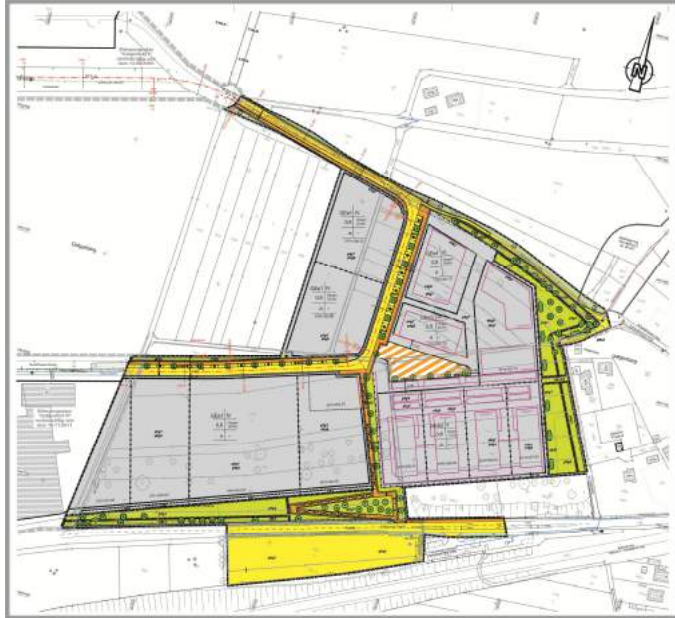


# Klimagutachten zum Bebauungsplangebiet „Schönblick“ in Öhringen



## **Auftraggeber:**

Stadtverwaltung Öhringen  
Stadtbauamt  
Marktplatz 15  
74613 Öhringen



## **ÖKOPLANA**

*Klimaökologie, Luftthygiene, Umweltplanung*

Seckenheimer Hauptstraße 98

68239 Mannheim

Tel.: (0621) 474626

[www.oekoplana.de](http://www.oekoplana.de)

Ansprechpartner: Dipl.-Geogr. Achim Burst



## **Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG**

*Immissionsschutz, Klima, Aerodynamik, Umweltsoftware*

An der Roßweid 3

76229 Karlsruhe

Tel.: (0721) 62510-0

[www.lohmeyer.de](http://www.lohmeyer.de)

Ansprechpartner: Dipl.-Geogr. Torsten Nagel

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Aufgabenstellung</b>	<b>1</b>
<b>2 Bebauungsplangebiet „Schönblick“ - Planungsentwurf</b>	<b>2</b>
<b>3 Untersuchungsmethodik</b>	<b>3</b>
<b>4 Klimaökologische Grundlagen</b>	<b>8</b>
<b>5 Ortsspezifische klimaökologische Funktionsabläufe</b>	<b>10</b>
<b>6 Numerische Modellrechnungen zur klimaökologischen Bewertung des vorgelegten Planungsentwurfs</b>	<b>13</b>
<b>7 Einfluss der geplanten Bebauung auf die ortsspezifischen Durchlüftungsverhältnisse</b>	<b>22</b>
<b>8 Einfluss der geplanten Bebauung auf die ortsspezifischen Thermischen Verhältnisse</b>	<b>23</b>
<b>9 Abschließende klimaökologische Bewertung</b>	<b>13</b>
<b>Schriftenverzeichnis / weiterführende Literatur</b>	<b>27</b>
<b>Anhang: Beschreibung der Kaltluftmodelle</b>	<b>29</b>

## Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1:** Lages des Bebauungsplangebiets „Schönblick“ im Stadtgebiet von Öhringen
- Abb. 2.1:** Reliefsituation am Planungsstandort und in dessen Umfeld – Perspektivische Darstellung
- Abb. 2.2:** Reliefsituation am Planungsstandort und in dessen Umfeld – 2D-Darstellung
- Abb. 3:** Luftbild vom Bebauungsplangebiet „Schönblick“
- Abb. 4:** Bebauungsplanentwurf „Schönblick“, Stand 06.2019
- Abb. 5:** Bebauungsplanentwurf „Schönblick“, Stand 06.2019 mit potenzieller Maximalbebauung als Grundlage für klimaökologische Modellrechnungen
- Abb. 6:** Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittlere Geschwindigkeit, Bereich Öhringen-West. Zeitraum: März – Juli 1996, Strahlungstage
- Abb. 7:** Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittlere Windgeschwindigkeiten an der DWD-Klimamessstation Öhringen im Jahr 2017
- Abb. 8.1:** Verlauf der Lufttemperatur, der Windgeschwindigkeit und Windrichtung am 05.06. – 06.06.2013. DWD-Klimamessstation Öhringen
- Abb. 8.2:** Ergebnisse von Rauchschwadenbeobachtungen am 05. / 06.06.2013
- Abb. 9:** Beispielhafte Tagesgänge der Lufttemperatur und des Windes an typischen sommerlichen Strahlungstagen
- Abb. 10:** Ergebnisse von Lufttemperatur-Profilmessfahrten am 05.06.2013, 22:30 Uhr
- Abb. 11:** Ist-Zustand – Kaltluftströmungsgeschwindigkeit in der Anfangsphase der Kaltluftbildung mit Landnutzung im Untersuchungsgebiet
- Abb. 12:** Ist-Zustand – Kaltluftvolumenstromdichte und Kaltluftmächtigkeit in der Anfangsphase der Kaltluftbildung mit Landnutzung im Untersuchungsgebiet

- Abb. 13:** Ist-Zustand – Kaltluftströmungsgeschwindigkeit bei ausgeprägter Kaltluftbildung mit Landnutzung im Untersuchungsgebiet
- Abb. 14:** Ist-Zustand – Kaltluftvolumenstromdichte und Kaltluftmächtigkeit bei ausgeprägter Kaltluftbildung mit Landnutzung im Untersuchungsgebiet
- Abb. 15:** Abnahme der Kaltluftvolumenstromdichte in der Anfangsphase der Kaltluftbildung beim Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand mit Landnutzung im Untersuchungsgebiet
- Abb. 16:** Abnahme der Kaltluftvolumenstromdichte bei ausgeprägter Kaltluftbildung beim Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand mit Landnutzung im Untersuchungsgebiet
- Abb. 17:** Ergebnisse von Kaltlufts simulationsrechnungen – Ist-Zustand. Fließgeschwindigkeit und Richtung bodennaher Kaltluftbewegungen (2 m ü.G.), 2 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 18:** Ergebnisse von Kaltlufts simulationsrechnungen – Ist-Zustand. Vertikale Mächtigkeit der lokalen Kaltluftbewegungen, 2 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 19:** Ergebnisse von Kaltlufts simulationsrechnungen – Differenz der Fließgeschwindigkeit und Richtung bodennaher Kaltluftbewegungen (2 m ü.G.) zwischen Plan- und Ist-Zustand, 2 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 20:** Ergebnisse von Kaltlufts simulationsrechnungen – Differenz der Kaltluflhöhe zwischen Plan- und Ist-Zustand, 2 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 21:** Ergebnisse von Kaltlufts simulationsrechnungen – Ist-Zustand. Fließgeschwindigkeit und Richtung bodennaher Kaltluftbewegungen (2 m ü.G.), 5 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 22:** Ergebnisse von Kaltlufts simulationsrechnungen – Ist-Zustand. Vertikale Mächtigkeit der lokalen Kaltluftbewegungen, 5 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 23:** Ergebnisse von Kaltlufts simulationsrechnungen – Differenz der Fließgeschwindigkeit und Richtung bodennaher Kaltluftbewegungen (2 m ü.G.) zwischen Plan- und Ist-Zustand, 5 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung

**Abb. 24:** Ergebnisse von Kaltluftsimulationsrechnungen – Differenz der Kaltfluthöhe zwischen Plan- und Ist-Zustand, 5 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung

---

## 1 Aufgabenstellung

---

Im Westen von Öhringen steht die bauliche Entwicklung des Bebauungsplangebiets „Schönblick“ (Gewerbegebietsflächen) an. Die Lage des Planungsgebiets kann der **Abbildung 1** entnommen werden. Die Ausweisung neuer Gewerbegebietsflächen ist erforderlich, um den dringenden Bedarf an lokalen Gewerbeflächen an einem verkehrlich gut angeschlossenen Standort zu entwickeln (BIT INGENIEURE 2019A, S. 4).

Der ca. 9.01 ha große Geltungsbereich des Bebauungsplangebiets „Schönblick“ schließt im Westen unmittelbar an den Bebauungsplan „Galgenfeld II“ an.

Wie die **Abbildungen 2.1 – 3** dokumentieren, befindet sich das Planungsgebiet im Bereich Galgenberg auf einem nach Norden und Süden abfallenden Gelände. Der westliche Hochpunkt liegt auf ca. 263 m ü. NHN und der Tiefpunkt im Osten auf ca. 250 m ü. NHN (BIT INGENIEURE 2019A, S. 5). Die südliche Begrenzung bildet die Heilbronner Straße / L 1036 bzw. die Bahnlinie Heilbronn – Schwäbisch Hall.

Das Plangebiet wird überwiegend ackerbaulich genutzt. Daneben bestehen Wirtschaftswiesen / Streuobstwiesen.

Der Planungsteilbereich südlich der Heilbronner Straße soll die den bestehenden Park- und Rideparkplatz an der Haltestelle Öhringen West ergänzen.

Durch das geplante Bebauungsplangebiet „Schönblick“ werden die bestehenden landschaftlichen Gegebenheiten, insbesondere die Landnutzung, verändert.

Die potenziellen Gewerbebauten werden als Strömungshindernisse wirksam. Zudem werden bisher natürliche Bodenbedeckungen in künstliche Oberflächen überführt. Dadurch können bestehende lokale Kaltluftströmungen, beeinträchtigt werden.

Wie vorliegende Ergebnisse eines Klimagutachten von ÖKOPLANA (2013)<sup>1</sup> aufzeigt, fungiert der bislang unbebaute Planungsstandort als örtliche Kaltluftproduktionsfläche und zählt damit zum Kaltlufteinzugsgebiet des Hangeinschnitts entlang des Sonnenburgwegs im Norden und der Hangzone entlang der Heilbronner Straße. Im Kuppenbereich unterbindet die meist intensive Ventilation in den Aufbau einer prägnanten, kaltluftbedingten Lokalströmung.

---

<sup>1</sup> **ÖKOPLANA (2013):** Klimagutachten zur 4. Fortschreibung des Flächennutzungsplans der Verwaltungsgemeinschaft Öhringen – Pfedelbach – Zweiflingen. Mannheim.

Im Rahmen des vorliegenden Gutachtens, ist zu prüfen, ob die Ausweisung der Gewerbegebietsflächen die örtlichen klimaökologischen Funktionsabläufe gravierend beeinträchtigen bzw. inwieweit ggf. durch zusätzliche planerische / grünordnerische Maßnahmen die strömungsdynamischen / thermischen Negativeffekte aufgefangen werden können.

Die vertiefende Klimaanalyse erfolgt auf Grundlage numerischer Modellrechnungen. Zur flächendeckenden Darstellung der lokalen klimaökologischen Prozesse finden die anerkannten Kaltluftströmungsmodelle KALM (Programmautoren: Schädler, G.; Lohmeyer A.) und KLAM\_21 Vers. 2.012 Anwendung.

Dabei stehen folgende Fragestellungen im Vordergrund:

- Welche klimaökologische Funktion besitzt das Planungsgebiet und dessen Umfeld im stadtklimatischen Wirkungsgefüge der Großen Kreisstadt Öhringen? Die Schwerpunktsetzung liegt dabei auf dem nächtlichen Kaltlufthaushalt.
- Welche klimaökologischen Optimierungsmaßnahmen können ggf. nachteilige Effekte der geplanten Neubebauung auf den örtlichen Kaltlufthaushalt und die lokale Kaltluftbewegungen mindern oder ausgleichen?

---

## 2 Bebauungsplangebiet „Schönblick“ - Planungsentwurf

---

Die ca. 9.01 ha große Fläche am Planungsstandort „Schönblick“ wird derzeit vorwiegend ackerbaulich genutzt. Im Süden finden sich zudem Wirtschaftswiesen / Streuobstwiesen.

Der westliche Hochpunkt liegt auf ca. 263 m ü. NHN und der Tiefpunkt im Osten auf ca. 250 m ü. NHN (BIT INGENIEURE 2019A, S. 5). Die südliche Begrenzung bildet die Heilbronner Straße / L 1036 bzw. die Bahnlinie Heilbronn – Schwäbisch Hall.

Im Flächennutzungsplan der Verwaltungsgemeinschaft Öhringen, Pfedelbach, Zweiflingen vom 09.05.2015 ist das Planungsgebiet als geplante Gewerbefläche ausgewiesen. Zwischen dem potenziellen Gewerbegebiet und dem östlich anschließenden Friedhof ist eine geplante Parkanlage dargestellt. Im Zuge des Bebauungsplans „Schönblick“ wird in diesem Teilbereich wiederum eine öffentliche Grünfläche mit einer Breite von ca. 20 – 30 m festgesetzt und ist damit auch konform zum Landschaftsplan aus dem Jahr 2014 (BIT INGENIEURE 2019A).

Der vorgelegte Bebauungsplanentwurf (**Abbildung 4**) weist im Planungsgebiet „Schönblick“ ein eingeschränktes Gewerbegebiet (GEe) aus. Die GRZ ist in den einzelnen Baufeldern mit 0.8 festgesetzt. Die max. möglichen Gebäudehöhen betragen 16 m bzw. 20 m. Notwendige technische Aufbauten können die genannten max. Gebäudehöhen 4.5 m überschreiten, wenn sie um mindestens 1.25 m zurückgestaffelt sind.

Südlich der Heilbronner Straße sind zusätzliche Straßenverkehrsflächen eingetragen. Hier soll der bestehende Park- und Rideparkplatz an der Haltestelle Öhringen West ergänzt werden.

Im Osten und im Süden sind öffentliche Grünflächen mit Pflanzgeboten vorgesehen.

Das Planungsgebiet wird über das bestehende Straßennetz (Rudolf-Diesel-Straße, Liebigstraße) an das Straßennetz (L 1036 / Westallee) angebunden. Die innere Erschließung erfolgt über die Rudolf-Diesel-Straße. Es wird ein Ringchluss mit der Liebigstraße angestrebt.



Zur Minimierung der kleinklimatischen Zusatzbelastung durch Flächenversiegelung und Hochbau sind u.a. nachfolgende Maßnahmen vorgesehen (siehe BIT INGENIEURE 2019A und B):

- Kleinere Dachflächen (<350 m<sup>2</sup>) bis zu einer Neigung von 10° sind zu begrünen. Dachflächen auf größeren Gebäuden sind allgemein zulässig.
- Geschlossene Fassadenflächen sind zu begrünen.
- Tiefgaragen sind außerhalb der Gebäude mit mindestens 0.35 m Erdaufschüttung zu versehen und dauerhaft zu begrünen.
- Stellplätze, Hofflächen und Zufahrten sind mit Rasenpflaster oder anderen, dauerhaft wasserdurchlässigen Belägen herzustellen
- Straßenraumbegrünung mit Großbäumen

---

### 3 Untersuchungsmethodik

---

Zur klimaökologischen Bewertung des Planungsvorhabens erfolgt zunächst eine kurze erläuternde Bestandsaufnahme der ortsspezifischen klimaökologischen Funktionsabläufe. Dabei kann auf die Erkenntnisse aus der vorliegenden Klimauntersuchung (ÖKOPLANA 2013A) zurückgegriffen werden.

In einem weiteren Schritt werden mit Hilfe numerischer Modellrechnungen die Auswirkungen der geplanten baulichen Maßnahmen auf die lokalen Kaltluftströmungen und die daraus resultierenden Belüftungsverhältnisse geprüft und bewertet. Mit Hilfe der Gegenüberstellung von Ist- und Plan-Zustand kann der bauliche Eingriff in das Freilandgefüge klimaökologisch quantifiziert und bewertet werden.

Es werden hierbei zwei unterschiedliche Nachtsituationen betrachtet:

- Nächtliche Kaltluftbewegungen bei einer allgemein windschwachen Situation, die zumeist mit überregionalen/regionalen Windbewegungen aus östlichen Richtungssektoren einhergehen.
- Nächtliche Kaltluftbewegungen bei vorherrschenden Schwachwinden aus südwestlichen Richtungen (= Sondersituation – Worst-Case-Fall, bei der die Höhenströmung die Kaltluft vermehrt in Richtung Ohrntal schiebt).

Die Modellrechnungen werden mit den anerkannten Kaltluftabflussmodellen KALM des ING.-BÜROS LOHMEYER GMBH & CO. KG und KLAM\_21 des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES. Beide Modelle werden seit vielen Jahren im Gutachtensektor eingesetzt, sind langjährig geprüft und entsprechen den Anforderungen der VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5. Es können damit die möglichen Veränderungen des örtlichen, kaltluftbedingten Windfeldes durch die Flächennutzungsänderung aufgezeigt werden.

Neben der Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung bodennaher Kaltluftbewegungen werden hierdurch auch flächenhafte Informationen zur vertikalen Kaltluftmächtigkeit und damit zum Kaltluftvolumenstrom bereitgestellt.

Wie in Kap. 1 bereits angeführt, wird durch das geplante Gewerbegebiet „Schönblick“ die bestehende Landnutzung deutlich modifiziert, indem zusätzliche Gebäude als Strömungshindernisse wirksam werden. Zudem nimmt der Anteil versiegelter Flächen in bedeutsamen Umfang zu.

Dadurch können bestehende, lokale thermisch induzierte Winde, wie Kaltluftströmungen, beeinträchtigt werden. Die genannten Modifizierungen und Auswirkungen beziehen sich überwiegend auf die bodennahen Windverhältnisse und die Temperaturverhältnisse in der direkten Umgebung.

Die Kaltluftbildung und Entwicklung der Kaltluftströmung entsteht an wind- und wolkenarmen Tagen nach Sonnenuntergang, indem vegetationsbestandene Flächen gegenüber versiegelten Flächen oder Wasserflächen intensiver und rascher abkühlen. Damit kühlt auch die darüber gelegene Luftschicht intensiver und rascher ab. Bei geneigtem Gelände setzen sich diese kühlen Luftmassen der Geländeneigung folgend in Bewegung und bilden Hangabwinde. In Einschnitten und Tälern werden die Hangabwinde zusammengeführt und entwickeln intensive Kaltluftströmungen, die beispielsweise die nächtliche Belüftung von Siedlungsgebieten fördern können. In Mulden und vor lang gestreckten Hindernissen quer zur Kaltluftströmung entstehen hingegen Kaltluftstagnationsbereiche, die sehr stark auskühlen können. In solchen Kaltluftstagnationsbereichen liegt die bodennahe Lufttemperatur bei Kaltluftbedingungen um einige Kelvin unter der Lufttemperatur umliegender Bereiche.

Dementsprechend werden hier die Auswirkungen der Planungen auf die nächtlichen Kaltluftströmungen mit Modellsimulationen betrachtet.

Mit den Kaltluftsimulationen mit dem Modell KALM werden zunächst mittlere sommerliche Kaltluftverhältnisse simuliert, die in Gebieten mit ausgeprägtem Relief häufig vorkommen und die bioklimatischen Verhältnisse vor Ort mitbestimmen. Hierzu wird ein Modellgebiet mit einer Erstreckung in westöstlicher Richtung von ca. 15 km und in nordsüdlicher Richtung von ca. 9 km berücksichtigt. Dieses Gebiet wird mit einem Raster der Maschenweite von 10 m x 10 m überzogen. In **Abbildung 2.1** ist das Modellgebiet perspektivisch dargestellt. Die Geländehöhen und Lagedaten für Öhringen wurden vom Auftraggeber digital zur Verfügung gestellt. Die bestehende Landnutzung ist farbig auf der Grundlage des Reliefs dargestellt, wobei die Bebauung orange und rot, gewerbliche Nutzungen violett, Wasser blau, Wald dunkelgrün Freiflächen hellgrün und Verkehrsflächen grau eingezeichnet sind. Das Gebiet des Bebauungsplans „Schönblick“ ist schwarz umrandet. In den Berechnungen wird für den Referenzfall (Ist-Zustand) die geplanten Bebauung im Bereich „Spital-Etzeide“ als bestehend angesetzt.

In einem zusätzlichen Analyseschritt wird im Sinne eines Worst-Case-Szenarios mit dem Modell KLAM\_21 eine Situation betrachtet, bei welcher die lokalen Kaltluftbewegungen durch den Einfluss entsprechender Höhenwinde in den nächstgelegenen Wohnbaustrukturen im Osten bzw. Südosten die deutlichsten Veränderungen im kaltluftbedingten Prozessgeschehen bewirken.

Bei diesen Modellrechnungen (KLAM\_21) wird alleine das kaltluftbedingte Prozessgeschehen im Westen von Öhringen betrachtet, wodurch bspw. der Ohrntal-abwind nur randlich im Modellgebiet wirksam wird.

Grundlage der Simulationen sind auch hier digitale Geländedaten im 10 m x 10 m Raster. Die Gebietsgröße beträgt in westöstlicher Richtung 4 km und in nord-südlicher Richtung 3 km (siehe **Abbildung 2.2**).

Mit der Durchführung der Modellrechnungen in zwei Varianten wird eine Unterschätzung der möglichen kaltluftbedingten Klimamodifikationen verhindert.

Bei beiden Modellrechnungen wird im Plan-Zustand davon ausgegangen, dass das Bebauungsplangebiet vollständig bebaut ist. Da derzeit eine genaue Ausformung und Lage der einzelnen Gebäudekubaturen nicht abschätzbar ist, wird im Sinne eines Worst-Case-Szenarios jedes Baufeld mit Gebäuden in maximaler Ausdehnung und max. Gebäudehöhe belegt (siehe **Abbildung 5**).

---

## 4 Klimaökologische Grundlagen

---

Städte / Siedlungen weisen im Vergleich zu den unbesiedelten Umlandbereichen im Regelfall eine Überwärmung auf. Dies wird dadurch hervorgerufen, dass tagsüber durch die Sonneneinstrahlung eine Aufheizung befestigter Flächen (Straßen, Gebäude) erfolgt. Nächtliche Abkühlungsphasen greifen hier nur unzureichend durch, da die überbauten Flächen in der Regel eine hohe Wärmekapazität, d.h. eine hohe Wärmespeicherfähigkeit besitzen. Bei der städtischen Überwärmung spricht man auch von „Wärmeinsel“. Die Luftqualität ist zudem durch Abgase aus Industrie/Gewerbe, Verkehr und Hausbrand belastet.

Bei Wetterlagen mit intensiver Höhenströmung (z.B. Nichtstrahlungswetterlagen) werden freigesetzte Wärmemengen und Abgase effizient abgeführt. Bei austauscharmen Wetterlagen (windschwache Strahlungswetterlagen) findet dieser Austausch hingegen auf einem deutlich geringeren Niveau statt und es kommt in der Folge, insbesondere in den Sommermonaten, zu deutlich erhöhten Lufttemperaturen.

Als Folge der bebauungsbedingten Überwärmung entwickeln sich in flachem Gelände nach Sonnenuntergang über Siedlungsgebieten thermische Auftriebsströmungen, die warme (leichtere) Luftmassen in höhere atmosphärische Schichten befördern. Die aufsteigende Luft zieht bodennah kühlere Luft aus dem Umland nach und es kommt zu einer Art thermisch induzierter Belüftung des Stadtgebietes (→ Flurwinde).

In reliefiertem Gelände (Hang- und Tallagen → Teile des Bebauungsplangebiets „Schönblick“<sup>\*\*\*\*</sup>) kann die abendliche Abkühlung vergleichsweise intensiv vonstattegehen, wenn von den umgebenden Berghängen bodennah Kaltluft zuströmen kann. Voraussetzung ist eine Hangneigung von  $\geq 1^\circ$ . Aufgrund der vergleichsweise höheren Dichte von Kaltluft setzt sie sich dem Gefälle folgend hangabwärts in Bewegung.

**Tabelle 1** vermittelt einen Eindruck von den Kaltluftproduktionsraten unterschiedlicher Flächennutzungen.

Landnutzung	Kaltluftproduktionsrate m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> s)	Kälteproduktionsrate W/m <sup>2</sup>
Grünland, Ackerland	15 – 20	30
Wald	12 – 15	17 (über ebenem Gelände)
Gartenbau, Mischflächen	10 – 15	24
Siedlungsgebiete	1	0 – 8 (dichte – lockere Bebauung)
Wasseroberflächen	0	0 - -6 (flache – tiefe Gewässer)

**Tabelle 1:** Zuordnung von typischen Kaltluft- bzw. Kälteproduktionsraten ausgewählter Landnutzungen Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2013)

Voraussetzung für eine möglichst effektive klimaökologische Ausgleichsleistung durch tal- bzw. hangspezifische Kaltluftabflüsse ist eine ausreichende Größe des Kaltlufteinzugsgebietes, so dass die resultierenden Kaltluftmengen siedlungsklimatisch überhaupt von Relevanz sind.

Die o.a. Aspekte des Stadt-/Siedlungsklimas verdeutlichen, dass dessen Berücksichtigung in der Stadtplanung eine detaillierte Kenntnis der Wechselwirkungsprozesse zwischen städtischen Faktoren und der Atmosphäre erfordert. Erst hierdurch können lokale Potenziale zur Verbesserung der bioklimatischen

Steuerungs- und Sicherungsinstrumente können u.a. das Baugesetzbuch (BauGB), das Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) sowie verschiedenste Fachpläne (z.B. Flächennutzungsplan, Bebauungsplan, Landschaftsplan und Grünordnungsplan) sein.

---

## 5 Ortsspezifische klimaökologische Funktionsabläufe

---

Windmessungen<sup>2</sup> von 1996 im Bereich Öhringen-West dokumentieren, dass sich der Planungsstandort in kuppennaher Lage bei allen Wetterlagen am Tag intensiv belüftet (mittlere Windgeschwindigkeit ca. 3.2 m/s, **Abbildung 5**) zeigt, wobei südwestliche bis westliche und nordöstliche bis östliche Windrichtungen überwiegen. Dies entspricht näherungsweise auch den Messungen an der DWD-Station Öhringen von 2017 (**Abbildung 7**).

In den Nachtstunden stellt sich im Westen von Öhringen vor allem während windschwacher Strahlungswetterlagen (Tage mit geringer Bewölkung) ein differenziertes Strömungsgeschehen ein. Ein wichtiger Faktor ist dabei die rasche Bildung von nächtlicher Kaltluft im bodennahen Luftraum über vegetationsbedeckten Flächen.

Während in exponierten Kuppenlagen (z.B. Station Galgenberg – **Abbildung 6**, DWD-Station Öhringen – **Abbildung 7**) meist nordöstliche bis östliche Luftströmungen dominieren, kommt es in Hangbereichen bzw. markanten Hangeinschnitten zur Entwicklung lokaler Kaltluftabflüsse, die sich, zumindest zeitweise, bodennah auch gegenüber gegenläufigen Höhenwinden durchsetzen können. So fungiert der markante Hangeinschnitt im Bereich des Sonnenburgwegs nördlich des Planungsstandorts „Schönblick“ als Kaltluftsammel- und Kaltluftabflussbereich für bodennah entstehende und zuströmende Kaltluft. Die Kaltluftbewegungen führen dem Gewerbegebiet an der Neuenstadter Straße Kalt-/Frischlufte zu, wodurch der dortige Wärmeineffekt reduziert bleibt.

An der Station Herrenwiesenstraße stellen sich in stadtklimatisch besonders relevanten Strahlungsnächten vorwiegend südöstliche Windbewegungen ein, die im Wesentlichen auf Kaltluftbewegungen entlang der Ohrn zurückzuführen sind.

Am 05./06.2013 wurden im Zuge einer Strahlungswetterlage im Umfeld des Planungsgebiets „Schönblick“ mobile Windmessungen durchgeführt (**Abbildung 8.2**).

Bei vorherrschender nordöstlicher Höhenströmung (siehe Tagesgang der Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit und Windrichtung in **Abbildung 8.1**) sind im Planungsgebiet nur im südöstlichen Teilbereich an der Heilbronner Straße seichte Hangabwinde zu erfassen (mittlere Windgeschwindigkeit ca. 0.5 m/s).

---

<sup>2</sup> **ÖKOPLANA (1996)**: Vertiefende klimaökologische Untersuchungen im Planungsgebiet Öhringen-Galgenberg. Mannheim.

In den kuppennäheren Lagen wird die über den landwirtschaftlich genutzten Flächen entstehende Kaltluft von der Höhenströmung durchsetzt und ausgeräumt, so dass sich dort keine markanten Lokalströmungen entwickeln. Es überwiegen überregionale/regionale Winde aus östlichen Richtungssektoren.

Nur bei allgemein sehr windschwachen Situationen bzw. in Nächten mit vorherrschenden nordwestlichen bis südwestlichen Gradientwinden können sich auch dort zeitweise bodennahe Kaltluftbewegungen in Richtung Ohrntals (über die Hangzone des Planungsgebiets „Schönblick“) entwickeln.

Derartige Situationen traten 2017 an der DWD-Station Öhringen zu ca. 5% der Strahlungsnachtstunden auf (siehe **Abbildung 7**). Laut VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5 (2003) ist eine lokale Kaltluftströmung nur dann von bedeutender stadtklimatischer Relevanz, wenn sie sich mindestens zu ca. 30% der Strahlungsnachtstunden ausbilden kann.

Die geringe Häufigkeit von Winden aus westlichen Richtungssektoren in sommerlichen Strahlungsnächten wird auch durch die nachfolgend angeführten Tagesgängen der Lufttemperatur und des Windes offenbar.

Aus den stündlichen Messdaten der letzten Jahre wurden für den vorliegenden Bericht für typische Strahlungstage die Messdaten aufbereitet. Daraus wurden für **Abbildung 9** Zeitreihendarstellungen der gemessenen Lufttemperatur in °C (Temp Luft) und die Windgeschwindigkeit in m/s (WiG, bezogen auf die linke Achse) und die Windrichtung in Grad (WiR, bezogen auf die rechte Achse) für die Zeiträume 24.08.2016 bis 26.08.2016 und 09..09.2016 bis 12.09.2016 zusammengestellt.

In der Zeitreihe 24.08.2016 bis 26.08.2016 ist anhand der Lufttemperatur in den Tagstunden eine intensive Erwärmung bis über 30°C abzulesen. In den Nachtstunden sinkt die Lufttemperatur bis auf ca. 17°C. Die Windgeschwindigkeit erreichte in den Tagstunden Werte von 2.5 m/s bis 4.5 m/s und in den Abend- und Nachtsunden überwiegend unter 2.0 m/s. In den Tagstunden werden östliche bis südöstliche Winde (90 Grad bis 135 Grad) und in den Nachtstunden östliche bis nordöstliche Windrichtungen (90 Grad bis 40 Grad) erfasst.



Für den Zeitraum 9.9.2016 bis 12.9.2016 zeigt die Zeitreihendarstellung in **Abbildung 9** ebenfalls in den Tagstunden eine intensive Erwärmung bis nahezu 30°C und für die Nachtstunden eine Verringerung der Lufttemperatur auf unter 15°C. Die Windgeschwindigkeit erreicht in den Tagstunden 1.2 m/s bis 2.2 m/s und in den Abend- und Nachtsunden überwiegend unter 2.0 m/s und teilweise unter 1.0 m/s. In den Tagstunden werden überwiegend nordwestliche Winde (290 Grad bis 330 Grad) und in den Nachtstunden südöstliche, östliche bis nordöstliche Windrichtungen (135 Grad bis 90 Grad und bis 45 Grad) erfasst. Aus diesen Zeitreihen für windschwache Strahlungswetterlagen ist ein regelmäßiger Windwechsel zwischen Tag- und Nachtstunden bei geringer Windgeschwindigkeit in den Nachtstunden ablesbar. Dies deutet auf lokale thermisch induzierte Winde in den Nachtstunden hin, indem aus den südöstlich gelegenen Geländeanstiegen (bis über 400 m ü. NHN) bodennah kühle Luftmassen in das Öhringer Stadtgebiet transportiert werden, die auch in der relativen Kuppenlage der DWD-Wetterstation und deren Messhöhe (ca. 10 m über dem Gelände) erfasst werden.

Derartige Verhältnisse sind auch für das Planungsgebiet anzunehmen.

Ergebnisse von Lufttemperaturmessfahrten von 2013<sup>3</sup> dokumentieren, dass es im Planungsgebiet und in dessen Umfeld in Strahlungsnächten durch die Kaltluftbildung über vegetationsbedeckten Freiflächen und den dadurch bedingten Zustrom bodennaher Kaltluft aus der vegetationsbedeckten Hangzone, vor allem im Hangeinschnitt entlang des Sonnenburgwegs, zu einem raschen und intensiven Rückgang der Lufttemperatur. Vergleichbare Verhältnisse sind am Hangfuß des Planungsgebiets „Spital-Etzweide“ zu erwarten.

Auffallend geringer ist die nächtliche Abkühlungsrate im kuppennahen Lagen des Galgenbergs (Planungsgebiet „Schönblick“). Während die thermische Situation in Hangeinschnitten bzw. Hangfußlagen von der örtlich entstehenden bodennahen Kaltluft bestimmt wird, verbleiben die Hochflächen im Einflussbereich der wärmeren regionalen und überregionalen Höhenströmung.

---

<sup>3</sup> **ÖKOPLANA (2013):** Klimagutachten zur 4. Fortschreibung des Flächennutzungsplans der Verwaltungsgemeinschaft Öhringen – Pfedelbach – Zweiflingen. Mannheim.

---

## 6 Numerische Modellrechnungen zur klimaökologischen Bewertung des vorgelegten Planungsentwurfs

---

Für das Aufzeigen der Auswirkungen der geplanten Nutzungsänderungen im im Bebauungsplangebiet „Schönblick“ auf die lokalen Kaltluftströmungen wurden Kaltluftsimulationen für den Ist-Zustand und den Plan-Zustand mit dem Kaltluftmodell KALM (Beschreibung siehe Anhang A1) durchgeführt. Dafür wurde ergänzend zum Stadtgebiet von Öhringen vor allem südlich und östlich das umliegende Gelände mit den Geländeanstiegen berücksichtigt, in dem der in **Abbildung 2.1** dargestellte Bereich eingebunden ist. Das Gebiet wurde so groß gewählt, dass die Einflüsse der umliegenden Geländeerhebungen auf die Kaltluftströmungen erfasst werden.

Die Ergebnisse der Kaltluftberechnungen beinhalten die Richtung und die Geschwindigkeit des Kaltluftstroms, die Mächtigkeit der Kaltluft und die daraus resultierende Kaltluftvolumenstromdichte.

Die Kaltluftvolumenstromdichte beschreibt die Kaltluftmenge in  $\text{m}^3$ , die pro Sekunde durch einen 1 m breiten Streifen zwischen der Erdoberfläche und der Oberkante der Schichtdicke, die senkrecht zur Strömung steht, fließt. Die Einheit ist  $\text{m}^3/(\text{s m})$  bzw.  $\text{m}^2/\text{s}$ . Falls die Volumenstromdichte über einen Querschnitt konstant ist, lässt sich der Volumenstrom direkt und einfach als Volumenstromdichte mal Länge der Grundlinie dieser Fläche berechnen. Der Kaltluftvolumenstrom kann als Größe zur Beschreibung der Durchlüftungsintensität aufgefasst werden.

Mit den Berechnungen sollen die sich durch die örtlichen Gegebenheiten des Reliefs und des Vegetationsbestandes entwickelnden thermisch induzierten Windströmungen, die Kaltluftströmungen rechnerisch flächenhaft ermittelt und dargestellt werden. Ein Antreiben der bodennahen Windströmungen durch übergeordnet wirksame regionale Windanströmungen wurde bei den KALM-Berechnungen bewusst nicht angesetzt.

Direkt östlich, nördlich und westlich des Bebauungsplangebietes schließen Freilandnutzungen bestehend aus landwirtschaftlichen Nutzflächen an und in der weiteren Umgebung sind Freilandnutzungen bestehend aus landwirtschaftlichen Nutzflächen, Wald und sonstigen Vegetationsflächen in höher gelegenen Bereichen gelegen. Dort findet bei den entsprechenden Wetterlagen eine intensive Kaltluftentstehung statt. Die Kaltluft wird in den Talbereich der Ohrn geführt.

Für die Darstellung der Berechnungsergebnisse wird ein Teilausschnitt des Rechengebietes mit dem Plangebiet und der direkten Umgebung gewählt, sodass die Reichweite der aus den Berechnungen abgeleiteten Beeinträchtigungen der Kaltluftströmungen dargestellt wird.

In den Abbildungen der Berechnungsergebnisse sind Wald grün, Freiflächen hellgrün, Verkehrsflächen grau und Siedlungsflächen in Gelb- und Rottönen dargestellt - mit Ausnahme der Volumenstromabbildungen, in denen nur die Siedlungen zusammengefasst rot schraffiert und Wald grün schraffiert eingetragen sind. Die Höhenlinien des digitalen Höhenmodells werden in grober Auflösung gezeigt. Kleinere Einschnitte oder Aufschüttungen sind wegen der gewählten Stufung der Höhenlinien nicht erkennbar, sind aber im digitalen Geländemodell enthalten.

Die Ergebnisse der Kaltluftberechnungen sind in **Abbildung 11** für den Ist-Zustand mit der Geschwindigkeit und Richtung der Kaltluftströmung in der Anfangsphase der Kaltluftbildung dargestellt, d.h. in der ersten Stunde nach Einsetzen der Kaltluftbildung. In dieser Kaltluftbildungsphase dominieren Hangabwinde mit Strömungsgeschwindigkeiten bis ca. 2.0 m/s. In Bereichen mit geringer Längsneigung sind Strömungsgeschwindigkeiten um 0.5 m/s und in Siedlungsbereichen auch unter 0.5 m/s berechnet. An den südwestlich des Stadtgebietes gelegenen Hangbereichen (z.B. Verrenberg) bilden sich beispielsweise kräftige Hangabwinde. Im südöstlichen Bereich von Öhringen entwickeln sich schon in dieser Phase der Kaltluftbildung im Ohrntal gesammelte Kaltluftströmungen aus, die dort Richtung Westen ins Siedlungsgebiet orientiert sind. Im hier zu betrachtenden Bebauungsplangebiet „Schönblick“ und in dessen direkter Umgebung bilden sich nach Osten hin orientierte Hangabwinde mit Strömungsgeschwindigkeiten bis ca. 1.0 m/s aus. Diese dringen bodennah in den östlich benachbarten Siedlungsrand ein und fördern dort in den nicht bebauten Bereichen entlang der Heilbronner Straße, der Bahnstrecke und in den Gartenbereichen den Luftwechsel und die Abkühlung der bodennahen Luftschicht.

**Abbildung 12** zeigt für den Ist-Zustand die Kaltluftvolumenstromdichte und die Kaltluftmächtigkeit in der Anfangsphase der Kaltluftbildung. Im dargestellten Ausschnitt überwiegen in der Anfangsphase geringe Volumenströme und geringe Kaltluftmächtigkeiten von wenigen Metern, die zu diesem Zeitpunkt überwiegend nicht zu gerichteten Kaltluftströmungen führen. Im südöstlichen Bereich von Öhringen bilden sich schon in dieser Phase der Kaltluftbildung im Ohrntal Kaltluftmächtigkeiten bis ca. 30 m aus, die dort zu gesammelten Kaltluftvolumenströmen in Richtung Westen und ins Siedlungsgebiet von Öhringen führen.

Auch aus südlicher Richtung entlang des Pfedelbachs sind schon gesammelte Kaltluftströme für diese Kaltbildungsphase berechnet.

Im Bebauungsplangebiet „Schönblick“ sind aufgrund der geringen Kaltluftmächtigkeiten der Hangabwinde sehr geringe Kaltluftvolumenströme vorherrschend. Das trifft auch auf den östlich gelegenen Siedlungsrand zu. Dort sind die Kaltluftmächtigkeiten gering und ermöglichen bodennah durch die seitliche Umströmung der bestehenden Gebäude ein gewisses Eindringen der Hangabwinde in den Siedlungsbereich.

In **Abbildung 13** ist für den Ist-Zustand die Kaltluftströmungsgeschwindigkeit bei ausgeprägten Kaltluftbedingungen im Laufe der Nacht aufgezeigt, d.h. für über 3 Stunden andauernde Kaltluftbildung. Im dargestellten Ausschnitt des Berechnungsgebietes sind innerhalb des Siedlungsgebiets von Öhringen überwiegend nur geringe Kaltluftströmungsgeschwindigkeiten unter 1.0 m/s, überwiegend unter 0.5 m/s berechnet. Dabei stellt sich überwiegend eine nach Nordwesten orientierte Strömungsrichtung ein. Das trifft beispielsweise auch auf den Bereich um den Standort der DWD-Wetterstation (Lage siehe **Abbildung 7**) mit einer ost-südöstlichen Strömung mit ca. 1.0 m/s zu.

Im hier zu betrachtenden Bebauungsplangebiet „Schönblick“ und in dessen direkter Umgebung sind schwache Kaltluftströmungen mit Orientierung nach Nordwesten berechnet.

Bei andauernden Kaltluftbedingungen ist eine deutliche Zunahme der Kaltluftmächtigkeiten in den Tal-, Mulden- und Senkenbereichen zu erwarten. Dies ist in **Abbildung 14** für den Ist-Zustand aufgezeigt und zeigt nahezu im gesamten Stadtgebiet von Öhringen Kaltluftmächtigkeiten von mehreren Dekametern. Im Bereich des Standortes der DWD-Wetterstation im Nordosten von Öhringen (Lage siehe **Abbildung 7**) sind beispielsweise Kaltluftströmungen mit Orientierung nach Westnordwesten mit einer Strömungsgeschwindigkeit von ca. 1.0 m/s bei einer Mächtigkeit der Kaltluftschicht von ca. 20 m berechnet. Das zeigt zufriedenstellende Übereinstimmungen mit den Auswertungen der Messdaten für Strahlungsnächte (vgl. **Abbildungen 7** und **9**). Damit wird die Annahme, dass die wenige Kilometer südlich und östlich gelegenen kräftigen Geländeanstiege im Laufe der Kaltluftbedingungen zu einer aus dem südöstlichen Richtungssektor angetriebenen bodennahen Kaltluftströmung führen, mit den Berechnungen unterstützt. Diese Kaltluftströmungen werden kleinräumig durch das bestehende Relief in der Richtung variiert, sodass innerhalb des Siedlungsgebietes von Öhringen eine Führung entlang des Ohrntals erfolgt.

An den Randbereichen des Ohrntals sind aufgrund der berechneten Kaltluftmächtigkeiten auch Überströmungen des Geländes simuliert, sodass u.a. nicht der Geländeneigung folgende Strömungsrichtungen abgebildet werden, wie in den Auswertungen der Strahlungsächte aus dem Jahr 1996 dargestellt.

Für das hier zu betrachtende Bebauungsplangebiet „Schönblick“ und dessen direkter Umgebung führt die gesammelte Kaltluftströmung zu einem Umschwenken nach Nordwesten, sodass damit keine direkten Auswirkungen der Planung auf den östlich gelegenen Siedlungsrand an der Heilbronner Straße abzuleiten sind.

Für die aufgezeigten Ergebnisse der Kaltluftberechnungen mit der angewendeten Methode ist anzumerken, dass solch relativ einfache Rechenmodelle keine Differenzierungen der Lufttemperaturen berücksichtigen können und deshalb die Strömungsrichtung der Kaltluft vertikal einheitlich abgebildet wird, was hier bei ausgeprägten Kaltluftbedingungen zu einer nach Nordwesten orientierten Strömung führt. Gleichwohl ist nicht auszuschließen, dass aufgrund der kleinräumig ausgeprägten Landnutzung und Geländeverhältnisse in Teilbereichen eine intensive bodennahe Abkühlung erfolgt und zu bodennahen Hangabwinden führt, während darüber die gesammelte Kaltluftströmung mit etwas höherer Temperatur eine abweichende Richtung aufweist, wie beispielsweise am eingeschnittenen Standort Sonnenburgweg beobachtet. In solchen Fällen sind mit diesen weiter verbleibenden Hangabwinden keine kräftigen Volumenströme und damit keine kräftigen Belüftungspotenziale für anschließende Siedlungsbereiche verbunden.

Die genannten Kaltluftberechnungen wurden ebenfalls für den Plan-Zustand mit der vorgesehenen Bebauung, entsprechend Flächenausweisungen des Bebauungsplans „Schönblick“, durchgeführt. Eine Kaltluftproduktion wurde der Planfläche nicht zugewiesen, vielmehr eine aufzehrende Funktion entsprechend der baulichen Ausprägung bestehend aus Gebäuden und Verkehrsflächen und eine Strömungsbehinderung. Da die Planungen nicht zu kompletten Einschränkungen der Kaltluftströmungen in der Umgebung führen, sind die Ergebnisdarstellungen ähnlich zu denen für den Ist-Zustand. Dementsprechend werden im Folgenden Darstellungen der Abnahmen der Kaltluftvolumenstromdichten aufgezeigt. In diesen Abbildungen ist das Bebauungsplangebiet entsprechend seiner geplanten Nutzungen (Gebäude, Verkehrswege) eingetragen. In den Abbildungen sind die Bereiche kenntlich gemacht, in denen Verringerungen der Kaltluftströmungen durch die Planungen zu erwarten sind.

In **Abbildung 15** ist die Abnahme der Kaltluftvolumenstromdichte in der Anfangsphase der Kaltluftbildung als Linien gleicher Abnahmen dokumentiert.

Mit der Änderung der Landnutzung wird einerseits die Kaltluftbildung im Plangebiet verringert, andererseits werden die Kaltluftströmungen durch die künstlichen Oberflächen und durch die neuen Baukörper beeinflusst. Damit sind entsprechend den Berechnungen nordöstlich der geplanten Bebauung bis in einen Abstand von ca. 400 m und östlich der geplanten Bebauung bis in einen Abstand von ca. 600 m entlang der Heilbronner Straße und der Berliner Straße Verringerungen der Kaltluftströmung zu bestimmen, die vor allem durch die verringerte bodennahe Strömungsgeschwindigkeit aufgrund zusätzlicher Bebauung und die verringerte Kaltluftbildung zurückzuführen ist. Die Änderungen der Kaltluftbedingungen bleiben entlang dem Sonnenburgweg nördlich des Plangebietes auf einen landwirtschaftlichen Betrieb sowie gewerbliche Nutzungen beschränkt. Südlich bzw. Südöstlich des Planungsgebiets „Schönblick“ sind Modifikationen auf das Gebiet entlang der Heilbronner Straße und Berliner Straße beschränkt. Dort verringert sich der Kaltluftvolumen um bis ca. 25%. Auch in der Freifläche zwischen der Berliner Straße und dem Zeilbaumweg erstreckt sich ein Bereich mit berechneter Verringerung des Kaltluftvolumenstroms.

Insgesamt ist festzuhalten, dass die Auswirkungen der Planung bezogen auf die Hangabwinde am benachbarten Siedlungsbereich zu einer Verzögerung der Kaltluftströmung um wenige Minuten führt, die Hangabwinde aber keine hohe Bedeutung hinsichtlich Belüftung und Luftaustausch für den Siedlungsrand aufweisen.

Bei ausgeprägten Kaltluftbildungen mit mächtiger Kaltluftschicht zeigen sich im Plan-Zustand in Richtung Norden Veränderungen beim Kaltluftvolumenstrom (**Abbildung 16**). Sie erstrecken sich über Freiflächen und gewerblich genutzte Gebiete auf eine Länge von mehreren Hundertmetern. Durch die aus dem weit südlich und östlich gelegenen Geländeanstieg herantransportierten Kaltluftströmungen erfolgt im Plangebiet und dessen direkter Umgebung ein Umschwenken der Strömungsrichtung gegenüber der Anfangsphase. Damit sind für diese Bedingungen keine direkten Auswirkungen der Planung auf den östlich gelegenen Siedlungsrand an der Heilbronner Straße zu bestimmen. Gleichwohl ist nicht auszuschließen, dass sich über der verbleibenden Freifläche zwischen Siedlungsrand und Bebauungsplangebiet „Schönblick“ aufgrund der bodennahen Abkühlung auch in dieser Kaltluftbildungsphase Hangabwinde trotz übergelagerter Herantransport kühler Luftmassen entwickeln. Diese sind aufgrund der geringen Ausprägung jedoch nicht von wesentlicher Bedeutung für den nächtlichen Luftmassenaustausch am Siedlungsrand.

Insgesamt ist für den westlichen Bereich von Öhringen bezüglich häufig vorkommender mittlerer Kaltluftverhältnisse (ca. 95% der Nachtstunden bei Strahlungswetterlagen, bezogen auf die Windstatistik 2017 an der DWD-Station Öhringen) festzuhalten, dass die bestehenden Kaltluftströmungen in der Anfangsphase der Kaltluftbildung bodennah kühle Luftmassen zum Siedlungsrand von Öhringen führen, denen jedoch aufgrund der geringen Intensität keine besonderen Bedeutungen für den Luftmassenaustausch im Siedlungsbereich zuzuschreiben sind.

Die Planung führt zu einer gewissen Einschränkung dieser Hangabwinde in Form einer zeitlichen Verzögerung um wenige Minuten. Bei ausgeprägten Kaltluftbedingungen mit kräftigen Volumenströmen und hohem Belüftungspotenzial schwenkt die Strömungsrichtung in der Umgebung des Bebauungsplangebiets „Schönblick“ derart um, dass sie vom südöstlich angrenzenden Siedlungsrand (Am Bahndamm / Berliner Straße) weg orientiert ist und damit keine direkten Auswirkungen im örtlichen Kaltluftprozessgeschehen besitzt. Gleichwohl ist nicht auszuschließen, dass sich über der verbleibenden Freifläche zwischen Siedlungsrand und Bebauungsplangebiet „Schönblick“ aufgrund der bodennahen Abkühlung auch in dieser Kaltluftbildungsphase Hangabwinde trotz übergelagerter Herantransport kühler Luftmassen entwickeln. Diese sind aber aufgrund der geringen Ausprägung nicht von wesentlicher Bedeutung für den nächtlichen Luftmassenaustausch am Siedlungsrand.

Wie in Kap. 3 bereits angeführt, wird in einem zusätzlichen Analyseschritt im Sinne eines Worst-Case-Szenarios mit dem Modell KLAM\_21 eine Situation betrachtet, bei welcher die lokalen Kaltluftbewegungen durch den Einfluss von Höhenwinden aus westlichen Richtungssektoren in den nächstgelegenen Wohnbaustrukturen im Osten bzw. Südosten die deutlichsten Veränderungen im kaltluftbedingten Prozessgeschehen bewirken.

Vorausgesetzt wird die für Kaltluftabflüsse optimale Situation, d.h. eine klare und windschwache Nacht mit einer südwestlichen Höhenströmung (1.0 m/s). Sie unterstützt die Kaltluftfließbewegungen in Richtung Ohrntal.

Derartige Situationen traten 2017 an der DWD-Station Öhringen zu ca. 5% der Strahlungsnachtstunden auf (siehe **Abbildung 7**). Laut VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5 (2003) ist eine lokale Kaltluftströmung nur dann von bedeutender stadtklimatischer Relevanz, wenn sie sich mindestens zu ca. 30% der Strahlungsnachtstunden ausbilden kann. Dies ist bei der nachfolgenden Bewertung der Modellergebnisse zu beachten.

In **Grafik 1** sind als Modellgrundlage die zu Grunde gelegten Rauigkeiten der Flächennutzung im Modellgebiet dargestellt. Einzelgebäude, die hochaufgelöst in das Modell übernommen wurden, sind mit der Farbe Schwarz gekennzeichnet.



**Grafik 1:** Rauigkeitslängen der Flächennutzung im Modellgebiet KLAM\_21

Die **Abbildungen 17** und **18** zeigen die Ergebnisse der Kaltluftsimulationen für die Anfangsphase der Kaltluftbildung (Zeitpunkt 2 Stunden<sup>4</sup> nach einsetzender Kaltluftbildung). In dieser Kaltluftbildungsphase entstehen an den Hängen, Hangeinschnitten und Tälern lokale Kaltluftbewegungen.

Wie die Modellsimulationen zeigen, entwickeln sich im Planungsgebiet „Schönblick“ unter dem Einfluss einer südwestlichen Höhenströmung in Richtung Ohrntal gerichtete Kaltluftströmungen, die im Süden in Richtung Heilbronner Straße und im Norden in Richtung Sonnenburgweg abfließen. Sie erreichen in der bodennächsten Kaltluftschicht Strömungsgeschwindigkeiten von 0.4 – 1.0 m/s. Dies stimmt mit den KALM-Modellrechnungen für die Anfangsphase der Kaltluftbildung recht gut überein.

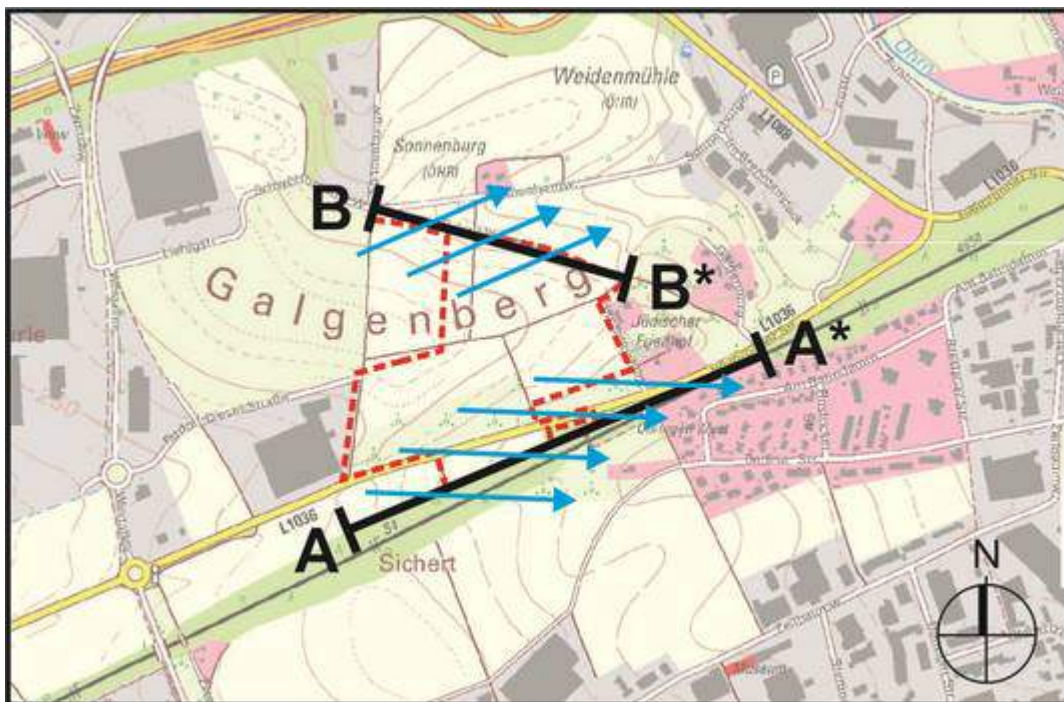
Die Kaltluftbewegungen entlang des Sonnenburgwegs führen im Gewerbegebiet an der Neuenstadter Straße kleinräumig zu einer reduzierten Wärmeinselbildung.

<sup>4</sup> In den Monaten Juni/Juli entspricht dies ca. dem Zeitpunkt 22:00 Uhr (MEZ). Die Kaltluftbewegungen sind bioklimatisch besonders in der ersten Nachthälfte bedeutsam, da sie eine raschen Abbau thermischer Belastungen unterstützen



Nordöstlich der Neuenstadter Straße dominiert die Ohrntalkaltluft. Für eine großflächige Intensivierung der Belüftung nördlich der Neuenstadter Straße ist der Kaltluftstrom über den Sonnenburgweg zu gering ausgeprägt.

Aus dem Planungsgebiet fließt in Richtung Sonnenburgweg über das Profil B - B\* (siehe **Grafik 2**) ein Kaltluftvolumenstrom von ca. 618 m<sup>3</sup>/s. Laut VDI-Richtlinie werden Gruppen von Einzelgebäuden und kleinere Siedlungen erst ab etwa einem Kaltluftvolumenstrom von 10.000 m<sup>3</sup>/s durch-, um- oder überströmt. Der hier vorliegende Kaltluftvolumenstrom listet somit nur einen geringen Beitrag zur Belüftung der beeinflussten Siedlungsbereiche.



**Grafik 2:** Lage von Bewertungsprofilen

Südlich des Planungsgebiets „Schönblick“ gelangt die Hangkaltluft über die Heilbronner Straße und die Bahntrasse auch in das Wohngebiet im Bereiche Am Bahndamm / Berliner Straße. Dort wird sie in den Kaltluftstrom über den Hangeinschnitt Zeibaumweg mit einbezogen.

Die vertikale Mächtigkeit der Hangkaltluft im Planungsgebiet „Schönblick“ beträgt in der Anfangsphase der Kaltluftbildung unter den gegebenen Optimalbedingungen nur wenige Meter (ca. 3 – 4 m, siehe **Abbildung 18**), so dass sich in Richtung der Kaltluftzielgebiete Heilbronner Straße / Am Bahndamm / Berliner Straße nur geringe Kaltluftvolumenströme ausbilden können. Über das Profil A – A\*, das den Kaltlufteintrag aus dem Planungsgebiet in das Wohngebiet Am Bahndamm / Berliner Straße bemisst, bleibt der Kaltluftvolumenstrom in der Anfangsphase der Kaltluftbildung auf nur 530 m<sup>3</sup>/s begrenzt.

Durch das geplante Gewerbegebiet „Schönblick“ geht die vegetationsbedeckte Freizone als Kaltluftentstehungsgebiet und als Kaltluftabflussbahn verloren. Damit geht ein Verlust an Kaltluftvolumen einher. Wie die **Abbildungen 19** und **20** dokumentieren, zeigt sich eine Minderung der Kaltluftströmungsgeschwindigkeit und der Kaltluflhöhe sowohl in Richtung Sonnenburgweg / Gewerbegebiet entlang der Neuenstadter Straße als auch in Richtung des Wohngebiets Am Bahndamm / Berliner Straße. Damit reduziert sich auch der dortige Kaltluftvolumenstrom.

Über das Profil B – B\* in Richtung Sonnenburgweg nimmt der Kaltluftvolumenstrom in der Anfangsphase der Kaltluftbildung um ca. 19% auf 498 m<sup>3</sup>/s ab. Der Verlust in Richtung des Siedlungsbereichs Am Bahndamm / Berliner Straße beläuft sich auf ca. 43%. Es verbleibt ein Kaltluftvolumenstrom von ca. 300 m<sup>3</sup>/s (Ist-Zustand: 530 m<sup>3</sup>/s).

Zu Beginn der 2. Nachthälfte (5 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung<sup>5</sup>) nimmt die Strömungsgeschwindigkeit und die Mächtigkeit der lokalen Kaltluftbewegungen über das Planungsgebiet in Teilbereichen zu (siehe **Abbildungen 21** und **22**).

Über die Profile A – A\* und B – B\* passieren im Ist-Zustand Kaltluftvolumenströme von 599 m<sup>3</sup>/s und von 567 m<sup>3</sup>/s.

Ein Vergleich mit dem Plan-Zustand zeigt (**Abbildungen 23** und **24**) zeigt, dass sich die Kaltluftfließgeschwindigkeit und damit die Belüftungsintensitäten in den nächstgelegenen Kaltluftzielgebieten Gewerbegebiet an der Neustadter Straße und Wohnbebauung im Bereiche Am Bahndamm / Berliner Straße nicht mehr auffallend verändern. Auch die Kaltluflhöhe zeigt keine größere Veränderung mehr. Die Kaltluftvolumenströme über die Profile A – A\* und B – B\* verringern sich gegenüber dem Ist-Zustand nur noch um ca. 11 bzw. 15%.

Die Ergebnisse der Kaltluftströmungssimulationen für ein Worst-Case-Szenario zeigen in den zum Planungsbiet benachbarten Siedlungsgebieten zwar auch noch zu Beginn der 2. Nachthälfte relative Abnahmen an Kaltluftvolumen von über 10%, die laut VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5 (2003) nachteilige kleinklimatische Folgen haben, da der Ausgangsvolumenstrom jedoch sich deutlich unter 1.000 m<sup>3</sup>/s bewegt, sind die nachteiligen Klimafolgen äußerst geringfügig.

---

<sup>5</sup> In den Monaten Juni/Juli entspricht dies ca. dem Zeitpunkt 01:00 Uhr (MEZ).

Der Hessische Verwaltungsgerichtshof formuliert in seinem Urteil vom 27.02.2019 (Aktenzeichen: 4 C 1840/17.N), dass es in Einzelfällen zulässig sein kann, Bauflächen in kleinklimabedeutsame Bereiche zu planen, die hohe Auswirkungen auf das Mikroklima haben. Selbst eine Reduktion des Kaltluftvolumenstroms um mehr als 10% ist im Einzelfall hinzunehmen. Allerdings müssen die städtebaulichen Gründe umso gewichtiger sein.

---

## **7 Einfluss der geplanten Bebauung auf die ortsspezifischen Durchlüftungsverhältnisse**

---

Durch die relative Kuppenlage des Bebauungsplangebiets „Schönblick“ sind bei wirksamen Regionalwindanströmungen die Windrichtungsverteilungen, die an der Wetterstation Öhringen messtechnischer erfasst werden, auch vorherrschend. Die Hauptwindrichtungen werden in Öhringen durch den südwestlichen Sektor geprägt, d.h. durch Winde aus den Richtungen Südwest bis West. Als Nebenmaximum treten Winde aus nordöstlicher Richtung auf.

Die VDI-Richtlinie 3783, Blatt 10 [Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle (2010)] ermöglicht die Ableitung der Ausdehnung von Auswirkungsbereichen von Hindernisumströmungen. Diese Auswirkungen beziehen sich auf eine Anströmrichtung quer zur Ausdehnung eines Hindernisses.

Die geplanten höheren Gebäude sind im westlichen und zentralen Bereich des Bebauungsplangebietes „Schönblick“ vorgesehen und weisen eine Länge bis ca. 250 m in etwa Nord-Süd-Orientierung und eine Höhe bis ca. 20 m auf. Am östlichen Rand des Bebauungsplangebiets „Schönblick“ ist auf einer Länge von ca. 175 m in Nord-Süd-Orientierung eine Bebauung bis ca. 16 m Höhe möglich.

Von den genannten Gebäudekonstellationen führt hier die relativ hohe und längste Bebauung zu den relativ weitesten Ausdehnungen der Störbereiche, bezogen auf die Windanströmungsrichtung hinter dem Gebäude. Nach der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 10 [Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle (2010)] lässt sich damit ableiten, dass bis in einen Abstand von ca. 110 m im Lee der Gebäude Änderungen der bodennahen Strömungsrichtung und Strömungsgeschwindigkeit zu erwarten sind. In einem Abstand von 110 m bis ca. 530 m sind nur etwas verringerte Windgeschwindigkeiten in den Leebereichen zu erwarten.

Bei der möglichen 16 m hohen Bebauung am östlichen Rand des Bebauungsplangebiets lässt sich damit ableiten, dass sich bis zu einem Abstand von ca. 80 m im Lee der Gebäude Änderungen der bodennahen Strömungsrichtung und Strömungsgeschwindigkeit ergeben können. Zwischen 80 m und ca. 410 m Abstand zur geplanten Bebauung werden die Windgeschwindigkeiten nur leicht verringert.

Das betrifft bei südwestlicher Anströmung die Wohnnutzungen zwischen den Straßen im Schönblick und Galgenberg sowie die gewerblichen Nutzungen entlang der Heilbronner Straße und der Neuenstadter Straße. Da diese Bereiche durch ihre Siedlungsrandlage bislang strömungsdynamisch deutlich begünstigt sind, ergeben sich auch nach Realisierung der geplanten Bebauung noch für den Siedlungsbereich von Öhringen übliche Durchlüftungsverhältnisse.

---

## **8 Einfluss der geplanten Bebauung auf die ortsspezifischen thermischen Verhältnisse**

---

Die thermischen Verhältnisse in Bodennähe werden kleinräumig durch die bestehenden Nutzungen, insbesondere durch die Oberflächenstrukturen geprägt. Baumbestandene Vegetationsflächen führen in den Tagstunden bei wolkenarmem Himmel zu moderatem Ansteigen der Lufttemperatur und in den Nachtstunden zu deutlichen Abkühlungen. Flächendeckende, niedere Vegetationsflächen führen in den Nachtstunden zu weiter intensivierten Abkühlungen. Über künstlichen Oberflächen (Asphalt, Pflaster, Gebäude etc.) führt die Sonneneinstrahlung zu intensiver Erwärmung der unteren Luftschichten, sodass ein deutlicher Anstieg der Lufttemperatur in den Tagstunden und eine verminderte und verzögerte Abkühlung in den Nachtstunden zu beobachten ist.

Verbunden mit unterschiedlichem, für die Verdunstung verfügbarem Wassergehalt der Landnutzungen ist eine Dämpfung des Temperaturanstiegs und der täglichen Temperaturamplitude über Vegetationsflächen gegeben.

Durch die geplante Nutzungsänderung im Bereich des Bebauungsplangebiets „Schönblick“ mit der Überführung bisher vegetationsbestandener Flächen in bauliche Nutzungen ändern sich kleinräumig auch die bodennahen Lufttemperaturen. Über den künstlichen Oberflächen ist in den Tagstunden eine intensivere Erwärmung zu erwarten. Die Auswirkungen der Erhöhungen der Lufttemperatur über künstlichen Oberflächen bleiben überwiegend auf das Plangebiet beschränkt.

Für den Nachweis der thermischen Auswirkungen geplanter Bebauung auf die städtische Umgebung werden in vorliegender Fachliteratur teilweise Modellrechnungen (BRUSE, 1999) eingesetzt. Daraus ist zu entnehmen, dass bei sommerlichen Wetterlagen mit geringer Bewölkung und geringer Windgeschwindigkeit die warmen Luftmassen horizontal verfrachtet werden. Die Auswirkungen der nachweisbaren Temperaturerhöhung durch Umnutzungen von Flächen der hier betrachteten Größe in benachbarten Nutzungen beschränkt sich entsprechend den Ergebnissen der genannten Modellrechnungen überwiegend auf einen Bereich von wenigen Metern Abstand. Die verhältnismäßig deutlichsten Auswirkungen sind in den Abendstunden zu erwarten, in denen die versiegelten Bereiche gegenüber Vegetationsbereichen verringerte Abkühlungen aufweisen und bei geringen vorherrschenden Windgeschwindigkeiten, die keinen intensiven Forttransport der erwärmten Luftmassen bzw. Austausch der Luftmassen bewirken. Der Temperaturunterschied in benachbarten Nutzungen, bedingt durch solche baulichen Planungen, d.h. im Abstand bis wenige Meter, wird mit ca. 1 Kn angegeben. Zu anderen Tageszeiten sind geringere Ausdehnungen der Bereiche modifizierter bodennaher Lufttemperaturen und geringere Auswirkungen auf die Lufttemperatur zu erwarten.

Damit sind in den direkt nächstgelegenen Nutzungen zum Bebauungsplan „Schönblick“ leichte Temperaturerhöhungen an windschwachen Sommertagen durch die geplante Bebauung zu erwarten. Davon sind bestehende Freiflächen, Verkehrsflächen, ein östlich benachbarter Friedhof, ein landwirtschaftlicher Betrieb und gewerbliche Nutzungen betroffen. In umliegenden Wohngebieten sind aufgrund der Abstände keine messbaren Änderungen der Lufttemperaturen bedingt durch die Planungen zu erwarten.

---

## 9 Abschließende klimaökologische Bewertung

---

Für die Betrachtungen zu lokalklimatischen Auswirkungen der Planungen des Bebauungsplans „Schönblick“ in Öhringen wurden die vorgegebenen Flächenausweisungen berücksichtigt. Mit den Kaltluftberechnungen wurde festgestellt, dass die bestehenden Kaltluftströmungen in der Anfangsphase der Kaltluftbildung bodennah kühle Luftmassen zum Siedlungsrand von Öhringen führen, die jedoch aufgrund der geringen Intensität keine besonderen Bedeutungen für den Luftmassenaustausch im Siedlungsbereich haben. Die Planung führt zu einer gewissen Einschränkung dieser Hangabwinde in Form einer zeitlichen Verzögerung um wenige Minuten. Bei ausgeprägten Kaltluftbedingungen mit kräftigen Volumenströmen und hohem Belüftungspotenzial schwenkt die Strömungsrichtung in der Umgebung des Bebauungsplangebietes „Schönblick“ derart, dass sie vom Siedlungsrand weg orientiert ist und damit keine direkten Auswirkungen der Planung auf den östlich gelegenen Siedlungsrand an der Heilbronner Straße und Berliner Straße abzuleiten sind. Gleichwohl ist nicht auszuschließen, dass sich über der verbleibenden Freifläche zwischen Siedlungsrand und Bebauungsplangebiet „Schönblick“ aufgrund der bodennahen Abkühlung auch in dieser Kaltluftbildungsphase Hangabwinde trotz überlagertem Herantransport kühler Luftmassen ausbilden. Dies wird durch ergänzende Kaltluftberechnungen im Sinne eines Worst-Case-Szenarios verdeutlicht. Die sich in den Hangzonen des Planungsgebiets entwickelnden Kaltluftvolumenströme sind jedoch derart gering ausgeprägt ( $< 1.000 \text{ m}^3/\text{s}$ ), dass sie nicht von wesentlicher Bedeutung für den nächtlichen Luftmassenaustausch am Siedlungsrand sind.

Bezogen auf die Auswirkungen der Planung auf die Durchlüftungsverhältnisse bei Regionalwindanströmungen und mögliche Änderungen der bodennahen Lufttemperatur in der benachbarten nächstgelegenen Wohnbebauung sind keine wesentlichen Modifikationen zu erwarten, die zu einer Unterschreitung des ortsüblichen Niveaus führen.

Die im vorliegenden Bebauungsplanentwurf aufgelisteten Maßnahmen zur Reduzierung der thermischen Zusatzbelastung sind in Anbetracht der Klimawandelfolgen mit erhöhter sommerlicher Wärmebelastung zu unterstützen.

So sind neben der Ausweisung öffentlicher Grünflächen im Osten und Süden u.a. nachfolgende Maßnahmen vorgesehen (siehe BIT INGENIEURE 2019A und B):

- Kleinere Dachflächen ( $< 350 \text{ m}^2$ ) bis zu einer Neigung von  $10^\circ$  sind zu begrünen. Dachflächen auf größeren Gebäuden sind allgemein zulässig.

- Geschlossene Fassadenflächen sind zu begrünen.
- Tiefgaragen sind außerhalb der Gebäude mit mindestens 0.35 m Erdaufschüttung zu versehen und dauerhaft zu begrünen.
- Stellplätze, Hofflächen und Zufahrten sind mit Rasenpflaster oder anderen, dauerhaft wasserdurchlässigen Belägen herzustellen.
- Straßenraumbegrünung mit Großbäumen.

Achim Burst (Dipl.-Geogr.)  
**ÖKOPLANA**

Torsten Nagel (Dipl.-Geogr.)  
**Ing.-Büro Lohmeyer GmbH & Co. KG**

Mannheim, Juni 2019

Karlsruhe, Juni 2019

---

## Schriftenverzeichnis / weiterführende Literatur:

---

- BIT INGENIEURE (2019A):** Begründung zum Bebauungsplan „Schönblick“. Öhringen.
- BIT INGENIEURE (2019A):** Textliche Festsetzungen und örtliche Buvorschriften zum Bebauungsplan „Schönblick“. Öhringen.
- BRUSE, M. (1999):** Die Auswirkungen kleinskaliger Umweltgestaltung auf das Mikroklima. Entwicklung des prognostischen numerischen Modells ENVI-met zur Simulation der Wind-, Temperatur- und Feuchteverteilung in städtischen Strukturen. Dissertation. Fakultät für Geowissenschaften der Ruhr-Universität Bochum.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (2013):** KLAMIS. Modellgestützte Klimaanalysen und –bewertungen für die Regionalplanung. Grundlagen für einen Leitfaden. Berlin.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (2008):** Das Kaltluftabfluss-Modell KLAM\_21. Theoretische Grundlagen und Handhabung des PC-Programms. Offenbach a. M.
- GROSS, G. (1989):** Numerical simulation of the nocturnal flow systems in the Freiburg area for different topographies. Beitr. Phys. Atmosph. 62, 57-72.
- HELDT, K., HÖSCHELE, K. (1989):** Hang- und Bergwinde am Rheintalrand bei Karlsruhe. In: Meteorol. Rdsch. 41, S. 104-110.
- ING.-BÜRO LOHMEYER GMBH & Co. KG (2018):** Bebauungsplan „Spital-Etzweide“ in Öhringen, Auswirkungen auf lokalklimatische Verhältnisse. Karlsruhe.
- KING, E. (1973):** Untersuchungen über kleinräumige Änderungen des Kaltluftflusses und der Frostgefährdung durch Straßenbauten (Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 130, Band 17).
- LUBW (2005):** Empfehlungen für die Bewertung von Eingriffen in Natur und Landschaft in der Bauleitplanung sowie Ermittlung von Art und Umfang von Kompensationsmaßnahmen sowie deren Umsetzung, Teil A: Bewertungsmodell. Bearbeitung: StadtLandFluss, Wolfschlugen. Herausgeber: LUBW, Karlsruhe, Oktober 2005.
- LUBW (2006):** Klimaatlas Baden-Württemberg. Karlsruhe/Mannheim.
- MANN ET AL. (2000):** Wasserhaushalt begrünter Dächer. In: Dach + Grün. 1/2000
- ÖKOPLANA (1996):** Vertiefende klimaökologische Untersuchungen im Planungsgebiet Öhringen-Galgenberg. Mannheim.



- ÖKOPLANA (2002):** Vertiefende Untersuchung klimaökologischer Funktionsabläufe im östlichen Stadtgebiet von Öhringen – Stadtentwicklungsprojekt „Limespark“. Mannheim.
- ÖKOPLANA (2005):** Klimagutachten zu den geplanten Gewerbe- und Industriegebieten „Flürle“ und „Galgenfeld II“ in Öhringen. Mannheim.
- ÖKOPLANA (2010):** Stadtklimaanalyse Mannheim 2010. Mannheim.
- ÖKOPLANA (2013A):** Klimagutachten zur 4. Fortschreibung des Flächennutzungsplans der Verwaltungsgemeinschaft Öhringen – Pfedelbach – Zweiflingen. Mannheim.
- ÖKOPLANA (2013B):** Klimaökologische Stellungnahme zur geplanten baulichen Erweiterung der Fa. Schäfer + Peters, Zeilbaumweg 32 in Öhringen. Mannheim.
- ÖKOPLANA (2017):** Klimagutachten zum Gewerbestandort Zeilbaumweg - bauliche Erweiterung der Firma Schäfer + Peters GmbH in Öhringen. Mannheim.
- SCHÄDLER, G., LOHMEYER, A. (1994):** Simulation of nocturnal drainage flows on personal computers. In: Meteorol. Zeitschrift, N.F. 3, S. 167-171.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2003):** VDI 3787, Bl. 5. Lokale Kaltluft. Düsseldorf.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2010):** VDI 3783, Bl. 10. Umweltmeteorologie. Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle. Gebäude- und Hindernisumströmung. Düsseldorf.

---

## Anhang: Beschreibung der Kaltluftmodelle

---

### Allgemeines

Unter bestimmten meteorologischen Bedingungen können sich nachts über geneigtem Gelände sogenannte Kaltluftabflüsse bilden; dabei fließt in Bodennähe (bzw. bei Wald über dem Kronenraum) gebildete kalte Luft hangabwärts. Die Dicke solcher Kaltluftschichten liegt meist zwischen 1 m und 50 m, in Kaltluftammelgebieten, in denen sich die Kaltluft staut, kann die Schicht auf über 100 m anwachsen. Die typische Fließgeschwindigkeit der Kaltluft liegt in der Größenordnung von 1 m/s bis 3 m/s. Die folgenden beiden meteorologischen Bedingungen müssen für die Ausbildung von Kaltluftabflüssen erfüllt sein:

- Wolkenarme Nächte: Durch die aufgrund fehlender Wolken reduzierte Gegenstrahlung der Atmosphäre kann die Erdoberfläche kräftig auskühlen.
- Großräumig windschwache Situation: Dadurch kann sich die Tendenz der Kaltluft, an geneigten Flächen abzufließen, gegenüber dem Umgebungswind durchsetzen.

Die Produktionsrate von Kaltluft hängt stark vom Untergrund ab. Freilandflächen weisen beispielsweise eine hohe Kaltluftproduktion auf, während sich bebaute Gebiete bezüglich der Kaltluftproduktion neutral bis kontraproduktiv (städtische Wärmeinsel) verhalten.

Unter Umweltgesichtspunkten hat Kaltluft, wie in der VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5 (VDI, 2003), zusammenfassend beschrieben, eine doppelte Bedeutung. Zum einen kann Kaltluft nachts für Belüftung und damit für eine Abkühlung in thermisch belasteten Siedlungsgebieten sorgen, zum anderen sorgt Kaltluft, die aus emissionsfreien Gebieten kommt, für die nächtliche Belüftung schadstoffbelasteter Siedlungsräume. Kaltluft kann aber auch auf ihrem Weg Luftbeimengungen (Austaubgase, Geruchsstoffe etc.) aufnehmen und transportieren. Nimmt sie zu viele Schadstoffe auf, kann ihr Zufluss von Schaden sein. Vom Standpunkt der Regional- und Stadtplanung her ist es daher von großer Bedeutung, eventuelle Kaltluftabflüsse in einem Gebiet qualitativ und auch quantitativ bestimmen zu können. Als Hilfsmittel sind die nachfolgend beschriebenen Modelle KALM und KLAM\_21 erstellt worden (SCHÄDLER, LOHMEYER 1994, DEUTSCHER WETTERDIENST 2008).

## Modellbeschreibung KALM

Das Modell verwendet die sogenannten Flachwassergleichungen, eine vereinfachte (vertikal integrierte) Form der Grundgleichungen der Strömungsmechanik. Durch diese Vereinfachung ist es möglich, das Modell mit relativ geringem Rechenzeit- und Speicherbedarf auch auf Personal Computern zu betreiben.

Die Bezeichnung „Flachwassergleichungen“ hat sich eingebürgert; die Gleichungen eignen sich jedoch genauso zur Beschreibung der Strömung jedes relativ zur Umgebung schweren Fluids, z.B. von Wasser oder von kalter Luft. Eine solche Strömung hat folgende Charakteristika:

- Abfluss über geneigtem Gelände entsprechend der Hangneigung
- Weiterbewegen der "Kaltluftfront" auch über ebenem Gelände
- Auffüllen von Becken (Kaltluftseen)
- Einfluss der Schichtdicke auf Strömungsrichtung und -geschwindigkeit (Druckgradienten).

Angetrieben wird die Strömung durch die auftriebskorrigierte Erdbeschleunigung. Innerhalb der Flachwassergleichungen werden folgende Einflüsse auf die Strömung berücksichtigt:

- Advektion (Transport der Kaltluft mit der Strömung)
- Reibung zwischen Erdoberfläche und Luft: diese Reibung variiert mit der Landnutzung (Freiland: niedrige Reibung, Siedlung: hohe Reibung)
- Beschleunigung oder Abbremsen der Strömung durch Änderung der Geländehöhe und/oder der Kaltluftschichtdicke
- Von der Landnutzung abhängige Nullpunktverschiebung des Geländeniveaus zusätzlich zur topographischen Geländehöhe
- Von der Landnutzung abhängige Kaltluftproduktion

Das Lösungsverfahren ist ein Differenzenverfahren mit variabler Gitterpunktzahl und Gitterweite, d.h. Topographie und Landnutzung müssen an den einzelnen Gitterpunkten digitalisiert vorliegen. Es wird ein versetztes Gitter verwendet. Um großskalige Einflüsse (z.B. Flusstäler) bei gleichzeitiger hoher Auflösung im interessierenden Gebiet zu berücksichtigen, kann das Modell auf einem geschachtelten Gitter ("Nesting") betrieben werden.

Falls keine Kaltluftseebildung auftritt, wird die Rechnung nach etwa 1 h simulierter Zeit stationär, d.h. die berechneten Werte ändern sich dann nicht mehr signifikant. Im allgemeinen Fall ist es sinnvoll, etwa 3 h bis 6 h zu simulieren; dies entspricht den Verhältnissen in der Natur.

### *Eingabedaten und Ergebnisse des Modells*

Vorausgesetzt wird die für Kaltluftabflüsse optimale Situation, d.h. eine klare und windstille Nacht. Das Modell berechnet die zeitliche Entwicklung der Kaltluftströmung, ausgehend vom Ruhezustand (keine Strömung) bei gegebener zeitlich konstanter Kaltluftproduktionsrate. Diese, ebenso wie die Reibungskoeffizienten, werden über die Art der Landnutzung gesteuert. Zur Zeit werden 8 Landnutzungsklassen berücksichtigt: dichte Bebauung, lockere Bebauung, gewerbliche Nutzungen, Wald, Freiland, Wasser, Gleisanlagen und Verkehrsflächen (Straßen, Parkplätze). Für die Kaltluftproduktionsraten, Reibungskoeffizienten und Nullpunktverschiebungen sind Standardwerte vorgesehen, welche aber bei Bedarf geändert werden können. Die Kaltluftproduktionsrate von Wald wird in Abhängigkeit von der lokalen Hangneigung variiert. Weiterhin benötigt das Modell die Topografie in digitalisierter Form. Die Skala des Modells ist beliebig (i.A. etwa 10 km x 10 km), die Auflösung liegt zwischen etwa 10 m und 200 m.

Berechnet wird die Dicke der Kaltluftschicht sowie die beiden horizontalen Geschwindigkeitskomponenten (West-Ost und Süd-Nord), gemittelt über die Dicke der Kaltluftschicht. Aus diesen Größen kann dann auch der Kaltluftvolumenstrom berechnet werden.

Zur Weiterverarbeitung der Modellergebnisse stehen Postprozessoren u.a. zur graphischen Darstellung der berechneten Felder (Vektor- und Rasterdarstellung), zur Berechnung und Darstellung von Kaltluftvolumenströmen durch wählbare Schichten, zur Visualisierung der Strömung durch Vorwärts- und Rückwärtstrajektorien und zur Darstellung von Zeitreihen an ausgewählten Punkten zur Verfügung.

Die Ergebnisse der Kaltluftberechnungen weisen gute Übereinstimmungen mit in der Fachliteratur veröffentlichten Messdaten auf (z.B. HELDT, HÖSCHELE, 1989, KING, 1973).

Durch Kopplung der von KALM berechneten Windfelder mit Eulerschen oder Lagrangeschen Ausbreitungsmodellen, wie z.B. LASAT, kann die Schadstoffausbreitung in Kaltluftabflüssen berechnet und z.B. in Immissionsstatistiken eingearbeitet werden.

## Modellbeschreibung KLAM\_21

Das Modell KLAM\_21, Vers. 2.010/2.012 (Modellentwickler: DEUTSCHER WETTERDIENST) ist ein 2-dimensionales Kaltluftabflussmodell. Das Modell berechnet auf Grundlage eines digitalen Geländemodells (z.B. 10 x 10 m Raster) und der Flächennutzung die nächtliche Dynamik von Kaltluftbewegungen. Laut DWD (2005) hat sich das Modell in einer Vielzahl von Klimagutachten bewährt. KLAM\_21 simuliert u.a. die zeitliche Entwicklung von:

- Kaltluftfließgeschwindigkeiten
- Kaltluftfließrichtungen
- Kaltluftmächtigkeiten
- Kaltluftvolumenströmen

Das Modell geht davon aus, dass die Atmosphäre in ihrem unteren Bereich in zwei Schichten untergliedert werden kann. In einer sogenannten Oberschicht wird ein adiabatisches und hydrostatisches Gleichgewicht angenommen. Die als Kaltluftschicht bezeichnete Unterschicht hingegen kann vertikale Temperaturverteilungen aufweisen, die vom adiabatischen Gleichgewicht abweichen. In ihr ist die Schwerkraft deshalb nicht völlig ausbalanciert, sodass Dichteunterschiede einen Antrieb bewirken. Die so verursachten Luftbewegungen bedingen, dass die Unterschicht eine veränderliche Dicke besitzen muss. Ursache für die vertikalen Temperaturverteilungen ist der Wärmeverlust der Atmosphäre. Dieser Wärmeverlust wird im Modell durch eine in Abhängigkeit von der Flächennutzung vorgebbare Kälteproduktion dargestellt bzw. erzeugt. Sie besitzt die Dimension einer Energiestromdichte ( $J/m^2$ ) und wirkt auf die Unterschicht, deren Dicke und Intensität infolgedessen mit der Zeit zunehmen.

Die Abkühlung von unten her führt in der Realität zu typischen nächtlichen Vertikalprofilen der Lufttemperatur. Da KLAM\_21 als zweidimensionales Modell nur eine einzige Kaltluftschicht kennt, wird die Temperaturänderung mit der Höhe innerhalb dieser Schicht durch ein universelles Temperaturprofil beschrieben, das auf Kenntnissen aus empirischen Studien beruht und auf die jeweilige Situation (Kälteinhalt und Dicke der Kaltluft) an den Punkten im Rechengitter angewandt wird.

Vergleichbar wird bei der Berechnung der Fließgeschwindigkeiten der Kaltluft verfahren. Hier werden durch Anwendung eines universellen Geschwindigkeitsprofils Aussagen über Windgeschwindigkeiten in unterschiedlicher Höhe möglich. Am Strömungsgeschehen ist jedoch nicht die gesamte Abkühlungsschicht beteiligt, sondern nur eine sogenannte Strömungsschicht, deren Mächtigkeit als effektive Kaltluflhöhe bezeichnet wird.

Die effektive Kaltfluthöhe beträgt bei KLAM\_21 immer 5/12 der Höhe der gesamten Abkühlungsschicht. Das universelle Geschwindigkeitsprofil legt die Höhe des Geschwindigkeitsmaximums auf ein Viertel der Höhe der Strömungsschicht. Dies entspricht ebenfalls den Ergebnissen aus zahlreichen Feldstudien. Die Luftbewegungen in der Kaltluftschicht werden berechnet, indem eine vereinfachte Bewegungsgleichung gelöst wird. Diese Bewegungsgleichung enthält alle Teilkräfte, die am Prozess wesentlich beteiligt sind. Dies sind die Schwerkraft als beschleunigende Kraft sowie als Bremskräfte die Bodenreibung, der angenommene Regionalwind und der horizontale Impulsaustausch.

Die Art der Behandlung der Bodenreibung hängt davon ab, ob im Rechengebiet explizite Hindernisse modelliert werden oder nicht und wie sich die Höhe dieser Hindernisse zur Kaltfluthöhe verhält. Falls die Höhe der Einzelhindernisse über der Höhe des Geschwindigkeitsmaximums liegt, wird eine zusätzliche Volumenreibung modelliert. Liegt das Geschwindigkeitsmaximum oberhalb der Hindernishöhe so wird der Hinderniseinfluss über einen pauschalen Zuschlag zur Bodenrauigkeit berücksichtigt.

Auch der Regionalwind wirkt auf die Luftströmungen, indem er eine Schubkraft auf die Kaltluftschicht ausübt. Diese Kraft greift an der Oberfläche der Kaltluftschicht an. Als Basishöhe wird für den Regionalwind 40 m über der maximalen Orographiehöhe im Modellgebiet gesetzt.

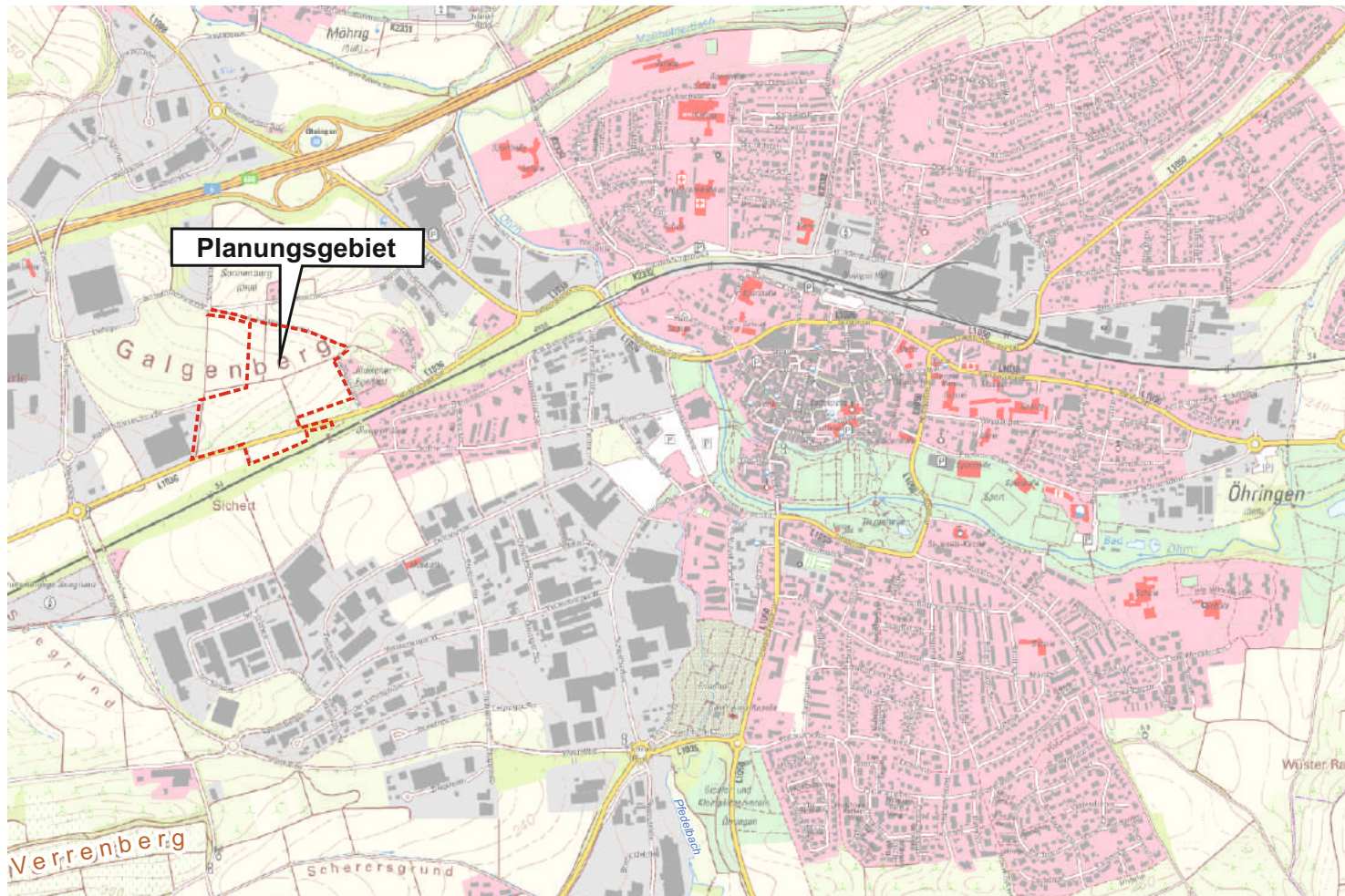
Mit einer zweiten zentralen Gleichung wird der sogenannte „Kälteinhalt“ bzw. die Energiebilanz der Kaltluftschicht berechnet. Dieser Kälteinhalt geht zum einen auf die Kälteproduktion am Standort selber sowie auf advektiven Kälte transport durch die Kaltluftbewegungen zurück.

Für eine Simulation mit KLAM\_21 müssen ein Digitales Geländemodell und ein Landnutzungsdatensatz in vorgegebenen Formaten und mit den KLAM-eigenen Landnutzungsklassen bereitgestellt werden. Der eigentliche Modelllauf wird über eine Datei gesteuert, in der unter anderem die folgenden Punkte vorgegeben werden müssen:

- Geometrie des Rechengitters:
- Spaltenanzahl und Zeilenanzahl
- Horizontale Gitterauflösung (in m)
- Koordinaten der Eckpunkte
- Zeitliche Steuerung des Modelllaufs:
- Gesamte Simulationsdauer (in Sekunden)

- Ggf. fester Zeitschritt (in Sekunden)
- Stärke und Richtung des Regionalwindes (in m/s und Grad)
- Bezugshöhe für das zusätzliche Strömungsfeld (Höhe z)

**Abb. 1** Lage des Bebauungsplangebiets „Schönblick“ im Stadtgebiet von Öhringen



**Kartengrundlage:** Stadt Öhringen

**Projekt:**  
Klimagutachten zum Bebauungsplangebiet  
„Schönblick“ in Öhringen

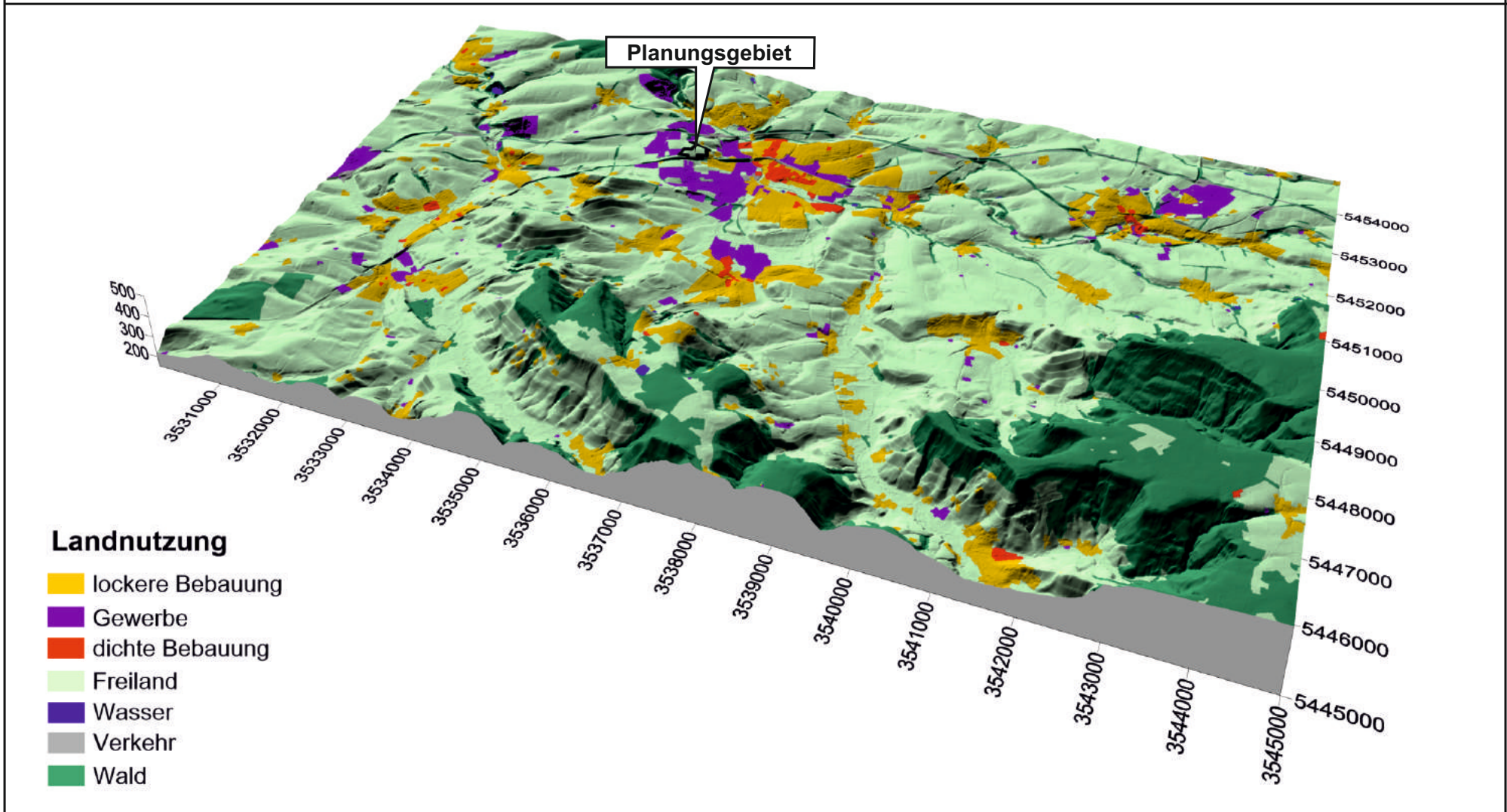


M.:  
0 200 800 m



## Abb. 2.1 Reliefsituation am Planungsstandort und in dessen Umfeld - Perspektivische Darstellung

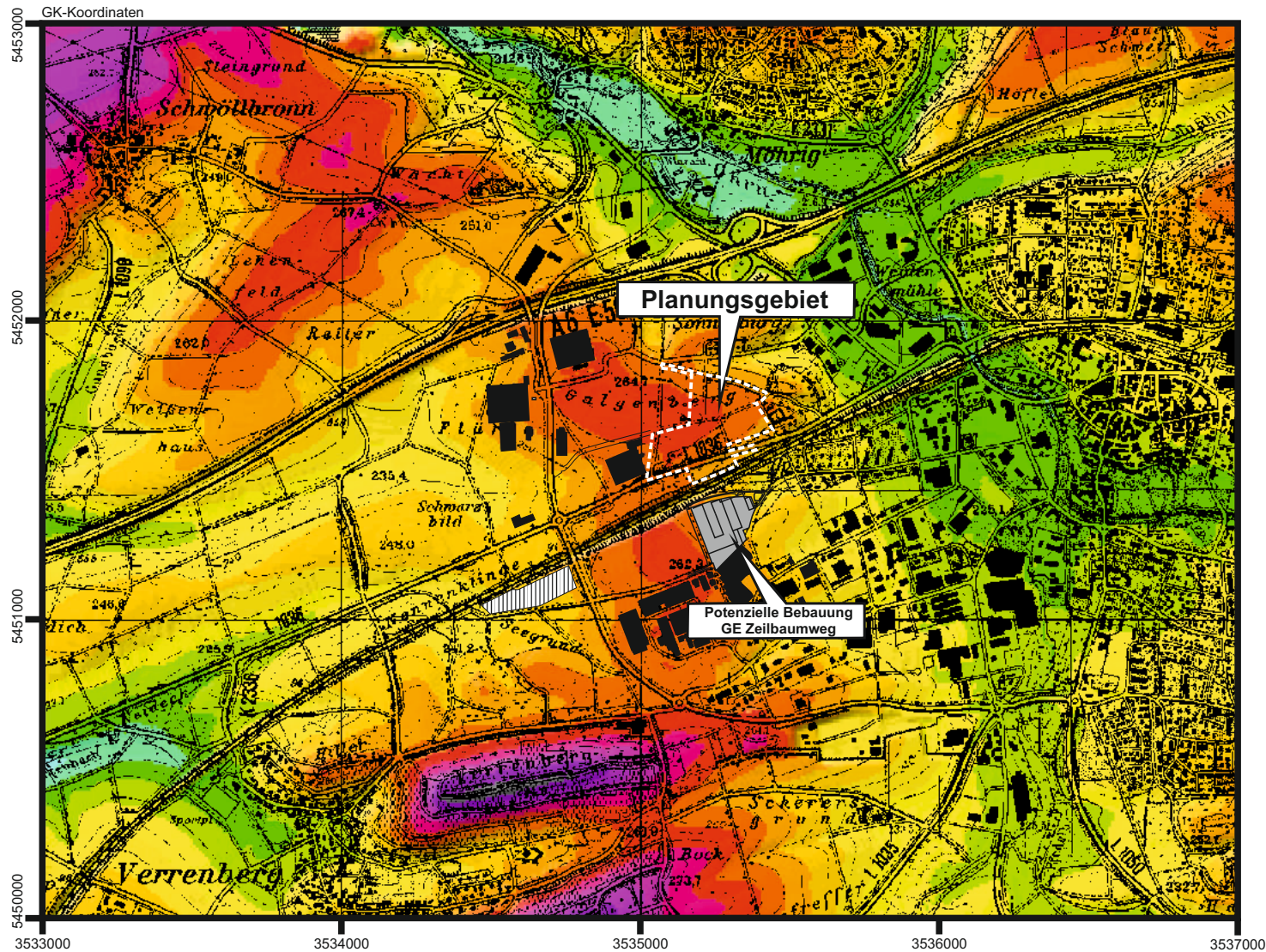
Datengrundlage: Stadt Öhringen



**Projekt:**  
Klimagutachten zum Bebauungsplangebiet  
„Schönblick“ in Öhringen

## Abb. 2.2 Reliefsituation am Planungsstandort und in dessen Umfeld - 2D-Darstellung

Datengrundlage: Digitales Geländemodell im 10 m Raster - Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg



Geländehöhe in m ü. NN

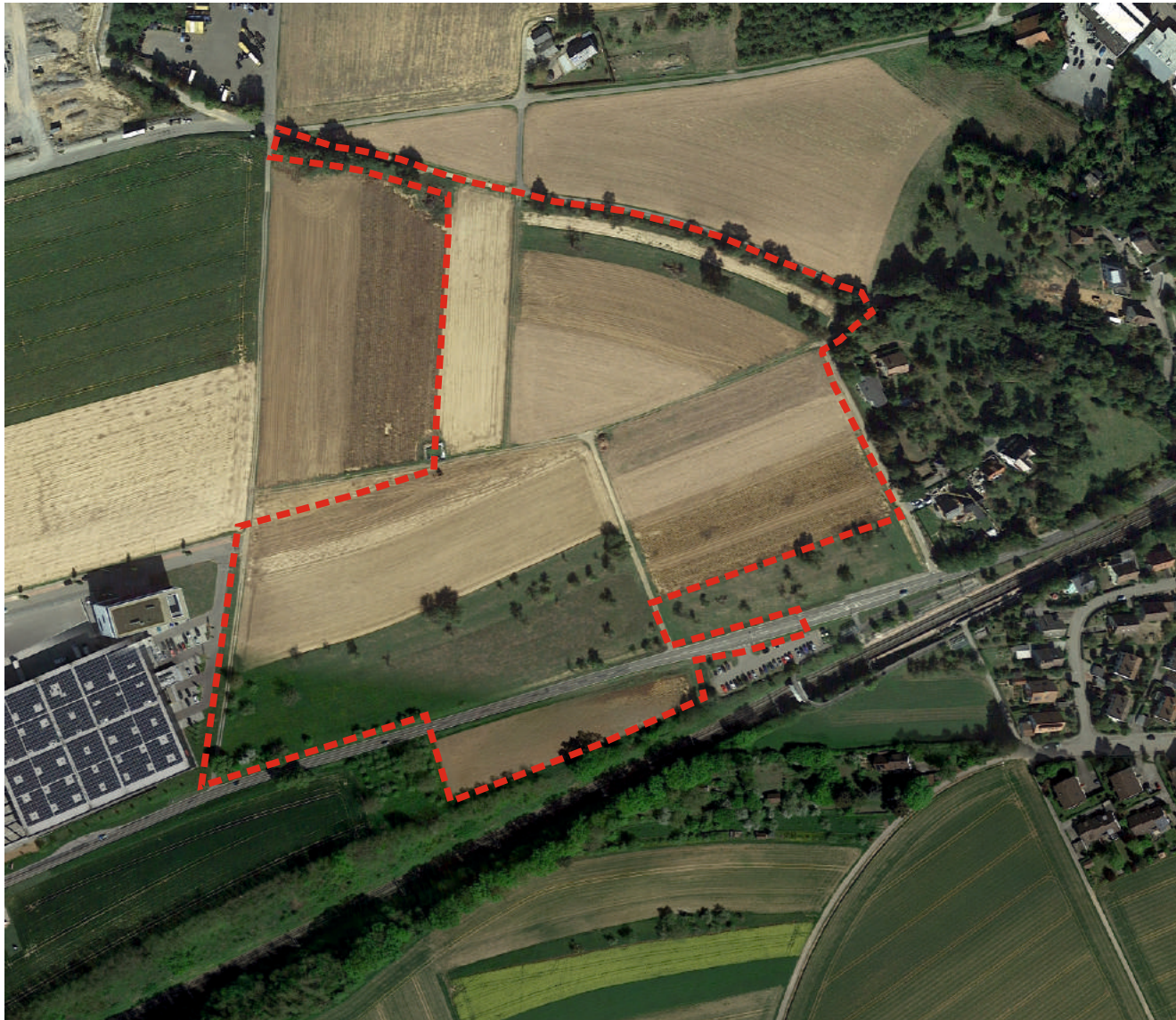
■	von 207 bis 212
■	von 213 bis 218
■	von 219 bis 224
■	von 225 bis 230
■	von 231 bis 236
■	von 237 bis 242
■	von 243 bis 248
■	von 249 bis 254
■	von 255 bis 260
■	von 261 bis 266
■	von 267 bis 272
■	von 273 bis 278
■	von 279 bis 284
■	von 285 bis 290
■	von 291 bis 295

### Projekt:


Klimagutachten zum Bebauungsplangebiet  
„Schönblick“ in Öhringen



**Abb. 3** Luftbild vom Bebauungsplangebiet „Schönblick“



**Luftbild bereitgestellt von:**  
BIT Ingenieure

 Bebauungsplangebiet  
„Schönblick“

**Projekt:**  
Klimagutachten zum Bebauungsplangebiet  
„Schönblick“ in Öhringen

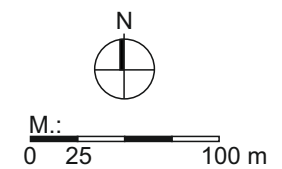
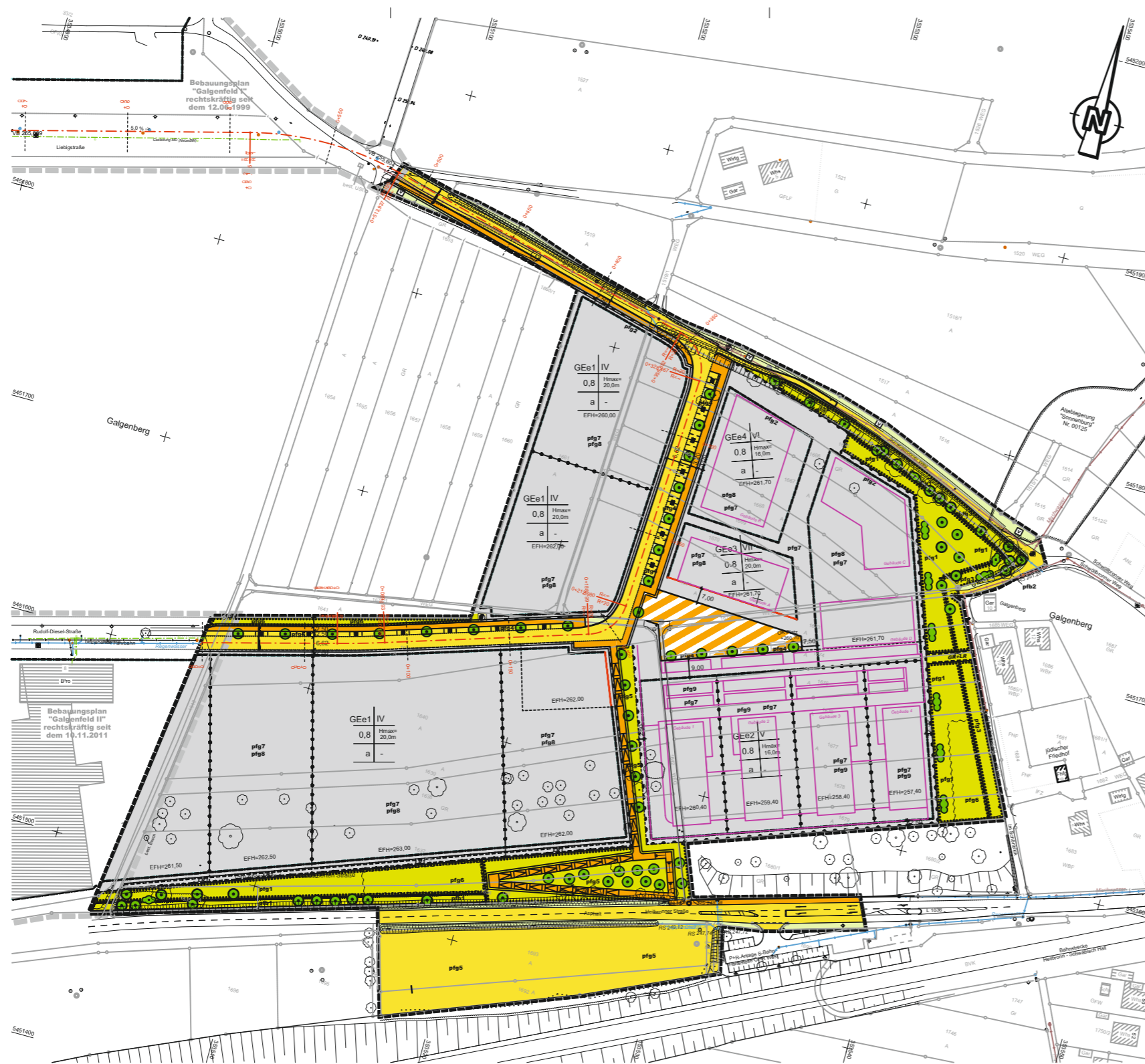


Abb. 4 Bebauungsplanentwurf „Schönblick“, Stand 06.2019



**Grenze des räumlichen Geltungsbereiches**

**Art der baulichen Nutzung**

GEE  
Gewerbegebiet, e = eingeschränkte Nutzung

**Maß der baulichen Nutzung**

IV  
Zahl der Vollgeschosse als Höchstmaß

Hmax  
maximale Gebäudehöhe

0,8  
Grundflächenzahl (GRZ) als Höchstgrenze, z.B. 0,8

a  
abweichende Bauweise (gemäß Textteil)

Baulinie  
Baugrenze  
Projektierte Grundstücksgrenze (unverbindlicher Neuordnungsvorschlag)

**Verkehrsflächen**

Straßenverkehrsflächen / VBH=Visierbruchhöhe

Verkehrsflächen mit besonderer Zweckbestimmung  
z.B. Verkehrsberuhigung, Mischverkehrsfläche

Gehweg / Radweg

Öffentlicher Parkplatz

Verkehrsgrün (Sicherung evtl. erforderlicher Bedarfszufahrten)

**Grünflächen**

öffentliche Grünflächen

private Grünflächen

**Mit Geh-, Fahr- und Leitungsrecht zu belastende Flächen**

Leitungsrecht zu Gunsten des jeweiligen Ver-  
entsorgungsträgers zur Führung von Leitungen.

**Flächen für Anpflanzungen und Erhaltung von Bäumen,  
Sträuchern sowie von Gewässern**

Pflanzgebiet Baum-, Strauchgruppen

Pflanzgebiet für Einzelbäume (pfg)

Pflanzbindung für Einzelbäume (pfb)

Pflanzgebiet für Gehölz, Sträucher (pfg)

Pflanzbindung für Gehölz, Sträucher (pfb)

**Örtliche Bauvorschriften und sonstige Festsetzungen**

Die GebäudeLängsachsen bzw. die Hauptfluchtungen  
sind parallel zu den im Lageplan eingetragenen Rich-  
tungspfeilen, bzw. Richtungskreuzen festzusetzen.

vorhandene Bebauung

vermutliche Abgrenzung Altanlage Nr. 00125 "Sonnenburg"  
(lt. Angabe Landratsamt Hohenlohekreis)

Festsetzung zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen:  
Referenzpunkt und Richtungssektoren (A-E) für Zusatz-  
kontingentierung Lärm (siehe Textteil Kapitel B2.1.3)

Kontingentierungsfläche

Bebauungsplangrenze Galgenfeld II (bereits gebaut)

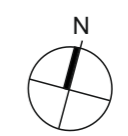
bestehender Baum

**Nutzungsschablone (Füllschema)**

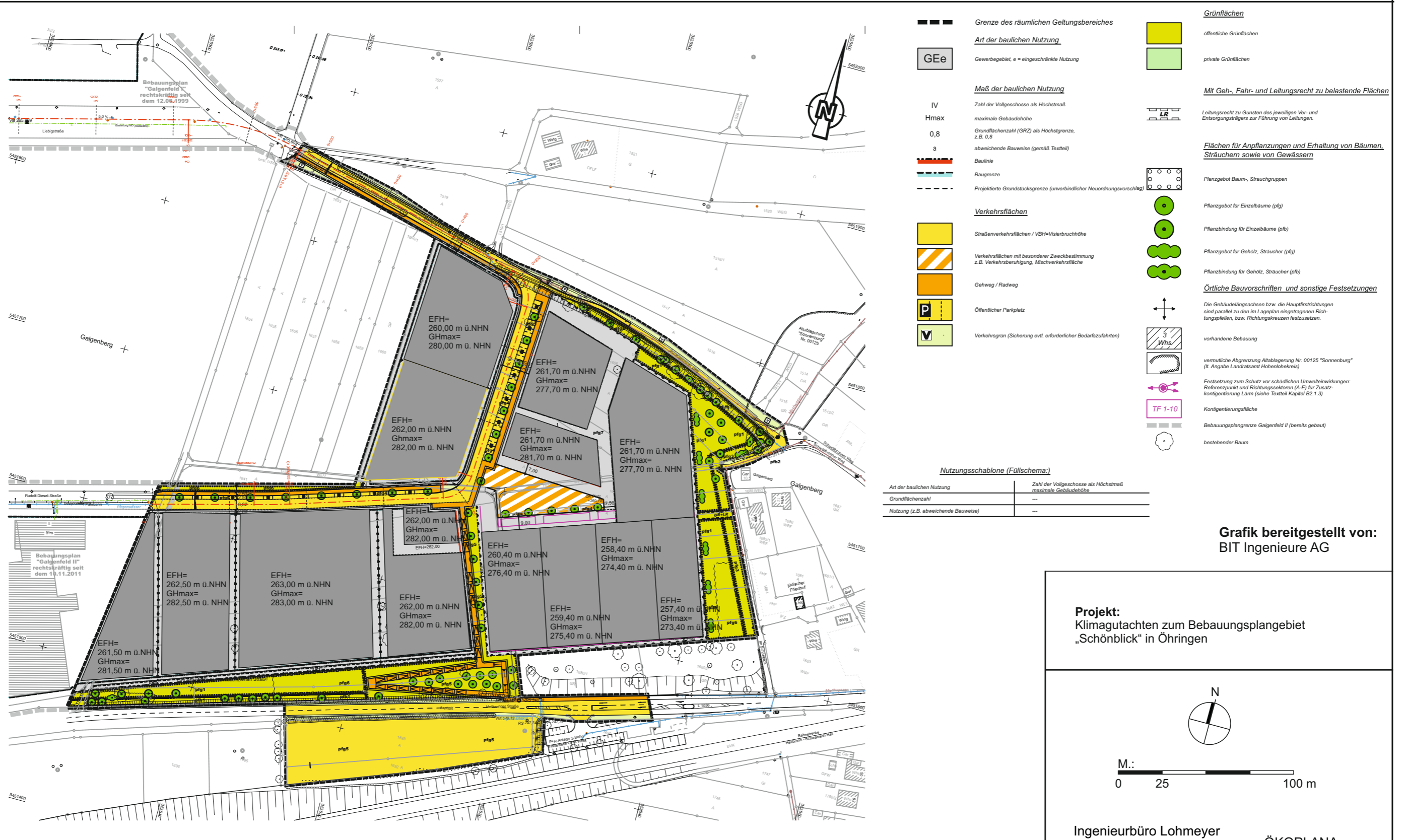
Art der baulichen Nutzung	Zahl der Vollgeschosse als Höchstmaß
Grundflächenzahl	---
Nutzung (z.B. abweichende Bauweise)	---

Grafik bereitgestellt von:  
BIT Ingenieure AG

Projekt:  
Klimagutachten zum Bebauungsplangebiet  
„Schönblick“ in Öhringen

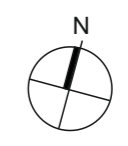


**Abb. 5 Bebauungsplanentwurf „Schönblick“, Stand 06.2019 mit potenzieller Maximalbebauung als Grundlage für klimaökologische Modellrechnungen**



Grafik bereitgestellt von:  
BIT Ingenieure AG

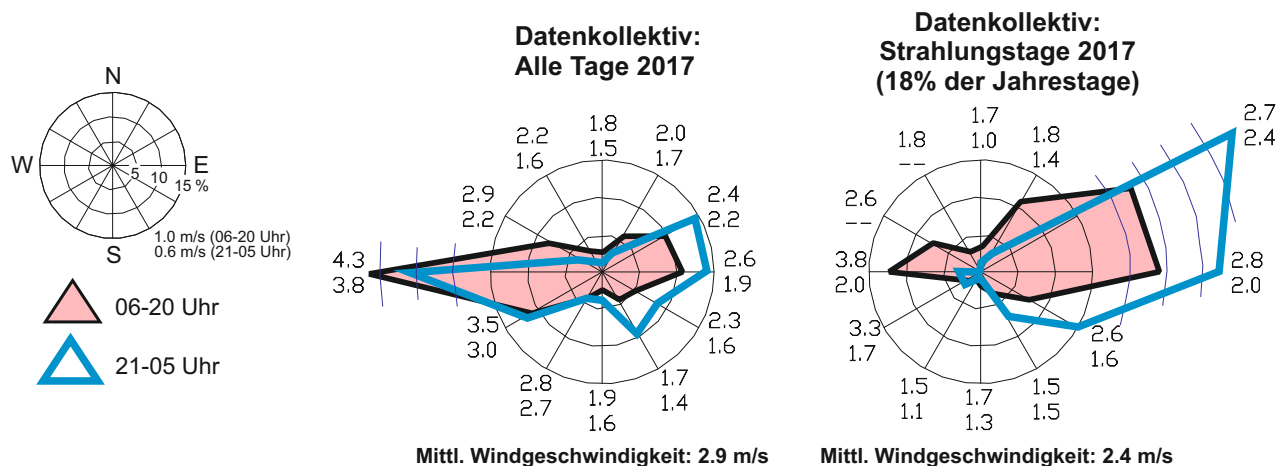
Projekt:  
Klimagutachten zum Bebauungsplangebiet  
„Schönblick“ in Öhringen



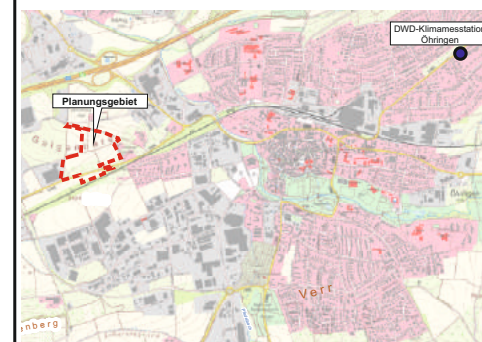
Ingenieurbüro Lohmeyer  
GmbH & Co. KG

ÖKOPLANA

**Abb. 6 Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittlere Windgeschwindigkeiten an der DWD-Klimamessstation Öhringen im Jahr 2017**



Untersuchung: Öhringen		Standort: DWD		Alle Tage 2017				Untersuchung: Öhringen		Standort: DWD		Strahlungstage 2017			
Zeit	Richtung	0-23		21- 5		6-20		Zeit	Richtung	0-23		21- 5		6-20	
		%	m/s	%	m/s	%	m/s			%	m/s	%	m/s	%	m/s
36	Nord	2.0	1.8	1.1	1.5	2.6	1.8	36	Nord	2.0	1.7	0.4	1.0	3.0	1.7
3		4.3	1.9	2.7	1.7	5.3	2.0	3		7.5	1.7	2.9	1.4	10.3	1.8
6		11.8	2.3	14.7	2.2	10.0	2.4	6		28.5	2.5	37.1	2.4	23.3	2.7
9	Ost	11.8	2.3	14.1	1.9	10.5	2.6	9	Ost	27.1	2.4	32.3	2.0	24.0	2.8
12		6.3	2.0	8.2	1.6	5.1	2.3	12		10.4	2.1	15.0	1.6	7.6	2.6
15		6.2	1.6	9.4	1.4	4.2	1.7	15		5.1	1.5	7.1	1.5	3.8	1.5
18	Süd	3.1	1.8	3.6	1.6	2.8	1.9	18	Süd	1.2	1.7	0.4	1.3	1.7	1.7
21		4.6	2.8	4.6	2.7	4.6	2.8	21		0.8	1.5	0.2	1.1	1.2	1.5
24		11.1	3.3	11.3	3.0	10.9	3.5	24		1.8	2.7	1.8	1.7	1.8	3.3
27	West	29.6	4.2	25.2	3.8	32.2	4.3	27	West	8.6	3.6	3.0	2.0	12.1	3.8
30		6.7	2.7	3.8	2.2	8.4	2.9	30		4.8	2.6	0.0	0.0	7.7	2.6
33		2.6	2.1	1.3	1.6	3.3	2.2	33		2.1	1.8	0.0	0.0	3.4	1.8
99	Umlaufend	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	99	Umlaufend	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
00	Windstille	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	00	Windstille	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mittlere Geschwindigkeit (m/sec)		2.9		2.5		3.1		Mittlere Geschwindigkeit (m/sec)		2.4		2.0		2.6	

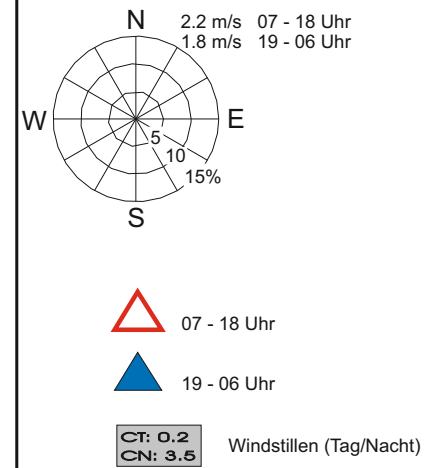
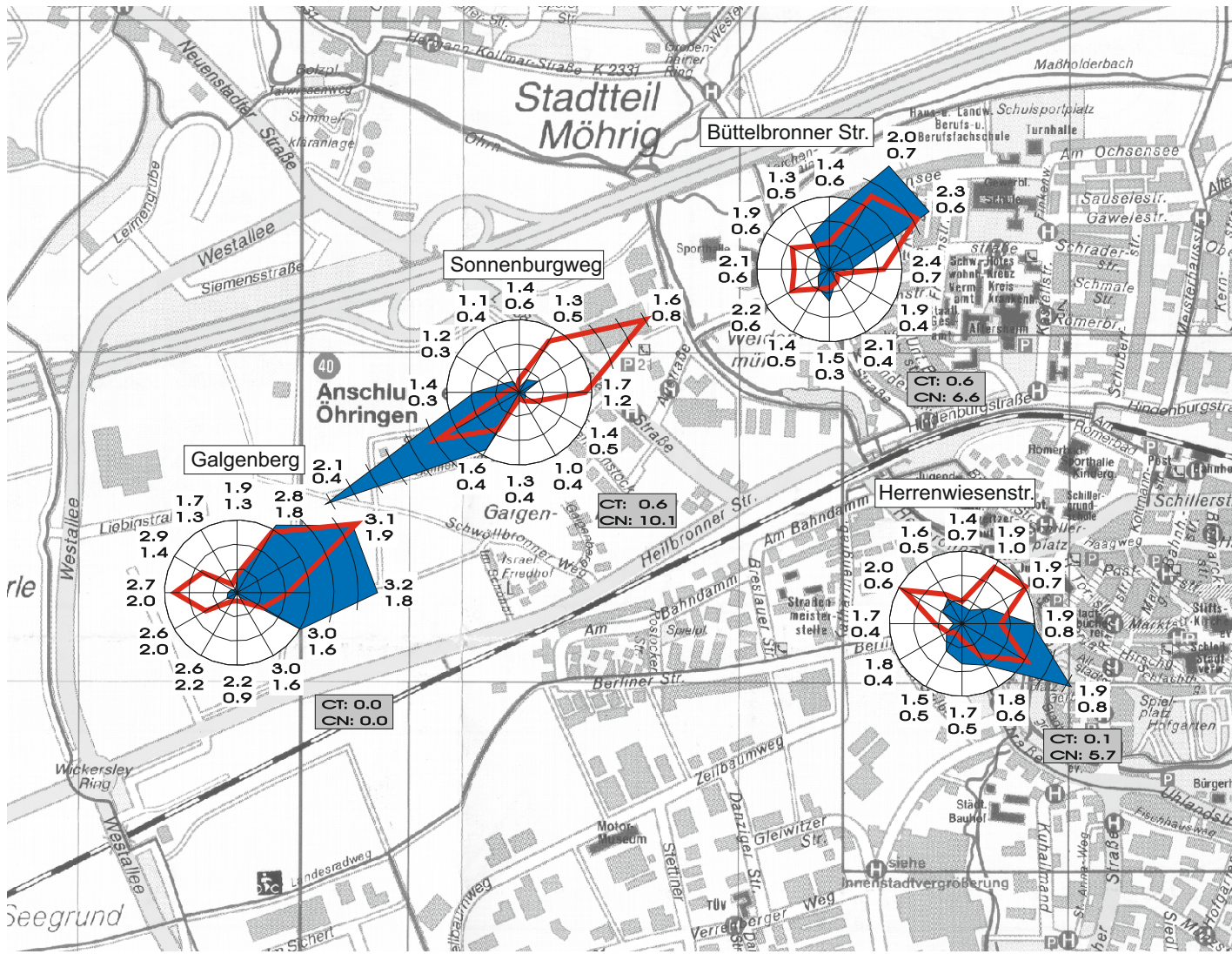


**Kartengrundlage: Stadt Öhringen**

**Projekt:**  
Klimagutachten zum Baugebiet  
„Schönblick“ in Öhringen

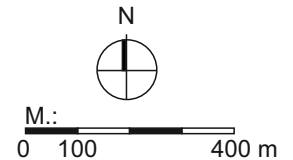


**Abb. 7 Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittlere Geschwindigkeit, Bereich Öhringen-West  
Zeitraum: März - Juli 1996, Strahlungstage**

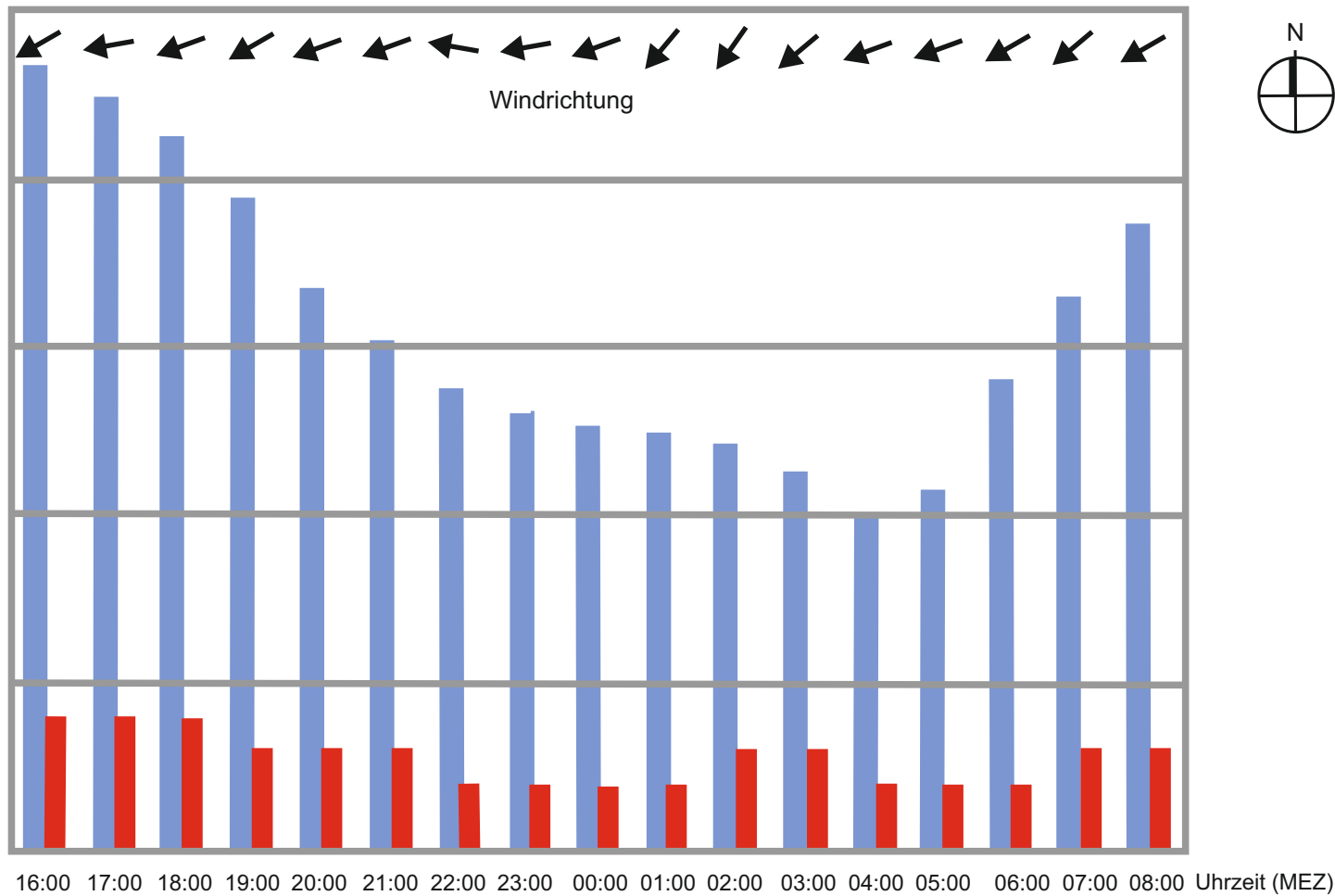


**Kartengrundlage:** Stadt Öhringen  
**Datenerfassung:** ÖKOPLANA

**Projekt:**  
Klimagutachten zum Baugebiet  
„Schönblick“ in Öhringen



**Abb. 8.1 Verlauf der Lufttemperatur, der Windgeschwindigkeit und Windrichtung am 05.06. - 06.06.2013  
DWD-Klimamessstation Öhringen**



■ Lufttemperatur (°C)  
■ Windgeschwindigkeit (m/s)

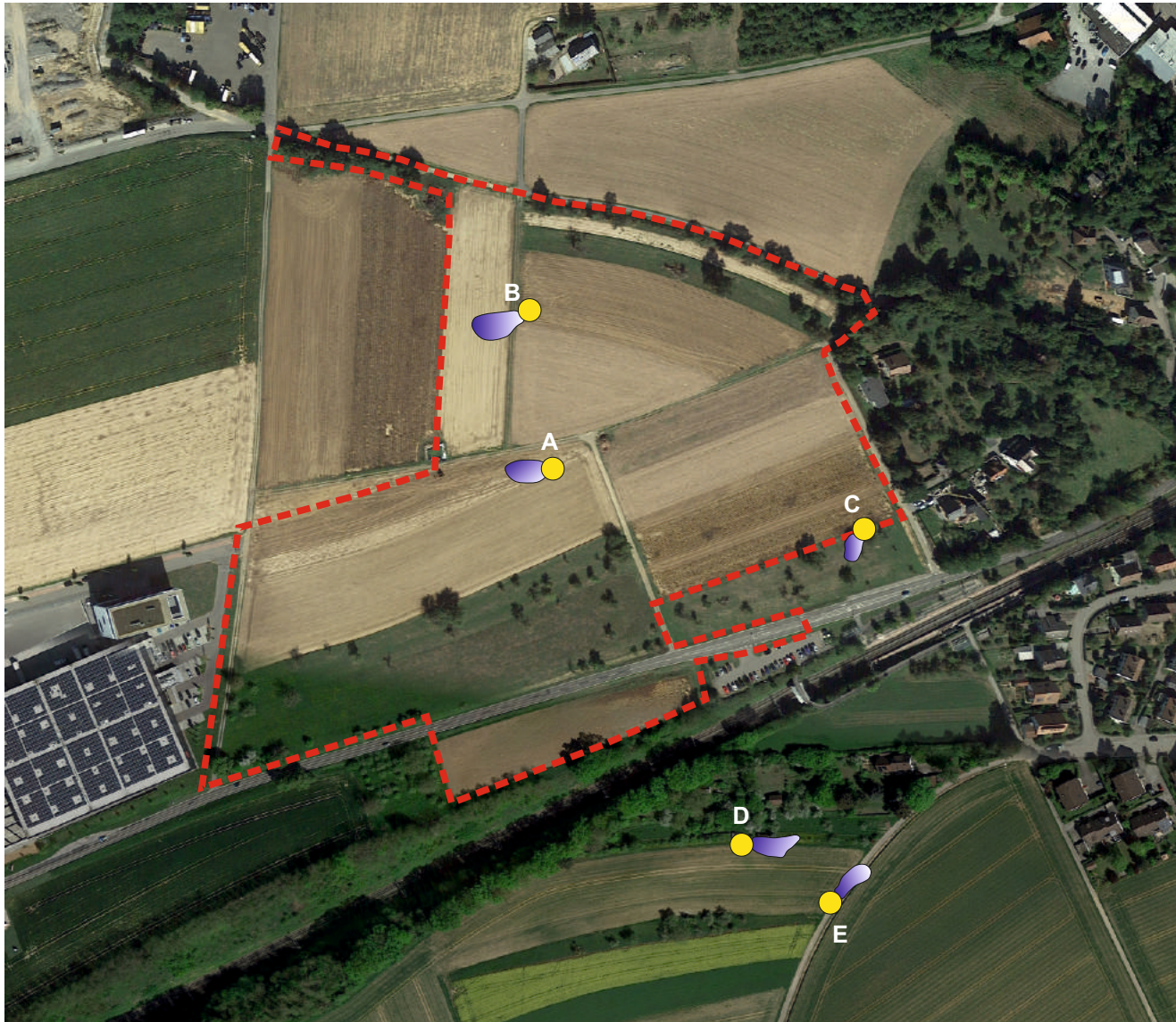


**Datenquelle:**  **Deutscher Wetterdienst**  
 Wetter und Klima aus einer Hand


**Projekt:**  
 Klimagutachten zum Bebauungsplangebiet  
 „Schönblick“ in Öhringen



Abb. 8.2 Ergebnisse von Rauchschwadenbeobachtungen am 05./06.06.2013



 Planungsgebiet „Schönblick“

 **A** Standort (A) und Ausbreitungsverhalten der Rauchschwade

**A** 2.0 m/s, 23:50 Uhr

**B** 1.8 m/s, 00:05 Uhr

**C** 0.5 m/s, 00:15 Uhr

**D** 0.6 m/s, 00:25 Uhr

**E** 1.1 m/s, 00:30 Uhr

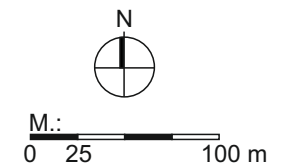
**Messungen durch:** ÖKOPLANA

**Luftbild bereitgestellt von:**

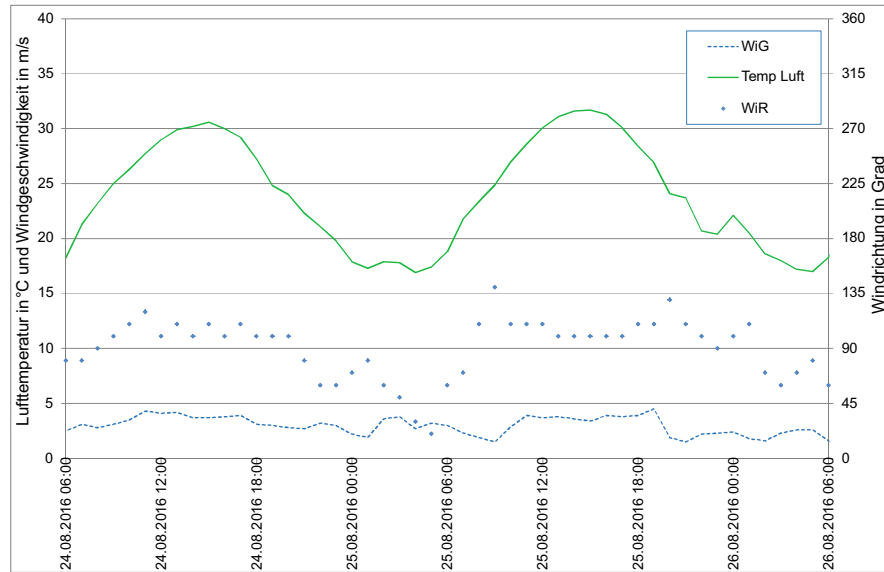
BIT Ingenieure

**Projekt:**

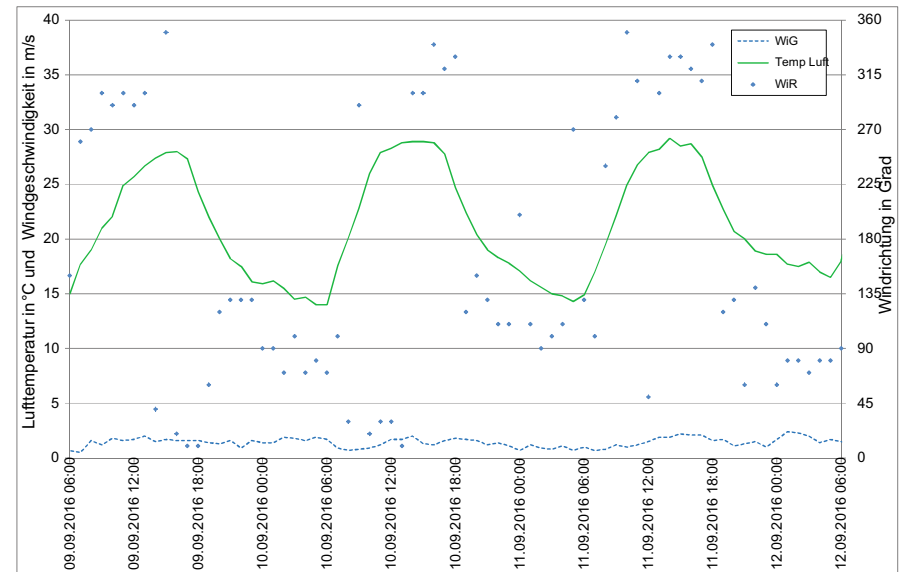
Klimagutachten zum Baugebiet „Schönblick“ in Öhringen



**Abb. 9 Beispielhafte Tagesgänge der Lufttemperatur und des Windes an typischen sommerlichen Strahlungstagen**

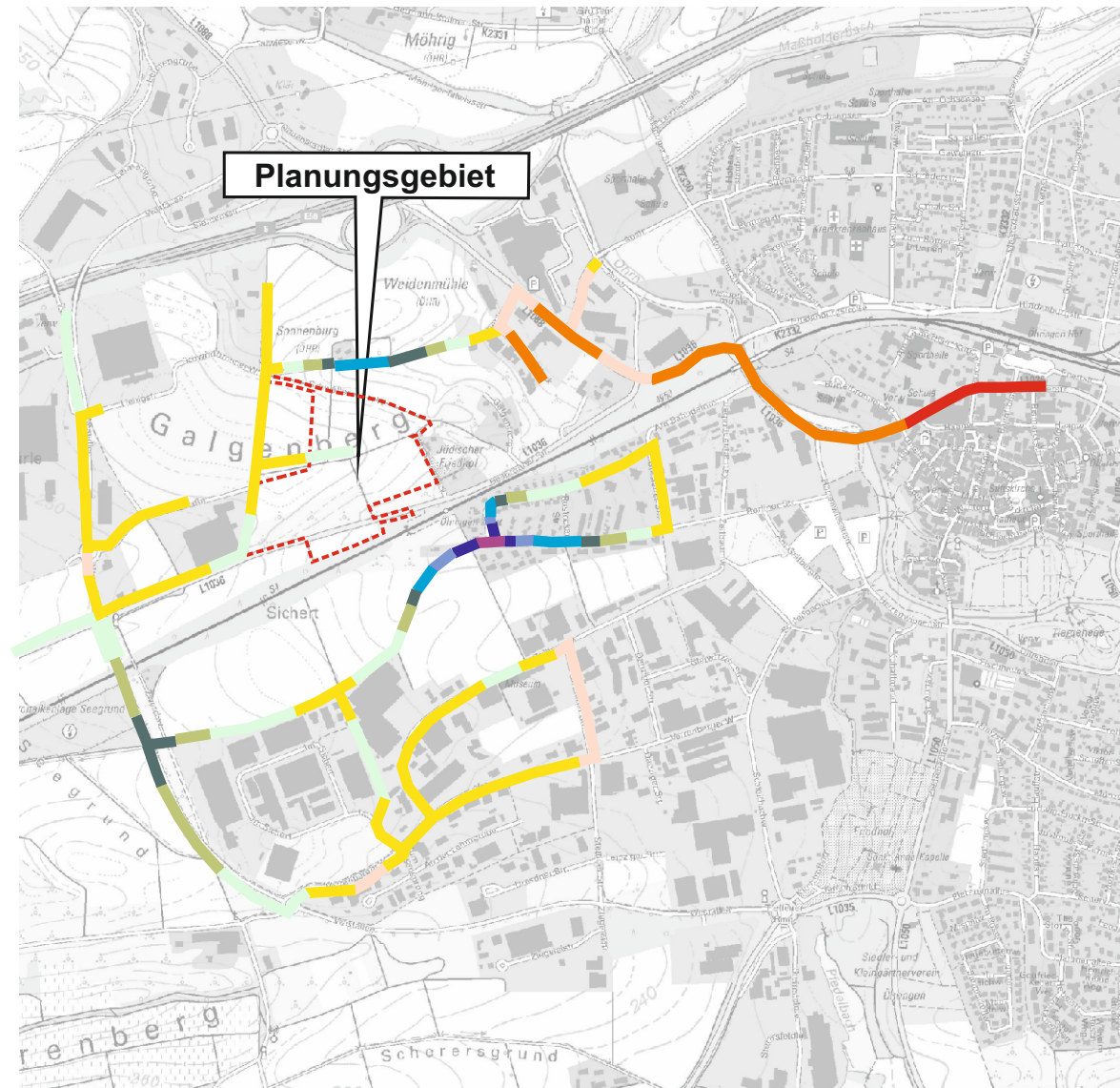


Lufttemperatur (°C), Windgeschwindigkeit (m/s) bezogen auf die linke Achse, Windrichtung (Grad, bezogen auf die rechte Achse) für den 24.08.2016 bis 26.08.2016

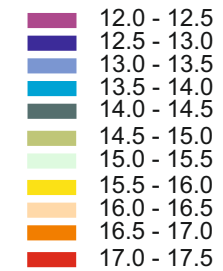


Lufttemperatur (°C), Windgeschwindigkeit (m/s) bezogen auf die linke Achse, Windrichtung (Grad, bezogen auf die rechte Achse) für den 9.9.2016 bis 12.9.2016

Abb. 10 Ergebnisse von Lufttemperatur-Profilmessfahrten am 05.06.2013, 22:30 Uhr



**Lufttemperatur in °C**

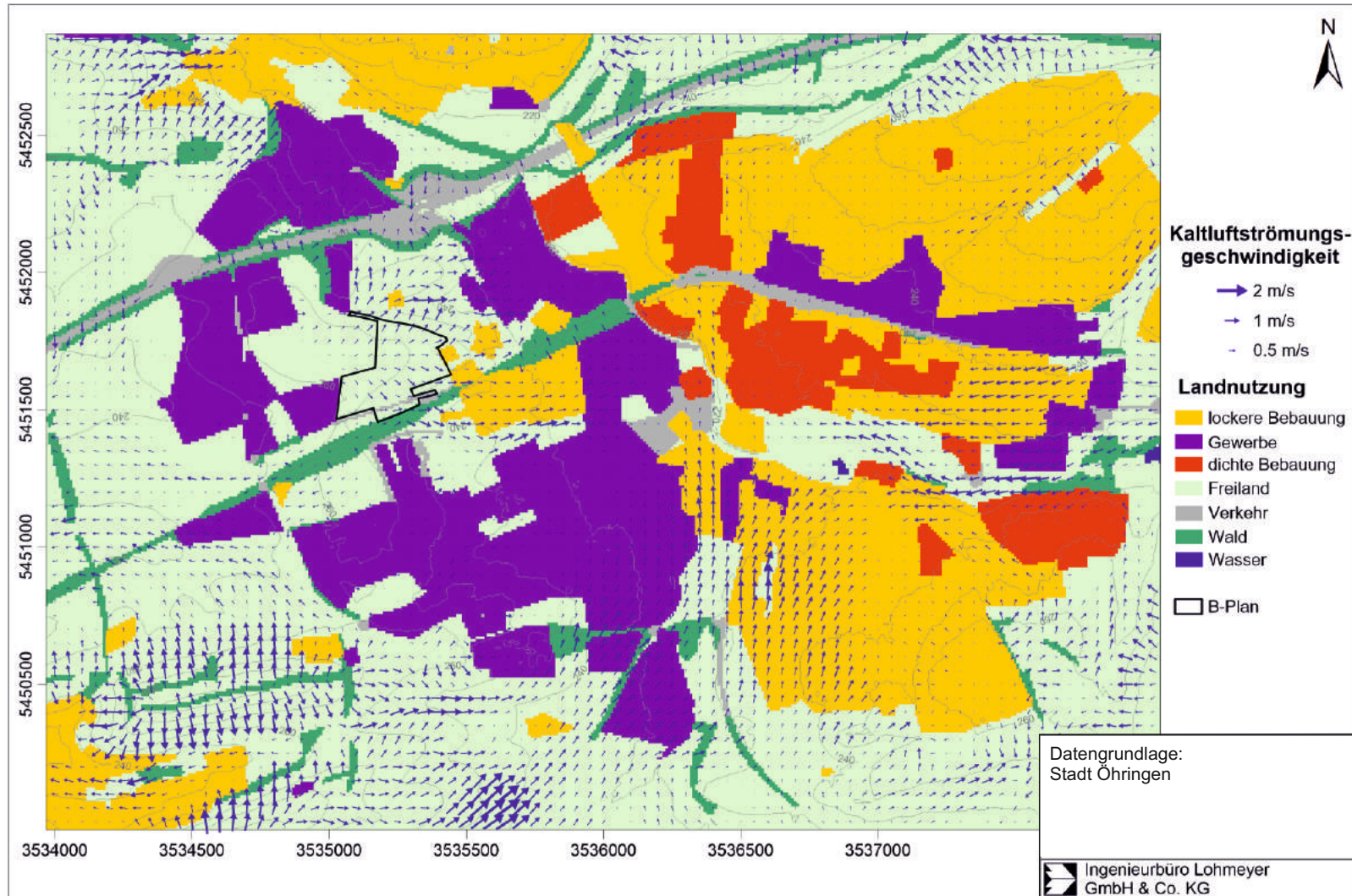


**Messfahrt: ÖKOPLANA**  
**Kartengrundlage: Stadt Öhringen**

**Projekt:**  
 Klimagutachten zum Baugebiet  
 „Schönblick“ in Öhringen

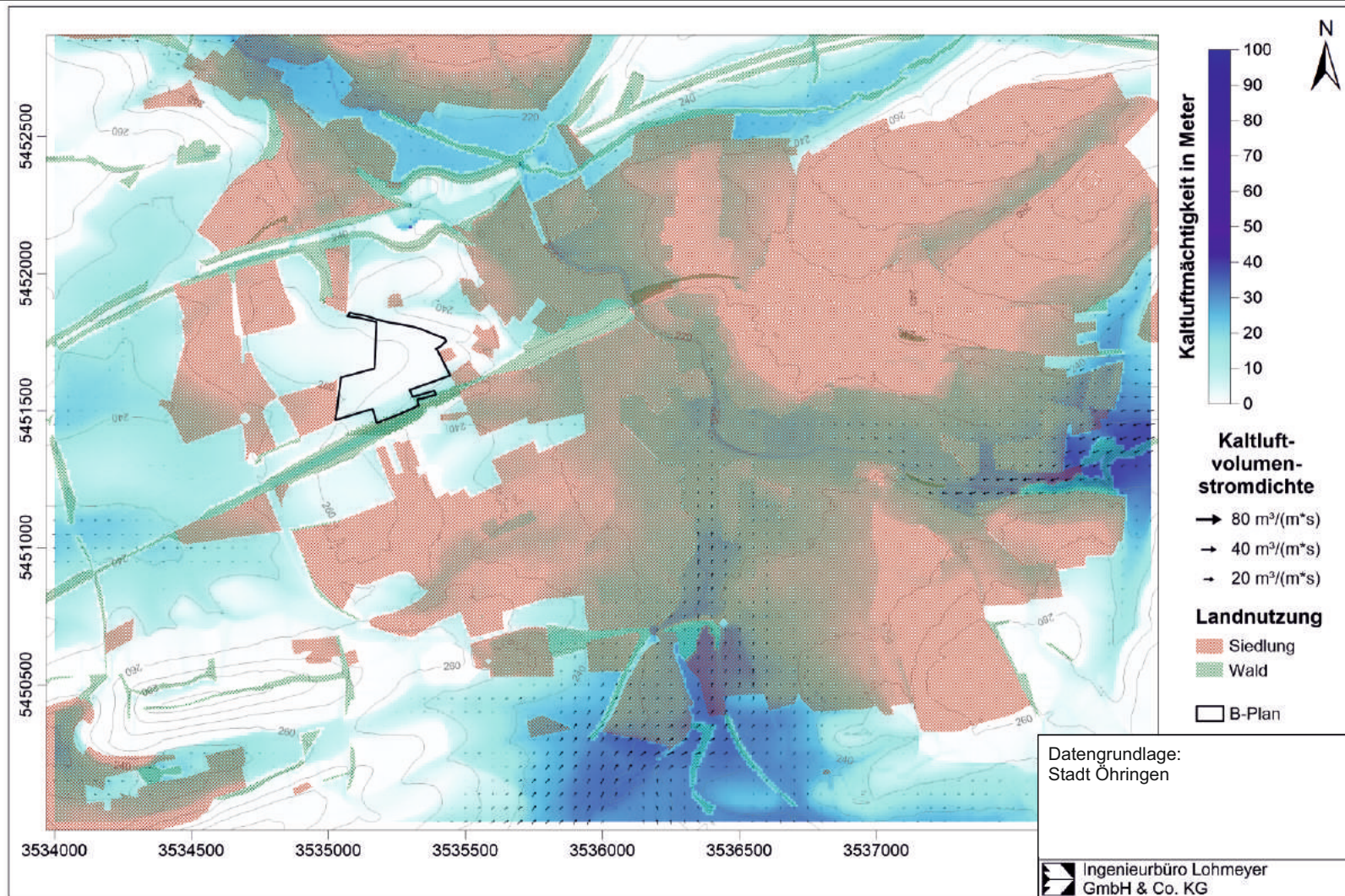


**Abb. 11 Ist-Zustand - Kaltluftströmungsgeschwindigkeit in der Anfangsphase der Kaltluftbildung mit Landnutzung im Untersuchungsgebiet**



**Projekt:**  
Klimagutachten zum Bebauungsplangebiet  
„Schönblick“ in Öhringen

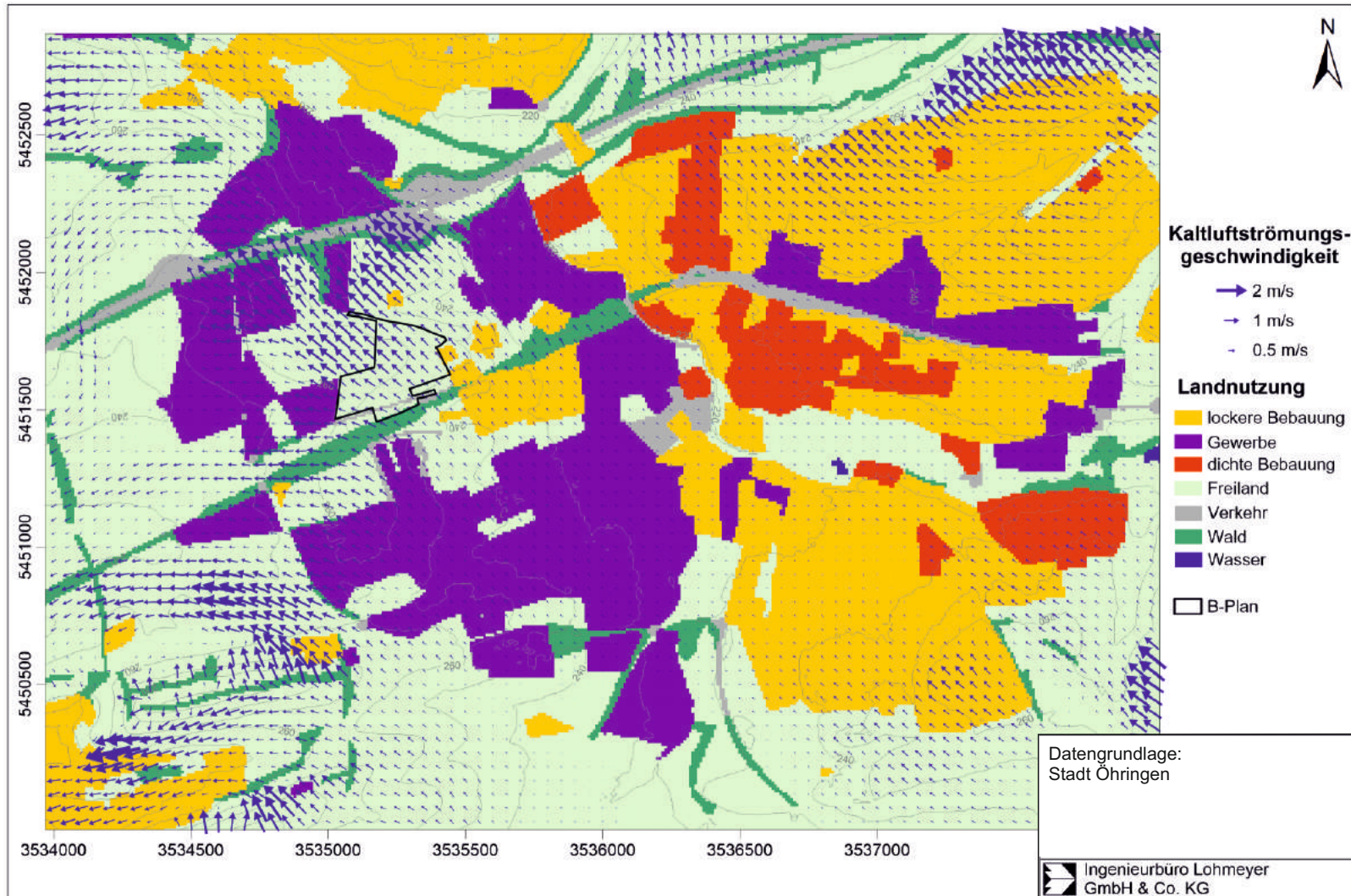
**Abb. 12 Ist-Zustand - Kaltluftvolumenstromdichte und Kaltluftmächtigkeit in der Anfangsphase der Kaltluftbildung mit Landnutzung im Untersuchungsgebiet**



**Projekt:**  
Klimagutachten zum Bebauungsplangebiet  
„Schönblick“ in Öhringen

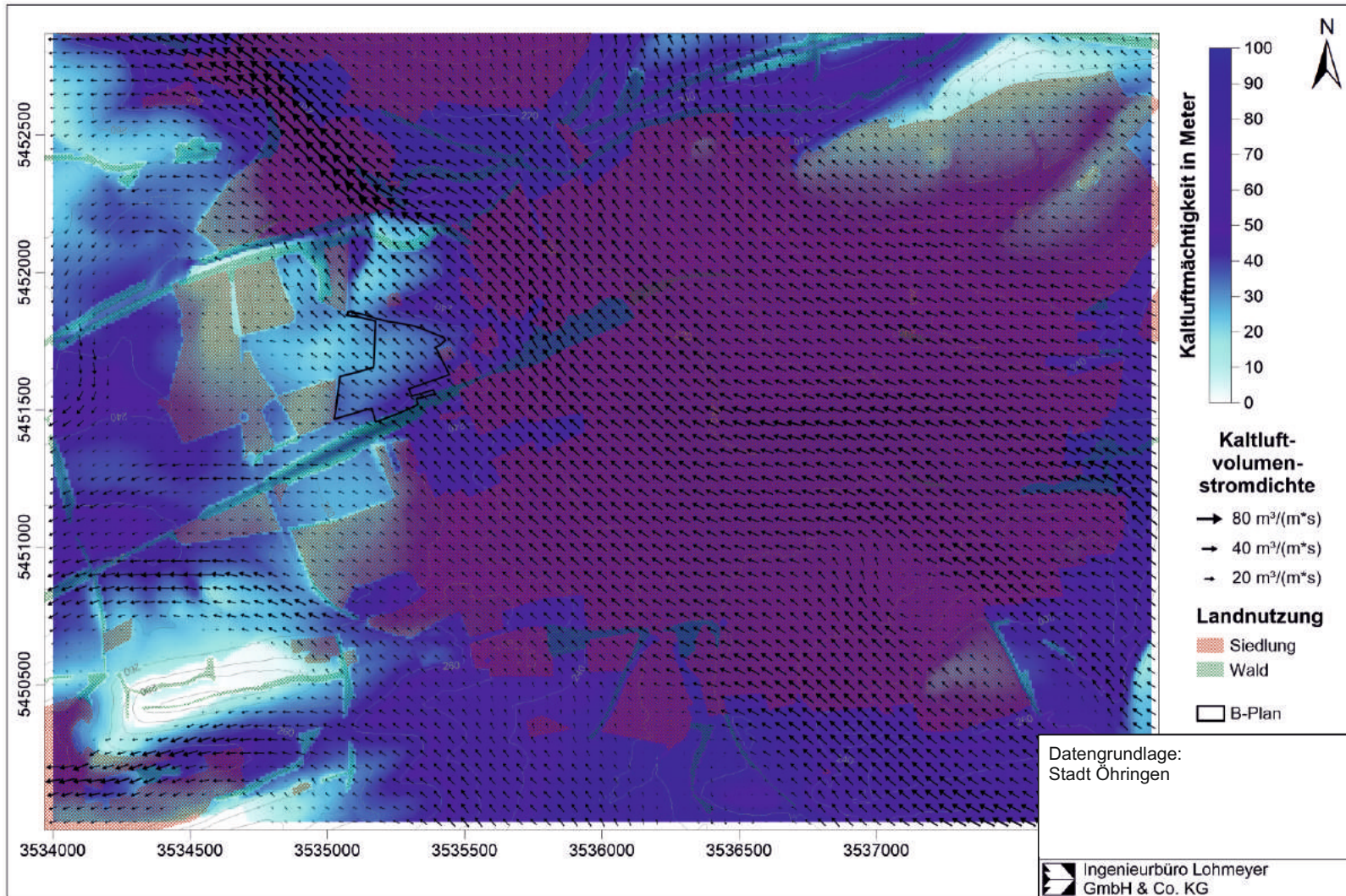
Ingenieurbüro Lohmeyer  
GmbH & Co. KG

**Abb. 13 Ist-Zustand - Kaltluftströmungsgeschwindigkeit bei ausgeprägter Kaltluftbildung mit Landnutzung im Untersuchungsgebiet**



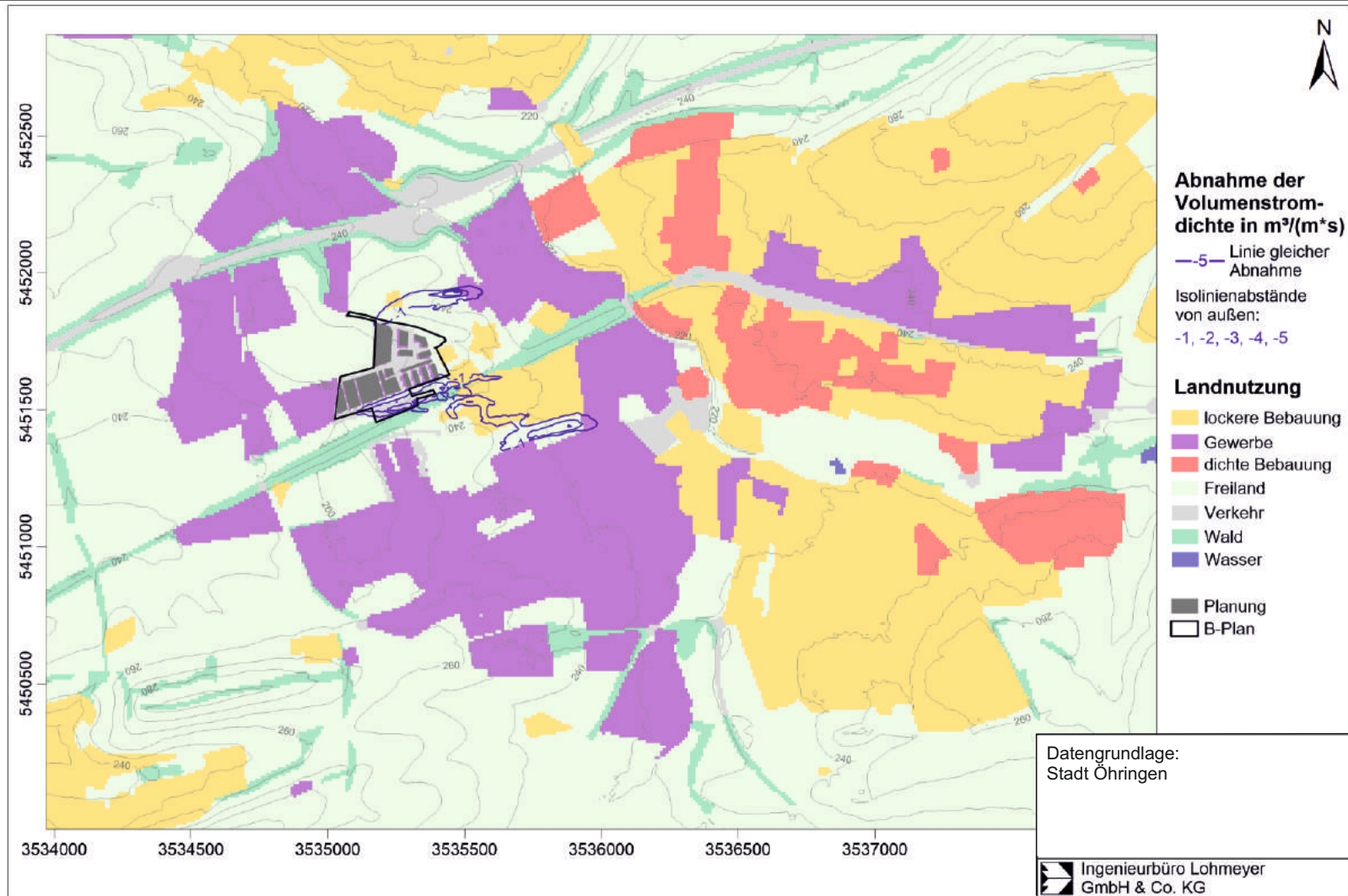
**Projekt:**  
Klimagutachten zum Bebauungsplangebiet  
„Schönblick“ in Öhringen

**Abb. 14 Ist-Zustand - Kaltluftvolumenstromdichte und Kaltluftmächtigkeit bei ausgeprägter Kaltluftbildung mit Landnutzung im Untersuchungsgebiet**



**Projekt:**  
 Klimagutachten zum Bebauungsplangebiet  
 „Schönblick“ in Öhringen

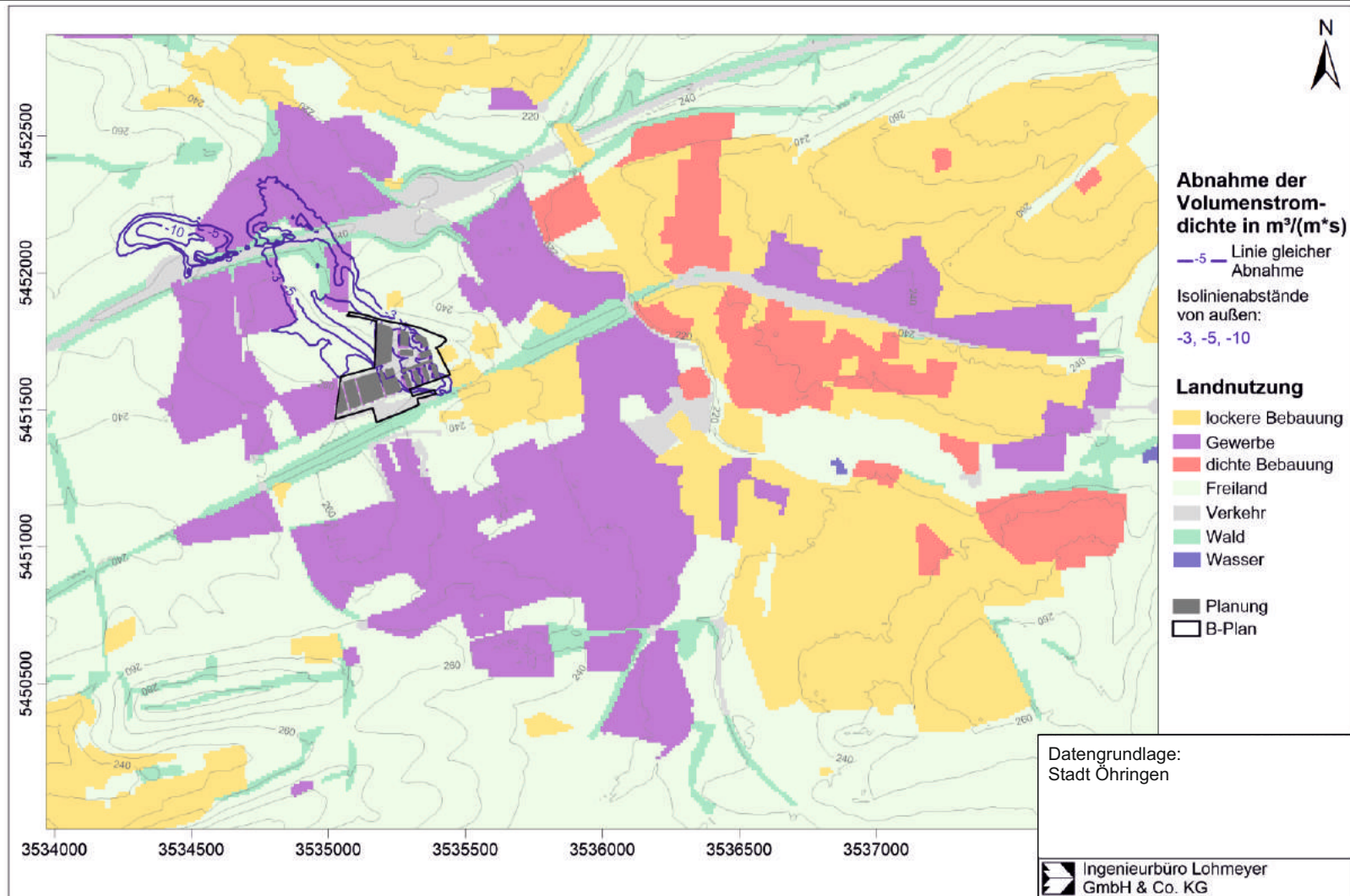
**Abb. 15 Abnahme der Kaltluftvolumenstromdichte in der Anfangsphase der Kaltluftbildung beim Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand mit Landnutzung im Untersuchungsgebiet**



**Projekt:**  
Klimagutachten zum Bebauungsplangebiet  
„Schönblick“ in Öhringen




**Abb. 16 Abnahme der Kaltluftvolumenstromdichte bei ausgeprägter Kaltluftbildung beim Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand mit Landnutzung im Untersuchungsgebiet**










**Projekt:**  
Klimagutachten zum Bebauungsplangebiet „Schönblick“ in Öhringen

**Abb. 17 Ergebnisse von Kaltluftsimulationsrechnungen - Ist-Zustand**  
**Fließgeschwindigkeit und Richtung bodennaher Kaltluftbewegungen (2 m ü.G.), 2 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung**

 Planungsgebiet

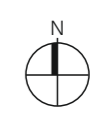
Geschwindigkeit bodennaher Kaltluftbewegungen in m/s

-  0.0 bis 0.2
-  über 0.2 bis 0.4
-  über 0.4 bis 0.6
-  über 0.6 bis 1.0
-  über 1.0 bis 1.4
-  über 1.4 bis 1.8
-  über 1.8 bis 2.2

 Windvektoren

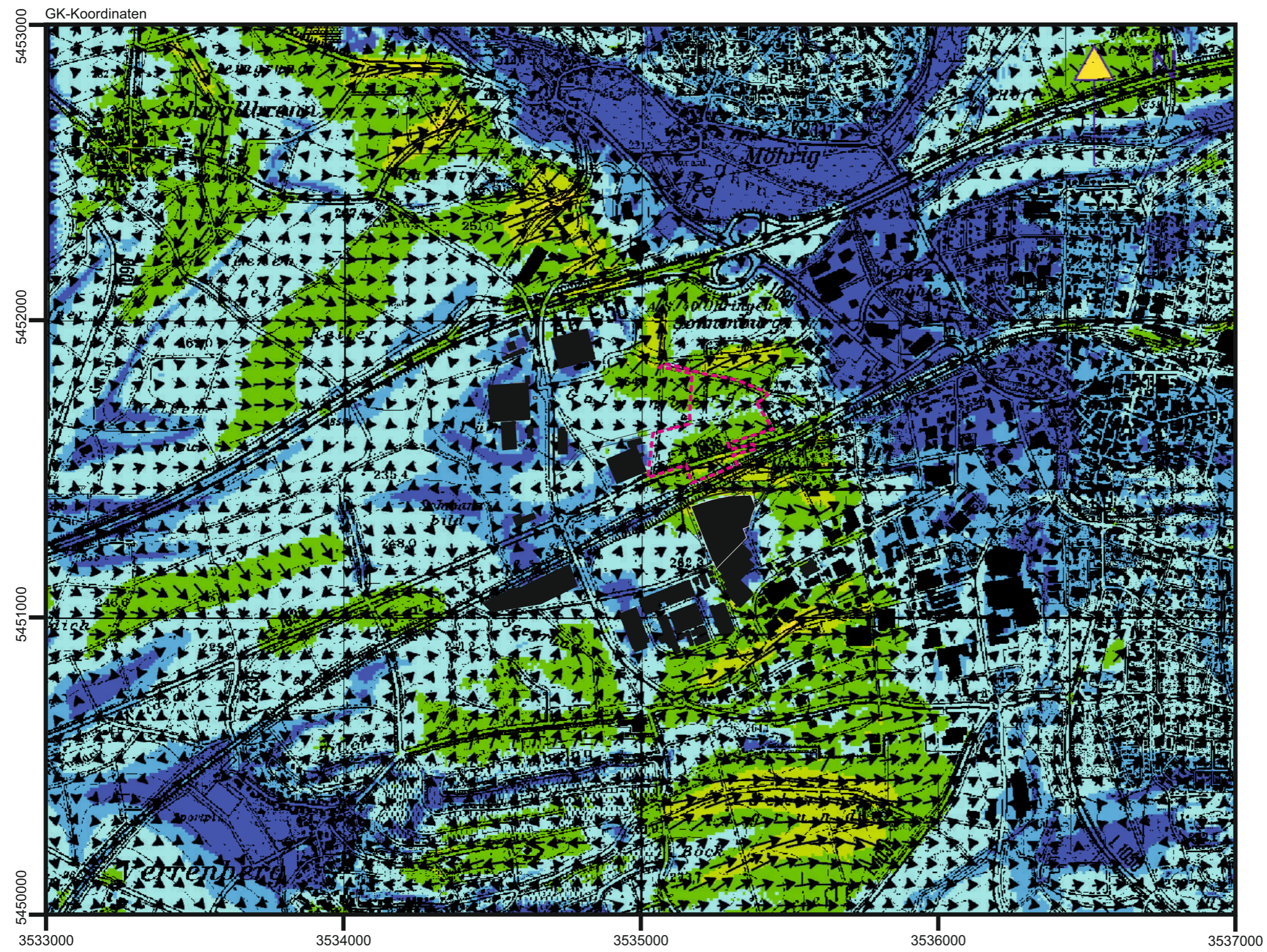


**Projekt:**  
 Klimagutachten zum Bebauungsplangebiet  
 „Schönblick“ in Öhringen




Ingenieurbüro Lohmeyer  
 GmbH & Co. KG











ÖKOPLANA

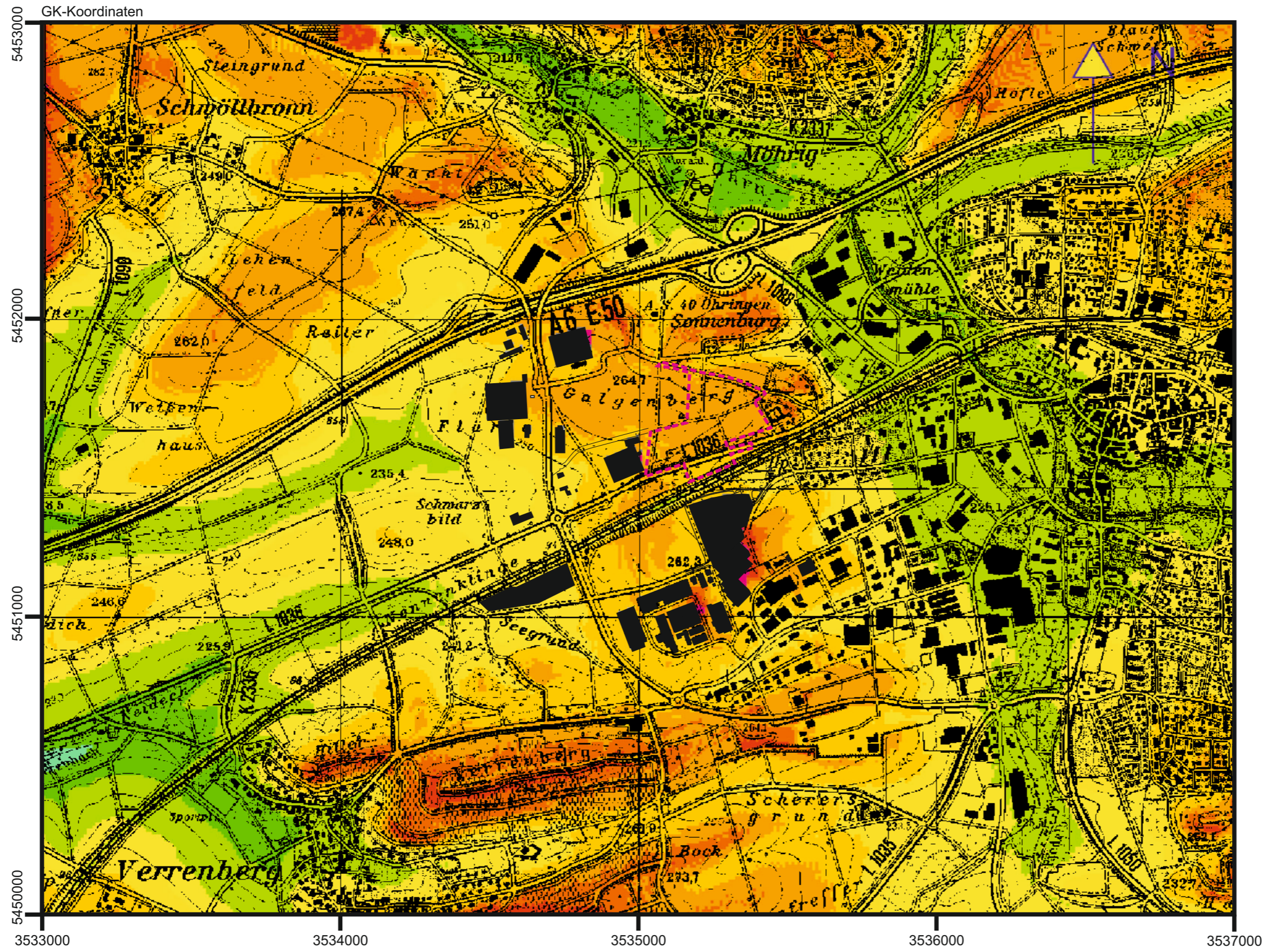


**Abb. 18** Ergebnisse von Kaltluftsimulationsrechnungen - Ist-Zustand  
 Vertikale Mächtigkeit der lokalen Kaltluftbewegungen, 2 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung

 Planungsgebiet

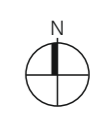
Kaltflughöhe  
in m

-  0
-  1
-  2
-  3 bis 4
-  5 bis 9
-  10 bis 14
-  15 bis 19
-  20 bis 24
-  25 bis 29
-  > 30





 Deutscher  
Wetterdienst  
Modell KLAM\_21  
V2.012

**Projekt:**  
Klimagutachten zum Bebauungsplangebiet  
„Schönblick“ in Öhringen













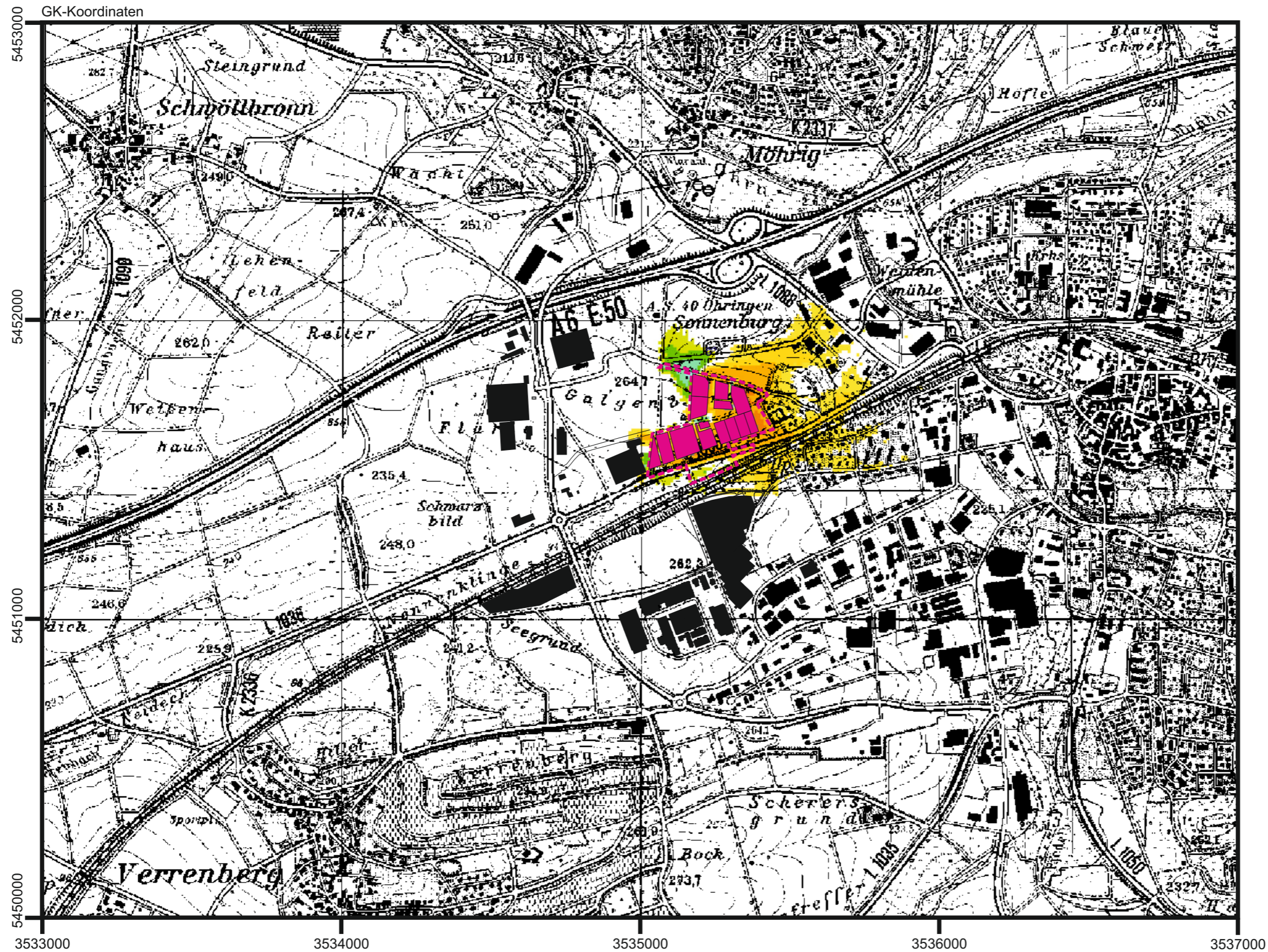
**Abb. 19** Ergebnisse von Kaltluftsimulationsrechnungen  
 Differenz der Fließgeschwindigkeit und Richtung bodennaher Kaltluftbewegungen (2 m ü.G.)  
 zwischen Plan- und Ist-Zustand, 2 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung

 Planungsgebiet

 Maximalbebauung  
 im Bereich Schönblick

Differenz der Kaltluftfließ-  
 geschwindigkeit in m/s  
 zwischen Plan- und Ist-  
 Zustand

-  ueber -2,0 bis -1,0
-  ueber -1,0 bis -0,5
-  ueber -0,5 bis -0,2
-  ueber -0,2 bis -0,1
-  ueber -0,1 bis -0,05
-  ueber -0,05 bis 0,05
-  ueber 0,05 bis 0,1
-  ueber 0,1 bis 0,2
-  ueber 0,2 bis 0,5
-  ueber 0,5 bis 1,0



 Deutscher  
 Wetterdienst  
 Modell KLAM\_21  
 V2.012


**Projekt:**  
 Klimagutachten zum Bebauungsplangebiet  
 „Schönblick“ in Öhringen




Ingenieurbüro Lohmeyer  
 GmbH & Co. KG

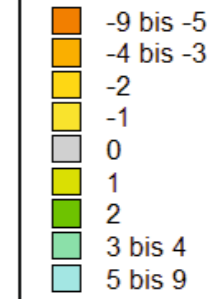
ÖKOPLANA

**Abb. 20** Ergebnisse von Kaltluftsimulationsrechnungen  
 Differenz der Kaltfluthöhe zwischen Plan- und Ist-Zustand, 2 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung

 Planungsgebiet

 Maximalbebauung im Bereich Schönblick

Differenz der Kaltfluthöhe in m zwischen Plan- und Ist-Zustand



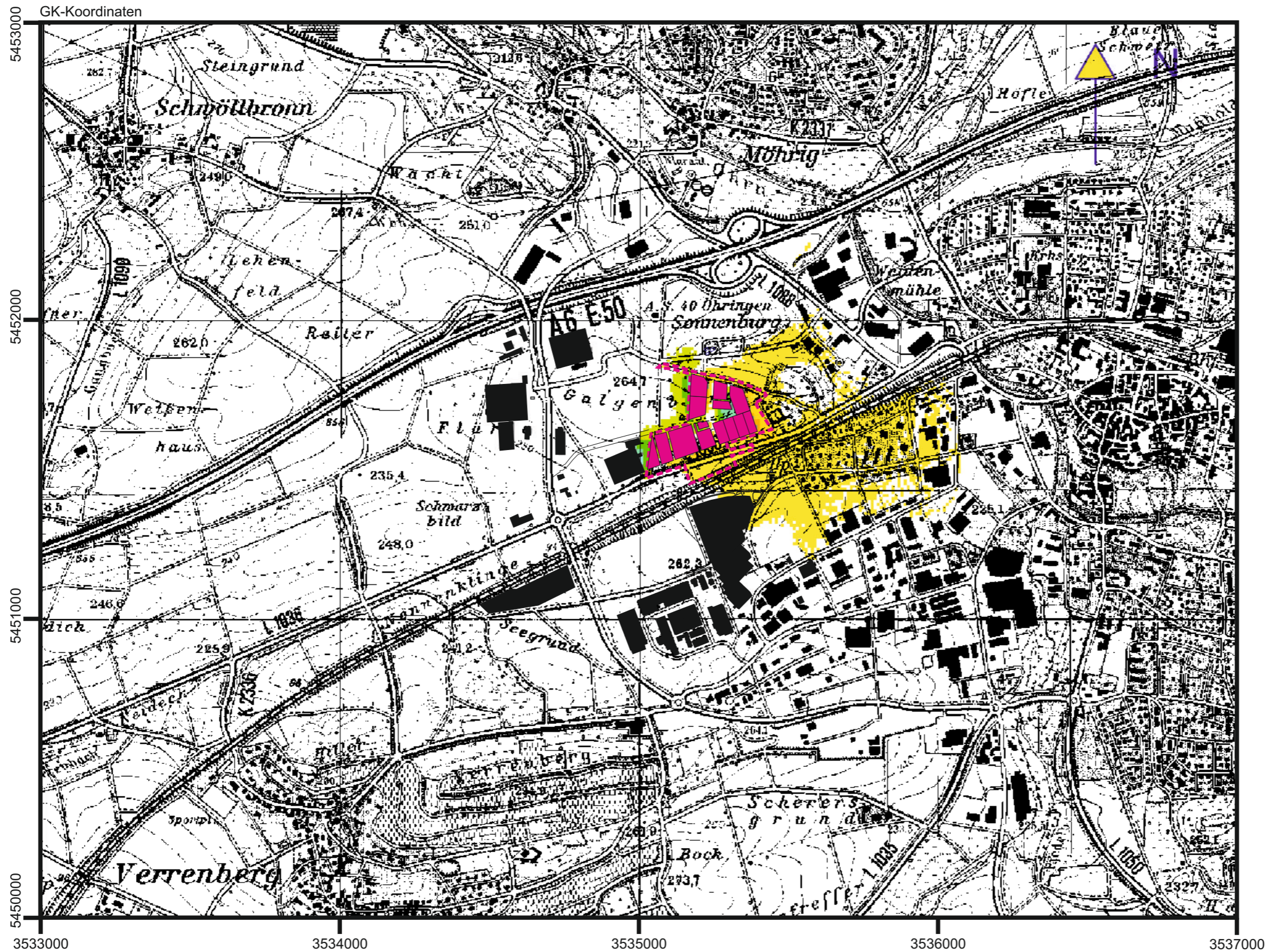
 Deutscher Wetterdienst  
 Modell KLAM\_21  
 V2.012

**Projekt:**  
 Klimagutachten zum Bebauungsplangebiet  
 „Schönblick“ in Öhringen



Ingenieurbüro Lohmeyer  
 GmbH & Co. KG








ÖKOPLANA



**Abb. 21 Ergebnisse von Kaltluftsimulationsrechnungen - Ist-Zustand**  
**Fließgeschwindigkeit und Richtung bodennaher Kaltluftbewegungen (2 m ü.G.), 5 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung**

 Planungsgebiet

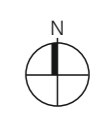
Geschwindigkeit bodennaher Kaltluftbewegungen in m/s

-  0.0 bis 0.2
-  über 0.2 bis 0.4
-  über 0.4 bis 0.6
-  über 0.6 bis 1.0
-  über 1.0 bis 1.4
-  über 1.4 bis 1.8
-  über 1.8 bis 2.2

 Windvektoren

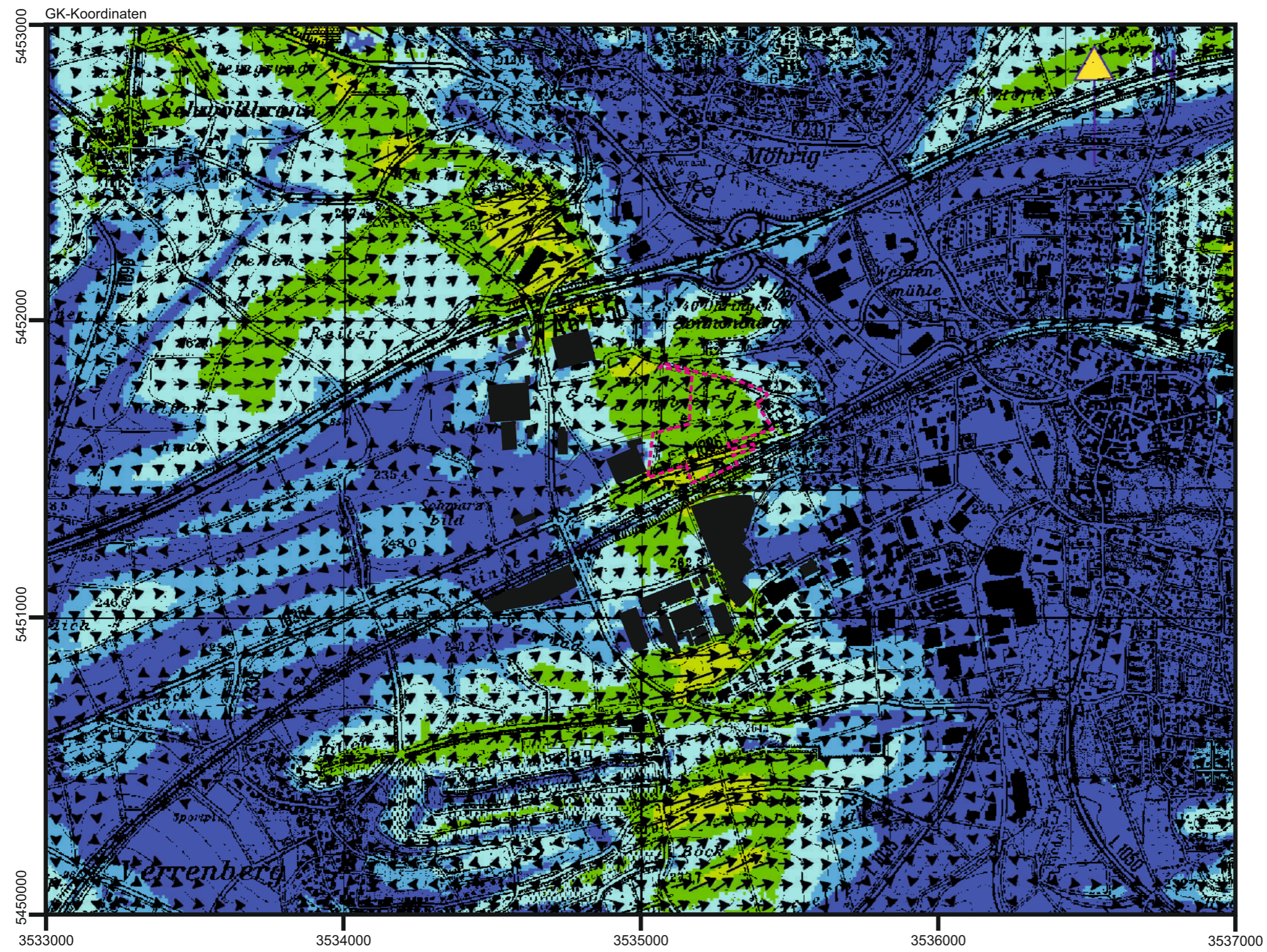


**Projekt:**  
 Klimagutachten zum Bebauungsplangebiet  
 „Schönblick“ in Öhringen




Ingenieurbüro Lohmeyer  
 GmbH & Co. KG











ÖKOPLANA

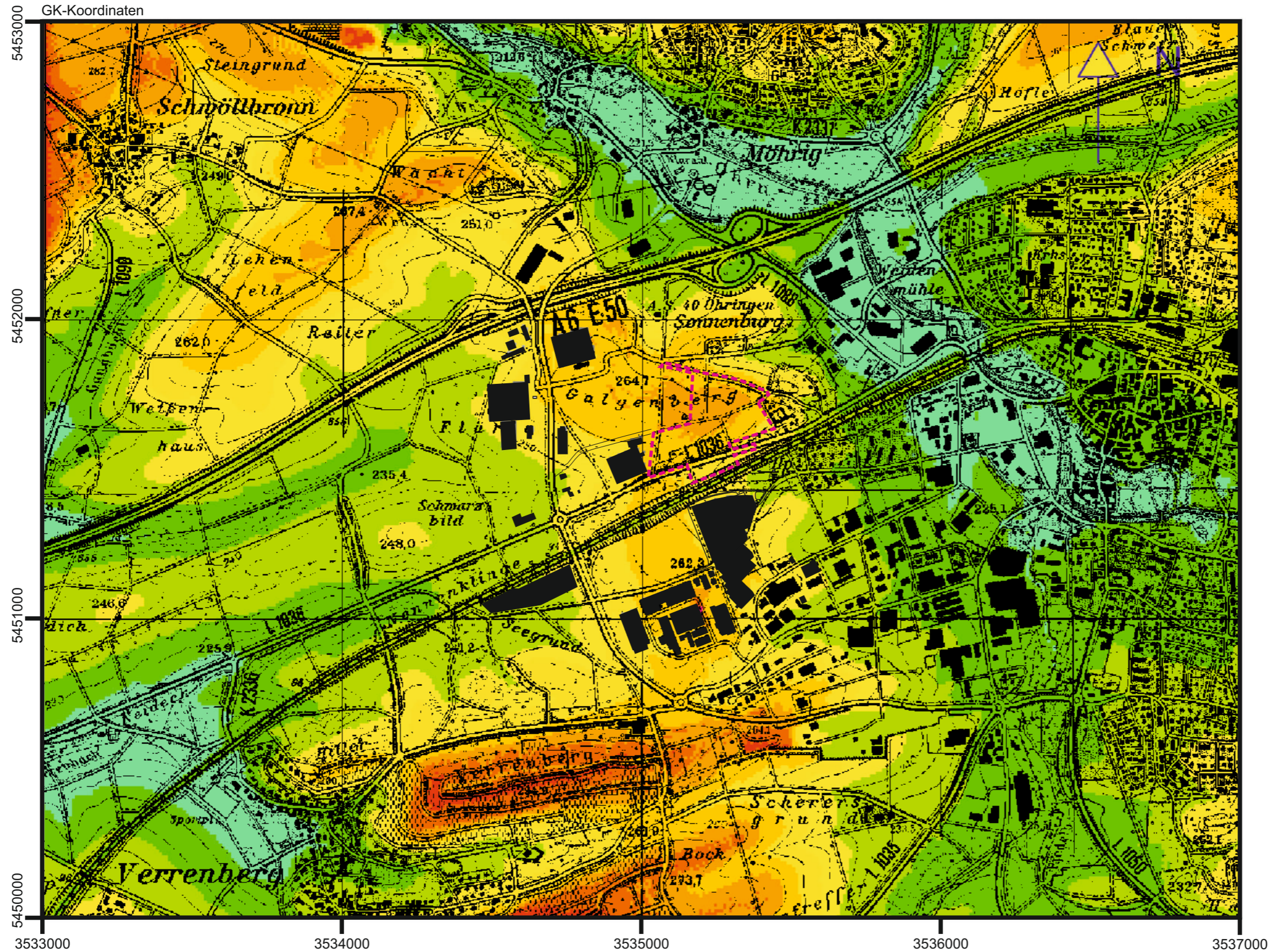


**Abb. 22 Ergebnisse von Kaltluftsimulationsrechnungen - Ist-Zustand**  
**Vertikale Mächtigkeit der lokalen Kaltluftbewegungen, 5 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung**

 Planungsgebiet

Kaltflughöhe  
in m

-  0
-  1
-  2
-  3 bis 4
-  5 bis 9
-  10 bis 14
-  15 bis 19
-  20 bis 24
-  25 bis 29
-  > 30



 Deutscher  
Wetterdienst  
Modell KLAM\_21  
V2.012


**Projekt:**  
Klimagutachten zum Bebauungsplangebiet  
„Schönblick“ in Öhringen




Ingenieurbüro Lohmeyer  
GmbH & Co. KG











ÖKOPLANA

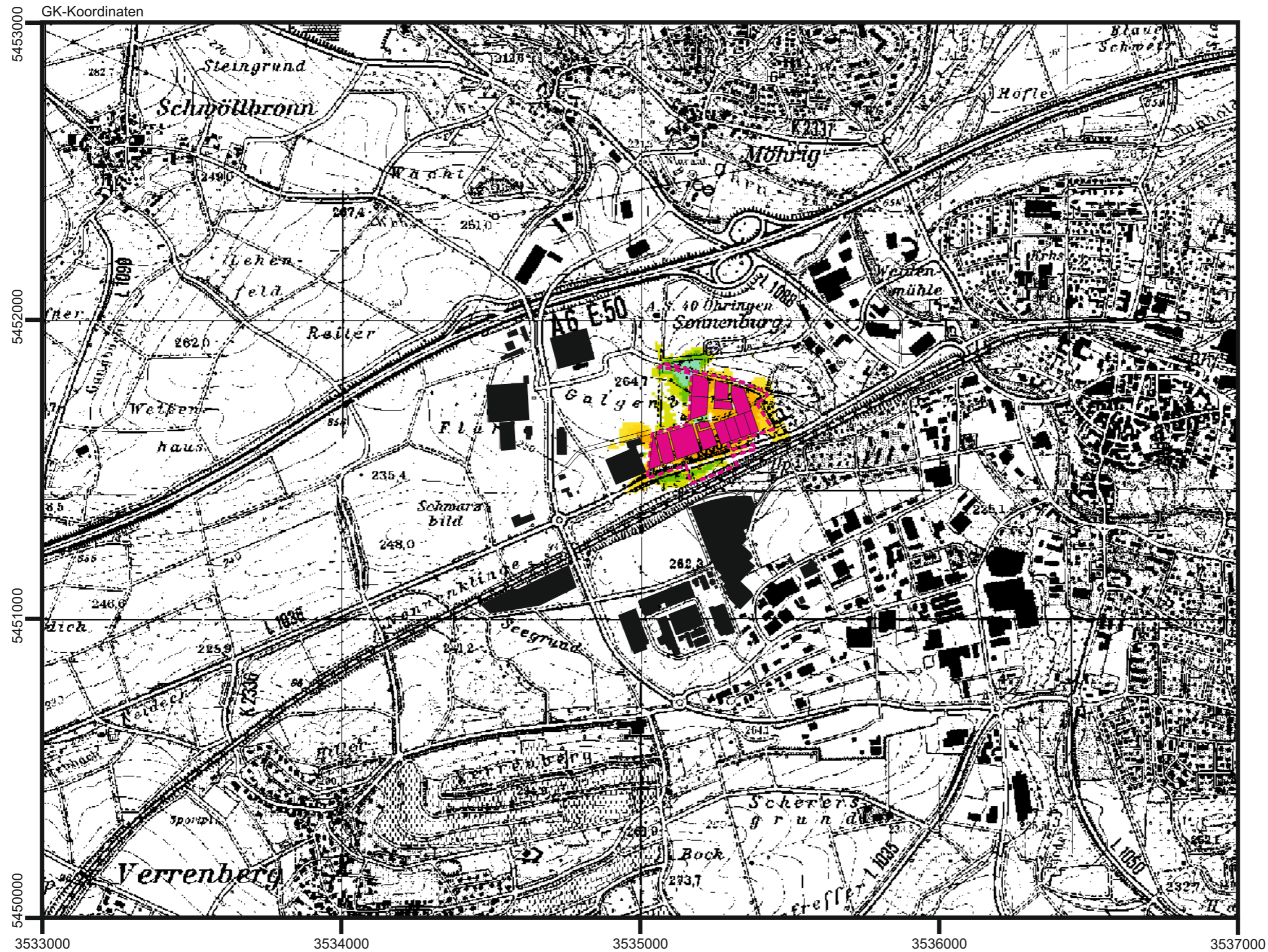
**Abb. 23** Ergebnisse von Kaltluftsimulationsrechnungen  
 Differenz der Fließgeschwindigkeit und Richtung bodennaher Kaltluftbewegungen (2 m ü.G.)  
 zwischen Plan- und Ist-Zustand, 5 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung

 Planungsgebiet

 Maximalbebauung  
 im Bereich Schönblick

Differenz der Kaltluftfließ-  
 geschwindigkeit in m/s  
 zwischen Plan- und Ist-  
 Zustand

-  ueber -2,0 bis -1,0
-  ueber -1,0 bis -0,5
-  ueber -0,5 bis -0,2
-  ueber -0,2 bis -0,1
-  ueber -0,1 bis -0,05
-  ueber -0,05 bis 0,05
-  ueber 0,05 bis 0,1
-  ueber 0,1 bis 0,2
-  ueber 0,2 bis 0,5
-  ueber 0,5 bis 1,0



 Deutscher  
 Wetterdienst  
 Modell KLAM\_21  
 V2.012

**Projekt:**  
 Klimagutachten zum Bebauungsplangebiet  
 „Schönblick“ in Öhringen



Ingenieurbüro Lohmeyer  
 GmbH & Co. KG

ÖKOPLANA

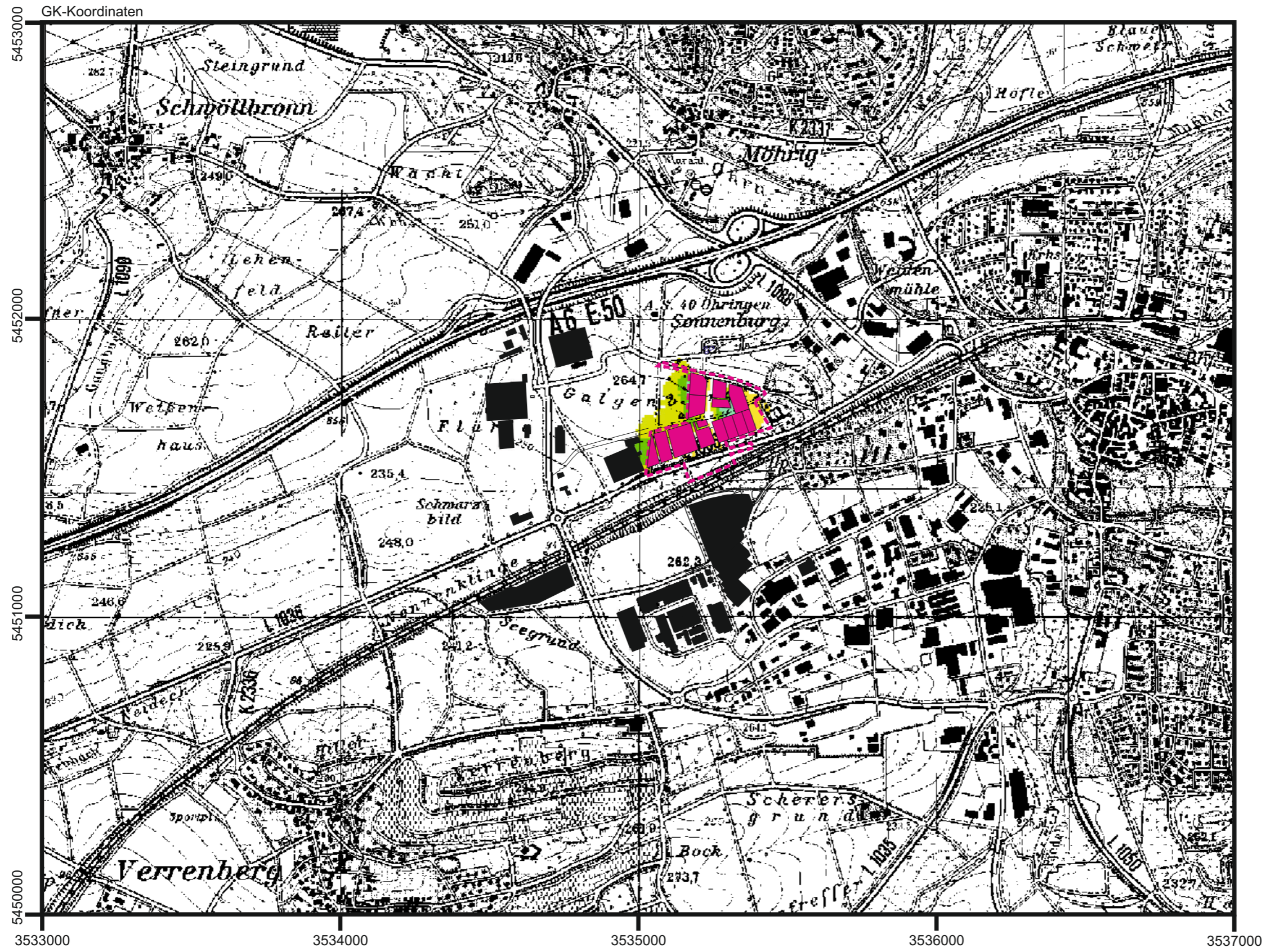


**Abb. 24** Ergebnisse von Kaltluftsimulationsrechnungen  
 Differenz der Kaltfluthöhe zwischen Plan- und Ist-Zustand, 5 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung

Planungsgebiet  
 Potenzielle Bebauung im Bereich Zeilbaumweg  
 Maximalbebauung im Bereich Schönblick

Differenz der Kaltfluthöhe in m zwischen Plan- und Ist-Zustand

	-9 bis -5
	-4 bis -3
	-2
	-1
	0
	1
	2
	3 bis 4
	5 bis 9



**Projekt:**  
 Klimagutachten zum Bebauungsplangebiet „Schönblick“ in Öhringen

