



Lohmeyer

**BAUVORHABEN SCHNELLERMÜHLE IN PFINTAL
BERGHAUSEN
AUSWIRKUNGEN AUF LOKALKLIMATISCHE
VERHÄLTNISSE**

Auftraggeber:

Ed. Züblin AG
Bereich Schlüsselfertiges Bauen
An der Tagweide 18
76139 Karlsruhe

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH
Niederlassung Karlsruhe

Dipl.-Geogr. T. Nagel

Dipl.-Geoökol. H. Lauerbach

Februar 2023
Projekt 20817-23-02
Berichtsumfang 23 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | AUFGABENSTELLUNG | 1 |
| 2 | VORGEHENSWEISE | 2 |
| 3 | BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES | 4 |
| 4 | KALTLUFTSTRÖMUNGEN | 7 |
| 5 | QUELLEN | 18 |
| | 5.1 Literatur | 18 |
| | 5.2 Materialien | 18 |
| A1 | BESCHREIBUNG DES KALTLUFTMODELLS | 21 |
| A1.1 | Allgemeines..... | 21 |
| A1.2 | Modellbeschreibung | 21 |
| A1.3 | Eingabedaten und Ergebnisse des Modells | 23 |

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung der Lohmeyer GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

Literaturstellen sind im Text durch Name und Jahreszahl zitiert. Im Kapitel Literatur findet sich dann die genaue Angabe der Literaturstelle.

Es werden Dezimalpunkte (= wissenschaftliche Darstellung) verwendet, keine Dezimalkommas. Eine Abtrennung von Tausendern erfolgt durch Leerzeichen.

1 AUFGABENSTELLUNG

Im Südosten von Pfinztal Berghausen ist an der Pfinz das Bauvorhaben „Schnellermühle“ in Planung. Für diese Planungen sind die Auswirkungen auf die lokalklimatischen Verhältnisse mit besonderem Fokus auf die Kaltluftströmung zu erarbeiten.

2 VORGEHENSWEISE

Für die Einbindung lokalklimatischer Belange in die Planung bestehen keine einheitlichen Vorgaben zu inhaltlichen Themen und zu Beurteilungsgrößen. Dementsprechend werden in den Betrachtungen die lokalen Besonderheiten bezüglich lokalklimatischer Belange herangezogen und die Belange in den Vordergrund gestellt, die durch die Planungen modifiziert werden. Änderungen des Reliefs und der Landnutzung durch bauliche Maßnahmen führen zu Modifikationen der lokalklimatischen Verhältnisse. Das betrifft Änderungen der kleinräumigen Wind- und Durchlüftungsverhältnisse und Änderungen der thermischen Verhältnisse. Im Hinblick auf die Windverhältnisse sind vor allem die lokalen, thermisch induzierten Windströmungen, die so genannten Kaltluftströmungen, zu betrachten.

Das Betrachtungsgebiet liegt südlich des Siedlungsrandes von Berghausen zwischen der süd-nördlich verlaufenden Bundesstraße B 10 und dem östlich parallel verlaufenden Fließgewässer Pfinz. Das Grundstück ist derzeit überwiegend mit Gebäuden und versiegelten Oberflächen versehen, in Teilbereichen bestehen Vegetationsflächen. Westlich der Schnellermühle steigt das Gelände um mehr als 100 Höhenmeter an; der östliche Rand des Pfinztals erhebt sich um mehr als 50 m über die Talsohle.

Die Planung sieht mehrere Gebäude für Wohnnutzungen und für kulturelle Nutzungen vor; diese Änderungen führen zu kleinräumigen Modifikationen der lokalklimatischen Verhältnisse. Dadurch können bestehende, lokale thermisch induzierte Winde wie die 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 bilden intensive Kaltluftströmungen aus, die beispielsweise die nächtliche Belüftung von Siedlungsgebieten fördern können. In Mulden und vor lang gestreckten Hindernissen quer zur Kaltluftströmung entstehen Kaltluftstagnationsbereiche, die sehr stark auskühlen können. In solchen Kaltluftstagnationsbereichen liegt die bodennahe Lufttemperatur bei Kaltluftbedingungen um einige Kelvin

unter der Lufttemperatur umliegender Bereiche. Damit besteht dort eine höhere Frostgefährdung.

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

Für die vorliegende Planung werden Kaltluftberechnungen mit dem Modell KALM mit einer hohen räumlichen Auflösung durchgeführt, um qualitative und quantitative Aussagen über mögliche Modifikationen der Kaltluftströmungen zu erhalten. Betrachtet werden der derzeitige Zustand entsprechend der derzeitigen Nutzung und der Planzustand mit Umsetzung des geplanten Bauvorhabens „Schnellermühle“, um relative Änderungen aufzeigen zu können.

3 BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES

Die Gemeinde Pfinztal Berghausen befindet sich östlich des Stadtgebietes von Karlsruhe. Die Gemeinde Pfinztal liegt im Landkreis Karlsruhe, in der Region „Pfinz-Kraichgau“. Die „Schnellermühle“ liegt südlich des Siedlungsrandes von Berghausen zwischen der süd-nördlich verlaufenden Bundesstraße B 10 und dem östlich parallel verlaufenden Fließgewässer Pfinz. Westlich der Schnellermühle steigt das Gelände um mehr als 100 Höhenmeter an; der östliche Rand des Pfinztals erhebt sich um mehr als 50 m über die Talsohle. Das Grundstück ist derzeit überwiegend mit Gebäuden und versiegelten Oberflächen versehen; der zusammenhängende Gebäudekomplex weist in süd-nördlicher Richtung eine Länge bis ca. 67 m auf und der quer dazu orientierte Flügel eine Tiefe bis ca. 47 m, bei Gebäudehöhen zwischen 6 m und 13 m. Südwestlich ist eine ca. 35 m lange, 14 m breite und ca. 5 m hohe Halle gelegen, die als Unterstellbereich für Wohnwagen genutzt wird. In Teilbereichen bestehen auf dem Grundstück der Schnellermühle Vegetationsflächen, wie nördlich und südlich der beschriebenen Gebäude. Im westlichen Grundstücksbereich entlang der B 10 befinden sich Verkehrsflächen und Stellplatzanlagen.

Diese örtlichen Gegebenheiten prägen die lokalklimatischen Verhältnisse und Kaltluftströmungen. Damit die Modellierung der Kaltluftströmungen die örtlichen Verhältnisse zufriedenstellend berücksichtigen kann, wird die Modellierung für ein Gebiet mit einer Erstreckung in west-östlicher Richtung auf ca. 5 km und in nordsüdlicher Richtung auf ca. 8 km durchgeführt. Dieses Gebiet wurde mit einem Raster der Maschenweite von 10 m x 10 m berücksichtigt.

Abb. 3.1 zeigt die weitere Umgebung des Standortes für das Bauvorhaben „Schnellermühle“ mit den Siedlungsbereichen von Pfinztal Berghausen im nördlichen Bereich, Söllingen im südlichen Bereich und Wöschbach im östlichen Bereich, **Abb. 3.2** zeigt den Bereich des Rechengebietes für die Kaltluftsimulation als perspektivische Darstellung mit Blick aus Süden und mit doppelter Überhöhung. Die Geländehöhen und Lagedaten wurden vom Auftraggeber digital zur Verfügung gestellt bzw. ergänzt um frei verfügbare Daten wie dem digitalen Geländemodell EU-DGM und Landnutzungsdaten (CORINE).

Die Planung sieht die Auflösung des zusammenhängenden Gebäudekomplexes unter Beibehaltung des Mühlengebäudes und eines nach Westen orientierten Gebäudeflügels vor. Südlich des Mühlengebäudes sind zwei zusammenhängende Teilgebäude und ein weiteres Gebäude vorgesehen.

Datenquelle:

Copernicus EU-DEM version 1.1 with funding by the European Union; data edited

© OpenStreetMap contributors (opendatacommons.org) ODbL

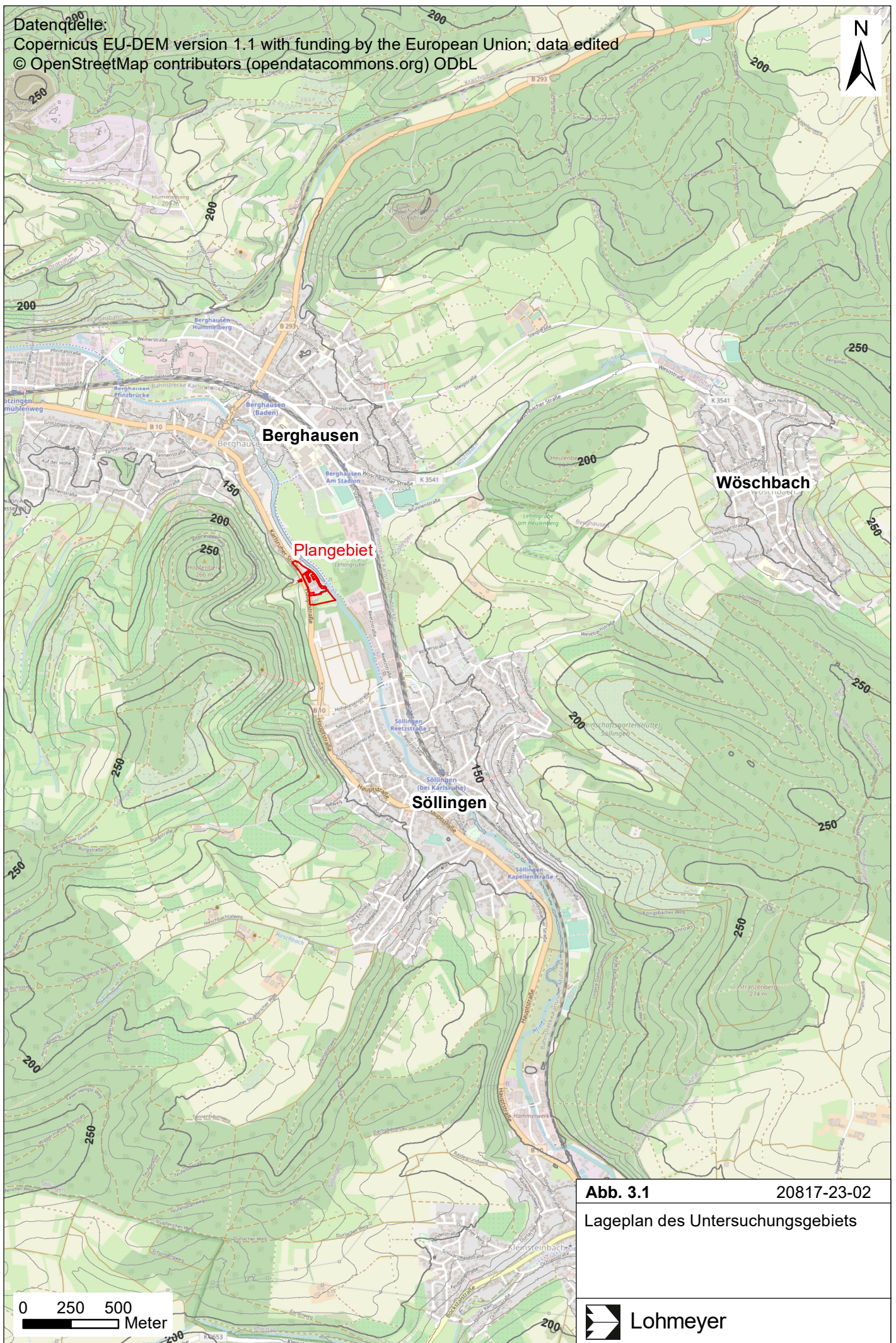


Abb. 3.1 20817-23-02

Lageplan des Untersuchungsgebiets



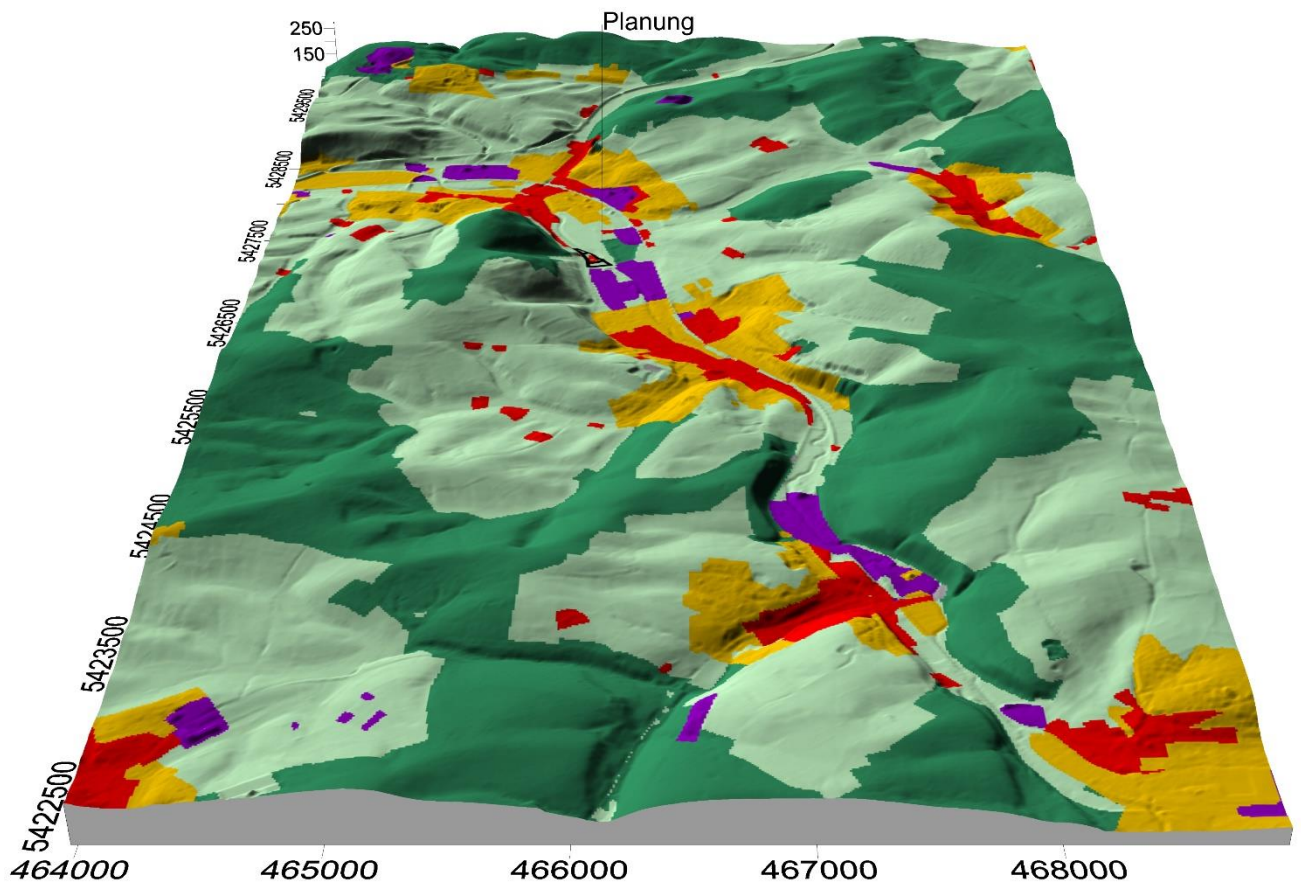


Abb. 3.2: Perspektivische Darstellung mit Blick aus Süden und doppelter Überhöhung.
(Orange: lockere Bebauung, Rot: dichte Bebauung, Violett: Gewerbe, Dunkelgrün: Wald, Hellgrün: Freiland)

Nördlich des Mühlengebäudes sind ein ca. 51 m langes Gebäude mit abgewinkeltem Flügel mit einer Länge bis 30 m sowie ein weiteres kompaktes Gebäude geplant. Die geplanten Gebäude weisen Höhen bis ca. 12 m und das modifizierte Mühlengebäude bis ca. 13 m auf. Der südwestlich gelegene hallenartige Unterstand wird durch Stellplatzanlagen und Hofbereich mit Baumstandorten ersetzt. Zwischen den Gebäuden sind begrünte Freiflächennutzungen sowie Zugangsbereiche vorgesehen. Die Gebäude sind für Wohnnutzungen und für kulturelle Nutzungen vorgesehen.

4 KALTLUFTSTRÖMUNGEN

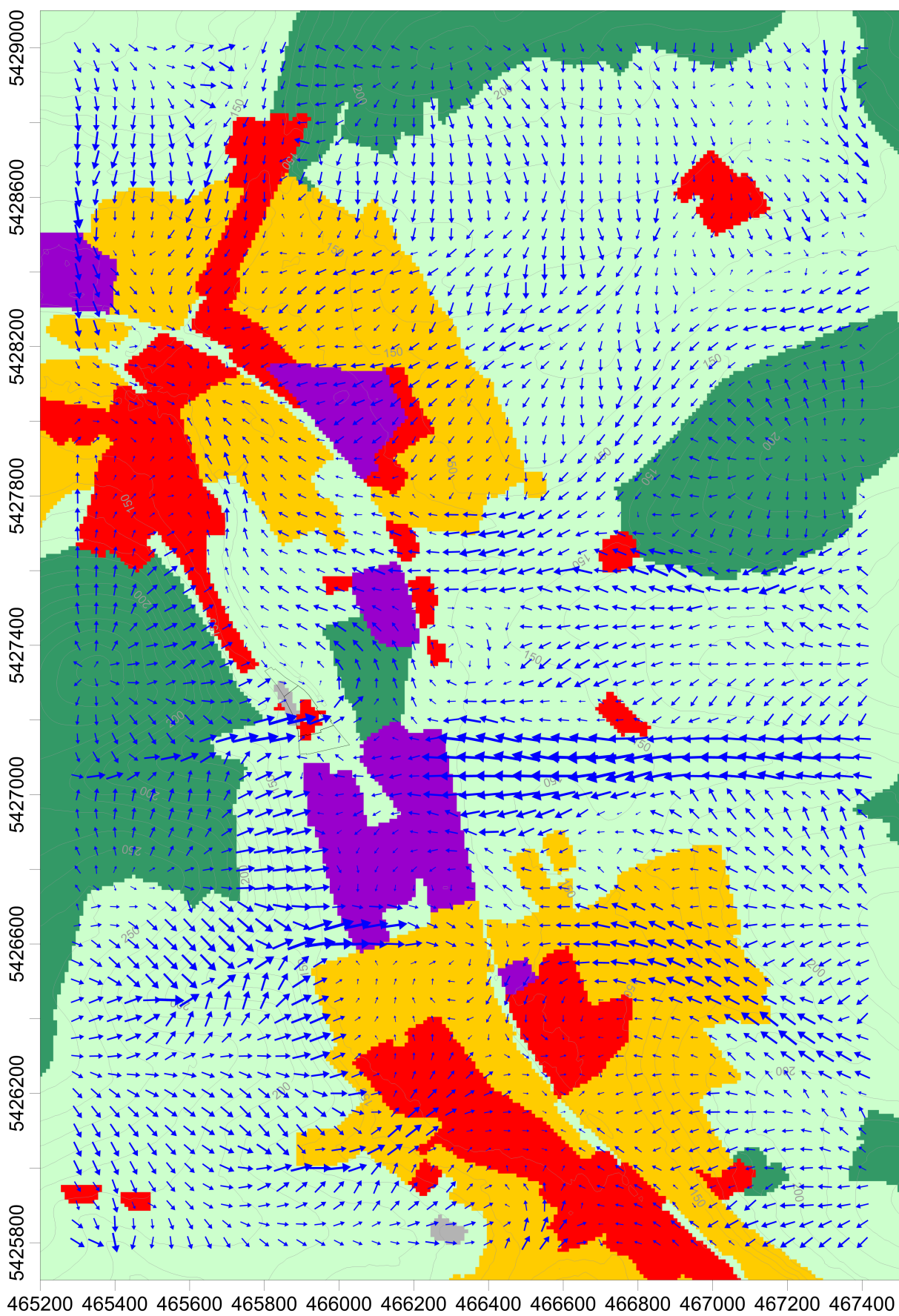
Für das Aufzeigen der Auswirkungen der geplanten Nutzungsänderungen auf die Kaltluftströmungen wurden Kaltluftsimulationen für den baulichen Bestand und den Planfall mit dem Kaltluftmodell KALM (Beschreibung siehe Anhang A1) durchgeführt. Dafür wurden die Geländeerhebungen berücksichtigt, die das Betrachtungsgebiet weiträumig umfassen, und die in **Abb. 3.2** dargestellt sind. 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 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. m^2/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 Belüftungsintensität aufgefasst werden.




In der Umgebung des geplanten Gewerbegebietes dominieren Freilandnutzungen bestehend aus landwirtschaftlichen Nutzflächen und im Weiteren aus Waldnutzungen. Dort findet bei den entsprechenden Wetterlagen eine intensive Kaltluftentstehung statt; die Kaltluft sammelt sich vor allem im eingeschnittenen Talbereich und wird in weiterer Folge nach Norden geführt.

Für die Darstellung der Berechnungsergebnisse wurde ein Teilausschnitt des Rechengebietes mit dem Bereich des geplanten Gewerbegebietes und der direkten Umgebung gewählt, sodass die Reichweite der aus den Berechnungen abgeleiteten Beeinträchtigungen der Kaltluftströmungen dargestellt wird. In den Abbildungen sind Wald grün, Freiflächen hellgrün, Verkehrsflächen grau und Siedlungsflächen in Gelb- und Rottönen dargestellt. Die Höhenlinien des digitalen Höhenmodells sind in grober Auflösung dargestellt; 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 **Abb. 4.1** für den Bestand mit der Geschwindigkeit und Richtung der Kaltluftströmung in der Anfangsphase der Kaltluftbildung dargestellt,



Kaltluftströmungsgeschwindigkeit

-  3 m/s
-  2 m/s
-  1 m/s

Landnutzung

-  lockere Bebauung
-  dichte Bebauung
-  Gewerbe
-  Verkehr
-  Freiland
-  Wald
-  Wasser
-  Planung

Abb. 4.1

20817-23-02

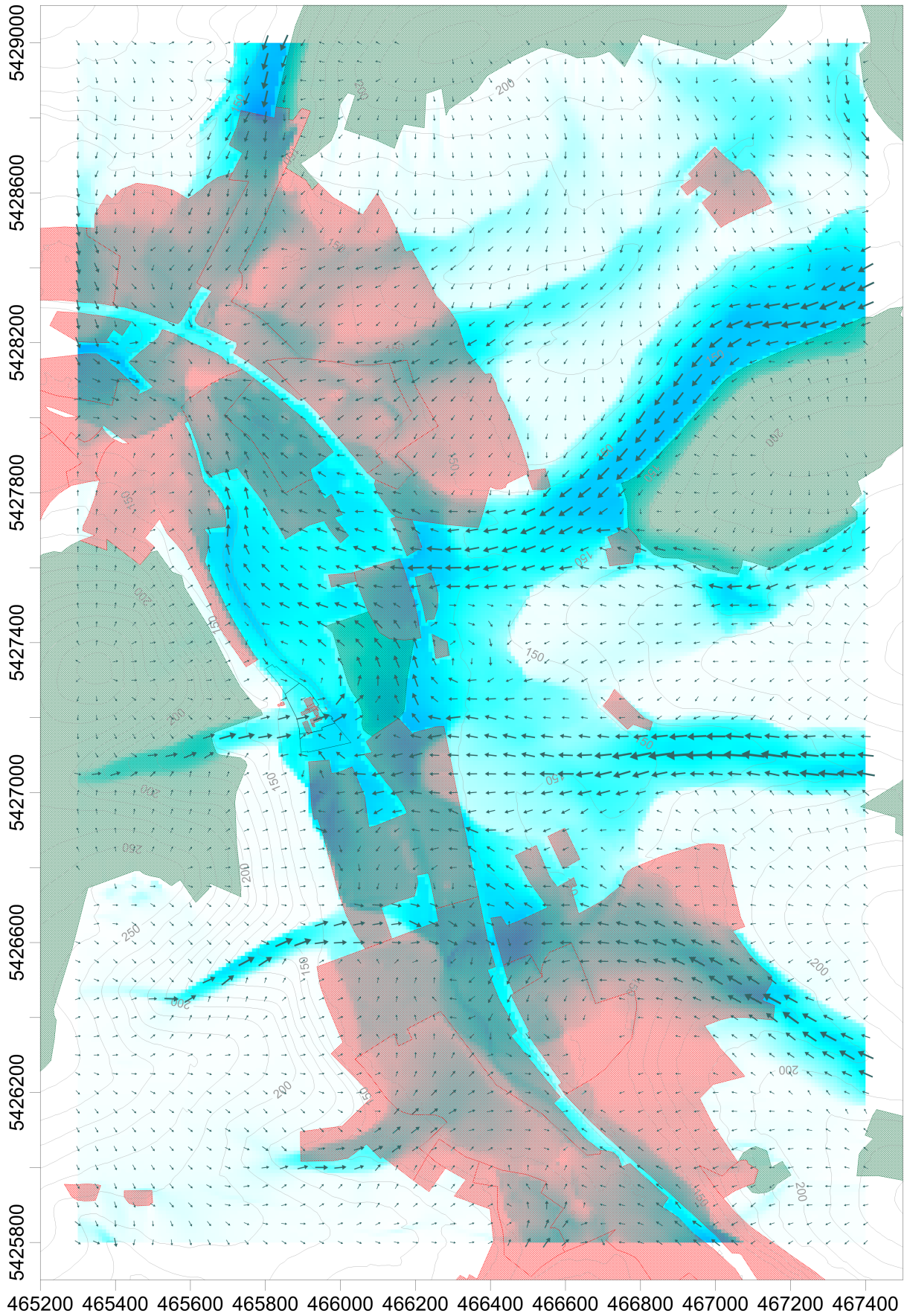
Kaltluftströmungsgeschwindigkeit in der Anfangsphase der Kaltluftbildung mit Landnutzung im Untersuchungsgebiet für den Bestand



d. h. in der ersten Stunde nach Einsetzen der Kaltluftbildung. In dieser Kaltluftbildungsphase dominieren Hangabwinde mit Strömungsgeschwindigkeiten bis ca. 2.5 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 Hangbereichen westlich und östlich des Pfinztals entwickeln sich intensive Hangabwinde, die schon in der Anfangsphase der Kaltluftbildung zu gesammelten Kaltluftströmen Richtung Pfinztal und dort überwiegend nach Norden Richtung Berghausen führen. An der Schnellermühle sind sowohl gesammelte Hangabwinde aus den westlich gelegenen Hangbereichen als auch nach Norden orientiert gesammelte bodennahe Kaltluftströmungen wirksam. Selbst in dieser Anfangsphase der Kaltluftbildung werden die Siedlungsbereiche von Pfinztal Berghausen im nördlichen Bereich und Söllingen mit Kaltluftströmungen versorgt.

Abb. 4.2 zeigt für den Bestand die Kaltluftvolumenstromdichte und die Kaltluftmächtigkeit in der Anfangsphase der Kaltluftbildung, d. h. in der ersten Stunde nach Einsetzen der Kaltluftbildung. Im dargestellten Ausschnitt überwiegen in der Anfangsphase geringe Volumenströme und geringe Kaltluftmächtigkeiten von wenigen Metern, mit Ausnahme der Talbereiche. In den Einschnitten der Hangbereiche und im Pfinztal entwickeln sich rasch Kaltluftmächtigkeiten von über 10 m und deutliche gesammelte Kaltluftströmungen entlang dem Pfinztal, überwiegend mit Orientierung nach Norden. Damit fördern die Kaltluftströmungen schon in der Anfangsphase der Kaltluftbildung eine nächtliche Belüftung der Siedlungsbereiche von Pfinztal Berghausen und Söllingen.

In **Abb. 4.3** ist für den Bestand die Kaltluftströmungsgeschwindigkeit bei ausgeprägten Kaltluftbedingungen im Laufe der Nacht aufgezeigt, d. h. für über 3 Stunden andauernde Kaltluftbildung. In den oberen Hangbereichen der Geländeerhebungen sind weiterhin kräftige Hangabwinde mit Strömungsgeschwindigkeiten bis ca. 2.5 m/s wirksam. In Bereichen mit geringer Längsneigung sind Strömungsgeschwindigkeiten um 0.5 m/s und in Siedlungsbereichen auch unter 0.5 m/s berechnet. Im dargestellten Ausschnitt überwiegen die Bereiche, in denen sich die Kaltluft im Pfinztal sammelt und langsam nach Norden bewegt. Im Bereich der Schnellermühle sind nach Norden orientierte, mächtige Kaltluftströmungen des Pfinztals wirksam; gleichwohl ist nicht auszuschließen, dass weiter bodennah kühle Hangabwinde aus westlichen Geländeanstiegen zur Schnellermühle geführt werden.



Kaltluftmächtigkeit in m



0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100

Kaltluftvolumenstromdichte

→ 25 m³/(m*s) → 50 m³/(m*s) → 100 m³/(m*s)

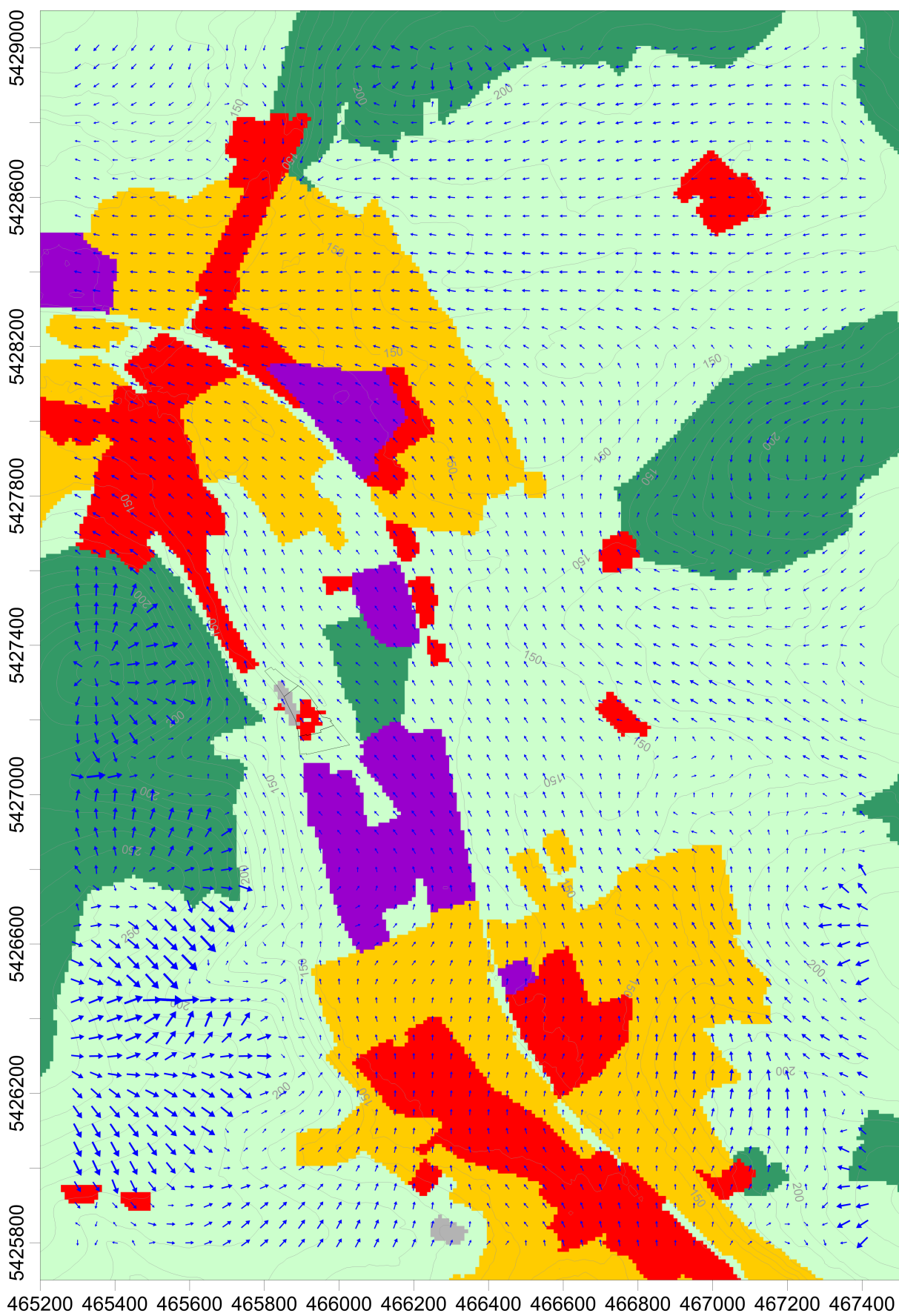
□ Planung ■ Siedlung ■ Wald

Abb. 4.2

20817-23-02

Kaltluftvolumenstromdichte und Kaltluftmächtigkeit in der Anfangsphase der Kaltluftbildung mit Landnutzung im Untersuchungsgebiet für den Bestand

 **Lohmeyer**



Kaltluftströmungsgeschwindigkeit

- 3 m/s
- 2 m/s
- 1 m/s

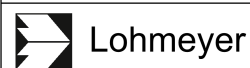
Landnutzung

- lockere Bebauung
- dichte Bebauung
- Gewerbe
- Verkehr
- Freiland
- Wald
- Wasser
- Planung

Abb. 4.3

20817-23-02

Kaltluftströmungsgeschwindigkeit bei ausgeprägten Kaltluftbedingungen mit Landnutzung im Untersuchungsgebiet für den Bestand



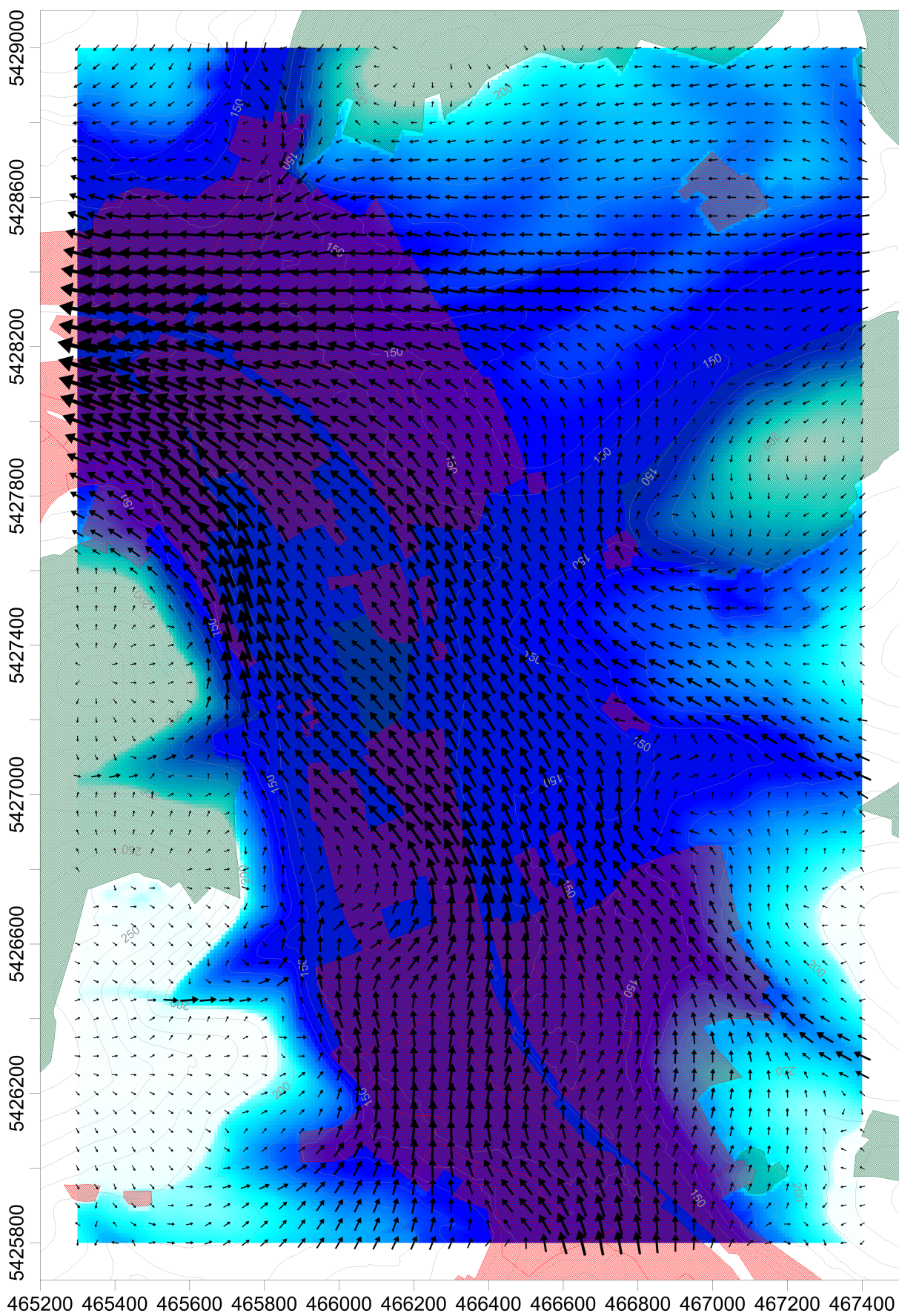
Bei andauernden Kaltluftbedingungen ist eine Zunahme der Kaltluftmächtigkeiten in den Tal-, Mulden- und Senkenbereichen zu erwarten. Dies ist in **Abb. 4.4** für den Bestand aufgezeigt und zeigt nahezu im gesamten dargestellten Ausschnitt mehrere Dekameter mächtige Kaltluftmächtigkeiten bis ca. 80 m und damit verbunden sehr kräftige Kaltluftströme entlang dem Pfinztal, überwiegend mit Orientierung nach Norden, wie bei den Siedlungsbereichen von Pfinztal Berghausen und Söllingen.

Damit erfolgt eine intensive Förderung der nächtlichen Belüftung der Siedlungsbereiche von Pfinztal Berghausen und Söllingen.

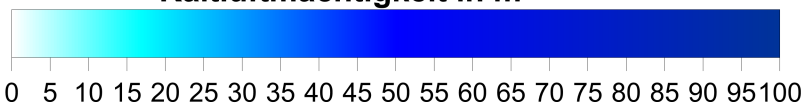
Die genannten Kaltluftberechnungen werden ebenfalls für den Planfall mit Umsetzung des geplanten Bauvorhabens „Schnellermühle“ mit modifizierter baulicher Landnutzung durchgeführt. Da die Planungen nicht zu kompletten Einschränkungen der Kaltluftströmungen führen, sind die Ergebnisdarstellungen ähnlich zu denen für den Bestand. Dementsprechend werden im Folgenden Darstellungen der Abnahmen der Kaltluftvolumenstromdichten aufgezeigt. In diesen Abbildungen ist das geplante Bauvorhaben Schnellermühle schwarz eingetragen und der Bereich ist als dichte Bebauung berücksichtigt. In den Abbildungen sind die Bereiche dargestellt, in denen Verringerungen der Kaltluftströmungen bedingt durch die Planungen zu erwarten sind.

In **Abb. 4.5** ist die Abnahme der Kaltluftvolumenstromdichte in der Anfangsphase der Kaltluftbildung als Linien gleicher Abnahmen für die Planung, d. h. mit Umsetzung des geplanten Bauvorhabens Schnellermühle, aufgezeigt. Mit der geplanten baulichen Nutzung werden bodennah die Kaltluftströmungsgeschwindigkeiten im Nahbereich des Grundstücks verringert. Damit sind entsprechend den Berechnungen gewisse Einschränkungen der der Schnellermühle zugeführten Hangabwinde aus westlicher Richtung zu erwarten, indem dort geringe Bereiche mit verringerter Kaltluftströmungsgeschwindigkeit auftreten. Entlang dem Talverlauf der Pfinz schwenkt die gesammelte Kaltluftströmung nach Norden; dort wirken sich die geplanten Gebäude mit verringerten Strömungsgeschwindigkeiten und einer geringen Verringerung der Kaltluftströmung in der Anfangsphase der Kaltluft aus. Dieser Bereich erstreckt sich über bestehende Freiflächen Richtung Berghausen.

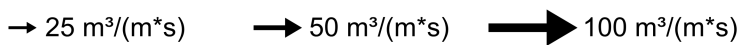
Bei ausgeprägten Kaltluftbildungen mit mächtiger Kaltluftschicht sind durch die Nutzungsänderungen, d. h. mit Umsetzung des geplanten Bauvorhabens Schnellermühle, in wenigen Bereichen Einschränkungen der Kaltluftströmung berechnet (**Abb. 4.6**). Das betrifft den direkten Nahbereich der Schnellermühle und nördlich benachbarte Bereiche mit Freiflächennutzungen,



Kaltluftmächtigkeit in m



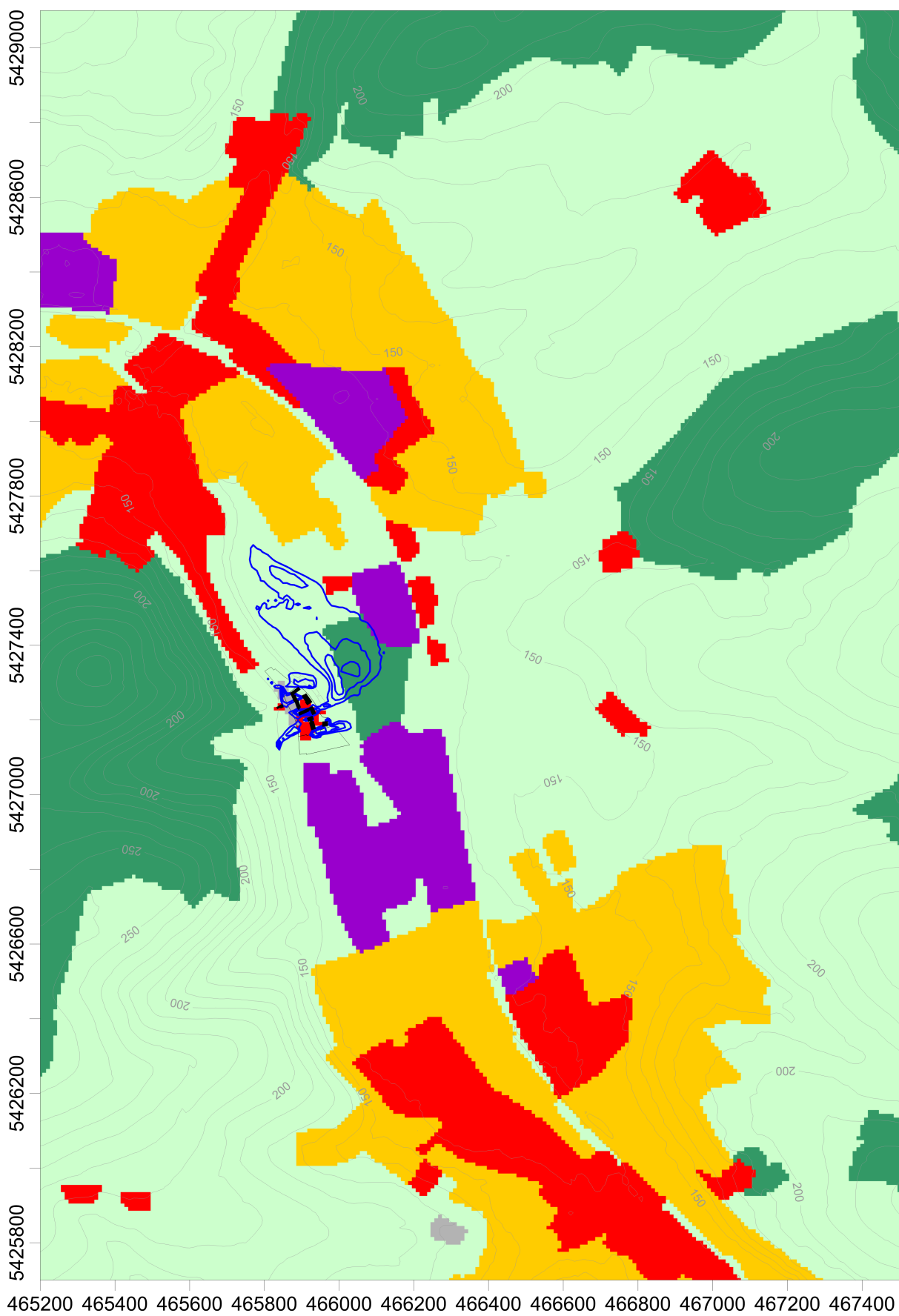
Kaltluftvolumenstromdichte



□ Planung ■ Siedlung ■ Wald

Abb. 4.4 20817-23-02
 Kaltluftvolumenstromdichte und Kaltluftmächtigkeit bei ausgeprägten Kaltluftbedingungen mit Landnutzung im Untersuchungsgebiet für den Bestand





**Abnahme der
Volumenstrom-
dichte in %**

— Linie gleicher Abnahme

Isolinienabstände
von außen:

-1, -2, -3, -5, -10

Landnutzung

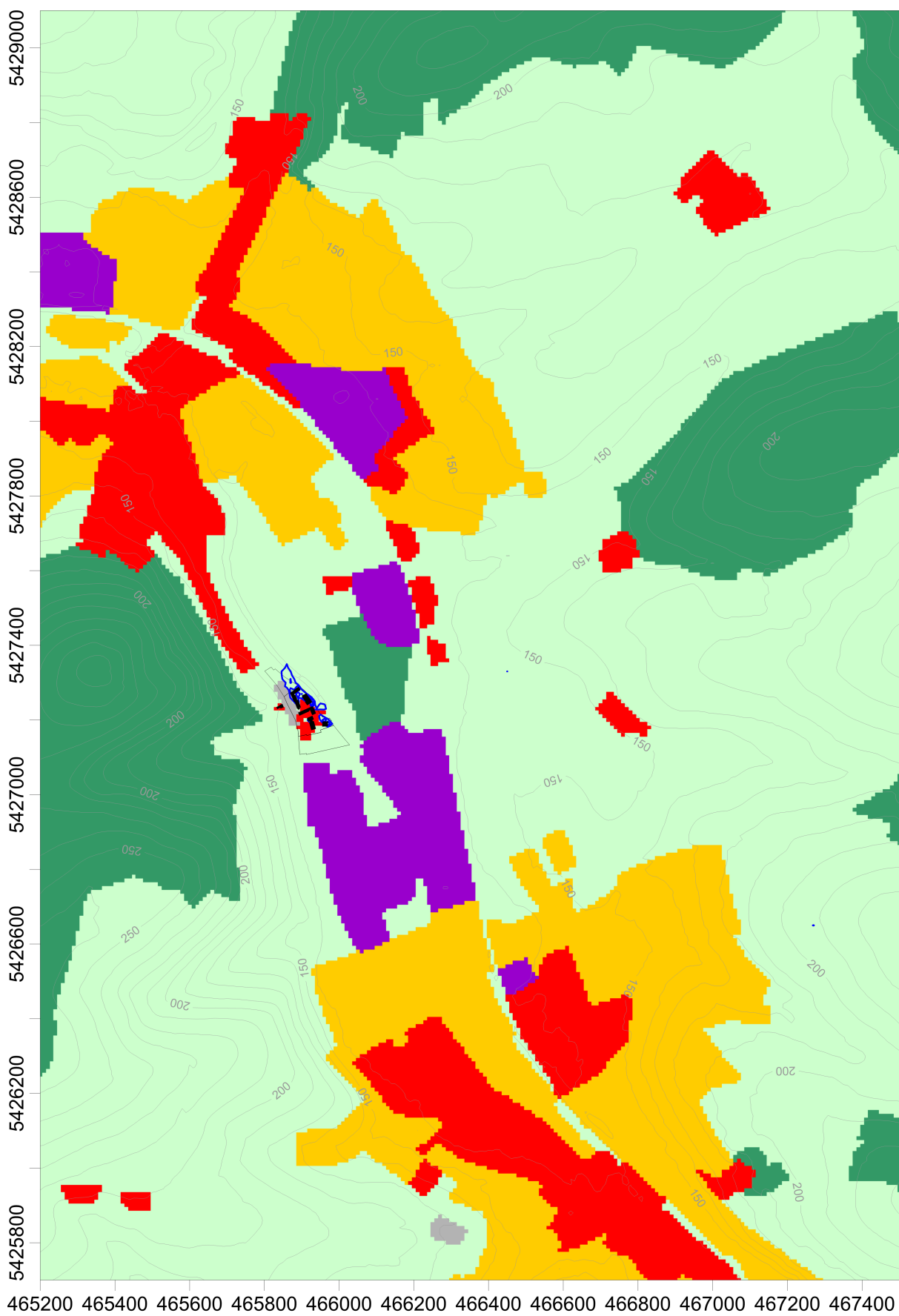
- lockere Bebauung
- dichte Bebauung
- Gewerbe
- Verkehr
- Freiland
- Wald
- Wasser
- Planung

Abb. 4.5

20817-23-02

Abnahme der Volumenstromdichte
in der Anfangsphase der Kaltluftbildung
für den Planfall gegenüber dem Bestand
mit Landnutzung





Abnahme der Volumenstromdichte in %

— Linie gleicher Abnahme

Isolinienabstände von außen:
-1, -2, -3, -5, -10

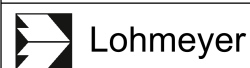
Landnutzung

- lockere Bebauung
- dichte Bebauung
- Gewerbe
- Verkehr
- Freiland
- Wald
- Wasser
- Planung

Abb. 4.6

20817-23-02

Abnahme der Volumenstromdichte bei ausgeprägten Kaltluftbedingungen für den Planfall gegenüber dem Bestand mit Landnutzung



indem dort die Strömungsgeschwindigkeit etwas verringert wird. Der mächtige Kaltluftstrom im Pfinztal wird das geplante Bauvorhaben Schnellermühle um- und überströmen und nur bodennah hinsichtlich der Strömungsgeschwindigkeit etwas eingeschränkt. Von den Bereichen mit eingeschränktem Kaltluftvolumenstrom sind überwiegend Freilandnutzungen wie Wiesen und landwirtschaftliche Nutzflächen betroffen.

Insgesamt ist für die Siedlungsbereiche von Pfinztal Berghausen und Söllingen festzuhalten, dass intensive Kaltluftbedingungen bestehen und dass die bestehenden Kaltluftströmungen die nächtliche Belüftung der bestehenden Siedlungsbereiche fördern und prägen; das trifft insbesondere in den genannten Siedlungsbereichen bei ausgeprägten Kaltluftbedingungen zu, indem entlang dem Pfinztal mehr als 50 m mächtige Kaltluftströmungen wirksam sind. Die baulichen Planungen für das geplante Bauvorhaben Schnellermühle führen zu gewissen Einschränkungen der Kaltluftströmung in dessen direkten Nahbereich. Dieser Bereich mit eingeschränkter bodennaher Strömungsgeschwindigkeit erstreckt sich überwiegend auf bestehende Freiflächenutzungen und erreicht den nördlich benachbarten Siedlungsrand von Pfinztal Berghausen nicht. Die mehr als 50 m mächtige Kaltluftströmung bewirkt weiterhin die Belüftung des Siedlungsbereichs von Berghausen. Die günstigen Kaltluftbelüftungsverhältnisse in den Siedlungsbereichen von Pfinztal Berghausen und Söllingen bleiben auch mit Umsetzung des geplanten Bauvorhabens Schnellermühle wirksam.

Einfluss auf Durchlüftungsverhältnisse

Im Bereich des Bauvorhabens Schnellermühle bei Pfinztal Berghausen wird die bodennahe Windrichtung bei vorherrschenden Regionalwinden durch das Relief mit den westlich und östlich gelegenen Geländeerhebungen geprägt. Für das Betrachtungsgebiet liegen keine langjährigen Windmessdaten vor. Synthetische, berechnete Windrosen im 500 m Raster werden im Internet durch die LUBW veranschaulicht. Diese zeigen keine ausgeprägte bodennahe Windlenkung im Pfinztal und werden hier nicht gesondert berücksichtigt.

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.

Das längste geplante Gebäude weist eine Länge von 51 m, eine Höhe von 12 m und eine Ausrichtung von Süden nach Norden auf. Daraus ergeben sich in west-östlicher Richtung im

Lee, d. h. hinter dem Strömungshindernis in Strömungsrichtung, bis in einen Abstand von ca. 44 m Bereiche mit modifizierter Strömungsrichtung und Strömungsgeschwindigkeit, bis in einen Abstand von ca. 220 m nur verringerte Strömungsgeschwindigkeiten. Damit sind von den möglichen eingeschränkten bodennahen Durchlüftungsverhältnissen durch die Planung keine bestehenden Siedlungsbereiche betroffen; die Einschränkungen sind überwiegend auf benachbarte Frei- und Verkehrsflächen beschränkt.

Am nördlichen Rand des Grundstücks ist ein Gebäudeflügel mit einer Länge von ca. 28 m, einer Höhe von ca. 12 m bei einer west-östlichen Orientierung vorgesehen. Daraus ergeben sich in nördlicher Richtung bis in einen Abstand von ca. 31 m Bereiche mit modifizierter Strömungsrichtung und Strömungsgeschwindigkeit, bis in einen Abstand von ca. 155 m nur verringerte Strömungsgeschwindigkeiten. Damit sind von den möglichen eingeschränkten bodennahen Durchlüftungsverhältnissen durch die Planung keine bestehenden Siedlungsbereiche betroffen; die Einschränkungen sind überwiegend auf benachbarte Frei- und Verkehrsflächen beschränkt.

Ergänzend ist anzumerken, dass im Bestand ein zusammenhängender Gebäudekomplex besteht, mit großen Ausdehnungen. Mit den Planungen sind zwischen den einzelnen Gebäuden Freiflächen vorgesehen, sodass eine Umströmung der Gebäude gegeben ist und damit die Störzonen der einzelnen Gebäude geringere Ausdehnungen aufweisen.

Damit sind in den Siedlungsbereichen von Pfinztal Berghausen und Söllingen bei vorherrschenden Regionalwindanströmungen keine wesentlichen Änderungen der bodennahen Windgeschwindigkeiten bedingt durch die baulichen Nutzungen des geplanten Bauvorhabens Schnellermühle zu erwarten. Das ist auch auf die bodennahen Lufttemperaturen übertragbar; über künstlichen Oberflächen, wie dem geplanten Bauvorhaben, bewirken die erhöhten Oberflächentemperaturen eine gewisse Erwärmung der bodennahen Luftschicht. Diese Erwärmung bleibt weitgehend auf das Plangebiet beschränkt und die Reichweite bei horizontalem Transport dieser Luftmassen durch vorherrschende bodennahe Windströmungen ist vergleichbar mit den oben genannten Ausdehnungen der windtechnischen Störbereiche. Großzügige Vegetationsausstattungen innerhalb des geplanten Bauvorhabens Schnellermühle mildern die Erwärmung der künstlichen Oberflächen.

5 QUELLEN

5.1 Literatur

Heldt, K., Höschele, K. (1989): Hang- und Bergwinde am Rheintalrand bei Karlsruhe. In: Meteorol. Rdsch. 41, S. 104-110.

King, E. (1973): Untersuchungen über kleinräumige Änderungen des Kaltluftflusses und der Frostgefährdung durch Straßenbauten (Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 130, Band 17).

Schädler, G., Lohmeyer, A. (1994): Simulation of nocturnal drainage flows on personal computers. In: Meteorol. Zeitschrift, N.F. 3, S. 167-171.

VDI 3783 Blatt 10 (2010): Umweltmeteorologie. Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle. Gebäude- und Hindernisumströmung. Richtlinie VDI 3783 Blatt 10. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN - Normenausschuss, Düsseldorf, März 2010.

VDI 3787 Blatt 5 (2003): Umweltmeteorologie. Lokale Kaltluft. Richtlinie VDI 3787 Blatt 5. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN - Normenausschuss, Düsseldorf, Dezember 2003.

5.2 Materialien

Lagepläne, übergeben Februar 2023 als pdf und dwg durch Ed. Züblin AG, Direktion Karlsruhe, Stabsbereich Technologie & Bauprozesse, Planungsmanagement/Projektkoordination SF:

- 21-18 Oettinger, Pfinztal, Schnellermühle Schnitt event.pdf
- 21-18 Oettinger, Pfinztal, Schnellermühle, AN Scheune.pdf
- 21-18 Oettinger, Pfinztal, Schnellermühle, Eventbereich EG 23_01_23.pdf
- 21-18 Oettinger, Pfinztal, Schnellermühle, 23_01_24, Gastro EG V01.pdf
- 21-18 Oettinger Pfinztal Schnellermühle Mühle + Haus 5_EG.pdf

- 21-18 Oettinger, Pfinztal, Schnellermühle, AN Haus 5, SN Mühle.pdf
- 21-18 Oettinger, Pfinztal, Schnellermühle, AN Mühle, SN Haus 5.pdf
- 21-18 Oettinger, Pfinztal, Schnellermühle, Haus 4, Schnitt.pdf
- LA 02.03. Freianlagen 230127.pdf

Frei verfügbare digitale Lagedaten:

- Corine Land Cover (CLC) 2018, Version 20 with funding by the European Union; data edited. Stand 2022
- Copernicus EU-DEM version 1.1 with funding by the European Union; data edited. Stand 2022

A N H A N G A 1
BESCHREIBUNG DES KALTLUFTMODELLS

A1 BESCHREIBUNG DES KALTLUFTMODELLS

A1.1 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 Kaltluftsammelgebieten, 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:

- i) wolkenarme Nächte: durch die aufgrund fehlender Wolken reduzierte Gegenstrahlung der Atmosphäre kann die Erdoberfläche kräftig auskühlen
- ii) 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 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 (2003), zusammenfassend beschrieben, eine doppelte Bedeutung: zum einen kann Kaltluft nachts für Belüftung und damit Abkühlung thermisch belasteter Siedlungsgebiete sorgen. Zum anderen sorgt Kaltluft, die aus Reinluftgebieten kommt, für die nächtliche Belüftung schadstoffbelasteter Siedlungsräume. Kaltluft kann aber auch auf ihrem Weg Luftbeimengungen (Autoabgase, 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 dazu ist das im Folgenden beschriebene Modell erstellt worden (Schädler, 1994).

A1.2 Modellbeschreibung

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. Topografie 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.

A1.3 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.