

DR.-ING. FRANK DRÖSCHER
TECHNISCHER UMWELTSCHUTZ

- ◆ Umweltgutachten
- ◆ Genehmigungen
- ◆ Betrieblicher
Umweltschutz



Lörrach
Stadt Lörrach

Bebauungsplan Bühl III

Lokalklimatische Untersuchung

Auftraggeber: Stadt Lörrach
Projektnummer: 2894 Klima
Bearbeiter: Dr. rer. nat. Christian Geißler
Dr.-Ing. Frank Dröscher

Dieser Bericht umfasst 27 Textblätter
sowie 21 Blätter im Anhang.

**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

27. März 2021

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	3
2	Rechtliche Grundlagen	4
3	Lageverhältnisse	5
4	Klimatische Bedingungen im Bereich Lörrach-Brombach	6
4.1	Windverhältnisse am Standort	6
4.2	Klimaanalyse Lörrach	9
5	Methodik	12
6	Kaltluftdynamik im Plangebiet und seiner Umgebung	13
6.1	Kaltluftdynamik im Bereich um das Plangebiet „Bühl III“ (IST)	14
6.2	Änderung der Kaltluftdynamik durch die geplante Bebauung „Bühl III“ in Lörrach-Brombach (PLAN-IST)	17
6.3	Schlussfolgerungen	19
6.4	Planungshinweise für das Plangebiet Bühl III	22
7	Zusammenfassung	23
8	Quellenverzeichnis	26

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 Lörrach plant derzeit die Ausweisung des allgemeinen Wohngebietes „Bühl III“ im Stadtteil Brombach. Direkt nördlich bzw. westlich an das Plangebiet anschließend befinden sich die Wohngebiete Bühl I und Bühl II sowie östlich und südlich der landwirtschaftlich genutzte Außenbereich.

Das Plangebiet Bühl III umfasst eine Fläche von ca. 4,7 ha bisher landwirtschaftlich genutzter Flächen, welche nun einer Nutzung als Wohngebiet zugeführt werden sollen.

Die vorgesehene Nutzung dieser Freifläche 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 zu bewerten.

Im Auftrag der Stadt Lörrach 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. Der Vergleich der derzeitigen Situation (IST-Zustand) mit den Auswirkungen der angestrebten künftigen Nutzungen (PLAN-Zustand) erlaubt Rückschlüsse auf die Art und Intensität der Auswirkungen sowie Hinweise zur klimaanpassungsge rechten Gestaltung der vorgesehenen Maßnahmen.

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 Plangebiet befindet sich ca. 3 km nordöstlich des Zentrums von Lörrach in Ober- bis Mittelhanglage am Südostrand des Ortsteils Brombach. Das Plangebiet soll als allgemeines Wohngebiet ausgewiesen werden.

Das Plangebiet grenzt im Nordwesten an die bestehende Wohnbebauung von Brombach an, im Übrigen ist das Gebiet von landwirtschaftlich genutzten Freiflächen umgeben. Das Plangebiet zeichnet sich somit durch seine Lage am Übergang zum Außenbereich aus, weswegen eine Beeinflussung stadteinwärts gerichteter Kaltluftabflüsse über das der Wiese zufließende Tal-system Tannengraben/Münchhäuslesgraben unterstellt werden kann.

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

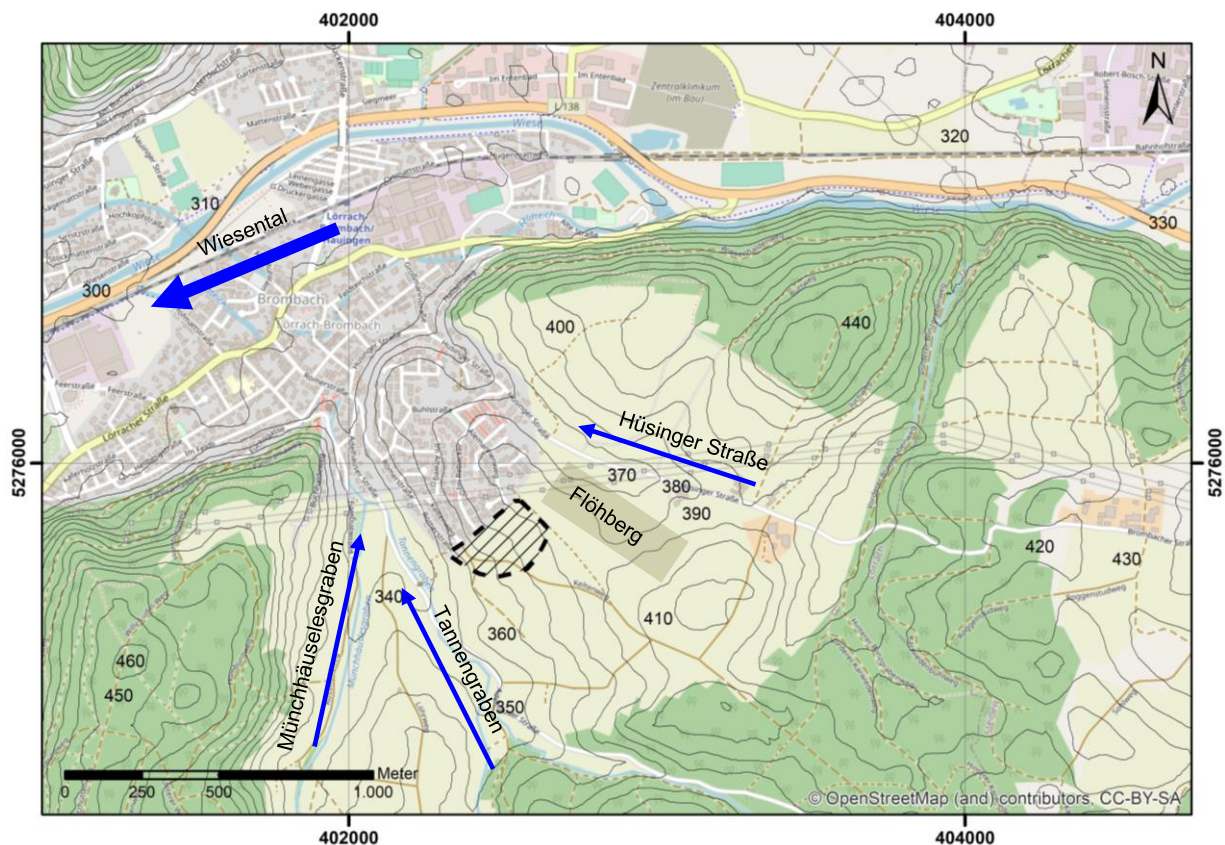


Abbildung 1: Lage des Plangebietes in Lörrach-Brombach (gestrichelte Fläche)

4 Klimatische Bedingungen im Bereich Lörrach-Brombach

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, wie der Wiese, modifiziert und z.T. stark kanalisiert. 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 Ausrichtung des Wiesentals sehr stark von Winden aus östlichen und westlichen Richtungen geprägt (siehe Abbildung 2 sowie Abbildung 3).

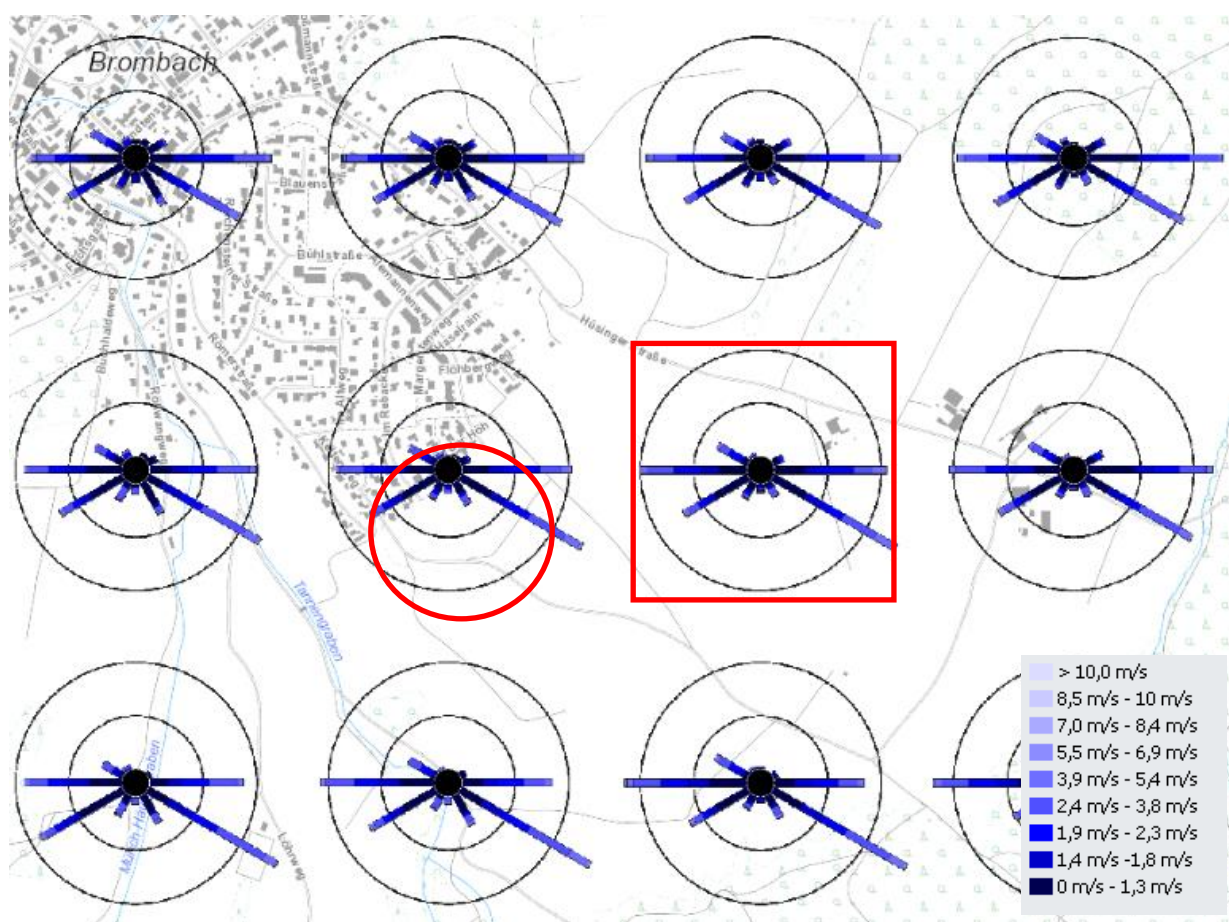


Abbildung 2: Synthetische Windstatistiken der LUBW im Bereich des Plangebietes (roter Kreis) /6/, roter Rahmen = Windrose aus Abbildung 3

Schwachwinde sind vor allem bei stabilen Wetterlagen im Wiesental typisch. Die durchschnittliche Windgeschwindigkeit ist verhältnismäßig gering (ca. 2,1 m/s). Dies ist für Tallagen und talnahe Lagen in Süddeutschland typisch.

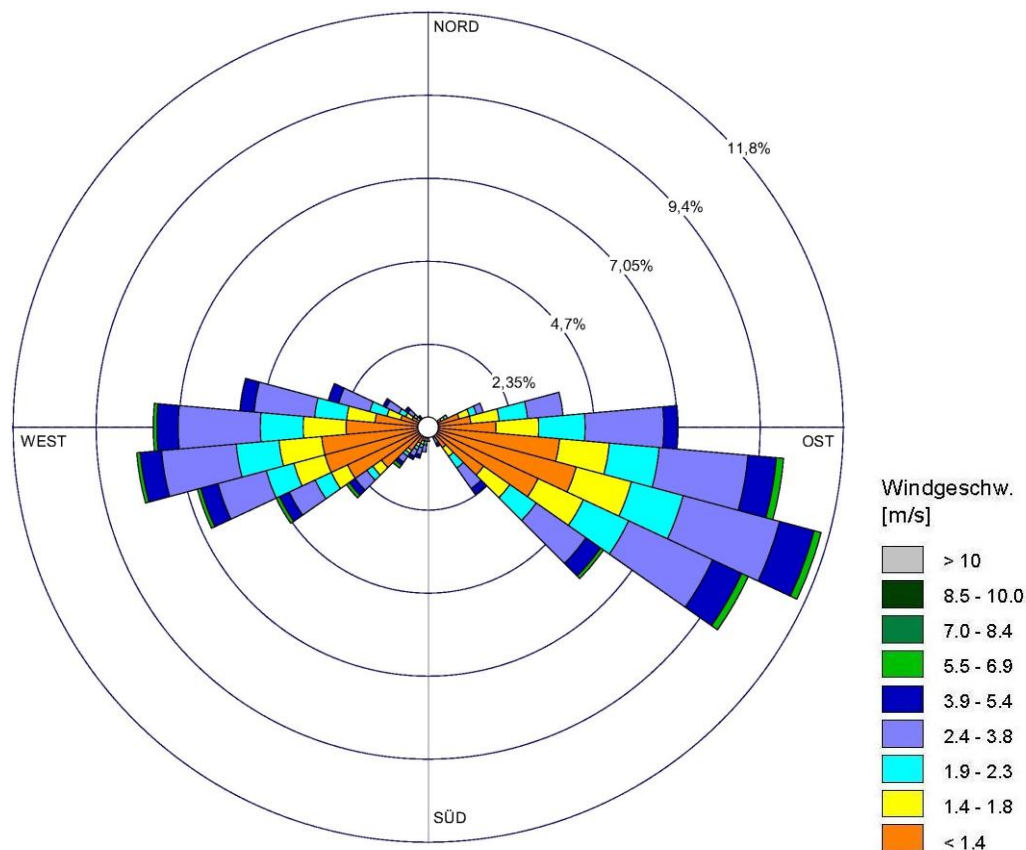


Abbildung 3: Windrose im Bereich des Plangebietes

Die **Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen** (siehe Abbildung 4) zeigt eine deutliche Dominanz von Schwachwinden < 1,4 m/s mit ca. 37 % Anteil. Mit ca. 25 % 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 4). 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 weisen die windschwachen, stabilen Wetterlagen (Klassen I + II) im Plangebiet einen deutlichen Schwerpunkt auf. Die Talbereiche der nahen Bach- und Flussverläufe bei Lörrach, 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.

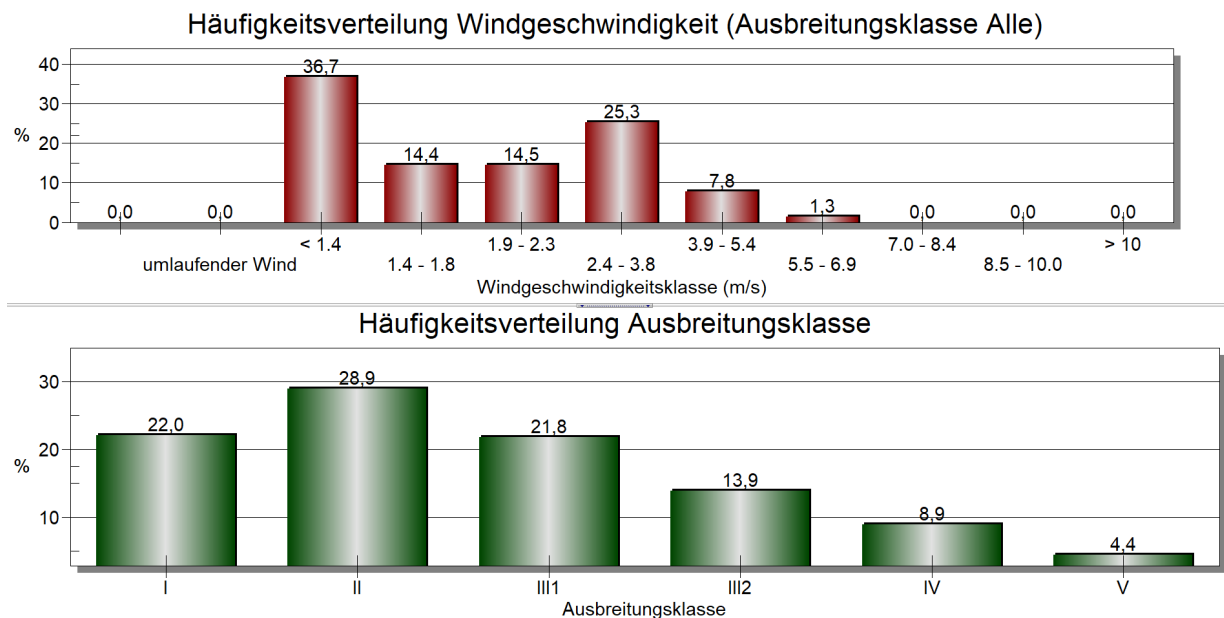


Abbildung 4: Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit und der Ausbreitungssituationen

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 Klimaanalyse Lörrach

4.2.1 Klimatopkarte

Die Klimatopkarte der Klimaanalyse Lörrach vom 7. Januar 2016 /2/ stellt das Plangebiet (roter Kreis in Abbildung 1) als Freiland-Klimatop dar. Die weiteren Signaturen deuten für den Bereich nächtliche Bergwinde aus Nordost an (siehe Abbildung 1, blau umrandete Pfeile), welche den Randbereich des Wiesentäler Kaltluftstromes beschreiben. Abendliche Hangabwinde sind nahe des Plangebietes aus Südsüdost zu erwarten (siehe Abbildung 1, blaue Pfeile).

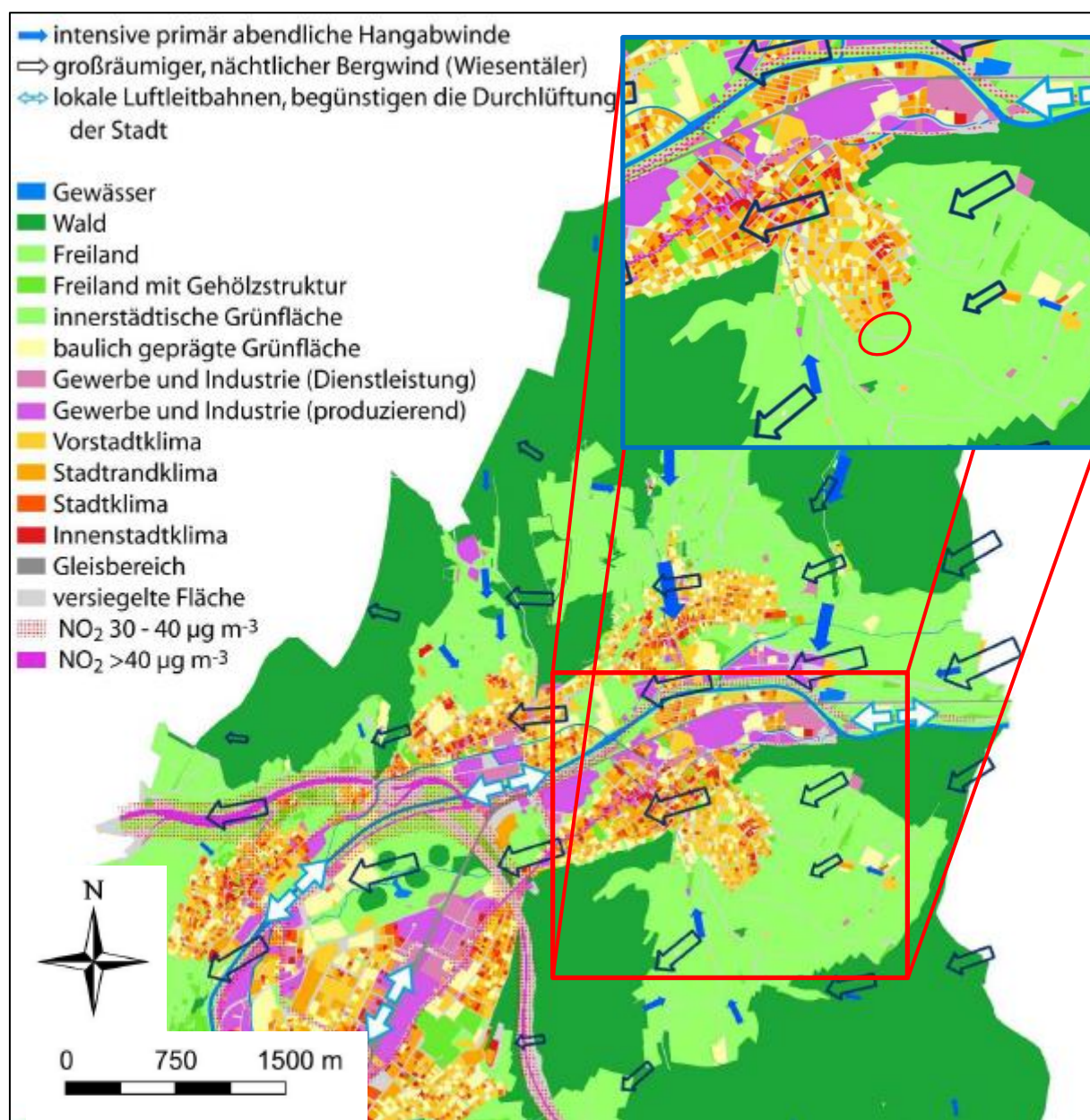


Abbildung 5: Klimatopkarte; Auszug aus der Klimaanalyse Lörrach /2/; rote Ellipse = Position des Plangebiets

4.2.2 Planungshinweiskarte

Das Plangebiet liegt nach der Klimaanalyse Lörrach /2/ in einem Ausgleichsraum mit mittlerer bis hoher Bedeutung, da dieser unmittelbar die im nordwestlich anschließenden Wirkräume der bestehenden Wohngebiete von Brombach versorgt (siehe Abbildung 6).

Im Weiteren rät deshalb das Gutachten aus klimatologischer Sicht, bei Planungen im Bereich Bühl III, „dass Auswirkungen des Verlusts an Kaltluftproduktionsfläche [...] durch lockere Bebauung mit geringer Versiegelung und hohem Grünanteil reduziert werden“ sollten.

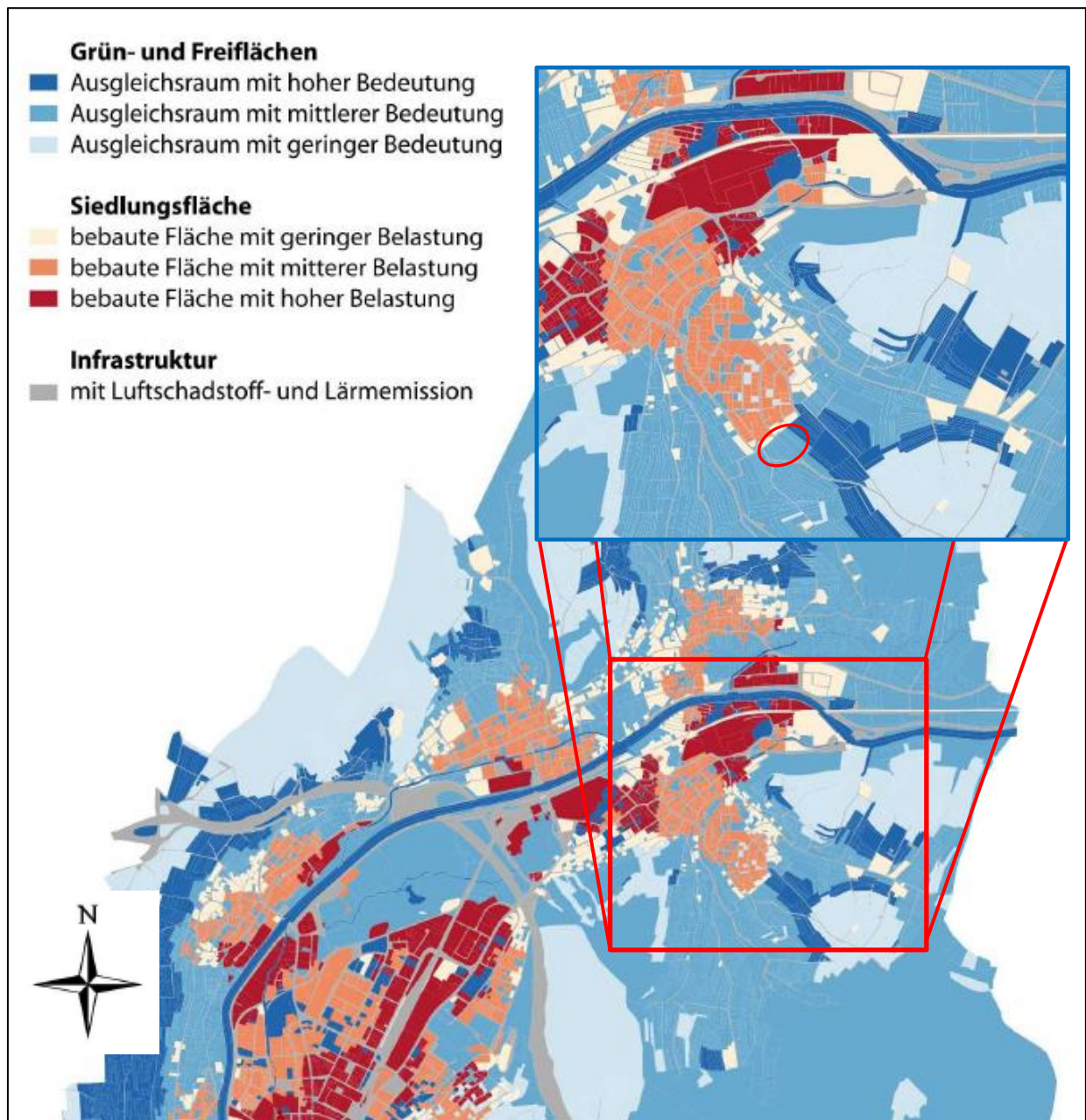


Abbildung 6: Planungshinweiskarte; Auszug aus der Klimaanalyse Lörrach /2/; rote Ellipse = Position des Plangebiets

4.2.3 Karte Kaltluftabflüsse

Abbildung 7 zeigt das Strömungsfeld im weiteren Umfeld des Plangebietes in der Hochphase der Kaltluftabflüsse. Deutlich werden Strömungen des Bergwindsystems im Wiesental aus nordöstlichen Richtungen mit mittleren Strömungsgeschwindigkeiten von etwa 1,0 m/s.

Ähnlich wie in der synthetischen Windrose dargestellt, erreichen die bodennahen Schwachwinde aus dem oberen Wiesental den Bereich der Planungen primär aus ca. 80° und nicht aus 90°, wie der Talverlauf vermuten ließe (siehe auch Abbildung 2, der 10°-Sektor mit der größten Schwachwindhäufigkeit liegt knapp unter 90°).

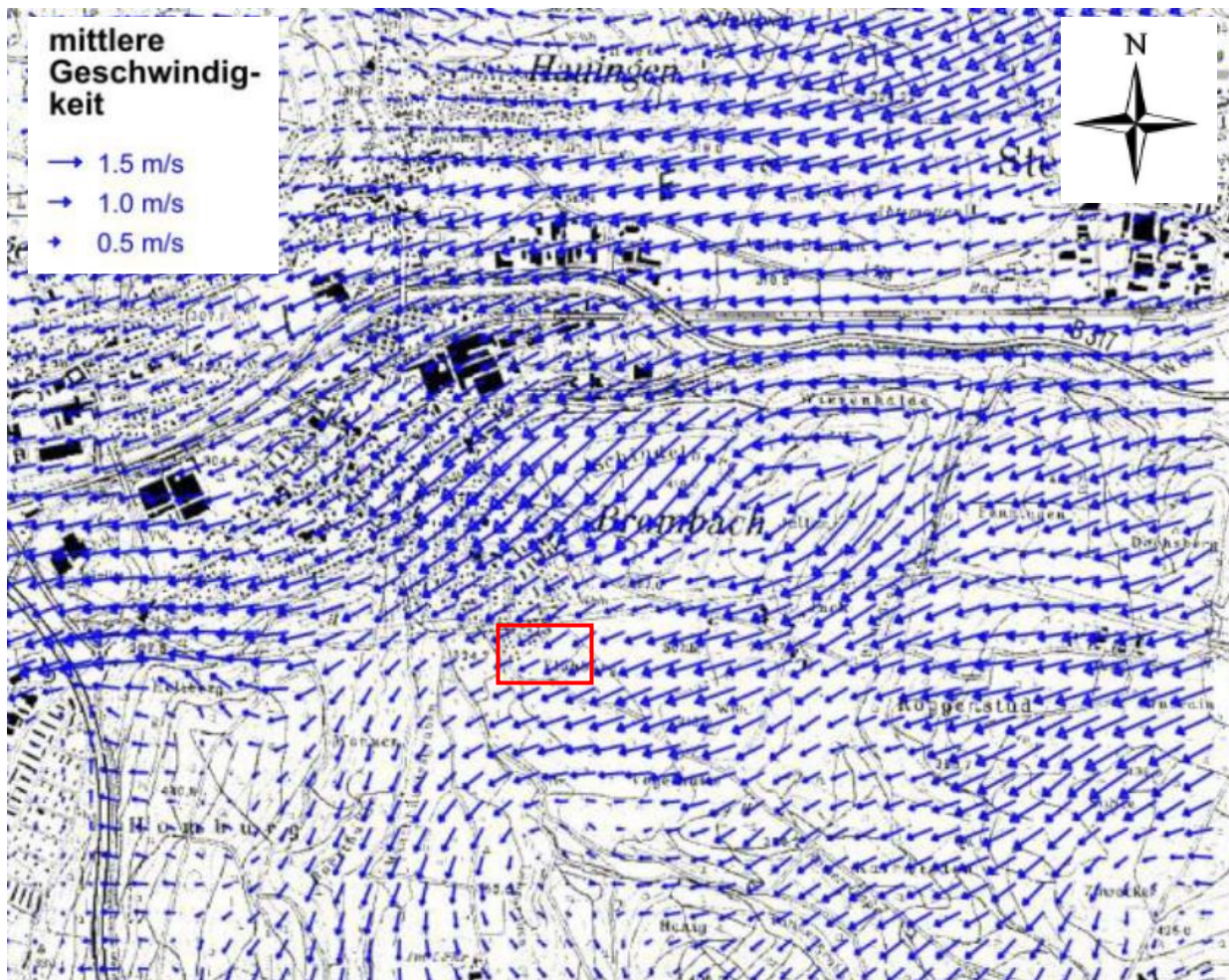


Abbildung 7: Strömungsfeld in der Hochphase der Kaltluftabflüsse im weiteren Verlauf der Nacht; Auszug aus der Klimaanalyse Lörrach /2/; rote Markierung = Position des Plangebiets

5 Methodik

Zur Untersuchung der Kaltluftdynamik im Bereich des Plangebietes „Bühl III“ (PLAN-Zustand) 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 Landnutzungsclassen 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 Kaltluflthöhe 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. Der durchflossene Querschnitt ist mit 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 acht 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 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 (v.a. an Hängen) sowie Kaltluftansammlung in tiefer gelegenen Bereichen) ändert sich auch in der Zeit nach den dargestellten Analysezeitpunkten nicht grundsätzlich.

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 erste Nachthälfte interessant.

Bereits ab ca. 3-4 Stunden nach Sonnenuntergang kommen die Kaltluftabflüsse im Plangebiet bodennah mehr und mehr zu Erliegen und es bildet sich ein Kaltluftsee in den Talniederungen aus. Es sind dann im Bereich des Plangebietes (v.a. in Unterhangbereichen) bodennah kaum relevante Windgeschwindigkeiten ($< 0,5 \text{ m/s}$) mehr zu verzeichnen. Die Volumenströme verbleiben jedoch in den Tiefenlinien auf mittlerem Niveau (z.T. $> 50 \text{ m}^3/\text{m}^*\text{s}$). Das grundsätzliche Muster der Verteilung der Strömungsschwerpunkte oder -richtungen ändert sich jedoch in Bezug auf den vorliegenden Fokus auf das Plangebiet 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 jeweils für den IST- sowie den PLAN-Zustand sowie 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
PLAN-Zustand (WA Bühl III)		
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 - 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 „Bühl III“ (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 sowie kleineren Tiefenlinien. Dort finden sich auch die größten Kaltluftmächtigkeiten mit örtlich bereits > 20 m über Grund.

Im Plangebiet sind – aufgrund des insgesamt nach Südwest geneigten und unbebauten Geländes – vor allem flächige Kaltluftabflüsse nach Westen zum Tannengraben berechnet worden. Die Kaltluftmächtigkeiten steigen zum Tannengraben hin leicht an, befinden sich aber wegen des stetigen Abflusses auf verhältnismäßig niedrigem Niveau. Im Bereich des Tannengrabens und der Hüsinger Straße sammelt sich bereits früh Kaltluft in den Tiefenlinien.

Zum Zeitpunkt **1 Stunde** nach Sonnenuntergang bilden sich in den Talstrukturen immer größere Bereiche mit Kaltluftmächtigkeiten > 40 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. Insgesamt ist aufgrund des Reliefs und der Landnutzung bereits 1 Stunde nach Sonnenuntergang im Plangebiet eine starke Kaltluftdynamik zu verzeichnen, welche zunächst nicht ausschließlich dem Plangebiet zugeordnet werden kann.

Im Plangebiet verbleiben die Kaltluftmächtigkeiten auf verhältnismäßig geringem Niveau, gleichzeitig sind die bodennahen Strömungsgeschwindigkeiten mit deutlich > 1 m/s im Plangebiet relativ hoch. Ersteres ist für derartige topographische Lagen typisch, so dass sich die Tiefenlinien rasch auffüllen. Letzteres ist durch die Topographie außerhalb des Plangebietes begründet (s.u.). Die Strömungsrichtung im Plangebiet beträgt ca. 60° (aus Nordost) und verläuft damit rechtwinklig zu derzeitigen Bebauungsrand.

Zum Zeitpunkt **2 Stunden** nach Sonnenuntergang ergeben sich insbesondere in der Tiefenlinie des Tannengrabens, der sich nahe des Plangebietes mit dem Münchhäuslesgraben vereinigt, Kaltluftmächtigkeiten > 60 m. Dies zieht einen Rückgang der bodennahen Strömungsgeschwindigkeiten nach sich. In der Tiefenlinie entlang der Hüsinger Straße sind die Kaltluftmächtigkeiten geringer (< 40 m), jedoch kann die Kaltluft den Kamm des Südost-Nordwest ausgerichteten Flöhbergs (siehe Abbildung 1) dadurch überwinden und fließt durch das Plangebiet der Tiefenlinie des Tannengrabens zu. Dies erklärt die weiterhin hohen bodennahen Strömungsgeschwindigkeiten über das gesamte Plangebiet hinweg, obwohl das unmittelbare Einzugsgebiet für Kaltluftströmungen verhältnismäßig klein ist.

Dieses Muster bleibt auch im weiteren Verlauf der Nacht erhalten, jedoch sinken die bodennahen Strömungsgeschwindigkeiten im Plangebiet mit zunehmenden Kaltluftmächtigkeiten im Bereich des Tannengrabens vom Unterhang her kontinuierlich, trotz der ab ca. > 3 Stunden nach Sonnenuntergang hinzutretenden Ausläufer des „Wiesentäler Kaltluftstromes“.

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.

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. Dies sind vor allem die Tiefenlinien der Hüsender Straße sowie die des Tannengrabens und des Münchhäuslesgrabens. Im Plangebiet selbst haben sich zu diesem Zeitpunkt keine relevanten Volumenströme ausgebildet. Lediglich am Unterhang im Plangebiet ergeben sich höhere Volumenströme, da sich dort durch die Hanglänge größere Mengen an Kaltluft ergeben.

Etwa **1 Stunde** nach Sonnenuntergang bilden sich im Plangebiet größere Volumenströme ($5\text{-}10 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{s})$) aus, welche sich nicht alleine durch die unmittelbare Topographie des Plangebietes erklären lassen. Zu diesem Zeitpunkt wird bereits die Kammlinie des Flöhbergs mit einer Teilströmung aus der Tiefenlinie im Bereich der Hüsender Straße überströmt und fließt über das Plangebiet dem Talsystem des Münchhäuslesgraben/Tannengraben zu (siehe auch Kap. 6.1.1). Gleichzeitig bilden sich die Kaltluftleitbahnen in den beiden Talsystemen Münchhäuslesgraben/Tannengraben sowie Hüsender Straße immer prägnanter aus (bis zu $> 30 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{s})$).

Ab **2 Stunden** nach Sonnenuntergang beginnt die Hochphase des Kaltlufttransports entlang inzwischen sehr ausgeprägter Leitbahnen in den beiden Talsystemen in der unmittelbaren Umgebung des Plangebietes. Dies hält so lange in hoher Intensität an, bis sich im Wiesental die Kaltluftschicht vollends ausgebildet hat und es zu einem Rückstau an Kaltluft kommt. Die sich im Plangebiet früh ausbildende Dynamik des Überfließens des Flöhbergkamms mit Kaltluft aus der höher gelegenen Tiefenlinie an der Hüsender Straße wird zu diesem Zeitpunkt noch deutlicher. Im Plangebiet haben sich daher verhältnismäßig große und flächige Volumenströme mit Richtung aus Nordost (60°), welche ihren Ursprung größtenteils außerhalb des Plangebietes haben.

Ab **> 3 Stunden** nach Sonnenuntergang überströmen Ausläufer des „Wiesentäler Kaltluftstromes“ das Plangebiet aus der gleichen Richtung wie die genannte Überströmung des Plangebietes durch Überfließen des Flöhbergkamms.

6.2 Änderung der Kaltluftdynamik durch die geplante Bebauung „Bühl III“ in Lörrach-Brombach (PLAN-IST)

Die vorhabenbedingten Veränderungen durch eine Bebauung des Plangebietes „Bühl III“ ergeben sich aus der Differenz zwischen PLAN-Zustand und IST-Zustand. In Anhang II, Blätter 14-19 sind die Differenzen 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.

6.2.1 Windgeschwindigkeit und Kaltluftmächtigkeit

Die Modellergebnisse zeigen, dass zum Zeitpunkt **0,5 Stunden** nach Sonnenuntergang im Plangebiet selbst, aber auch in den Bereichen, in die die im Plangebiet produzierte Kaltluft verlagert wurde, mit geringeren Kaltfluthöhen zu rechnen ist (flächig ca. 1-2 m geringere Kaltluftmächtigkeit). Dies betrifft vor allem unmittelbar an das Plangebiet angrenzende Bereiche stromabwärts.

Im Plangebiet selbst reduziert sich die Kaltfluthöhe naturgemäß deutlich, da grundsätzlich ein Wechsel von einer kaltluftproduzierenden Fläche zu einer Kaltluft zehrenden Fläche stattgefunden hat. Aufgrund der bereits beschriebenen topographischen Verhältnisse ergeben sich selbst für die unmittelbar angrenzenden Wohngebiete im Bereich Bühl II keine Änderungen bzgl. Kaltluftdynamik.

Zum Zeitpunkt **1 Stunde** nach Sonnenuntergang beginnt sich in der Differenzdarstellung der in den Kap. 6.1 dargestellte Effekt der Überströmung des Kamms des Flöhbergs abzubilden. Da das Plangebiet nicht mehr ohne weiteres mit Kaltluft durch- bzw. überströmt werden kann bildet sich topographisch oberhalb des Plangebietes an dessen nordöstlichem Rand ein Kaltluftstau aus, welcher Ausweichströmungen und Verringerungen der bodennahen Windgeschwindigkeiten in diesem Bereich zur Folge hat. Dadurch bleibt die Kaltluftmächtigkeit im Plangebiet sowie die Strömungsgeschwindigkeiten auf deutlich verringertem Niveau.

Ab ca. **2 Stunden** nach Sonnenuntergang wird deutlich, dass die beschriebenen Ausweichströmungen den Verlust kaltluftproduzierender Fläche im Talsystem Münchhäuslesgraben/Tannengraben ausgeglichen haben, so dass sich dort keine wesentlichen Unterschiede bzgl. Kaltfluthöhe mehr ergeben. Durch den weiterhin steten Zufluss aus der Tiefenlinie an der Hüsinger Straße ergibt sich jedoch am Oberhang des Plangebietes ein Kaltluftstau, welcher auf die erhöhte Bodenreibung durch die Bebauung im Plangebiet zurückzuführen ist. Demgegenüber steigen die bodennahen Windgeschwindigkeiten vor allem in der südöstlichen Umströmung des Plangebietes deutlich an.

Dies setzt sich so auch fort, wenn ab **> 3 Stunden** nach Sonnenuntergang die Ausläufer des „Wiesentäler Kaltluftstromes“ den Bereich des Plangebietes erreichen.

6.2.2 Kaltluftvolumenstrom

Die Differenzbetrachtungen zum Kaltluftvolumenstrom zeigen zum Zeitpunkt **0,5 Stunden** nach Sonnenuntergang bzgl. des Kaltluftvolumenstromes keine wesentlichen Unterschiede zwischen dem IST-Zustand und dem PLAN-Zustand. Dies liegt darin begründet, dass zu diesem Zeitpunkt der Beitrag des Plangebietes zu den wesentlichen Strömungen im Talsystem Münchhäuslesgraben/Tannengraben verhältnismäßig gering ist.

Dies gilt auch zum Zeitpunkt **1 Stunde** nach Sonnenuntergang fort, zu dem sich die zukünftige Nutzung des Plangebietes in einer geringfügigen Verringerung des Volumenstromes im Talsystem Münchhäuslesgraben/Tannengraben äußert; dies vor allem auf der gesamten Fläche und nicht gebündelt in einzelnen Linien. Am Oberhang am nordöstlichen Rand des Plangebietes sind leichte Rückgänge der Volumenströme zu verzeichnen. Dies ist auf die Teilströmung aus dem Bereich Hüsinger Straße zurückzuführen, welche in den Bereich südöstlich des Plangebietes verdrängt wird.

Erst **2 Stunden** nach Sonnenuntergang, wenn sich die Kaltluftströmungen in den beiden Talsystemen in der unmittelbaren Umgebung des Plangebietes voll ausgebildet haben und die Überströmung des Flöhbergs ihr Maximum erreicht, ergeben sich im Plangebiet deutliche Rückgänge der Volumenströme. Das Plangebiet fungiert zu diesem Zeitpunkt als untergeordnete Strömungsbahn für die Kaltluftströme, die aus der Tiefenlinie an der Hüsinger Straße in das tiefergelegene Talsystem Münchhäuslesgraben/Tannengraben fließen. Der durch das Plangebiet erzeugte Widerstand äußert sich außerhalb des Plangebietes in abnehmenden Volumenströmen in beiden das Plangebiet umgebenden Tiefenlinien.

Dieses grundsätzliche Muster bleibt so lange erhalten, bis die Hauptströmung im Wiesental die Randhöhen, also auch das Plangebiet, erfasst und die unmittelbare lokale Kaltluftdynamik mit Strömungen aus Nordwest überprägt.

6.3 Schlussfolgerungen

6.3.1 Schlussfolgerungen zur derzeitigen Kaltluftdynamik im Bereich des Plangebietes Bühl III

Lokale Kaltluftbildung und Hangwinde im Bereich des Plangebietes

- In der Frühphase der Kaltluftdynamik ergeben sich vor allem flächige Kaltluftabflüsse aus dem Plangebiet Richtung des Talsystems Münchhäuslesgraben/Tannengraben.
- Während sich im weiteren Verlauf in den Talbereichen zügig größere Kaltluftmächtigkeiten ergeben, bleiben diese im Plangebiet topographiebedingt gering. Die bodennahe Windrichtung entwickelt sich zu Nordwest (ca. 60 Grad). Durch die Überströmung des Kamms des Flöhbergs durch Kaltluft aus der Tiefenlinie an der Hüsinger Straße ergeben sich zügig und anhaltend höhere bodennahe Windgeschwindigkeiten, als dies durch die unmittelbare Topographie des Plangebietes zu erklären wäre.

Generell trägt das Plangebiet aufgrund seiner Topographie und seiner derzeitigen Nutzung zur lokalen Kaltluftbildung bei. Die hier produzierte Kaltluft fließt dem Talsystem Münchhäuslesgraben/Tannengraben zu und damit in Richtung Wiesental.

Kaltluftleitbahnen und größere flächige Kaltluftströmungen mit Bezug zum Plangebiet

- In der Frühphase der Kaltluftdynamik ergeben sich im Plangebiet keine relevanten Volumenströme.
- Erst 2 Stunden nach Sonnenuntergang, wenn sich die Kaltluftströmungen in den beiden Talsystemen in der unmittelbaren Umgebung des Plangebietes voll ausgebildet haben und die Überströmung des Flöhbergs ihr Maximum erreicht, ergeben sich im Plangebiet größere Volumenströme.
- Im weiteren Verlauf der Nacht wird das Plangebiet von den nahezu talparallel verlaufenden Ausläufern des „Wiesentäler Kaltluftstromes“ erfasst und überströmt.

Generell ergeben sich erst durch die Überströmung des Plangebietes mit Kaltluft aus der Tiefenlinie der Hüsinger Straße und im weiteren Verlauf der Nacht von Ausläufern des „Wiesentäler Kaltluftstromes“ relevante Volumenströme im Plangebiet. Diese Volumenströme gehen jedoch nicht auf Plangebiet selbst zurück.

6.3.2 Schlussfolgerungen zur geplanten Entwicklung des Plangebietes Bühl III

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

- Im Plangebiet selbst, aber auch in Bereichen, denen die bereits in der Frühphase im Plangebiet gebildete Kaltluft zugeflossen ist, ergeben sich Rückgänge der Kaltluftmächtigkeiten. Dies betrifft vor allem das unmittelbare Umfeld des Plangebietes stromabwärts in Richtung Wiesental. Im Plangebiet gehen die ohnehin geringen und daher klimatologisch wenig bedeutsamen bodennahen Kaltluftfließgeschwindigkeiten zurück, während sich außerhalb des Plangebietes die bodennahen Kaltluftfließgeschwindigkeiten erhöhen. Durch das mit dem Plangebiet neu entstehende Hindernis ergibt sich im Luv des Plangebietes eine geringfügige Erhöhung der Kaltluftmächtigkeiten. Dies insbesondere in dem Zustrombereich am nordöstlichen Rand des Plangebietes.
- Ab ca. **1 Stunde** nach Sonnenuntergang vergrößert und verlagert sich der Bereich geringerer Kaltluftmächtigkeit, jedoch erreicht die Verringerung der Kaltluftmächtigkeit in weiten Teilbereichen nur ein sehr geringes Niveau von ca. 1-2 m geringerer Kaltluftmächtigkeit. Besonders stark herabgesetzt ist die Kaltluftmächtigkeit naturgemäß im Plangebiet. Weiterhin zeigt sich ein deutlicher Kaltluftstau am nordöstlichen Rand des Plangebietes, wo Kaltluft aus der nördlich gelegenen Tiefenlinie an der Hüsinger Straße zufließt.
- Ab ca. **2 Stunden** nach Sonnenuntergang nivellieren sich die planungsbedingten Unterschiede der Kaltluftmächtigkeit und der bodennahen Kaltluftfließgeschwindigkeit deutlich, jedoch verstärkt sich der Kaltluftstau am nordöstlichen Rand des Plangebietes wegen des kontinuierlich ansteigenden Zuflusses aus Richtung Nord erheblich.

Dies bleibt im weiteren Verlauf der nach so lange erhalten bis sich ein Rückstau an Kaltluft aus dem Wiesental einstellt und die bodennahe Strömung stärker durch den auf die Randhöhen übergreifenden Wiesentäler Kaltluftstrom überprägt wird.

Generell verringert sich die Lieferung von Kaltluft aus dem Plangebiet durch eine Bebauung naturgemäß, was sich wegen des unmittelbaren Wirkraumbezugs – wenn auch in sehr geringem Ausmaß – negativ auswirkt. Durch eine Umströmung des Plangebietes nivellieren sich diese sehr geringen Veränderungen mit Fortdauer der Nacht.

Bestehende Siedlungsbereiche in der näheren Umgebung sowie stromabwärts in Ortskern von Lörrach-Brombach oder in der Kernstadt von Lörrach werden jedoch durch das Plangebiet in Bezug zu Kaltluftabflüssen nicht erheblich benachteiligt. Eine Bebauung des Plangebietes hat keinen wesentlichen Einfluss auf die Kaltluftströmungen im Wiesental, welche weiterhin die Siedlungskerne von Lörrach-Brombach sowie Lörrach mit Kaltluft versorgen.

Mit dem aktuellen städtebaulichen Entwurf ist den genannten Punkten in Bezug auf die vorliegend untersuchten lokalklimatischen Zusammenhänge genüge getan.

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

- Wegen der Topographie des Plangebietes ergeben sich in der **Frühphase** der Kaltluftdynamik im Plangebiet keine relevanten Volumenströme. Dies ändert sich auch bei einer Bebauung des Plangebiets nicht wesentlich.
- Erst **2 Stunden** nach Sonnenuntergang, wenn sich die Kaltluftströmungen in den beiden Talsystemen in der unmittelbaren Umgebung des Plangebietes voll ausgebildet haben und die Überströmung des Flöhbergs ihr Maximum erreicht, ergeben sich im Plangebiet deutliche Rückgänge der Volumenströme, da das Plangebiet für diese Teilströmung als untergeordnete Strömungsbahn fungiert.
- Ab **> 3 Stunden** nach Sonnenuntergang treffen die Ausläufer des „Wiesentäler Kaltluftstromes“ auf den Bereich des Plangebietes. Diese Überströmen das Plangebiet etwa aus der gleichen Richtung wie die Überströmung, welche als Teilströmung aus der Tiefenlinie der Hüsender Straße das Plangebiet erreicht.
- Der durch das Plangebiet erzeugte Widerstand für die Teilströmung sowie die Ausläufer des „Wiesentäler Kaltluftstromes“ wird teilweise durch eine Umströmung kompensiert.

Generell ergibt sich durch das Plangebiet Bühl III keine erhebliche Beeinträchtigung und Verlagerung wesentlicher Kaltluftvolumenströme, da das Plangebiet lediglich Teil einer untergeordneten Teilströmung bzw. einer randlichen Überströmung ist. Auch wenn die Teilströmung wenig relevant ist, kann und sollte diese geringe Beeinträchtigung durch planerische Maßnahmen im Plangebiet minimiert werden (siehe Kap. 6.4).

Durch eine Bebauung des Plangebietes ergibt sich keine erhebliche Beeinträchtigung wesentlicher Kaltluftströmungen sowie keine erhebliche Benachteiligung bestehender Siedlungsbereiche. Für die Bewohner im Plangebiet kann sich die modelltechnisch festgestellte Überströmung des Kamms des Flöhbergs mit Kaltluft aus der Tiefenlinie der Hüsender Straße sowie das Hinzutreten des „Wiesentäler Kaltluftstromes“ im weiteren Verlauf der Nacht als lokalklimatisch günstig erweisen.

Mit dem aktuellen städtebaulichen Entwurf ist den genannten Punkten in Bezug auf die vorliegend untersuchten lokalklimatischen Zusammenhänge genüge getan.

6.4 Planungshinweise für das Plangebiet Bühl III

Die Planungsempfehlungen für das Plangebiet Bühl III ergeben sich aus den Ergebnissen der Kaltluftabflussberechnungen für den IST- und den PLAN-Zustand sowie den daraus gebildeten Differenzbetrachtungen.

Für die Bauleitplanung ergeben sich aus lokalklimatischer Sicht die folgenden Empfehlungen zur Minderung der klimatischen Auswirkungen der geplanten Bebauung:

- Einplanung einer Durchlässigkeit der Bebauung rechtwinklig zum Hang etwa parallel zu dem genannten landwirtschaftlichen Weg (ca. 60° gegen Nord) mit geringer Rauigkeit (dies können Straßenzüge oder Freihaltebereiche zwischen Häusern sein) zur Durchleitung flacher Hangwinde sowie größerer Volumenströme in das Talsystem Münchhäuslesgraben/Tannengraben und damit weiter Richtung Lörrach-Brombach bzw. das Wiesental.
- Generelles Vermeiden von längeren, quer zum Hang verlaufenden Querriegeln.
- Begrünung von Dächern und sonstigen Bereichen innerhalb des Plangebietes zur bestmöglichen Kompensation des Verlustes kaltluftproduzierender Fläche.

Den vorgenannten Punkten ist mit dem aktuellen städtebaulichen Entwurf in Bezug auf die vorliegend untersuchten lokalklimatischen Zusammenhänge genüge getan.

7 Zusammenfassung

Die Stadt Lörrach plant derzeit die Ausweisung des allgemeinen Wohngebietes „Bühl III“ im Stadtteil Brombach. Direkt nördlich bzw. westlich an das Plangebiet anschließend befinden sich die Wohngebiete Bühl I und Bühl II sowie östlich und südlich der landwirtschaftlich genutzte Außenbereich.

Das Plangebiet Bühl III umfasst eine Fläche von ca. 4,7 ha bisher landwirtschaftlich genutzter Flächen, welche nun einer Nutzung als Wohngebiet zugeführt werden sollen.

Die vorgesehene Nutzung dieser Freifläche 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 zu bewerten.

Im Auftrag der Stadt Lörrach werden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung die möglichen Auswirkungen einer Nutzung bzw. Bebauung auf das Lokalklima 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, denen die bereits in der Frühphase im Plangebiet gebildete Kaltluft zugeflossen ist, ergeben sich Rückgänge der Kaltluftmächtigkeiten. Dies betrifft vor allem das unmittelbare Umfeld des Plangebietes stromabwärts in Richtung Wiesental. Im Plangebiet gehen die ohnehin geringen und daher klimatologisch wenig bedeutsamen bodennahen Kaltluftfließgeschwindigkeiten zurück, während sich außerhalb des Plangebietes die bodennahen Kaltluftfließgeschwindigkeiten erhöhen. Durch das mit dem Plangebiet neu entstehende Hindernis ergibt sich im Luv des Plangebietes eine geringfügige Erhöhung der Kaltluftmächtigkeiten. Dies insbesondere in dem Zustrombereich am nordöstlichen Rand des Plangebietes.
- Ab ca. **1 Stunde** nach Sonnenuntergang vergrößert und verlagert sich der Bereich geringerer Kaltluftmächtigkeit, jedoch erreicht die Verringerung der Kaltluftmächtigkeit in weiten Teilbereichen nur ein sehr geringes Niveau von ca. 1-2 m geringerer Kaltluftmächtigkeit. Besonders stark herabgesetzt ist die Kaltluftmächtigkeit naturgemäß im Plangebiet. Weiterhin zeigt sich ein deutlicher Kaltluftstau am nordöstlichen Rand des Plangebietes, wo Kaltluft aus der nördlich gelegenen Tiefenlinie an der Hüfinger Straße zufließt.
- Ab ca. **2 Stunden** nach Sonnenuntergang nivellieren sich die planungsbedingten Unterschiede der Kaltluftmächtigkeit und der bodennahen Kaltluftfließgeschwindigkeit deutlich, jedoch verstärkt sich der Kaltluftstau am nordöstlichen Rand des Plangebietes wegen des kontinuierlich ansteigenden Zuflusses aus Richtung Nord erheblich.

Dies bleibt im weiteren Verlauf der nach so lange erhalten bis sich ein Rückstau an Kaltluft aus dem Wiesental einstellt und die bodennahe Strömung stärker durch den auf die Randhöhen übergreifenden Wiesentäler Kaltluftstrom überprägt wird.

Generell verringert sich die Lieferung von Kaltluft aus dem Plangebiet durch eine Bebauung naturgemäß, was sich wegen des unmittelbaren Wirkraumbezugs – wenn auch in sehr geringem Ausmaß – negativ auswirkt. Durch eine Umströmung des Plangebietes nivellieren sich diese sehr geringen Veränderungen mit Fortdauer der Nacht.

Bestehende Siedlungsbereiche in der näheren Umgebung sowie stromabwärts in Ortskern von Lörrach-Brombach oder in der Kernstadt von Lörrach werden jedoch durch das Plangebiet in Bezug zu Kaltluftabflüssen nicht erheblich benachteiligt. Eine Bebauung des Plangebietes hat keinen wesentlichen Einfluss auf die Kaltluftströmungen im Wiesental, welche weiterhin die Siedlungskerne von Lörrach-Brombach sowie Lörrach mit Kaltluft versorgen.

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

- Wegen der Topographie des Plangebietes ergeben sich in der **Frühphase** der Kaltluftdynamik im Plangebiet keine relevanten Volumenströme. Dies ändert sich auch bei einer Bebauung des Plangebiets nicht wesentlich.
- Erst **2 Stunden** nach Sonnenuntergang, wenn sich die Kaltluftströmungen in den beiden Talsystemen in der unmittelbaren Umgebung des Plangebietes voll ausgebildet haben und die Überströmung des Flöhbergs ihr Maximum erreicht, ergeben sich im Plangebiet deutliche Rückgänge der Volumenströme, da das Plangebiet für diese Teilströmung als untergeordnete Strömungsbahn fungiert.
- Ab **> 3 Stunden** nach Sonnenuntergang treffen die Ausläufer des „Wiesentäler Kaltluftstromes“ auf den Bereich des Plangebietes. Diese Überströmen das Plangebiet etwa aus der gleichen Richtung wie die Überströmung, welche als Teilströmung aus der Tiefenlinie der Hüsender Straße das Plangebiet erreicht.
- Der durch das Plangebiet erzeugte Widerstand für die Teilströmung sowie die Ausläufer des „Wiesentäler Kaltluftstromes“ wird teilweise durch eine Umströmung kompensiert.

Generell ergibt sich durch das Plangebiet Bühl III keine erhebliche Beeinträchtigung und Verlagerung wesentlicher Kaltluftvolumenströme, da das Plangebiet lediglich Teil einer untergeordneten Teilströmung bzw. einer randlichen Überströmung ist. Auch wenn die Teilströmung wenig relevant ist, kann und sollte diese geringe Beeinträchtigung durch planerische Maßnahmen im Plangebiet minimiert werden (siehe Kap. 6.4).

Durch eine Bebauung des Plangebietes ergibt sich keine erhebliche Beeinträchtigung wesentlicher Kaltluftströmungen sowie keine erhebliche Benachteiligung bestehender Siedlungsbereiche. Für die Bewohner im Plangebiet kann sich die modelltechnisch festgestellte Überströmung des Kamms des Flöhbergs mit Kaltluft aus der Tiefenlinie der Hüsender Straße sowie das Hinzutreten des „Wiesentäler Kaltluftstromes“ im weiteren Verlauf der Nacht als lokalklimatisch günstig erweisen.

Planungshinweise für das Plangebiet Bühl III

Die Planungsempfehlungen für das Plangebiet Bühl III ergeben sich aus den Ergebnissen der Kaltluftabflussberechnungen für den IST- und den PLAN-Zustand sowie den daraus gebildeten Differenzbetrachtungen.

Für die Bauleitplanung ergeben sich aus lokalklimatischer Sicht die folgenden Empfehlungen zur Minderung der klimatischen Auswirkungen der geplanten Bebauung:

- Einplanung einer Durchlässigkeit der Bebauung rechtwinklig zum Hang etwa parallel zu dem genannten landwirtschaftlichen Weg (ca. 60° gegen Nord) mit geringer Rauigkeit (dies können Straßenzüge oder Freihaltebereiche zwischen Häusern sein) zur Durchleitung flacher Hangwinde sowie größerer Volumenströme in das Talsystem Münchhäuslesgraben/Tannengraben und damit weiter Richtung Lörrach-Brombach bzw. das Wiesental.
- Generelles Vermeiden von längeren, quer zum Hang verlaufenden Querriegeln.
- Begrünung von Dächern und sonstigen Bereichen innerhalb des Plangebietes zur bestmöglichen Kompensation des Verlustes kaltluftproduzierender Fläche.

Den vorgenannten Punkten ist mit dem aktuellen städtebaulichen Entwurf in Bezug auf die vorliegend untersuchten lokalklimatischen Zusammenhänge genüge getan.

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 Lörrach (2020): Unterlagen zum Plangebiet „Bühl III“; Stadt Lörrach, Fachbereich Vermessung 010/2020
- /2/ iMA Richter & Röckle (2016): Klimaanalyse Stadt Lörrach
- /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

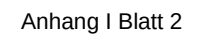
- /9/ Baugesetzbuch (BauGB) i.d.F. vom 03. November 2017
- /10/ BImSchG - Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge i.d.F 17. Mai 2013
- /11/ 39. BImSchV - Verordnung über 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



Anhang II

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

