

Auftraggeber: DBA Deutsche Bauwert AG
Pariser Ring 1
76532 Baden-Baden

**Fachgutachterliche Stellungnahme zu den lokalklima-
tischen Auswirkungen der Planung im Rahmen des
städtebaulichen Entwurfs zum Projekt
Reichswaisenhaus Areal Lahr**

Projekt-Nr.: 17-05-05-FR
Umfang: 26 Seiten
Datum: 4. Dezember 2017
Bearbeiter: Dr. Rainer Röckle, Diplom-Meteorologe
Dr. Christine Ketterer, M.Sc. in Climate Sciences
IMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG
Eisenbahnstraße 43
79098 Freiburg
Tel.: 0761/ 202 1662
Fax: 0761/ 202 1671
E-mail: roeckle@ima-umwelt.de

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung	5
2	Standort und örtliche Gegebenheiten	5
3	Planung	5
4	Klimatologische Verhältnisse im Untersuchungsraum	8
5	Nächtliche Kaltluftsituation	10
5.1	Entstehung von Kaltluftabflüssen	10
5.2	Zeitlicher Verlauf von Kaltluftabflüssen	10
5.3	Häufigkeit von Kaltluftabflüssen	11
6	Klimawandel	11
7	Kaltluftabfluss-Simulationen	12
7.1	Simulations- und Beurteilungsgebiet	12
7.2	Ergebnisse der Simulationsrechnungen	14
7.3	Auswirkungen der geplanten Bebauung	15
8	Bewertung und Planungshinweise	17
9	Zusammenfassung	18
	Literatur	19
	Anlage: Abbildungen	20

1 Situation und Aufgabenstellung

Die DBA Deutsche Bauwert AG beabsichtigt Wohnbebauung auf einem ca. 6,3 ha großen Gelände in Hanglage, dem historischen Reichswaisenhaus-Areal in Lahr, zu errichten. Für die Bebauung müssen teilweise bestehende Gebäude und Gehölzbestände entfernt werden. Denkmalgeschützte Gebäude werden erhalten.

Das Gebiet liegt zwischen Bürklinstraße im Süden und der Altvaterstraße und etwas darüber hinaus im Norden. Der überplante Bereich liegt im Bebauungsplangebiet Altenberg.

Da das Gebiet die besondere Klimafunktion „Kaltluftabfluss“ aufweist, müssen insbesondere die Auswirkungen der geplanten Bebauung auf die abend- und nächtlichen Kaltluftabflüsse betrachtet werden.

Kaltluftabflüsse treten in klaren, windschwachen Nächten auf. Dabei handelt es sich in Hanglagen um flache, oftmals nur wenige Meter mächtige Strömungen (Hangabwind). In Tälern findet man dagegen meist mächtige und intensive Kaltluftströme (Bergwinde). An thermisch belasteten Tagen können Kaltluftabflüsse durch Frischluftzufuhr zu einer Abkühlung und damit zu verträglicheren kleinklimatischen Bedingungen führen. Kaltluftabflüsse treten verstärkt bei hohen Temperaturunterschieden zwischen Tag und Nacht vom Frühling bis in den Spätherbst auf.

2 Standort und örtliche Gegebenheiten

Das Reichswaisenhaus-Areal liegt am östlichen Siedlungsrand von Lahr am Talausgang des Schuttertals. Es liegt am Südhang des bewaldeten Gewanns „Altvater“ und erstreckt sich auf den Höhenbereich von 205 bis ca. 250 m. Der Talgrund liegt bei ca. 175 m und die Randhöhen erreichen über 400 m.

Im Norden des Areals schließt Waldbestand an, im Süden Wohnbebauung.

Abbildung 3-1 zeigt ein Foto von der gegenüberliegenden Talseite mit Blick auf den Altvater. Das Reichswaisenhaus ist als markantes Gebäude im Plangebiet gut zu erkennen.

In Abbildung 3-2 ist die Lage in der topografischen Karte skizziert. Das Plangebiet fällt nach Süden hin ins Schuttertal ab.

Abbildung 3-3 zeigt eine perspektivische Ansicht des Schuttertalausgangs mit der skizzierten Lage des Plangebiets. Derzeit befinden sich das ehemalige Reichswaisenhaus und das Thaederhaus im Umgriff des Plangebiets. Weiterhin sind älterer Baumbestand und offene Wiesenstücke sowie die Zuwegungen zu den bestehenden Gebäuden vorhanden.

3 Planung

Im Planfall wird die Bebauung nördlich der Bürklinstraße um zwei Gebäudereihen erweitert und die Bebauung am Altvaterweg weiterentwickelt. Abbildung 3-4 zeigt den städtebaulichen Entwurf des Reichswaisenhaus Areals Lahr.



Abbildung 3-1: Foto des Plangebiets von der gegenüber liegenden Talseite.

Eine perspektivische Darstellung des Untersuchungsgebiets und der Umgebung ist in Abbildung 3-3 dargestellt.

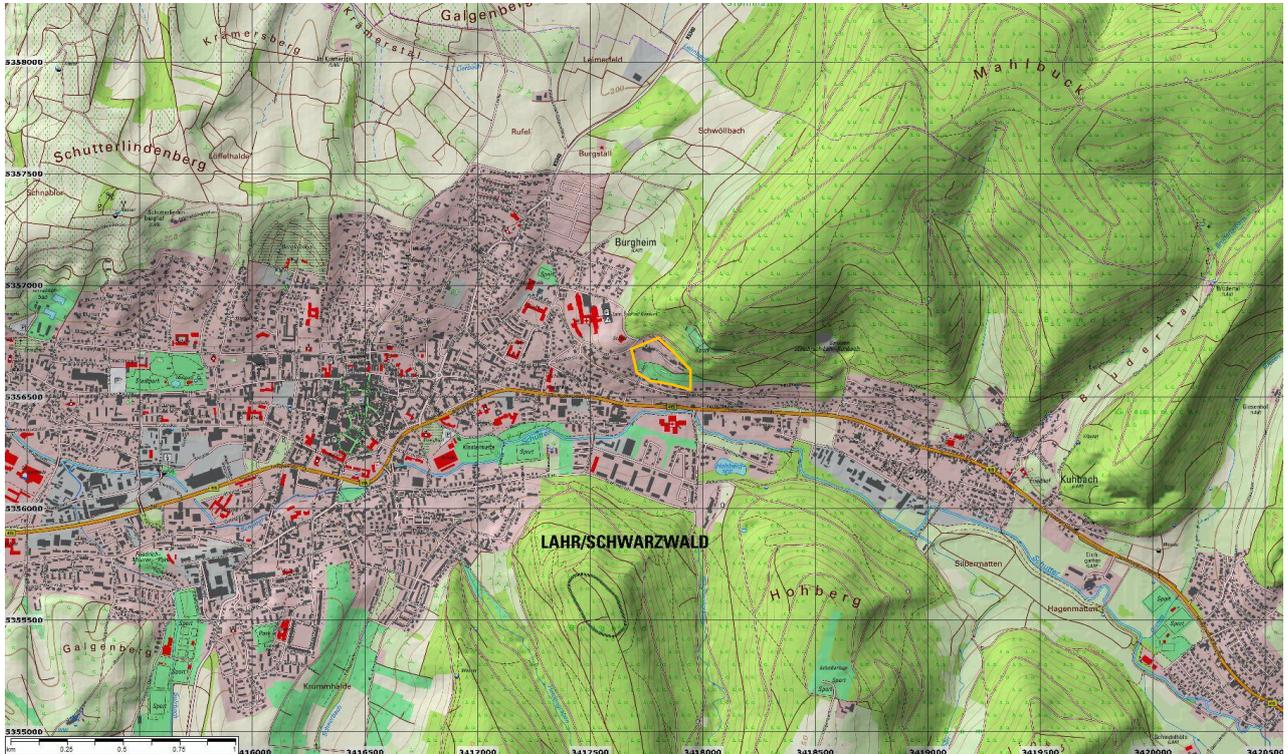


Abbildung 3-2: Ausschnitt aus der Topografischen Karte 1:25.000 mit Plangebiet (schematisch)

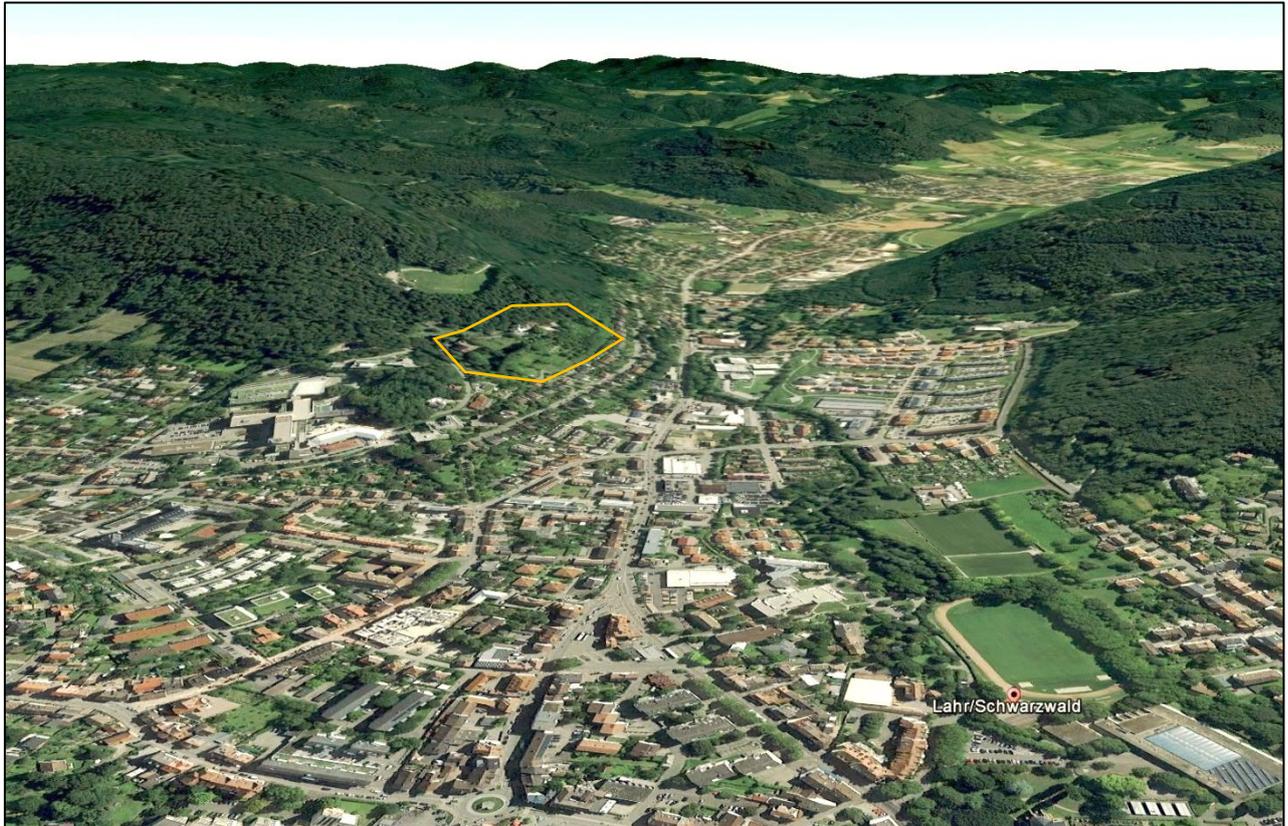


Abbildung 3-3: Perspektivische Ansicht des Untersuchungsgebiets mit Blick nach Osten. (Quelle: Google-Earth). Plangebiet skaliert



Abbildung 3-4: Planung

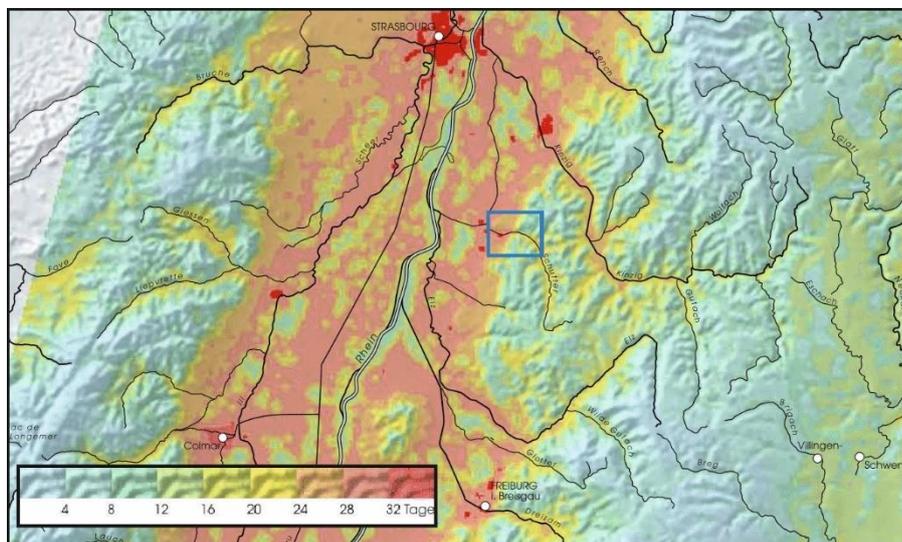
4 Klimatologische Verhältnisse im Untersuchungsraum

Das Klima im Untersuchungsgebiet wird geprägt durch seine Lage am östlichen Rand des Rheintals im Bereich der Randhöhen des Schwarzwalds. Die Winter sind in der Tallage meist mild, die Sommer vorwiegend heiß. Tabelle 4-1 zeigt die klimatologischen Kennzahlen, die mittlere jährliche Lufttemperatur, die mittlere Sonnenscheindauer und die mittleren Niederschlagsmengen für die Station Lahr Wetterwarte (am Flugplatz). Im Stadtgebiet Lahr werden tendenziell etwas höhere Häufigkeiten und eine höhere Mitteltemperatur erwartet. Zur Einordnung sind zusätzlich noch die Stationen Karlsruhe und Freiburg dargestellt.

Tabelle 4-1: Kennzahlen (Bezugszeitraum 1981-2010) in Lahr, Karlsruhe und Freiburg (Quelle: DWD, http://www.dwd.de/DE/leistungen/klimadatendeutschland/langj_mittelwerte.html)

Kennzahlen	Einheit	Lahr /Flugh.	Karlsruhe	Freiburg
Höhe	<i>m</i>	155	112	236
Eistage	<i>d</i>	14.1	11.1	11.9
Frosttage	<i>d</i>	68.4	60.7	57.3
Sommertage	<i>d</i>	58.9	68.0	60.4
Heiße Tage	<i>d</i>	13.5	21.4	15.4
Mitteltemperatur	°C	10.8	11.0	11.4
Sonnenscheindauer	<i>h</i>	1728	1805	1768
Niederschlag	<i>mm</i>	835	783	934

Eistage Tage mit Tagesmaximum der Temperatur < 0 °C
 Frosttage Tage mit Tagesminimum der Temperatur < 0 °C
 Sommertage Tage mit Tagesmaximum der Temperatur ≥ 25 °C
 Heiße Tage Tage mit Tagesmaximum der Temperatur ≥ 30 °C
 Temperatur Mittel der Temperatur in 2 m über dem Erdboden
 Niederschlag Mittlere Jahressumme der Niederschlagshöhe
 Sonnenscheindauer Mittlere Jahressumme der Sonnenscheindauer



Die Verhältnisse in Lahr sind soweit typisch für den Oberrheingraben. Entsprechend sind insbesondere in den Sommermonaten erhöhte thermische Belastungen vorhanden (vgl. Abbildung 4-1).

Abbildung 4-1: Tage mit Wärmebelastung (aus REKLIP-Atlas, 1995)

Die Windverhältnisse im Raum Lahr werden durch den Verlauf des Oberrheingrabens und des Schuttertals geprägt. Durch die hohen Randhöhen findet man im Schuttertal eine Kanalisierung in Tallängsrichtung, d.h. im Bereich des Plangebiets treten am häufigsten West- und Ostwinde auf. Zum Rheingraben hin, ändern sich die Häufigkeiten zunehmend auf Südwest- und Nordostrichtungen. Die LUBW hat von 1991 bis 1992 Messungen in Lahr durchgeführt. An der Messstelle südwestlich der Innenstadt (vgl. Abbildung 4-2) wurden hauptsächlich Südwestwinde gemessen. Ein sekundäres Maximum lag bei Winden aus östlicher bis nördlicher Richtung.

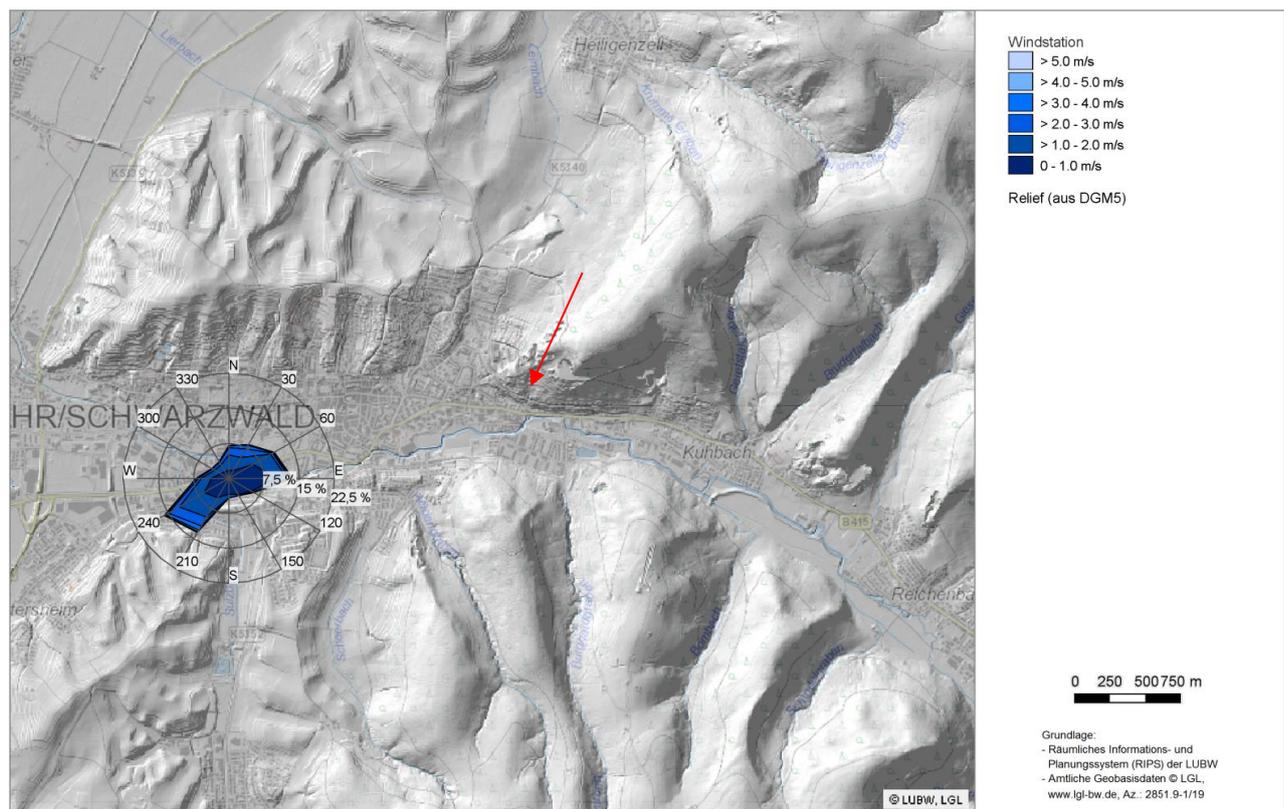


Abbildung 4-2: Gemessene Windverhältnisse in Lahr (LUBW-Station, 1911-1992). Das Plangebiet ist durch einen Pfeil gekennzeichnet.

Neben den auf großräumigen Druckunterschieden basierenden Winden, treten in windschwachen und wolkenarmen Nächten Kaltluftabflüsse auf, die eine hohe Relevanz für die Belüftung bei austauschbaren Verhältnissen haben. Auf Kaltluftabflüsse wird im nächsten Kapitel eingegangen. Die Kaltluftabflusssituation im Plangebiet wird mit Hilfe eines höher aufgelösten Simulationsmodells in Kapitel 7 bestimmt, das speziell für diese Fragestellung entwickelt wurde.

5 Nächtliche Kaltluftsituation

5.1 Entstehung von Kaltluftabflüssen

In klaren windschwachen Nächten ist die Energieabgabe der Boden- und Pflanzenoberflächen aufgrund der Wärmeausstrahlung größer als die Gegenstrahlung der Luft. Dieser Energieverlust verursacht eine Abkühlung der Boden- und Pflanzenoberfläche, so dass die Bodentemperatur niedriger als die Lufttemperatur ist. Durch den Kontakt zwischen dem Boden und der Umgebungsluft bildet sich somit eine bodennahe Kaltluftschicht. Diese ist umso ausgeprägter, je negativer die Strahlungsbilanz, je geringer die Wärmezufuhr aus den tieferen Bodenschichten und je schwächer der Luftaustausch mit der darüberliegenden Atmosphäre ist.

In ebenem Gelände bleibt die bodennahe Kaltluft an Ort und Stelle liegen. In geneigtem Gelände setzt sie sich infolge von horizontalen Dichteunterschieden (kalte Luft besitzt eine höhere Dichte als warme Luft) hangabwärts in Bewegung. Dieser Prozess ist von der Hangneigung und dem Dichteunterschied abhängig. Die Reibungskraft bremst die abfließende Luft. Die beschriebenen Vorgänge sind in der Regel zeitlich nicht konstant, d.h. es kommt zu „pulsierenden“ Kaltluftabflüssen.

In Geländeeinschnitten fließen die Hangabwinde zusammen und es kann ein mehr oder weniger mächtiger Talabwind (= Bergwind) entstehen. Die vertikale Mächtigkeit des Talabwinds und die Geschwindigkeit hängen im Wesentlichen von der Fläche des Einzugsgebiets, der Kaltluftproduktionsrate, dem Talgefälle und den „Rauigkeiten“ im Talbereich ab. Die Fließrichtung wird durch die Geländeform bestimmt. Als Leitlinien dieses Kaltluftabflusses treten talwärts führende Einsenkungen des Geländes wie z.B. Seitentäler, Schluchten und Rinnen in Erscheinung.

In tiefer gelegenen konkaven Geländeformen wie z.B. in Tälern, Talkesseln, Schluchten und Mulden kann sich die Kaltluft sammeln und es kann sich ein Kaltluftsee ausbilden. In dieser stagnierenden Kaltluft können sich intensive Inversionen ausbilden, die den vertikalen Luftaustausch deutlich reduzieren.

Die Kaltluftentstehung und der Kaltluftabfluss hängen somit von folgenden Faktoren ab:

- meteorologische Verhältnisse
- Flächennutzung
- Geländeform und -exposition

5.2 Zeitlicher Verlauf von Kaltluftabflüssen

Hangabwinde setzen ein, wenn sich der Erdboden deutlich abkühlt. Dies ist, abhängig von der Exposition des Hanges, in den Nachmittags- und Abendstunden der Fall. An nicht-besonnten Hängen setzen die Hangabwinde bereits vor Sonnenuntergang ein. Sie dauern die Nacht über an, sofern sie nicht von einem stärkeren Bergwind (Talabwind) überlagert werden. Wenn der Hang am Morgen wieder besonnt wird, endet der Hangabwind.

Bergwinde setzen gegenüber den Hangabwinden später ein. Sie beginnen meist erst nach Sonnenuntergang. In den Morgenstunden dauern sie länger an.

5.3 Häufigkeit von Kaltluftabflüssen

Kaltluftabflüsse treten bei windschwachen und gleichzeitig wolkenarmen Wetterlagen auf, da in diesen Fällen gute Ausstrahlungsbedingungen vorliegen und die bodennah gebildete Kaltluftschicht nicht durch Turbulenzen zerstört wird.

In großen Tälern bilden sich Bergwinde auch bei Wetterlagen mit höheren Windgeschwindigkeiten und selbst bei teilweise bewölktem Wetter aus. So tritt der Freiburger Höllentäler auch dann noch auf, wenn die Windgeschwindigkeiten im Feldbergniveau (1500 m) bis ca. 7 m/s betragen. Bei höheren Windgeschwindigkeiten kann der Bergwind nicht mehr entstehen, da die Höhenströmung bis zum Boden durchgreift und die Kaltluft auflöst. Basierend auf diesen Randbedingungen kann abgeschätzt werden, dass in ca. 40% der Nachtstunden mit Bergwinden zu rechnen ist.

Die geringmächtigeren Hangabwinde reagieren wesentlich empfindlicher auf übergeordnete Strömungen. In windgeschützten Lagen (z.B. Waldschneisen) bilden sich Kaltluftabflüsse häufig aus, während in exponierten Lagen nur bei ausgesprochen schwachwindigen Strahlungswetterlagen ein ausgeprägter Abfluss auftritt. Heldt und Höschele (1989) geben an, dass bei Windgeschwindigkeiten, die in 50 m über Grund mehr als 5 m/s betragen, praktisch nur noch in geschützten Tälern Hangwinde auftreten, während bei weniger als 3 m/s die Hangwind-Wahrscheinlichkeit auf überdurchschnittliche Werte ansteigt. Auch der Tagesgang der Temperatur ist mit dem Kaltluftabfluss korreliert. Falls die Differenz der Maximal- und Minimaltemperatur innerhalb eines Tages mehr als 10 C beträgt, ist die Auftretswahrscheinlichkeit von Hangabwinden überdurchschnittlich hoch.

Dieser Befund wird auch durch den Jahresgang der Auftretswahrscheinlichkeit bestätigt. Das Maximum von Kaltluftabflüssen wird im Spätsommer/Frühherbst beobachtet. In den Wintermonaten ist die Wahrscheinlichkeit, auch aufgrund der Nebellagen, am geringsten.

6 Klimawandel

Der Klimawandel findet auch in Baden-Württemberg statt. So stiegen die Lufttemperaturen seit den 80er Jahren in Baden-Württemberg um ca. 1°C im Jahresmittel an. Dies führte vor allem zu milderen Wintern. Bis zum Jahr 2050 sollen die Temperaturen weiter ansteigen – je nach Szenario zwischen 0,8 und 1,7°C (LUBW, 2010).

Insbesondere in den Ebenen (Hochrheingraben, Oberrheingraben) nimmt die Zahl der Sommertage¹ nach den Berechnungen nochmals deutlich zu. Für Karlsruhe wird eine Steigerung von derzeit etwa 60 Tagen auf 80 Tage erwartet.

Auch die winterlichen Niederschläge nehmen je nach Region zu. Damit verbunden ist eine Zunahme von Hochwasserereignissen.

Besonders deutlich wird der Klimawandel aber durch die erwartete Zunahme von Extremen. Lange Trockenperioden, Hitzeperioden und Extremniederschläge machen nicht nur dem Menschen zu schaffen, sondern haben Auswirkungen auf den Naturhaushalt.

¹ Tage mit Maximaltemperaturen über 25°C

7 Kaltluftabfluss-Simulationen

Um die Wirkungsbereiche der nächtlichen Kaltluftabflüsse im Untersuchungsgebiet zu analysieren, wurden Simulationsrechnungen mit dem numerischen Modell DFM V2.60 (Röckle, Richter, 1998-2014) durchgeführt. Das Modell liefert, abhängig von Orographie und Landnutzung, die vertikal gemittelten Strömungsgeschwindigkeiten und die Kaltluftmächtigkeit im Simulationsgebiet. Es entspricht in den Grundzügen dem Modell KLAM_96 des DWD.

In einem geländefolgenden Koordinatensystem werden die Erhaltungsgleichungen für Impuls und Masse numerisch gelöst. Die Gleichungen enthalten Terme für Advektion, Schwerebeschleunigung, Reibung an der Erdoberfläche, Einmischen von Luft (Entrainment) am oberen Rand der Kaltluft, mesoskalige und großräumige Druckgradienten, Antrieb durch übergeordnete Strömungen, Coriolis-Effekte und horizontale Diffusion.

Eingangsgrößen sind das digitale Höhenmodell und landnutzungsabhängige Größen wie die Geländerauigkeit, der potentielle Temperaturgradient der Kaltluft (Maß für die Kaltluftproduktivität) und ein Höhenzuschlag zur Orographie.

Ausgabegrößen sind die vertikal gemittelten Horizontalkomponenten und die Höhe der fließenden Kaltluft. Daraus lassen sich der lokale Volumenstrom (Produkt aus Kaltluflhöhe und Horizontalgeschwindigkeit) und unter Annahme eines typischen Kaltluftströmungsprofils auch Geschwindigkeiten in vorgegebenen Höhen ableiten.

Das Modell wurde an einer Vielzahl vergleichbarer Untersuchungen eingesetzt (u.a. für die flächendeckende Kaltluftberechnung Baden-Württemberg, Ministerium für Umwelt und Verkehr (2001 und 2014), für das Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (2004), LfU Bayern (2011), HLNuG Hessen (2014) und Rheinland-Pfalz (2014) sowie die Ostschweiz (2007) und liefert gute Übereinstimmungen mit Messungen.

7.1 Simulations- und Beurteilungsgebiet

Abbildung 7-1 zeigt das Simulationsgebiet in einer perspektivischen Ansicht aus Westsüdwest. Das Gebiet umfasst 15 km in Ost-West und 16 km in Nord-Süd-Richtung. Damit ist sichergestellt, dass alle relevanten Kaltlufteinzugsbereiche erfasst sind. Die räumliche Auflösung der Berechnungen beträgt 30 m.

Die Nutzungen sind in Tabelle 7-1 aufgeführt. Ferner sind die ins Modell einfließenden, nutzungsabhängigen Parameter aufgelistet. Der Höhenzuschlag wird dem Gelände zugerechnet, die Rauigkeit ist ein Maß für die Reibung und der potenzielle Temperaturgradient ist ein Maß für den Antrieb der Kaltluft.

Angesetzt wurden Bedingungen, die einer mittleren Kaltluftproduktivität entsprechen. Die berechneten Kaltluftströme können in Zeiten mit ausgeprägtem Tagesgang der Lufttemperatur (z.B. im Frühjahr) stärker, in den Wintermonaten mit geringerem Tagesgang schwächer ausgebildet sein.

Im Planfall wurde die Nutzung im Plangebiet auf die Nutzungsklasse der umgebenden Bebauung gesetzt.

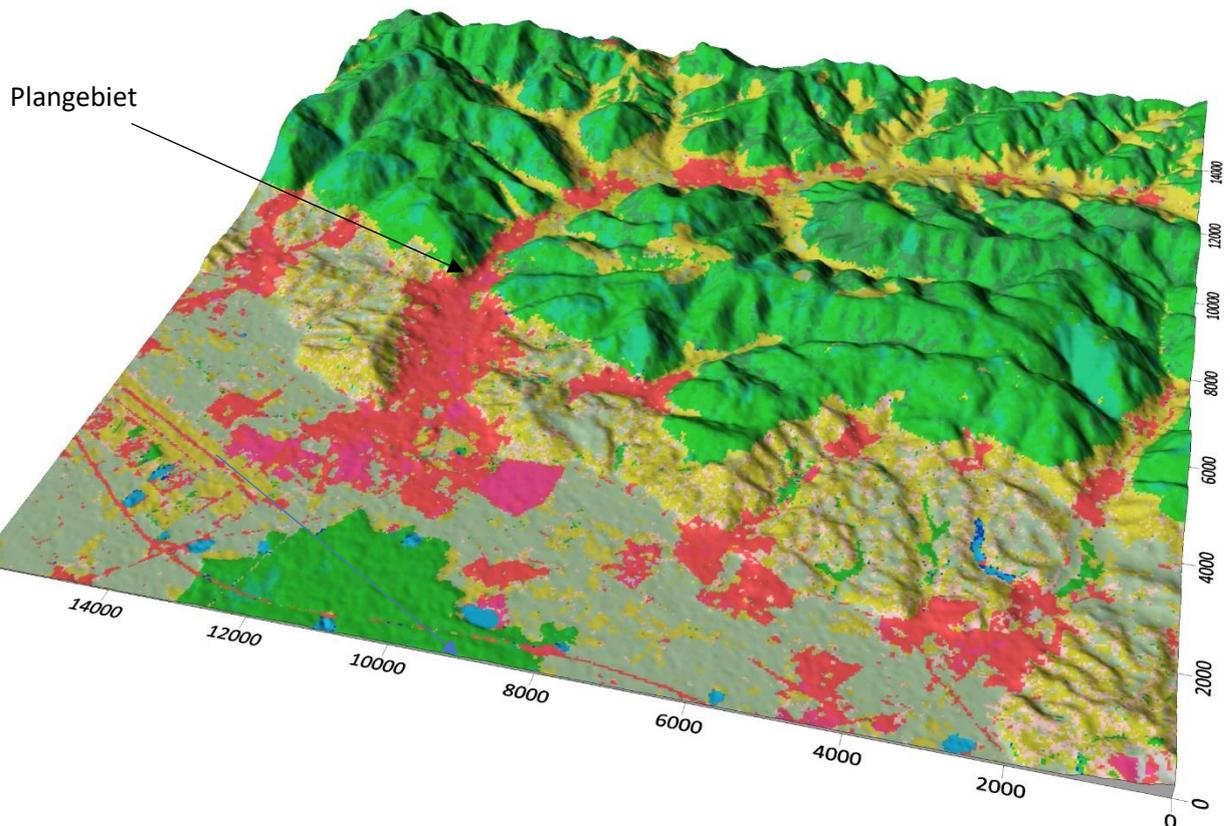


Abbildung 7-1: Perspektivische Ansicht des Simulationsgebiets aus Westsüdwest. Die farbigen Schattierungen geben die Landnutzungen im Simulationsgebiet wieder.

Tabelle 7-1: Nutzungen, Höhenzuschlag, Rauigkeit und potenzieller Temperaturgradient

	Nutzung	Höhenzuschlag	Rauigkeit	Pot. Temperaturgradient
		[m]	[m]	[K/100m]
1	Siedlung	9	1.00	-0.30
2	Kernstadt	12	1.50	-0.20
3	Industrie	15	2.00	-0.10
4	Ackerflächen	0	0.20	-1.00
5	Wein/Obstplantage/Streuobst	2	0.65	-1.20
6	Brachland/Windwurf	0	0.10	-1.00
7	vegetationslos	0	0.05	-0.40
8	Intensivgrünland	0	0.20	-1.20
9	Extensivgrünland	0	0.10	-1.20
10	Nadelwald	18	1.50	-1.10
11	Laubwald	18	1.50	-1.10
12	Mischwald	18	1.50	-1.10
13	Gewässer	0	0.02	-0.10
14	Feuchtflächen	0	0.05	-0.30

7.2 Ergebnisse der Simulationsrechnungen

In Abbildung A-1 bis A-3 sind die Kaltluftverhältnisse zu Beginn der Nacht und im weiteren Verlauf der Nacht im Überblick dargestellt. Die linken Bilder zeigen die Volumenstromdichte², die ein Maß für das Durchlüftungspotenzial einer Strömung darstellt. Die jeweils rechten Bilder zeigen die dazugehörige Kaltluftmächtigkeit. Die Lage des Plangebiets ist durch einen Kreis gekennzeichnet.

Eine Stunde nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse (Abbildung A-1) findet man in den größeren Seitentälern des Schuttertals (Talbachtal, Steinbächletal, Litschental) bereits intensivere Kaltluftabflüsse. Im Plangebiet herrschen noch Hangabwinde vor, deren Volumenstrom aufgrund der geringen Kaltluftmächtigkeit eher gering ist.

Im weiteren Verlauf der Nacht steigen die Kaltluftmächtigkeiten im Schuttertal auf über 150 m an. Außerhalb der Bergzone verteilt sich die Kaltluft auf einen größeren Bereich, da die berandenden Höhen deutlich niedriger sind. Im Bereich der Innenstadt liegt die Kaltfluthöhe im Bereich von 80 m. Der intensivste Kaltluftstrom stellt sich zwischen Reichenbach und Talausgang des Schuttertals ein.

Da sich im Laufe der Nacht auch die Rheineben mit Kaltluft füllt, gehen die Intensitäten der Kaltluftströme mit steigender Kaltluftmächtigkeit zurück (vgl. Abbildung A-3). Lahr wird in wolkenarmen und windschwachen Nächten im Wesentlichen durch den Bergwind aus dem Schuttertal belüftet.

Um die Kaltluftverhältnisse im näheren Umfeld der Planung beurteilen zu können, wurden in den Abbildungen A-4 bis A-6 ein kleiner Ausschnitt aus dem Simulationsgebiet betrachtet. Das Plangebiet ist durch eine rote Linie markiert. Das jeweils obere Bild zeigt die bodennahen Windgeschwindigkeiten. Die Pfeile geben die Fließrichtung der Kaltluft an; die Pfeillänge ist ein Maß für die Windgeschwindigkeit. Die jeweils unteren Bilder zeigen die Höhe der fließenden Kaltluft.

Der Zeitpunkt „**1 Stunde nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse**“ (Abbildung A-4) ist repräsentativ für den Zeitraum, zu dem sich die Hangabwinde entwickelt haben, Bergwinde aber noch nicht auftreten. Während die Stadtrandgebiete von Lahr zunächst von diesen Hangabwinden belüftet werden, ist in der Innenstadt noch keine Belüftung festzustellen.

Im Plangebiet werden Hangabwinde vom Altvater berechnet. Diese führen zu einer nordöstlichen Strömung, die etwa bis zur Schutter reichen. Die Kaltluftmächtigkeit im Plangebiet liegt im Bereich zwischen 5 m und 20 m. Südlich der Schutter herrschen Hangabwinde und ein Bergwind aus dem Burghardgraben vor.

In der Modellsimulation kennzeichnet der Zeitpunkt „**2 Stunden nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse**“ (Abbildung A-5) die Umstellungsphase. Die Täler übernehmen zunehmend das Strömungsregime. Da die Kaltluftmächtigkeiten und meist auch die Strömungsgeschwindigkeiten der Talabwinde größer als die der Hangwinde sind, treten die Belüftungsfunktionen der Hangabwinde in den Hintergrund. Während der obere Teil des Plangebiets noch im Bereich mit Hangabwinden aus nordöstlicher Richtung liegt, findet man im südlichen Teil des Plangebiets und der daran anschließenden Bebauung bereits den Einfluss des Bergwinds aus dem Schuttertal. Dieser ist mit östlichen

² Die Volumenstromdichte bezeichnet dasjenige Kaltluftvolumen, das in einer Sekunde eine senkrecht zum Kaltluftstrom orientierte Fläche mit einer Breite von 1 m durchströmt.

bis ost-südöstlichen Windrichtungen verbunden. Die Kaltluftmächtigkeit ist im Südteil des Plangebiets auf über 40 m angestiegen.

Die über das Plangebiet streichende Luft wird am Talausgang nach Nordwesten abgelenkt, ist demnach nicht für die Belüftung der Innenstadt relevant, sondern fließt über den Ortsteil Burgheim.

Dies ändert sich im weiteren Verlauf der Nacht nicht mehr wesentlich. „**4 Stunden nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse**“ (Abbildung A-6) dominieren die Bergwinde das Strömungsgeschehen. Nur in Bereichen, die von Bergwinden nicht beeinflusst werden, findet man noch Hangabwindssysteme. Das Plangebiet liegt dann ebenfalls im Einzugsbereich des Bergwinds mit östlicher Strömung. Die Mächtigkeit der fließenden Kaltluft ist noch etwas angestiegen.

7.3 Auswirkungen der geplanten Bebauung

Die Bebauung beeinflusst das lokale Klimageschehen durch die Hinderniswirkung und den Strahlungshaushalt. Bei einer Maschenweiten von 30 m ist eine räumliche Auflösung der Einzelhindernisse nicht möglich. Im Modell wurden im Umgriff des Plangebiets die Flächen im Planfall auf die Nutzung „Siedlung“ gesetzt. Im Istzustand waren sie überwiegend der Klasse 5 „Obstanbau“ mit guter Kaltluftproduktivität und mittlerer Rauigkeit zugeordnet.

Die versiegelten Flächen und die zusätzlichen Baukörper heizen sich an sonnigen Tagen stärker auf als die existierenden Grünbereiche. Dies führt in den Abend- und Nachtstunden zu einer reduzierten Kaltluftproduktion. Ferner werden durch die zusätzliche Bebauung infolge der erhöhten Reibung weitere Reduktionen des Kaltluftstroms hervorgerufen. Die Effekte machen sich vor allem in den Abendstunden bemerkbar, da hier die vertikale Mächtigkeit und Intensität der Kaltluftabflüsse noch vergleichsweise gering ist.

Im weiteren Verlauf der Nacht wird das Kaltluftgeschehen durch den Bergwind dominiert. Dieser weist ein großes Kaltlufteinzugsgebiet auf, so dass die Reduktion der Kaltluftproduktion auf den überplanten Flächen nicht mehr ins Gewicht fällt. Durch die Reibung wird der Kaltluftstrom bodennah noch etwas reduziert, verliert aber insgesamt nicht merklich an Intensität.

In Abbildung 7-2 sind die vertikal gemittelten Windgeschwindigkeiten für den Beginn der Nacht (oben) und zwei Stunden nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse (unten) dargestellt. Aus Übersichtlichkeitsgründen wurde nur jeder 2. Pfeil aufgeführt. Die blauen Pfeile gelten für den Nullfall, die roten Pfeile für den Planfall. Wo sich beide Pfeile überlagern, also kein Unterschied zwischen Null- und Planfall vorhanden ist, sehen die Pfeile violett aus.

In der Bürklinstraße direkt unterhalb der geplanten Bebauung (Häuser 15 und 17) ergeben die Simulationen zu Beginn der Nacht lokal bis zu 35% geringere Windgeschwindigkeiten.

Nach Einsetzen des Bergwindes dreht der Wind auf östliche Richtungen und nimmt an Stärke zu. Die Reduktionen sind dann im Bereich Bürklinstraße deutlich geringer und liegen im Bereich von maximal 10%. Im weiteren Verlauf der Nacht ändert sich an diesen Verhältnisse kaum noch etwas.

Da die an der Nordseite des Ausgangs des Schuttertals hauptsächlich in Richtung des Ortsteils Burgheim abfließt, ergeben sich keine Auswirkungen auf die Innenstadt von Lahr. Da mit zunehmendem Abstand zum Plangebiet die Effekte geringer werden, ergeben sich keine merklichen Auswirkungen auf Burgheim.

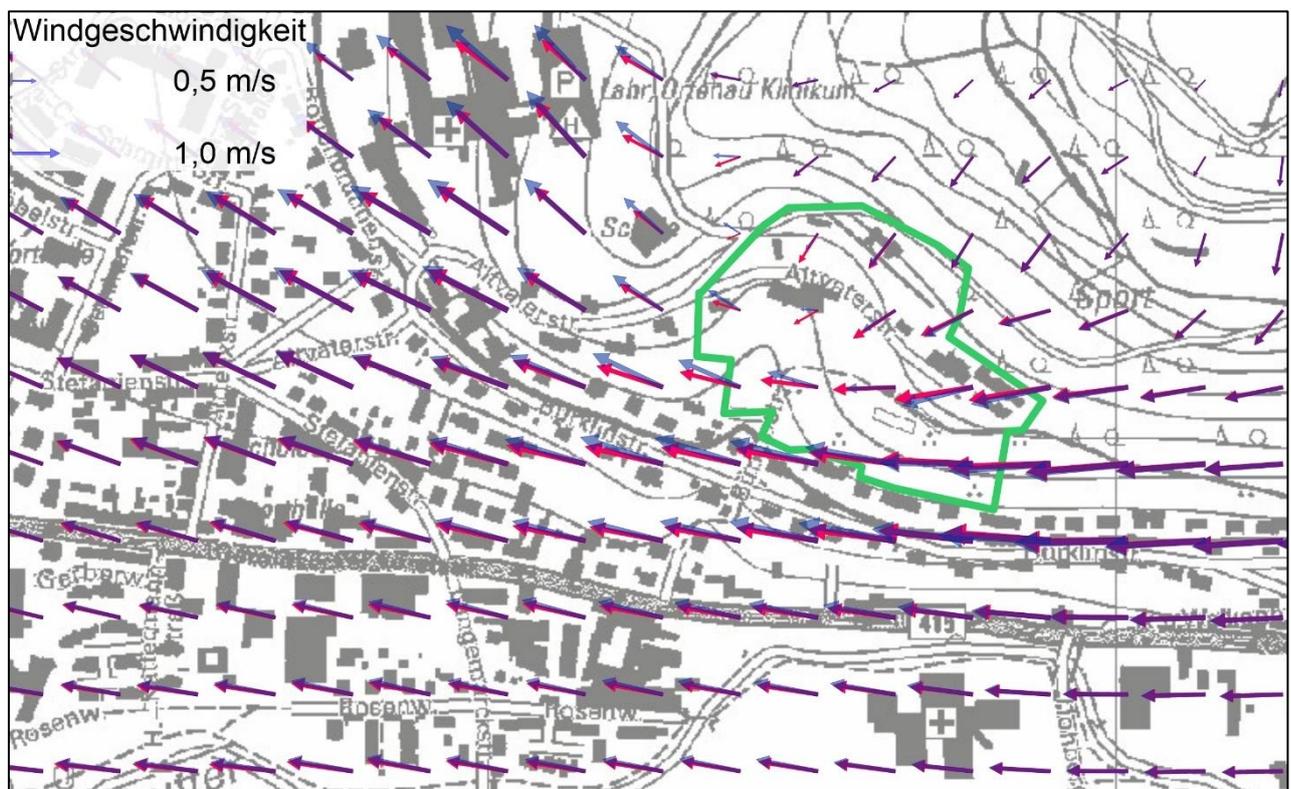
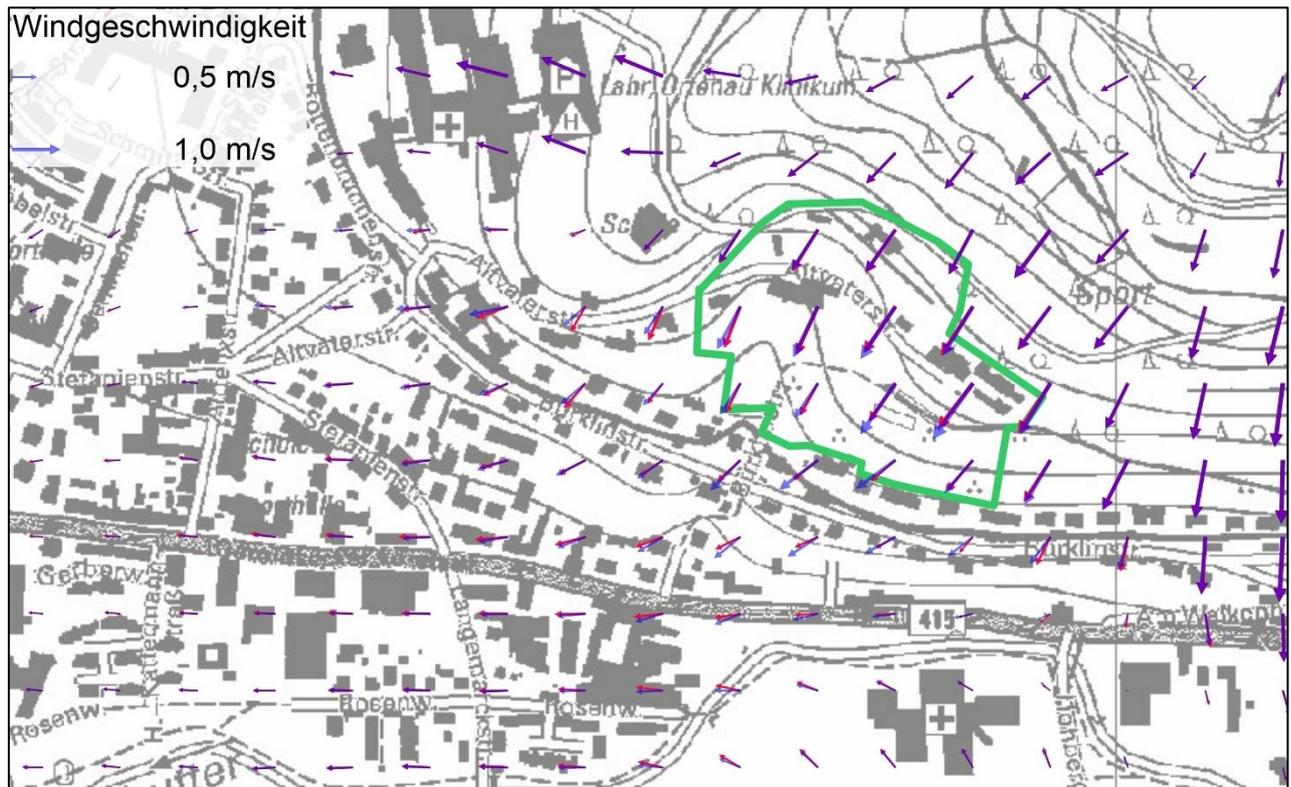


Abbildung 7-2: Mittlere Windgeschwindigkeiten; oben – 1 Stunde nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse; unten – 2 Stunden nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse.

8 Bewertung und Planungshinweise

Eine Betroffenheit ergibt sich aus der thermischen Belastungssituation, der lufthygienischen Belastung und der Zahl der betroffenen Einwohner.

Thermisch ist die umliegende Bebauung aufgrund des hohen Grünanteils und der am Talausgang eher guten Belüftungssituation deutlich weniger belastet als beispielsweise die Innenstadtbereiche oder weiter in der Rheinebene liegende Siedlungen, die nicht von Kaltluftabflüssen profitieren.

Die lufthygienische Belastung wird im Wesentlichen durch die großräumige Vorbelastung und die B415 verursacht. In den Nachtstunden weht der Wind aber nicht von der Bundesstraße zu den direkten Anrainern des Plangebiets hin. Zudem ist nachts das Verkehrsaufkommen deutlich geringer als in den Tagstunden.

Die geplante Bebauung bringt die abendlichen Hangabwinde, die derzeit den Bereich Bürklinstraße nur durch Bäume und Buschwerk gehindert erreichen, nicht zum Erliegen. Es kommt aber zu einer abendlichen Reduktion der Durchlüftung von maximal 35% im Bereich Bürklinstraße 15 und 17. Die Nachbargebäude sind aufgrund vorgelagerter Hindernisse oder dem Abstand zum Plangebiet weniger betroffen.

Für die Bewertung von Eingriffen in das lokale Klima gibt es bislang keine Grenz- oder Leitwerte, die als Maßstab für die Erheblichkeit herangezogen werden könnten. Aufgrund der vergleichsweise geringen Betroffenheit und spürbaren Auswirkungen nur zu Beginn der Nacht, sind die Auswirkungen aus unserer Sicht tolerabel.

Trotzdem sollten zur Minimierung unerwünschter Auswirkungen folgende Empfehlungen berücksichtigt werden:

- Versiegelungen sind gering zu halten. Z.B. können wenig frequentierte Kfz-Stellflächen mit Rasenbausteinen angelegt werden.
- Riegelbebauung quer zum Hang ist zu vermeiden, um einen bodennahen Durchfluss des abendlichen Hangabwindes nicht zu unterbinden.
- Flachdächer und Dächer von Garagen sind möglichst zu begrünen.
- Die Gebäude sind nach aktuellen EnEV-Standards oder besser auszulegen.
- Es sollten emissionsarme Heizkonzepte vorgesehen werden. Offene Feuerstellen führen in Hanglage häufig zu Beschwerden. Sie sollten deshalb vermieden werden.

9 Zusammenfassung

Die DBA Deutsche Bauwert AG beabsichtigt Wohnbebauung auf Reichswaisenhaus-Areal in Lahr zu errichten. Für die Bebauung müssen teilweise bestehende Gebäude und Gehölzbestände entfernt werden. Denkmalgeschützte Gebäude werden erhalten. Das Gebiet liegt zwischen Bürklinstraße im Süden und der Altvaterstraße und etwas darüber hinaus im Norden. Der überplante Bereich liegt im Bebauungsplangebiet Altenberg.

Da eine Hangbebauung potenziell Kaltluftabflüsse beeinträchtigt, müssen insbesondere die Auswirkungen der geplanten Bebauung auf die abend- und nächtlichen Strömungsverhältnisse bei austauscharmen Wetterlagen betrachtet werden.

Kaltluftabflüsse treten in klaren, windschwachen Nächten auf. An thermisch belasteten Tagen können Kaltluftabflüsse durch Frischluftzufuhr zu einer Abkühlung und damit zu verträglicheren klein-klimatischen Bedingungen führen. Kaltluftabflüsse treten verstärkt bei hohen Temperaturunterschieden zwischen Tag und Nacht vom Frühling bis in den Spätherbst auf.

Um die nächtliche Situation bei Strahlungswetterlagen im Raum Lahr – insbesondere im Untersuchungsgebiet – zu erfassen, wurden Modellrechnungen durchgeführt. Die Simulationen zeigen, wie sich die Kaltluftströmung im Verlauf einer Strahlungsnacht entwickelt.

In den Abendstunden, meist nach Sonnenuntergang, setzen zunächst Hangabwinde ein. Diese strömen von den Hängen ins Tal. Das Plangebiet wird von Nordosten her überströmt, wobei die Kaltluft bis auf Höhe der Schutter vordringt. Im Planfall reduziert sich durch Reibungsverluste (Hindernismwirkung der Baukörper) und die Antriebsverluste (versiegelte Flächen produzieren weniger Kaltluft) die Strömungsgeschwindigkeit.

Ab etwa zwei Stunden nach Sonnenuntergang setzt der Bergwind aus dem Schuttertal ein. Dieser führt im Bereich des Plangebiets zu einer relativ intensiven östlichen Strömung. Aufgrund der großen Kaltluftmächtigkeiten fallen die Reduktionen deutlich geringer aus.

Zu Beginn der Nacht sind die größten Auswirkungen direkt unterhalb des Plangebiets im Zuge der Bürklinstraße (Gebäude 15 und 17) zu erwarten. Der Kaltluftstrom wird dort bis zu 35% reduziert, kommt aber nicht zum Erliegen. Da die Bebauung an der Bürklinstraße gut durchgrünt ist und dort keine stark befahrene Straße verläuft, sind die thermischen und lufthygienischen Vorbelastungen gering. Eine Reduktion der Durchlüftung scheint auch unter dem Aspekt, dass der einsetzende Bergwind eine gute Durchlüftung sicherstellt, aus unserer Sicht tolerabel.

Freiburg, 4. Dezember 2017

Dr. Rainer Röckle
Diplom-Meteorologe

Dr. Christine Ketterer
M.Sc. in Climate Sciences

Literatur

Garrett, A.J., Smith, F.G.: Two-Dimensional Simulations of Drainage Winds and Diffusion Compared to Observations. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, Vol.23, 1984.

Heldt, K., Hörschele, K.: Hang- und Bergwinde am Rheintalrand bei Karlsruhe. *Meteorologische Rundschau* 41, 1989, 104-110.

King, E.: Untersuchungen über kleinräumige Änderungen des Kaltluftflusses und der Forstgefährdung durch Straßenbauten, *Berichte des Deutschen Wetterdienstes*, 130, Bd. 17, Offenbach.

LUBW: Windrosen flächendeckend für Baden-Württemberg unter <http://brsweb.lubw.baden-wuerttemberg.de>

Röckle, R., Richter, C.-J.: Ausbreitung von Geruchsstoffen in Kaltluftabflüssen – Messungen und Modellrechnungen. *VDI Berichte 1373 - Gerüche in der Umwelt*. VDI-Verlag Düsseldorf, 1998, 249-259

Röckle, R., Richter, C.-J.: GAK – ein Screening-Modell zur Standort-Beurteilung von Geruchsmitteln bei Kaltluftabflusssituationen in Baden-Württemberg. *Forschungsbericht im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg*, März 2000, Update Juni 2014

Röckle, R., Richter, C.-J.: GAK – ein Screening-Modell zur Standort-Beurteilung von Geruchsmitteln bei Kaltluftabflusssituationen in Nordrhein-Westfalen. *Forschungsbericht im Auftrag des Landesumweltamtes NRW*, 2004, Update November 2014

Röckle, R., Richter, C.-J.: KALOS – ein Screening-Modell zur Standort-Beurteilung von Emissionen bei Kaltluftabflusssituationen in der Ostschweiz. *Forschungsbericht im Auftrag der OSTLUFT*, 2008

Röckle, R., Richter, C.-J.: Ausbreitung von Geruchsstoffen in Kaltluftabflüssen – Messungen und Modellrechnungen. *VDI Berichte 1373 – Gerüche in der Umwelt*. VDI-Verlag Düsseldorf, 1998, 249-259

VDI 3787 Blatt 5: *Umweltmeteorologie – Lokale Kaltluft*, Beuth Verlag Düsseldorf.

Meyers kleines Lexikon der Meteorologie. Wissenschaftliche Bearbeitung: H. Schirmer, 1987.

Anlage: Abbildungen

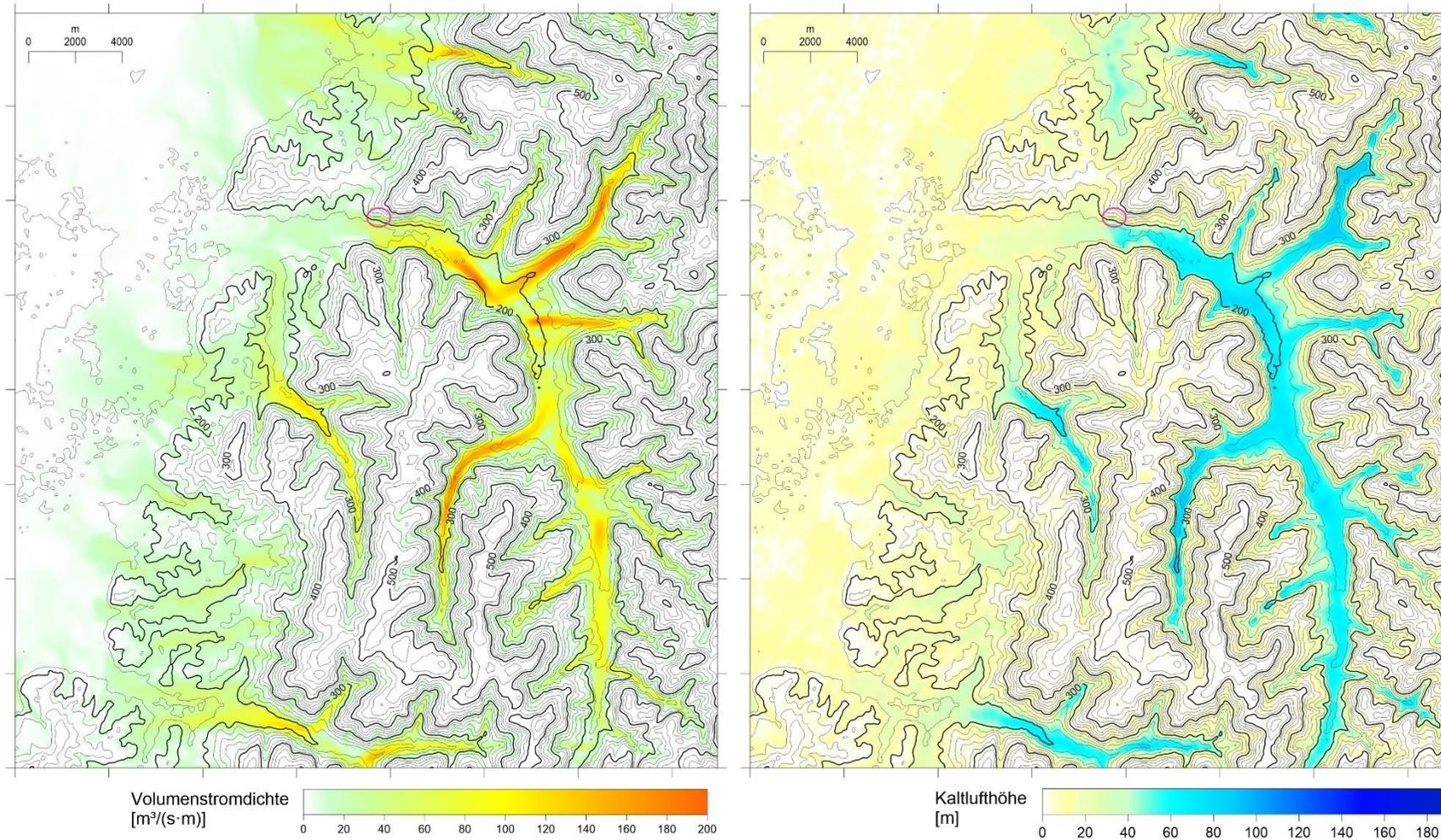


Abbildung A-1: Volumenströme (links) und Kaltflughöhen (rechts) zu Beginn der Nacht (1 Stunde nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse).

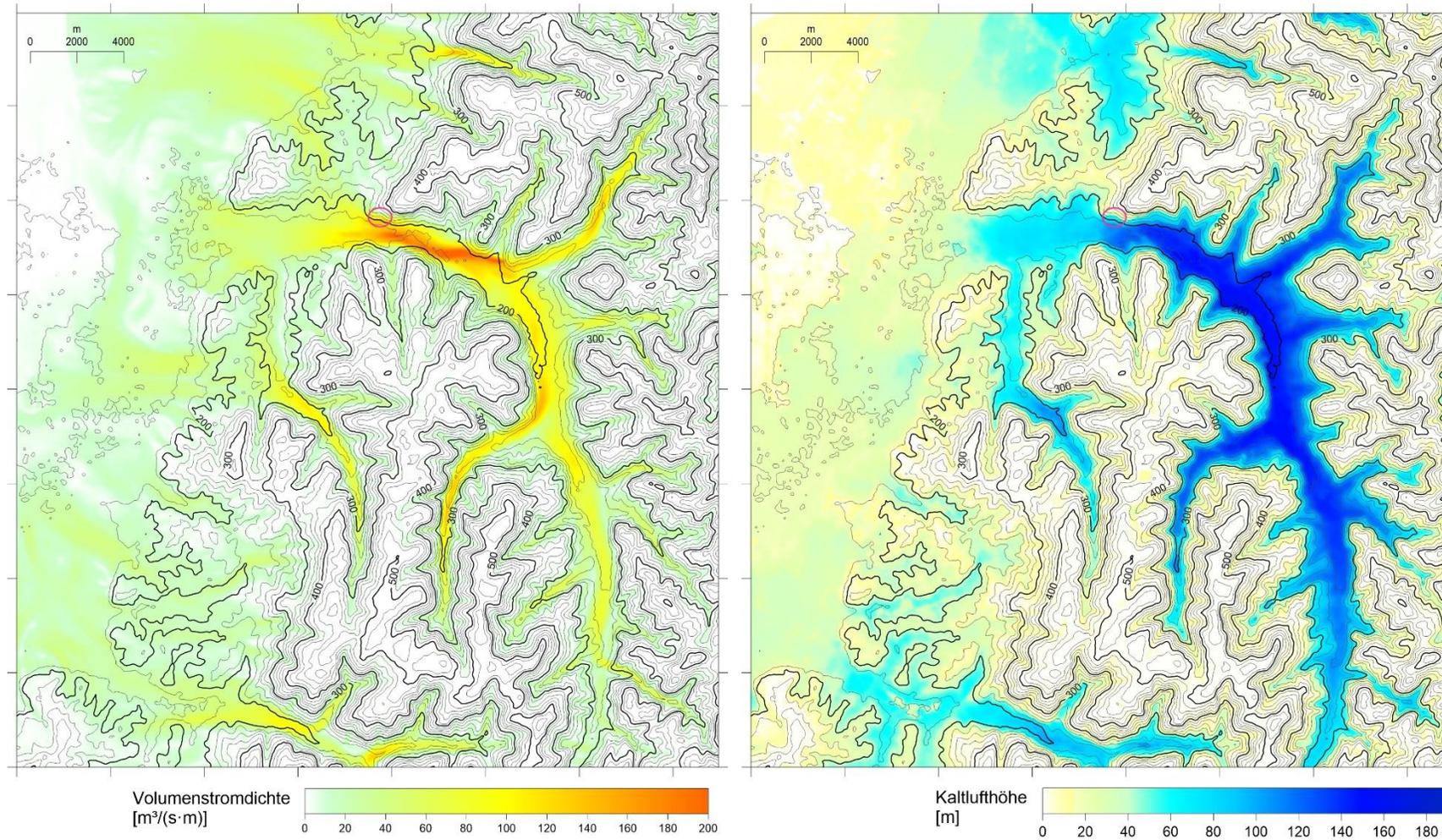


Abbildung A-2: Volumenströme (links) und Kaltflughöhen (rechts) zu im weiteren Verlauf der Nacht (2 Stunden nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse).

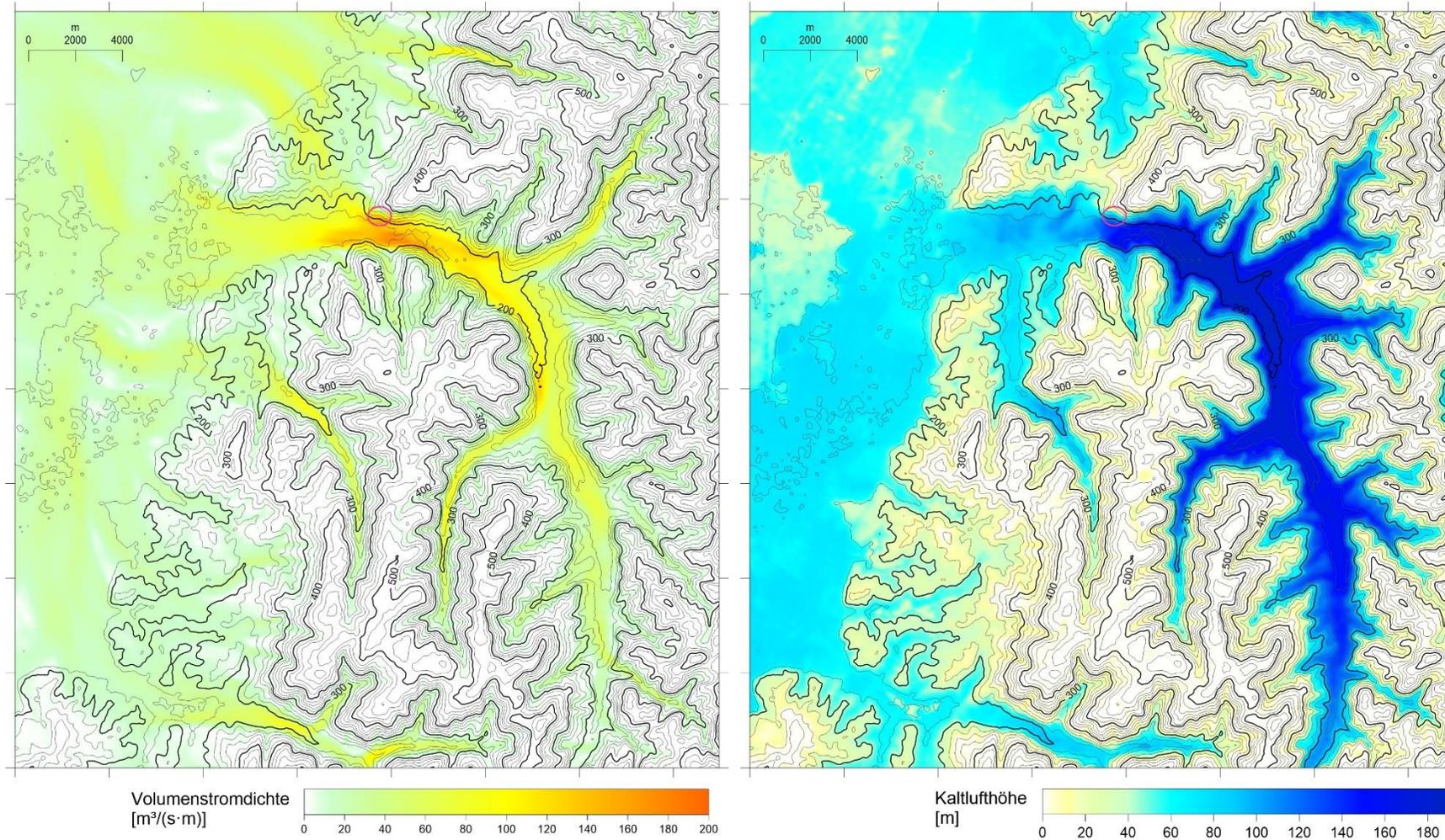


Abbildung A-3: Volumenströme (links) und Kaltluflhöhen (rechts) zu im weiteren Verlauf der Nacht (4 Stunden nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse).

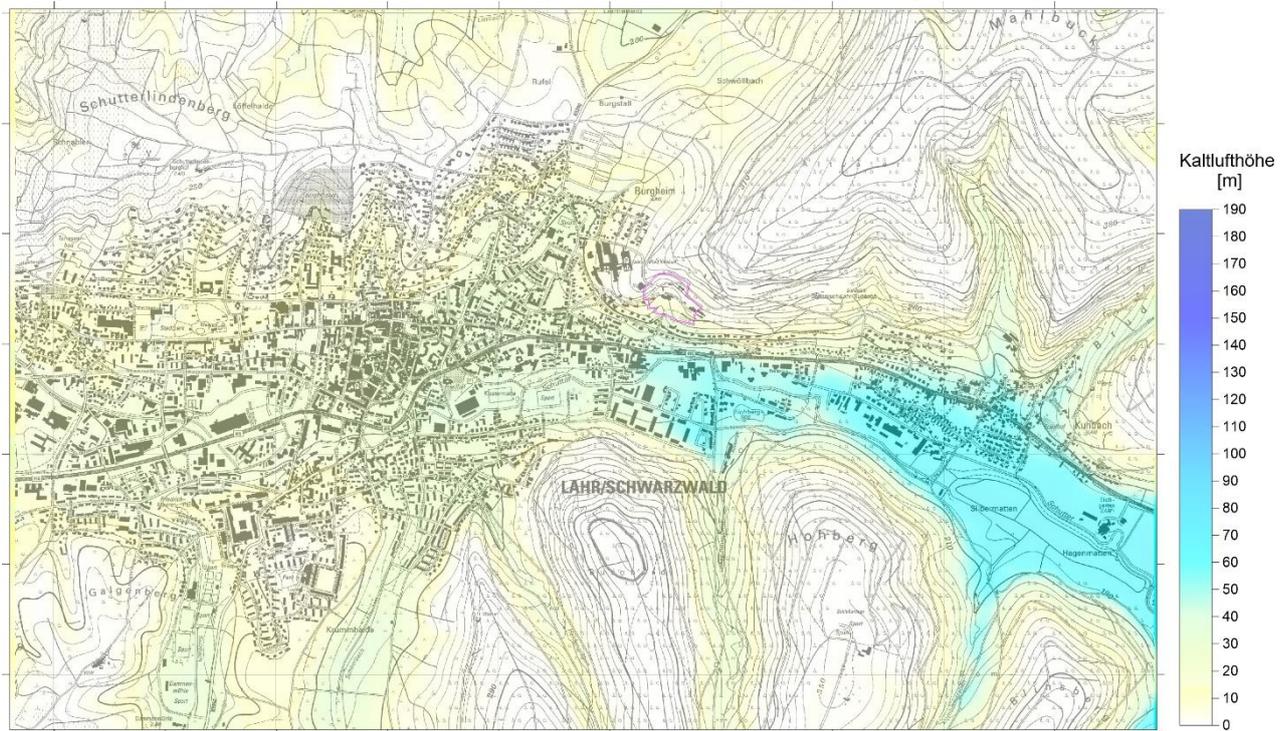
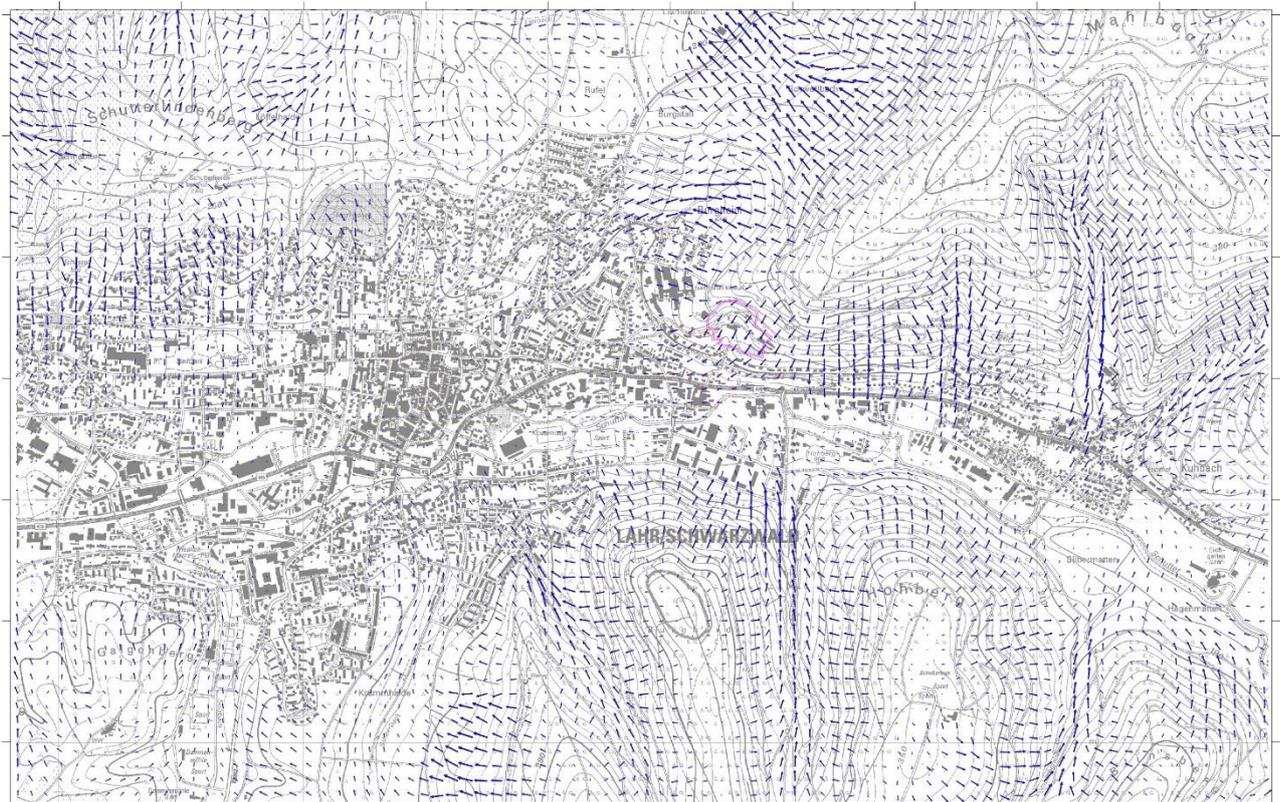


Abbildung A-4: Mittlere Windgeschwindigkeiten 1 Stunde nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse (oben) und Höhe der fließenden Kaltluft (unten).

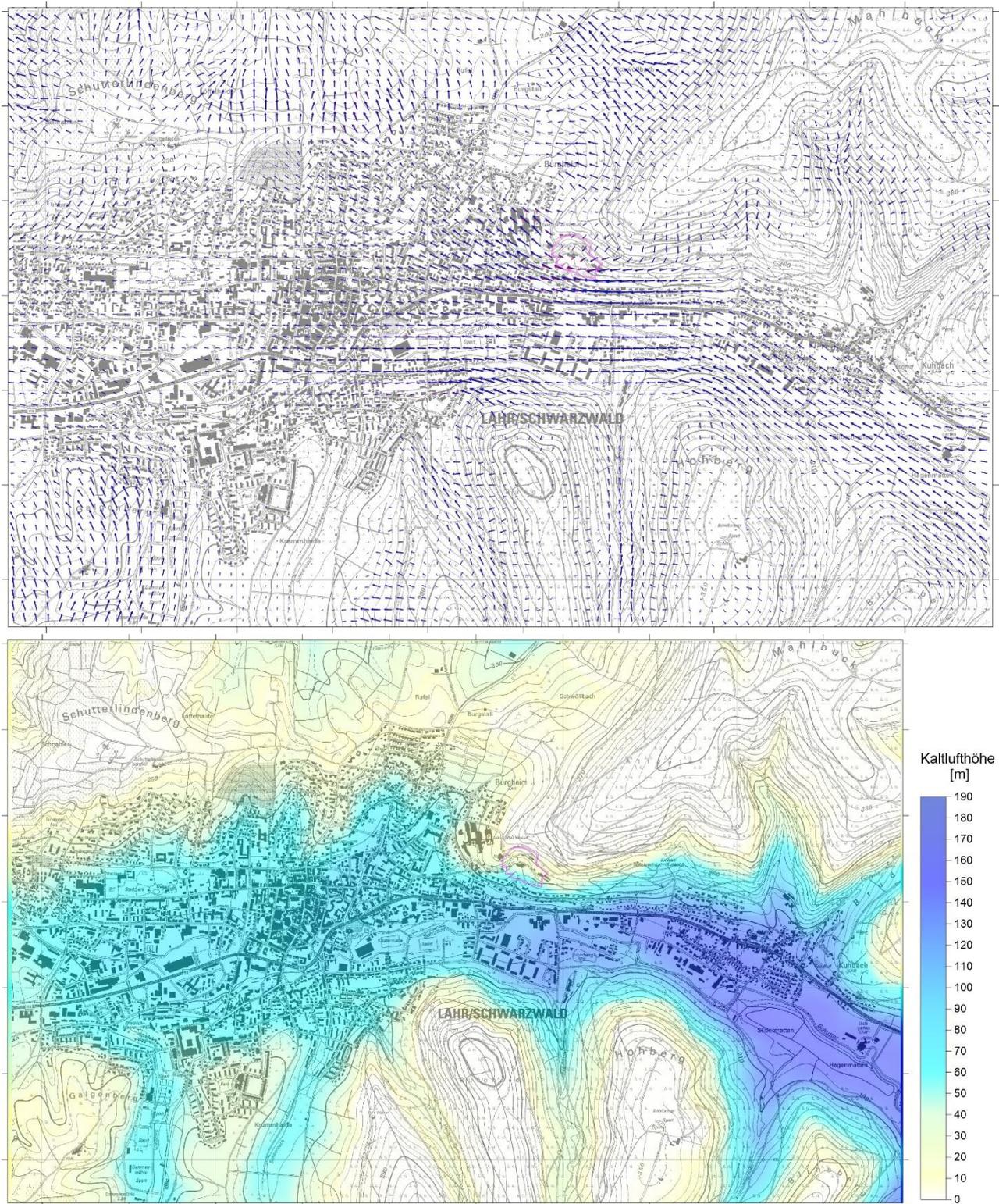


Abbildung A-5: Mittlere Windgeschwindigkeiten 2 Stunden nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse (oben) und Höhe der fließenden Kaltluft (unten).

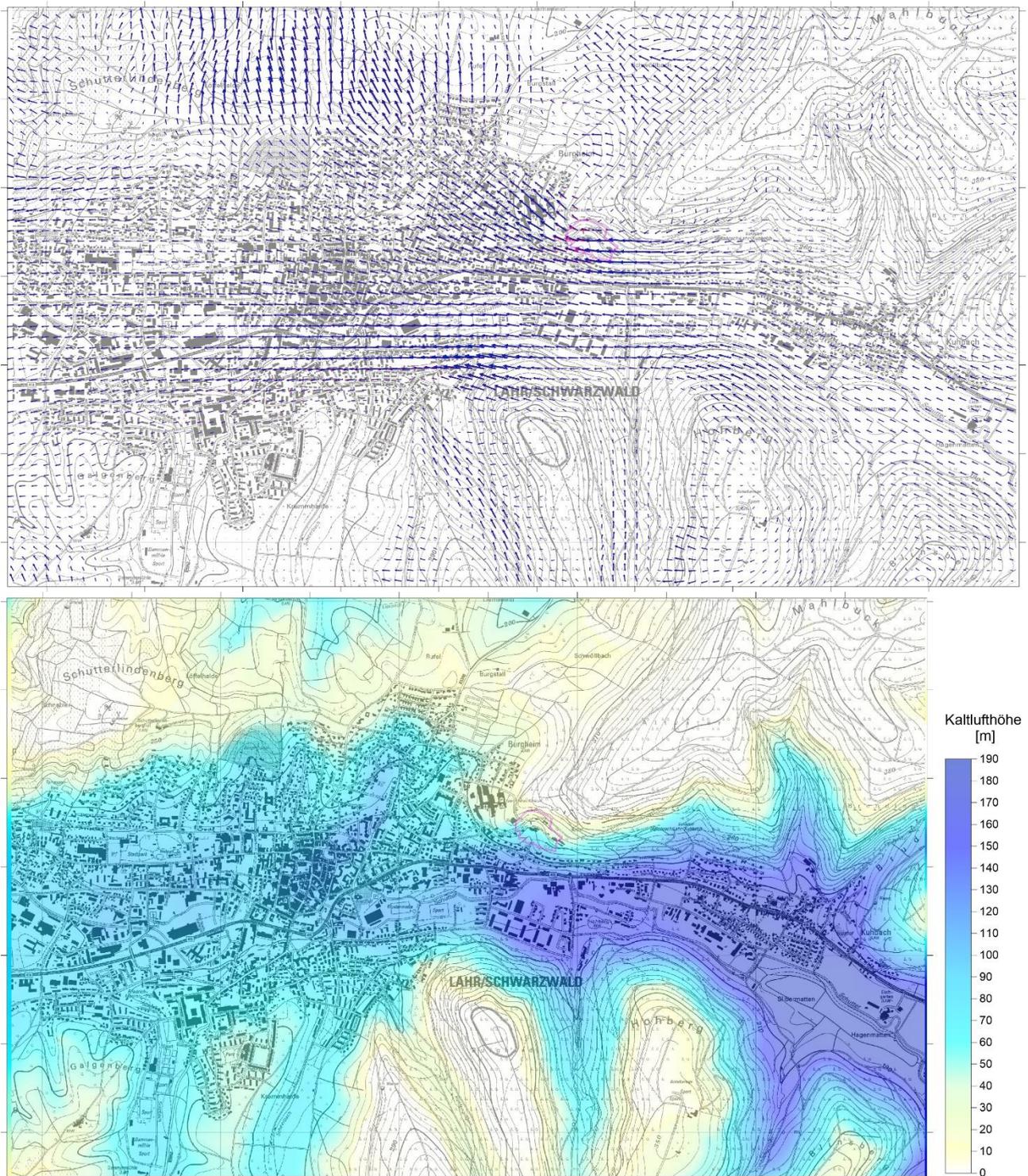


Abbildung A-6: Mittlere Windgeschwindigkeiten 4 Stunden nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse (oben) und Höhe der fließenden Kaltluft (unten).