoch verstärkt sich auf der Volumenstrom am Ostrand des Plangebietes aufgrund der einsetzenden Umströmung von Weilheim deutlich.
- **Im weiteren Verlauf der Nacht bildet der Osten des Plangebietes einen Schwerpunkt der Umströmung von Weilheim als Teilströmung der Talwinde im Haupttal (Lindach), welche die gesamte Nacht anhält.**

6.4.2 Schlussfolgerungen zur geplanten Entwicklung des Plangebietes „Rosenloh“

Auswirkungen der Planung auf die lokale Kaltluftbildung und Hangwinde im Bereich des Plangebietes

- Im Plangebiet selbst, aber auch in Bereichen, zu denen die bereits in der Frühphase im Plangebiet gebildete Kaltluft zugeflossen ist, ergeben sich Rückgänge der Kaltluftmchtigkeiten.
- Im weiteren Verlauf der Nacht – wenn die Talwinde das Plangebiet erreichen – ergeben sich aufgrund der lokal erhöhten Reibung größere Kaltluftmchtigkeiten als im Bestand.
- Generell geht die Kaltluftproduktion im Plangebiet durch eine Bebauung deutlich zurück, was sich insbesondere wegen der Plangebietsgröße naturgemäß großflächig auswirkt.

Die planungsbedingten Auswirkungen auf die Hangwinde, welche v.a. die bestehende Bebauung an der L1200 betreffen, sind – aufgrund der früh einsetzenden Strömungen im Haupttal (Lindach) – lediglich temporär, die Auswirkungen auf die Kaltluftproduktion können durch angepasste Bauweise abgemildert werden (siehe Planungshinweise).

Auswirkungen der Planung Kaltluftleitbahnen und größere flächige Kaltluftströmungen mit Bezug zum Plangebiet

- Das Plangebiet liegt in der Kaltluftabflussbahn der Talwinde aus Südost, die sich durch die bereits heute bestehende Umströmung des Siedlungsbereichs von Weilheim ergibt. Bei einer Bebauung des Plangebietes geht der Kaltluftabfluss lokal begrenzt z.T. stark zurück. Dieser Rückgang wird durch Verlagerung der Strömung weitgehend ausgeglichen.

Den größten Einfluss hat dabei die geplante Bebauung zwischen dem Gewerbegebiet „Tobelwasen“ und dem Ortsausgang Weilheim, welche die bestehende Kaltluftabflussbahn schließt.

- Generell beschränken sich die plangebietsbedingten Auswirkungen auf den Kaltluftvolumenstrom auf den unmittelbaren Einflussbereich des Plangebietes (Luv, Plangebiet, Lee) und die Auswirkungen werden teilweise durch Strömungsverlagerung ausgeglichen.

Aus diesen Gründen – und aufgrund des nicht unmittelbar vorhandenen Wirkraumbezuges der Teilströmung – sind die klimatischen Auswirkungen des Vorhabens insgesamt als nicht erheblich einzuschätzen.

Zur Minimierung der klimatischen Auswirkungen des Vorhabens erscheinen jedoch verschiedene Maßnahmen geboten.

6.5 Planungshinweise für das Plangebiet „Rosenloh“

Die Planungsempfehlungen für das Plangebiet „Rosenloh“ ergeben sich aus den Ergebnissen der Kaltluftabflussberechnungen für den IST-Fall und den PLAN-Fall sowie den daraus gebildeten Differenzbetrachtungen.

Die für das Plangebiet im Folgenden empfohlenen Maßnahmen zielen darauf ab, die Auswirkungen einer Bebauung des Plangebietes auf die Kaltluftdynamik und die stromabwärts gelegenen Gebiete sowie die Auswirkungen innerhalb des Plangebietes zu minimieren. Das Erfordernis der Berücksichtigung der Kaltluftdynamik bei den weitergehenden Planungen ergibt sich

- aus den Hinweisen des Klimaatlas des Verbandes Region Stuttgart, in dem der Bereich des Plangebietes und seine Umgebung als Bereich mit „bedeutender Klimaaktivität“ und einer „hohen Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierungen“ ausgewiesen ist. Diese Ausweisung ist ein wesentlicher Grund für die Anfertigung einer detaillierten Expertise.
- aus den Ergebnissen der Kapitel 6.1 bis 6.4 des vorliegenden Gutachtens, in welchem das Plangebiet und seine Umgebung auf einer Maßstabsebene lokalklimatisch untersucht wurden, die den konkreten räumlichen und zeitlichen Verlauf der Kaltluftdynamik und das Lokalisieren wesentlicher Luftleitbahnen sowie die Auswirkungen der derzeitigen Planungen ermöglicht hat.

Generell kann das Plangebiet in zwei Bereiche unterteilt werden (siehe Abbildung 9). Zur Minderung der lokalklimatischen Auswirkungen können jeweils unterschiedliche Maßnahmen bei der weiteren Planung zur Minderung dieser Auswirkungen umgesetzt werden.

6.5.1 Teilbereich I

Der Teilbereich I umfasst den östlichen Teil des Plangebietes im Bereich der „Engstelle“ zwischen dem Gewerbegebiet „Tobelwasen“ und dem Ortsausgang Weilheim.

Hier hat der Erhalt der Längsdurchlässigkeit für Kaltluftabflüsse aus der nördlichen Umströmung von Weilheim Priorität. Dies kann umgesetzt werden durch folgende Maßnahmen:

- Festsetzung einer in der Strömungsrichtung (ca. 150°) teilweise durchlässigen, offenen Bebauung oder Ausweisung von Baufenstern für großflächige Bebauung möglichst am West – oder Ostrand des Teilbereichs
- Freihalten von weiten Teilen des Bereichs von höherer Bebauung (Bebauung im Teilbereich II < 10 m über Grund) oder Bewuchsreihen quer zur Strömungsrichtung (Strömungsbahn)

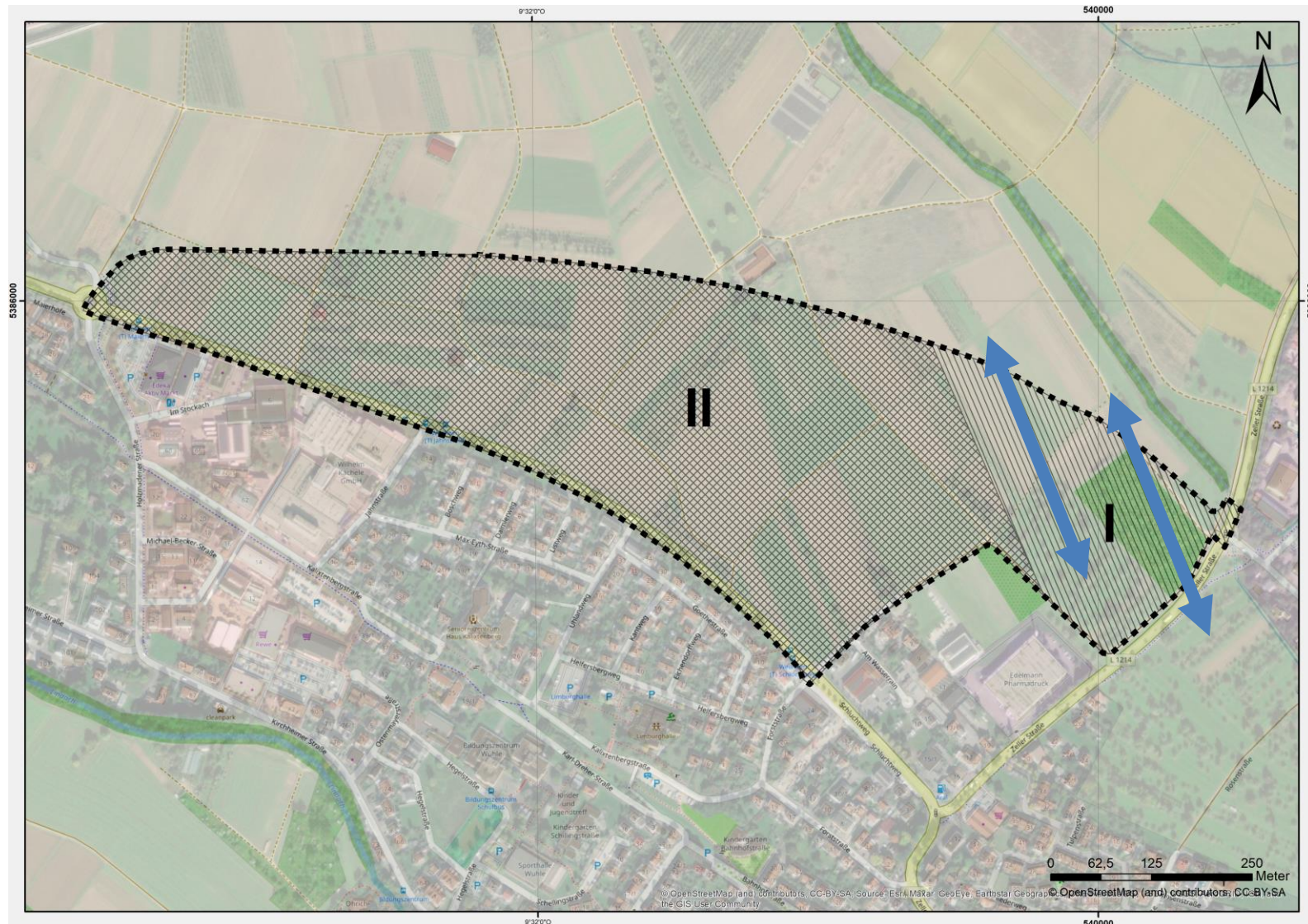


Abbildung 9: Karte zu den Planungshinweisen mit Abgrenzung der Teilbereiche im Plangebiet „Rosenloh“ mit Hinweisen für die räumliche Planung

6.5.2 Teilbereich II

Der Teilbereich II umfasst den weitaus größten Teil des Plangebietes „Rosenloh“. Auf dieser ausgedehnten Fläche sollte die Kaltluftproduktion soweit möglich erhalten bleiben.

Dies ist durch folgende Maßnahmen erreichen:

- Möglichst hoher Grünanteil im bebauten Bereich zur Minimierung des Verlustes von Kaltluftproduktionsflächen (z.B. Rasengittersteine im Bereich von Parkplätzen, Dachbegrünung, ggf. Begrünung von Fassaden, insbes. mit einer Orientierung in südliche Richtungen. Baumpflanzungen). Dies insbesondere an der L1200.
- Verwendung möglichst heller Baustoffe für versiegelte Oberflächen und Gebäude sowie Beschattung von größeren zusammenhängenden versiegelten Flächen (z.B. durch PV-Dachanlagen, um die Aufheizung der Oberflächen sowie die Aufzehrung der produzierten Kaltluft zu minimieren.
- Dachbegrünung soweit möglich.
- Begrenzung von großflächigen Versiegelungen außerhalb von Gebäuden.

7 Zusammenfassung

Die Stadt Weilheim an der Teck (im Folgenden Weilheim) plant die Ausweisung eines ca. 30 ha umfassenden Gewerbe-/Industriegebietes am nördlichen Bebauungsrand von Weilheim unmittelbar an der L1200. Der Aufstellungsbeschluss für den Bebauungsplan „Rosenloh“ erging am 24.05.2022, dem vorliegenden Gutachten liegt dementsprechend der Bebauungsplanentwurf mit diesem Datum zugrunde.

Das Plangebiet „Rosenloh“ umfasst bisher landwirtschaftlich genutzte Flächen (im Wesentlichen Ackerland/Wiesen sowie Streuobstflächen) welche nun einer Nutzung als Gewerbe-/Industriegebiet zugeführt werden sollen.

Die vorgesehene Nutzung der derzeitigen Freifläche als Gewerbe-/Industriegebiet geht mit einer Versiegelung und Bebauung einher, die sich auf die stadtklimatischen Parameter, insbesondere auf Kaltluftproduktion und Kaltluftströmungen, auswirken können. Für das Plangebiet sind daher die Auswirkungen einer zukünftigen Gewerbe-/Industriegebietsnutzung auf die Kaltluftabflüsse als der wesentliche stadtklimatische Faktor im Ausgleichs-/Wirkraumgefüge zu bewerten.

Im Auftrag der Stadt Weilheim an der Teck werden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung die möglichen Auswirkungen einer Nutzung bzw. Bebauung auf das Stadtklima ermittelt und bewertet. Hierzu wurden Kaltluftabflussberechnungen durchgeführt.

Auswirkungen der Planung auf die lokale Kaltluftbildung und Hangwinde im Bereich des Plangebietes

- Im Plangebiet selbst, aber auch in Bereichen, zu denen die bereits in der Frühphase im Plangebiet gebildete Kaltluft zugeflossen ist, ergeben sich Rückgänge der Kaltluftmächtigkeiten.
- Im weiteren Verlauf der Nacht – wenn die Talwinde das Plangebiet erreichen – ergeben sich aufgrund der lokal erhöhten Reibung größere Kaltluftmächtigkeiten als im Bestand.
- Generell geht die Kaltluftproduktion im Plangebiet durch eine Bebauung deutlich zurück, was sich insbesondere wegen der Plangebietsgröße naturgemäß großflächig auswirkt.

Die planungsbedingten Auswirkungen auf die Hangwinde, welche v.a. die bestehende Bebauung an der L1200 betreffen, sind – aufgrund der früh einsetzenden Strömungen im Haupttal (Lindach) – lediglich temporär, die Auswirkungen auf die Kaltluftproduktion können durch angepasste Bauweise abgemildert werden (siehe Planungshinweise).

Auswirkungen der Planung Kaltflutleitbahnen und größere flächige Kaltluftströmungen mit Bezug zum Plangebiet

- Das Plangebiet liegt in der Kaltluftabflussbahn der Talwinde aus Südost, die sich durch die bereits heute bestehende Umströmung des Siedlungsbereichs von Weilheim ergibt. Bei einer Bebauung des Plangebietes geht der Kaltluftabfluss lokal begrenzt z.T. stark zurück. Dieser Rückgang wird durch Verlagerung der Strömung weitgehend ausgeglichen.

Den größten Einfluss hat dabei die geplante Bebauung zwischen dem Gewerbegebiet „Tobelwasen“ und dem Ortsausgang Weilheim, welche die bestehende Kaltluftabflussbahn schließt.

- Generell beschränken sich die plangebietsbedingten Auswirkungen auf den Kaltluftvolumenstrom auf den unmittelbaren Einflussbereich des Plangebietes (Luv, Plangebiet, Lee) und die Auswirkungen werden teilweise durch Strömungsverlagerung ausgeglichen.

Aus diesen Gründen – und aufgrund des nicht unmittelbar vorhandenen Wirkraumbezuges der Teilströmung – sind die klimatischen Auswirkungen des Vorhabens insgesamt als nicht erheblich einzuschätzen.

Zur Minimierung der klimatischen Auswirkungen des Vorhabens erscheinen jedoch verschiedene Maßnahmen geboten.

Die für das Plangebiet im Folgenden empfohlenen Maßnahmen zielen darauf ab, die Auswirkungen einer Bebauung des Plangebietes auf die Kaltluftdynamik und die stromabwärts gelegenen Gebiete sowie die Auswirkungen innerhalb des Plangebietes zu minimieren. Das Erfordernis der Berücksichtigung der Kaltluftdynamik bei den weitergehenden Planungen ergibt sich

- aus den Hinweisen des Klimaatlas des Verbandes Region Stuttgart, in dem der Bereich des Plangebietes und seine Umgebung als Bereich mit „bedeutender Klimaaktivität“ und einer „hohen Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierungen“ ausgewiesen ist. Diese Ausweisung ist ein wesentlicher Grund für die Anfertigung einer detaillierten Expertise.
- aus den Ergebnissen der Kapitel 6.1 bis 6.4 des vorliegenden Gutachtens, in welchem das Plangebiet und seine Umgebung auf einer Maßstabsebene lokalklimatisch untersucht wurden, die den konkreten räumlichen und zeitlichen Verlauf der Kaltluftdynamik und das Lokalisieren wesentlicher Luftleitbahnen sowie die Auswirkungen der derzeitigen Planungen ermöglicht hat.

Generell kann das Plangebiet in zwei Bereiche unterteilt werden (siehe Abbildung 9). Zur Minderung der lokalklimatischen Auswirkungen können jeweils unterschiedliche Maßnahmen bei der weiteren Planung zur Minderung dieser Auswirkungen umgesetzt werden.

Planungshinweise Teilbereich I (Karte siehe S. 24)

Der Teilbereich I umfasst den östlichen Teil des Plangebietes im Bereich der „Engstelle“ zwischen dem Gewerbegebiet „Tobelwasen“ und dem Ortsausgang Weilheim.

Hier hat der Erhalt der Längsdurchlässigkeit für Kaltluftabflüsse aus der nördlichen Umströmung von Weilheim Priorität. Dies kann umgesetzt werden durch folgende Maßnahmen:

- Festsetzung einer in der Strömungsrichtung (ca. 150°) teilweise durchlässigen, offenen Bebauung oder Ausweisung von Baufenstern für großflächige Bebauung möglichst am West – oder Ostrand des Teilbereichs
- Freihalten von weiten Teilen des Bereichs von höherer Bebauung (Bebauung im Teilbereich II < 10 m über Grund) oder Bewuchsreihen quer zur Strömungsrichtung (Strömungsbahn)

Planungshinweise Teilbereich II (Karte siehe S. 24)

Der Teilbereich II umfasst den weitaus größten Teil des Plangebietes „Rosenloh“. Auf dieser ausgedehnten Fläche sollte die Kaltluftproduktion soweit möglich erhalten bleiben.

Dies ist durch folgende Maßnahmen erreichen:

- Möglichst hoher Grünanteil im bebauten Bereich zur Minimierung des Verlustes von Kaltluftproduktionsflächen (z.B. Rasengittersteine im Bereich von Parkplätzen, Dachbegrünung, ggf. Begrünung von Fassaden, insbes. mit einer Orientierung in südliche Richtungen. Baumpflanzungen). Dies insbesondere an der L1200.
- Verwendung möglichst heller Baustoffe für versiegelte Oberflächen und Gebäude sowie Beschattung von größeren zusammenhängenden versiegelten Flächen (z.B. durch PV-Dachanlagen, um die Aufheizung der Oberflächen sowie die Aufzehrung der produzierten Kaltluft zu minimieren.
- Dachbegrünung soweit möglich
- Begrenzung von großflächigen Versiegelungen außerhalb von Gebäuden.

Die vorgelegte Planung (Stand: 26.06.2023) nimmt wesentliche Teile dieser Empfehlungen auf.

Ingenieurbüro Dr. Dröscher



Dr.-Ing. Frank Dröscher
Öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Immissionsschutz
- Ermittlung und Bewertung von
Luftschadstoffen, Gerüchen und Geräuschen



Dr. rer. nat. Christian Geißler

8 Quellenverzeichnis

Datengrundlagen

- /1/ Stadt Weilheim an der Teck (2022/2023): Unterlagen zum Plangebiet Rosenloh
- /2/ Verband Region Stuttgart (2008): Klimaatlas Region Stuttgart.
- /3/ Sievers, Uwe (2008): Das Kaltluft-Abfluss-Modell KLAM_21 – Theoretische Grundlagen und Handhabung des PC-Programmes. Deutscher Wetterdienst, Abteilung Klima- und Umweltberatung, Offenbach am Main
- /4/ Landesvermessungsamt Baden-Württemberg (2007): Amtliche Topographische Karten 1:25.000
- /5/ Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg: Geodatenviewer (<http://www.geoportal-bw.de/geoportal/opencms/de/geoviewer.html>)
- /6/ Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW): Synthetische Windstatistiken Baden-Württemberg, Stand 14.10.2022 [<https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/>].
- /7/ NASA/NGA/USGS (2020): DGM Daten der Shuttle Radar Topography Mission (SRTM).
- /8/ Copernicus Land Monitoring Service (2022): Urban Atlas (<https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas/urban-atlas-2012>)

Gesetze, Verordnungen, Verwaltungsvorschriften

- /9/ Baugesetzbuch (BauGB) i.d.F. vom 03. November 2017
- /10/ BImSchG - Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge i.d.F. 17. Mai 2013
- /11/ 39. BImSchV - Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen. Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 02. August 2010 (BGBl. I Nr. 40 vom 05.08.2010 S. 1065).
- /12/ TA Luft: Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) vom 24.07.2002.

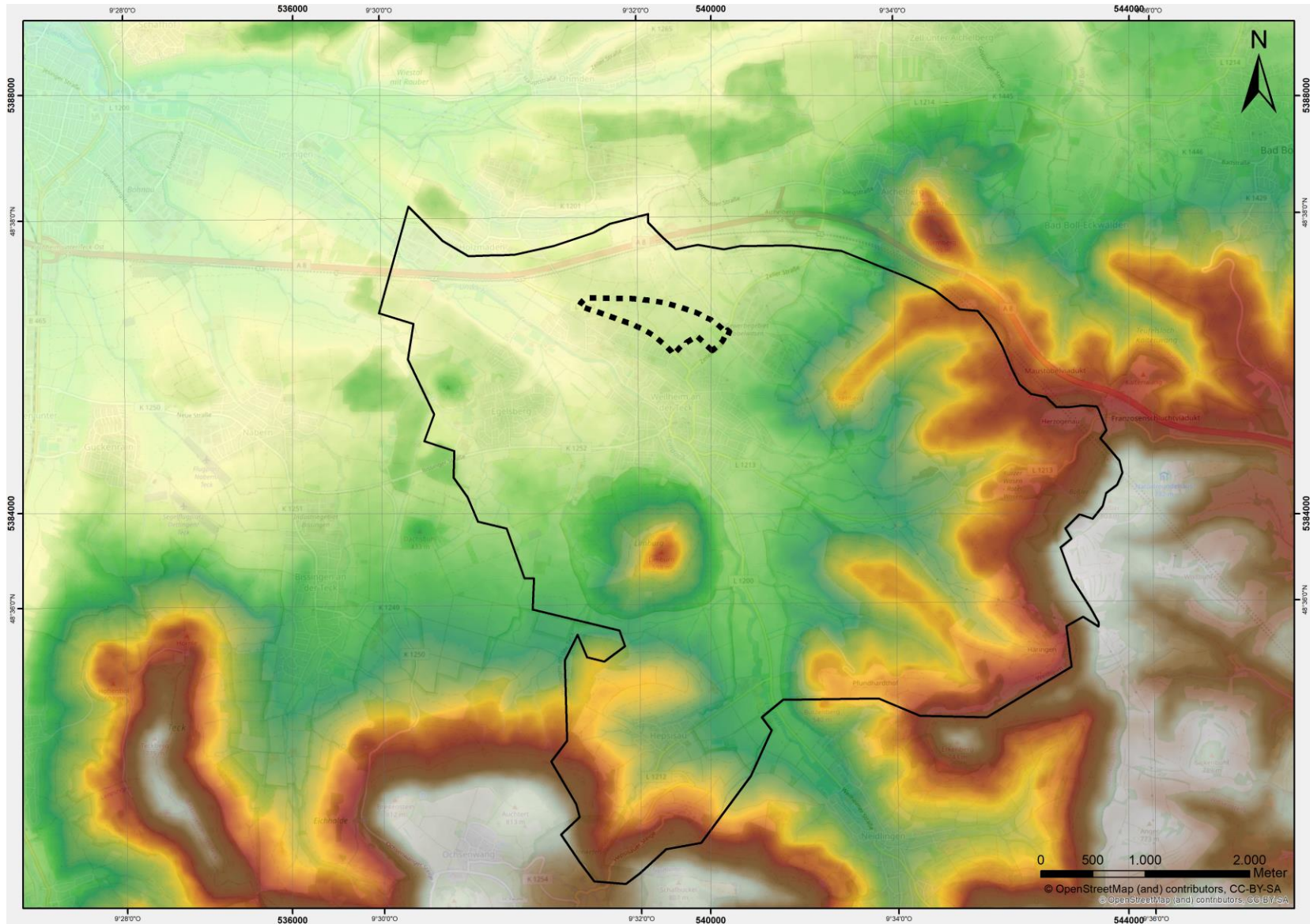
Richtlinien und Handlungsempfehlungen

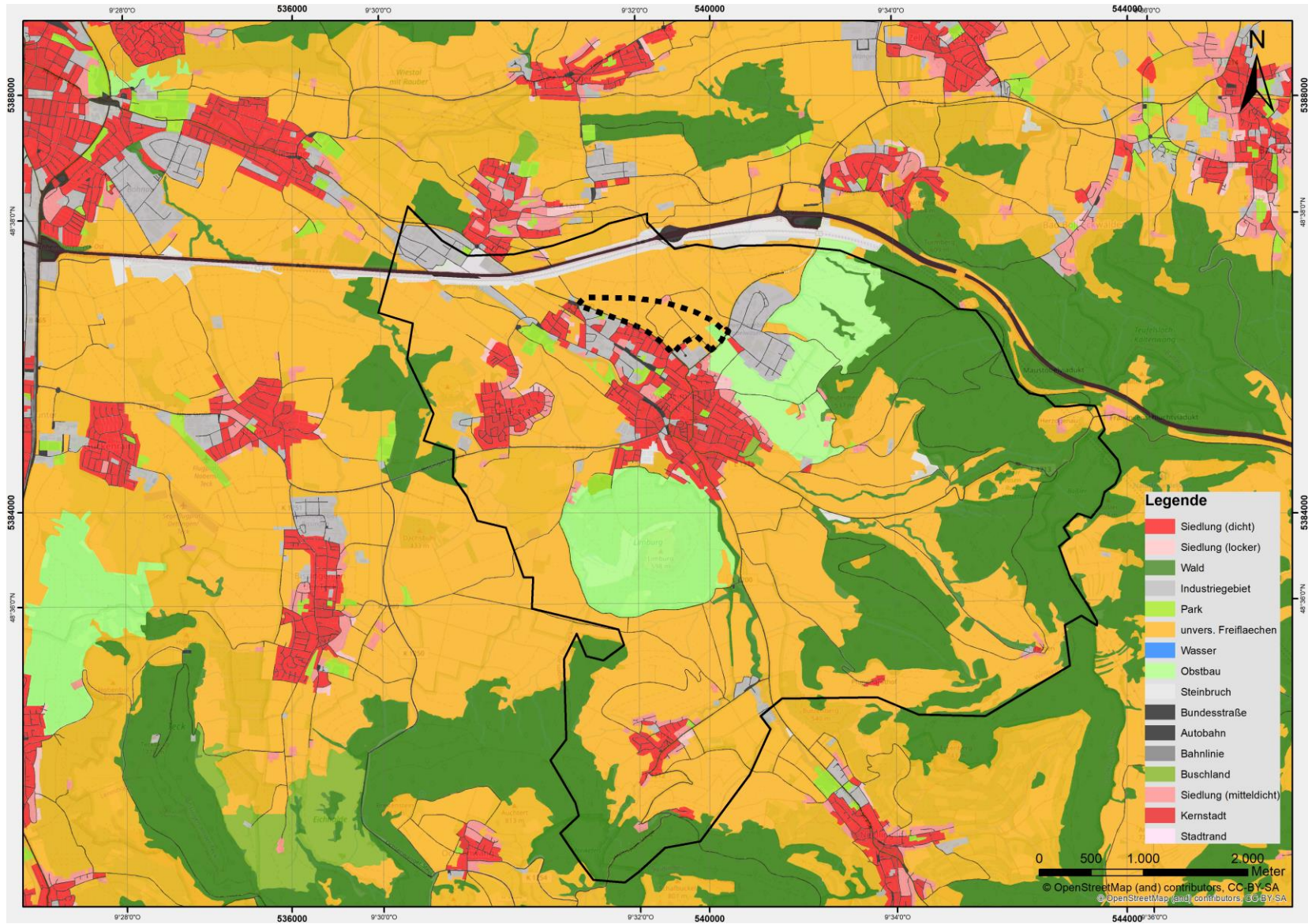
- /13/ VDI (2008), VDI Richtlinie 3787 Blatt 2: Methoden zur humanbiometeorologischen Bewertung von Klima- und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung, Teil 1 Klima. Beuth-Verlag, Berlin.
- /14/ VDI (2003), VDI Richtlinie 3787 Blatt 5: Umweltmeteorologie – Lokale Kaltluft. Beuth-Verlag Berlin.
- /15/ Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg (1998): Städtebauliche Klimafibel. Hinweise für die Bauleitplanung.
- /16/ Mosimann, T., Frey, T., Trute, P. (1999): Schutzgut Klima/Luft in der Landschaftsplanung. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen, Heft 4/99
- /17/ Mayer, H., Beckröge, W., Matzarakis, A. (1994): Bestimmung von stadtklimarelevanten Leitbahnen. UVP-Report 5/94
- /18/ VDI (2009), VDI Richtlinie 3782 Blatt 1: Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Gauß'sches Fahnenmodell zur Bestimmung von Immissionskenngrößen. Beuth-Verlag, Berlin.
- /19/ Vogt, J.; Zanke, C. (2000) Die Kombination von Empirie und Simulation zur flächenhaften Bestimmung lufthygienischer Ausgleichsleistungen durch Kaltluftbewegungen. In: Forschungen zur Deutschen Landeskunde, Bd. 246, S 19-38.

Anhang I

Geländehöhen im Rechengebiet

Landnutzung im Rechengebiet





Anhang II
Ergebnisse Modellierung;
Zeitpunkte 0,5 Stunden, 1 Stunde
sowie 2 Stunden nach
Sonnenuntergang

