

DR.-ING. FRANK DRÖSCHER
TECHNISCHER UMWELTSCHUTZ

- ◆ Umweltgutachten
- ◆ Genehmigungen
- ◆ Betrieblicher
Umweltschutz



Stadt Kirchheim unter Teck

Bebauungsplan

**Sondergebiet Lagerplatz Bohnau –
Südost**

Ingenieurbüro für
Technischen Umweltschutz
Dr.-Ing. Frank Dröschner

Lustnauer Straße 11
72074 Tübingen

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

Lokalklimatische Untersuchung

Auftraggeber: Stadt Kirchheim unter Teck
Marktstraße 14
73230 Kirchheim unter Teck

Projektnummer: 2889

Bearbeiter: Dr. rer. nat. Christian Geißler
Dr.-Ing. Frank Dröschner

Dieser Bericht umfasst 21 Textblätter
sowie 9 Blätter im Anhang.

11. August 2023
ergänzt am 24. Oktober 2023

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	3
2	Rechtliche Grundlagen	4
3	Lageverhältnisse	5
4	Klimatische Bedingungen im Bereich Kirchheim/Teck	8
4.1	Windverhältnisse am Standort	8
4.2	Klimaatlas des Verbandes Region Stuttgart	11
5	Methodik	13
6	Kaltluftdynamik im Plangebiet und seiner Umgebung	14
6.1	Kaltluftdynamik im Bereich um das Plangebiet „Sondergebiet Lagerplatz Bohnau – Südost“	15
6.2	Schlussfolgerungen und Planungshinweise	17
7	Zusammenfassung	19
8	Quellenverzeichnis	20

Anhang I (Grundlagen)

Geländehöhen im Rechengebiet

Anhang II (Ergebnisse Modellierung)

Strömungsgeschwindigkeit und Kaltluftmächtigkeit IST-Zustand

Betrag und Richtung des Kaltluftvolumenstromes IST-Zustand

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

1 Aufgabenstellung

Die Große Kreisstadt Kirchheim unter Teck plant derzeit die Ausweisung des Gewerbegebietes „Bohnau-Süd“. Hiervon wurde der vorliegend untersuchte südöstliche Teil herausgelöst. Der südöstliche Teil umfasst eine Teilfläche des geplanten Gewerbegebietes „Bohnau-Süd“.

Das „Sondergebiet Lagerplatz Bohnau – Südost“ liegt unmittelbar nördlich anschließend an die Bundesautobahn A8 östlich der Autobahnausfahrt Kirchheim unter Teck-Ost. Direkt östlich an das Plangebiet anschließend befinden sich landwirtschaftlich genutzte Freiflächen im Übergang zum bestehenden Sondergebiet Lagerplatz Bohnau, nördlich und westlich befinden sich landwirtschaftlich genutzte Freiflächen. Auf diesen Freiflächen ist das Gewerbegebiet „Bohnau-Süd“ geplant. Die Planung des Gewerbegebietes „Bohnau-Süd“ und dessen lokalklimatischen Auswirkungen sind im vorliegenden Gutachten mitberücksichtigt.

Das vorliegend untersuchte Plangebiet „Sondergebiet Lagerplatz Bohnau – Südost“ umfasst eine Fläche von ca. 0,5 ha bisher landwirtschaftlich genutzter Fläche welche nun einer Nutzung zugeführt werden soll.

Die dreieckige Fläche des Plangebietes „Bohnau-Süd“ führt als Freifläche in den Siedlungsbereich hinein und umfasst eine Lücke zwischen der BAB A8 und dem bestehenden Gewerbegebiet Bohnau. Das „Sondergebiet Lagerplatz Bohnau – Südost“ liegt unmittelbar am Übergang zu den östlich gelegenen Freiflächen nördlich der BAB A8.

Die vorgesehene Nutzung dieser Freifläche im Übergang vom Außenbereich in den Innenbereich bzw. von Ausgleichsraum in den Wirkungsraum geht mit einer Versiegelung und Bebauung einher, die sich auf die lokalklimatischen Parameter auswirken können. Für das Plangebiet sind daher die Auswirkungen einer möglichen Nutzung auf das Lokalklima bzw. auf die Kaltluftabflüsse im Plangebiet selbst sowie im Umfeld des Plangebietes stromabwärts Richtung Kirchheim zu bewerten.

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

Die lokalklimatischen Auswirkungen werden dabei mit dem mathematisch-physikalischen Simulationsmodell KLAM_21 modelliert. Für die vorliegende Untersuchung wird der IST-Zustand modelliert und aus dem Strömungsmuster und den ermittelten Kaltlufthöhen Planungshinweise für das weitere Bebauungsplanverfahren abgeleitet.

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 Prozesssystem **Wirkraum** (bebaute bzw. thermisch oder lufthygienisch belastete Bereiche) / **Ausgleichsraum** (Freiräume mit Kalt- bzw. Frischluftproduktion) beschäftigen.

3 Lageverhältnisse

Das Stadtgebiet von Kirchheim/Teck befindet sich in weiten Teilen im Lautertal, welches hier aus Süden kommend nach Nordwesten Richtung Neckar abknickt. Der tiefste Punkt der Stadt befindet sich im Kirchheimer Stadtteil Ötlingen auf ca. 280 m ü.NN im Bereich des Tales der Lauter, einem rechten Zufluss des Neckar. Der höchste Punkt befindet sich an der südlichen Stadtgrenze südlich des Segelfluggeländes Hahnweide auf ca. 450 m ü.NN.

Das Plangebiet befindet sich – bezogen auf seine unmittelbare Umgebung – in topographischer Höhenlage am nördlichen Ende eines langgezogenen ca. Südsüdost-Nordnordwest ausgerichteten Geländerückens, der von den beiden Bachverläufen des Jauchertbaches und des Gießnaubachs im Westen und Osten begrenzt wird. Die Rückenstruktur – welche auf der Freifläche nördlich des Plangebietes ausläuft – erhebt sich bis zu ca. 15 m über das Niveau der beiden Gewässer.

Das Plangebiet selbst ist derzeit landwirtschaftlich genutzt und bildet den Übergang in ein den Siedlungsbereich aus südlicher Richtung hineinragendes Dreieck, welches nordwestlich und nordöstlich an bestehende Bebauung grenzt.

Die Lage des Plangebietes zeigt folgende Übersicht (siehe Abbildung 1). Diese Abbildung zeigt auch die wesentlichen Kaltluftströme (Talwinde) entlang der Tiefenlinien des Lauter- und des Lindachtals.

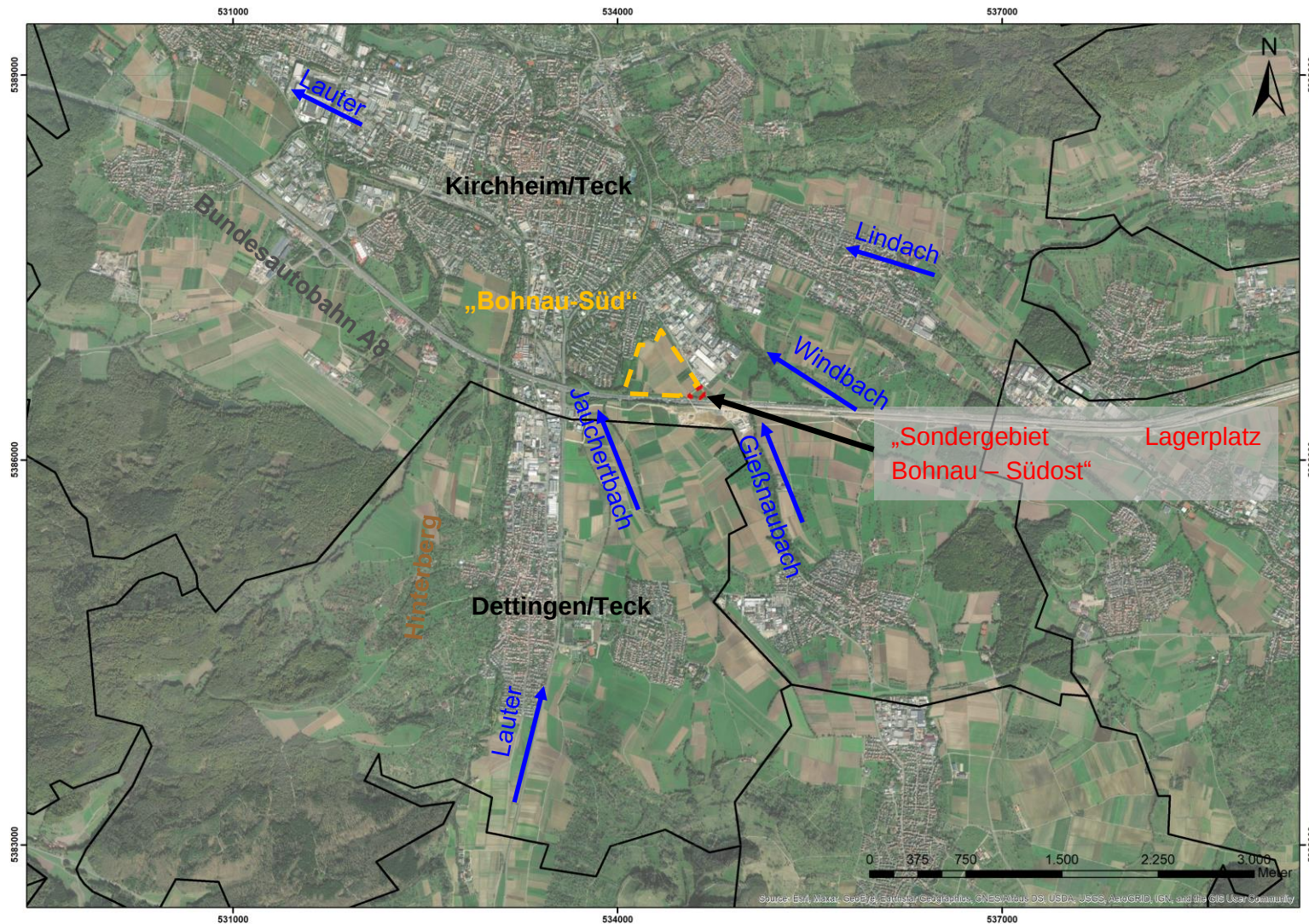


Abbildung 1: Lage des geplanten Sondergebietes „Sondergebiet Lagerplatz Bohnau – Südost“ im Zusammenhang mit der bestehenden Bebauung sowie Freiland- und Waldbereichen /1/

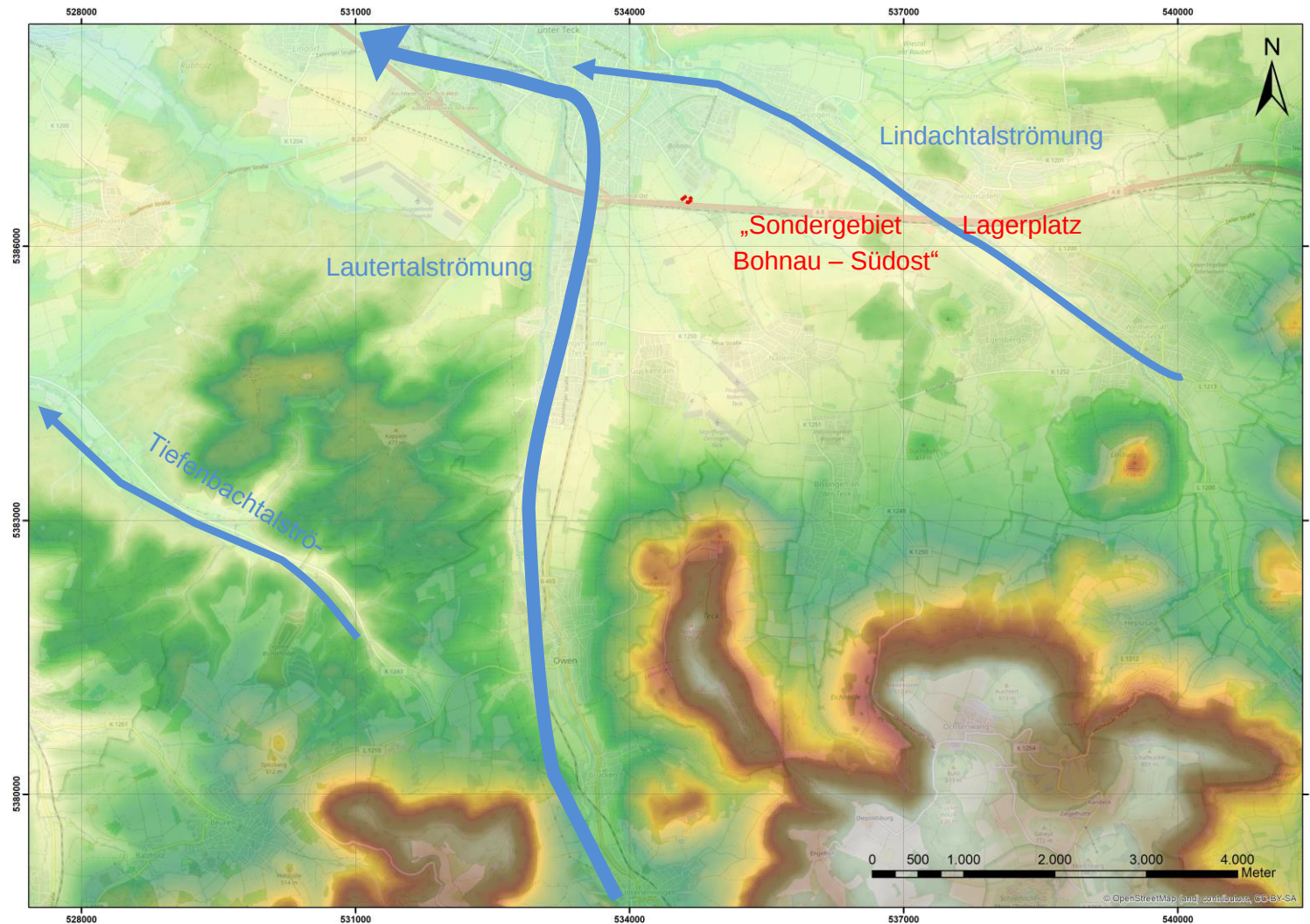


Abbildung 2: Topographische Verhältnisse im Bereich südlich Kirchheim/Teck. Die größten Höhen werden im Süden (ca. 800 m ü.NN), die geringsten im Lautertal (ca. 280 m ü.NN) erreicht. Dargestellt sind zudem wesentliche Kaltluftströmungen)

4 Klimatische Bedingungen im Bereich Kirchheim/Teck

4.1 Windverhältnisse am Standort

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

Die Windrichtungsverteilung am Standort ist entsprechend der Hauptwindrichtung sowie wegen der südlich gelegenen Hänge des Albtraufs zusätzlich zu südwestlichen Winden, jedoch untergeordnet, von südlichen Winden (siehe Abbildung 3) geprägt. Zusätzlich treten – vor allem als Schwachwinde – südöstliche Winde aus dem östlich gelegenen Windbachtal aus Richtung Weilheim/Teck hinzu (siehe Abbildung 4).

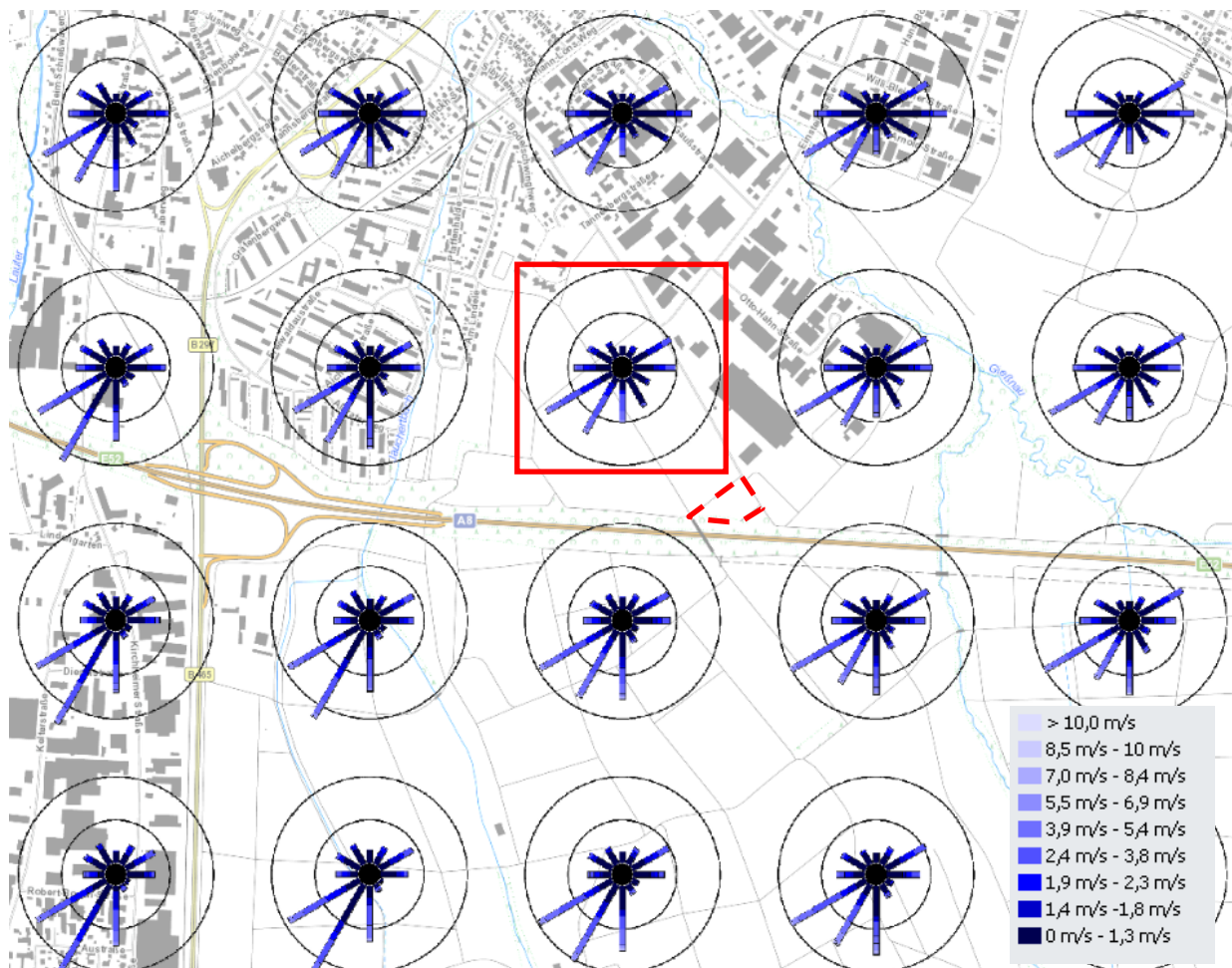


Abbildung 3: Synthetische Windstatistiken der LUBW im Bereich des Plangebietes (rot gestrichelt) /6/, roter Rahmen = Windrose aus Abbildung 4

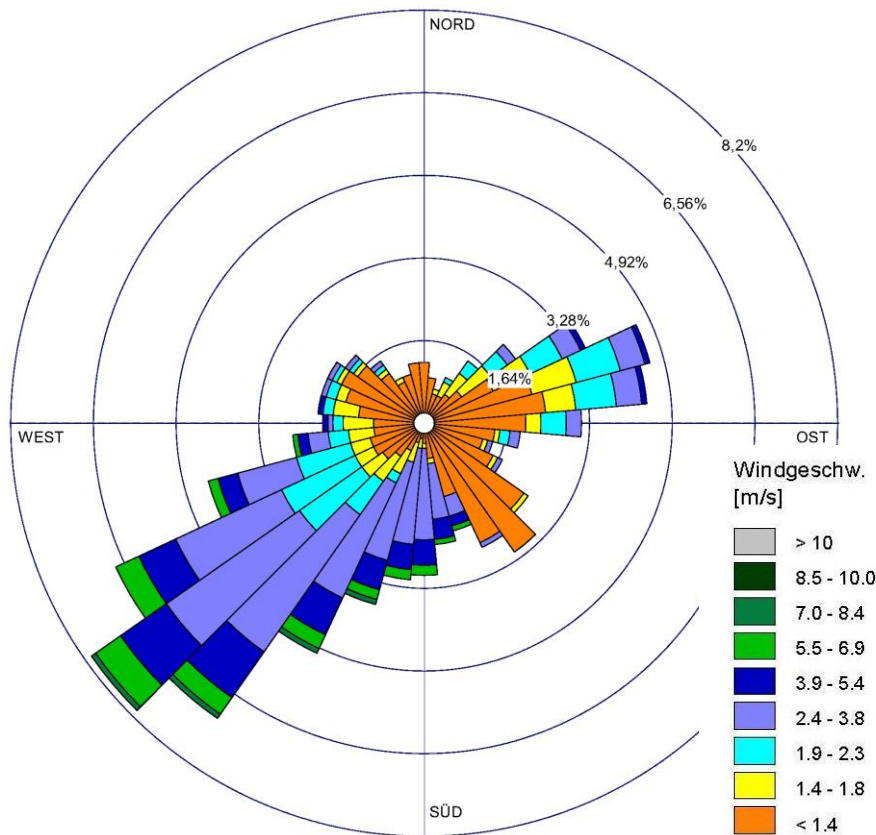


Abbildung 4: Windrose im Bereich des Plangebietes

Die **Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen** (siehe Abbildung 5) zeigt eine deutliche Dominanz von Schwachwinden < 1,4 m/s mit ca. 46 % Anteil. Mit ca. 23 % Anteil liegt die Windgeschwindigkeitsklasse 2,4 bis 3,8 m/s dahinter. Die weiteren Windgeschwindigkeitsklassen treten dahinter deutlich zurück. Schwachwinde sind häufig für lokale autochthone Wetterlagen charakteristisch, höhere Windgeschwindigkeiten eher für übergeordnete allochthone Wetterlagen.

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 > 54 % aller Fälle weisen die windschwachen, stabilen Wetterlagen (Klassen I + II) im Plangebiet einen deutlichen Schwerpunkt auf. Die Talbereiche der nahen Bach- und Flussverläufe bei Kirchheim/Teck, über den sich das Plangebiet nur wenige Meter erhebt, neigen aufgrund

ihrer Breite und ihres geringen Gefälles häufig zur Ausbildung von austauscharmen Wetterlagen. Diese Wetterlagen sind dann von lokalen Windsystemen bzw. Kaltluftabflüssen geprägt.

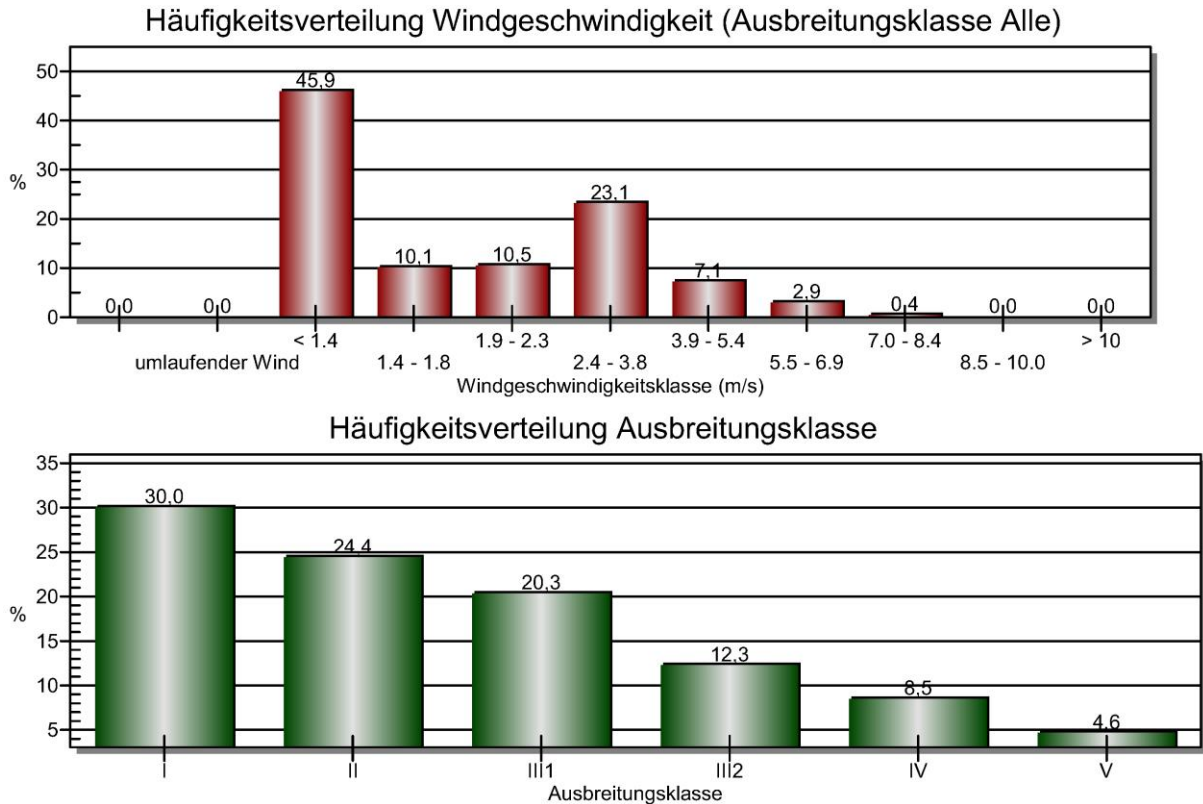


Abbildung 5: Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit und der Ausbreitungssituationen

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	neutral-stabil	bei Tag und Nacht, höhere Windgeschwindigkeiten
III/2	neutral-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 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 „Sondergebiet Lagerplatz Bohnau – Südost“ ist im Klimaatlas als Freiland-Klimatop ausgewiesen. Unmittelbar südlich schließen sich südlich der Bundesautobahn A8 ebenfalls weite Flächen an, die als Freiland-Klimatop klassifiziert sind. Nördlich folgen unmittelbar Stadtrand- und Gewerbe-Klimatope.

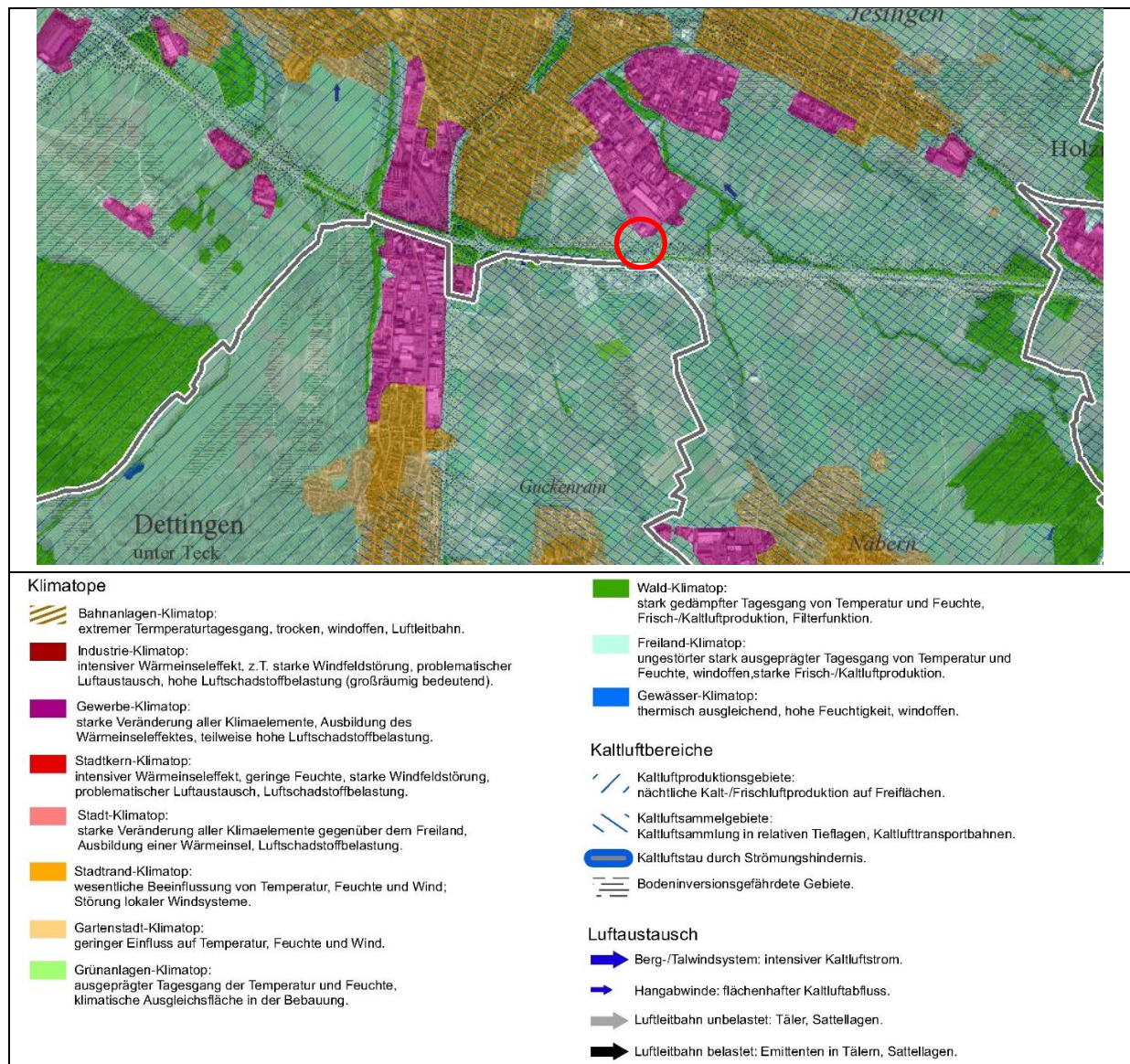


Abbildung 6: Klimaanalysekarte; Auszug aus dem Klimaatlas des Verbandes Region Stuttgart; roter Kreis = Lage des Plangebiets /2/

Weitere wesentliche Signaturen in der unmittelbaren Umgebung deuten an, dass es sich bei dem Plangebiet selbst und seiner südlichen Umgebung um ein Kaltluftproduktions- sowie Kaltluftsammlgebiet handelt (Kreuzschraffur).

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) und auf den Wirkraum gerichteten teils linearen teils großflächigen Kaltluftströmungen aus Richtung Albhochfläche. Generell wächst, abhängig von der unmittelbaren Topographie, mit zunehmender Nähe von Freiflächen zu Siedlungen deren Bedeutung für das Lokalklima. Ziel in derartig klassifizierten Bereichen ist es generell, zusätzliche Belastungen möglichst durch angepasste Bebauung zu vermeiden bzw. zu minimieren.

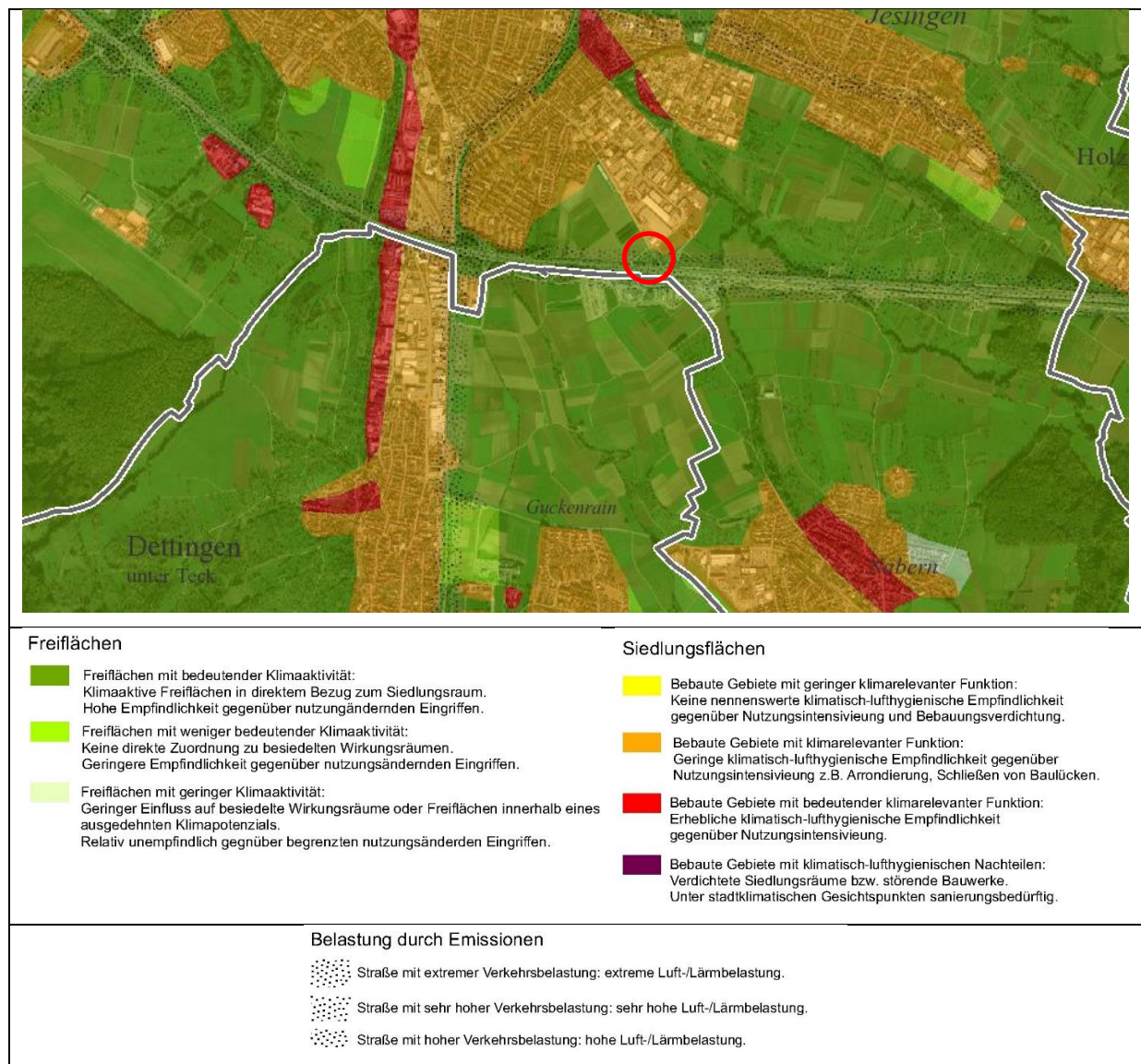


Abbildung 7: Planungshinweiskarte; Auszug aus dem Klimaatlas des Verbands Region Stuttgart 2/; roter Kreis = Lage des Plangeiets

5 Methodik

Zur Untersuchung der Kaltluftdynamik im Bereich des Plangebietes „Sondergebiet Lagerplatz Bohnau – Südost“ 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.

Der für den Kaltluftvolumenstrom maßgebliche Querschnitt ist im Modell nicht der jeweilige, durch Hänge oder Häuserschluchten begrenzte Querschnitt, sondern der durchflossene Querschnitt ist der im Modell festgelegten Rasterweite gleichzusetzen, und bleibt in den jeweiligen Teilbereichen des Modells – im Gegensatz zu den natürlichen Querschnitten – konstant.

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 großräumig windstillen bzw. windarmen und trockenen Hochdruckwetterlage. Der Start der Simulation liegt kurz vor Sonnenuntergang.

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 wesentlich, so dass die daraus abgeleiteten Aussagen grundsätzlich für den gesamten Analysezeitraum gelten können.

6 Kaltluftdynamik im Plangebiet und seiner Umgebung

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

Bereits nach ca. 3-4 Stunden nach Sonnenuntergang kommen die Kaltluftabflüsse im Plangebiet bodennah weitgehend zu Erliegen und es bildet sich ein Kaltluftsee in den Talniederungen aus. Es sind dann im Bereich des Plangebietes bodennah kaum relevante Windgeschwindigkeiten ($< 0,5 \text{ m/s}$) mehr zu verzeichnen. Die Volumenströme verbleiben jedoch auf mittlerem Niveau ($30\text{-}50 \text{ m}^3/\text{m}^*\text{s}$). Das grundsätzliche Muster der Verteilung der Strömungsschwerpunkte oder -richtungen ändert sich jedoch nicht wesentlich.

Als charakteristische Zeitpunkte für die lokalklimatischen Verhältnisse im Plangebiet und der nahen Umgebung wurden hier drei Analysezeitpunkte (0,5 Stunden, 1 Stunde und 2 Stunden nach Sonnenuntergang) ausgewählt. **Generell sind die Abbildungen als Momentaufnahmen eines kontinuierlich ablaufenden Prozesses zu sehen.**

Die Ergebniskarten (im Anhang II) zeigen für den IST-Zustand die sich ergebenden Unterschiede 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 Windverhältnisse**, Einschätzungen zur **Um- und Überströmung** von Hindernissen durch Kaltluftflüsse sowie Ausbildung von **Kaltluftseen** in Tallagen werden Auswertungen zur Kaltluftmächtigkeit und dem bodennahen Windfeld (Bezugshöhe = 2 m über Gelände) herangezogen. Daraus lassen sich Schlüsse auf die Hangwinddynamik und unmittelbar lokal produzierte Kaltluft – insbesondere in der Frühphase der Kaltluftdynamik – ziehen.

Für die **Durchlüftung** 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.

Die 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

* SU = Sonnenuntergang

6.1 Kaltluftdynamik im Bereich um das Plangebiet „Sondergebiet Lagerplatz Bohnau – Südost“

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

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 sowie kleineren Tiefenlinien. Dort finden sich auch die größten Kaltluftmächtigkeiten mit örtlich bereits > 20 m über Grund.

Im Bereich um das Plangebiet sind – aufgrund des insgesamt nach Nordnordwest geneigten Geländes – vor allem flächige Kaltluftabflüsse parallel zur Tannenbergsstraße nach Norden in Richtung des bebauten Bereichs von Kirchheim/Teck berechnet worden. Wegen der Tiefenlage des Plangebietes gegenüber dem höhergelegenen Bereich der Bohnau ergeben sich im Plangebiet bereits höhere Kaltluftmächtigkeiten (bis zu 20 m über Grund).

Zum Zeitpunkt **1 Stunde** nach Sonnenuntergang bilden sich in den Talstrukturen immer größere Bereiche mit Kaltluftmächtigkeiten > 20 m über Grund aus. Höhere Windgeschwindigkeiten ergeben sich teilweise an den Rändern dieser ausgedehnten Bereiche mit größeren Kaltluftmächtigkeiten sowie in Bereichen, in denen die Kaltluft in die bebauten Bereiche vordringt.

Im Plangebiet ergeben sich aufgrund der Tiefenstruktur entlang der Tannenbergsstraße und der konstanten Lieferung von Kaltluft im Plangebiet bereits zu diesem Zeitpunkt hohe Kaltluftmächtigkeiten von bis zu 30 m über Grund. Die Strömung parallel zur Tannenbergsstraße verstärkt sich weiter.

Zum Zeitpunkt **2 Stunden** nach Sonnenuntergang ergeben sich in weiten Teilen der Umgebung des Plangebietes Kaltluftmächtigkeiten > 60 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. Entlang der Tannenbergsstraße ergibt sich ein ca. 130 m breiter Bereich höherer Kaltluftmächtigkeiten.

Im weiteren Verlauf der Nacht dehnt sich der Bereich mit größeren Kaltluftmächtigkeiten immer weiter aus, so dass auch das Plangebiet erfasst wird und die bodennahe Kaltluftdynamik fast vollständig zum Erliegen kommt.

6.1.2 Kaltluftvolumenstrom

Betrag und Richtung des **Kaltluftvolumenstromes** werden über die Pfeilrichtung und Pfeillänge in Form von Vektoren abgebildet, wobei die Referenzgeschwindigkeit bei $50 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{s})$ (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 Bereich um das Plangebiet verschiedene relevante Volumenströme von teilweise $> 20 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{s})$ ausbilden, so dass diese als sich ausprägende Luftleitbahnen gelten können. Diese zeichnen vor allem die Tiefenlinien des Kegelesbachs (westlich des Hinterbergs), des Jauchertbachs unmittelbar (süd-)westlich am Plangebiet, des Gießnaubach/Windbach-Talsystems östlich des Plangebietes, sowie des Trinkbachs aus Richtung Ohmden kommend nach.

Entlang der Tannenbergsstraße, an deren südlichem Ende das Plangebiet liegt, dringt der Volumenstrom des Gießnaubach/Windbach-Talsystems in das Plangebiet ein und reicht zu diesem Zeitpunkt bereits bis zum nördlichen Rand im Übergang zur Wohnbebauung (ca. $10\text{-}20 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{s})$).

Zum Zeitpunkt **1 Stunde** bildet sich eine Kaltluftleitbahn entlang der Tannenbergsstraße immer stärker heraus, die einen Teil der Kaltluftströmungen des Gießnaubach/Windbach-Talsystems in die bebauten Bereiche von Kirchheim/Teck trägt. Der andere Teil dieser Strömung verläuft östlich des Gewerbegebietes Bohnau entlang des Gießnaubachs ebenfalls Richtung Kirchheim.

Ab **2 Stunden** nach Sonnenuntergang beginnt die Hochphase des Kaltlufttransports entlang inzwischen sehr ausgeprägter Leitbahnen. Im Plangebiet ergeben sich nach Nordwesten gerichtete Volumenströme von bis zu $50 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{s})$, welche weiter in Richtung Kirchheim/Teck verlaufen. Die Teilströmung aus dem Gießnaubach/Windbach-Talsystem erreicht ebenfalls ein verhältnismäßig hohes Volumen mit z.T. $> 50 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{s})$.

Dieses Muster bleibt – wegen der stetigen Kaltluftlieferung von der Albhochfläche bzw. -hängen sowie wegen des dauerhaften Abflusses über das Lautertal Richtung Neckartal – grundsätzlich bis zum Ende der Nacht erhalten. Im späteren Nachtverlauf gehen wegen des zunehmenden Rückstaus von Kaltluft aus dem Neckar- bzw. Lautertal die Volumenströme zurück.

6.2 Schlussfolgerungen und Planungshinweise

Das Plangebiet befindet sich an einer Engstelle im Übergang vom Ausgleichsraum in den Wirkraum. Es wird deutlich, dass sich in einem schmalen Bereich entlang der Tannenbergsstraße – ausgehend vom Plangebiet – ein Kaltluftvolumenstrom ausbildet, der größere Mengen Kaltluft in die tiefer gelegenen Bereiche von Kirchheim/Teck trägt.

Es wird daher empfohlen, das Plangebiet bei einer Bebauung in seiner Tiefe, ausgehend von der Tannenbergsstraße, in den baulichen Höhen zu strukturieren. Dafür wird das Plangebiet in drei Teilbereiche unterteilt (siehe Abbildung 8).

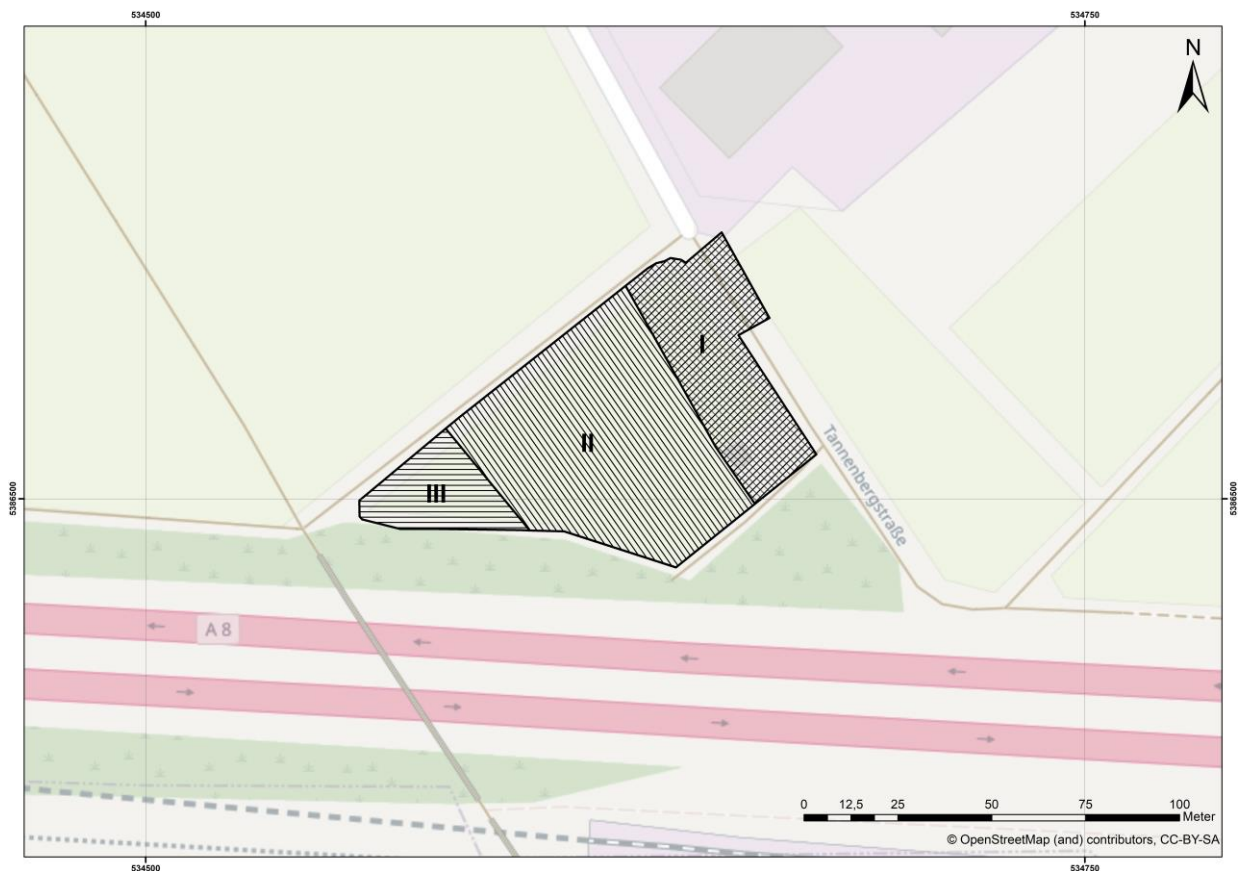


Abbildung 8: Unterteilung des Plangebietes in Teilbereiche (siehe Text)

Teilbereich I umfasst den direkt an der Tannenbergsstraße gelegenen Bereich von etwa 15-20 m Breite, der von Bebauung möglichst freigehalten werden sollte.

Hier hat der Erhalt der Längsdurchlässigkeit für Kaltluftabflüsse oberste Priorität. Dies kann umgesetzt werden durch folgende Maßnahmen:

- Einplanung von Strukturen mit nur geringer Oberflächenrauigkeit, Grundfläche und geringer Bauhöhe wie z.B. Wiesen, Regenüberlaufbecken/Retentionsräume, Garagen, Parkplätze, Zufahrtswege Streuobst- oder Buschbestände, ggf. als naturschutzrechtlich erforderliche Ausgleichsfläche.

- Strukturen mit größeren Höhen (z.B. Pflanzgebote für höhere Bäume) sollten sich in ihrer Längserstreckung am Verlauf der Strömung (ca. Südost = ca. 150 Grad) orientieren und an ihrer Schmalseite nur wenige Meter umfassen.

In **Teilbereich II** sollten Bauhöhen bis maximal 10 m über Grund liegen. In **Teilbereich III** ist keine Bauhöhenbeschränkung erforderlich. Weiterhin gilt in diesen Bereichen:

- Möglichst hoher Grünanteil im bebauten Bereich zur Minimierung des Verlustes von Kaltluftproduktionsflächen (z.B. Wiesenflächen, Rasengittersteine im Bereich von Parkplätzen, Dachbegrünung, Baumpflanzungen).
- Verwendung möglichst heller Baustoffe für versiegelte Oberflächen und Gebäude, um die Aufheizung der Oberflächen sowie die Aufzehrung der produzierten Kaltluft zu minimieren.
- Ausrichtung größerer Gebäude längs zur Hauptachse (Nordnordwest bzw. Südsüdost).
- Begrünung der beiden vornehmlich nach Südost/Süd/Südwest orientierten Fassaden. Minimierung des Flächenverbrauchs von Pkw-Stellflächen.

Dadurch kann der bestmögliche Erhalt der Kaltluftleitbahn sichergestellt werden. Es wird empfohlen, bei weiteren Planungen diese Strukturierung entlang der Tannenbergsstraße weiter zu verfolgen.

7 Zusammenfassung

Die Große Kreisstadt Kirchheim unter Teck plant derzeit die Ausweisung des Gewerbegebietes „Bohnau-Süd“. Hiervon wurde der vorliegend untersuchte südöstliche Teil herausgelöst. Der südöstliche Teil umfasst eine Teilfläche des geplanten Gewerbegebietes „Bohnau-Süd“.

Das „Sondergebiet Lagerplatz Bohnau – Südost“ liegt unmittelbar nördlich anschließend an die Bundesautobahn A8 östlich der Autobahnausfahrt Kirchheim unter Teck-Ost. Direkt östlich an das Plangebiet anschließend befinden sich landwirtschaftlich genutzte Freiflächen im Übergang zum bestehenden Sondergebiet Lagerplatz Bohnau, nördlich und westlich befinden sich landwirtschaftlich genutzte Freiflächen. Auf diesen Freiflächen ist das Gewerbegebiet „Bohnau-Süd“ geplant. Die Planung des Gewerbegebietes „Bohnau-Süd“ und dessen lokalklimatischen Auswirkungen sind im vorliegenden Gutachten mitberücksichtigt.

Die dreieckige Fläche des Plangebietes „Bohnau-Süd“ führt als Freifläche in den Siedlungsbereich hinein und umfasst eine Lücke zwischen der BAB A8 und dem bestehenden Sondergebiet Lagerplatz Bohnau. Das „Sondergebiet Lagerplatz Bohnau – Südost“ liegt unmittelbar am Übergang zu den östlich gelegenen Freiflächen nördlich der BAB A8.

Die vorgesehene Nutzung dieser Freifläche im Übergang vom Außenbereich in den Innenbereich bzw. von Ausgleichsraum in den Wirkungsraum geht mit einer Versiegelung und Bebauung einher, die sich auf die lokalklimatischen Parameter auswirken können. Für das Plangebiet sind daher die Auswirkungen einer möglichen Nutzung auf das Lokalklima bzw. auf die Kaltluftabflüsse im Plangebiet selbst sowie im Umfeld des Plangebietes stromabwärts Richtung Kirchheim zu bewerten.

Das Plangebiet befindet sich an einer Engstelle im Übergang vom Ausgleichsraum in den Wirkraum. Es wird deutlich, dass sich in einem schmalen Bereich entlang der Tannenbergsstraße – ausgehend vom Plangebiet – ein Kaltluftvolumenstrom ausbildet, der größere Mengen Kaltluft in die tiefer gelegenen Bereiche von Kirchheim/Teck trägt.

Es wird daher empfohlen, das Plangebiet bei einer Bebauung in seiner Tiefe, ausgehend von der Tannenbergsstraße, in den baulichen Höhen zu strukturieren. Dafür wird das Plangebiet in drei Teilbereiche unterteilt (siehe Abbildung 8).

Teilbereich I umfasst den direkt an der Tannenbergsstraße gelegenen Bereich von etwa 15-20 m Breite, der von Bebauung möglichst freigehalten werden sollte. In **Teilbereich II** sollten Bauhöhen bis maximal 10 m über Grund liegen. In **Teilbereich III** ist keine Bauhöhenbeschränkung erforderlich. Weitere Planungshinweise umfassen die Nutzung von Freiflächen sowie Fassadenbegrünung, Dadurch kann der bestmögliche Erhalt der Kaltluftleitbahn sichergestellt werden. Es wird empfohlen, bei weiteren Planungen diese Strukturierung entlang der Tannenbergsstraße weiter zu verfolgen.

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 Kirchheim/Teck (2023): Unterlagen zum Plangebiet „Sondergebiet Lagerplatz Bohnau – Südost“
- /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 30.10.2020 [http://brs-web.lubw.baden-wuerttemberg.de/brs-web/home.cweb?AUTO_ANONYMOUS_LOGIN].
- /7/ NASA/NGA/USGS (2020): DGM Daten der Shuttle Radar Topography Mission (SRTM).
- /8/ Copernicus Land Monitoring Service (2020): Vektordaten Corine Landcover 2018 (10 ha); <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/#>

Gesetze, Verordnungen, Verwaltungsvorschriften

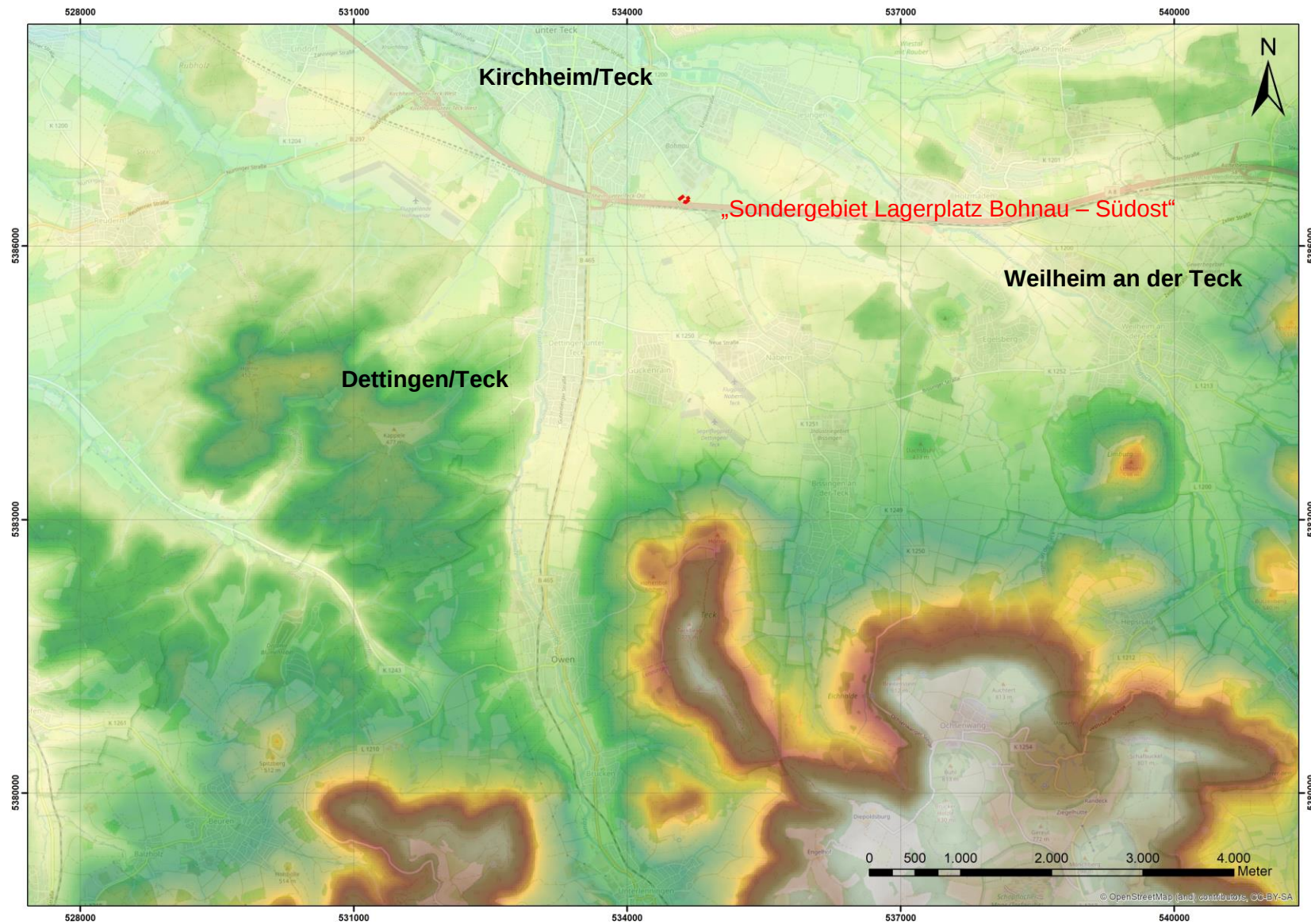
- /9/ Baugesetzbuch (BauGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017.
- /10/ BImSchG - Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013.
- /11/ 39. BImSchV - Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen. Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 2. August 2010.
- /12/ TA Luft: Neufassung der Ersten Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) vom 18. August 2021.

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 Immissionskenngößen. 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



Anhang II

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

