

Auftraggeber **Stadt Ravensburg**
Stadtplanungsamt
Salamanderweg 22
88212 Ravensburg

Entwurf

Untersuchung zu lokalklimatischen Auswirkungen des Bebauungsplans „Krankenhaus St. Elisabeth / Andermannsberg – Teilbereich I, 1. Änderung" und der Entwicklung der Fläche im „Im Breitenen" der Stadt Ravensburg

Projekt-Nr.: **19-02-24-FR**

Umfang: **25 Seiten**

Datum: **11. Juli 2019**

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

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Stadt Ravensburg bereitet derzeit die Aufstellung des Bebauungsplans "Krankenhaus St. Elisabeth / Andermannsberg – Teilbereich I, 1. Änderung" und „Im Breitenen II – Andermannsberg“ vor. Der Eigenbetrieb Immobilien, Krankenhäuser und Pflegeschule (IKP) des Landkreises Ravensburg plant die bauliche Erweiterung des St. Elisabethen-Klinikums in Ravensburg. Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens ist ein Umweltbericht zu erstellen, welcher ein Klimagutachten einschließt. In diesem Zuge soll auch eine klimatische Begutachtung des Bebauungsplans „Im Breitenen II – Andermannsberg“ nordöstlich des Krankenhauses mit einer Größe von ca. 1,3 ha erfolgen.

Die Standorte liegen auf der Ostseite des Schussentals in Hanglage. In den Abend- und Nachtstunden liegen die betrachteten Gebiete im Einflussbereich von Hangabwinden. In der zweiten Nachthälfte kann auch der Schussentäler bis in diese Lagen durchgreifen. Zudem stellen die Freiflächen des Plangebiets „Im Breitenen II – Andermannsberg“ Kaltluftproduktionsflächen dar. Die Planungen haben deshalb Auswirkungen auf das nächtliche Kaltluftgeschehen.

Neben der städtebaulichen Einschätzung wird deshalb der Einfluss der geplanten Bebauung auf den Kaltluftstrom im Schussental („Schussentäler“) und auf das Lokalklima der Stadt Ravensburg betrachtet. Zur Quantifizierung der Auswirkungen werden Modellrechnungen durchgeführt. Des Weiteren werden die Auswirkungen auf die thermische und lufthygienische Situation qualitativ abgeschätzt und im gesamtstädtischen Kontext bewertet. Für die zukünftige Bebauung auf dem Krankenhausareal des St. Elisabeth-Krankenhauses und dem Plangebiet „Im Breitenen II – Andermannsberg“ werden Planungsempfehlungen ausgesprochen.

2 Einleitung

Bei sommerlichen austauscharmen Wetterlagen ist das Gebiet in den Abendstunden für bodennahe Hangabwinde von Bedeutung. Zudem stellt die Freifläche des Plangebiets „Im Breitenen II – Andermannsberg“ eine Kaltluftproduktionsfläche mit Bedeutung für die angrenzende Bebauung dar. Im Laufe der Nacht füllt sich das Schussental zusehends mit Kaltluft, die dann auch die Plangebiete umschließt. Dann gehen die Auswirkungen auf das Kaltluftgeschehen deutlich zurück.

Gebäude und Bewuchs stellen Strömungshindernisse dar, die um- und überströmt werden müssen. Dabei wird ein Teil der kinetischen Energie der Strömung in turbulente Energie umgesetzt, was zu einer Reduktion der Strömung führt. Reduzierte Strömungsgeschwindigkeiten führen zu einem schlechteren Abtransport thermischer und lufthygienischer Belastungen.

Die Verringerung der Windgeschwindigkeit auf der windabgewandten Seite ist abhängig von der Bebauungsdichte und der frontalen Flächendichte der Gebäude. Im Nahbereich der Gebäude gibt es durch Nachlaufzonen, Frontwirbel, Kanten- und Eckeneffekte und weiteren Wechselwirkungen mit umliegenden Gebäuden, insbesondere bodennah starke Veränderungen in Form windschwacher Zonen oder Kanalisierungen. Für die Fernwirkung ist die Strömungsreduktion im Überdachniveau von Bedeutung, da diese bei der betrachteten Windrichtung den Luftaustausch in den angrenzenden Stadtgebieten bewerkstelligt.

3 Vorgehensweise

Um die bodennahen Luftaustauschverhältnisse zu quantifizieren, wurden mittels Kaltluftabflussmodellierungen die Auswirkungen auf die Kaltluftabflussverhältnisse untersucht. Diese lösen Einzelhindernisse nicht auf. Deshalb wurde zusätzlich die Bebauungssituation um Umfeld der Planungen mit dem Windfeldmodell DULAN unter expliziter Auflösung der Gebäude berechnet. Das Modell erfüllt die Anforderungen der VDI 3783 Blatt 10.

4 Standort und örtliche Gegebenheiten

Die Plangebiete „Im Breitenen II – Andermannsberg“ und „Krankenhaus St. Elisabeth / Andermannsberg“ liegen im Schussental nordnordöstlich der Ravensburger Innenstadt. Das Krankenhausareal wird durch die Gartenstraße im Westen, die Dürerstraße im Norden, die Rosa-Bauer-Straße im Osten und die Elisabethenstraße im Süden begrenzt.

Das Plangebiet „Im Breitenen II – Andermannsberg“ liegt nordöstlich der Klinik und grenzt im Westen an die Wohnbebauung „Im Andermannsberg“ und im Osten an den Oppeltshofener Weg.

In Abbildung 4-1 ist die Lage der Plangebiete markiert.

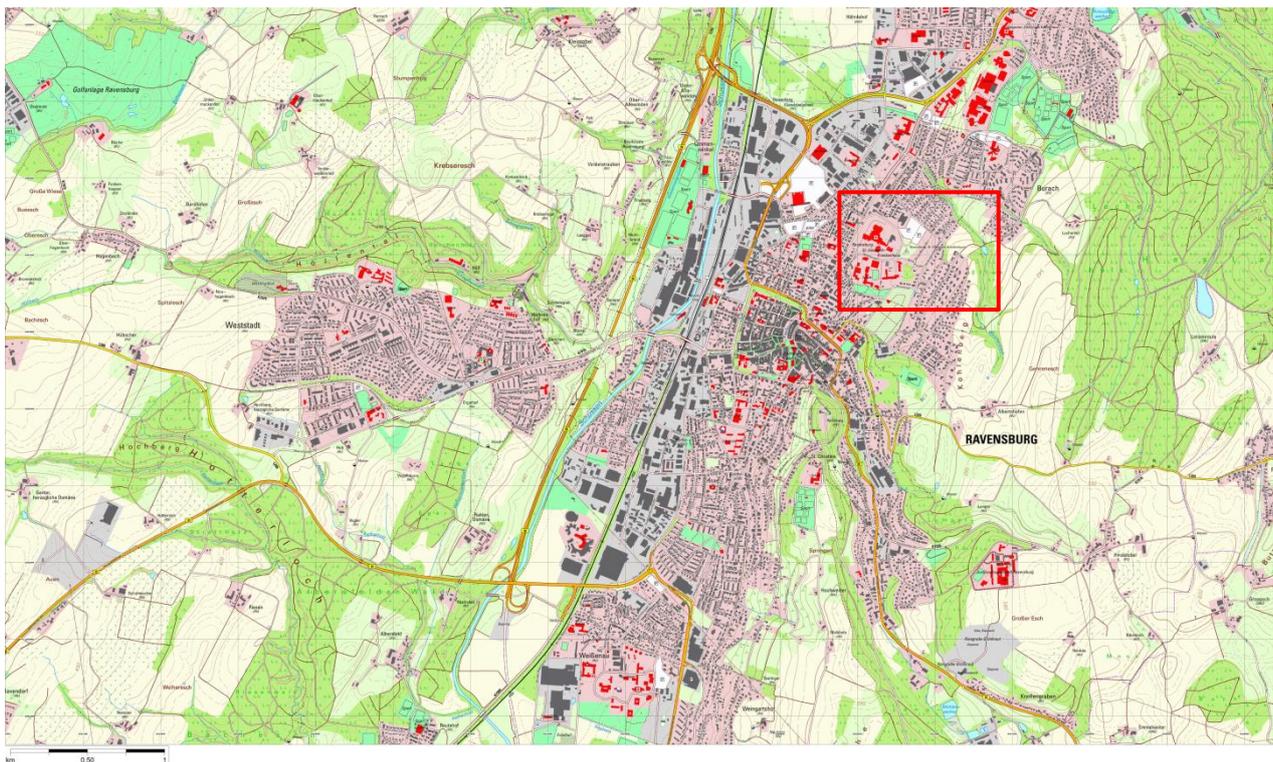


Abbildung 4-1: Ausschnitt aus der topografischen Karte mit Lage der Plangebiete.

Die Plangebiete liegen etwas erhöht über dem Schussental auf einer Höhe von ca. 455 bis 485 m ü. NHN. Im Osten und Südosten steigt das angrenzende Gelände bis zu den Randhöhen (ca. 600 m ü. NHN im Wildgehege Locherholz) an. Die Randhöhen werden durch den Eckerschen Tobel eingeschnitten, welcher durch Wald- und Gehölzstrukturen begleitet wird. Dieser Geländeeinschnitt umrahmt die Plangebiete im Osten und begrenzt das Plangebiet „Im Breitenen“ im Norden.

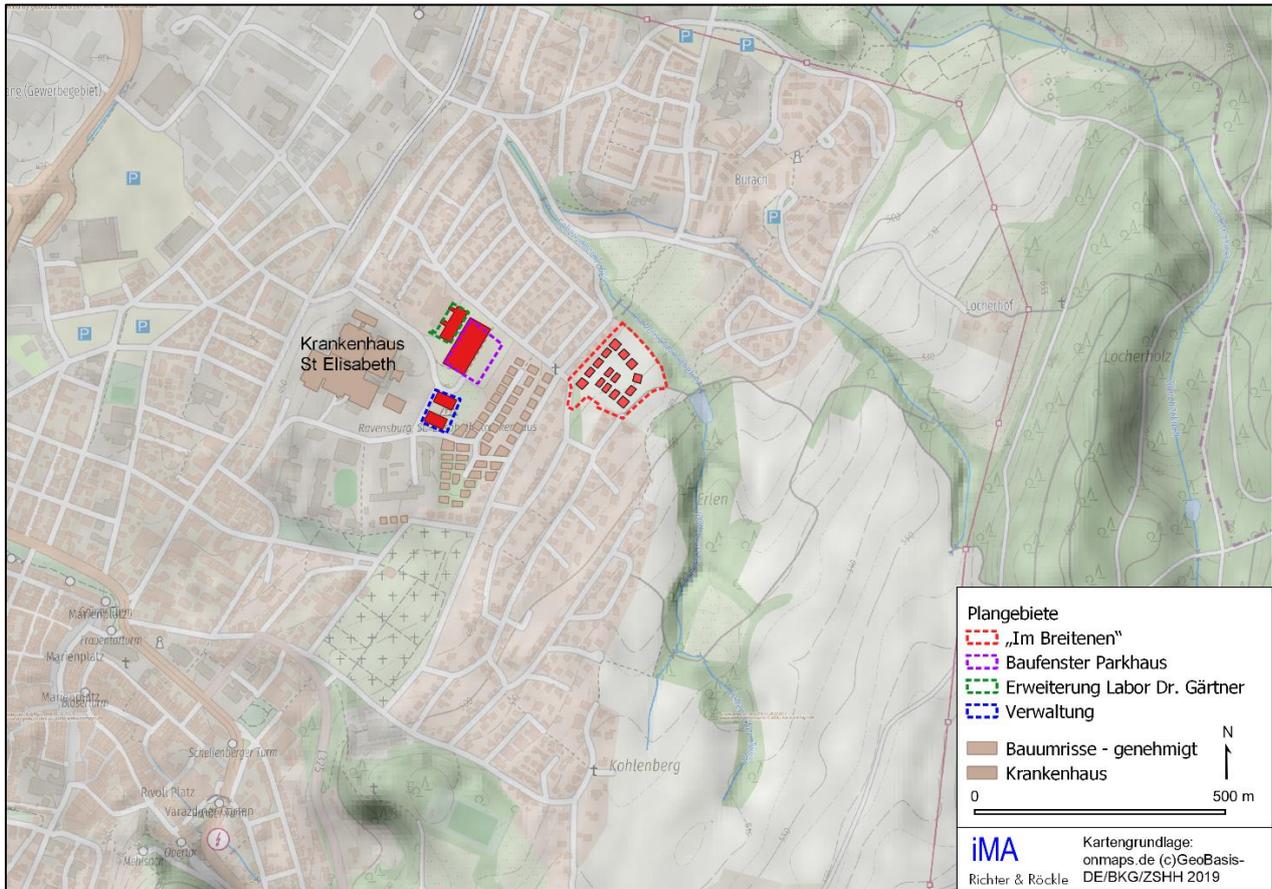


Abbildung 4-2: Ausschnitt aus der Geländeschummerung mit Lage der Plangebiete.

Am Krankenhaus sind die überplanten Flächen derzeit als Hubschrauberlandeplatz und als Parkplatz genutzt. Abbildung 4-3 zeigt einen Schwenk über den Parkplatz bis zur Dürerstraße.



Abbildung 4-3: Blick vom Erdwall an der Dürerstraße über den Parkplatz des Krankenhauses.

Im Plangebiet „Krankenhaus St. Elisabeth / Andermannsberg – Teilbereich I - 1. Änderung“ soll ein 4- bzw. 5-stöckiges Parkhaus, ein Ärztehaus sowie ein Verwaltungsgebäude entstehen (Abbildung 4-5). Im Norden angrenzend soll das Labor Dr. Gärtner um einen Flügel erweitert werden. Östlich des Krankenhauses und südlich des Labors und des Parkhauses entsteht ein kleiner Park mit Wasser- und Grünfläche.



Abbildung 4-4: Blick vom Feldweg oberhalb des geplanten Wohngebiets

Die Fläche im Plangebiet „Im Breitenen II“ wird landwirtschaftlich genutzt. Abbildung 4-4 zeigt einen Schwenk von West nach Nord über das Plangebiet vom oberhalb gelegenen Feldweg. Das Plangebiet „Im Breitenen“ ist als Wohngebiet geplant.

Die umgebenden Wohngebiete im Westen/Nordwesten und Süden sind ebenfalls durchgrünt. Östlich schließen landwirtschaftliche Flächen sowie die Gehölzstrukturen entlang des Eckerschen Tobels an.



Abbildung 4-5: Luftbild mit den Plangebieten. (Quelle: Bing-Maps)

5 Bestandssituation

5.1 Strömungsverhältnisse

Nördlich des Plangebiets gab es Messungen der Windrichtung und Windgeschwindigkeit. Die LUBW hat auf dem Dach der IHK vom 9.03.1998 bis zum 31.10.1989 gemessen. Die Verteilung

(30° Klassen) zeigt zwei Maxima (Abbildung 5-1) – Nordwinde und Winde aus Südsüdwest. Die mittlere Windgeschwindigkeit lag bei 2,9 m/s.

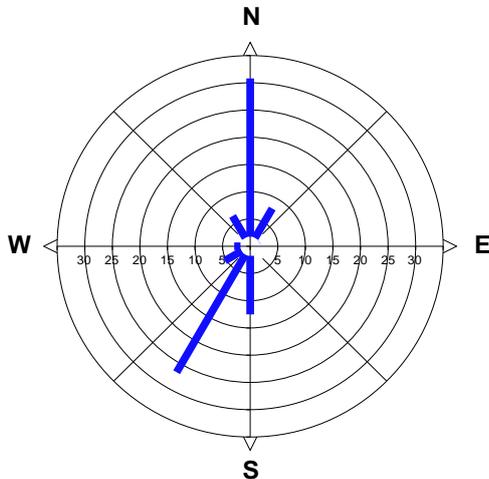


Abbildung 5-1: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen auf dem Dach der IHK. Messungen der LUBW 09.03.1998 - 31.10.1989.

Im Rahmen des Projektes REKLISCHUB wurde von Prof. Schwab (PH Weingarten) zahlreiche Messungen und Modellrechnungen im Raum Ravensburg durchgeführt. Unter anderem wurde nördlich des Plangebiets und westlich von Weingarten auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen die Messstation Hähnlehof betrieben. Das Messjahr war 2009. Abbildung 5-2 zeigt links die Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen für alle Stunden, rechts die der wolkenarmen Nachtstunden.

Aufgrund der geringen Messhöhe (2 m über Grund) variieren die Windrichtungen stärker als im Überdachniveau. Prinzipiell sind die beiden Hauptwindrichtungen aus Nord und Süd vorhanden. In den wolkenarmen Nachtstunden dominieren nördliche Windrichtungen, der großräumige Kaltluftabfluss im Schussental.

In Abbildung 5-3 ist exemplarisch der Tagesgang an einem Strahlungstag (hier der 13. Juni 2009) dargestellt. In den Tagstunden kommt der Wind aus östlichen, südlichen und westlichen Richtungen, die Windgeschwindigkeit liegt im Bereich 1 bis 2 m/s. In den Abendstunden (ab 18 Uhr) „schläft“ der Wind ein. Zwischen 19 und 21 Uhr ist es nahezu windstill. Die Windrichtung dreht dann bei aufwachen der Windgeschwindigkeit auf Nordnordwest. In der Nacht liegen die Windgeschwindigkeit zwischen 0 und ca. 1 m/s. Gegen 9 Uhr des nächsten Tages stellen sich wieder südliche Winde ein. Ungefähr bei Sonnenuntergang im Schussental findet eine rasche Abkühlung von Temperaturen bis 30°C auf ca. 15°C statt. Im Laufe der Nacht kühlt sich die Luft dann langsamer auf ca. 10°C ab. Nach Sonnenaufgang nehmen die Lufttemperaturen wieder zu.

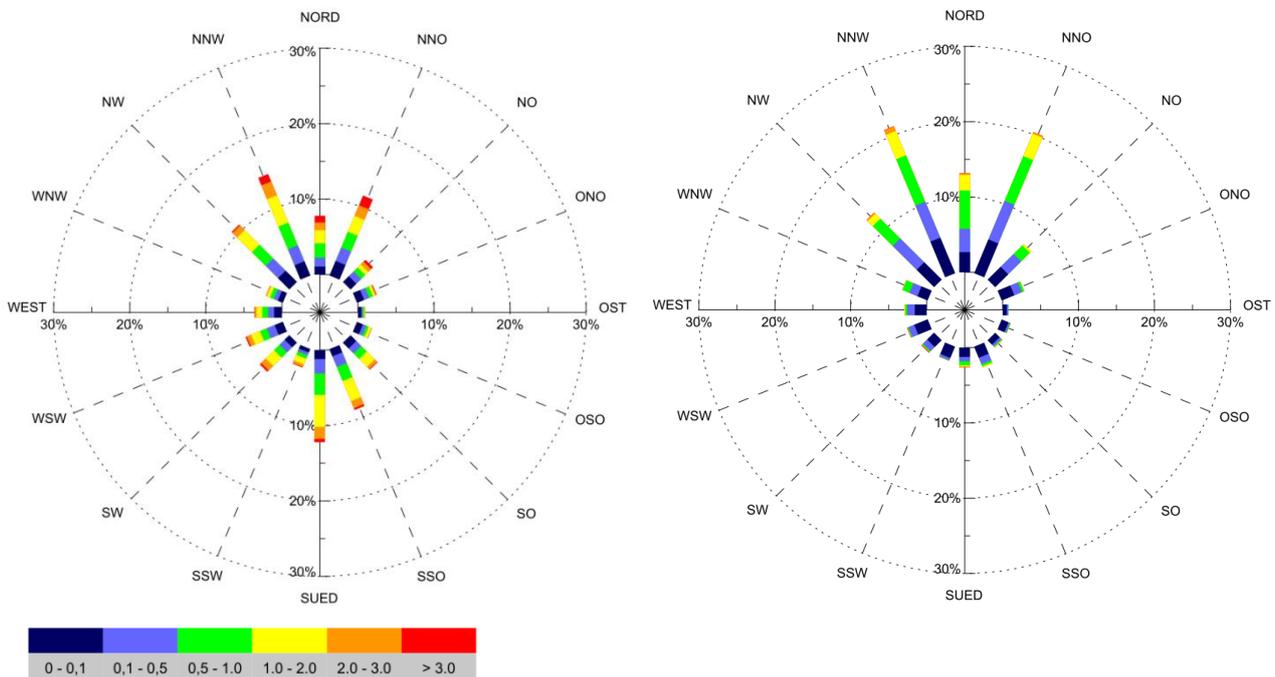


Abbildung 5-2: Station Hähnlehof, 2009, links – alle Stunden, rechts – zwischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang, nur Strahlungstage.

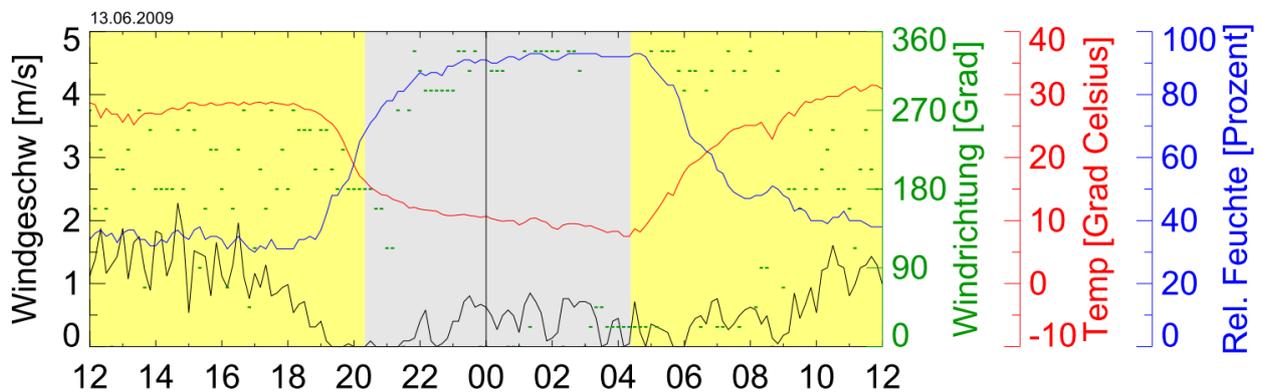


Abbildung 5-3: Tagesgang von Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Lufttemperatur und relativer Feuchte ca. 2 m über Grund, Station Hähnlehof, 13.06.2009, Quelle: Prof. Schwab

5.2 Kaltluftabflussverhältnisse

Bei autochthonen Wetterlagen¹ treten belastende Situationen auf. Tagsüber kann es in den Sommermonaten zu Hitzestress kommen. In den Nachtstunden stellen sich austauscharme Verhältnisse (Inversionen) ein. In gegliedertem Gelände sorgen dann Kaltluftabflüsse für einen Luftaustausch.

Die Kaltluftabflussverhältnisse wurden im REKLIBO-Projekt großflächig simuliert. Ein Ausschnitt aus der Klimaanalysekarte des Klimaatlas Bodensee-Oberschwaben ist in Abbildung 11-1 dargestellt. Sie zeigen im Bereich des Krankenhauses einen Pfeil mit Strömung aus Südost, der auf

¹ Wetterlage mit windschwachen und wolkenarmen Verhältnissen

einem intensiven Kaltluftstrom beruhen soll. Im Gebiet „Breitenen II“ ist ein Strömungspfeil aus Südsüdost dargestellt, der das dort vorhandene Hangabwindssystem markiert.

In Abbildung 11-4 und Abbildung 11-5 sind die aktuell berechneten Kaltluftabflüsse im weiteren Umfeld der Plangebiete dargestellt. Eine Stunde nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse findet man überwiegend Hangabwinde. Auf der Erhebung, auf der das Krankenhaus liegt, werden schwache südwestliche Winde simuliert. Im Bleichenbachtal sammeln sich Hangabwinde von den östlichen Höhenlagen und fließen in einem intensiveren Strom talabwärts. Dabei wird auch das Plangebiet „Im Breitenen II“ von Südsüdosten her überströmt.

Drei Stunden nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse haben sich die Strömungen intensiviert. Im Nordwesten erkennt man bereits den einsetzenden SchusSENTÄLER. In den Plangebieten ist die Strömungsintensität etwas angestiegen, weist jedoch noch die gleichen Richtungen auf.

Die KaltluFthöhen in den unbebauten Bereichen am Krankenhaus liegt in den frühen Abendstunden liegen bei ca. 13 m. Bereits 3 Stunden nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse betragen die KaltluFthöhen dort um die 38 m.

Das geplante Wohngebiet liegt höher am Hang und weist eine größere Geländeneigung auf. In den oberen Lagen des Plangebiets liegen die KaltluFthöhen um 10 m, im Bereich der Straße „Im Andelmannsberg“ werden aufgrund der Stauwirkung der vorhandenen Bebauung Höhen von ca. 37 m berechnet. Bereits eine Stunde später ist die Kaltluft im SchusSENTAL soweit angestiegen, dass auch das gesamte Plangebiet in der Talkaltluft zu liegen kommt.

5.3 Thermische Verhältnisse

Aus dem REKLISCHUB-Projekt von Prof. Schwab sind im Anhang in Abbildung 11-2 und Abbildung 11-3 die bodennahen Lufttemperaturverhältnisse dargestellt. Am 21.07.2009 wurden in Ravensburg und Weingarten Messfahrten durchgeführt. Die gemessenen Temperaturen wurden in die Fläche interpoliert. In Abbildung 11-2 sind die Abweichungen zum Mittelwert der Messungen gegen 22:30 Uhr, in Abbildung 11-3 gegen 5:20 Uhr abgebildet.

In den Abendstunden ist die Stadt mit 6°C gegenüber den kühlen Bereichen spürbar überwärmt. Die wärmsten Bereiche finden sich in den dichter bebauten städtischen Siedlungsbereichen. Von Weingarten zieht sich entlang der Gartenstraße eine warme Zone bis in die Innenstadt. Hänge und Tobel bewirken an den Rändern Abkühlungen.

Das Plangebiet am Krankenhaus ist leicht überwärmt (1 K über der Mitteltemperatur). Das geplante Wohngebiet weist dagegen Temperaturen von ca. 0,5 K unter der Mitteltemperatur auf.

Nach Westen hin nimmt die Lufttemperatur zu den dichter bebauten Bereichen in der Tallage zu. Nach Norden hin schließt ein Bereich mit kühler Luft im Zuge des Tobels an.

6 Auswirkungen auf die Kaltluftsituation

Zunächst wurde großräumig untersucht wie sich die Kaltluftabflussverhältnisse durch die geplanten Baugebiete ändern. Dazu wurden die überplanten Flächen am Krankenhaus wie Gewerbeflächen behandelt. Dies überschätzt die Verhältnisse, da ein Parkhaus als „poröses Hindernis“ zumindest in Teilen durchströmbar ist.

Im geplanten Wohngebiet wurde von lockerer Bebauung ausgegangen. Dabei wurde insbesondere die Abstandsfläche zum Wald am Breitenbach berücksichtigt.

In Abbildung 6-1 sind in einem kleinen Ausschnitt um die Plangebiet die Volumenströme als Pfeile dargestellt. In den Plangebieten selbst nimmt die Intensität der Strömung um mehr als die Hälfte ab. Die Richtung ändert sich dabei meist kaum. Zwischen den beiden Arealen am Krankenhaus findet man dagegen eine leichte Zunahme der Strömungsgeschwindigkeiten.

In Lee des geplanten Wohngebiets nimmt die Intensität ebenfalls ab, gleicht sich nach ca. 300 m aber wieder an die Strömungsverhältnisse im Nullfall an. Durch einen Verdrängungseffekt nimmt dafür auf der nördlichen Talseite des Breitenbachtals die Strömung etwas zu.

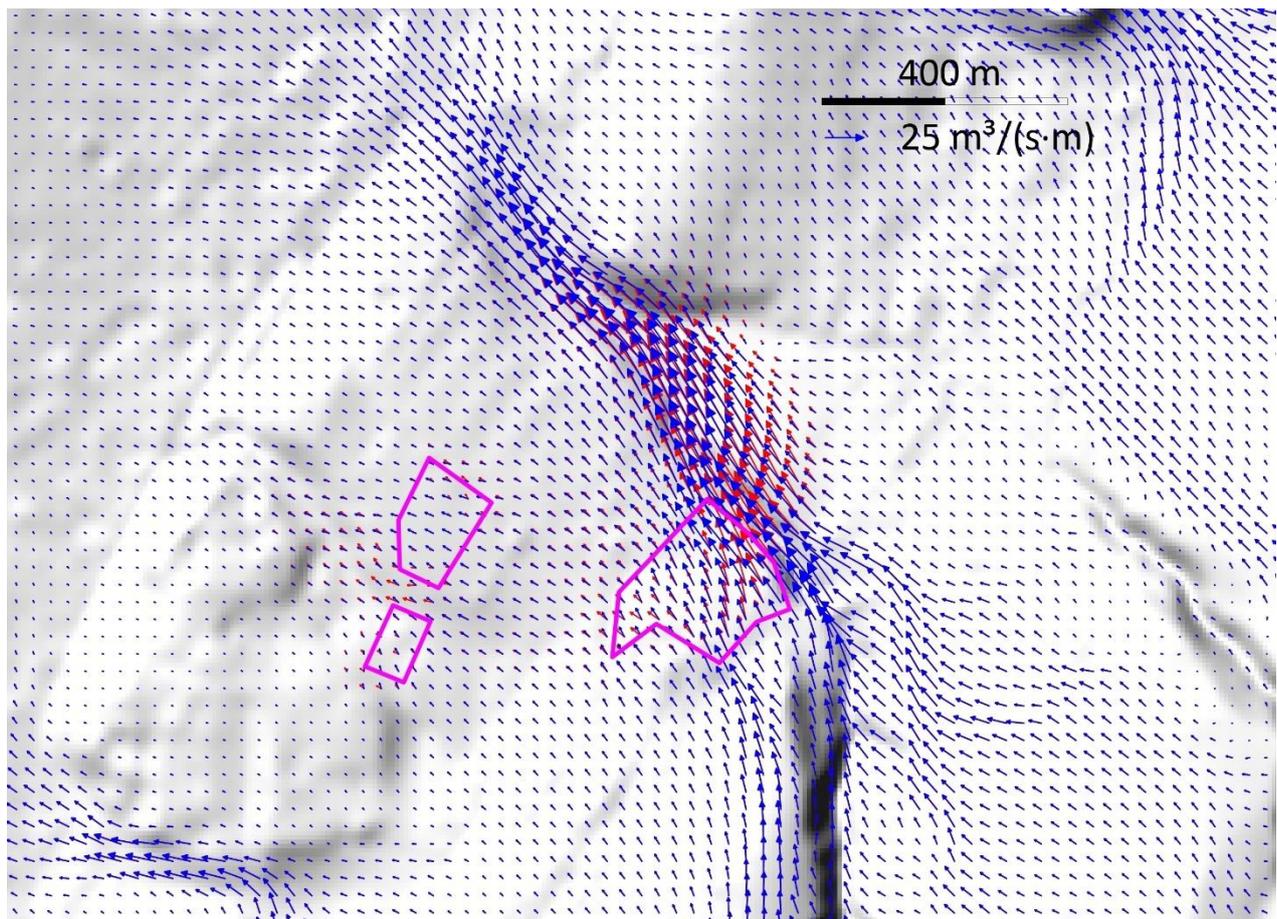


Abbildung 6-1: Volumenstromdichte eine Stunde nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse. Planfall (rot) überdeckt von Nullfall (blau).

Auch 3 Stunden nach einsetzen der Kaltluftabflüsse (siehe Abbildung 6-2) findet man vergleichbare Differenzen.

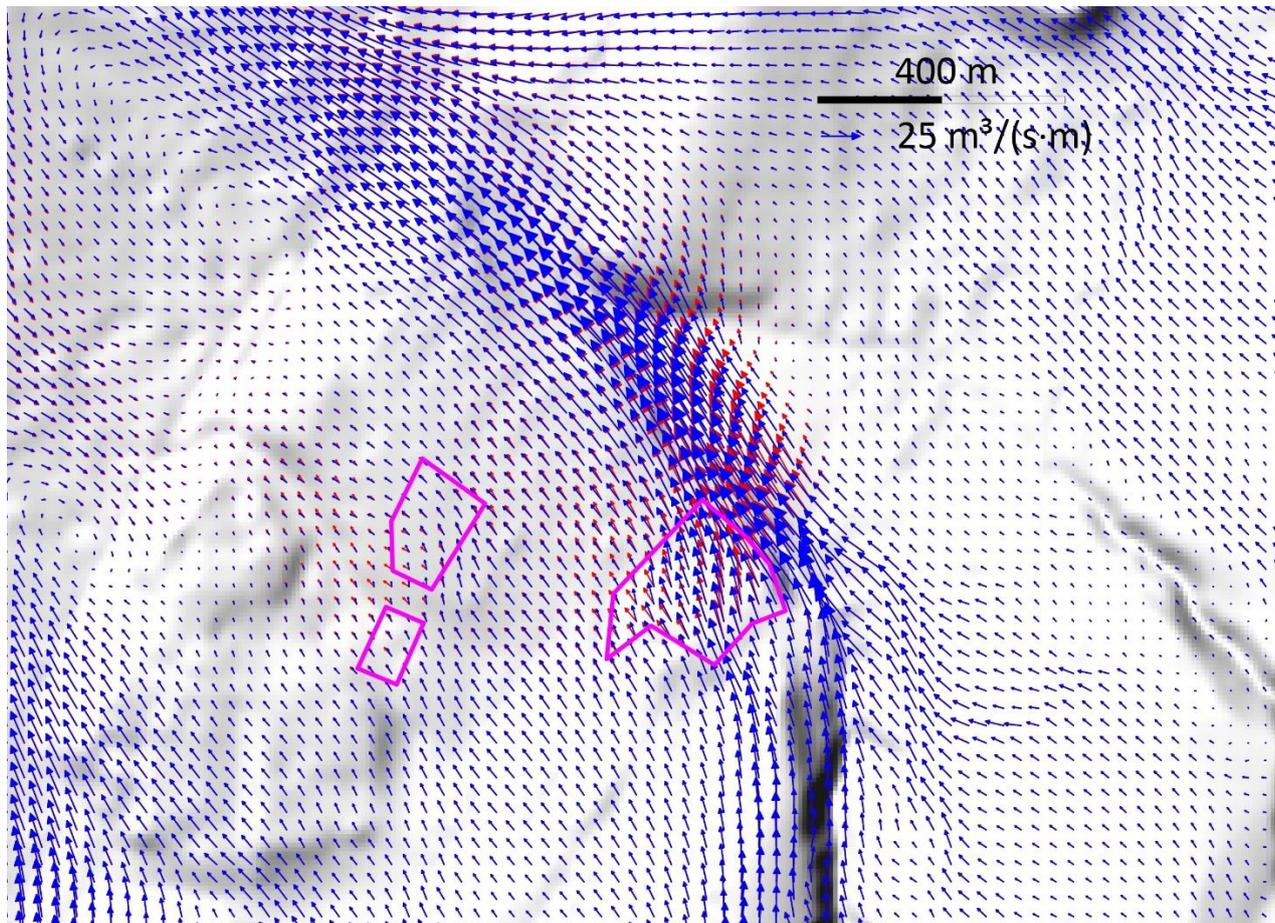


Abbildung 6-2: Volumenstromdichte drei Stunden nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse. Planfall (rot) überdeckt von Nullfall (blau).

Im weiteren Verlauf der Nacht gehen die hangabwinde zurück, da sich das Schusstal zunehmend mit Kaltluft füllt und der Antrieb der Hangabwinde zurückgeht bzw. der Schusstäler den Talgrund und die Randhöhen ausfüllt.

7 Auswirkungen auf die Durchlüftungsverhältnisse

Gebäude, die über die Grundrauigkeit herausragen, entziehen der Strömung mehr Energie als Gebäude, die in die vorhandene Rauigkeit eingebettet sind. Da die Windgeschwindigkeit mit der Höhe über Grund zunimmt, führen hohe Gebäude zu größeren Durchlüftungsverlusten als niedrige Gebäude.

Die Kaltluftabflussmodellierung konnte einzelne Hindernisse weder von der Kontur her noch von der Höhe her auflösen. Deshalb wurden zur Quantifizierung der Auswirkungen zusätzlich mikroskalige Modellrechnungen durchgeführt.

7.1 Strömungsanalyse im Untersuchungsgebiet

Zur Quantifizierung der lokalen Strömungsverhältnisse wurden Modellsimulationen durchgeführt. Zum Einsatz kam das mikroskalige 3-dimensionale Strömungsmodell DULAN, das die Anforderungen der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 10 „Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle – Gebäude- und Hindernisumströmung“ erfüllt.

7.1.1 Simulationsgebiet

Das Simulationsgebiet weist eine Größe von 1500 m · 1800 m auf. Um eine hinreichende Detailtreue zu gewährleisten, erfolgen die Berechnungen für Rasterflächen mit einer Maschenweite von 3 m. Einzelne Bäume und Buschwerk wurden nicht explizit berücksichtigt.

7.1.2 Durchlüftungsverhältnisse

Hindernisse wie Gebäude führen zu einer Verwirbelung der Strömung. Diese wird dadurch böiger, nimmt aber an Intensität ab.

Eine reduzierte Durchlüftung ist dann ungünstig, wenn

- in diesen Bereichen Schadstoffe freigesetzt werden, da diese dann schlechter abtransportiert werden,
- in diesen Bereichen hohe thermische Belastungen vorhanden sind, die dann langsamer abgebaut werden.

Bei autochthonen Wetterlagen treten nördliche Windrichtungen („Schussentäler“) vorzugsweise in den späteren Nachtstunden auf. Dagegen findet man in den Abendstunden bis ca. 4 Stunden nach Sonnenuntergang in den Plangebieten Hangabwinde aus Westsüdwestlicher Richtung.

Die Anströmung der Gebäude wurde für diese Studie mit Ostsüdost angesetzt. Die Durchlüftungsverhältnisse sind in 1,5 m über Grund dargestellt. Dazu wurde die Strömungsgeschwindigkeit ins Verhältnis zur ungestörten Strömung, wie sie über Freiflächen vorgefunden wird, gesetzt. Gelbe und orangefarbene Bereiche zeigen eine Reduktion der Durchlüftung gegenüber einer ungestörten Strömung an. Diese Zonen findet man in Lee der Hindernisse. In den grünen Bereichen nimmt die Strömungsgeschwindigkeit durch Umströmungs- und Verdrängungseffekte zu.

Betrachtet wurden 4 Varianten:

- Planfall 1: Ausrichtung der Parkhausnordseite nicht parallel zum Dürerweg

- Planfall 2: Ausrichtung der Parkhausnordseite parallel zum Dürerweg. Abstand zur Bebauung 16 m
- Planfall 3: Ausrichtung der Parkhausnordseite parallel zum Dürerweg. Abstand zur Bebauung 25 m
- Planfall 4: Ausrichtung der Parkhausnordseite parallel zum Dürerweg. Abstand zur Bebauung 40 m

Es wurde jeweils für den Nullfall und den Planfall gerechnet. Die prozentualen Abweichungen zwischen den Fällen sind dann ein Maß für die Auswirkungen.

In Abbildung 7-1 sind die berechneten Verhältnisse für den Planfall 1 dargestellt. Große Reduktionen bis 75% findet man in Lee der geplanten Gebäude. Mit zunehmendem Abstand gehen die Auswirkungen zurück. Der Bereich mit Reduktionen um 0,1 % erstreckt sich bis zur Bebauung in der Tallage.

Die Bereiche mit einer Zunahme der Strömungsgeschwindigkeiten fallen hier kleiner aus als bei der mesoskaligen Simulation. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass hier keine Geländeeinflüsse berücksichtigt wurden.

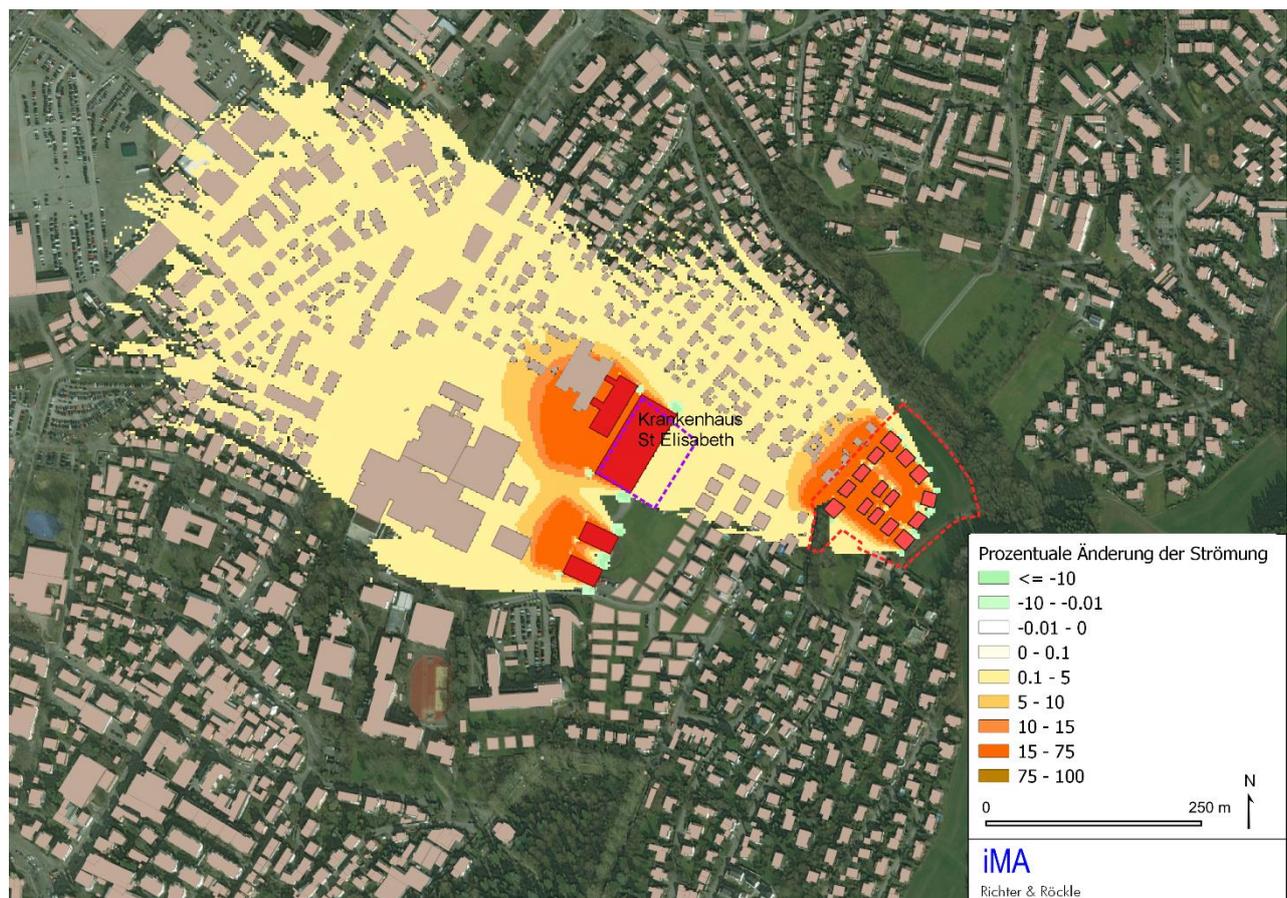


Abbildung 7-1 Prozentuale Änderung der Strömung – Planfall 1 (Parkhaus nicht parallel zum Dürerweg). Eine negative Änderung bedeutet eine Geschwindigkeitszunahme, eine positive Änderung eine Geschwindigkeitsabnahme.

In Abbildung 7-2 ist die Nordseite des Parkhauses parallel zum Dürerweg ausgerichtet. Der Abstand zur gegenüberliegenden Bebauung beträgt 16 m, d.h. das Parkhaus reicht bis zum vorhandenen Erdwall. Die Unterschiede zur Variante 1 sind gering und beschränken sich auf den unmittelbaren Nahbereich des Parkhauses.

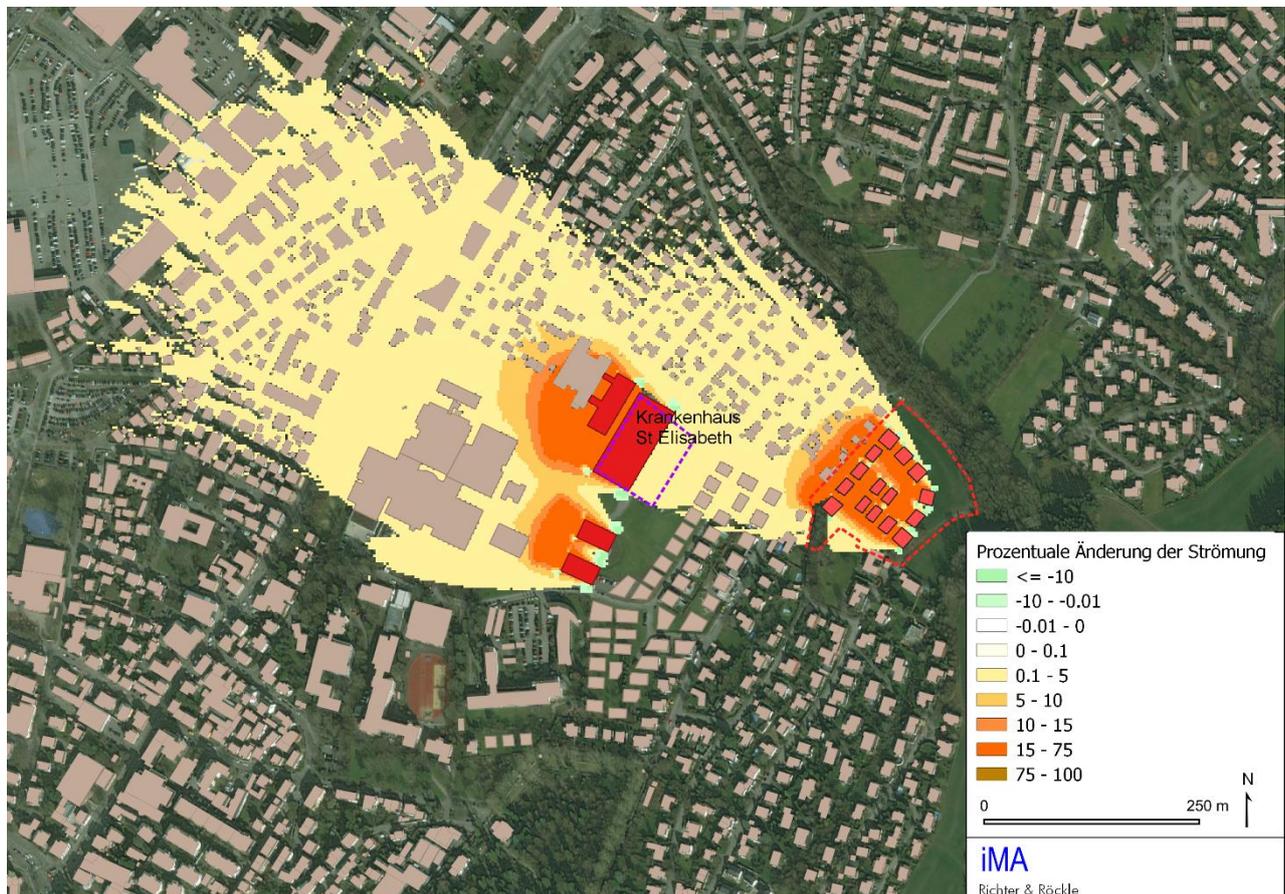


Abbildung 7-2 Prozentuale Änderung der Strömung – Planfall 2 (Parkhaus mit parallelem Abstand von 16 m zur Bebauung am Dürerweg). Eine negative Änderung bedeutet eine Geschwindigkeitszunahme, eine positive Änderung eine Geschwindigkeitsabnahme.

Abbildung 7-3 zeigt die Verhältnisse bei einer Abrückung des Parkhauses von der Bebauung am Dürerweg von 25 m. Das entspricht der derzeit vorhandenen Engstelle zwischen dem Laborgebäude und der gegenüber liegenden Wohnbebauung. Hier zeigt sich, dass die Strömung im Dürerweg weniger gestört wird als bei den beiden anderen Varianten. Im Fernfeld ergeben sich dadurch keine relevanten Unterschiede. Es ist jedoch davon auszugehen, dass abendliche Kaltluftabflüsse durch die Schneise am Dürerweg bis auf Höhe der Muntpratstraße noch relativ gut abfließen können.

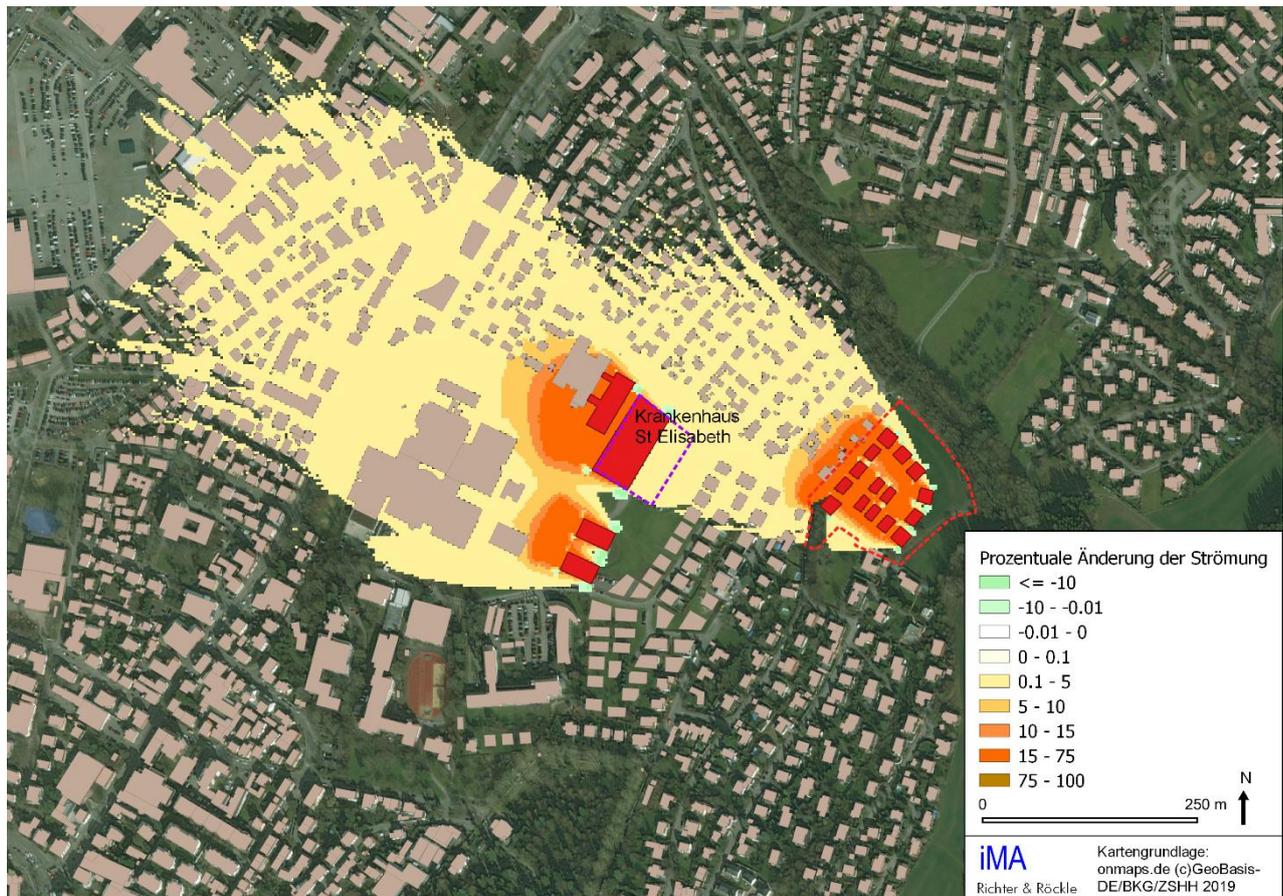


Abbildung 7-3 Prozentuale Änderung der Strömung – Planfall 3 (Parkhaus mit parallelem Abstand von 25 m zur Bebauung am Dürerweg). Eine negative Änderung bedeutet eine Geschwindigkeitszunahme, eine positive Änderung eine Geschwindigkeitsabnahme.

Abbildung 7-4 zeigt die Verhältnisse bei einer Abrückung des Parkhauses von der Bebauung am Dürerweg von 40 m. Dabei ergeben sich Verbesserungen der prozentualen Änderung der Strömung um etwa 6 m (2 Gitterweiten) im Nahbereich nordwestlich des Krankenhauses. Aber auch im Fernbereich südlich des Dürerwegs ergibt sich durch den vergrößerten Abstand eine Verbesserung des Windfeldes.

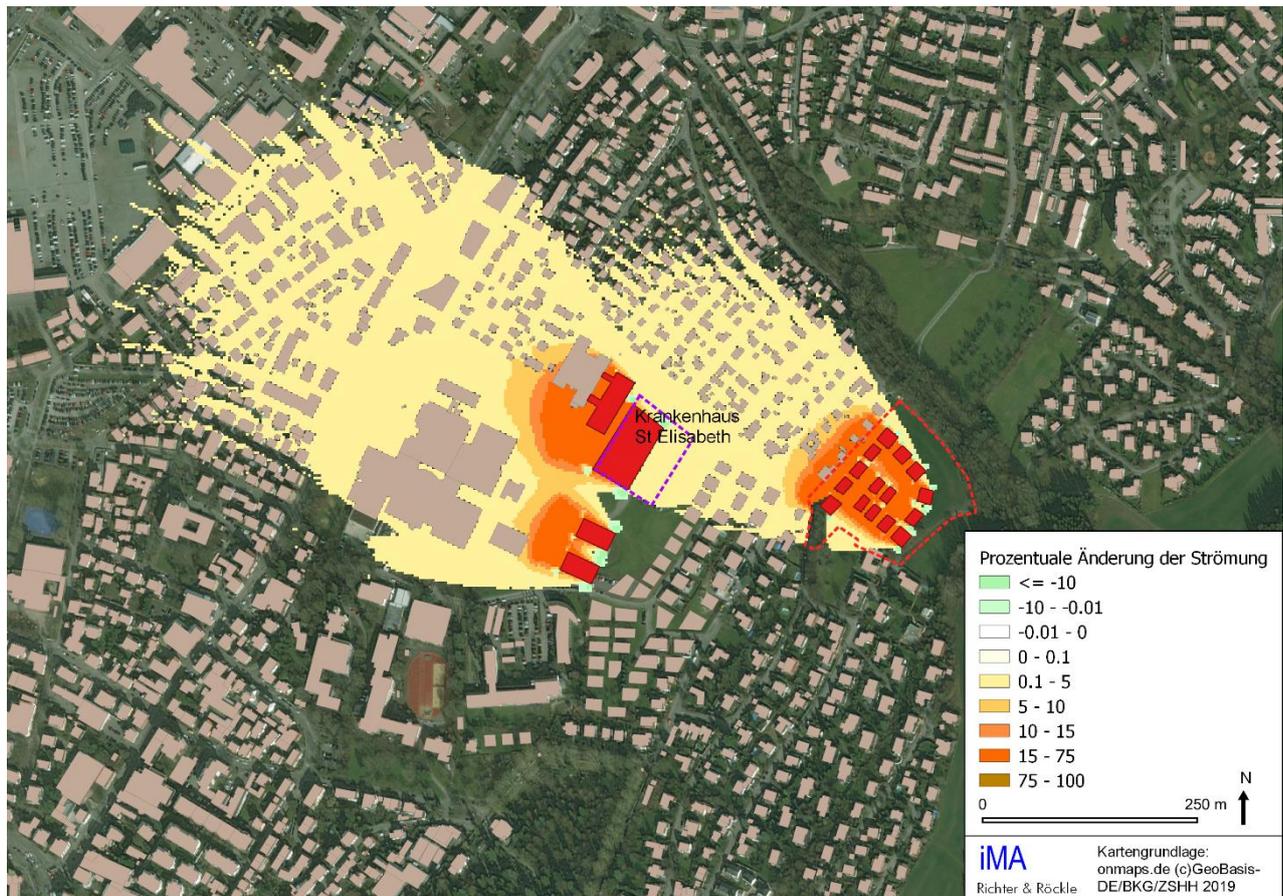


Abbildung 7-4 Prozentuale Änderung der Strömung – Planfall 4 (Parkhaus mit parallelem Abstand von 40 m zur Bebauung am Dürerweg). Eine negative Änderung bedeutet eine Geschwindigkeitszunahme, eine positive Änderung eine Geschwindigkeitsabnahme.

8 Bewertung und Planungsempfehlungen

Für die Auswirkungen einer Bebauung auf die lokalen klimatischen Verhältnisse gibt es keine Beurteilungswerte. Auflagen können deshalb nicht festgesetzt werden. Um unerwünschte lokalklimatische Auswirkungen zu reduzieren, sollten aber die Planungshinweise beachtet werden.

Durchlüftung:

- Die Planungen am Krankenhaus und im Bebauungsplangebiet „Im Breitenen II“ überlagern sich bei Situationen mit Hangabwinden partiell, so dass die gemeinsame Betrachtung sinnvoll ist.
- Bei autochthonen Wetterlagen stellen sich in den Abendstunden in den überplanten Bereichen Hangabwinde aus ost-südöstlicher Richtung ein. Diese belüften die hangabwärts gelegenen Siedlungsbereiche. Die Planungen führen zu einer Reduktion der Strömungen. In den Plangebieten selbst sind die Auswirkungen am größten. Mit zunehmendem Abstand gehen die Effekte zurück. Auswirkungen sind westnordwestlich der Planungen am Krankenhaus bis in ca. 500 m nicht auszuschließen. Das geplante Wohngebiet führt maximal bis in Entfernungen von 350 m zu Reduktionen, wobei signifikante Abnahmen (>10%) auf die erste Häuserreihe an der Straße „Im Andermannsberg“ beschränkt bleiben. Eine größere Lückigkeit der nordwestlichen Gebäudezeile würde die Auswirkungen reduzieren.
- Die Bauwerke am Krankenhaus haben aufgrund der Bauhöhen größere Effekte zur Folge als die geplante Wohnbebauung. Bodennahe Strömungsreduktionen von über 10% erstrecken sich bis etwa 150 m in Lee des Parkhauses. Die Effekte werden sicher überschätzt, da das Parkhaus partiell durchströmbar ist, in die Modellrechnungen aber als geschlossener Kubus einging.
- Für die Nordseite des Parkhauses wurden 4 Varianten untersucht, die im Wesentlichen für den Luftdurchsatz im Zuge des Dürerwegs Unterschiede bewirken. Luftleitbahnen sollten nach Mayer eine Mindestbreite von 50 m und eine Länge von mindestens 1 km aufweisen. Der Dürerweg ist streng genommen keine Luftleitbahn. Wir empfehlen einen Mindestabstand von 25 m von der vorhandenen Bebauung am Dürerweg, da dieser den bislang geringsten Abstand auf Höhe des Laborgebäudes aufgreift und den Straßenraum dadurch nicht weiter verjüngt. Eine weitere Verbesserung wird durch einen Mindestabstand von 40 m (Planfall 4) erzielt. In der nordwestlich angrenzenden Wohnbebauung verringert sich die Reduktion auf unter 10%. Nach VDI Richtlinie 3787 Blatt 5 ist dann der Eingriff hinsichtlich der Strömung nur noch als mäßig zu bewerten.

Thermische Effekte:

- Versiegelung und Baumasse führen zu einer stärkeren Aufheizung der Plangebiete an sonnenreichen Tagen. Um die in die angrenzenden Siedlungsgebiete einfließende Luft bei Hangabwindsituationen möglichst wenig aufzuheizen, sollte auf eine gute Durchgrünung geachtet werden.
- Die Auswirkungen der Durchlüftungsreduktion auf die thermisch am stärksten belasteten Bereiche in der Tallage sind gering und liegen unter 1%.

- Das Parkhaus sollte auf der Süd- und Ostseite durch eine Fassadenbegrünung die Aufheizung reduzieren. Auch das oberste Parkdeck sollte durch ein Gründach verschattet werden.
- Die anderen Gebäude am Krankenhaus sollten ebenfalls eine Dachbegrünung erhalten und nach aktuellen EnEV Standards errichtet werden. Die Gebäudeoberflächen können sich zwar an sonnenreichen Tagen stärker aufheizen, kühlen in den Nachtstunden aber auch rascher ab und belasten den nächtlichen Luftstrom dadurch weniger.
- Das geplante Wohngebiet „Im Breitenen II“ sollte ebenfalls nach modernen Wärme-Standards errichtet werden.

Lufthygiene:

- Im Wohngebiet „Im Breitenen II“ sollten keine offenen Feuerstellen zugelassen werden. Insbesondere das Anfeuern dieser Öfen führt beim Vorhandensein von Hangabwinden häufig zu Nachbarschaftsbeschwerden.
- Die Wärmeversorgung sollte möglichst emissionsarm sein. Gasfeuerungen sind Öl- oder Holzfeuerungen vorzuziehen.

9 Zusammenfassung

Die Stadt Ravensburg plant auf den Flächen östlich des Krankenhauses weitere Gebäude, insbesondere soll der überlastete Parkplatz durch ein Parkhaus ersetzt werden. Nordöstlich dieser Planungen ist ein Wohngebiet vorgesehen.

Da die Plangebiet in Hanglage liegen und deshalb an sonnigen und windschwachen Tagen in den Abendstunden Kaltluftabflüsse auftreten, wurden die Auswirkungen der Planungen auf die Durchlüftung der Nachbarschaft untersucht.

Die Berechnungen zeigen, dass die Gebäude den Kaltluftstrom schwächen, aber nicht zum Erliegen bringen. Die größten Effekte treten in den Plangebiet selbst auf. Mit zunehmendem Abstand gehen die Auswirkungen zurück.

Das geplante Parkhaus als Einzelbauwerk weist die größte Störzone auf. Die Modellrechnungen überschätzen jedoch dessen Auswirkungen, da die Porosität (Durchströmbarkeit) eines Parkhauses nicht berücksichtigt werden konnte.

Das Wohngebiet „Im Breitenen II“ hat relevante Auswirkungen auf die direkt angrenzende Wohnbebauung. Größere Abstände zwischen der nordwestlichsten Gebäudezeile würden die Auswirkungen reduzieren.

Zur Reduktion unerwünschter Auswirkungen sind die Planungshinweise in Kapitel 8 zu beachten.

Freiburg, 11. Juli 2019

Dr. Rainer Röckle
Diplom-Meteorologe

Dr. Christine Ketterer
M.Sc. in Climate Sciences

10 Literatur

EnEV: Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden. Energieeinsparverordnung vom 24. Juli 2007 (BGBl. I S. 1519), die durch Artikel 3 der Verordnung vom 24. Oktober 2015 (BGBl. I S. 1789) geändert worden ist.

Isyumov, N.; Davenport, A. G.: "The Ground Level Wind Environment in Built-up Areas," in Proceedings of the Fourth International Conference on Wind Effects on Buildings and Structures, London, 1975, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1976, pp. 403-422.

Regionalverband Bodensee-Oberschwaben 2010: Klimafibel – Ergebnisse der Klimaanalyse für die Region Bodensee-Oberschwaben und ihre Anwendung in der regionalen und kommunalen Planung. Info Heft No. 11

Reuter, U., Baumüller, J., Hoffmann, U., 1991: Luft und Klima als Planungsfaktor im Umweltschutz. Expert-Verlag, Band 328

Richter, C.-J.; Röckle, R.; Gaede, M., 1998: Das Schutzgut Klima in der Umweltverträglichkeitsprüfung. VDI-Schriftenreihe Band 28, 1998, S. 4 - 14

Röckle, R.: Einsatz mikroskaliger Strömungsmodelle bei Planungsfragen. Annalen der Meteorologie, 28, 1992, S. 43 - 45

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.: Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahbereich typischer Gebäudekonfigurationen – Modellrechnungen –. Projekt Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen der Luftreinhaltung, Forschungsbericht FZKA-PEF 136, Oktober 1995

Röckle, R., Richter, C.-J., Salomon, Th., Dröscher, F., Kost, J.: Ausbreitung von Emissionen in komplexer Bebauung – Vergleich zwischen numerischen Modellen und Windkanalmessungen. Projekt Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen der Luftreinhaltung, Forschungsbericht FZKA-PEF, September 1998, Förderkennzeichen: PEF 295002, 1998

Schädler, G., Bächlin, W., Lohmeyer, A., van Wees, Tr.: Vergleich und Bewertung derzeit verfügbarer mikroskaliger Strömungs- und Ausbreitungsmodelle. Projekt Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen der Luftreinhaltung, Forschungsbericht FZKA-PEF 138, Oktober 1996

VDI-Richtlinie 3783 Blatt 10: Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle – Gebäude- und Hindernisumströmung. VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1b, 2001

VDI-Richtlinie 3787 Blatt 2: Umweltmeteorologie – Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung – Teil 1: Klima. Beuth Verlag Düsseldorf, 10. 2008

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

WAB, 2009: Wissenschaftlicher Abschlussbericht der Regionalen Klimaanalyse Bodensee-Oberschwaben (REKLIBO). Band 1 – 3. Hrsg.: Regionalverband Bodensee-Oberschwaben, Landkreise Bodenseekreis, Ravensburg, Sigmaringen. Bearbeitung: Schwab, A. und Zachenbacher, D. Online-Version (www.rvbo.de).

Wirtschaftsministerium des Landes Baden-Württemberg: Städtebauliche Klimafibel Online. Hinweise für die Bauleitplanung. <http://www.staedtebauliche-klimafibel.de>

11 Anhang

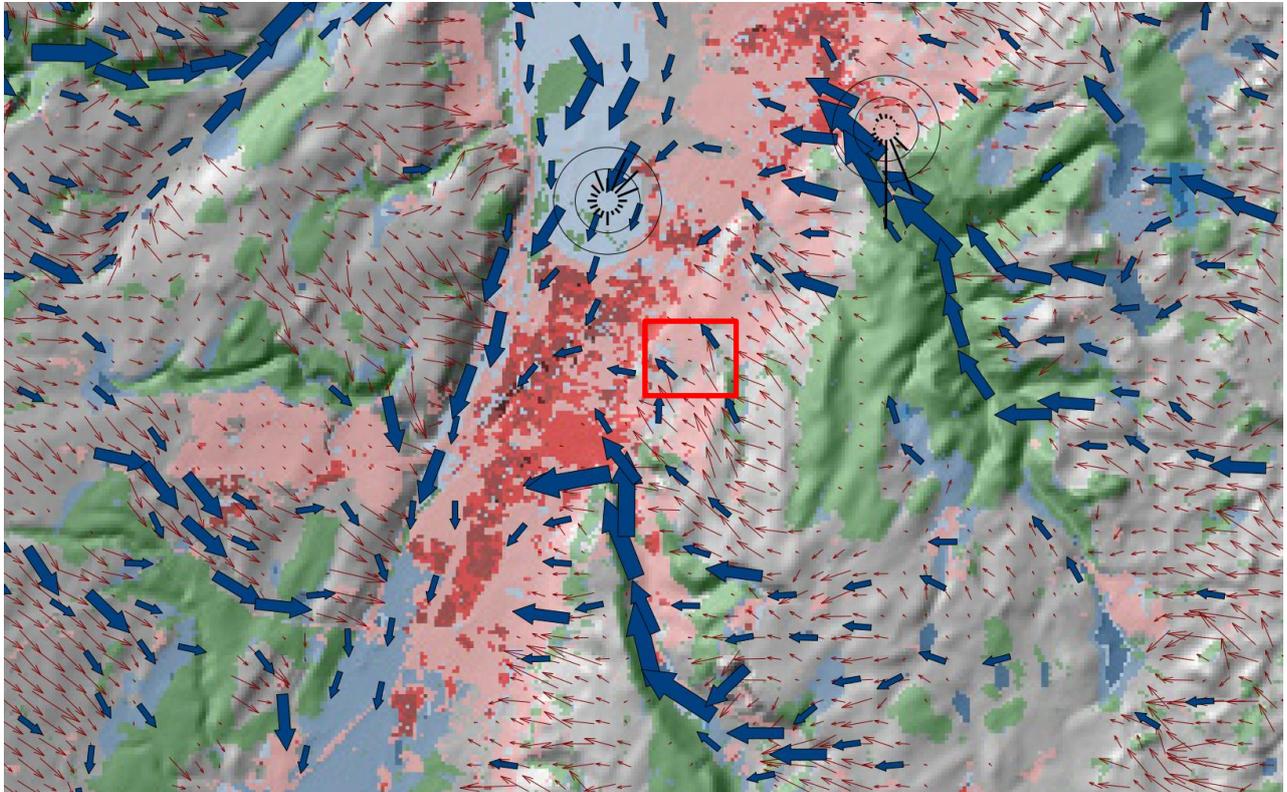


Abbildung 11-1: Ausschnitt aus der Klimaanalysekarte des Klimaatlas Bodensee-Oberschwaben.

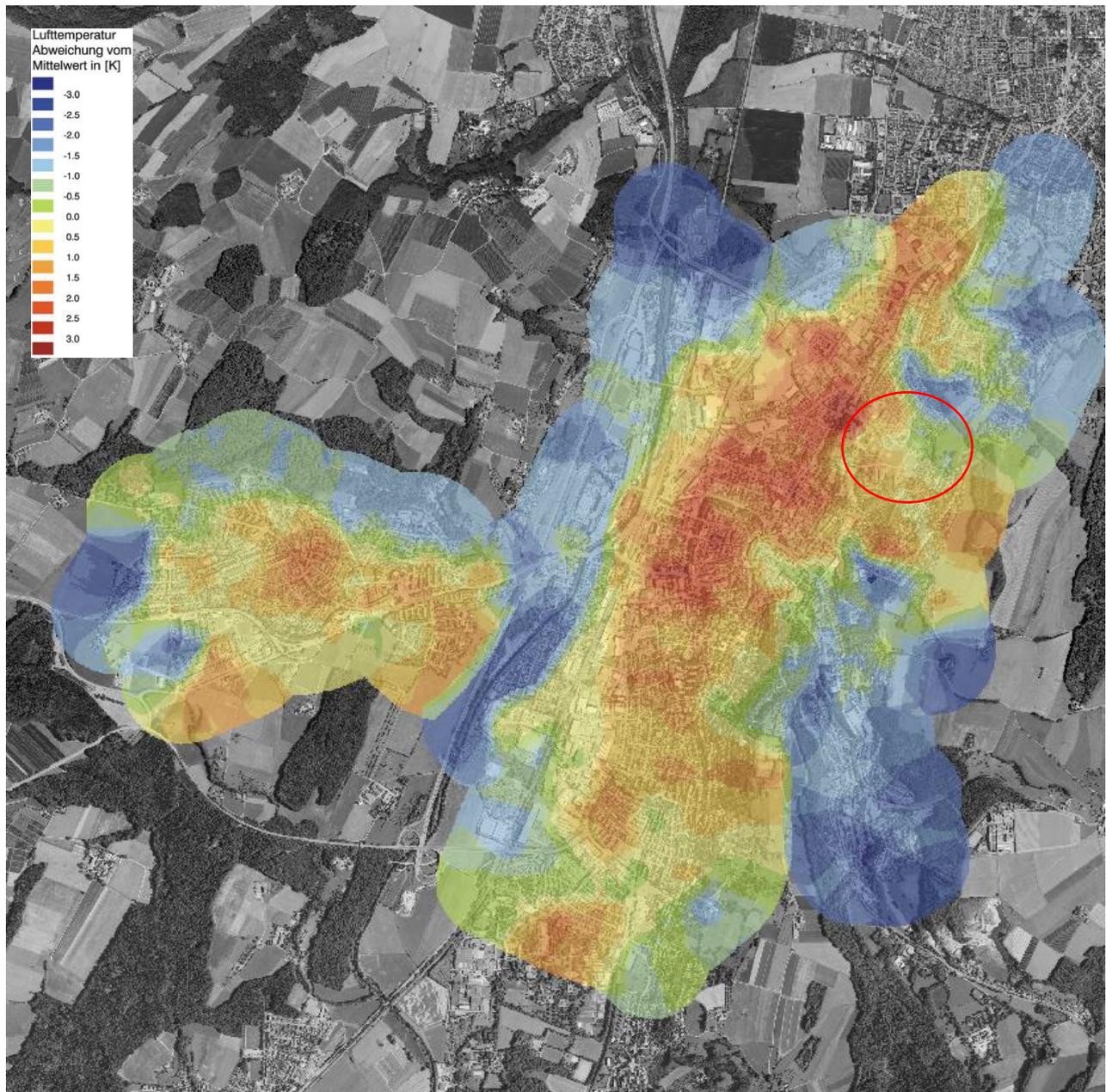


Abbildung 11-2: Thermalkarte 21.07.2009 ca. 22:30 Uhr. Abweichungen vom Mittelwert aus flächiger Interpolation der Temperaturen der Messfahrten. (Quelle. Prof. Schwab)

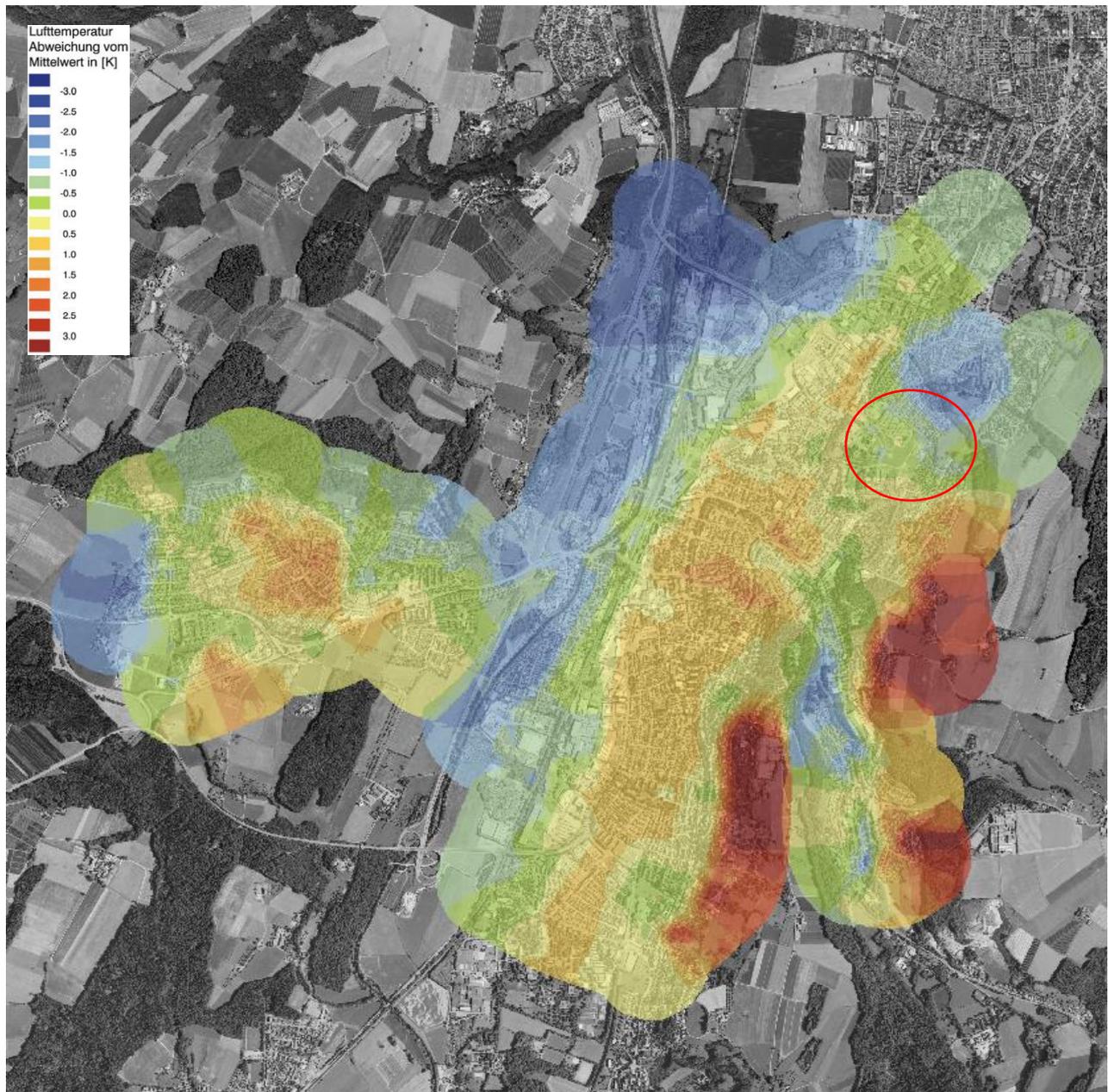


Abbildung 11-3: Thermalkarte 22.07.2009 ca. 05:20 Uhr. Abweichungen vom Mittelwert aus flächiger Interpolation der Temperaturen der Messfahrten. (Quelle. Prof. Schwab)

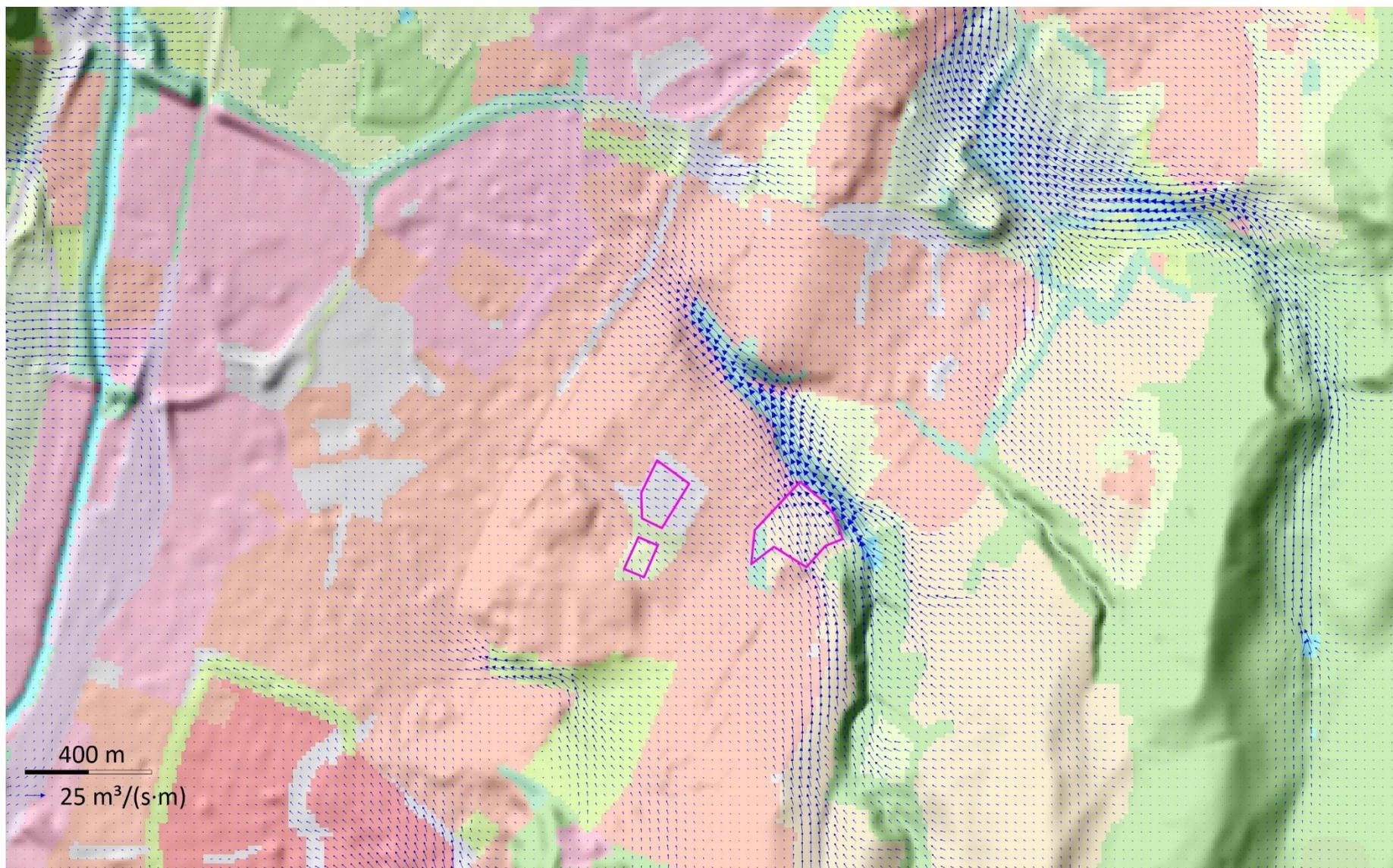


Abbildung 11-4: Volumenstromdichte eine Stunde nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse. Geschummertes Relief mit Landnutzung und den Plangebieten.

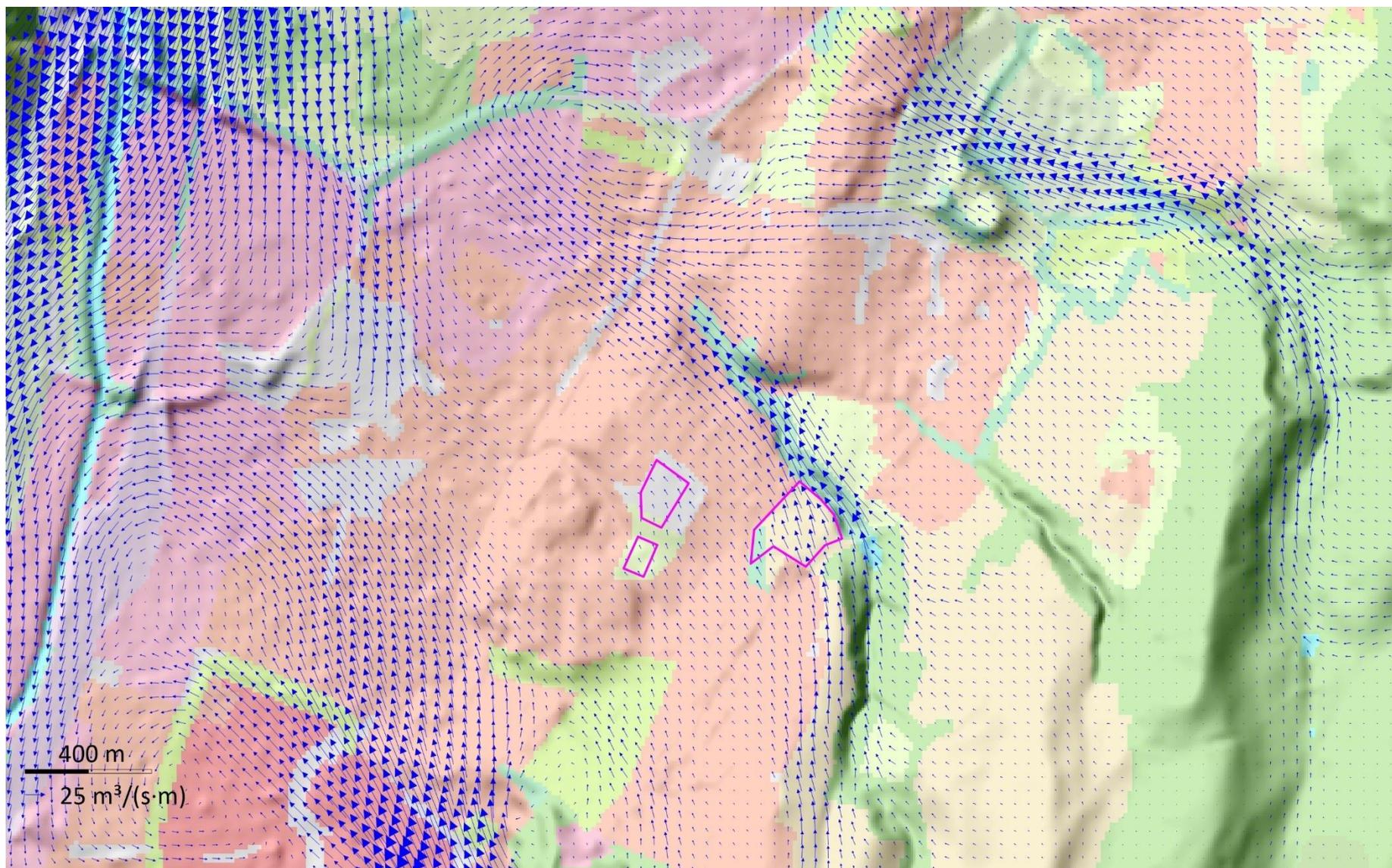


Abbildung 11-5: Volumenstromdichte drei Stunden nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse. Geschummertes Relief mit Landnutzung und den Plangebieten.

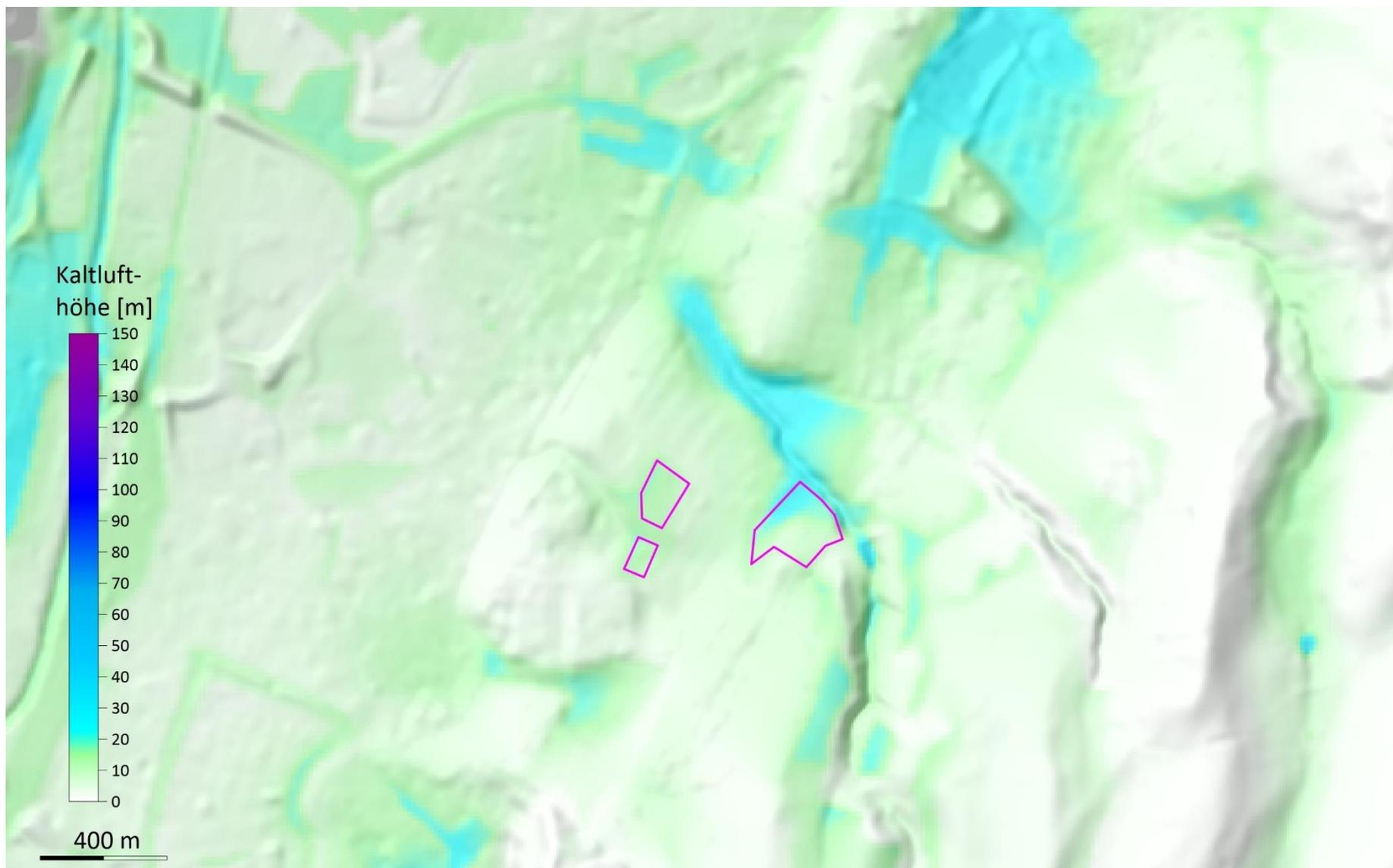


Abbildung 11-6: Kaltluftmächtigkeit eine Stunde nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse.

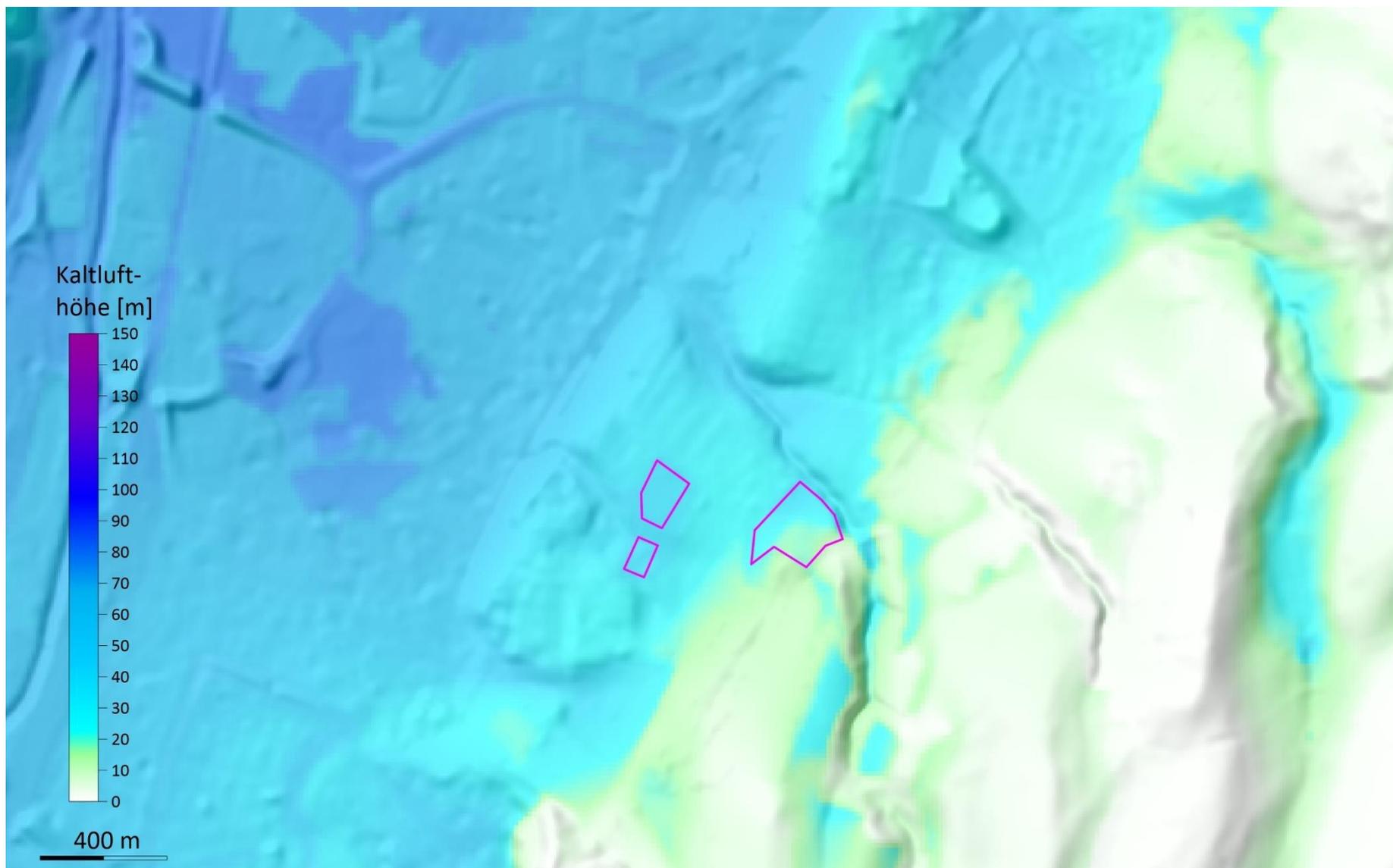


Abbildung 11-7: Kaltluftmächtigkeit drei Stunden nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse.