

(nicht in gedruckter Form  
– nur online im

Ratsinformationssystem)

VMPA anerkannte  
Schallschutzprüfstelle  
nach DIN 4109

**Leitung:**

Dipl.-Phys. Axel Hübel

Dipl.-Ing. Heiko Kremer-Bertram  
Staatlich anerkannter  
Sachverständiger für  
Schall- und Wärmeschutz

Dipl.-Ing. Mark Bless

**Anschriften:**

Peutz Consult GmbH

Kolberger Straße 19  
40599 Düsseldorf  
Tel. +49 211 999 582 60  
Fax +49 211 999 582 70  
dus@peutz.de

Borussiastraße 112  
44149 Dortmund  
Tel. +49 231 725 499 10  
Fax +49 231 725 499 19  
dortmund@peutz.de

Carmerstraße 5  
10623 Berlin  
Tel. +49 30 92 100 87 00  
Fax +49 30 92 100 87 29  
berlin@peutz.de

Gostenhofer Hauptstraße 21  
90443 Nürnberg  
Tel. +49 911 477 576 60  
Fax +49 911 477 576 70  
nuernberg@peutz.de

**Geschäftsführer:**

Dr. ir. Martijn Vercammen  
Dipl.-Ing. Ferry Koopmans  
AG Düsseldorf  
HRB Nr. 22586  
Ust-IdNr.: DE 119424700  
Steuer-Nr.: 106/5721/1489

**Bankverbindungen:**

Stadt-Sparkasse Düsseldorf  
Konto-Nr.: 220 241 94  
BLZ 300 501 10  
DE79300501100022024194  
BIC: DUSSEDDXXX

**Niederlassungen:**

Mook / Nimwegen, NL  
Zoetermeer / Den Haag, NL  
Groningen, NL  
Paris, F  
Lyon, F  
Leuven, B

**peutz.de**

## Kaltluftgutachten zum Bebauungsplan Nr. 245/II „Bergisch Neukirchen – Am Köllerweg“ in Lever- kusen

Bericht C 5272-1 vom 27.11.2020

Auftraggeber: Bayer Real Estate GmbH  
Beschaffung / ZA1  
Hauptstraße 119  
51373 Leverkusen

Bericht-Nr.: C 5272-1

Datum: 27.11.2020

Ansprechpartner/in: Herr Siebers

Dieser Bericht besteht aus insgesamt 41 Seiten,  
davon 21 Seiten Text und 20 Seiten Anlagen.

## Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung.....	4
2	Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien.....	5
3	Örtliche Gegebenheiten.....	7
4	Grundlagen.....	8
4.1	Bewertung von Kaltluftabflüssen.....	8
5	Berechnungsmodell.....	10
5.1	Modellbeschreibung.....	10
5.2	Eingangsdaten.....	11
5.2.1	Aufbau und Abgrenzung des Rechengebietes.....	11
5.2.2	Digitales Geländemodell.....	11
5.2.3	Landnutzung.....	12
6	Ergebnisse der Kaltluftberechnungen.....	15
6.1	Großräumiges Kaltluftgeschehen.....	15
6.2	Kaltluftgeschehen im Umfeld des Bebauungsplangebietes.....	16
6.2.1	Mächtigkeit der Kaltluftschicht – zwei Stunden nach Sonnenuntergang.....	16
6.2.2	Kaltluftvolumenstrom - zwei Stunden nach Sonnenuntergang.....	17
6.2.3	Mächtigkeit der Kaltluftschicht – sechs Stunden nach Sonnenuntergang.....	17
6.2.4	Kaltluftvolumenstrom - sechs Stunden nach Sonnenuntergang.....	17
7	Zusammenfassung.....	19

**Tabellenverzeichnis**

Tabelle 4.1: Bewertung des Kaltluftvolumenstroms.....9  
Tabelle 4.2: Bewertung der planerischen Auswirkungen von Kaltluftabflüssen [3].....9  
Tabelle 5.1: Verwendete Landnutzungsklassen im Rechenmodell KLAM\_21.....13

**Abbildungsverzeichnis**

## **1 Situation und Aufgabenstellung**

Aufgrund des stark gestiegenen Wohnraumbedarfs in Leverkusen soll mit der Realisierung des Bebauungsplanes Nr. 245/II „Bergisch Neukirchen – Am Köllerweg“ [1] das Ziel verfolgt werden, die bestehende Siedlung „Am Köllerweg“ geringfügig zu ergänzen [2]. Insgesamt sollen sechs zweigeschossige Wohngebäude entstehen.

Das Plangebiet liegt im Ölbachtal, in dem aufgrund seines Reliefs und dem großen Anteil an unversiegelten Freiflächen in Strahlungsnächten Kaltluft gebildet wird, welche entsprechend der Hangneigung abfließt und insbesondere den Leverkusener Stadtteil Opladen mit Frischluft versorgt.

In diesem Zusammenhang soll eine gutachterliche Abklärung der Auswirkungen des Vorhabens auf den Kaltluftabfluss der Frisch-/Kaltluftschneise des Ölbachtales erfolgen.

Hierzu werden Kaltluftberechnungen mit dem Kaltluftmodell KLAM\_21 in der aktuellen Version 2012 für den Ist- und Planfall unter Berücksichtigung des Reliefs, der Landnutzung sowie der Bebauungssituation im Umfeld des Planvorhabens durchgeführt.

Die Beurteilung der Veränderung erfolgt gemäß der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 5 „Lokale Kaltluft“ [3] anhand eines Vergleiches der berechneten Kaltluftkenngrößen Kaltluftschichtdicke und Kaltluftvolumenstrom.

Ein Lageplan der örtlichen Gegebenheiten und des Plangebietes ist in Anlage 1 dargestellt. Anlage 2 zeigt den Bebauungsplanentwurf.

## 2 Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien

Titel / Beschreibung / Bemerkung			Kat.	Datum
[1]	Vorentwurf des Bebauungsplanes 245/II „Bergisch-Neukirchen – Am Köllerweg“	Stadt Leverkusen Fachbereich Stadtplanung	Lit.	Stand Oktober 2020
[2]	22. Flächennutzungsplanänderung „Bergisch-Neukirchen – Am Köllerweg“ - Begründung zur frühzeitigen Beteiligung gemäß § 3 Abs. 1 BauGB und § 4 Abs. 1 BauGB	Stadt Leverkusen, Fachbereich Stadtplanung	Lit.	Stand November 2020
[3]	VDI 3787 Blatt 5 Lokale Kaltluft	Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL	RIL	2003
[4]	Klimaanalyse Nordrhein-Westfalen LANUV-Fachbericht 86	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen	Lit.	2018
[5]	Das Kaltluft-Abfluss-Modell KLAM_21. Theoretische Grundlagen und Handhabung des PC-Programms	Deutscher Wetterdienst	Lit.	2008
[6]	Das Kaltluftabflussmodell KLAM_21	Deutscher Wetterdienst	Lit.	November 2017
[7]	Hinweisdatei zu Problemen bei aufgelöster Bebauung: „klam_21_hinweise_V2.012.txt	Deutscher Wetterdienst, Meinolf Koßmann	Lit.	Oktober 2018
[8]	LOD2-Modell im CityGML-Format des Untersuchungsgebietes	Landesregierung NRW: <a href="https://www.geoportal.nrw/">https://www.geoportal.nrw/</a>	P	November 2020
[9]	Digitales Geländemodell (DGM1) des Untersuchungsgebietes	Landesregierung NRW: <a href="https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/geobasis/dgm/dgm1/dgm1_05316000_Leverkusen_EPSG4647_XYZ.zip">https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/geobasis/dgm/dgm1/dgm1_05316000_Leverkusen_EPSG4647_XYZ.zip</a>	P	Dezember 2018
[10]	Urban Atlas – Landnutzungsdaten im Vektorformat – Erfassungsstand 2018	Copernicus – Europe’s exes on Earth: <a href="https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas/urban-atlas-2018">https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas/urban-atlas-2018</a>	P	November 2020
[11]	Mapping Guide v6.1 for a European Urban Atlas	Copernicus – Europe’s exes on Earth: <a href="https://land.copernicus.eu/user-corner/technical-library/urban_atlas_2012_2018_mapping_guide_v6-1.pdf">https://land.copernicus.eu/user-corner/technical-library/urban_atlas_2012_2018_mapping_guide_v6-1.pdf</a>	L.	2020

Kategorien:

G Gesetz  
V Verordnung  
VV Verwaltungsvorschrift  
RdErl. Runderlass

N Norm  
RIL Richtlinie  
Lit Buch, Aufsatz, Berichtigung  
P Planunterlagen / Betriebsangaben

### 3 Örtliche Gegebenheiten

Das Plangebiet liegt in der Gemarkung Bergisch-Neukirchen, Flur 10. Es umfasst eine Fläche von rund 0,5 Hektar und wird im Westen durch die Neukronenberger Straße, im Norden durch die Wohnstraße „Am Köllerweg“ und im Osten durch bestehende Frei- und Waldflächen begrenzt. Südlich grenzt eine extensiv genutzte Grünfläche sowie der Panoramaradweg „Balkantrasse“ an das Plangebiet an [2].

Das Gelände im Plangebiet ist topografisch stark bewegt und weist zwischen der Erschließungsstraße „Am Köllerweg“ und der südlichen Plangebietsgrenze im Mittel einen Höhenunterschied von etwa sechs Metern auf. Die Plangebietsfläche ist mit Ausnahme der befestigten Straße Am Köllerweg aktuell unbebaut und wird überwiegend zur Wiesenwirtschaft genutzt [2].

Der Bebauungsplanentwurf [1] sieht im Plangebiet die Realisierung von bis zu sechs zweigeschossigen Wohngebäuden vor.

## 4 Grundlagen

In wolkenarmen, windschwachen Nächten (Strahlungsnächten) bildet sich durch die negative Strahlungsbilanz über Freiflächen eine bodennahe Kaltluftschicht aus. Im topographisch gegliederten Gelände fließt diese Kaltluft entsprechend der Neigung des Geländes hangabwärts. Damit nennenswerte Kaltluftabflüsse entstehen, sollte die Hangneigung erfahrungsgemäß wenigstens 1 bis 2 Grad betragen.

Die Mächtigkeit einer solchen Kaltluftschicht kann in Abhängigkeit des Nachtzeitpunktes, der Größe des Kaltlufteinzugsgebietes sowie den meteorologischen Rahmenbedingungen stark schwanken. Im Allgemeinen beträgt sie zwischen 1 und 50 m. Staut sich der Kaltluftabfluss an Hindernissen oder in Senken, bildet sich ein sogenannter Kaltluftsee, in dem die Kaltluft zum Stehen kommt. In solchen Kaltluftseen kann die Kaltluftschichtdicke auch deutlich größere Mächtigkeiten annehmen. Die Strömungsgeschwindigkeiten innerhalb eines Kaltluftabflusses liegt typischerweise in der Größenordnung zwischen 1 und 3 m/s. Aufgrund der oftmals nur sehr flachen Ausprägung und den geringen Strömungsgeschwindigkeiten sind Kaltluftabflüsse sehr störanfällig, sodass Hindernisse wie Gebäude, Wälle oder Lärmschutzwände unter gewissen Randbedingungen zu einem Strömungsabbruch führen können.

Die Produktionsrate von Kaltluft hängt stark von der Landnutzung ab: Freilandflächen weisen die höchsten Kaltluftproduktionsraten (zwischen 10-20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h) auf, für Waldflächen schwanken die Literaturangaben sehr stark (zwischen 1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h in ebenem Gelände und 30-40 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h am Hang). Besiedelte, versiegelte Gebiete verhalten sich bezüglich der Kaltluftproduktion neutral bis kontraproduktiv (städtische Wärmeinsel).

Unter Umweltgesichtspunkten werden Kaltluftabflüssen sowohl positive als auch negative Auswirkungen zugewiesen. 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.

### 4.1 Bewertung von Kaltluftabflüssen

Zur Quantifizierung von Kaltluftabflüssen und der Bewertung von planungsbedingten Veränderungen wird in der Regel der Kaltluftvolumenstrom herangezogen. Gemäß [3] ist der Kaltluftvolumenstrom das Produkt aus der mittleren Strömungsgeschwindigkeit innerhalb der Kaltluftsäule sowie der Kaltluftschichtdicke und gibt an, wie viel Kaltluft in einer definierten Zeit (z.B. Sekunde) durch einen 1 m breiten Querschnitt strömt. Der Kaltluftvolumenstrom ist

somit ein lokal gültiges Maß und damit für die Messung, die Bewertung und die Modellrechnung sehr gut geeignet.

Durch das Landesamt für Umwelt und Verbraucherschutz in NRW (LANUV) wurde eine landesweite Klimaanalyse inklusive der Berechnung von Kaltluftabflüssen erstellt. In Ermangelung von absoluten Schwellen- oder Grenzwerten wurde die Bewertung der Kaltluftabflüsse in dieser Untersuchung mittels einer z-Transformation [4] durchgeführt. Somit ergibt sich eine Bewertung, die auf den Gebietsmittelwert von NRW zurückgeht und positive Abweichungen entsprechend gut bewertet (überdurchschnittliche Kaltluftproduktion) und negative entsprechend als schlechter (unterdurchschnittlich) bewertet. Die entsprechenden Klassengrenzen zeigt die nachfolgende Tabelle:

Tabelle 4.1: Bewertung des Kaltluftvolumenstroms

Kaltluftvolumenstrom (m <sup>3</sup> /ms)	Qualitative Bewertung
> 27	sehr hoch
> 15 - 27	hoch
> 3 - 15	mittel
<= 3	gering

In den folgenden Auswertungen werden die Kaltluftvolumenströme im Untersuchungsraum in Anlehnung an die Klassengrenzen der LANUV-Untersuchung gemäß der Bewertungsmatrix in Tabelle 4.1 eingeteilt.

Die Bewertung der planbedingten Veränderungen im Kaltluftgeschehen erfolgt gemäß der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 5 „Lokale Kaltluft“ [3]. Diese Richtlinie schlägt vor, als Maß der Beeinflussung die prozentuale Änderung eines Parameters gegenüber dem Istzustand sowie die Häufigkeit des Auftretens heranzuziehen. Zur Bewertung einer planbedingten Veränderung wird daher in dieser Untersuchung die in Tabelle 4.2 dargestellte Skala verwendet.

Tabelle 4.2: Bewertung der planerischen Auswirkungen von Kaltluftabflüssen [3]

Prozentuale Änderung gegenüber dem Ist-Zustand	≤ 5 %	≤ 10 %	> 10 %
Auswirkung	gering	mäßig	hoch

## 5 Berechnungsmodell

### 5.1 Modellbeschreibung

Die Kaltluftberechnungen wurden mit der aktuellen Version des vom Deutschen Wetterdienst entwickelten Kaltluftabflussmodells KLAM\_21 [5] durchgeführt.

KLAM\_21 ist ein zweidimensionales, mathematisch-physikalisches Simulationsmodell zur Berechnung von Kaltluftflüssen in gegliedertem Gelände für Fragen der Standort-, Stadt- und Regionalplanung. Das Modell simuliert die Entwicklung von Kaltluftflüssen und die Ansammlung von Kaltluft in einem beliebig auswählbaren, rechteckig begrenzten Untersuchungsgebiet. Über diese Fläche wird ein numerisches Gitter gelegt, typische Gitterabstände sind dabei 20 bis 50 m. Zur adäquaten Abbildung der Bebauungsverhältnisse wurde im vorliegenden Fall im Nahbereich der Planung mit einer Gitterauflösung von 5 m gerechnet.

Die Modellgebietsgröße wird in der Regel so gewählt, dass alle relevanten Kaltlufteinzugsgebiete erfasst sind. Jedem Gitterpunkt werden eine Flächennutzung sowie eine Geländehöhe zugeordnet. Jeder Landnutzungsklasse wiederum entspricht eine fest vorgegebene Kälteproduktionsrate und eine Rauigkeit als Maß für den aerodynamischen Widerstand. Außerdem können aus dem Gelände herausragende Hindernisse (z.B. Einzelgebäude, Dämme, Schallschutzwände) modelliert werden, die von der Kaltluft erst überwunden werden, wenn sie eine bestimmte Höhe erreicht hat. Das Zusammenspiel dieser Einflussgrößen bestimmt das Entstehen, Fließen und die Ansammlung der Kaltluft.

Der Start der Simulation liegt kurz vor Sonnenuntergang. Zu diesem Zeitpunkt wird eine Atmosphäre vorausgesetzt, in der keine horizontalen Gradienten der Lufttemperatur und der Luftdichte vorhanden sind. Es werden während der gesamten Nacht gleichbleibend gute Ausstrahlungsbedingungen, also ein wolkenloser Himmel angenommen.

KLAM\_21 ist in der Lage, Kaltluftbewegungen in ihrer Dynamik und zeitlichen Entwicklung flächendeckend wiederzugeben.

Die physikalische Basis des Modells bilden eine vereinfachte Bewegungsgleichung und eine Energiebilanzgleichung, mit der der Energieverlust und damit der „Kälteinhalt“ der Kaltluftschicht bestimmt wird. Aus dem Kälteinhalt einer jeden Säule wird dann (unter der Annahme einer bestimmten Höhenabhängigkeit der Abkühlung) die Kaltluflhöhe errechnet. Als Ergebnis erhält man die flächenhafte Verteilung der Kaltluflhöhe und ihrer mittleren Fließgeschwindigkeit oder der Volumenströme zu beliebig abgreifbaren Simulationszeitpunkten.

## **5.2 Eingangsdaten**

### **5.2.1 Aufbau und Abgrenzung des Rechengebietes**

Zur korrekten Quantifizierung der Kaltluftabflüsse im Plangebiet muss sichergestellt werden, dass das gesamte Kaltlufteinzugsgebiet oberhalb des Plangebietes in den Berechnungen berücksichtigt wird. Daher wurde vor Beginn der Berechnungen eine Geländeanalyse erstellt und das Untersuchungsgebiet entsprechend großzügig dimensioniert. Das Untersuchungsgebiet entspricht in seinen Ausmaßen dem dargestellten Bereich in Anlage 3. Die Abmessungen des gesamten Untersuchungsraumes betragen ca. 15 km in West-Ost und ca. 6 km in Nord-Süd-Ausrichtung. In den äußeren Bereichen des Rechengebietes wurde eine horizontale Gitterauflösung von 25 m realisiert.

Bei den zu erwartenden Auswirkungen des Planvorhabens handelt es sich allerdings eher um kleinräumige Effekte. Um diese Auswirkungen sichtbar zu machen, ist es zwingend notwendig, die Gebäudestrukturen innerhalb des Plangebietes sowie in dessen Umfeld explizit abzubilden und als Strömungshindernisse zu berücksichtigen.

Das Rechenmodell KLAM\_21 gestattet eine explizite Gebäudeberücksichtigung mithilfe eines „Nesting“ des Modellgebietes, d.h. die Einbettung eines (oder mehrerer) hoch aufgelöster „Kernbereiche“ in einen gröber aufgelösten „Einflussbereich“. Ein solches Nesting ist dann von Vorteil, wenn das eigentliche Untersuchungsgebiet relativ klein ist, dabei aber einen großen Einflussbereich besitzt, der bei einer angemessenen Simulation des Kaltluftgeschehens mit berücksichtigt werden muss. Innerhalb des Nesting-Gebietes wird die Gitterauflösung des gröbereren Einflussbereichs um den Faktor 5 reduziert.

Die Lage des in dieser Untersuchung verwendeten Nestingbereiches, in dem die Gebäudestrukturen explizit aufgelöst wurden zeigt z.B. Anlage 3. In diesem Bereich wurde eine horizontale Gitterauflösung von 5 m realisiert. Die Abmessung des Nesting-Gebietes beträgt etwa 1,4 km in Ost-West- und etwa 1,1 km in Nord-Süd-Ausrichtung.

Für die Berechnung wurde eine Strahlungsnacht ohne übergeordneten Regionalwind angenommen, d.h. die Berechnungsergebnisse zeigen das reine, thermisch bedingte Kaltluftgeschehen.

### **5.2.2 Digitales Geländemodell**

Die für die Berechnung notwendigen Informationen zur Geländehöhe wurden aus den von der Landesregierung NRW kostenfrei zur Verfügung gestellten digitalen Geländemodellen (DGM1) [9] entnommen und in eine einheitliche horizontale Gitterauflösung von 5 m überführt. Anlage 3 zeigt die Geländehöhen im gesamten Untersuchungsraum.

Für die fachgerechte Berücksichtigung des Gebäudeeinflusses innerhalb des Nestinggebietes müssen die Gebäudehöhen auf das digitale Geländemodell aufgeprägt werden (vgl. Kapitel 5.2.3). Hierzu wurden für die Bestandsbebauung die von der Landesregierung NRW kostenfrei zur Verfügung gestellten CityGML-Modelle [8] herangezogen.

Lage und Höhe der geplanten Gebäude wurden auf Grundlage des vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Entwurfs zum Bebauungsplan Nr. 245/II „Bergisch Neukirchen – Am Köllerweg“ mit Stand Oktober 2020 [1] erfasst.

Anlage 3 zeigt die Geländehöhen im gesamten Untersuchungsgebiet. Anlage 5 zeigt die Geländehöhen inklusive der aufgeprägten Gebäudehöhen innerhalb des Nestinggebietes im Planfall.

### **5.2.3 Landnutzung**

Die zur Bestimmung von Kaltluftproduktionsraten und Rauigkeiten benötigten Informationen zur Landnutzung im Untersuchungsraum wurden mithilfe des von der EU zur Verfügung gestellten Datensatzes Urban-Atlas mit Stand 2018 [10] abgeleitet. Dieser Dienst stellt sehr hoch aufgelöste Landnutzungsdaten, die aus Satellitenbildern abgeleitet werden, für Europäische Ballungsgebiete zur Verfügung. Der Vorteil dieses Datensatzes gegenüber anderen Datenquellen zur Landbedeckung (z.B. Corine und ALK) besteht darin, dass in den Siedlungsbereichen nach verschiedenen Versiegelungsgraden unterschieden wird und somit die Rauigkeit und Kälteproduktion innerhalb von Siedlungsgebieten in den KLAM-Berechnungen deutlich genauer erfasst werden kann.

Da die Landnutzungsklassen des Urban Atlas nicht den in KLAM\_21 verwendeten Landnutzungsklassen entsprechen, mussten zunächst die Urban Atlas-Klassen in die standardmäßig vorgegebenen KLAM-Klassen reklassifiziert werden. Für die Siedlungsbereiche wurden zudem ergänzende nutzerdefinierte KLAM-Klassen erzeugt, die neben dem Versiegelungsgrad auch die Grundflächenzahl (Anteil der bebauten Fläche an der Gesamtfläche) sowie die typischen mittleren Gebäudehöhen pro Klasse berücksichtigen. Die Informationen zur Grundflächenzahl und zur mittleren Gebäudehöhe wurden hierbei durch Verschneidung der frei verfügbaren LOD2-Gebäudemodelle des Landes NRW [8] mit den Urban-Atlas-Landnutzungsflächen ermittelt. Anlage 4 zeigt die in den Berechnungen berücksichtigte Landnutzung für den gesamten Untersuchungsraum im Istfall. Die in den Kaltluftberechnungen verwendeten Landnutzungsklassen mit den entsprechenden Parametern können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 5.1: Verwendete Landnutzungsklassen im Rechenmodell KLAM\_21

Nutzungen	z0g	grz	hg	wai	bg	hv	xlai	a	vsg
Wald	0,4	0,0	0,0	0,0	0,9	20,0	6,0	0,56	0,0
halb vers. Fläche	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-99	0,5
Park	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	20,0	6,0	1,0	0,05
unvers. Freifläche	0,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
versiegelte Fläche	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-99	1,0
Wasser	0,001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bahnfläche	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,75	0,0
Siedlungsstrukturen Versiegelungsgrad > 80%	0,1	0,2	9,0	3,0	0,0	0,0	0,0	-99	0,8
	0,1	0,4	10,0	3,0	0,0	0,0	0,0	-99	0,8
	0,1	0,6	12,0	3,0	0,0	0,0	0,0	-99	0,8
Siedlungsstrukturen Versiegelungsgrad 50 - 80%	0,1	0,2	8,0	4,0	0,0	0,0	0,0	-99	0,65
	0,1	0,4	10,0	4,0	0,0	0,0	0,0	-99	0,65
Siedlungsstrukturen Versiegelungsgrad 30 - 50%	0,1	0,2	8,0	4,0	0,0	0,0	0,0	-99	0,4
	0,1	0,4	6,0	4,0	0,0	0,0	0,0	-99	0,4
Siedlungsstrukturen Versiegelungsgrad 10 - 30%	0,1	0,2	7,0	4,0	0,0	0,0	0,0	-99	0,2
Siedlungsstrukturen Versiegelungsgrad < 10%	0,1	0,2	9,0	4,0	0,0	0,0	0,0	-99	0,05
Isolierte Strukturen	0,1	0,2	7,0	4,0	0,0	0,0	0,0	-99	0,4
Industrie – und Gewerbegebiete	0,1	0,2	8,0	0,9	0,0	0,0	0,0	-99	0,9
	0,1	0,4	8,0	0,9	0,0	0,0	0,0	-99	0,9
	0,1	0,6	8,0	0,9	0,0	0,0	0,0	-99	0,9

Mit:

- z0g(i)** Rauigkeitslänge des Bodens in m ohne Beachtung explizit spezifizierter Bebauung oder Bewaldung
- grz(i)** Grundflächenzahl, Anteil der bebauten Fläche an der Gesamtfläche
- hg(i)** mittlere Gebäudehöhe in m
- wa(i)** Wandflächenindex, mittleres Verhältnis der Wandfläche eines Gebäudes zu dessen Grundfläche
- bg(i)** mittlerer Bedeckungsgrad des Bodens mit Bäumen
- xlai(i)** Blattflächenindex, über die Höhe aufsummierte einseitige Blattfläche eines Baumes im Verhältnis zu seiner Kronenquerschnittsfläche
- hv(i)** mittlere Baumhöhe in m
- a(i)** relativer Wirkungsgrad der effektiven Ausstrahlung im Vergleich zu einer optimalen Abkühlungsfläche (Bei einem Wert von -99 wird a als Funktion von Bebauung und Versiegelung berechnet [6])
- vsg(i)** Versiegelungsgrad der Gesamtfläche einschließlich der bebauten Flächenanteile

Das Rechenmodell KLAM\_21 gestattet eine explizite Gebäudeberücksichtigung mithilfe eines „Nesting“ des Modellgebietes, d. h. die Einbettung eines (oder mehrerer) hoch aufgelöster „Kernbereiche“ in einem gröber aufgelösten „Einflussbereich“. Ein solches Nesting ist dann von Vorteil, wenn das eigentliche Untersuchungsgebiet relativ klein ist, dabei aber einen großen Einflussbereich besitzt, der bei einer angemessenen Simulation des Kaltluftgeschehens mit berücksichtigt werden muss. Innerhalb des Nestinggebietes wird die Gitterauflösung des gröberen Einflussbereichs um den Faktor 5 reduziert. Außerdem können innerhalb des Nestinggebietes aus dem Gelände herausragende Hindernisse (z. B. Einzelgebäude, Dämme, Schallschutzwände) modelliert werden, die von der Kaltluft erst überwunden werden, wenn sie eine bestimmte Höhe erreicht hat oder aber – falls möglich – umströmt werden.

Im Oktober 2018 wurde von KLAM\_21 Nutzern berichtet, dass es bei der Simulation von aufgelöster Bebauung oder von wandartigen Hindernissen zu unrealistischem luvseitigem Stau von Kaltluft kommen kann. Seitens des Modellentwicklers wurde daraufhin eine Textdatei [7] mit dem Hinweis verschickt, dass bis zur Klärung der Problematik in Erwägung gezogen werden sollte, die Einzelgebäude als orographische Strukturen innerhalb des Geländemodells zu simulieren. Weiterhin wird empfohlen, die Landnutzung der Modellgitterzellen mit Gebäuden als versiegelte Flächen zu modellieren. In einem weiteren Telefonat mit dem Modellentwickler erfolgte der Hinweis, dass die Bereiche innerhalb von städtischer Bebauung, die nicht einem Gebäude zuzuordnen sind, je nach Durchgrünungsgrad als halb versiegelte oder komplett versiegelte Freifläche zu berücksichtigen sind. Im vorliegenden Fall wurde in den Wohngebieten im Umfeld des Planvorhabens eine halb versiegelte Freiflächezugrunde gelegt. Anlage 6 zeigt die im Planfall angesetzten Landnutzungen innerhalb des Nestinggebietes.

## 6 Ergebnisse der Kaltluftberechnungen

Die Berechnungen wurden für den Istfall und den Planfall ohne übergeordneten Regionalwind durchgeführt. Die Berechnungsergebnisse zeigen somit ausschließlich das thermisch bedingte Kaltluftgeschehen. Im Folgenden wird die Kaltluftsituation zu zwei Zeitpunkten ausgewertet und dargestellt. Der erste Auswertzeitpunkt ist 2 Stunden nach Sonnenuntergang und, der zweite Auswertzeitpunkt ist 6 Stunden nach Sonnenuntergang. Erfahrungen zeigen, dass nach 6 Stunden das Kaltluftgeschehen stationär wird, d.h. dass sich nach diesem Zeitpunkt kaum noch Änderungen im Strömungsgeschehen ergeben.

Zur Verdeutlichung des großräumigen Kaltluftgeschehens innerhalb des gesamten Untersuchungsgebietes wird zunächst der Kaltluftvolumenstrom zwei Stunden und sechs Stunden nach Sonnenuntergang für den Istfall dargestellt. Auf eine Darstellung der Ergebnisse des Planfalls sowie der Differenzen zwischen Ist- und Planfall wird an dieser Stelle aufgrund der in dieser Maßstäblichkeit kaum darzustellenden geringfügigen Änderungen verzichtet.

Anschließend werden die Kaltluftmächtigkeit sowie der Kaltluftvolumenstrom für den Ist- und den Planfall sowie als Differenz innerhalb des Nestingebietes für beide Auswertzeitpunkte dargestellt.

### 6.1 Großräumiges Kaltluftgeschehen

Anlage 7 zeigt den Kaltluftvolumenstrom für den Istfall im gesamten Untersuchungsraum zwei Stunden nach Sonnenuntergang. Es wird deutlich, dass sich bereits in den frühen Nachtstunden ein gut ausgeprägter Kaltluftabfluss im Ölbachtal ausgebildet hat. Die Kaltluft fließt hierbei entsprechend des Gefälles in westliche Richtung nach Leverkusen-Opladen ab. Mit einer Volumenstromdichte von zum Teil mehr als  $46 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$  weist das Ölbachtal gemäß der LANUV-Klassifizierung (vgl. Kapitel 4.1) ein sehr gutes Durchlüftungspotenzial auf. Dieser Kaltluftabfluss speist sich aus der abfließenden Kaltluft, die sich auf den talaufwärts gelegenen Wiesen-, Acker- und Waldflächen des Ölbachtales bildet.

Eine weitere wichtige Kaltluftleitbahn ist das südlich des Ölbachtales gelegene Wiembachtal. Hier treten Kaltluftvolumenstromdichten von zum Teil mehr als  $50 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$  auf. Dieser Kaltluftabfluss speist sich aus den kaltluftproduzierenden Freiflächen des Forellentaales, des Kötterbachtals und des östlichen Wiembachtales.

Im Bereich des Stadtteils Bergisch-Neukirchen vereinigen sich die Kaltluftströme aus dem Ölbachtal und dem Wiembachtal und fließen entlang des Wiembachtales in Richtung Westen. Zwischen den Sportanlagen des TUS Quettingen und dem Freibad im Wiembachtal beträgt die Volumenstromdichte fast  $40 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$ , was einem sehr hohen Durchlüftungspotenzial entspricht.

Mit der zunehmenden Rauigkeit infolge der Bebauung entlang der Rennbaumstraße, der Talstraße und der Pommernstraße, beziehungsweise Stauffenbergstraße wird der Kaltluftstrom abgebremst und weist flächenhaft nur noch ein mittleres Durchlüftungspotenzial mit einer Volumenstromdichte  $< 20 \text{ m}^3/\text{ms}$  auf. Allerdings fungieren die Pommernstraße, beziehungsweise Stauffenbergstraße und die Rennbaumstraße als Kaltluftleitbahn, auf denen lokal auch höhere Volumenstromdichten ausgewiesen werden.

Ein Teil der im Wiembachtal abfließenden Kaltluft fließt zudem südwärts in Richtung des Stadtteils Quettingen ab. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Mächtigkeit der Kaltluftschicht den Talquerschnitt übersteigt. So werden auch im Ortsteil Quettingen zum Teil Kaltluftvolumenstromdichten von bis zu  $30 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$  erreicht.

Anlage 8 zeigt die großräumige Kaltluftsituation sechs Stunden nach Sonnenuntergang. Gegenüber der Situation zwei Stunden nach Sonnenuntergang wird deutlich, dass die Grundstruktur der Abflüsse nahezu unverändert geblieben ist, sich der Kaltluftabfluss im gesamten Untersuchungsgebiet aber intensiviert hat. Der vereinigte Kaltluftstrom im Wuppertal weist östlich der A 3 in der zweiten Nachthälfte sogar teilweise ein sehr hohes Durchlüftungspotenzial aus.

## **6.2 Kaltluftgeschehen im Umfeld des Bebauungsplangebietes**

Nachfolgend wird das Kaltluftgeschehen im Umfeld des Bebauungsplangebietes jeweils zwei Stunden und sechs Stunden nach Sonnenuntergang für den Ist- und den Planfall sowie als Differenz dargestellt. Ausgewertet werden die Parameter Mächtigkeit der Kaltluftschicht sowie der Kaltluftvolumenstrom.

### **6.2.1 Mächtigkeit der Kaltluftschicht – zwei Stunden nach Sonnenuntergang**

Anlage 9 bis Anlage 11 zeigen die Mächtigkeit der Kaltluftschicht zwei Stunden nach Sonnenuntergang im Ist- und im Planfall sowie als Differenz. Es wird deutlich, dass die größten Kaltluftmächtigkeiten von bis zu 43 m im Bereich der Talachse des Ölbaches auftreten. Die Kaltluftpöhe sinkt mit zunehmender Geländehöhe. In den Siedlungsgebieten nördlich der Burscheider Straße liegt die Kaltluftmächtigkeit zwischen 0 und 10 m. Im deutlich tiefer gelegenen Plangebiet beträgt die Kaltluftschichtdicke zwischen 15 und 30 m.

Durch die Realisierung des Planvorhabens ergeben sich nur marginale Änderungen in Bezug auf die Kaltluftpöhe, vor allem im Bereich der neu geplanten Gebäude. Signifikante Änderungen im Sinne der VDI 3787 Blatt 5 mit flächenhaften Veränderungen  $> 10 \%$  liegen

nicht vor. Ein relevanter Einfluss des Vorhabens auf die Kaltluftmächtigkeit in den ersten Nachtstunden ist somit ausgeschlossen.

### **6.2.2 Kaltluftvolumenstrom - zwei Stunden nach Sonnenuntergang**

Anlage 12 bis Anlage 14 zeigen den Kaltluftvolumenstrom zwei Stunden nach Sonnenuntergang im Ist- und im Planfall sowie als Differenz. Bei der Interpretation der Darstellungen ist zu beachten, dass die Windpfeile die mittlere Strömung innerhalb der gesamten Kaltluftsäule verdeutlichen.

Anlage 12 verdeutlicht, dass der in westliche Richtung abfließende Kaltluftvolumenstrom in der Talachse des Ölbachtales ein sehr hohes Durchlüftungspotenzial mit Werten  $> 42 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$  aufweist. Im Plangebiet werden mittlere bis hohe Volumenstromdichten zwischen  $8 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$  und  $18 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$  erreicht.

Durch die Realisierung der Planung ändert sich die Verteilung des Kaltluftvolumenstroms innerhalb des Plangebietes geringfügig. Während im Bereich der Gebäude eine leichte Abnahme des Kaltluftvolumenstroms zu erkennen ist, steigt zwischen den Gebäuden infolge von Umströmungseffekten die Kaltluftvolumenstromdichte an. Eine Beeinflussung des Kaltluftvolumenstroms über die Grenzen des Plangebietes hinaus kann aufgrund der Rechenergebnisse für die frühen Nachtstunden ausgeschlossen werden.

### **6.2.3 Mächtigkeit der Kaltluftschicht – sechs Stunden nach Sonnenuntergang**

Anlage 15 bis Anlage 17 zeigen die Mächtigkeit der Kaltluftschicht sechs Stunden nach Sonnenuntergang im Ist- und im Planfall sowie als Differenz. Die Abbildungen zeigen, dass die Mächtigkeit der Kaltluftschicht im Lauf der Nacht um etwa 5 m leicht angewachsen ist. So beträgt sie im Bereich der tiefsten Stellen des Ölbachtales etwa 47 m. Im Bereich des Plangebietes wird eine Kaltfluthöhe von 21 bis 36 m ausgewiesen. Ähnlich wie zu Beginn der Nacht ergeben sich durch die Realisierung des Planvorhabens nur marginale Änderungen in Bezug auf die Kaltluftmächtigkeit im Bereich der neu geplanten Gebäude.

### **6.2.4 Kaltluftvolumenstrom - sechs Stunden nach Sonnenuntergang**

Anlage 18 bis Anlage 20 zeigen den Kaltluftvolumenstrom sechs Stunden nach Sonnenuntergang im Ist- und im Planfall sowie als Differenz. Durch den leichten Anstieg der Kaltluftmächtigkeit steigt auch die Kaltluftvolumenstromdichte im Untersuchungsgebiet an. So wird im Plangebiet im Istfall ein durchgehend hohes Belüftungspotenzial mit Volumenstromdichten zwischen  $15$  und  $20 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$  ausgewiesen.

Durch die Realisierung der Planung ändert sich der Kaltluftvolumenstrom innerhalb des Plangebietes ähnlich wie in den frühen Nachtstunden nur leicht. Während im Bereich der Gebäude eine leichte Abnahme des Kaltluftvolumenstroms zu erkennen ist, steigt zwischen den Gebäuden infolge von Umströmungseffekten die Kaltluftvolumenstromdichte an. Eine Beeinflussung des Kaltluftvolumenstroms über die Grenzen des Plangebietes hinaus kann aufgrund der Rechenergebnisse für die frühen Nachtstunden ausgeschlossen werden.

Somit stellen die geplanten Gebäude für die Kaltluftströmung kein Hindernis dar, welches zu einem Strömungsabriss, bzw. zu einer Strömungsreduktion führen würde.

## 7 Zusammenfassung

Aufgrund des stark gestiegenen Wohnraumbedarfs in Leverkusen soll mit der Realisierung des Bebauungsplanes Nr. 245/II „Bergisch Neukirchen – Am Köllerweg“ [1] das Ziel verfolgt werden, die bestehende Siedlung „Am Köllerweg“ geringfügig zu ergänzen [2]. Insgesamt sollen sechs zweigeschossige Wohngebäude entstehen.

Das Plangebiet liegt im Ölbachtal, in dem aufgrund seines Reliefs und dem großen Anteil an unversiegelten Freiflächen in Strahlungsnächten Kaltluft gebildet wird, welche entsprechend der Hangneigung abfließt und insbesondere den Leverkusener Stadtteil Opladen mit Frischluft versorgt.

In diesem Zusammenhang soll eine gutachterliche Abklärung der Auswirkungen des Vorhabens auf den Kaltluftabfluss der Frisch-/Kaltluftschneise des Ölbaches erfolgen.

Hierzu wurden Kaltluftberechnungen mit dem Kaltluftmodell KLAM\_21 in der aktuellen Version 2012 für den Ist- und Planfall unter Berücksichtigung des Reliefs, der Landnutzung sowie der Bebauungssituation im Umfeld des Planvorhabens durchgeführt. Die Beurteilung der Veränderung erfolgte anhand eines Vergleiches der berechneten Kaltluftkenngrößen Kaltluftschichtdicke und Kaltluftvolumenstrom.

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass durch die Realisierung des Planvorhabens sowohl zu Beginn der Nacht als auch zu Ende der Nacht keine Änderungen in Bezug auf die zu erwartende Kaltluftmächtigkeit zu erwarten sind.

Gleiches gilt für den Kaltluftvolumenstrom. Hier werden innerhalb der Plangebietsgrenzen sowohl leichte Zu- als auch leichte Abnahmen prognostiziert, die sich aus Umströmungseffekten im Bereich der neu geplanten Gebäude ergeben. Aufsummiert halten sich die Veränderungen in etwa die Waage. Eine Beeinflussung des Kaltluftvolumenstroms über die Grenzen des Plangebietes hinaus kann aufgrund der Rechenergebnisse ausgeschlossen werden.

Somit ist sichergestellt, dass aus der Realisierung des Planvorhabens keine Schwächung der Frisch-, bzw. Kaltluftschneise des Ölbachtales resultiert.

Peutz Consult GmbH

i.V. Dipl.-Geogr. Björn Siebers  
(fachliche Verantwortung / Projektbearbeitung)

i.V. Dipl.-Ing. Oliver Streuber  
(Qualitätskontrolle)

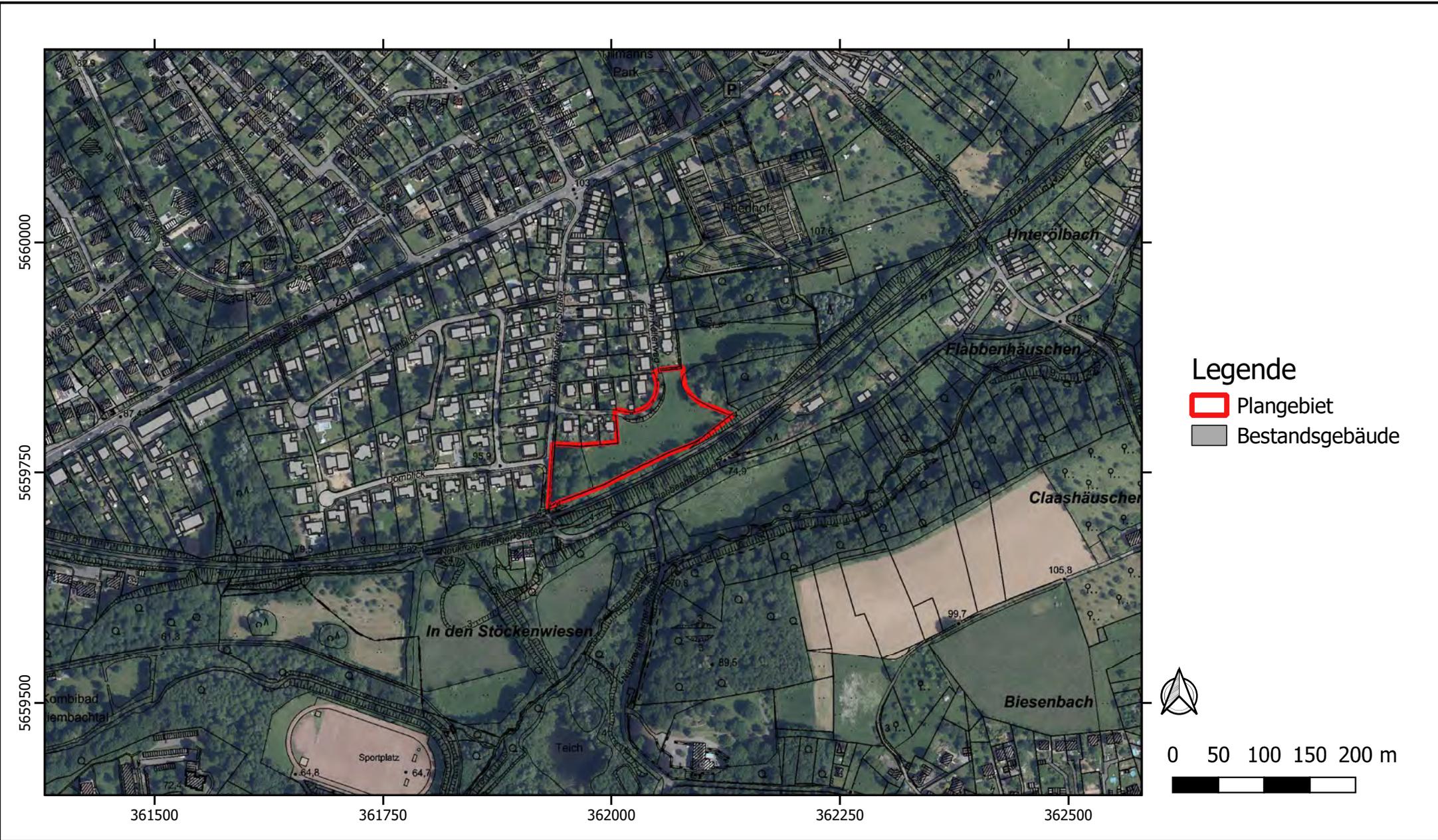
C 5272-1  
27.11.2020

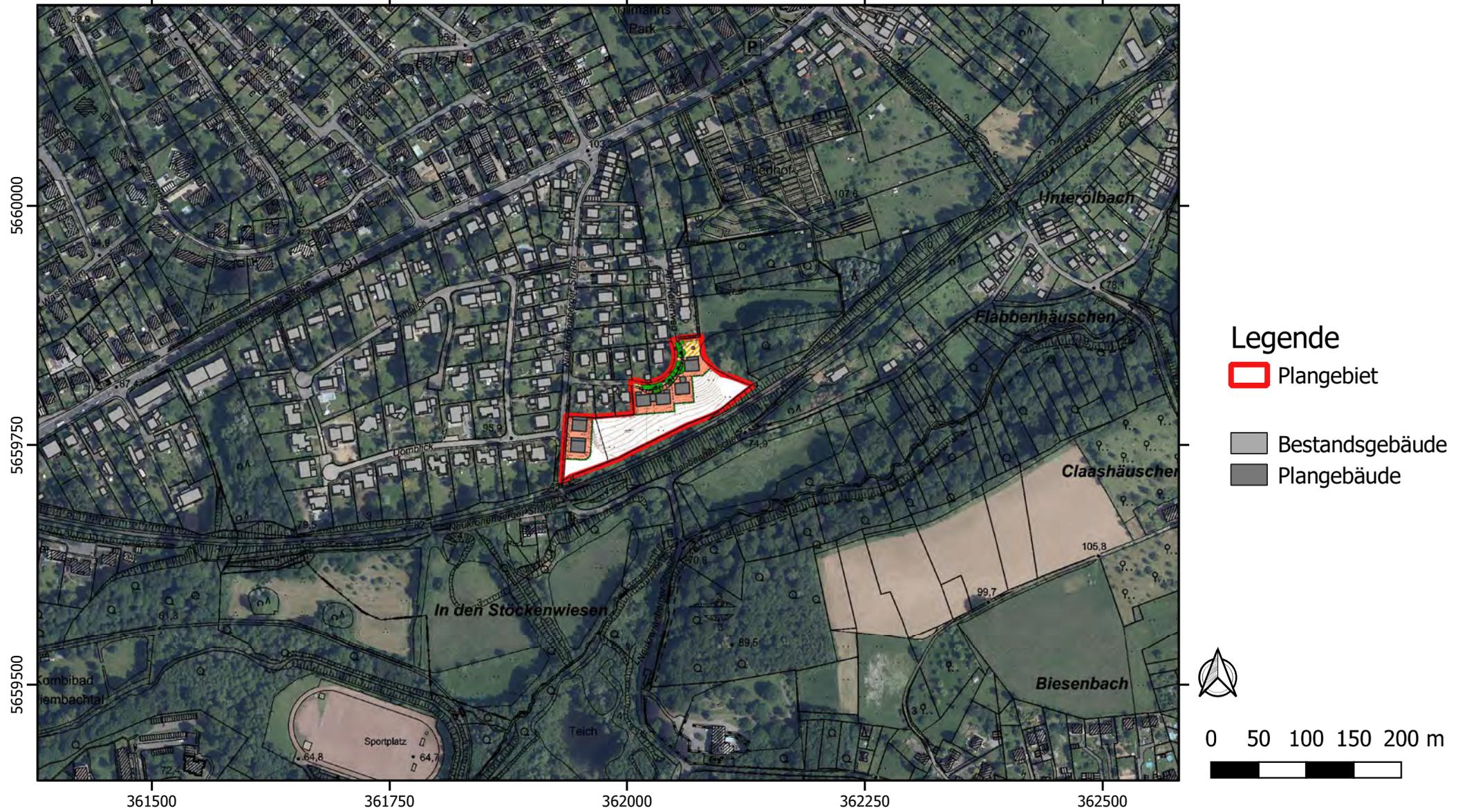
Seite 19 von 21

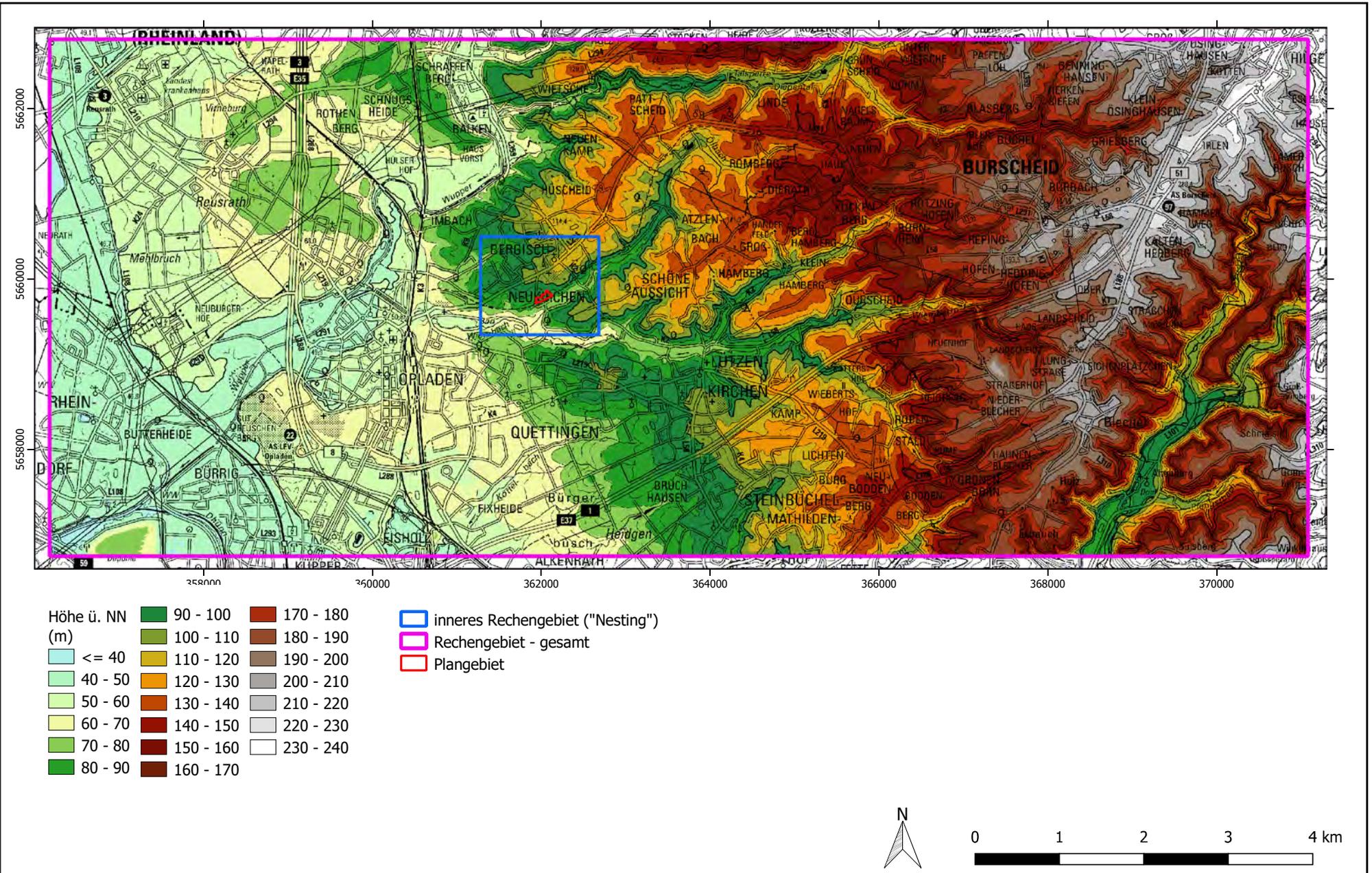
Anlagenverzeichnis

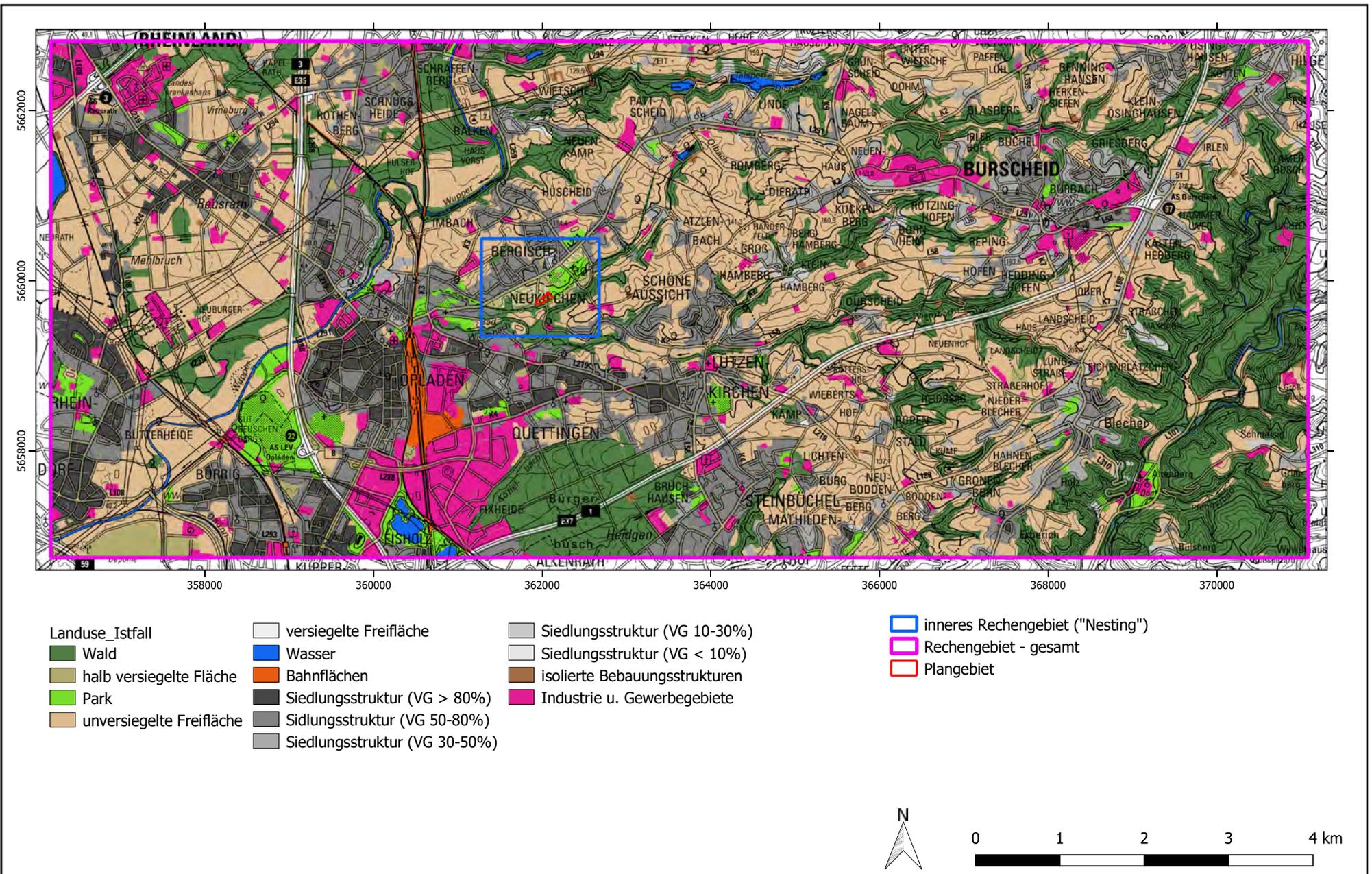
- Anlage 1 Übersichtslageplan der Bestandssituation (Ist-Fall)
- Anlage 2 Übersichtslageplan für den Planfall
- Anlage 3 Geländehöhen im Untersuchungsraum
- Anlage 4 Landnutzung im Untersuchungsraum
- Anlage 5 Geländehöhen im Planfall – Nestinggebiet
- Anlage 6 Landnutzung im Planfall - Nestinggebiet
- Anlage 7 Kaltluftvolumenstrom im Istfall (gesamtes Untersuchungsgebiet) – 2 Stunden nach Sonnenuntergang
- Anlage 8 Kaltluftvolumenstrom im Istfall (gesamtes Untersuchungsgebiet) – 6 Stunden nach Sonnenuntergang
- Anlage 9 Kaltluftmächtigkeit im Istfall (Nestinggebiet) – 2 Stunden nach Sonnenuntergang
- Anlage 10 Kaltluftmächtigkeit im Planfall (Nestinggebiet) – 2 Stunden nach Sonnenuntergang
- Anlage 11 Differenz der Kaltluftmächtigkeit (Nestinggebiet) – 2 Stunden nach Sonnenuntergang
- Anlage 12 Kaltluftvolumenstrom im Istfall (Nestinggebiet) – 2 Stunden nach Sonnenuntergang

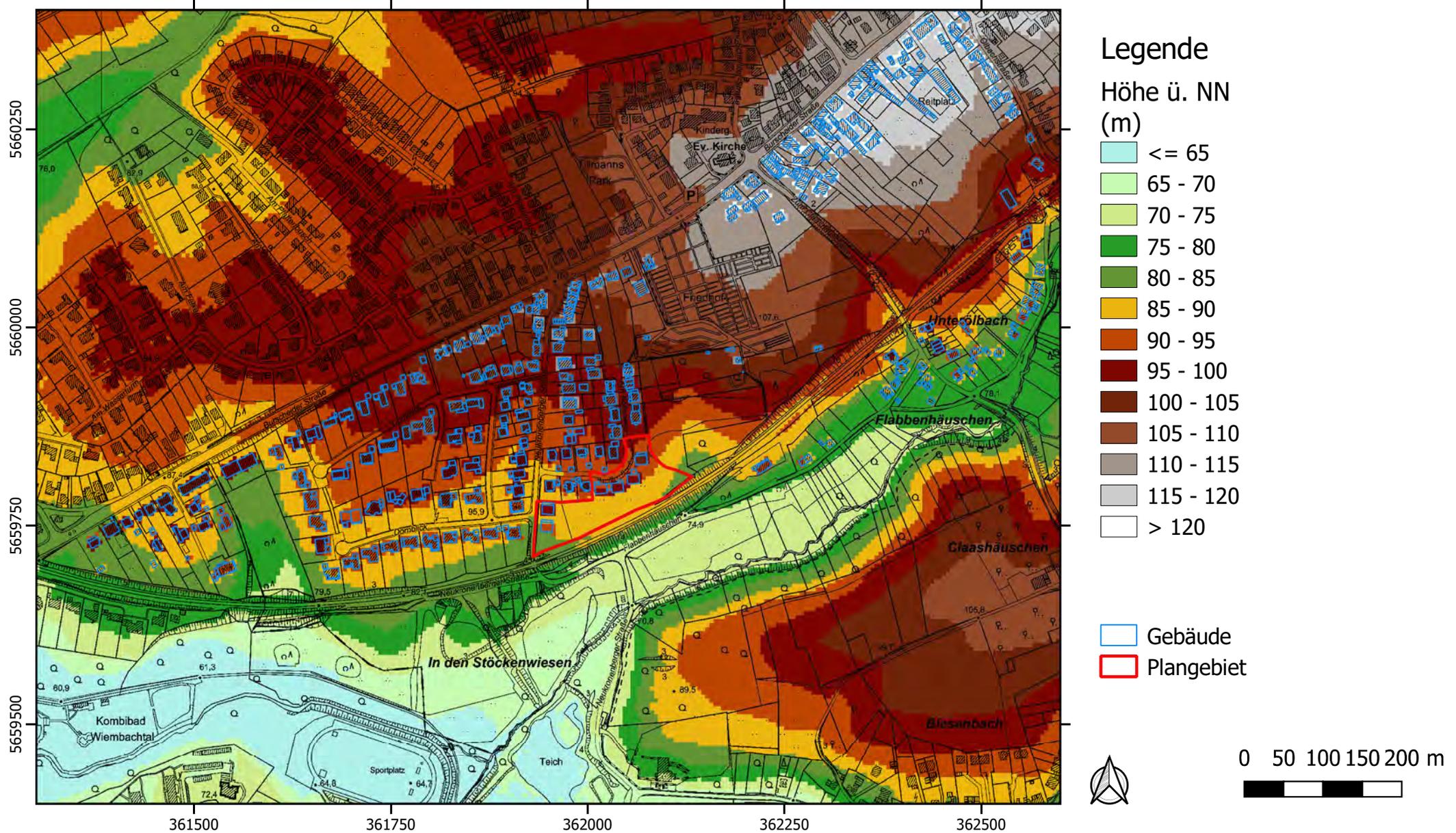
- Anlage 13 Kaltluftvolumenstrom im Planfall (Nestinggebiet) – 2 Stunden nach Sonnenuntergang
- Anlage 14 Differenz des Kaltluftvolumenstroms (Nestinggebiet) – 2 Stunden nach Sonnenuntergang
- Anlage 15 Kaltluftmächtigkeit im Istfall (Nestinggebiet) – 6 Stunden nach Sonnenuntergang
- Anlage 16 Kaltluftmächtigkeit im Planfall (Nestinggebiet) – 6 Stunden nach Sonnenuntergang
- Anlage 17 Differenz der Kaltluftmächtigkeit (Nestinggebiet) – 6 Stunden nach Sonnenuntergang
- Anlage 18 Kaltluftvolumenstrom im Istfall (Nestinggebiet) – 6 Stunden nach Sonnenuntergang
- Anlage 19 Kaltluftvolumenstrom im Planfall (Nestinggebiet) – 6 Stunden nach Sonnenuntergang
- Anlage 20 Differenz des Kaltluftvolumenstroms (Nestinggebiet) – 6 Stunden nach Sonnenuntergang

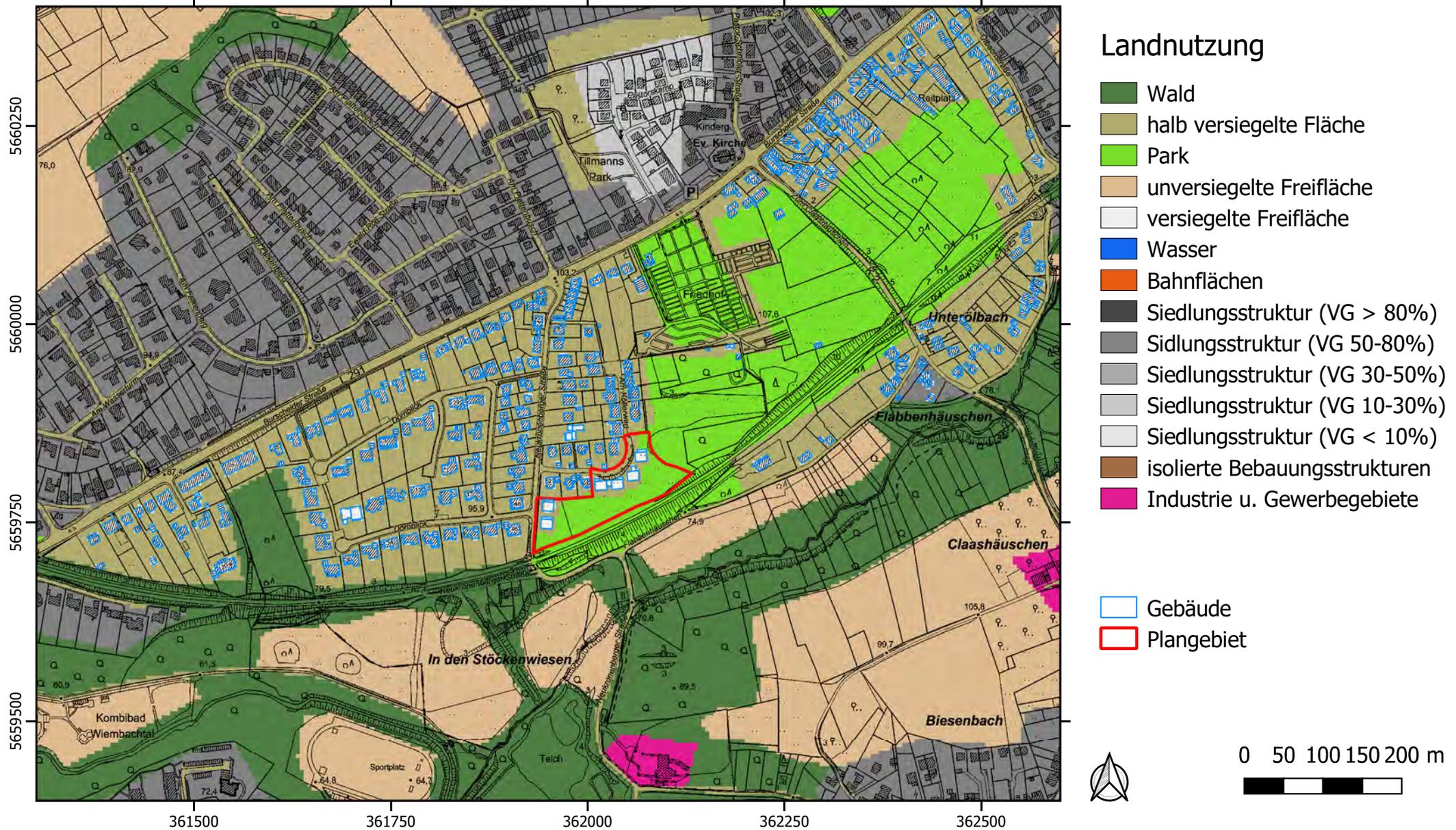




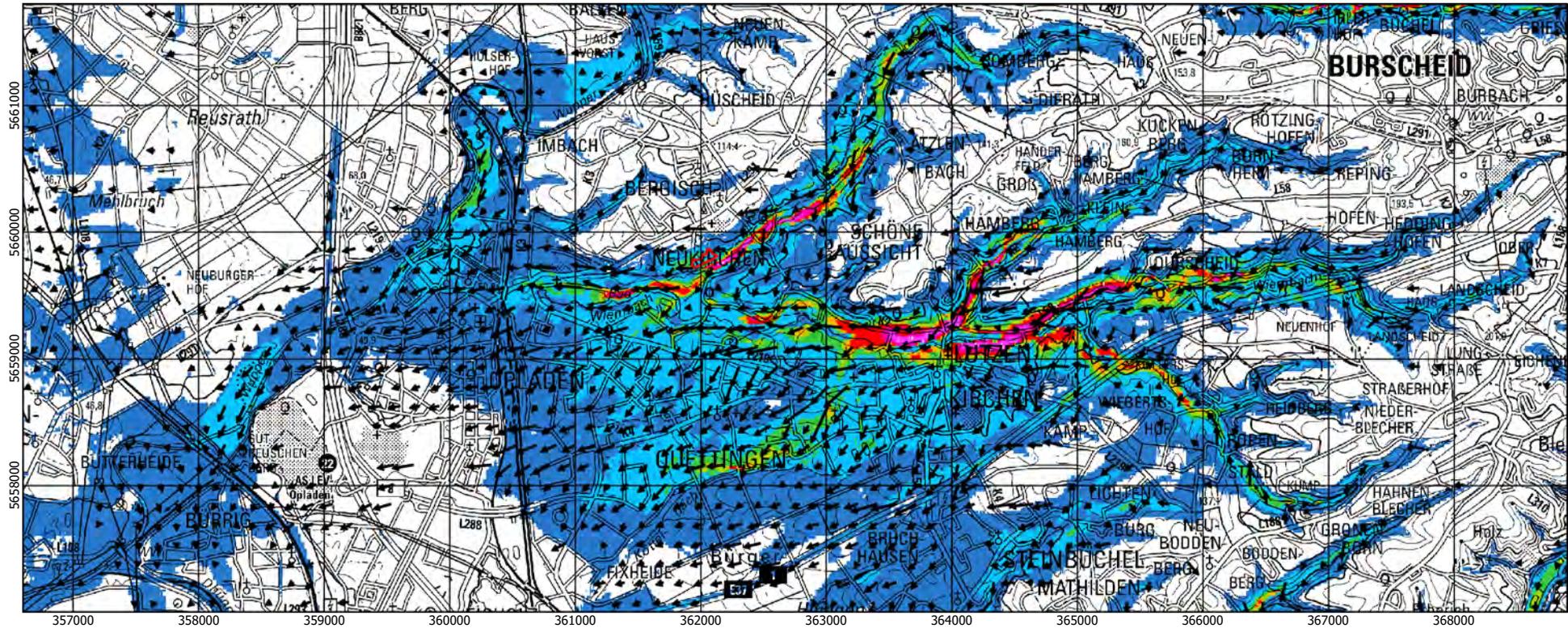








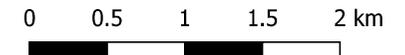
Kaltluftvolumenstrom im Istfall (gesamtes Untersuchungsgebiet) - 2 Stunden nach Sonnenuntergang



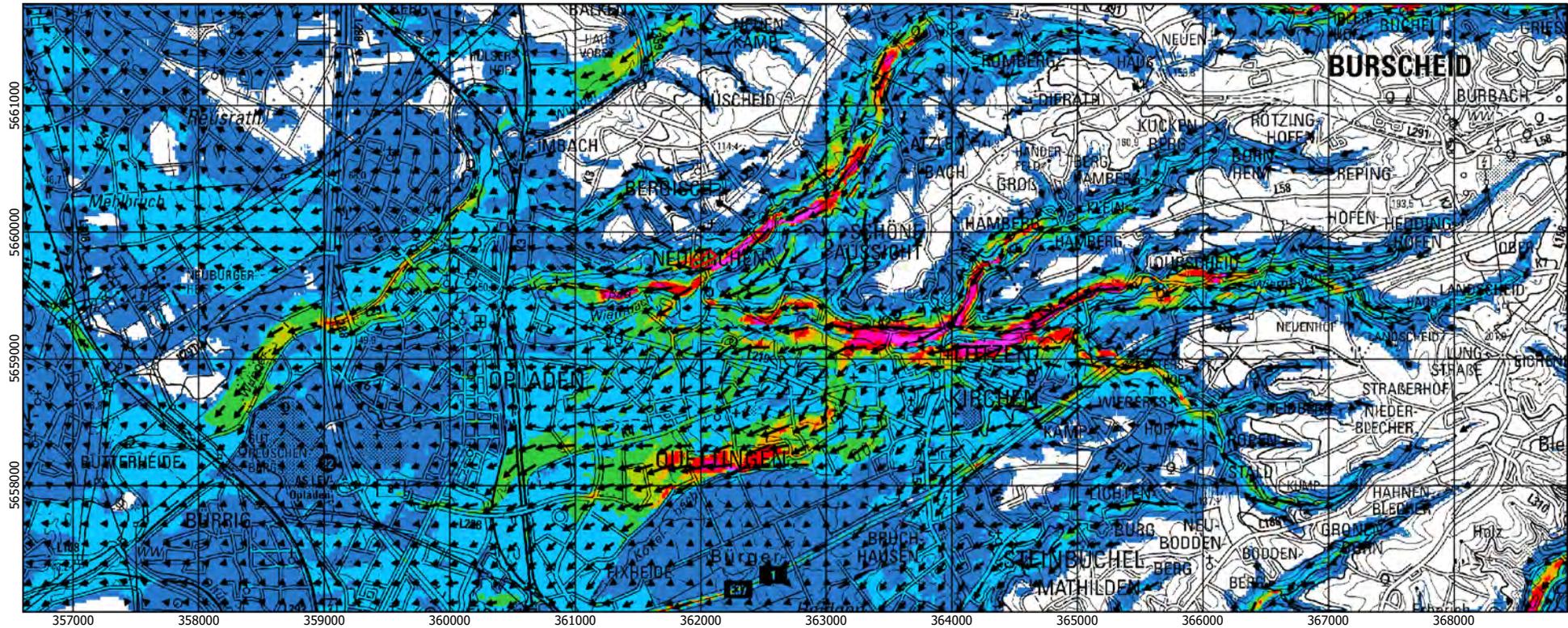
Kaltluftvolumenstrom  
m<sup>3</sup>/m/s

<= 3	gering
3 - 8	
8 - 15	mittel
15 - 20	
20 - 23	hoch
23 - 27	
27 - 35	
35 - 42	sehr hoch
> 42	

Plangebiet  
 Strömungsrichtung und -geschwindigkeit



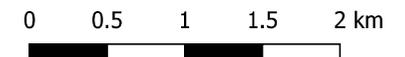
Kaltluftvolumenstrom im Istfall (gesamtes Untersuchungsgebiet) - 6 Stunden nach Sonnenuntergang



Kaltluftvolumenstrom  
m<sup>3</sup>/m/s

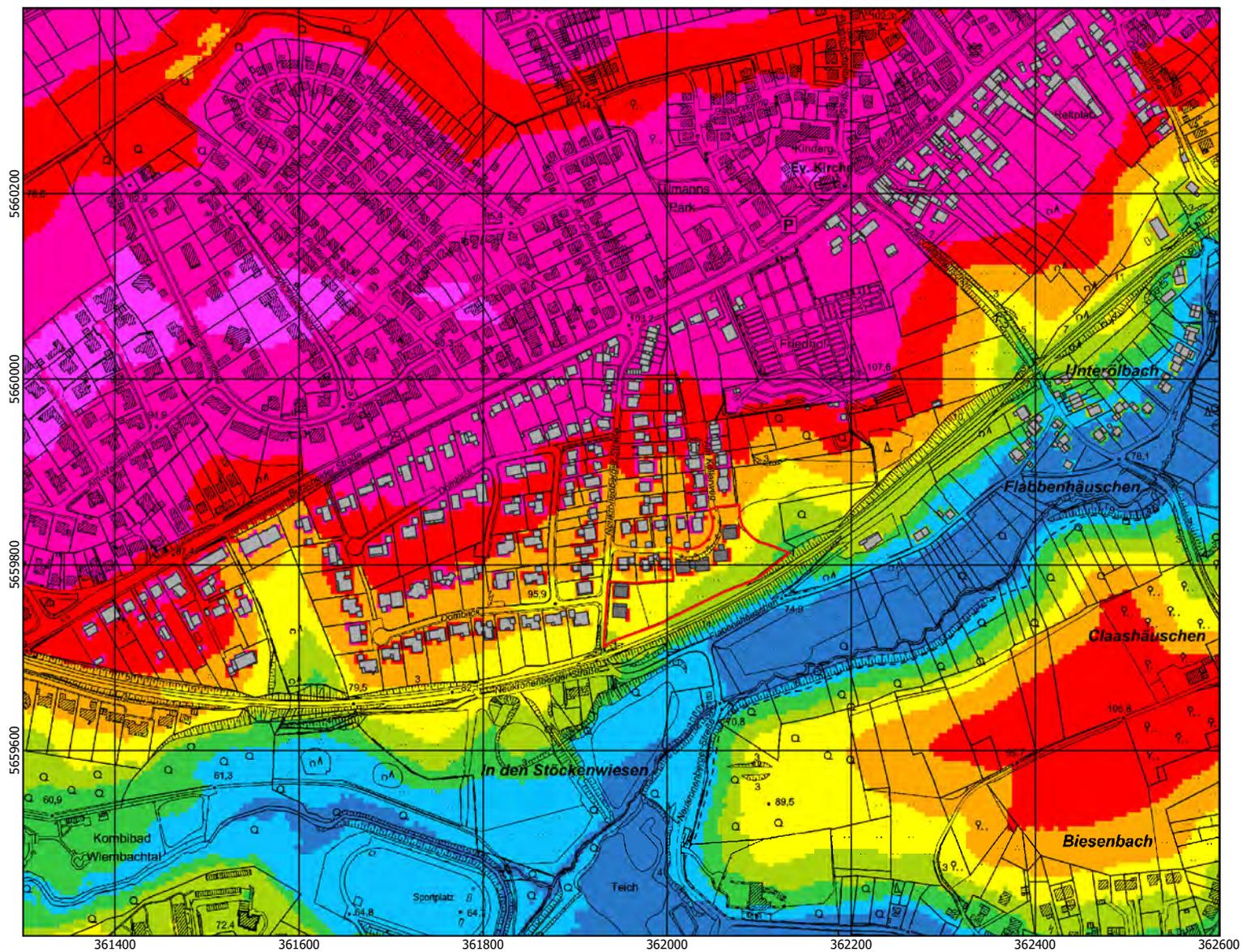
<= 3	gering
3 - 8	
8 - 15	mittel
15 - 20	
20 - 23	hoch
23 - 27	
27 - 35	
35 - 42	sehr hoch
> 42	

Plangebiet  
 Strömungsrichtung und -geschwindigkeit





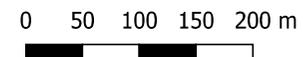
Mächtigkeit der Kaltluftschicht im Planfall (Nestinggebiet) - 2 Stunden nach Sonnenuntergang



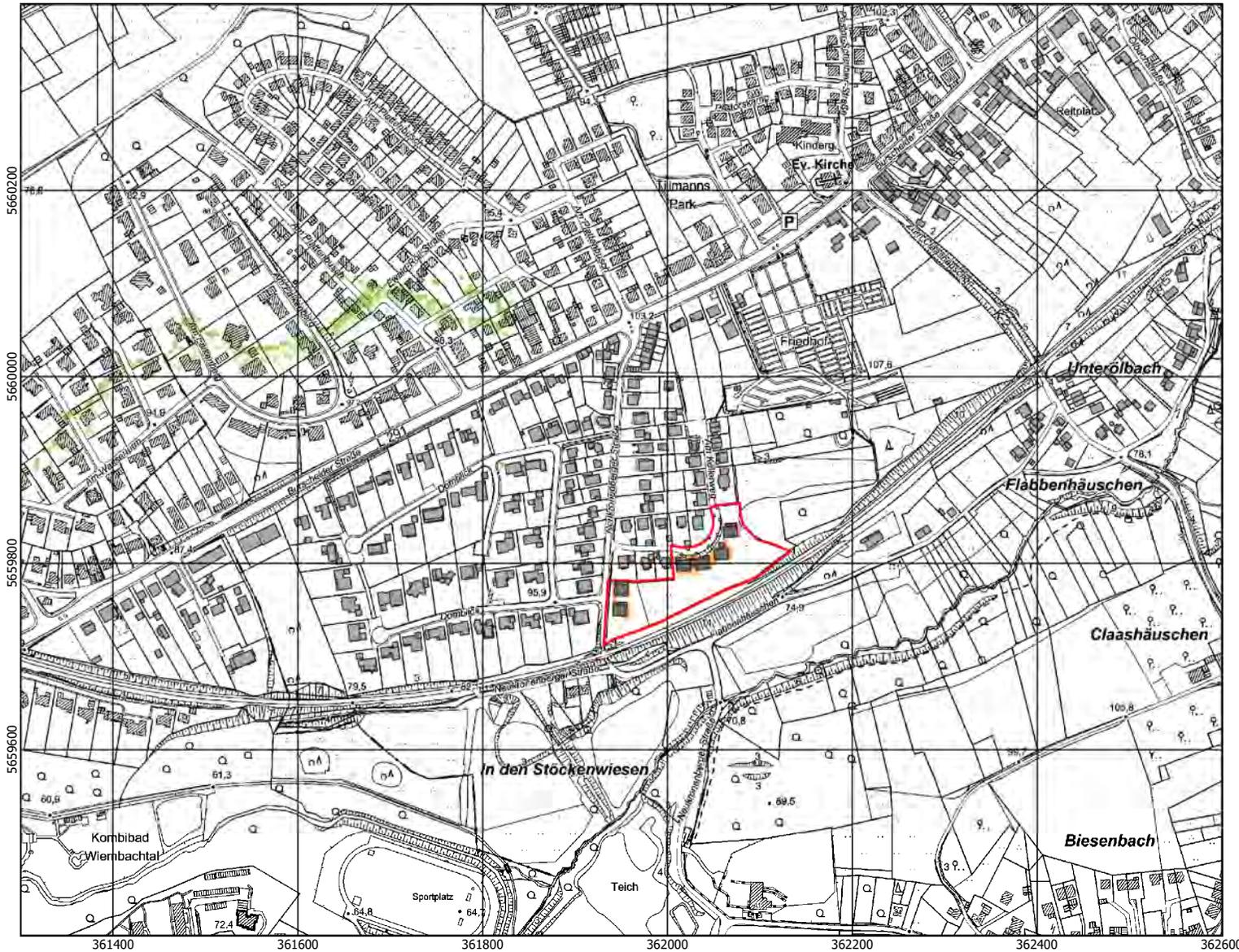
Mächtigkeit der Kaltluftschicht (m)

- ≤ 0
- 0 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 25
- 25 - 30
- 30 - 35
- 35 - 40
- 40 - 50
- > 50

- Bestandsgebäude
- Plangebäude
- Plangebiet



# Prozentuale Änderung der Kaltluftmächtigkeit zwei Stunden nach Sonnenuntergang

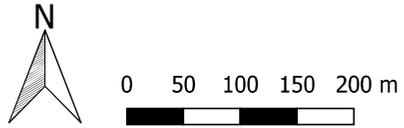


**Plangebiet**

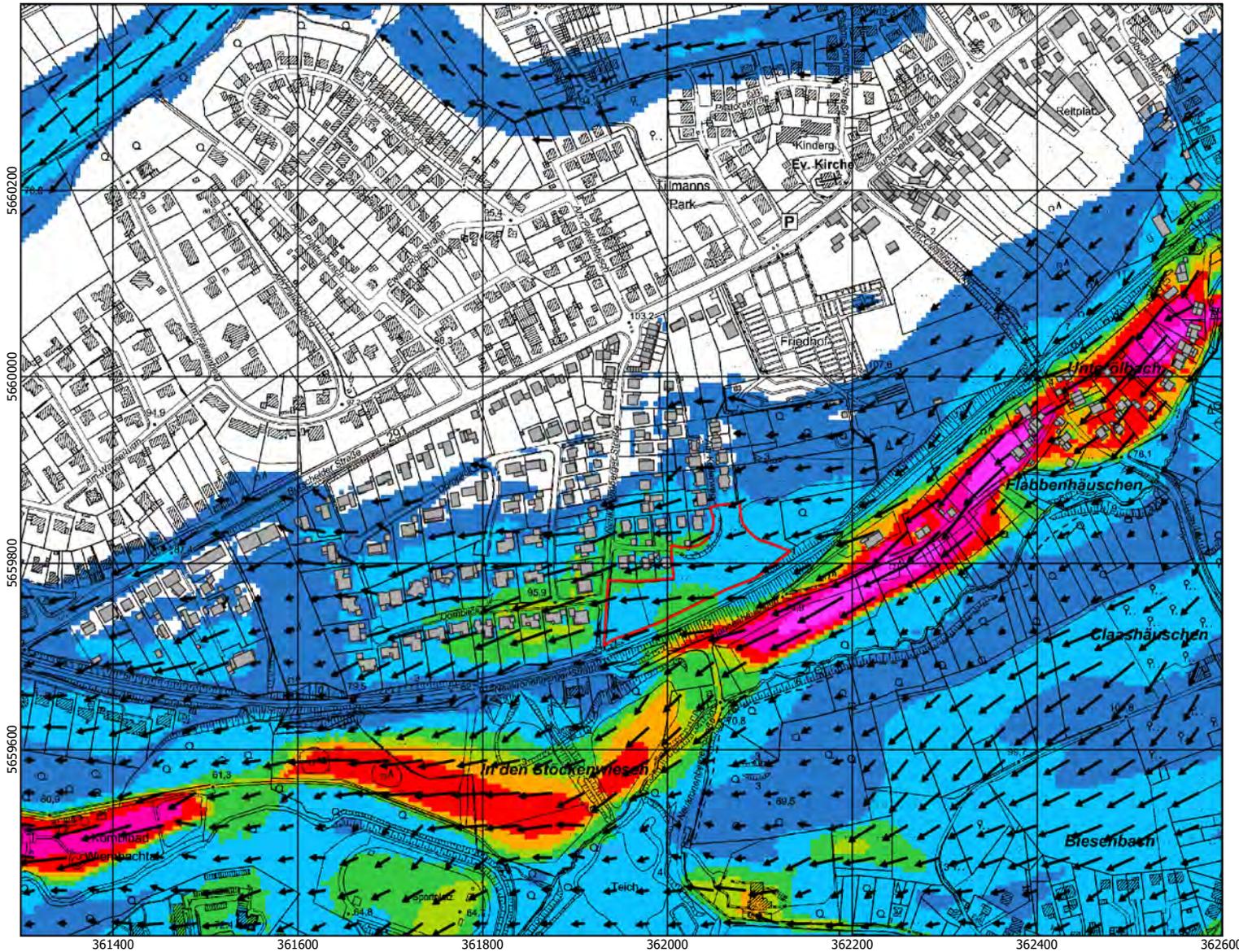
Bestandsgebäude  
Plangebäude

Veränderung der Kaltluftmächtigkeit %

- <= -10
- 10 - -5
- 5 - 5
- 5 - 10
- > 10



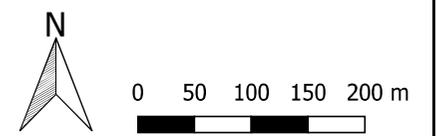
Kaltluftvolumenstrom im Istfall (Nestinggebiet) - 2 Stunden nach Sonnenuntergang



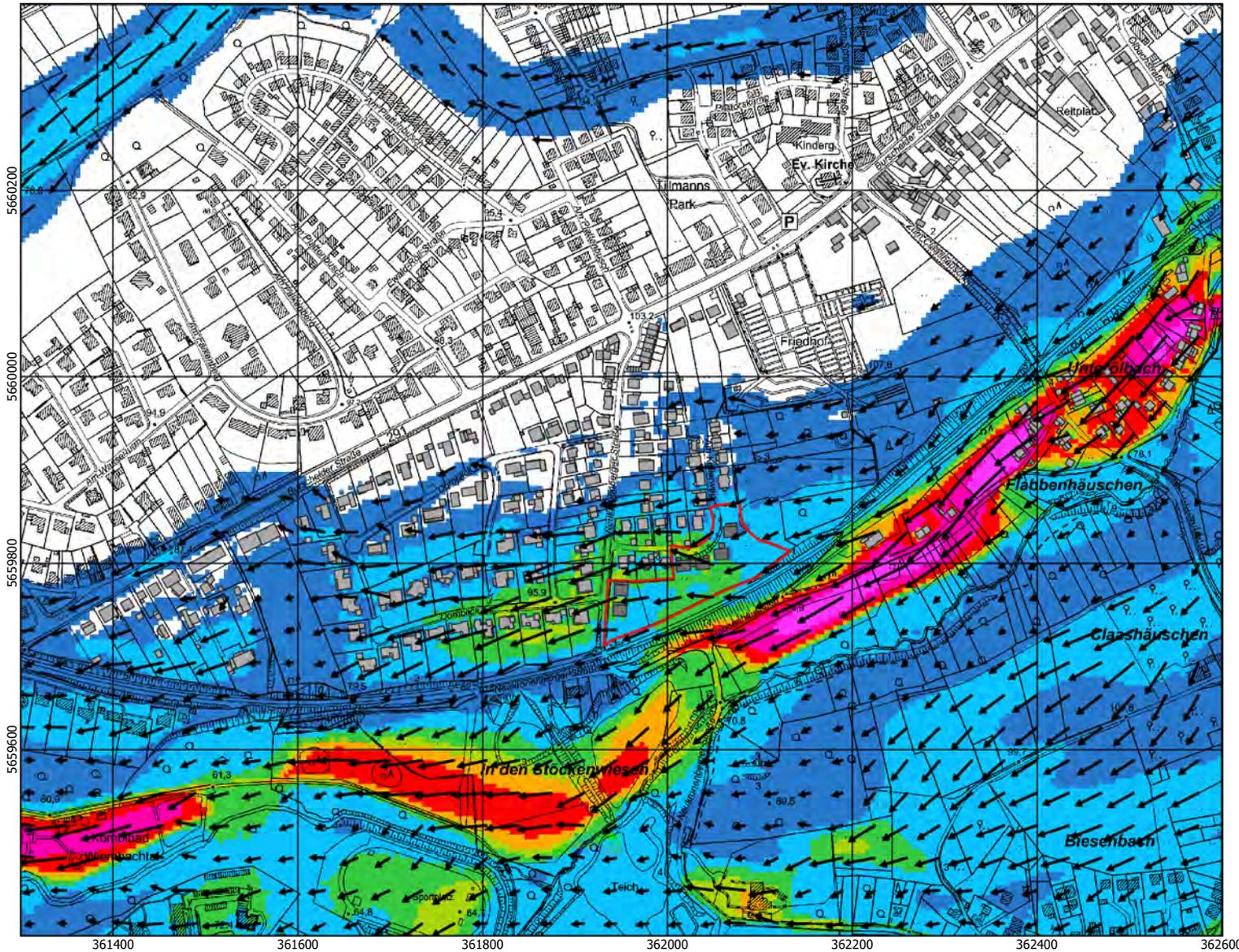
- Plangebiet
- Strömungsrichtung und -geschwindigkeit

Kaltluftvolumenstrom  
m<sup>3</sup>/m/s

<= 3	gering
3 - 8	mittel
8 - 15	
15 - 20	hoch
20 - 23	
23 - 27	
27 - 35	sehr hoch
35 - 42	
> 42	



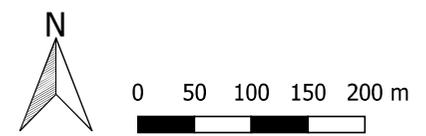
Kaltluftvolumenstrom im Planfall (Nestinggebiet) - 2 Stunden nach Sonnenuntergang



- Plangebiet
- Strömungsrichtung und -geschwindigkeit
- Bestandsgebäude
- Plangebäude

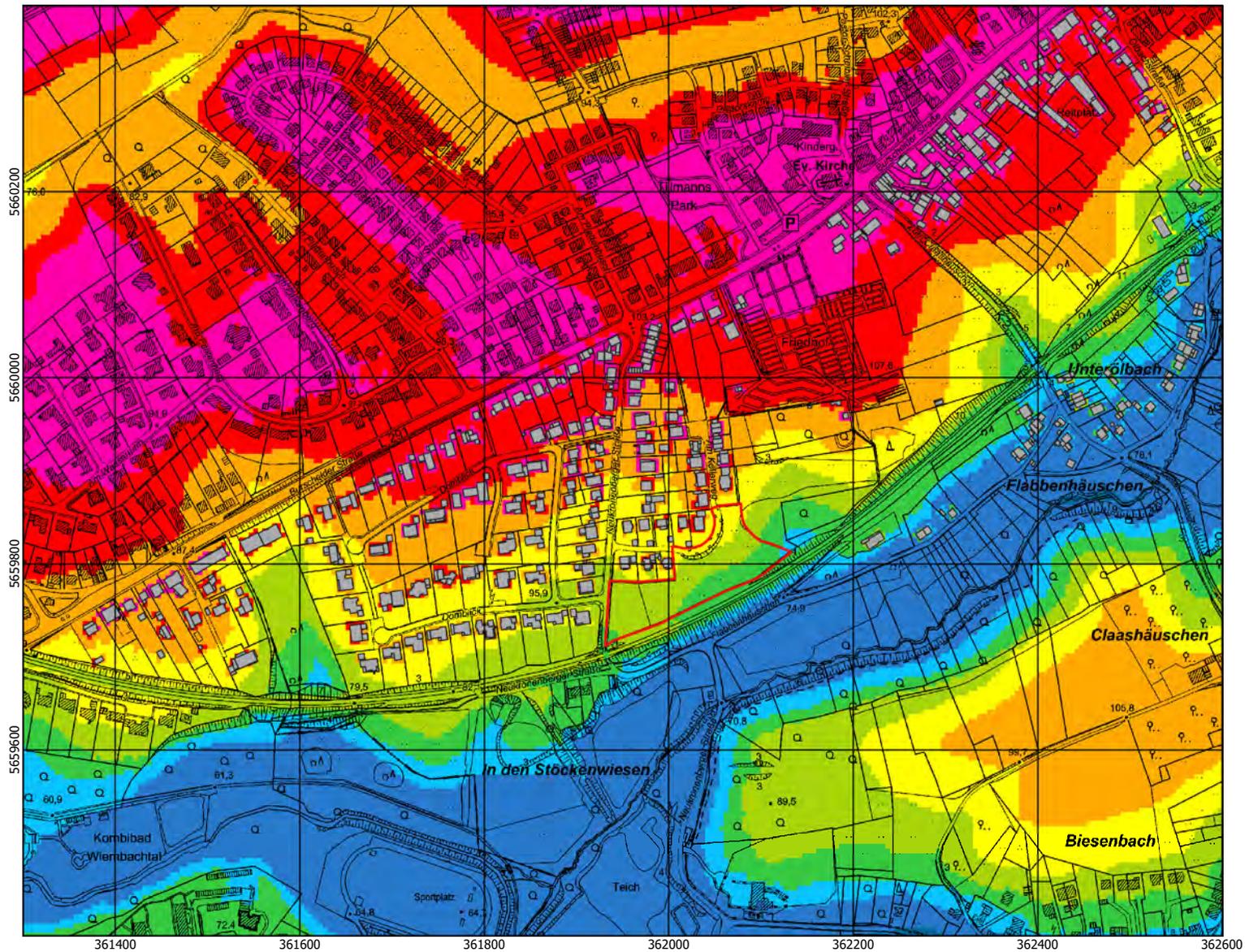
Kaltluftvolumenstrom  
m<sup>3</sup>/m/s

<= 3	gering
3 - 8	mittel
8 - 15	
15 - 20	hoch
20 - 23	
23 - 27	
27 - 35	sehr hoch
35 - 42	
> 42	

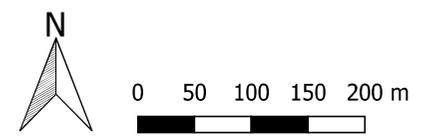




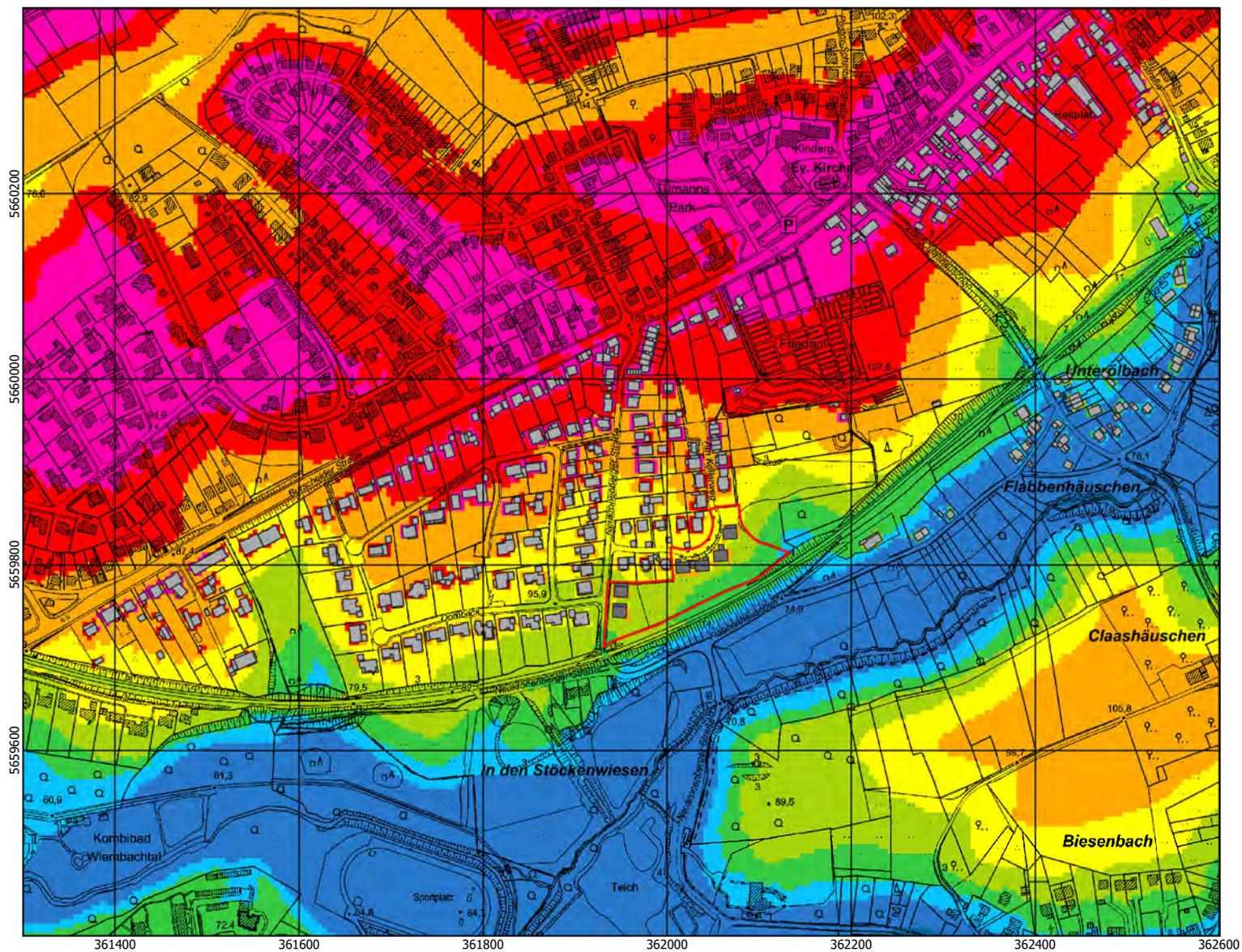
Mächtigkeit der Kaltluftschicht im Istfall (Nestinggebiet) - 6 Stunden nach Sonnenuntergang



- Plangebiet
- Mächtigkeit der Kaltluftschicht (m)
- <= 0
- 0 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 25
- 25 - 30
- 30 - 35
- 35 - 40
- 40 - 50
- > 50



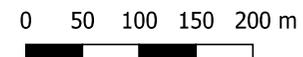
Mächtigkeit der Kaltluftschicht im Planfall (Nestinggebiet) - 6 Stunden nach Sonnenuntergang



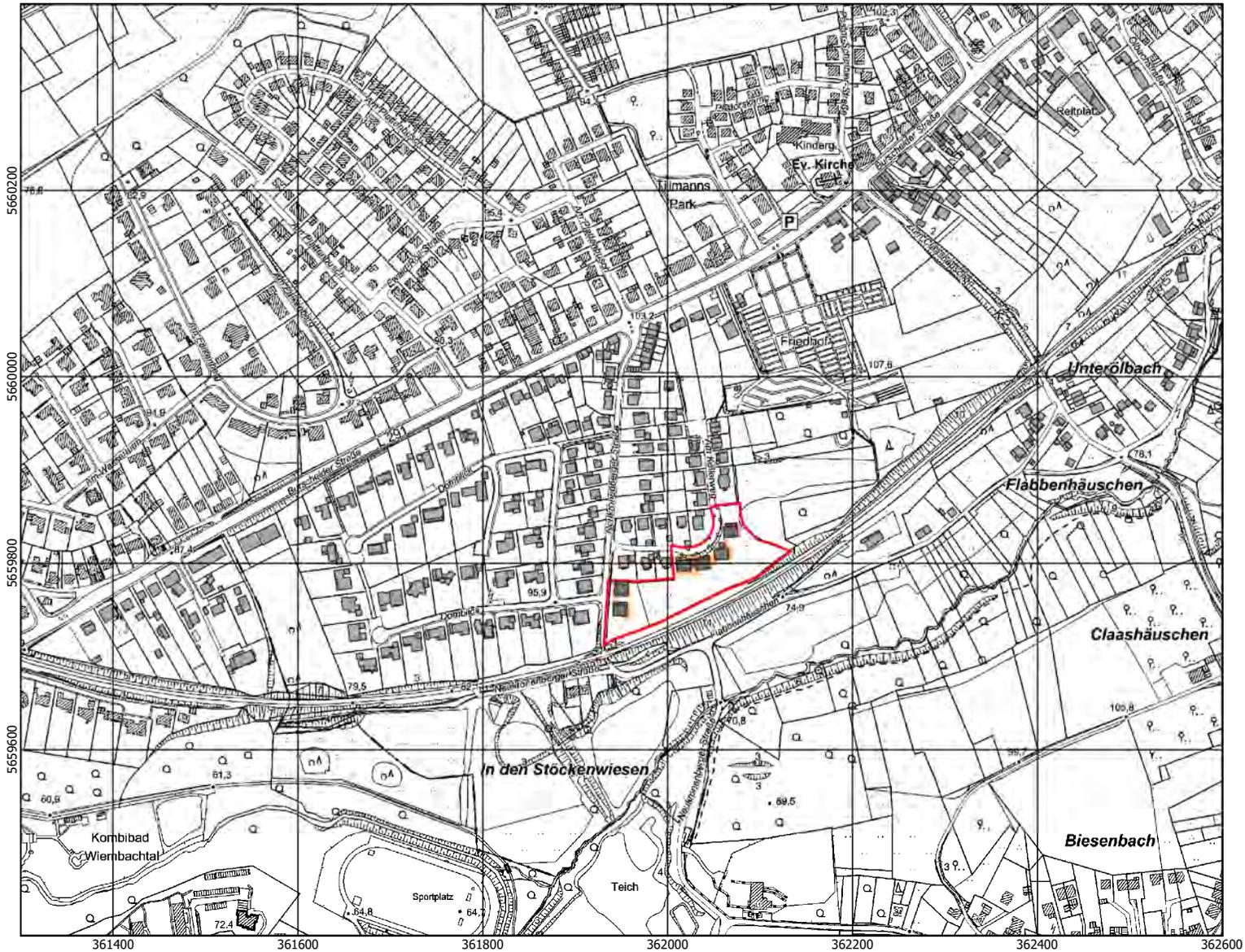
Mächtigkeit der Kaltluftschicht (m)

- <= 0
- 0 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 25
- 25 - 30
- 30 - 35
- 35 - 40
- 40 - 50
- > 50

- Bestandsgebäude
- Plangebäude
- Plangebiet



Prozentuale Änderung der Kaltluftmächtigkeit sechs Stunden nach Sonnenuntergang

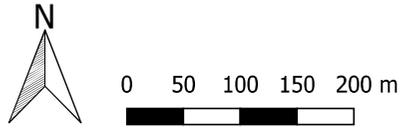


Legend:

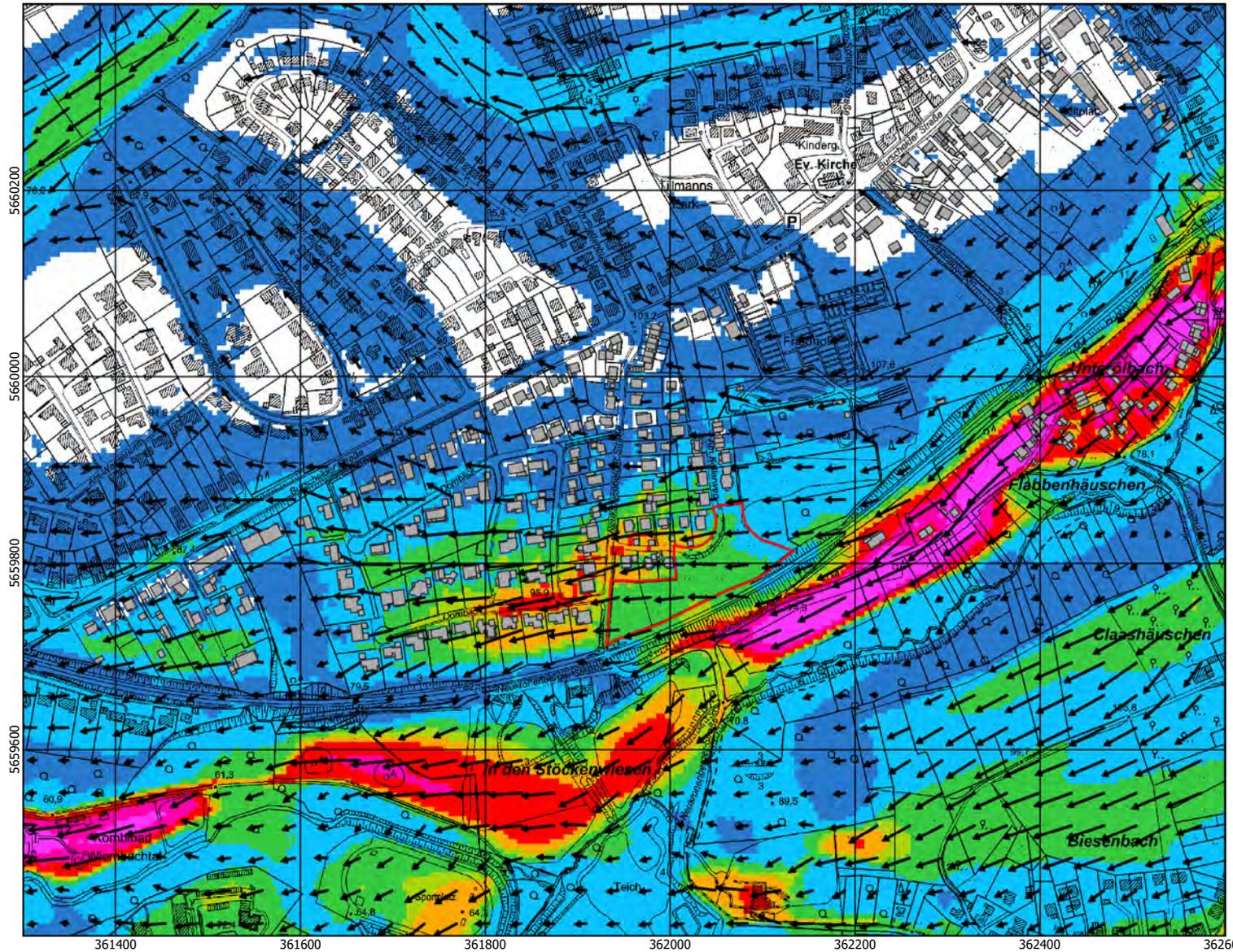
- Plangebiet (Red outline)
- Bestandsgebäude (Grey fill)
- Plangebäude (Dark grey fill)

Veränderung der Kaltluftmächtigkeit %

- <= -10 (Dark orange)
- 10 - -5 (Light orange)
- 5 - 5 (White)
- 5 - 10 (Light green)
- > 10 (Dark green)



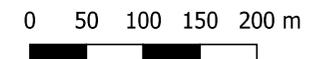
Kaltluftvolumenstrom im Istfall (Nestinggebiet) - 6 Stunden nach Sonnenuntergang



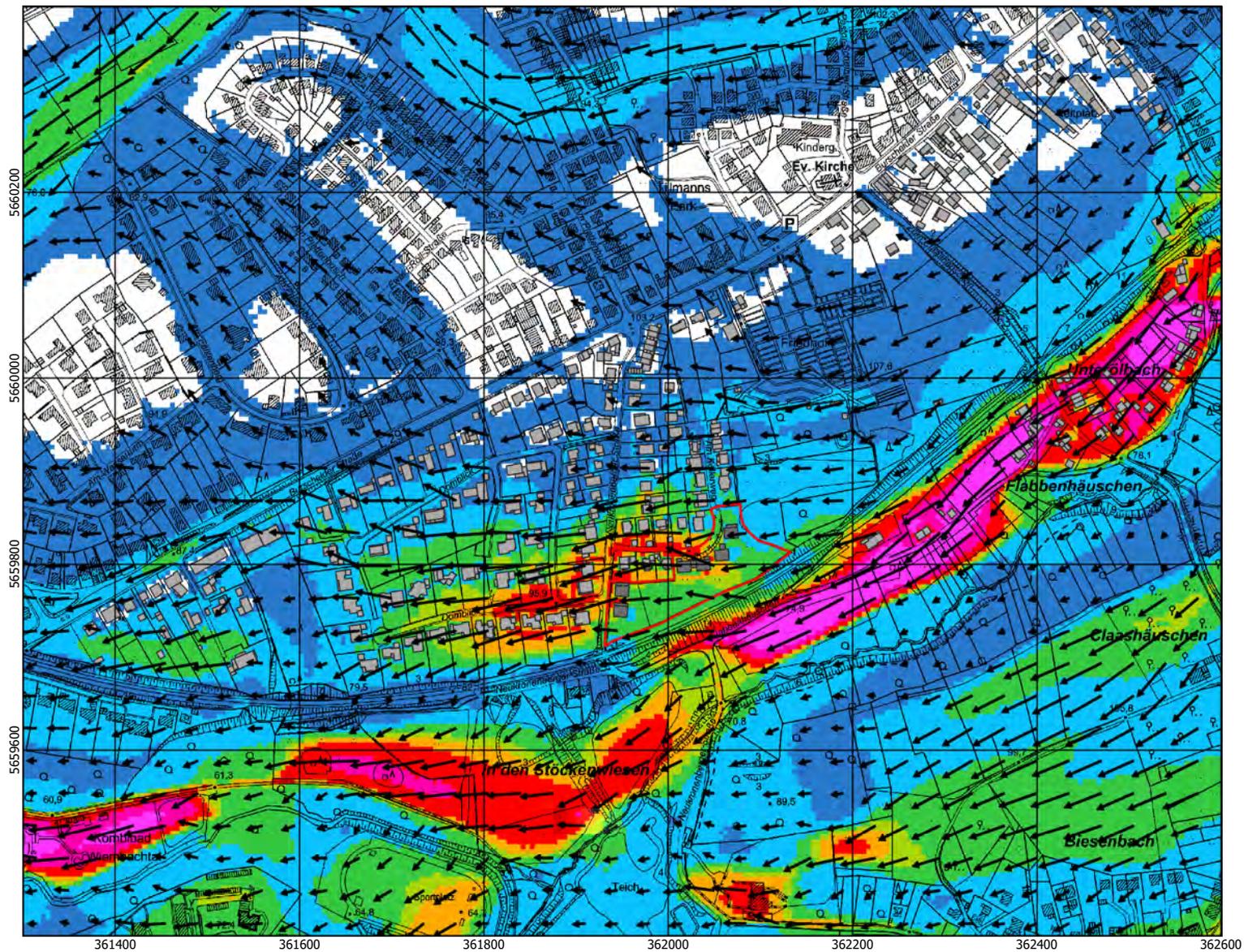
- Plangebiet
- Strömungsrichtung und -geschwindigkeit

Kaltluftvolumenstrom  
m<sup>3</sup>/m/s

<= 3	gering
3 - 8	mittel
8 - 15	
15 - 20	hoch
20 - 23	
23 - 27	
27 - 35	sehr hoch
35 - 42	
> 42	



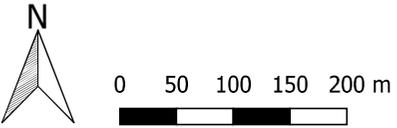
Kaltluftvolumenstrom im Planfall (Nestinggebiet) - 6 Stunden nach Sonnenuntergang



- Plangebiet
- Strömungsrichtung und -geschwindigkeit
- Bestandsgebäude
- Plangebäude

Kaltluftvolumenstrom  
m<sup>3</sup>/m/s

	<= 3	gering
	3 - 8	mittel
	8 - 15	
	15 - 20	hoch
	20 - 23	
	23 - 27	
	27 - 35	sehr hoch
	35 - 42	
	> 42	



# Prozentuale Änderung des Kaltluftvolumenstroms sechs Stunden nach Sonnenuntergang

