

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

**Stellungnahme zu den  
lokalklimatischen Verhältnissen  
– Summenwirkung Innenentwicklungsvorhaben  
Östliche Vorstadt Ravensburg –**

**Projekt-Nr.:** 20-02-27-FR

**Umfang:** 20 Seiten

**Datum:** 12. November 2020

**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](mailto:roeckle@ima-umwelt.de)

## 1 Situation und Aufgabenstellung

Die Stadt Ravensburg entwickelt in der östlichen Vorstadt, insbesondere entlang der Wangener Straße, mehrere Bauvorhaben im Bestand und einige kleinteilige Vorhaben der Innenentwicklung.

Aufgrund der Tallage Ravensburgs im Schussental und dem damit verbundenen vergleichsweise schlechten Luftaustausch ergeben sich sowohl thermische wie auch lufthygienische Belastungen. Gunstfaktoren stellen die Kaltluftabflüsse dar, die sich bei wolkenarmen und windschwachen Wetterlagen in den Abend- und Nachtstunden ausbilden und zu einer Reduktion der nachteiligen Effekte führen.

Für Ravensburg sind in den Abendstunden die Hangabwinde von Bedeutung. Im weiteren Verlauf der Nacht füllen sich die Tallagen und Tobel mit Kaltluft, die sich dann talabwärts in Bewegung setzt. Die Belüftung hängt deshalb stark von der Lage in Bezug auf die Ausgänge der Tobel und Seitentäler des Schussentals ab.

Bebauungen und Versiegelungen haben Auswirkungen auf die thermischen Verhältnisse und die Durchlüftung. Die Auswirkungen sind von verschiedenen Faktoren wie Bauhöhe, Bebauungsdichte, Ausrichtung gegenüber den Hauptwindrichtungen, bauphysikalischen Parametern, Versiegelung und Durchgrünung abhängig.

Wie Erfahrungen und Beobachtungen zeigen, haben einzelne Baumaßnahmen in der Regel nur geringe Auswirkungen. Signifikante Effekte sind meist auf den Nahbereich, d.h. die angrenzende Nachbarschaft beschränkt. Allerdings können viele Einzelmaßnahmen in der Summe zu größeren und weitreichenderen Auswirkungen führen.

In dieser Stellungnahme sollen die potenziellen Summenwirkungen der geplanten Baumaßnahmen abgeschätzt werden.

## 2 Einleitung

Die nächtliche Abkühlung hängt vom Wärmestrom und dem Wärmespeichervermögen ab. Die Bauweise im Altbestand hat in der Regel ein hohes Speichervermögen. Die besonnten Gebäudeoberflächen heizen sich tagsüber auf und geben nachts die gespeicherte Wärme wieder ab.

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 mittleren 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, Kanalisierungen und lokaler Düseneffekten.

Für die Fernwirkung ist die Strömungsreduktion im Überdachniveau von Bedeutung, da diese bei der betrachteten Windrichtung den Luftaustausch in den südlich angrenzenden Wohngebieten bewerkstelligt.

### 3 Standorte und örtliche Gegebenheiten

Die Standorte liegen verstreut in besiedeltem Bestand im Flappachtal. In Abbildung 3-1 ist die Lage der Entwicklungsflächen dargestellt. Die überplanten Flächen sind bebaut. Überwiegend sollen hier Gewerbestandorte in Wohnbauflächen konvertiert werden (vgl. Tabelle 3-1).

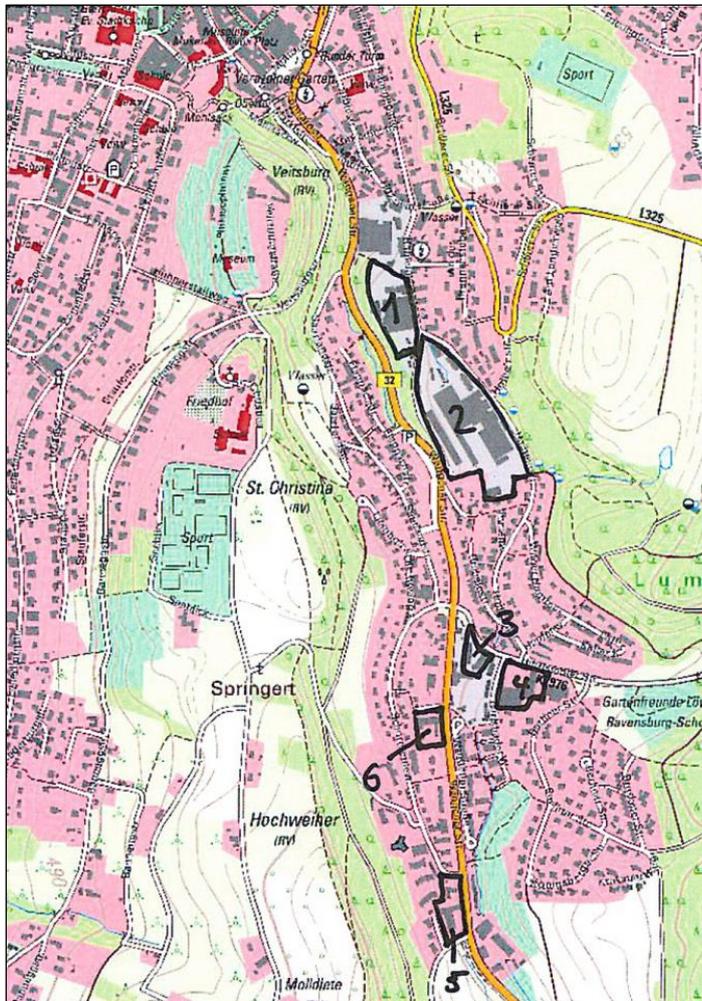


Abbildung 3-1: Lage der Entwicklungsflächen im Flappachtal.

Tabelle 3-1: Bezeichnung der Entwicklungsflächen sowie deren bestehende und zukünftige Nutzung.

#	Bezeichnung	Nutzung alt	vorgesehene Nutzung
1	Mühlenviertel	Gewerbe	Wohnen (umgesetzt)
2	Ehemaliges Rinker Areal	Gewerbe	Wohnen
3	Hinzistobler Straße 6-8	Gewerbe /Wohnen	Wohnen (umgesetzt)
4	Ehemaliges DWP Gelände	Gewerbe	Wohnen, ggf. mit Einzelhandel
5	Wangener Straße 134-138	Gastronomie	Wohnen mit Gewerbeflächenanteil
6	Gutekunst	Gewerbe	Wohnen mit Gewerbeflächenanteil

In Abbildung 8-3 bis Abbildung 8-8 sind für das Mühlenviertel, die Wangener Straße 134-138 und das ehemalige Rinker Areal Luftbilder der Bestandssituation und der jeweils aktuelle Planstand aufgeführt.

In Abbildung 3-2 ist die Lage des Flappachtals markiert. Das Flappachtal zweigt auf Höhe des Stadtzentrums nach Süden ab und steigt im bebauten Bereich von ca. 460 m ü.NHN auf 516 m ü.NHN am südlichen Ortsrand an. Die oberen Hanglagen sind meist bewaldet, der Talgrund weitgehend bebaut.

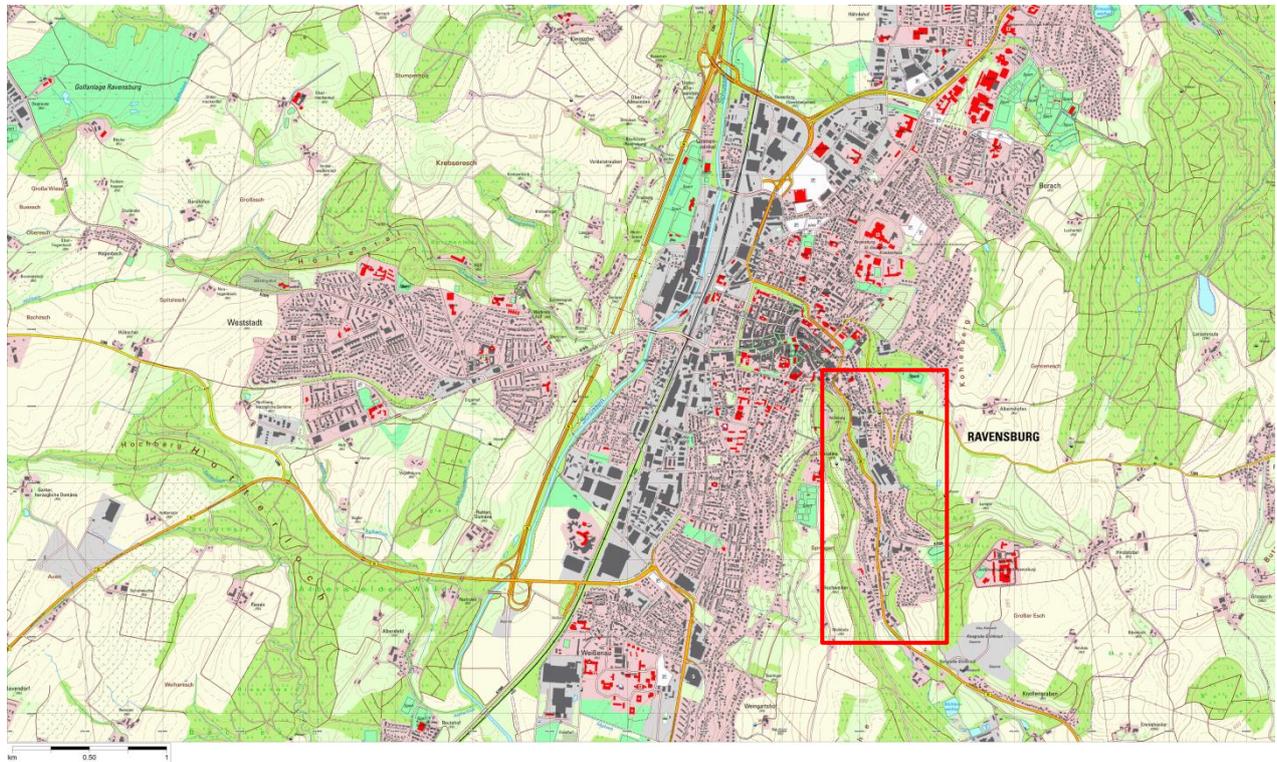


Abbildung 3-2: Ausschnitt aus der topografischen Karte mit Lage des Plangebiets.

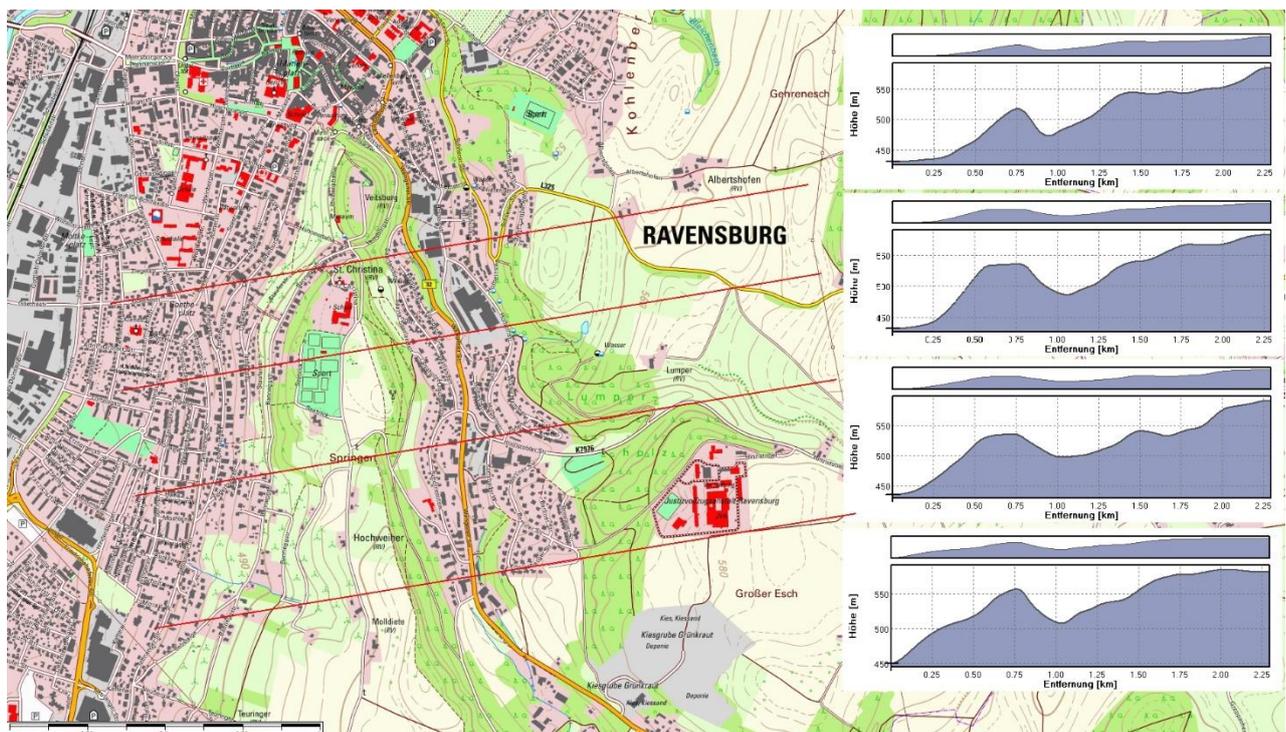


Abbildung 3-3: Geländeschnitte durch das Flappachtal. Oben - jeweils unverzerrt, unten – stark überhöht.

Die Hänge des Flappachtals sind im Westen relativ steil. Der Anstieg nach Osten hin verläuft flacher, dafür aber bis auf Höhen von knapp 600 m ü.NHN. Auch nach Süden greift das Tal noch bis nach Kemmerlang aus (vgl. Abbildung 3-4). Diese Flächen sind weitgehend frei von Bebauung.

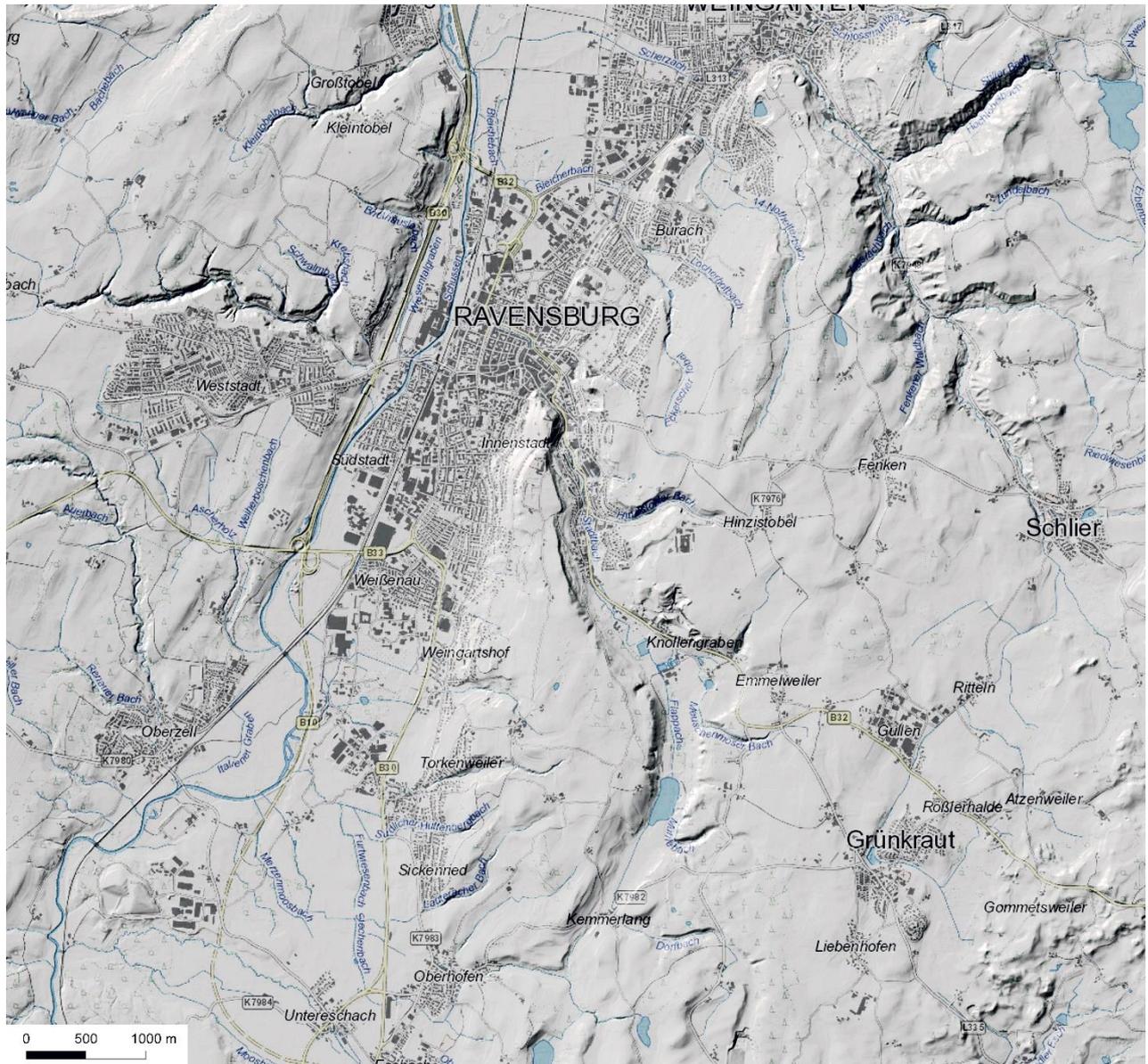


Abbildung 3-4: Geschummertes Relief. (Quelle: LUBW, Daten- und Kartendienst).

## 4 Bestandssituation

### 4.1 Thermische Verhältnisse

Im Rahmen von REKLISCHUB (Schwab, 2009) wurden aus Messfahrten auf verschiedenen Routen durch Ravensburg und Weingarten Thermalkarten erzeugt.

In Abbildung 4-1 sind die Thermalkartierungen im Raum Ravensburg für die Abend- und die Morgenstunden zweier Strahlungstage dargestellt. Die Auswertung erfolgte für die Temperatur-

abweichungen zum Flächenmittelwert der Lufttemperaturen zu jedem Termin. Orangefarbene bis rote Farben zeigen überwärmte Gebiete, blaue Farben kühlere Bereiche.

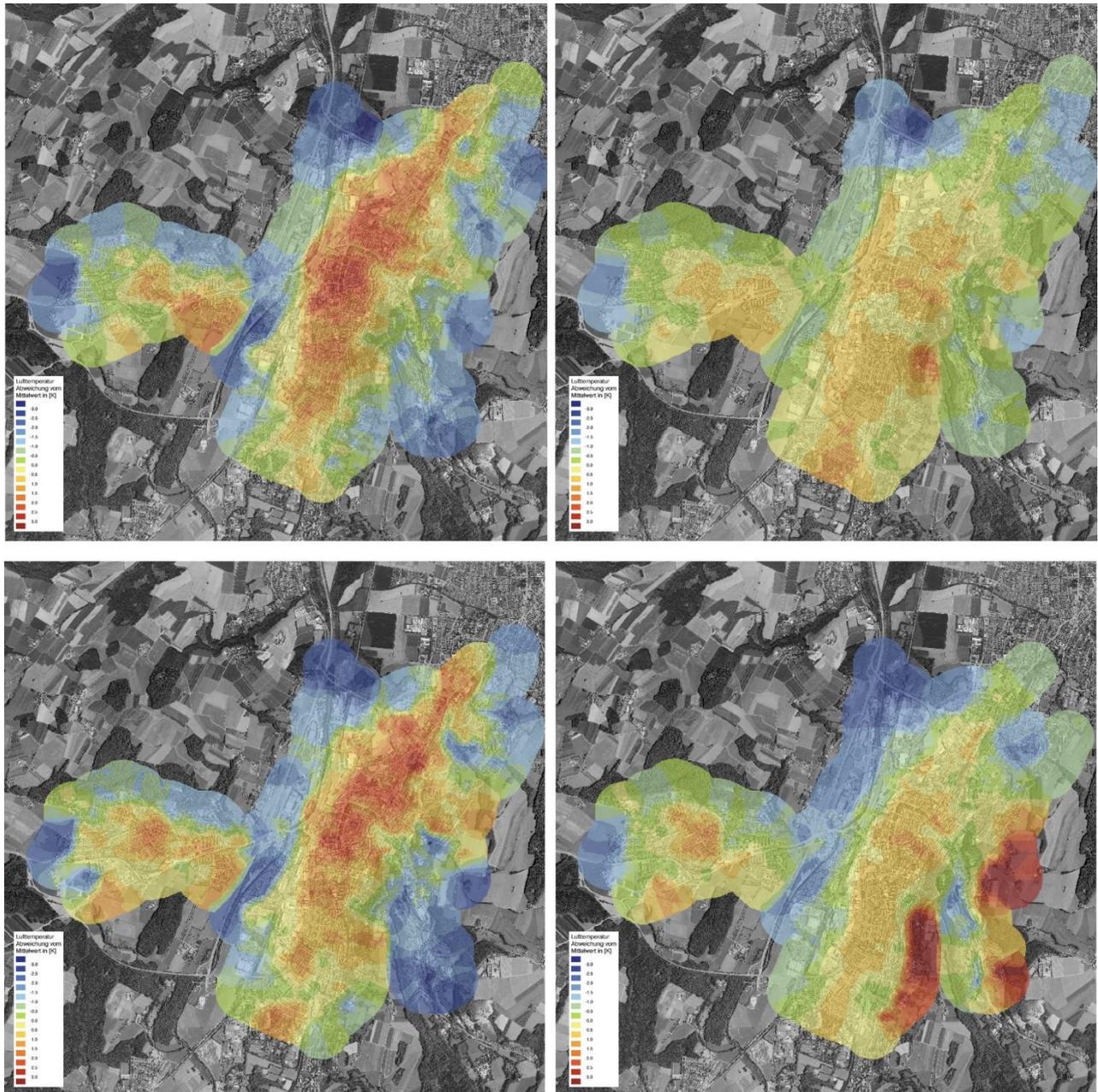


Abbildung 4-1: Thermalkartierung vom 26.07.2009 (links oben), vom 21.07.2009 (links unten) jeweils gegen 22:30 Uhr und vom 27.07.2009 (rechts oben) und vom 22.07.2009 gegen 5:20 Uhr (rechts unten).

In den Abendstunden ergeben sich deutliche Temperaturunterschiede zwischen Umland und den zentralen Siedlungsbereichen. Die maximalen Unterschiede liegen bei etwa 6 K, was den erwarteten Größenordnungen entspricht. Die höchsten Wärmebelastungen findet man in den zentral gelegenen Stadtteilen von Ravensburg und Weingarten und entlang der alten B30. Entlang der Schussen bildet sich ein kühleres Band aus. In Richtung der Bebauungsperipherie nehmen die Temperaturen ebenfalls ab. In den Morgenstunden haben sich die überwärmten Siedlungsbereiche den

anderen Siedlungsbereichen angepasst. Die Temperaturunterschiede zwischen Umland und Stadtzentrum sind zurückgegangen. In den Morgenstunden des 22. Juli 2009 (Abbildung 4-1) treten die höchsten Temperaturen in den oberen Lagen der östlichen Hänge auf. Diese Bereiche ragen aus der Kaltluft heraus, die sich dort bildende Kaltluft fließt noch ins Tal ab und wird durch wärmere Umgebungsluft ersetzt.

Hohe Temperaturen sind im Wesentlichen abhängig von der Bebauungsdichte, dem Versiegelungsgrad, der Bausubstanz und den Grünflächenanteilen. In der Altstadt führen die hohe Bebauungsdichte, die hohe Speicherwirkung der Bebauung und die schlechtere Belüftung zu den höchsten Temperaturen. Zu den Rändern hin nimmt zum einen die Bebauungsdichte ab, zum anderen ergeben sich bessere Durchlüftungsverhältnisse, so dass dort die Temperaturen zurückgehen.

Das Flappachtal ist tendenziell kühler als die städtischen Bereiche im Schussental. Insbesondere der Talgrund zeichnet sich durch kühlere Lufttemperaturen aus. Den Einwirkungsbereich in das Stadtzentrum kann man als eine kühlere Zunge erkennen (besser Erkennbar in den exemplarischen Abbildungen im Anhang).

#### **4.2 Durchlüftung und Kaltluftabflüsse**

Täler bedingen eine Kanalisierung der Strömung parallel zum Talverlauf. Im Flappachtal treten deshalb hauptsächlich Winde aus Süd bis Südsüdost auf.

Kaltluftabflüsse stellen sich bei windschwachen und wolkenarmen Wetterlagen ein. In gegliedertem Gelände bewirken die Kaltluftabflüsse einen Luftaustausch, der vor allem in den lufthygienisch und thermisch belasteten Tallagen von Bedeutung ist. In Abbildung 4-2 sind die Kaltluftabflussverhältnisse in einem Ausschnitt aus dem REKLIBO-Bericht dargestellt.

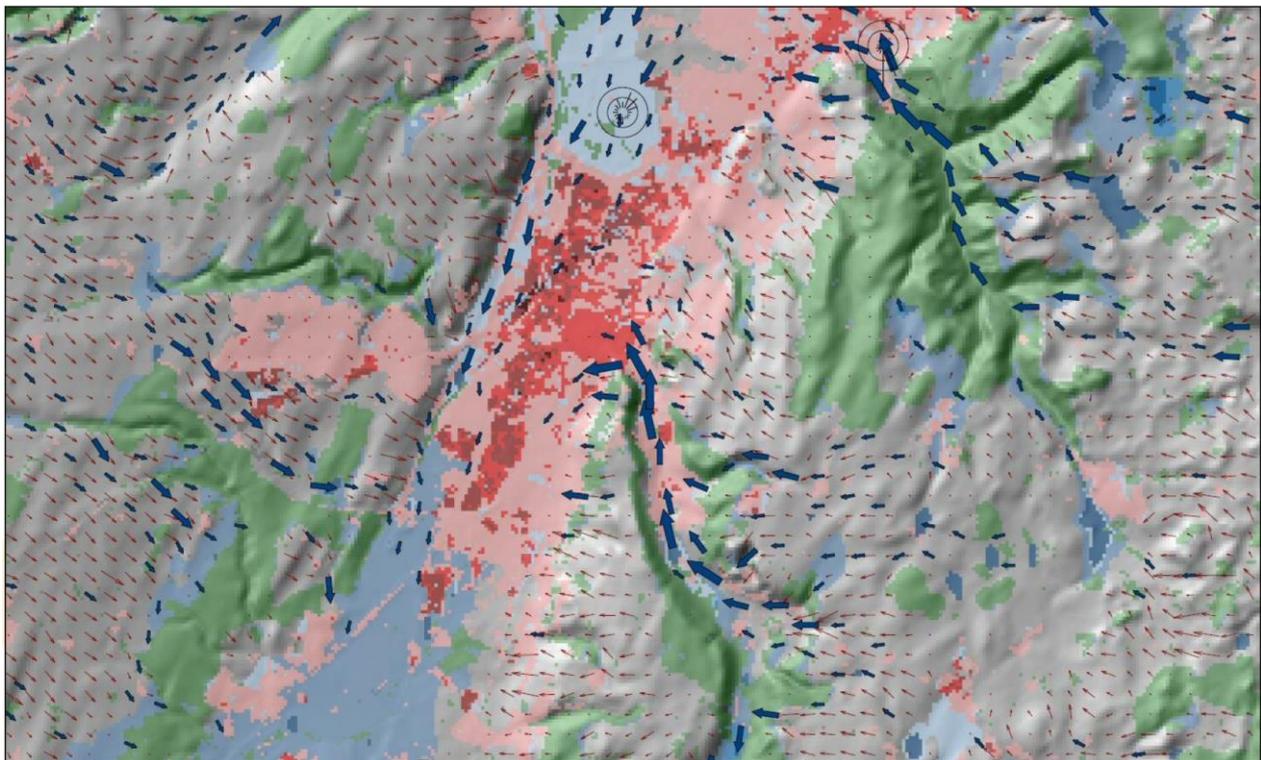


Abbildung 4-2: Ausschnitt aus der Kaltluftabflusskarte des Regionalverbands.

In Abbildung 4-3 sind gemessene Windrichtungsverteilungen für wolkenarme und windschwache Nachtstunden dargestellt. Am Standort bzw. am Ausgang des Flappachtals wurden keine Messungen durchgeführt. Die im Tal weiter talaufwärts gelegenen Messstelle zeigt hauptsächlich talabwärts gerichtete Strömungen an.

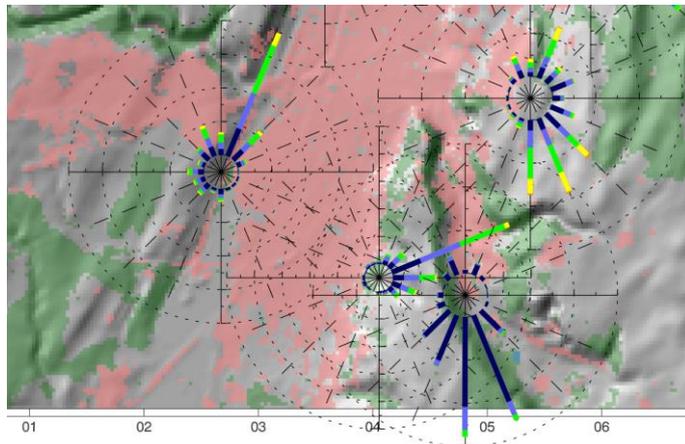


Abbildung 4-3: Windrosen im Umfeld des Plangebiets

Hochaufgelöste Berechnungen der Kaltluftabflüsse, die im Rahmen von Untersuchungen in Ravensburg durchgeführt wurden, zeigen die Strömungsverhältnisse im Bereich des Plangebiets.

In Abbildung 4-4 sind die Volumenströme als Maß für die Intensität der Strömung und die Höhen der fließenden Kaltluft für die Abendstunden dargestellt.

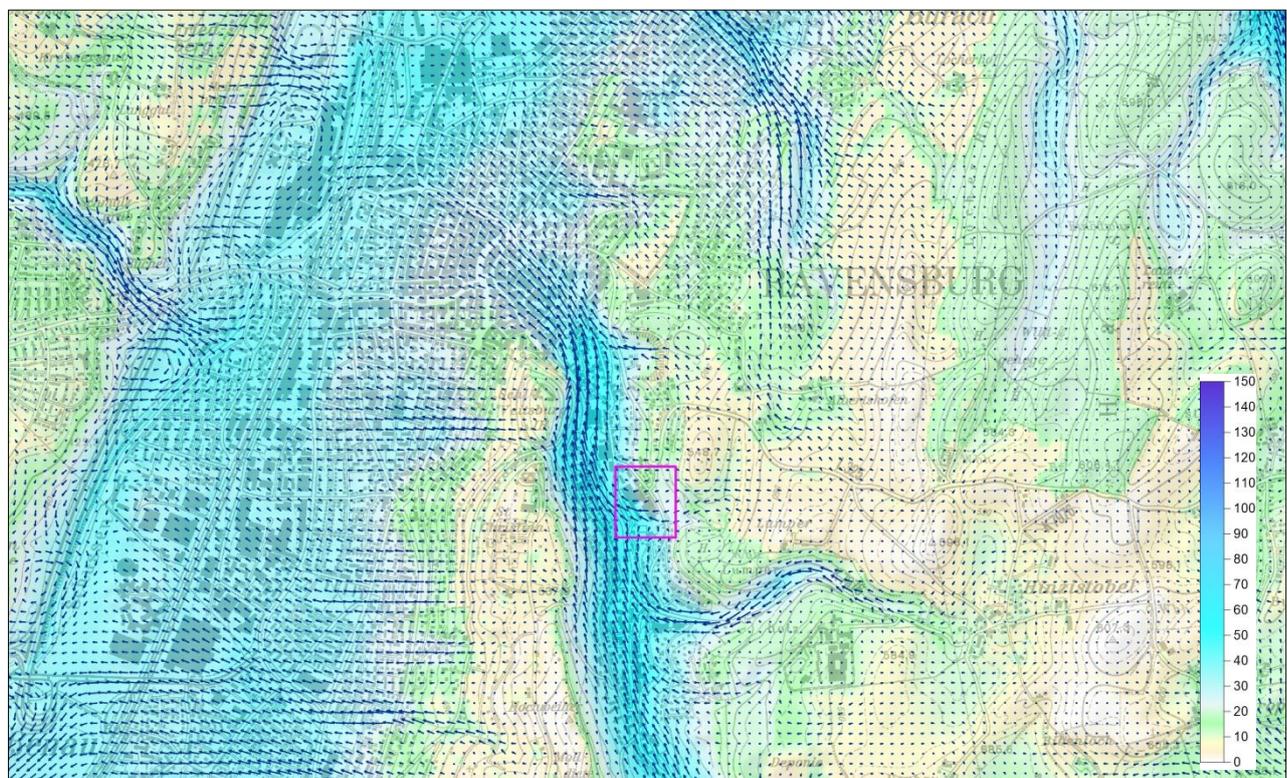


Abbildung 4-4: Volumenströme und Kaltlufthöhe zu Beginn der Nacht.

Im Flappachtal stellt sich ein Bergwind ein, der durch die Kaltlufteinzugsbereiche des gesamten Tals gespeist wird und schon in den Abendstunden bis zu 50 m Mächtigkeit aufweist. Im Laufe der Nacht intensiviert sich dieser Kaltluftstrom (Abbildung 4-5). Dies führt zu Mächtigkeiten von bis zu 90 m über Talgrund. Die östlichen Höhenlagen werden dann überströmt.

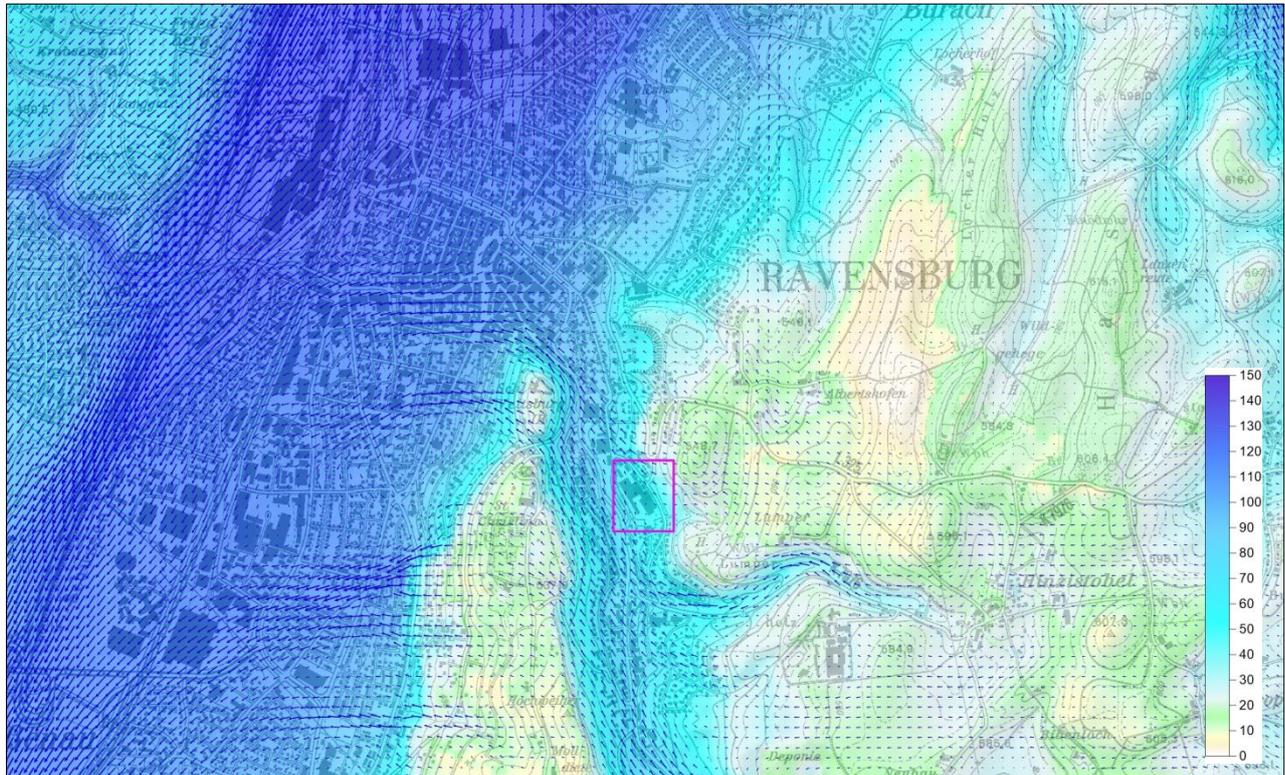


Abbildung 4-5: Volumenströme und Kaltfluthöhe im weiteren Verlauf der Nacht.

## 5 Auswirkungen der Planungen

Im Wesentlichen gibt es zwei Aspekte zu betrachten.

- a) Die Auswirkungen auf die thermischen Verhältnisse.
- b) Die Auswirkungen auf die Durchlüftung (insbesondere auf die nächtlichen Kaltluftabflüsse).

### 5.1.1 Thermische Verhältnisse

Die lokalen thermischen Verhältnisse werden hauptsächlich durch die Strahlungsbilanz, den Materialeigenschaften und dem Vegetationsanteil bestimmt.

Da bei den betrachteten Planungen keine vegetationsbestandenen Freiflächen überbaut werden, sondern hauptsächlich versiegelte und meist dicht bebaute Gewerbeareale konvertiert werden, werden sich die lokalen thermischen Verhältnisse in der Regel verbessern. Hinzu kommt, dass bei neuen Wohngebäuden aufgrund der Energieeinsparungsverordnungen der Heizwärmebedarf begrenzt ist, was durch entsprechende Isolationsmaßnahmen bewirkt wird. Dadurch heizen sich die Gebäudeoberflächen tagsüber etwas stärker auf, kühlen nachts aber auch rasch ab, da die Materialien nur wenig Wärme speichern.

Empfohlen wird eine gute Durchgrünung der Entwicklungsflächen. Wo dies aufgrund der Flächenverhältnisse nicht möglich ist, können Dach- und Fassadenbegrünungen zu einer Verbesserung führen.

Um den Strahlungseintrag zu reduzieren, sind helle Oberflächen zu bevorzugen. Diese adsorbieren weniger Strahlung als dunkle Oberflächen, da ein Teil des einfallenden Lichts reflektiert wird.

### 5.1.2 Durchlüftungsverhältnisse

Der Antrieb des abend- und nächtlichen Kaltluftabflusses ergibt sich aus den im Kaltlufteinzugsgebiet des Flappachtals produzierten Kaltluft. Dieses Gebiet erstreckt sich ca. 5 km nach Süden und beinhaltet auch die Hanglagen, insbesondere die östlichen, die einiges an Kaltluft liefern (vgl. Geländeprofile in Abbildung 3-3). Die Kaltluflhöhe im Flappachtal wächst deshalb rasch auf die Höhe der westlichen Hügellinie an und überströmt diese im Laufe der Nacht sogar.

Die Planungen betreffen keine Kaltluftproduktionsflächen, so dass sich am Zustrom keine Änderungen ergeben.

Die von Süden in der Bebauung ankommende Kaltluftströmung wird in das Überdachniveau verdrängt. Innerhalb der Bebauung und dem Teils dichten Baumbestand wird die bodennahe Strömung deutlich reduziert. Es bildet sich ein Windprofil wie in Abbildung 5-1 aus.

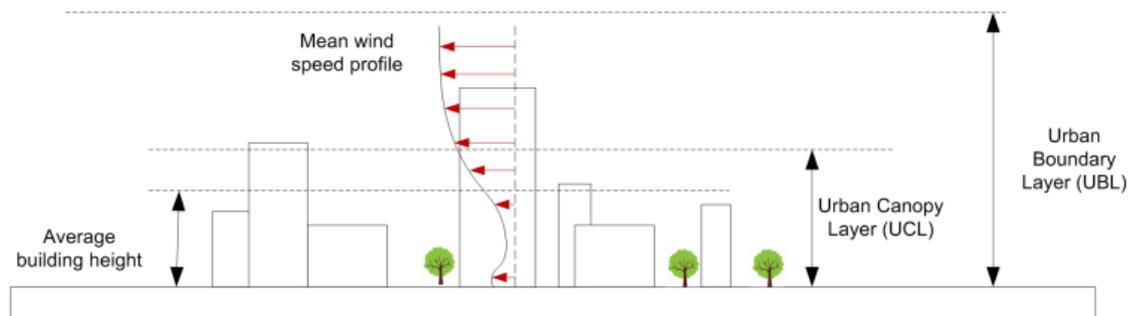


Abbildung 5-1: Typisches innerstädtisches Windprofil (nach Ng et al., 2011).

Gebäude, die über die Grundrauigkeit herausragen, entziehen der Strömung dabei 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 geplanten Gebäude sind meist höher als die überplanten Bestandsgebäude. Die stadtnahen Gebiete „Mühlenviertel“ und „Ehemaliges Rinkerareal“ liegen nicht im Hauptstrom, der im Bereich des größten Geländeeinschnitts (Wangener Straße) fließt, so dass die Auswirkungen auf das Stadtzentrum eher gering sind.

Die anderen Plangebiet liegen zwar meist im Hauptstrom, sind aber von der Kernstadt über einen Kilometer entfernt, so dass hier keine signifikanten Effekte im Wirkungsraum Stadtzentrum zu erwarten sind.

## 6 Zusammenfassung

Die Stadt Ravensburg entwickelt in der östlichen Vorstadt, insbesondere entlang der Wangener Straße, mehrere Bauvorhaben im Bestand und einige kleinteilige Vorhaben der Innenentwicklung.

Das Flappachtal ist ein Kaltluftlieferant für die am Ausgang des Tals liegenden thermisch belasteten Siedlungsbereiche der Kernstadt.

Eine nachhaltige Verschlechterung des Kaltluftzustroms sollte insbesondere in Zeiten des Klimawandels vermieden werden.

Die geplanten Entwicklungen finden jedoch nicht auf der grünen Wiese statt. Es gehen somit keine kaltluftproduzierenden Flächen verloren. Es werden im Gegenteil bislang überwiegend gewerblich genutzte Flächen mit Wohnnutzung überplant. Dadurch nimmt in der Regel die Durchgrünung der Areale zu. Ferner weisen moderne Wohnungsbauten geringere Wärmespeicherwirkungen auf wie der Altbestand.

Allerdings sind die Wohngebäude meist höher als der Bestand. Gebäude die die umgebende Bebauung überragen greifen stärker in den Kaltluftstrom ein und führen zu Reduktionen der Strömungsgeschwindigkeit über dem mittleren Dachniveau.

Der Kaltluftstrom ist jedoch vertikal mächtig und reicht bis zur Höhe der westlichen Randhöhen des Flappachtals. Eine erhebliche Reduktion ist deshalb nicht zu befürchten. Zudem liegen die stadtnahen Entwicklungsflächen „Mühlenviertel“ und „Ehemaliges Rinkerareal“ nicht im Talgrund, wo der Hauptstrom fließt, sondern auf einer höher gelegenen Terrasse am Osthang.

Die anderen Entwicklungsgebiete liegen mehr als einen Kilometer vom Talausgang entfernt und sind vergleichsweise klein, so dass von diesen keine signifikanten Fernwirkungen ausgehen.

Aufgrund der Vorbelastung durch die Gewerbegebiete ergeben sich in der Summe bei den thermischen Verhältnissen leichte Verbesserungen, bei der Durchlüftung aufgrund der höheren Baukörper leichte Reduktionen im Überdachniveau, die aber aufgrund der Höhe des Gesamtstroms keine erheblichen Auswirkungen für die Kernstadt bedeuten.

Freiburg, 12. November 2020

Dr. Rainer Röckle  
Diplom-Meteorologe

Dr. Christine Ketterer  
M.Sc. in Climate Sciences

## 7 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.

**Ng, E.; Yuan, C.; Chen, L.; Ren, C.; Fung, J.C.:** Improving the wind environment in high-density cities by understanding urban morphology and surface roughness: A study in Hong Kong. *Landsc. Urban Plan.* 2011, 101, 59–74.

**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

**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](http://www.rvbo.de)).

## 8 Anhang

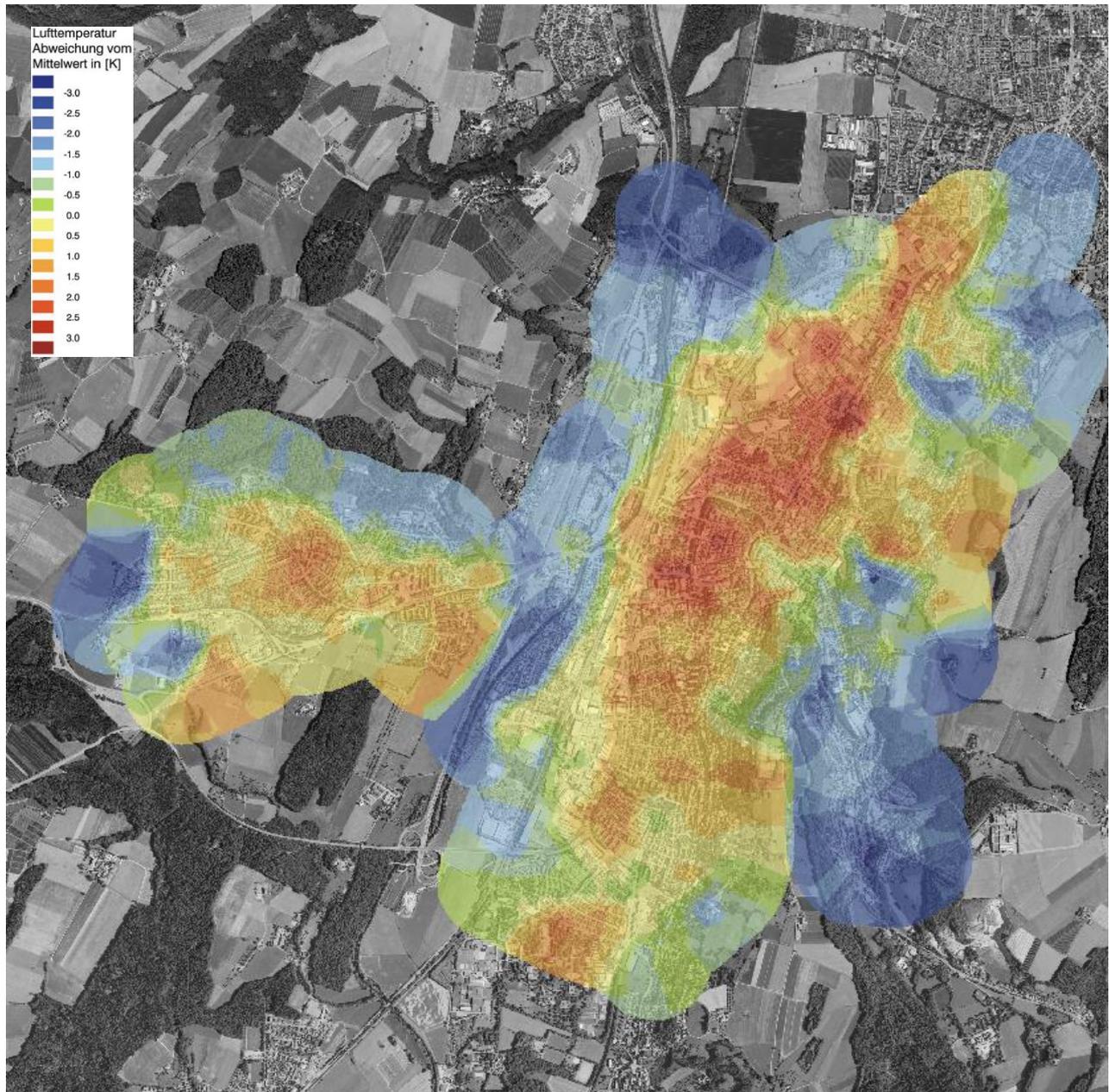


Abbildung 8-1: Thermalkarte 21.07.2009 ca. 22:30 Uhr. Abweichungen vom Mittelwert aus flächiger Interpolation der Temperaturen der Messfahrten. (Quelle. Prof. Schwab)

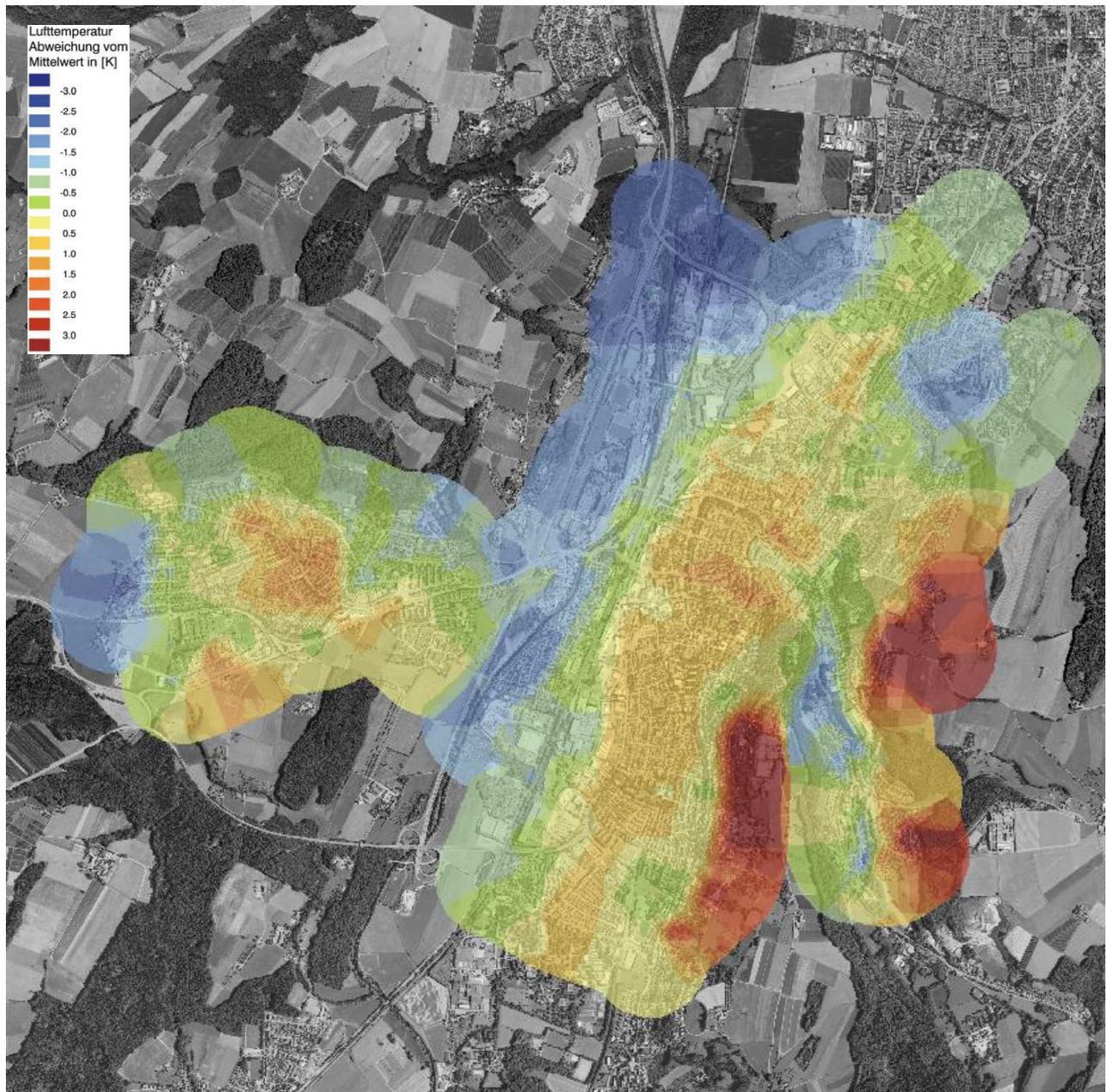


Abbildung 8-2: Thermalkarte 22.07.2009 ca. 05:20 Uhr. Abweichungen vom Mittelwert aus flächiger Interpolation der Temperaturen der Messfahrten. (Quelle. Prof. Schwab)



GIS Ausdruck vom: 31.05.2019	Mühlenviertel Bestand vorher	 Nord	 Stadt Ravensburg
Plannummer: 330913	 0 20 40 60 80 100 m		M 1:1000

Abbildung 8-3: Luftbild Gebiet Mühlenviertel (Quelle: Stadtplanungsamt Ravensburg)

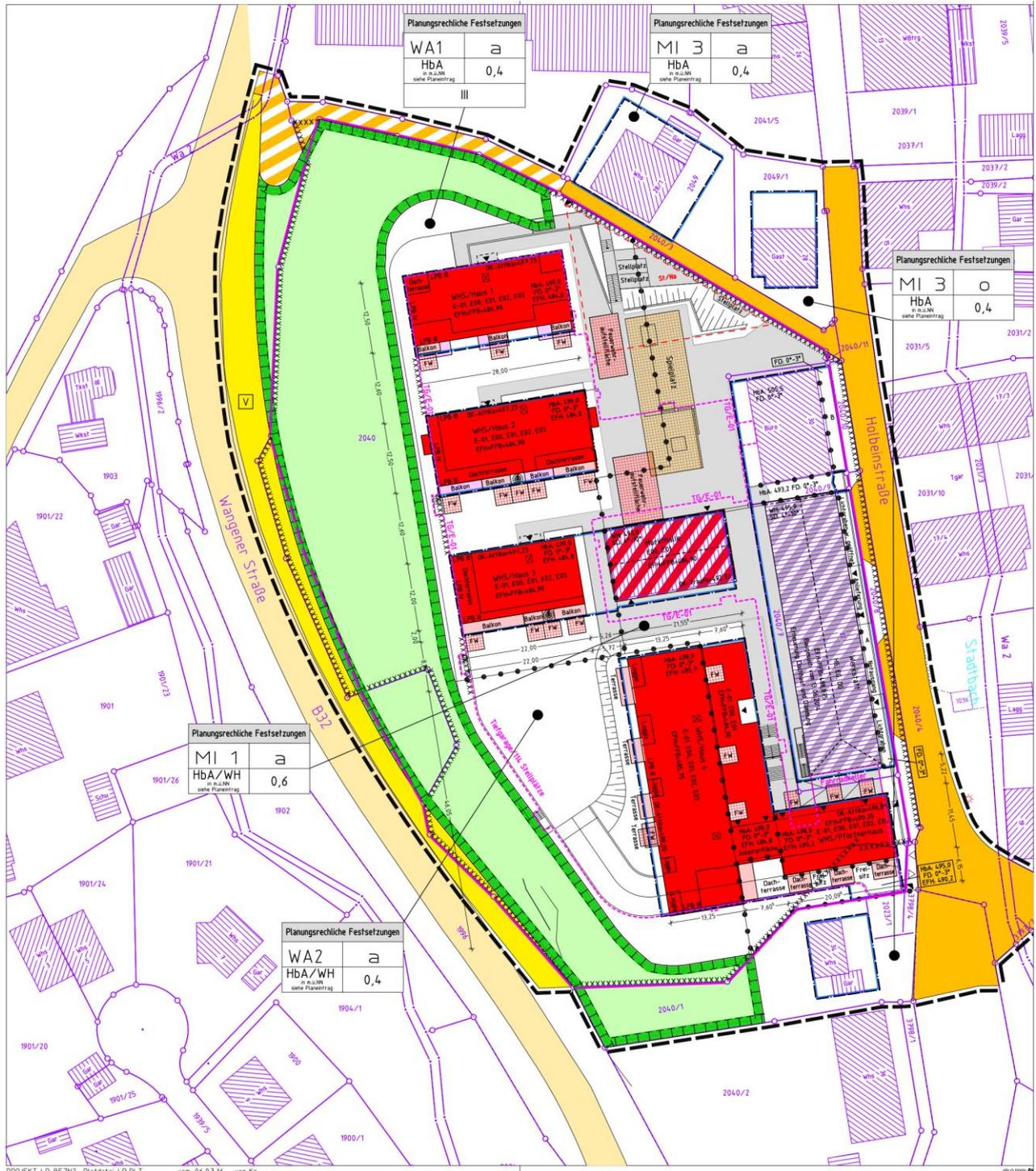


Abbildung 8-4: Bebauungsplan Mühlenviertel.



GIS Ausdruck vom: 31.05.2019  Plannummer: 330919	Wangener Straße 134 und 138 Bestand vorher  	 Nord  M 1:500	
--	--	--	---

Abbildung 8-5: Wangener Straße 134-138 (Quelle: Stadtplanungsamt Ravensburg.)



Abbildung 8-6: Bebauungsplan Wangener Straße 134-138 (Quelle: Stadtplanungsamt Ravensburg.)



GIS Ausdruck  
vom: 31.05.2019

Plannummer:  
330914

Ehem. Rinker-Areal Bestand vorher



Stadt  
Ravensburg

Abbildung 8-7: Luftbild "Rinker-Areal" (Quelle: Stadtplanungsamt Ravensburg).



Abbildung 8-8: Aktuelle Planung „Rinker-Areal“.