

**Lokalklimatische Bewertung
für den Bebauungsplan Nr. 1
„Industriepark Oberelbe“**



Berichtsnummer: K190218-02

Stand: 11.11.2019

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung und Aufgabenstellung.....	5
2	Methodische Vorgehensweise	5
3	Beschreibung des Planungs- und Untersuchungsgebietes.....	6
3.1	Plangebiet	6
3.2	Untersuchungsgebiet und Rechengebiet	6
3.3	Relief	7
3.4	Landnutzung	9
4	Kurzbeschreibung der klimatischen Situation im Untersuchungsgebiet.....	9
4.1	Klimaökologische Grundlagen	9
4.2	Klimaökologische Funktion des Plangebietes	11
4.3	Ermittlung der Häufigkeiten der Kaltluftsituation	12
4.3.1	Voraussetzung für die Kaltluftentstehung	12
4.3.2	Bestimmung von Kaltlufthäufigkeiten	12
4.4	Dauer der Kaltluftsituation	14
4.5	Änderungswirkung Planzustand	15
5	Kaltluftmodellierung	15
5.1	Kaltluftbildung im Ist-Zustand	16
5.2	Kaltluftbildung im Plan-Zustand	18
5.3	Bewertung der Ergebnisse	20
5.4	Veränderungen im Plangebiet	24
6	Zusammenfassende Bewertung und Planungsempfehlung	25
6.1	Klimaökologische Bewertung	25
6.2	Klimaökologischen Optimierungsmaßnahmen	25
7	Verwendete Quellen	26

Anhangsverzeichnis

- Anhang 1 Darstellung B-Plan Gebiet (Zwischenstand des Vorentwurfes)
- Anhang 2 Beschreibung Modell der Kaltluftmodellierung und Berechnungsgrundlagen /12/
- Anhang 3 Darstellungen Ergebnis der Kaltluftmodellierung /12/

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Realisierungskonzept Entwicklung IPO /3/, vgl. Anhang 1	6
Abbildung 2:	Abgrenzung des Rechengebietes (blau) und des Untersuchungsgebietes (rot) mit Kennzeichnung Plangebiet (magenta)	7
Abbildung 3:	Relief im Rechengebiet, Plangebiet ist rot gekennzeichnet /12/	8
Abbildung 4:	Relief im Untersuchungsgebiet mit Kennzeichnung der geplanten Gewerbe-/Industrieflächen (blau) /12/.....	8
Abbildung 5:	Landnutzung (Luftbild) im Plangebiet (magenta)	9
Abbildung 6:	Auszug aus dem Regionalplan Karte 5 mit Kennzeichnung Plangebiet (rot), /4/	11
Abbildung 7:	Relative Häufigkeit des Andauerns von Kaltluftsituationen	15
Abbildung 8:	Kaltluftgeschwindigkeit, -fließrichtung und -schichtdicke in der Anfangsphase der Kaltluftbildung im Ist-Zustand /12/	17
Abbildung 9:	Kaltluftgeschwindigkeit, -fließrichtung und –schichtdicke bei voll ausgebildeter Kaltluft im Ist-Zustand /12/.....	17
Abbildung 10:	Kaltluftgeschwindigkeit, -fließrichtung und -schichtdicke in der Anfangsphase der Kaltluftbildung im Plan-Zustand /12/.....	19
Abbildung 11:	Kaltluftgeschwindigkeit, -fließrichtung und -schichtdicke bei voll ausgebildeter Kaltluft im Plan-Zustand /12/	19
Abbildung 12:	Querschnitte (blau) zur Abschätzung Kaltluftvolumenströme mit Lage der Wohnbebauung (grau) sowie Lage des Plangebiets (dunkelrot) und geplanten Gewerbe-/Industrieflächen (gelb) /12/	21
Abbildung 13:	Differenz Kaltluftvolumenstromdichte in der Anfangsphase der Kaltluftbildung, Plan-Zustand – Ist-Zustand, orange: Verschlechterung im Plan-Zustand, blaue: Verbesserung im Plan-Zustand /12/	22

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Meteorologische Bedingung für das Auftreten von Kaltluft	12
Tabelle 2:	Abschätzung der Häufigkeit von Kaltluftsituationen /12/	13
Tabelle 3:	Änderung der Kaltluftströme für maßgebliche Ortslagen /12/	22

1 Einführung und Aufgabenstellung

Der Zweckverband IndustriePark Oberelbe als Zusammenschluss der drei Städte Dohna, Heidenau und Pirna beabsichtigt die Entwicklung eines großflächigen Industrie- und Gewerbegebietes „Industriepark Oberelbe“ (IPO) auf der Fläche rund um die Autobahnanschlussstelle Pirna der A17.

Mit der Schaffung eines straßenverkehrlich optimal angebundenen Ansiedlungsstandortes auf der Achse Dresden-Prag kann ein Entwicklungsschwerpunkt im Raum Pirna geschaffen werden. Der konzipierte Standort birgt das Potenzial im Großraum Dresden einen neuen, bedeutenden Industriestandort zu erhalten, von dem aus wesentliche Entwicklungsimpulse für die Wirtschaft der gesamten Region Sächsische Schweiz ausgehen /1/.

In Vorbereitung der Nutzung dieser Flächen ist ein Bebauungsplan aufzustellen. Mit der Aufstellung des Bebauungsplanes sind mögliche Veränderungen des Lokalklimas durch die geplante Bebauung zu bewerten.

Konkret sollen mögliche Veränderungen des Lokalklimas bei der Bebauung der Flächen Nr. A, B, C und D der Realisierungskonzeptes /3/ bewertet werden. Die genannten Flächen werden derzeit überwiegend ackerbaulich genutzt und tragen zur Kaltluftentstehung und wegen ihrer Hangneigung zur Versorgung der bestehenden Wohnbebauung der Städte Dohna, Heidenau und Pirna mit Frischluft bei.

Das nachfolgende Gutachten fasst die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen und Berechnungen zur Veränderung des Lokalklimas zusammen.

2 Methodische Vorgehensweise

Zur klimaökologischen Bewertung des Planungsvorhabens wurde wie folgt vorgegangen:

1. Bestandsaufnahme der ortsspezifischen klimaökologischen Funktionsabläufe im Betrachtungsraum
2. Kaltluftmodellierung mit der Software KALM
3. Bewertung der lokalklimatischen Veränderungen und Planungsempfehlung.

Hierzu wurde um das Plangebiet (ca. 260 ha) mit den geplanten Bauflächen im Umfang von 140 ha ein Untersuchungsgebiet (6 x 4 km, ca. 2.400 ha) abgegrenzt. Nachstehend ist daher zwischen den Auswirkungen in Plangebiet selbst und im weiteren Untersuchungsgebiet zu unterscheiden (s. Kap. 3).

3 Beschreibung des Planungs- und Untersuchungsgebietes

3.1 Plangebiet

Das zu betrachtende Plangebiet ist der nachfolgenden Abbildung 1 zu entnehmen. Das Plangebiet umfasst 4 Teilflächen (A bis D) für die Entwicklung von Gewerbe- und Industriebebauung. Die geplanten Gewerbe-/Industrieflächen sind in der Abbildung grau gekennzeichnet und erstrecken sich entlang der Bundesautobahn A17 und der Bundesstraße B172a, über welche Pirna direkt an die A17 angebunden ist. Grüne Flächen in der Abbildung stehen für die Umsetzung von Kompensationsmaßnahmen zur Verfügung.

Die Fläche A mit rund 18 ha liegt in der Gemarkung Dohna, die Fläche B mit 16 ha in Heidenau. Die Fläche C im Stadtgebiet Pirna schließt sich mit ca. 20 ha nördlich an die B172a an. Die südliche Fläche D in Pirna mit weist eine Flächenausdehnung von ca. 83 ha auf. An der östlichen Grenze des Plangebietes wird zukünftig die Südumfahrung Pirna von der B172a abzweigen.

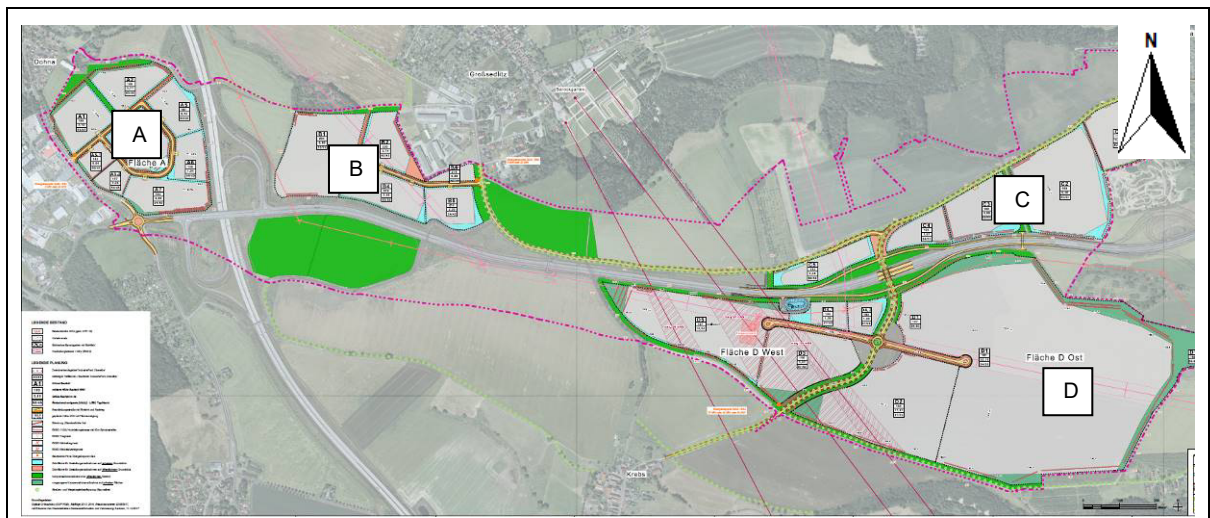


Abbildung 1: Realisierungskonzept Entwicklung IPO /3/, vgl. Anhang 1

3.2 Untersuchungsgebiet und Rechengebiet

Das gesamte Verbandsgebiet des Zweckverbandes IndustriePark Oberelbe hat eine Größe von 260 ha. Bei Umsetzung der Planung ist eine gewerbliche Bebauung auf 140 ha vorgesehen. Die Fläche von 120 ha steht für Ausgleichsmaßnahmen zur Verfügung.

Für die Ermittlung der klimatischen Wirkungen und die Kaltluftmodellierung wurde ein Rechengebiet (RG) mit einer Ausdehnung von 67 km x 62 km abgegrenzt. Hiermit wird das Einzugsgebiet der Kaltluft für die Städte Dohna, Pirna und Heidenau erfasst.

Für die Bewertung der Auswirkungen wird ein Untersuchungsgebiet (UG) mit einer Ausdehnung von ca. 6 km x 4 km herangezogen.

Die Abgrenzungen des Rechengebietes (blau) und des Untersuchungsgebietes (rot) sind der nachfolgenden Abbildung 2 zu entnehmen.

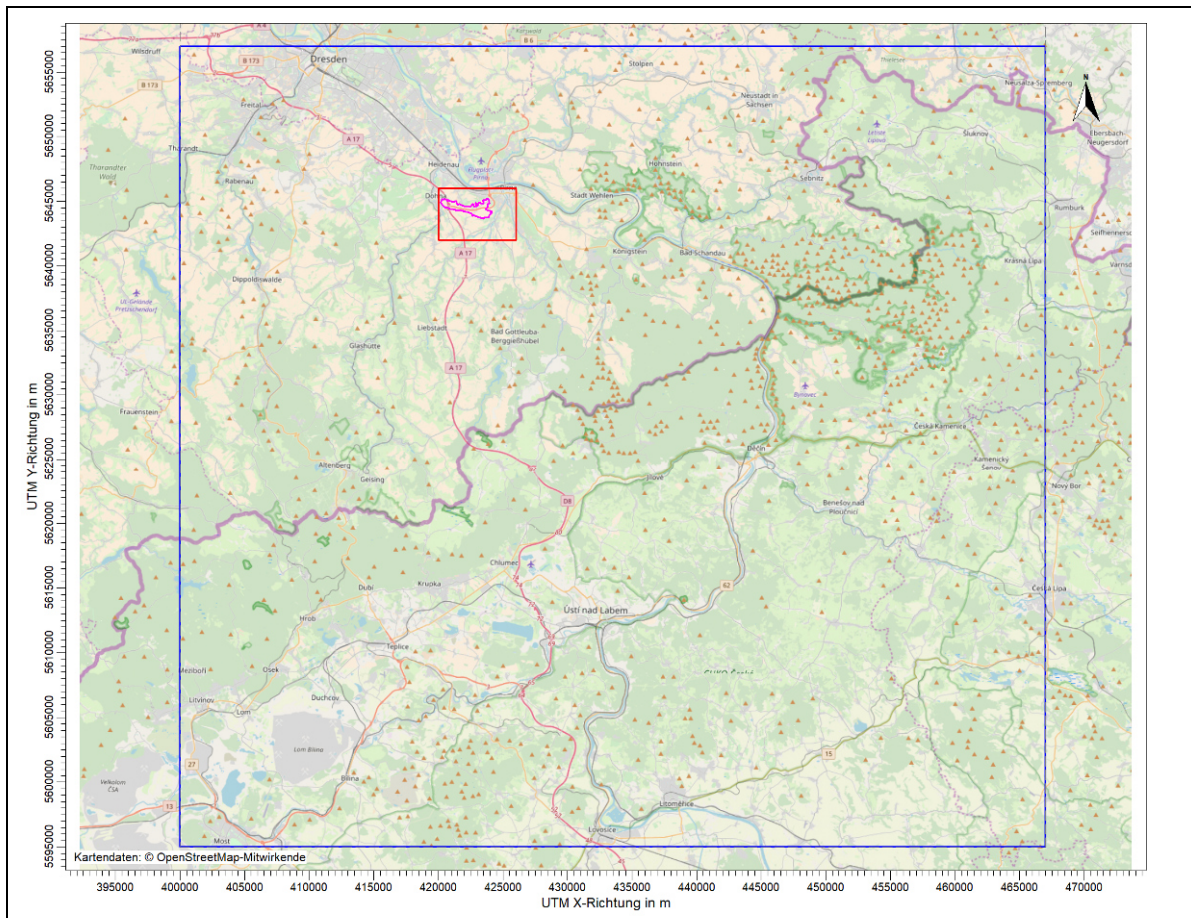


Abbildung 2: Abgrenzung des Rechengebietes (blau) und des Untersuchungsgebietes (rot) mit Kennzeichnung Plangebiet (margenta)

3.3 Relief

Das Relief im Bereich im Rechengebiet ist in Abbildung 3 dargestellt. Das Relief des Untersuchungsgebietes zeigt Abbildung 4.

Insgesamt fällt das Gelände vom Erzgebirgskamm im Süden in Richtung Elbe von Süd nach Nord ab. Die Fläche A zeigt eine Hangneigung in Richtung Nordwesten zur Ortslage Dohna. Die Flächen B ist kuppennah mit leichter Neigung in nördliche Richtung (Richtung Heidenau) gelegen. Die Flächen C befindet sich an einem südost-exponierten und Flächen D an einem nordost-exponierten Hang, beide in Richtung Taleinschnitt südliches Pirna. /12/

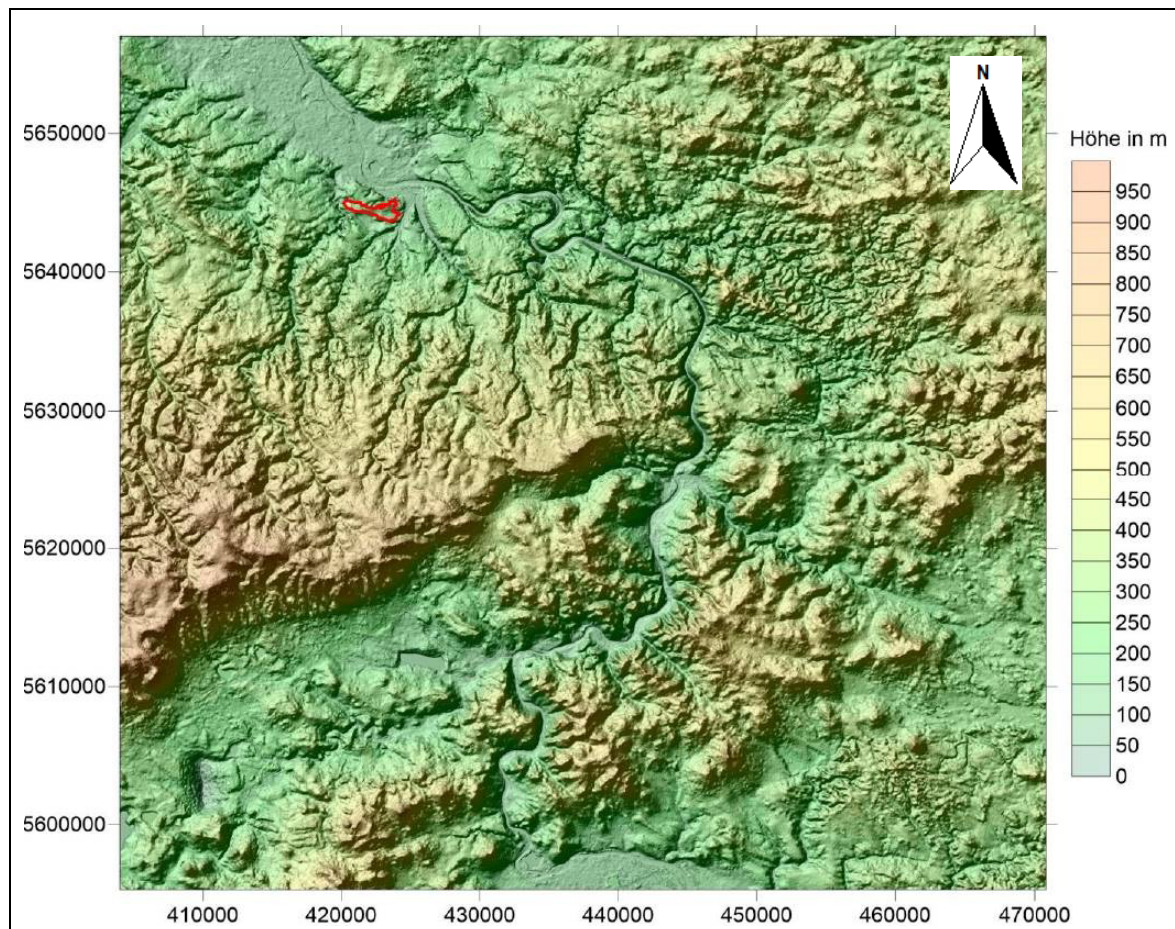


Abbildung 3: Relief im Rechengebiet, Plangebiet ist rot gekennzeichnet /12/

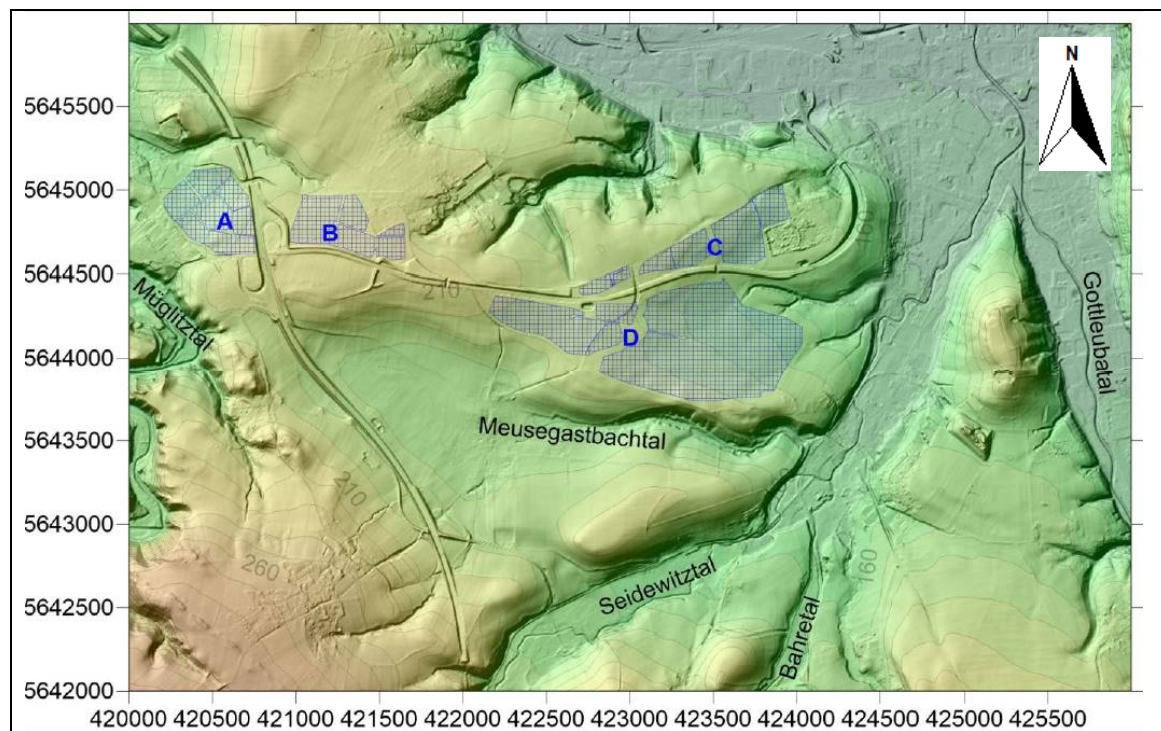


Abbildung 4: Relief im Untersuchungsgebiet mit Kennzeichnung der geplanten Gewerbe-/Industrieflächen (blau) /12/

3.4 Landnutzung

Derzeit wird das ca. 260 ha große Plangebiet im Wesentlichen landwirtschaftlich genutzt (vgl. Luftbild in Abbildung 5). Die bestehenden ausgedehnten Freilandflächen werden durch kleinere Gehölzstrukturen gegliedert. Die B172a schneidet das Plangebiet über die gesamte Länge. Entlang der Bundesstraße befinden sich kleinere Gehölzstrukturen.

Nördlich der Geländeneigung folgend, beginnt die Bebauung der Städte Dohna, Heidenau und Pirna. Die Bebauung der Städte Dohna, Heidenau und Pirna sind in diesem Bereich als lockere Stadtrandbebauungen einzustufen, welche sich mit der Nähe zum Zentrum weiter verdichten.



Abbildung 5: Landnutzung (Luftbild) im Plangebiet (magenta)

4 Kurzbeschreibung der klimatischen Situation im Untersuchungsgebiet

4.1 Klimaökologische Grundlagen

Bebaute Bereiche weisen im Vergleich zu unbesiedelten Bereichen im Regelfall eine Überwärmung auf. Ursache dafür ist, dass auf versiegelten Flächen tagsüber durch die Sonneneinstrahlung eine Aufheizung und während der nächtlichen Abkühlungsphasen aufgrund der höheren Wärmekapazität- und speicherfähigkeit nur eine unzureichende Abkühlung erfolgt („Wärmeinseleffekt“). Die Luftqualität ist in bebauten Bereichen zudem durch Emissionen durch Verkehr, Hausbrand und Gewerbe belastet.

Bei austauscharmen Wetterlagen (windschwache Strahlungswetterlagen) kann es daher zu einer Überwärmung und Schadstoffanreicherung in den bebauten Bereichen kommen. Die Sicherstellung der Versorgung mit Frisch- und Kaltluft ist daher notwendig. Solche

austauscharmen sommerlichen Hochdruckwetterlagen stehen bei der Bewertung der Beeinflussung geplanter Bebauungen im Vordergrund der Untersuchungen.

Die Kaltluft entsteht aufgrund des täglichen Temperaturwechsels vorwiegend über Offenlandbereichen. Eine hohe Kaltluftproduktion weisen demnach Ackerflächen und -brachen sowie Grünländer auf. Ruderal- oder Staudenfluren, Halbtrockenrasen oder Gartenanlage sind Flächen mittlerer Kaltluftproduktion (s. im Weiteren Kap. 4.3).

Neben dem Kaltluftentstehungsgebiet selbst sind für eine funktionierende Frischluftversorgung auch Abflussbahnen mit ausreichender Reliefenergie erforderlich. Bevorzugte Abflussbereiche von Kaltluft in besiedelten Bereichen sind sogenannte Frisch- und Kaltluftleitbahnen. Kaltluftleitbahnen verbinden Kaltluftentstehungsgebiete mit Belastungsbereichen („Wärmeinseln“) und dienen somit dem Luftaustausch. Kaltluft kann die Luftqualität verbessern oder auch bei Transport von Schadstoffen verschlechtern.

Voraussetzung für einen möglichst effektiven Austausch durch tal- bzw. hangspezifische Kaltluftabflüsse ist eine ausreichende Größe des Kaltlufteinzugsgebietes, so dass die resultierenden Kaltluftmengen siedlungsklimatisch von Relevanz sind. Nach VDI-Richtlinie 3787 Blatt 5 (2003) ist ein Kaltluftvolumenstrom ab etwa 10.000 m³/s erforderlich, um kleinere Siedlungen zu durchströmen. Bei größeren Orten und/oder dichter Bebauung wird die Kaltluft durch die vergrößerte Oberflächenrauigkeit abgebremst und erwärmt, bevor sie im Belastungsbereich ankommt. Die Eindringtiefe, also die Strecke bis die einfließende Kaltluft keine größeren Temperaturunterschiede mehr aufweist bewegt sich an Stadträndern typischerweise abhängig von der Größenordnung des Kaltluftvolumenstroms in einem Bereich von 100 m bis ca. 1.000 m. Dabei führt bereits die Anfangsphase der Kaltluftbildung bei Perioden mit einer hohen täglichen Wärmebelastung (insbesondere im Sommer) zu einer nächtlichen Abkühlung und damit zu einer Entlastung von Siedlungsbereichen.

Entscheidend ist zudem, ob aufgrund der Bebauung eine Belastungssituation mit Überwärmung im Siedlungsbereich vorhanden ist. Im Bereich dörflicher oder offener Siedlungsformen ist von keiner Belastung des Lokalklimas auszugehen.

Grundsätzlich werden drei zeitlich aufeinander folgende Phasen der Kaltluftströmung unterschieden, das Abfließen von den Hängen dem Gelände folgend (Kaltluftabfluss), das Sammeln und der Abfluss im Haupttal (Kaltluftakkumulation) und die Stagnation in Ebenen mit Rückstau in den Haupttälern (Kaltluftstau). In der Anfangsphase tritt der Kaltluftabfluss und zum Teil die Kaltluftakkumulation auf, welche sich dann bei ausgebildeter Kaltluft fortsetzt und bis zum Kaltluftstau führen kann.

Für die Bewertung von klimatischen Aspekten gibt es keine verbindlichen Vorgaben. Die VDI 3787 Blatt 5 schlägt eine dreistufige Bewertung für die Änderung gegenüber dem Ist-Zustand vor bis 5 % geringe Auswirkung, bis 10% mäßige Auswirkung, > 10% hohe Auswirkung, d. h. eine vertiefende Betrachtung und Zusammenschau aller Parameter ist erforderlich.

4.2 Klimaökologische Funktion des Plangebietes

Das Plangebiet befindet sich im klimatischen Einflussbereich des Mitteldeutschen Berg- und Hügellands und ist dem Bezirk des Sächsischen Mittelgebirgsvorlandes zuzuordnen. Die Jahresmitteltemperatur wird mit 8,5 bis 9°C angegeben. /6/

Für die Bebauungen in Dohna, Heidenau und Pirna begünstigen die Nähe des und die Exposition zum Elbtal einen positiven Effekt durch das Elbtalklima. So können deutlich raschere Aufheiterungen als in der Umgebung festgestellt werden. Ebenfalls begünstigend wirkt sich die Lage im Leegebiet des Osterzgebirges aus.

Im Untersuchungsgebiet entsteht aufgrund der überwiegend landwirtschaftlichen Nutzung Kaltluft, die entsprechend der Hangneigung im Plangebiet in Richtung Heidenau, Dohna und Pirna abfließt. Im Regionalplan Oberes Elbtal/Osterzgebirge /4/ wird im Untersuchungsgebiet die Fläche nordwestlich von Krebs als siedlungsrelevantes Kaltluftentstehungsgebiet ausgewiesen.

Westlich der Stadt Dohna und südlich der Stadt Heidenau werden großflächige Kaltluftentstehungsgebiete mit siedlungsrelevantem Abfluss zum jeweiligen Stadtgebiet ausgewiesen. Kaltluftentstehungsgebiete mit Abfluss zur Stadt Pirna liegen an den Hängen des Seidewitzs, des Bahretals und des Tals der Gottleuba. Somit kommt dem Plangebiet keine hohe siedlungsrelevante Rolle für die Kaltluftversorgung dieser besiedelten Bereiche zu.

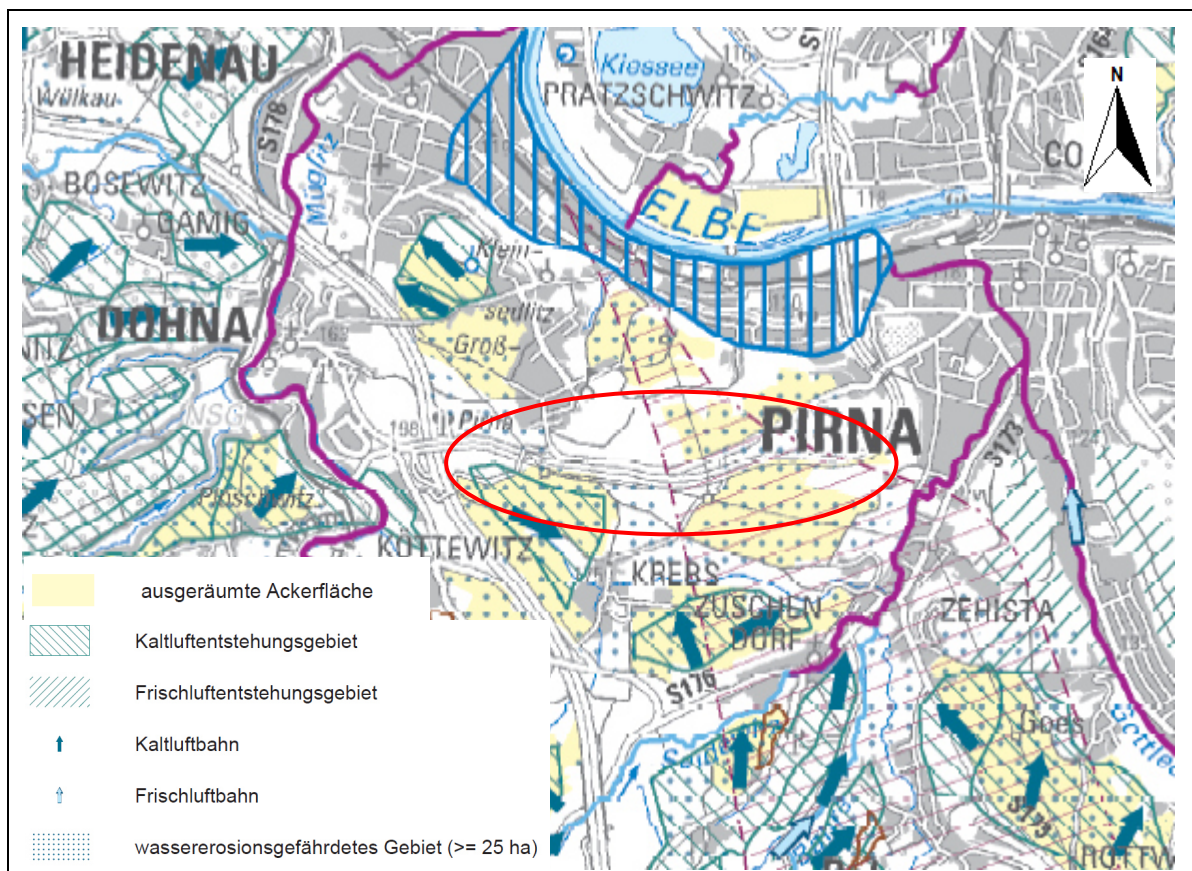


Abbildung 6: Auszug aus dem Regionalplan Karte 5 mit Kennzeichnung Plangebiet (rot), /4/

4.3 Ermittlung der Häufigkeiten der Kaltluftsituation

4.3.1 Voraussetzung für die Kaltluftentstehung

Lokale Kaltluft entsteht bei negativem Strahlungssaldo (Bilanz aus Ausstrahlung und atmosphärischer Gegenstrahlung) in Verbindung mit großräumig geringer Grundströmung. Bei geringen großräumigen Windgeschwindigkeiten in Verbindung mit wenig Bewölkung sind diese meteorologischen Bedingungen i.d.R. nachts gegeben. In Folge der Abkühlung der Erdoberfläche bildet sich in der bodennahen Luftschicht ein großer vertikaler Temperaturgradient aus. Eine typische Strahlungsnacht ist charakterisiert durch einen starken Temperaturrückgang kurz nach Sonnenuntergang und ein Temperaturminimum kurz nach Sonnenaufgang. Die Bewölkung beeinflusst die effektive Ausstrahlung am stärksten und eignet sich aus diesem Grund als Maß für die Intensität der Ausstrahlung (s. hierzu auch Ausführungen in der VDI 3787 Blatt 5).

4.3.2 Bestimmung von Kaltfluthäufigkeiten

Wesentlich für die Bewertung möglicher Wirkungen ist die Kenntnis der Häufigkeit des Auftretens von Kaltluftsituationen. Zur Bestimmung von Kaltfluthäufigkeiten werden zwei Verfahren unterschieden. Zum einen kann eine direkte messtechnische Bestimmung der Kaltluftsituation erfolgen (direkte Methode) und zum anderen kann die Kaltfluthäufigkeit auf Basis von meteorologischen Messdaten abgeschätzt werden (indirekte Methode).

Für das Auftreten von Kaltluft werden auf der Grundlage einschlägiger Literatur die in der Spalte 2 der nachfolgenden Tabelle 1 aufgeführten Bedingungen benannt. In aktuelleren Klimagutachten des DWD sind die Kriterien der Spalte 3 benannt.

Tabelle 1: Meteorologische Bedingung für das Auftreten von Kaltluft

Kenngröße	Bedingung	
	DWD /14/	DWD /17/, /18/
Windgeschwindigkeit	$\leq 2 \text{ m/s}$	$\leq 5 \text{ Knoten } (\approx 2.6 \text{ m/s})$
Gesamtbedeckung mit tiefen und mittelhohen Wolken 7 Bedeckungsgrad	$\leq 6/8$	$\leq 4/8 \text{ bis } \leq 5/8$
max. Zeitraum für Kaltluft	zwei Stunden vor Sonnenuntergang und zwei Stunden nach Sonnenaufgang	Sonnenhöhe $< 5^\circ$

Für das hier zu betrachtende Untersuchungsgebiet können vorliegende großräumige Messdaten im Elbtal herangezogen werden /16/. Die einjährigen Sondermessungen an unterschiedlich exponierten Stellen im Elbtal zeigen erhöhte Häufigkeiten potenzieller Kaltluftsituationen von 15 % bis 38 % aller Jahresstunden infolge der Tallage. Diese Abschätzung beruht auf einer Temperaturinversion von $\geq 1 \text{ K}$ und einer Andauer von mindestens zwei Stunden. Unter Einbeziehung von Tageszeit und Windrichtung wurden aus den o.g. Messdaten des Sondermessnetzes für die Tallage der Elbe im Großraum Dresden Kaltfluthäufigkeiten je nach Standort zwischen 7 % und 12 % abgeschätzt.

In engeren Tälern sind die Kaltlufthäufigkeiten i.d.R. größer, wie meteorologische Messungen im Osterzgebirgsvorland /16/ zeigen. Dort werden Kaltlufthäufigkeiten für das hier vergleichbare Seidewitztal von 14% festgestellt.

Für das UG werden die Kaltlufthäufigkeiten auf Basis von meteorologischen Daten der Messstation Dresden-Klotzsche abgeschätzt. Linkselbisch steht eine Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung aus einjährigen Messdaten in Kesselsdorf zur Verfügung. Des Weiteren liegen im UG ortsbezogene Windinformationen in Form von Ausbreitungsklassenstatistiken (AKS) aus dem METEOKART-GIS-System des sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie vor. Dabei handelt es sich um modellierte und nicht gemessene Daten. Die zugrunde liegende Windfeldmodellierung basiert aber auf Relief- und Landnutzungsdaten und gibt die Gegebenheiten auf Bezugsflächen von 500 m x 500 m wieder.

Die abgeschätzten Häufigkeiten von Kaltluftsituationen sind in der nachfolgenden Tabelle 2 gelistet.

Tabelle 2: Abschätzung der Häufigkeit von Kaltluftsituationen /12/

Standort Messstation	Beschreibung der verwendeten Daten/ An- sätze	Häufigkeit der Jahresstunden in %
Dresden-Klotzsche	Zeitreihe aus Messdaten, Nachtstunden +/- 2h vor/nach SA/SU*, WG** ≤ 2 m/s, tiefe Wolken ≤ 6/8	8
Dresden-Klotzsche	Zeitreihe aus Messdaten, Nachtstunden Sonnen- stand <5°, WG ≤ 2.6 m/s, Wolken ≤ 5/8	7
Kesselsdorf	AKS aus Messdaten, ohne AK, WG-Klasse 1-2 (bis 1,8 m/s)	< 12,4
Feistenberg	synth. AKS aus Meteokart, WG-Klasse 1-2 (bis 1,8 m/s)	15
Pirna (Zusammen- fluss Seidwitz/ Gott- leuba)	synth. AKS aus Meteokart, WG-Klasse 1-2 (bis 1,8 m/s)	18

*SA...Sonnenaufgang, SU...Sonnenuntergang

**WG...Windgeschwindigkeit, AKS...Ausbreitungsklassenzeitreihe

Die Messstationen Dresden-Klotzsche, Kesselsdorf und der Standort Feistenberg zeigen die großräumigen potenziellen Kaltluftsituationen auf Hochflächen. Die Werte liegen zwischen 7 % und 15 % und sind vergleichbar mit den o.g. Messdaten mit 7 % - 12 %. Die etwas höheren erwarteten Häufigkeiten auf dem Feistenberg werden durch die geringere Höhenlage (im Vergleich zu Dresden-Klotzsche und Kesselsdorf) und der damit verbundenen niedrigeren Windgeschwindigkeit verursacht.

Im Bereich des Zusammenflusses von Seidewitz und Gottleuba ergibt sich aus den Daten eine größere Kaltlufthäufigkeit von 18 %. Ursache ist die Tallage mit niedrigeren

Windgeschwindigkeit. Der Wert ist vergleichbar mit den aus Messungen für die den Standort bestimmten 14 % im Seidewitzbachtal, insbesondere unter Berücksichtigung, dass die damaligen Messgeräte erst Windgeschwindigkeiten ab 0,5 m/s enthalten, was zu einer Unterschätzung der Situationen führte /16/.

Aus den Ergebnissen können

- ca. 10 % Kaltluflthäufigkeiten für die höher gelegenen Bereiche im Untersuchungsgebiet
- ca. 20 % Kaltluflthäufigkeiten für die engeren Tallagen (Müglitztal, Seidewitzbach, Gottleuba, Meusegastbachtal

der Jahresstunden abgeleitet werden.

4.4 Dauer der Kaltluftsituation

Zur Bewertung möglicher Beeinflussungen bei Umsetzung der Planungen ist zusätzlich die Dauer von Kaltluftsituationen, d. h. das zeitliche Andauern der Bedingungen für die bodennahe Abkühlung abzuschätzen.

Hierzu wurden

- Abschätzungen des DWD /14/, welche sich auf die 10-jährigen Messzeitreihe der Station Dresden-Klotzsche (1981- 1990) beziehen und
- Messdaten der Station Dresden-Klotzsche für den aktuellen 10-Jahreszeitraum 2009-2018

ausgewertet. Die Ergebnisse werden in der nachfolgenden Abbildung 7 zusammengefasst. Die Anfangsphase der Kaltluftbildung (abhängig von der Intensität der Ausstrahlung) kann mit ein bis drei Stunden, im Mittel ca. zwei Stunden abgeschätzt werden. Die Auswertungen für die Messstation Dresden-Klotzsche zeigen, dass ca. 40% aller Kaltluftsituationen eine Dauer von mindestens zwei Stunden haben. Die weiteren in 20% der Jahresstunden auftretenden Kaltluftsituationen dauern mindestens drei Stunden und länger an. Somit kann die Häufigkeit des alleinigen Auftretens der Anfangsphase der Kaltluftbildung mit 8 % der Jahresstunden abgeschätzt werden.

Der Anfangsphase kommt durch den relativ hohen Anteil an der gesamten Kaltluftsituationen ein hoher Stellenwert zu. Diese ersten Stunden tragen bei Perioden mit hoher Wärmebelastung am Tag (Sommer) zu einer nächtlichen Abkühlung und damit zu einer Entlastung bei.

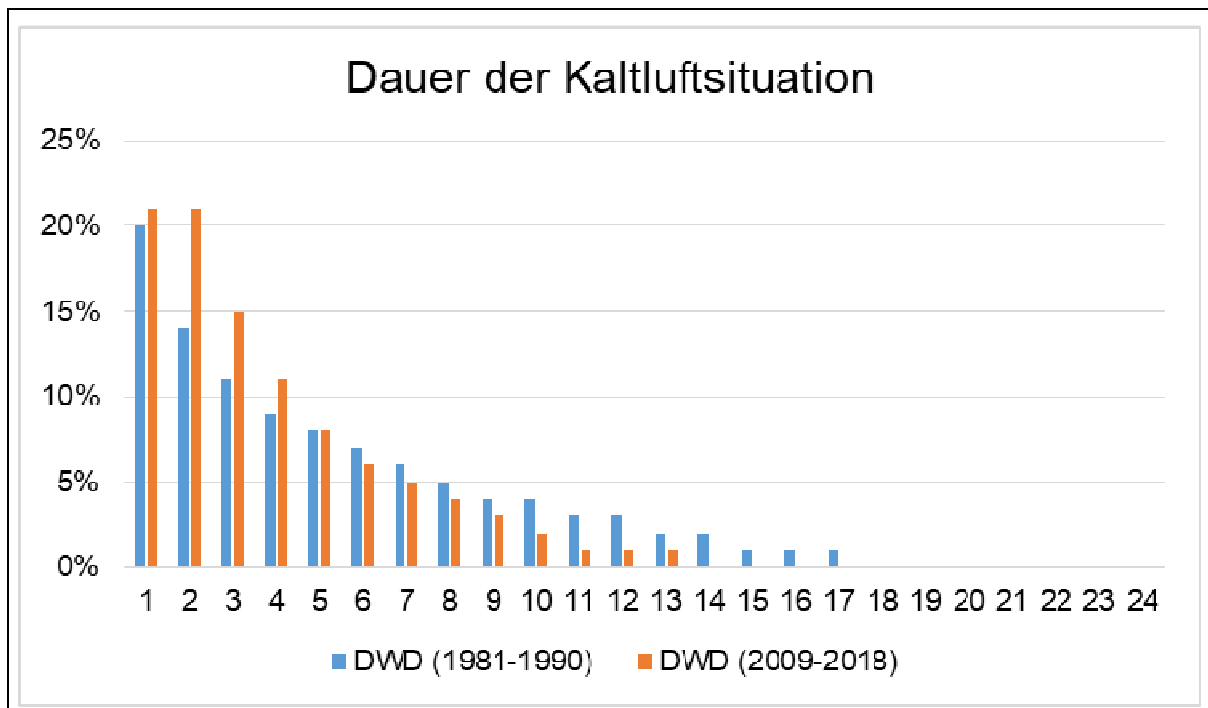


Abbildung 7: Relative Häufigkeit des Andauerns von Kaltluftsituationen

4.5 Änderungswirkung Planzustand

Durch die Realisierung des IndustrieParks Oberelbe (Bau- und Ausgleichsflächen) wird die bestehende Landnutzung deutlich modifiziert. Es werden zusätzliche Gebäude als Strömungshindernisse wirksam und der Anteil versiegelter Flächen nimmt in bedeutsamen Umfang zu. Dadurch können die bestehenden Kaltluftströmungen beeinträchtigt werden.

Zur Abschätzung der Wirkung durch die Umsetzung der Planung wurde eine Kaltluftmodellierung durchgeführt.

5 Kaltluftmodellierung

Für die Darstellung der großräumigen Kaltluftsituation im Bereich des Untersuchungsgebietes wurden Kaltluftsimulationen mit dem Kaltluftmodell KALM (Beschreibung s. Anhang 2) vom Büro Lohmeyer durchgeführt /12/. Das Modell entspricht den Anforderungen der VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5. Mit Hilfe der Modellierung können die möglichen Veränderungen des örtlichen, kaltluftbedingten Windfeldes durch die Flächennutzungsänderung aufgezeigt werden.

Hierzu wird der Ist-Zustand (Nullfall) dem Plan-Zustand (Planfall) gegenübergestellt. Die Darstellung der Berechnungsergebnisse ist dem Anhang 3 zu entnehmen.

Die Ergebnisse der Kaltluftberechnungen beinhalten die Richtung und die Geschwindigkeit des Kaltluftstroms, die Mächtigkeit der Kaltluft und die daraus resultierende Kaltluftvolumenstromdichte. Die Kaltluftvolumenstromdichte ist das Produkt aus Geschwindigkeit und Schichtdicke und gibt an, wie viel Kaltluft durch einen 1 m

breiten Querschnitt strömt. Die Volumenstromdichte bzw. der Volumenstrom ist das Maß der Durchlüftung.

Die Ergebnisse dieses Gutachtens werden nachfolgend zusammengefasst.

5.1 Kaltluftbildung im Ist-Zustand

Kaltluftschichtdicke und -geschwindigkeit

Die Berechnungsergebnisse für die Kaltluftgeschwindigkeit in der Anfangsphase der Kaltluftbildung und bei voll ausgebildeter Kaltluft sind den Abbildungen in Anhang 3 zu entnehmen. Die Darstellung der Kaltluftschichtdicke kann den nachfolgenden Abbildungen 8 und 9 entnommen werden.

Die ausgedehnten Freilandflächen im Plangebiet und im Untersuchungsgebiet bedingen bei den entsprechenden austauscharmen Inversionswetterlagen eine intensive Kaltluftentstehung. Diese sammelt sich in den Talbereichen der Seidewitz (östliches UG), Müglitz (westliches UG) und Elbe (nördliches UG). Hier bilden sich bereits zu Beginn Kaltluftschichtdicken von bis zu 50 m aus (sogenannte Kaltluftseen oder Kaltluftsammelgebiete). Ein weiterer Kaltluftsee im UG entsteht im Bereich der Ortschaft Krebs bzw. des Meusegastbaches (Schichtdicke bis ca. 20 m), welcher überwiegend mit in diesen Bereichen selbst gebildeter Kaltluft sowie aus südwestlichen Bereichen zufließender Kaltluft gefüllt wird.

Die bodennahen Kaltluftgeschwindigkeiten liegen in der Anfangsphase bei ca. 0,3 bis 0,7 m/s in den Bereichen der Kaltluftseen und ca. 0,5 m/s bis 1,5 m/s in den Hangbereichen.

Bei andauernden Kaltluftbedingungen nehmen die Kaltluftmächtigkeiten in den Kaltluftseen und die Geschwindigkeiten in den Hangbereichen deutlich zu. Kleine Erhebungen werden von Süden her von heranströmender Kaltluft überflossen.

Fließrichtung

Die Kaltluft fließt in der Anfangsphase dem Gelände folgend ab. Bei voll ausgeprägter Kaltluft strömt die Kaltluft im Untersuchungsgebiet überwiegend in nördliche Richtung vgl. nachfolgende Abbildungen 8 und 9.

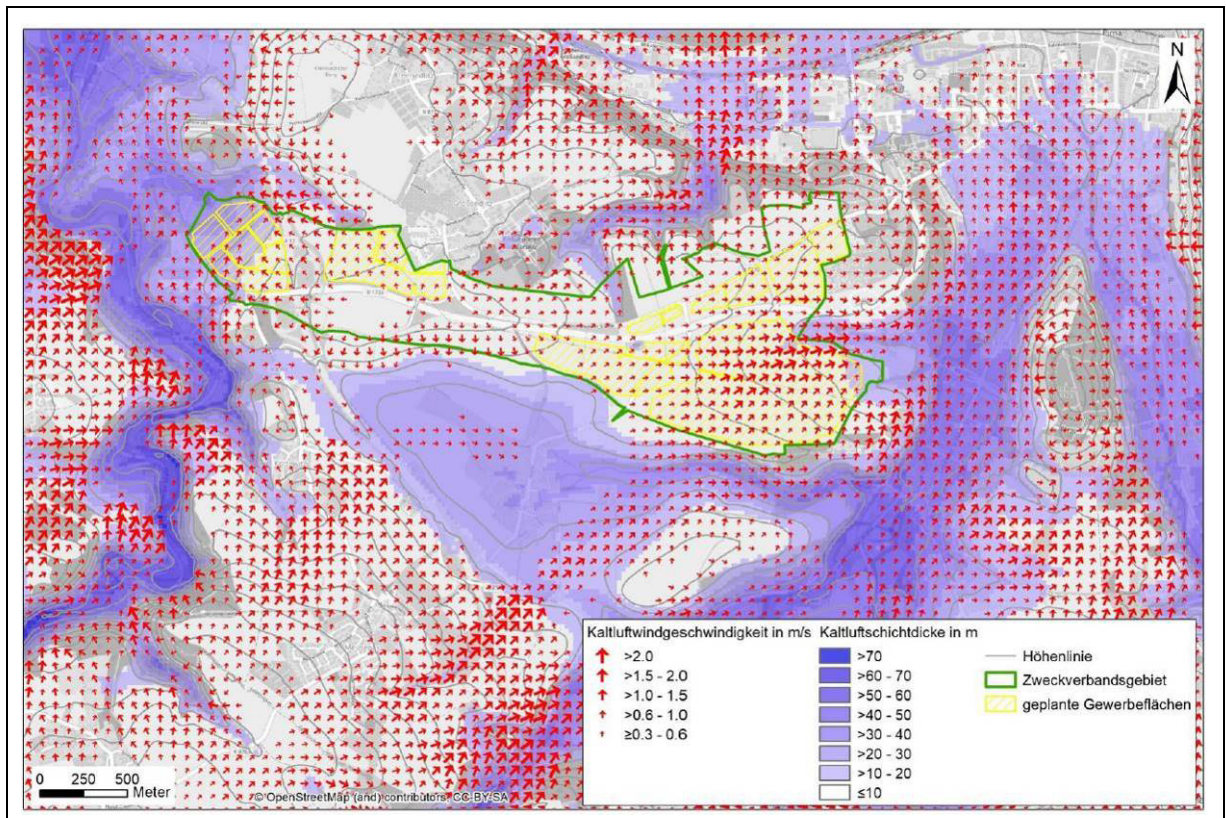


Abbildung 8: Kaltluftgeschwindigkeit, -fließrichtung und -schichtdicke in der Anfangsphase der Kaltluftbildung im Ist-Zustand /12/

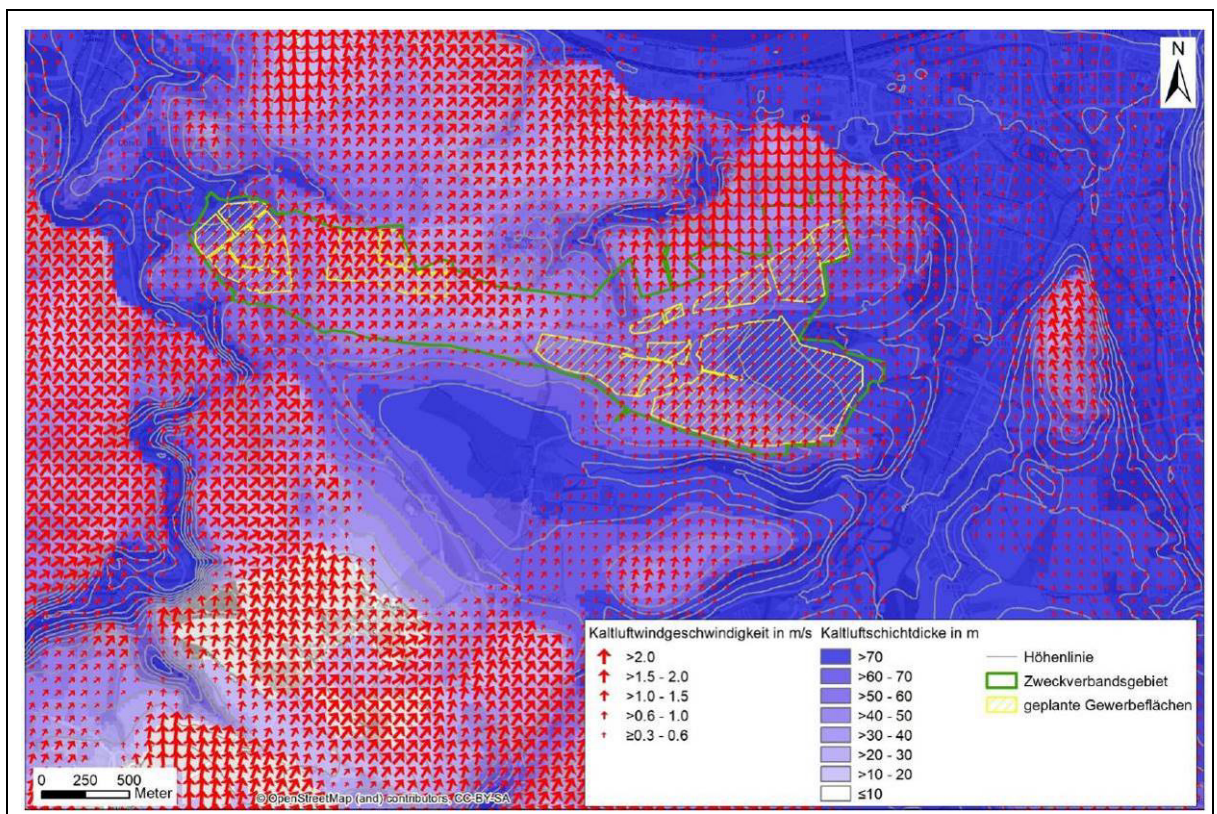


Abbildung 9: Kaltluftgeschwindigkeit, -fließrichtung und -schichtdicke bei voll ausgebildeter Kaltluft im Ist-Zustand /12/

Volumenstromdichte

Die grafische Darstellung der auftretenden Volumenstromdichten für die Anfangsphase enthält Anhang 3. Die ermittelten Volumenströme in der Anfangsphase der Kaltluftentstehung sind der Tabelle 3 auf Seite 22 zu entnehmen.

Erwartungsgemäß treten die höchsten Volumenstromdichten in den Tälern von Müglitz und Seidewitz auf. In den Hangbereichen mit relativ hohen Kaltluftgeschwindigkeiten sind die Volumenstromdichten sehr gering, da die Kaltluftabflüsse dort keine relevante vertikale Mächtigkeit aufweisen.

5.2 Kaltluftbildung im Plan-Zustand

Kaltluftschichtdicke und -geschwindigkeit

Die innerhalb des Untersuchungsgebietes (2.400 ha) geplanten Gebietsausweisungen im Plangebiet (260 ha) verbundenen Versiegelungen führen dazu, dass auf den Bauflächen selbst (140 ha) keine nennenswerte Kaltluftproduktion mehr stattfindet (im Modell Ansatz Reduzierung um 100 % auf Fläche des Plangebietes). In den Talbereichen der Seidewitz (östliches UG), Müglitz (westliches UG) und Elbe (nördliches UG) bilden sich auch im Plan-Zustand bereits zu Beginn Kaltluftschichtdicken von bis zu 50 m. Ebenso werden im Bereich der Ortschaft Krebs bzw. des Meusegastbaches Schichtdicken bis ca. 20 m (analog zum Ist-Zustand) ausgewiesen.

Die Oberflächenrauigkeiten und Verdrängungshöhen werden durch die vorgesehene Bebauung erhöht, so dass die bodennahen Geschwindigkeiten auf den geplanten Gewerbe-/Industrieflächen größtenteils auf < 0,3 m/s absinken. Auf den Flächen der Kaltluftseen und Hangbereiche außerhalb der Gewerbe-/Industrieflächen verändert sich die Geschwindigkeit nicht wesentlich.

Bei andauernden Kaltluftbedingungen nehmen die Kaltluftmächtigkeiten in den Kaltluftseen und die Geschwindigkeiten in den Hangbereichen deutlich zu. Erhebliche Änderungen zum Ist-Zustand sind nicht gegeben.

Fließrichtung

Die Kaltluft fließt in der Anfangsphase dem Gelände folgend ab und kommt auf den geplanten Bauflächen zum Erliegen. Bei voll ausgeprägter Kaltluft strömt die Kaltluft analog zum Ist-Zustand überwiegend in nördliche Richtung und überströmt die geplante Bebauung (vgl. nachfolgende Abbildungen).

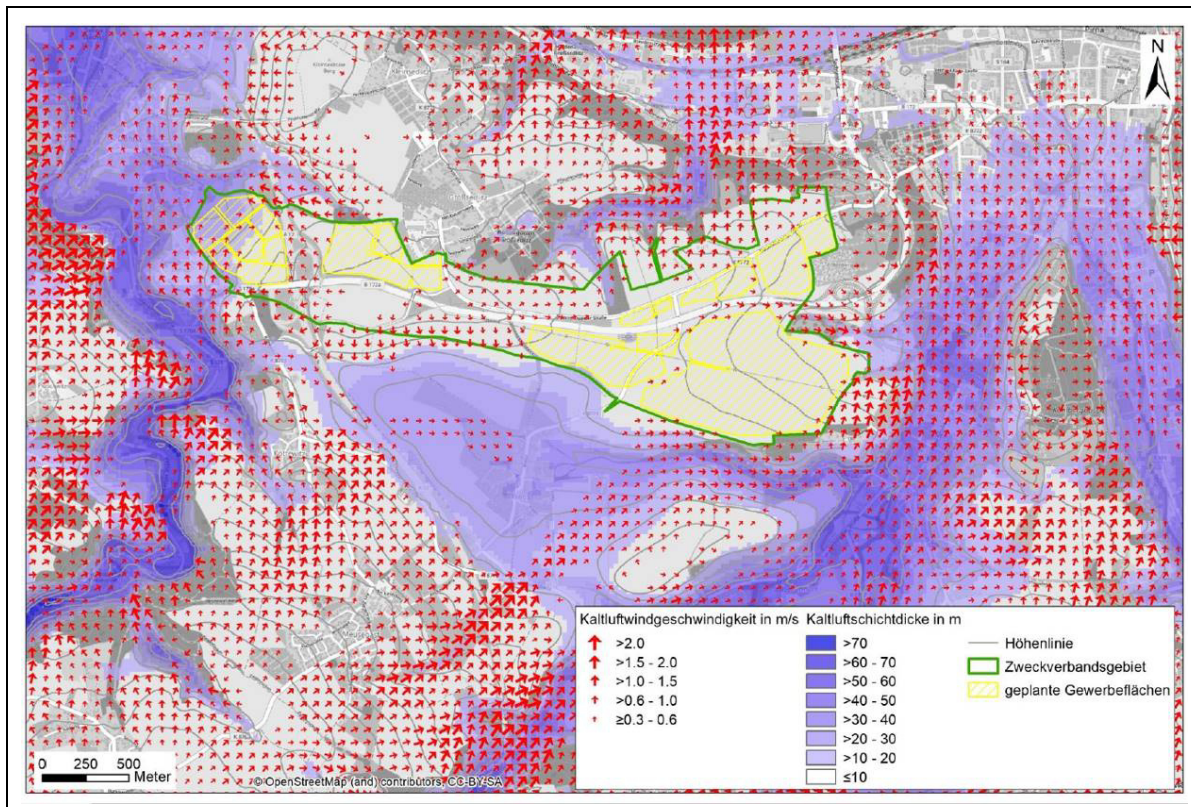


Abbildung 10: Kaltluftgeschwindigkeit, -fließrichtung und -schichtdicke in der Anfangsphase der Kaltluftbildung im Plan-Zustand /12/

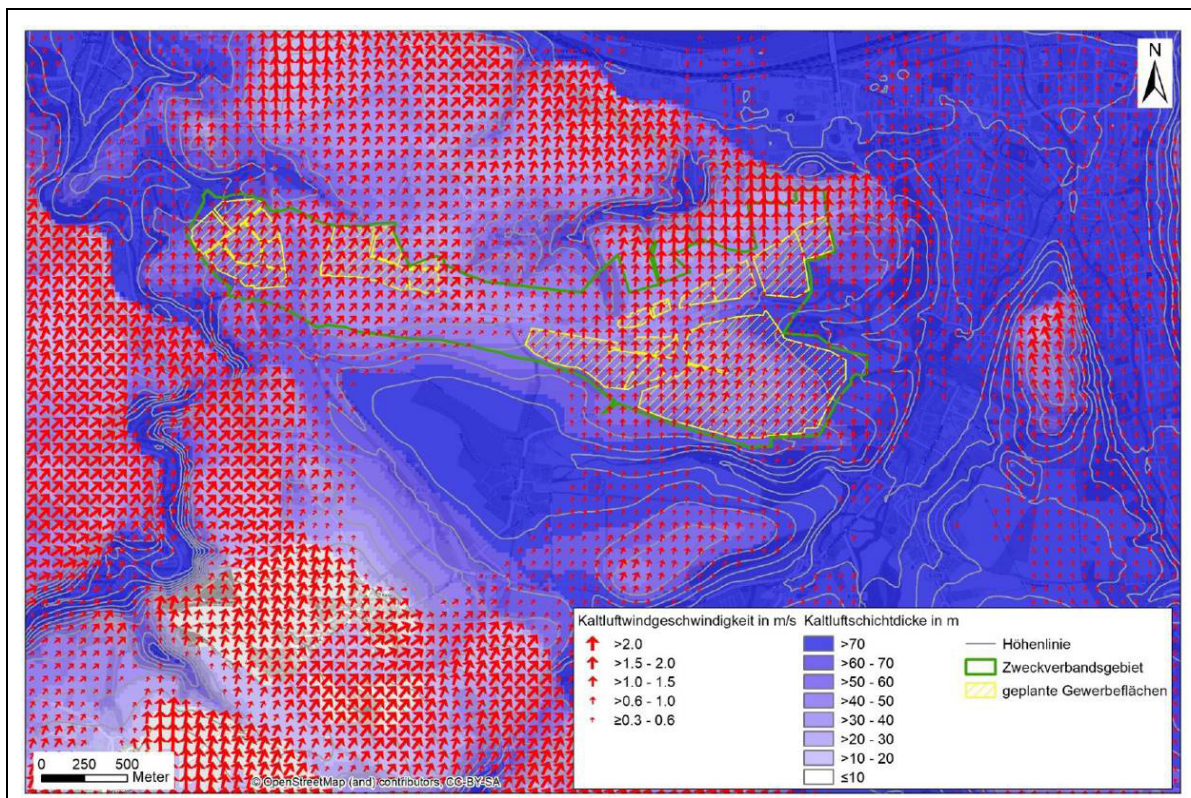


Abbildung 11: Kaltluftgeschwindigkeit, -fließrichtung und -schichtdicke bei voll ausgebildeter Kaltluft im Plan-Zustand /12/

Volumenstromdichte

Die grafische Darstellung der auftretenden Volumenstromdichten für die Anfangsphase enthält Anhang 3. Die ermittelten Volumenströme in der Anfangsphase der Kaltluftentstehung sind der Tabelle 3 auf Seite 22 zu entnehmen. Die Volumenstromdichten in den Tälern der Müglitz und Seidewitz sind weiterhin sehr hoch. Auf den Gewerbe-/Industrieflächen führt die Umsetzung der Planung zu einer Reduzierung der Volumenstromdichten in der Anfangsphase im östlichen Bereich der Fläche D südwestlich Pirna und auf Teilflächen der Fläche A nördlich Dohna.

5.3 Bewertung der Ergebnisse

Jede Veränderung der Oberfläche beeinflusst die Kaltluftentstehung und den –abfluss. Bewertungsrelevant sind dabei Kaltluftströme die zur Frischluftversorgung besiedelter Bereiche beitragen. Gewerbliche Bebauungen führen durch die Änderung des Versiegelungsgrades und der Rauigkeit in Verbindung mit möglichen Wärme- und Schadstoffquellen zur Verringerung der Kaltluftbildung und einer starken Verminderung des Abflusses. Als entscheidende Größen für die Bewertung der geplanten Bebauung sind daher der Kaltluftvolumenstrom bzw. die Kaltluftvolumenstromdichte zu den besiedelten Bereichen und die Änderung der Häufigkeit des Auftretens von Kaltluftsituationen heranzuziehen (vgl. VDI 3787 Blatt 5).

Relevante Veränderungen der Kenngrößen für die Kaltluftentstehung und den –abfluss bei voll ausgebildeter Kaltluft bei Umsetzung der Planung sind im Untersuchungsgebiet nicht zu prognostizieren. Die berechneten Veränderungen in der Anfangsphase ohne Berücksichtigung von möglichen Minderungsmaßnahmen werden nachfolgend beschrieben.

Kaltluftschichtdicke und -geschwindigkeit

Bei den Kaltluftschichtdicken treten die größten Reduktionen auf den geplanten Gewerbe-/Industrieflächen selbst auf. Die Verringerungen der Kaltluftschichtdicke von mehr als 10 % sind in etwa vergleichbar mit der Reichweite der Verringerung (>10%) der Kaltluftvolumenströme (vgl. Abbildung 13). Auf eine Darstellung der relativen Änderungen der Schichtdicken zwischen Ist- und Planzustand wird verzichtet, da dies keine beurteilungsrelevante Größe darstellt.

Fließrichtung

Änderungen der Fließrichtung betreffen die Flächen des Plangebietes.

Volumenstromdichte/ Volumenstrom

Für die Bewertung der Veränderung der Kaltluftvolumenströme ohne Berücksichtigung möglicher Emissionsbelastungen wurden daher Querschnitte ausgewählt, welche

aufgrund der Fließrichtung eine Beeinflussung durch die Umsetzung der Planung des IPO erwarten lassen. Aus diesem Grund entfällt z.B. ein Querschnitt Richtung Ortslage Krebs (Kaltluft fließt dort überwiegend aus westlicher Richtung) und näher an Dohna (Kaltluftstrichtung ist dort vom Müglitztal geprägt). Die ausgewählten Querschnitte für die Betrachtung der Kaltluftvolumenströme sind in Abbildung 12 blau dargestellt.

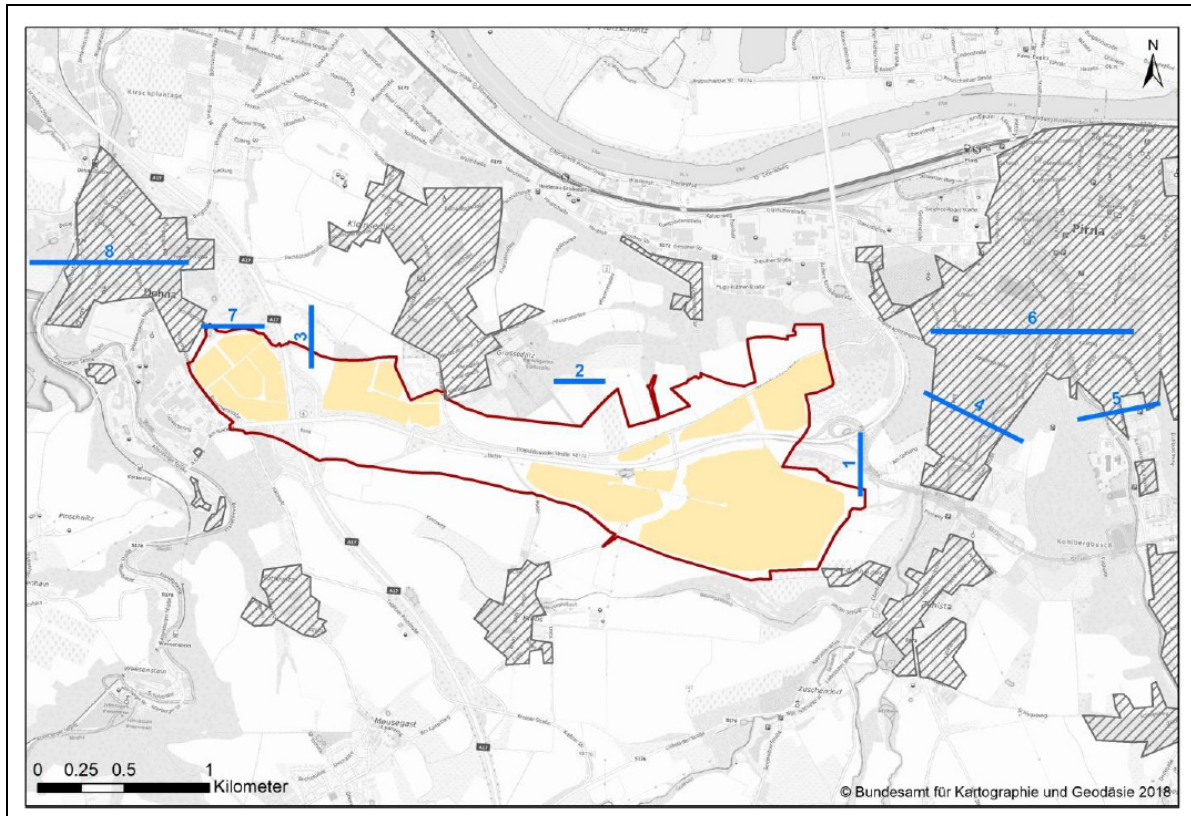


Abbildung 12: Querschnitte (blau) zur Abschätzung Kaltluftvolumenströme mit Lage der Wohnbebauung (grau) sowie Lage des Plangebiets (dunkelrot) und geplanten Gewerbe-/Industrieflächen (gelb) /12/

Die Ergebnisse der Berechnungen der Kaltluftströme für die Querschnitte werden in der nachfolgenden Tabelle 3 zusammengefasst. Die Querschnitte wurden so gewählt, dass sie senkrecht zu abfließenden Kaltluft stehen und damit die maximal mögliche Änderung erfassen, unabhängig von ggf. nicht in Fließrichtung liegenden Siedlungsräumen. Die prozentuale Änderung der Kaltluft-volumenströme ist in der Abbildung 12 dargestellt. Zur Beurteilung der Auswirkungen von Planungen von Kaltluftflüssen wird in der VDI - Richtlinie 3787, Blatt 5 eine dreistufige Beurteilung vorgeschlagen. Hierbei werden Änderungen gegenüber dem Ist-Zustand von bis 5 % als geringe Auswirkungen, bis 10 % als mäßige Auswirkungen und über 10 % als hohe Auswirkungen eingestuft. Kaltluftvolumenströme größer 10 000 m³/s sind nach der VDI-Richtlinie als stark klimaökologisch wirkungsvoller Hangabwind einzuordnen. Kaltluftvolumenströme im Bereich 1 000 - 10 000 m³/s werden als mittelmäßig klimaökologisch wirkungsvoll eingestuft. Gruppen von Einzelgebäuden und kleinere Siedlungen werden nach der VDI-Richtlinie von

Kaltluftabflüssen mit einem Volumenstrom ab etwa 10.000 m³/s durch-, um- oder überströmt.

Tabelle 3: Änderung der Kaltluftströme für maßgebliche Ortslagen /12/

Nr.	Beschreibung	Anfangsphase des Kaltluftabflusses		
		Ist-Zustand in m ³ /s	Plan-Zustand in m ³ /s	Differenz in %
1	Südlich B172a	4.000	1.200	-70 %
2	Nördlich B172a	1.700	1.600	-6 %
3	Östlich von Dohna	2.000	1.400	-30 %
4	Seidewitztal	15.300	12.300	-20 %
5	Gottliebatal	6.900	6.900	+/-0 %
6	Pirna (Zusammenfluss Seidewitz und Gottleuba)	13.100	9.700	-26 %
7	Dohna (nördlich geplanter Fläche A)	4.200	3.000	-29 %
8	Dohna (Müglitztal)	14.400	13.500	-6 %

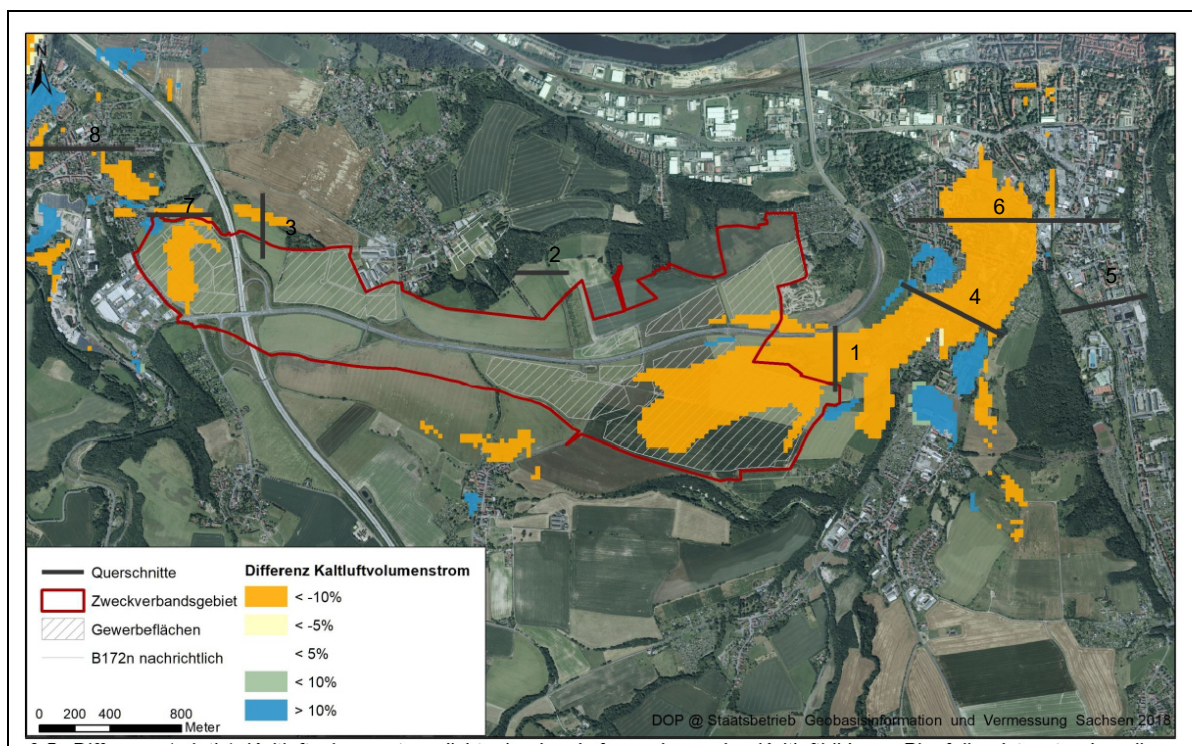


Abbildung 13: Differenz Kaltluftvolumenstromdichte in der Anfangsphase der Kaltluftbildung, Plan-Zustand – Ist-Zustand, orange: Verschlechterung im Plan-Zustand, blaue: Verbesserung im Plan-Zustand /12/

Bebauung Pirna

Die Belüftung von Pirna bei Strahlungswetterlagen (ca. 20% der Jahresstunden vgl. Kap. 4.3) erfolgt in der Anfangsphase des Kaltluftabflusses zum Großteil von Süden her durch

- das Seidewitztal mit ca. 15.000 m³/s (Querschnitt 4 in Abbildung 12) und
- das Gottleubatal mit ca. 6.900 m³/s (Querschnitt 5 in Abbildung 12).

Am Zusammenfluss von Seidewitz und Gottleuba werden im Istzustand Kaltluftvolumenströme von ca. 13.000 m³/s (Querschnitt 6) berechnet. Für die Querschnitte 4 bis 6 kann davon ausgegangen werden, dass sich die Kaltluftschicht z.T. abgehoben über der Bebauung befindet. /12/

Der Kaltluftvolumenstrom von der Freifläche südlich der B172a (Plangebiet Fläche D) liefert hierbei einen Beitrag in das Seidewitztal von ca. 4.000 m³/s (Querschnitt 1 in Abbildung 12). Mittelmäßig klimatisch wirksam sind die Kaltluftvolumenströme aus dem zu untersuchenden Gebiet in nördliche Richtung in den Pirnaer Westen (Großsedlitzer Straße, Querschnitt 2 in Abbildung 12) mit ca. 1.700 m³/s.

Durch die Umsetzung der Planung verändern sich die Kaltluftvolumenströme in der Anfangsphase der Kaltluftbildung (im Mittel 2 h). Diese Situationen treten ausgehend von der Häufigkeit des Auftretens von Kaltluftsituationen (10% bis 20%) und des Anteils der Anfangsphase von 40% der gesamten Kaltluftsituation an < 10% der Jahresstunden auf.

Für die Bebauung von Pirna wird ohne Berücksichtigung von planerischen Maßnahmen eine Änderung des Kaltluftvolumenstroms von 20% bis 26% an den betrachteten Querschnitten 4 und 6 in der Anfangsphase berechnet. Bei voll ausgebildeter Kaltluft verursacht die geplante Änderung der Flächennutzung keine Wirkungen. Für die Querschnitte mit geringen Absolutwerten des Kaltluftvolumenstroms (2.800 m³/s < 10.000 m³/s) werden Reduzierungen von bis zu 70% ausgewiesen (Querschnitt 1).

Relevante Verringerungen des Kaltluftvolumenstromes (vgl. Abbildung 13) von mehr als 10 % reichen in Pirna bis ca. Einsteinstraße. Weitere kleinere Bereiche mit Änderungen der Volumenstromdichte sind bedingt durch numerische Schwankungen aufgrund der Nichtlinearität der komplexen Modellierung und sind nicht in der Planungsmaßnahme begründet.

Bebauung Dohna

Die Belüftung von Dohna bei Strahlungswetterlagen in der Anfangsphase des Kaltluftabflusses erfolgt durch das Müglitztal mit ca. 14.400 m³/s (Querschnitt 8 in Abbildung 12). Aus dem Plangebiet in Richtung Dohna werden

- in Richtung Westen (Querschnitt 3 in Abbildung 12) mit ca. 2.000 m³/s bzw.
- in Richtung Nordwesten (Querschnitt 7 in Abbildung 12) mit ca. 4.200 m³/s

mittelmäßig klimatisch wirksame Kaltluftvolumenströme berechnet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich direkt nördlich des Querschnittes 7 keine Siedlungsräume befinden.

Die dargestellten Verbesserungen im Bereich Bebauung an der Bodlitz und am Schilfteichweg ergeben sich durch den größeren Zustrom aus dem Müglitztal, Verschlechterungen betreffen die Baufläche und die Ausgleichsfläche hinter dem Schilfteichweg Nr. 1 bis 11.

Durch die Umsetzung der Planung verringern sich in der Anfangsphase im Wesentlichen die Kaltluftvolumenströme mit mittelmäßiger klimatischer Wirksamkeit (Verringerung um bis zu 30% bei sehr geringen Absolutwerten von 600 m³/h bis 1.200 m³/h). Diese Verringerungen des Kaltluftvolumenstromes (vgl. Abbildung 13) von mehr als 10 % reichen in Dohna etwa bis Burgstraße/ Antonstraße. Für diese Bereiche kann von einer guten Kaltluftversorgung durch das Müglitztal ausgegangen werden.

Veränderungen des klimatisch wirksamen Volumenstroms aus dem Müglitztal werden mit 6% ohne Berücksichtigung von Minderungsmaßnahmen berechnet. Bei voll ausgebildeter Kaltluft verursacht die geplante Änderung der Flächennutzung keine Wirkungen.

5.4 Veränderungen im Plangebiet

Nachfolgend werden die Änderungen im Plangebiet durch die geplante Bebauung (140 ha) bewertet. Durch die geplante Änderung der Flächennutzung von Freiland zu Gewerbefläche im Plangebiet

- verringert sich die Kaltluftproduktion auf den Gewerbe-/Industrieflächen erheblich,
- wird aus Nachbarbereichen einfließende Kaltluft auf die Gewerbe-/Industrieflächen verhindert,
- sinkt die Kaltluftgeschwindigkeit in der Anfangsphase über den geplanten Gewerbe-/Industrieflächen auf unrelevante Werte ab,
- werden die Kaltluftvolumenströme in der Anfangsphase des Kaltluftabflusses im Bereich der geplanten Gewerbe-/Industrieflächen stark reduziert und
- verringert sich der Kaltluftschichtdicken auf den geplanten Gewerbe-/Industrieflächen.

Bei voll ausgeprägter Kaltluft verändern sich sowohl die Kaltluftfließgeschwindigkeiten als auch die Kaltluftvolumenströme gegenüber dem Ist-Zustand nicht relevant.

6 Zusammenfassende Bewertung und Planungsempfehlung

6.1 Klimaökologische Bewertung

Insgesamt werden für die zu bewertenden Siedlungsräume in Pirna und Dohna an den betrachteten Querschnitten im Plan-Zustand sehr intensive Kaltluftvolumenströme von ca. 10.000 m³/s berechnet. Diese führen zu einer intensiven Belüftung der anschließenden Siedlungsräume. Die mehrere Dekameter mächtigen Kaltluftströmungen aus dem Seidewitztal und dem Müglitztal bleiben in ihrer Funktion erhalten und können bodennah auch in der Anfangsphase der Kaltluftentstehung bereits in die Siedlungsflächen eindringen.

Die im Bereich des Plangebiets im Ist-Zustand entstehende Kaltluft ist aufgrund der Nähe zur A17 Bundesstraße 172a durch kfZ-Abgase vorbelastet. Emissionen, welche in die sich bildende Kaltluft emittieren werden durch die fehlende turbulente Durchmischung angereichert. Diese Luftbeimengen werden anschließend mit der Kaltluft in die Siedlungsbereich transportiert. Durch die Umsetzung der Planung und damit das unterbinden der Kaltluftentstehung auf den Gewerbe-/Industrieflächen tritt dieser Effekt im Plan-Zustand nicht mehr auf.

Auch mit den berechneten Änderungen der Kaltluftströme von über 10% im Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand bleiben in den betroffenen Siedlungsbereichen der Städte Dohna und Pirna bodennah intensive und günstige nächtliche Belüftungen bestehen.

6.2 Klimaökologischen Optimierungsmaßnahmen

Zur Sicherstellung einer guten Durchlüftung des Plangebiets und zur Minimierung der Wirkungen auf die besiedelten Bereiche im Umfeld sind in folgende Maßnahmen zu empfehlen:

- Begrünung von Dachflächen und Fassaden zur Verminderung der Aufheizung
- Hoher Anteil der Be- und Durchgrünung von Flächen
- Reduzierung des Anteils von versiegelten Flächen auf ein Mindestmaß durch z.B. Teilversiegelung von Hofflächen, Zufahrten und Stellplätze
- Anlage von Straßenbegrünung, Grundstücksbegrünung mit Großbäumen
- Herstellen von Belüftungssachsen mit Breiten von mindestens 10 m und geringen Bauhöhen
 - Fläche D mit Südwest-Nordost-Ausrichtung
 - Fläche A mit Süd-Nord-Ausrichtung.

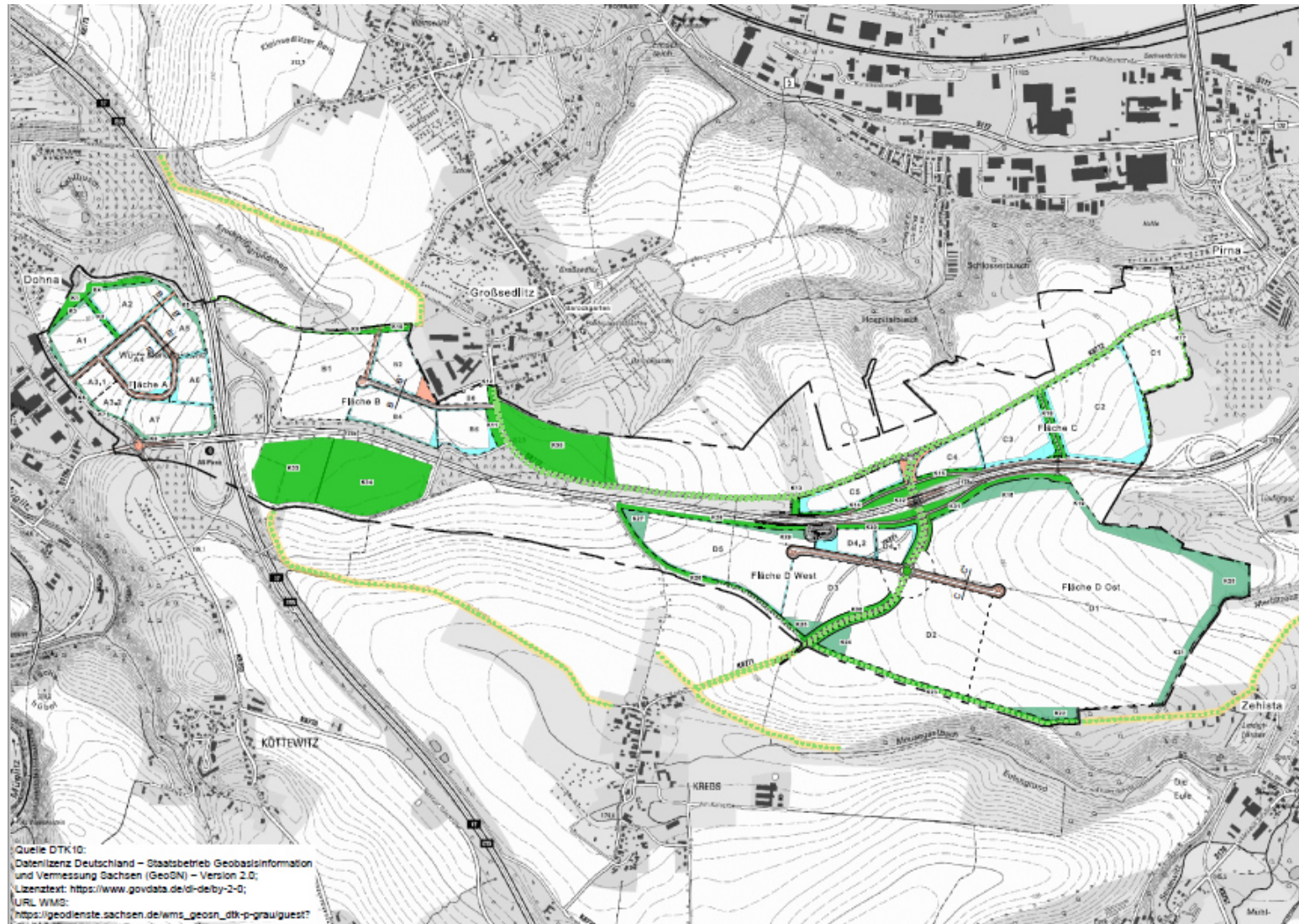
7 Verwendete Quellen

- /1/ Kaspartz-Kuhlmann (2017): Machbarkeitsstudie zur Entwicklung von interkommunalen Gewerbe- und Industrieflächen im Raum Feistenberg im Auftrag der Stadtverwaltung Pirna, Kaspartz-Kuhlmann GmbH 10.03.2017
- /2/ Stadt Dohna (2014): Umweltbericht zum Bebauungsplan „Gewerbegebiet Weesensteiner Straße“ Stadt Dohna, Fassung vom 22.08.2014
- /3/ Kaspartz-Kuhlmann (2019): Realisierungskonzept IndustriePark Oberelbe (IPO), Stand Mai 2019
- /4/ Regionaler Planungsverband (RPV) Oberes Elbtal/Osterzgebirge (2019): Regionalplan Oberes Elbtal/Osterzgebirge, 2. Gesamtfortschreibung beschlossen als Satzung gemäß § 7 Abs. 2 SächsLPIG am 24.06.2019
- /5/ Sächsisches Staatsministerium des Inneren (2013): Landesentwicklungsplan 2013
- /6/ Stadt Dohna (2017): INSEK Stadt Dohna. Integriertes Stadtentwicklungskonzept 2030, Oktober 2017.
- /7/ Verwaltungsgemeinschaft Dohna-Müglitztal (2018): Erläuterungsbericht zum Landschaftsplan der Verwaltungsgemeinschaft Dohna-Müglitztal, ENTWURF, Fassung vom 26.03.2018
- /8/ Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung (SMUL) (Hrsg.) 1998: Handbuch zum Klimaschutz, Leitfaden zur Genehmigung und Errichtung von Windkraftanlagen, 1/1998. Dresden
- /9/ Regionales Klimainformationssystem (ReKIS): <http://www.rekis.org/> (zuletzt abgerufen am: 18.05.2019)
- /10/ DWD, Deutscher Klimaatlas (2016): http://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas_node.html (zuletzt abgerufen am: 20.09.2018)
- /11/ Bernhofer, C.; Franke, J.; Fischer, S.; Kirsten, L.; Körner, P.; Kostrowski, D.; Prasse, H.; Schaller, A.; Donix, T (2014): Analyse der Klimaentwicklung in Sachsen. Schriftenreihe, Heft 3/2015, Herausgeber: Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden
- /12/ Lohmeyer (2019): Aufstellung Bebauungsplan für die Teilflächen des Industrieparks Oberelbe, Projekt 71384-17-02, Juli 2019
- /13/ 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
- /14/ DWD (1994a): Abschätzung der Häufigkeit meteorologischer Bedingungen für das Auftreten von Kaltluftflüssen mit Hilfe der synoptischen Beobachtungen an der Wetterstation Dresden-Klotzsche. Deutscher Wetterdienst. Wetteramt Dresden. 02/1994

- /15/ DWD (1994b): Amtliches Gutachten zur Gültigkeit der Ausbreitungsklassenstatistik Dres-den/Klotzsche entlang der Trasse der BAB 4 im Bereich der Stadt Dresden und zur Abschätzung der meteorologischen Bedingungen für das Auftreten von Kaltluftflüssen. Deutscher Wetterdienst. Wetteramt Dresden. 02/1994.
- /16/ DWD (1995): Amtliches Gutachten zur Abschätzung der Häufigkeit von Kaltluftflüssen im Bereich der Ortsumgehung Pirna. Deutscher Wetterdienst. Wetteramt Dresden. Ca. 1995.
- /17/ DWD (2017): Amtliches Gutachten. Kaltluftabflusssimulationen mit KLAM_21 für die Stadt Leipzig und Umgebung. Im Auftrag der Stadt Leipzig. Deutscher Wetterdienst. Offen-bach, März 2017.
- /18/ DWD (2018): Amtliches Gutachten. Klimatische Beurteilung: Neubau Landratsamt BGL in Bad Reichenhall. Im Auftrag vom Landratsamt Berchtesgadener Land. Deutscher Wetterdienst. München, August 2018.

Anhang 1

Darstellung B-Plan Gebiet (Zwischenstand Vorentwurf)



K190218-02

Lokalklimatische Bewertung

11.11.2019

Bebauungsplan Industrieparks Oberelbe

Anhang 1

Anhang 2

Beschreibung Modell der Kaltluftmodellierung und Berechnungsgrundlagen /12/

A2.1 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:

- 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 hohe Kaltluftproduktion auf, während sich bebaute Gebiete bezüglich der Kaltluftproduktion neutral bis kontraproduktiv (städtische Wärmeinsel) verhalten.

Unter Umweltgesichtspunkten hat Kaltluft 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.

A2.2 Modellbeschreibung

Das Modell verwendet die so genannten 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 topografischen Geländehöhe
- von der Landnutzung abhängige Kaltluftproduktion.

Das Lösungsverfahren ist ein Differenzenverfahren mit variabler Gitterpunktzahl und Gitterweite, das heißt 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, das heißt die berechneten Werte ändern sich dann nicht mehr signifikant. Im Allgemeinen Fall ist es sinnvoll, etwa 3 h zu simulieren; dies entspricht den Verhältnissen in der Natur. Für eine solche Rechnung benötigt das Modell bei etwa 50 x 50 Gitterpunkten weniger als 5 Minuten Rechenzeit auf einem PC mit Pentium-Prozessor.

A2.3 Eingabedaten und Ergebnisse des Modells

Vorausgesetzt wird die in Abschnitt 1 genannte 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. Zurzeit werden 8 Landnutzungsklassen berücksichtigt: dichte Bebauung, lockere Bebauung, Gewerbegebiete, 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 5 m und 200 m.

Berechnet werden 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.

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

Anhang 3

Darstellungen Ergebnis der Kaltluftmodellierung

/12/

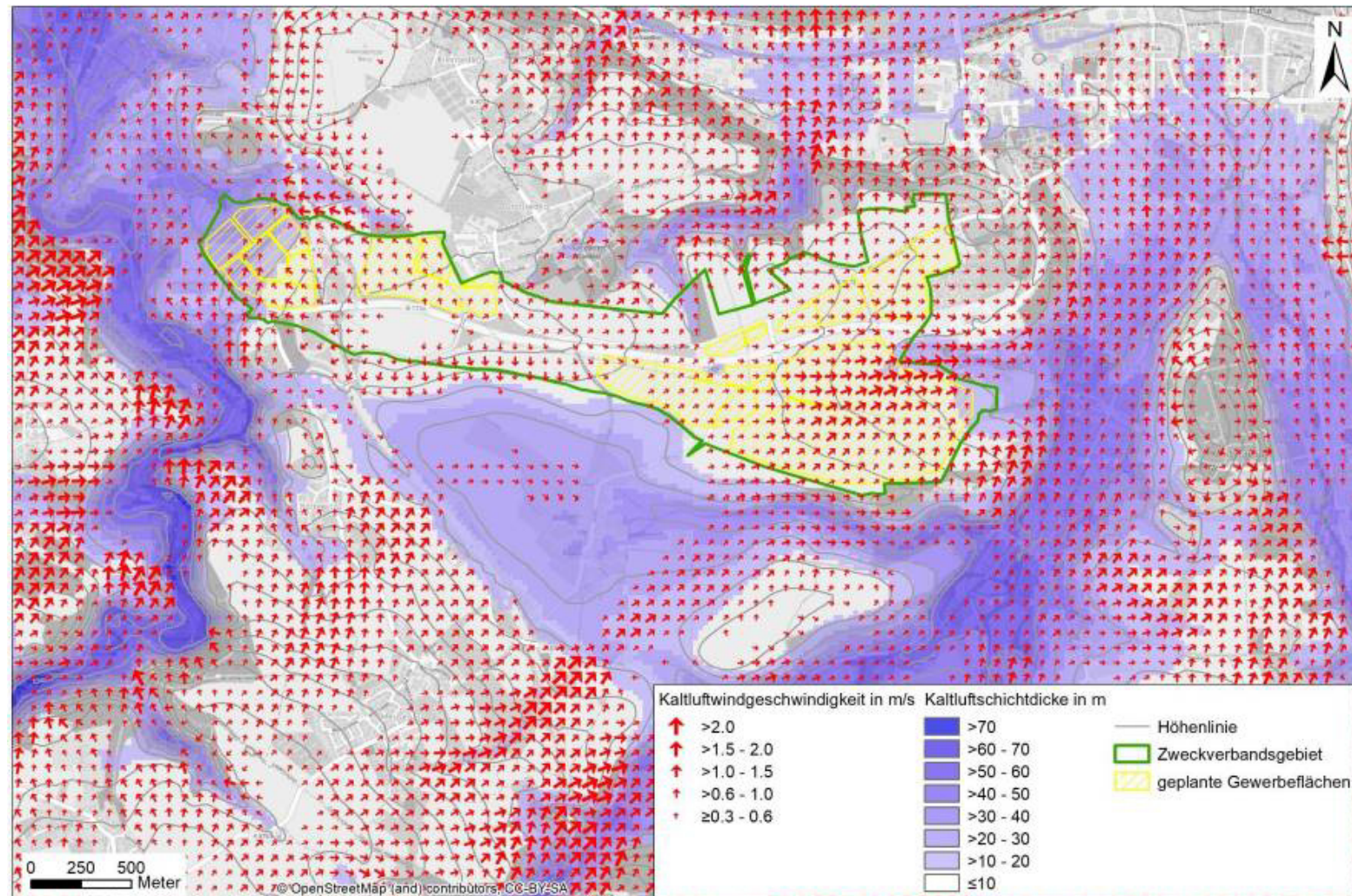
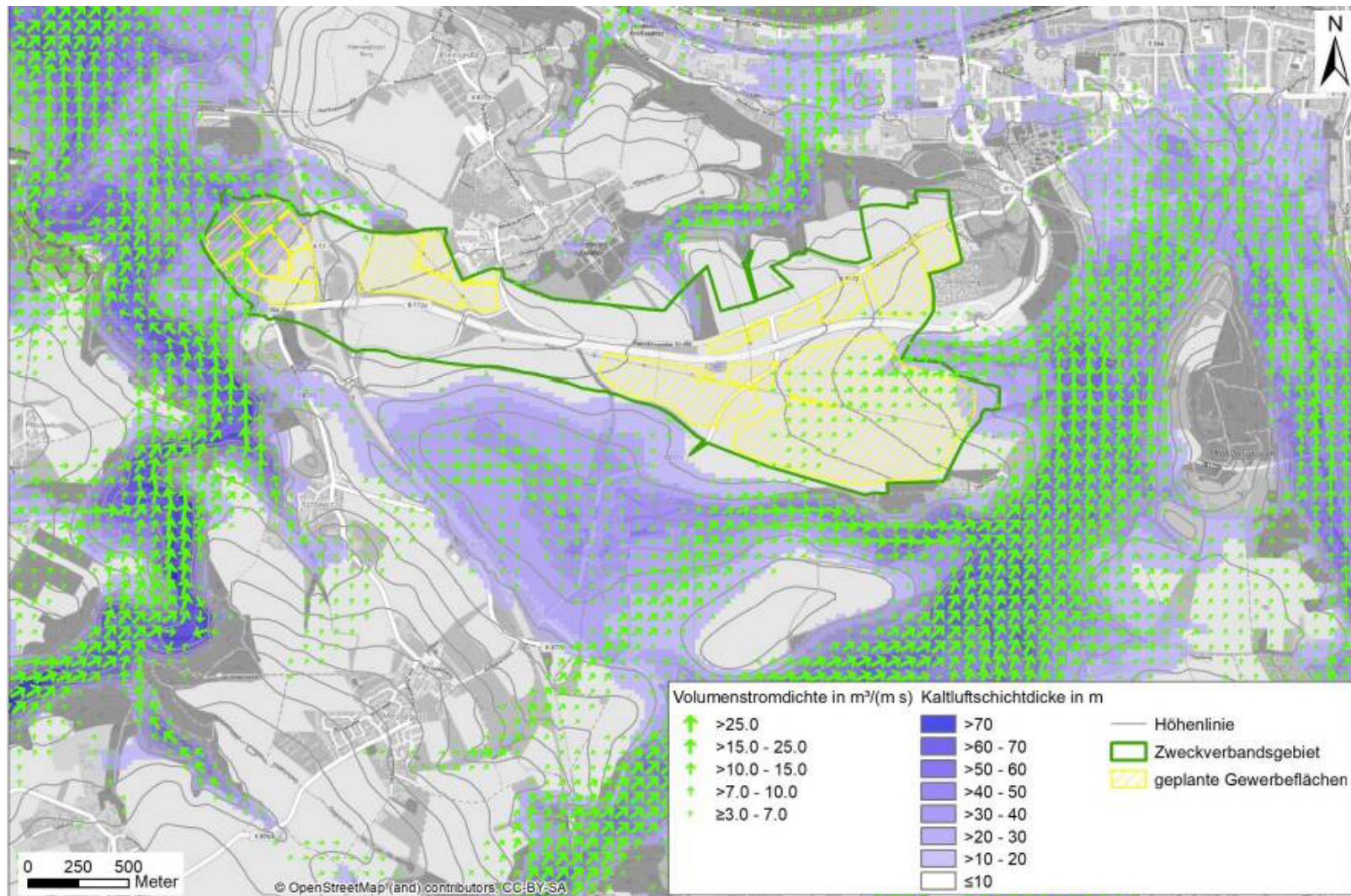


Abbildung A3-1: Kaltluftgeschwindigkeit, -fließrichtung und -schichtdicke in der Anfangsphase der Kaltluftbildung im Istzustand



A3-2: Kaltluftvolumenstromdichte, -fließrichtung und -schichtdicke in der Anfangsphase der Kaltluftbildung im Istzustand

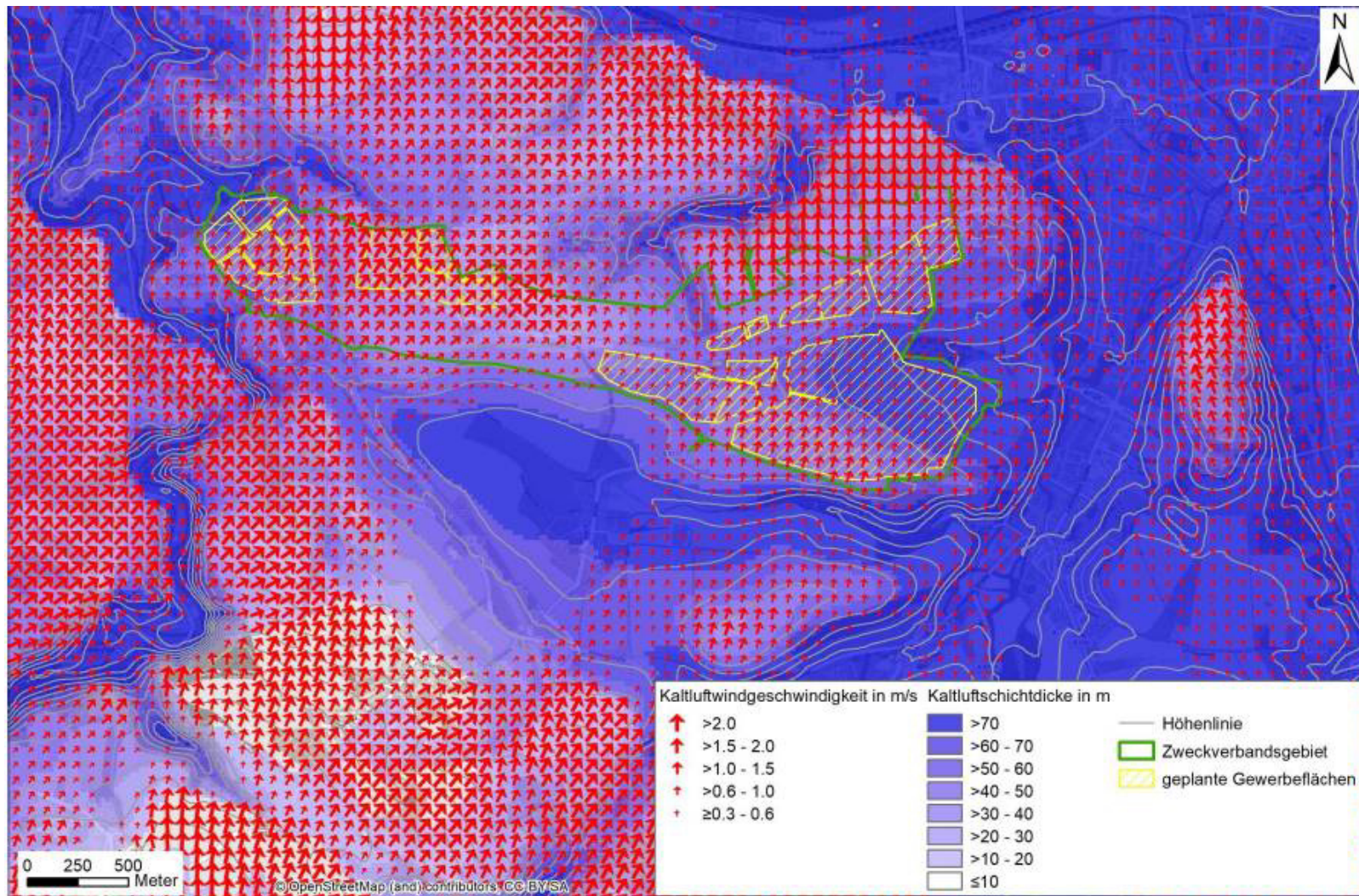


Abbildung A3-3: Kaltluftgeschwindigkeit, -fließrichtung und -schichtdicke bei voll ausgebildeter Kaltluft im Istzustand

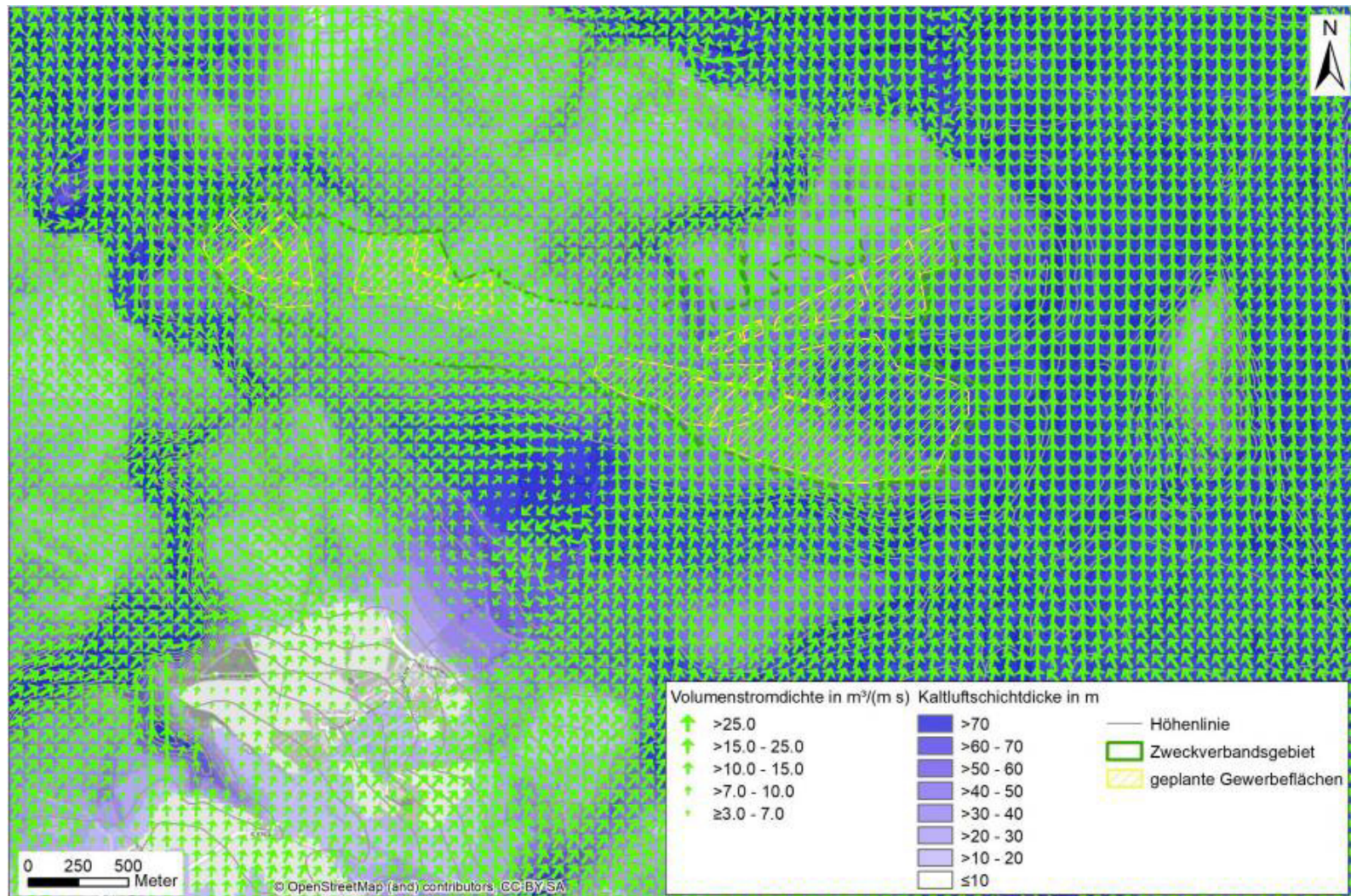


Abbildung A3-4: Kaltluftvolumenstromdichte, -fließrichtung und -schichtdicke bei voll ausgebildeter Kaltluft im Istzustand

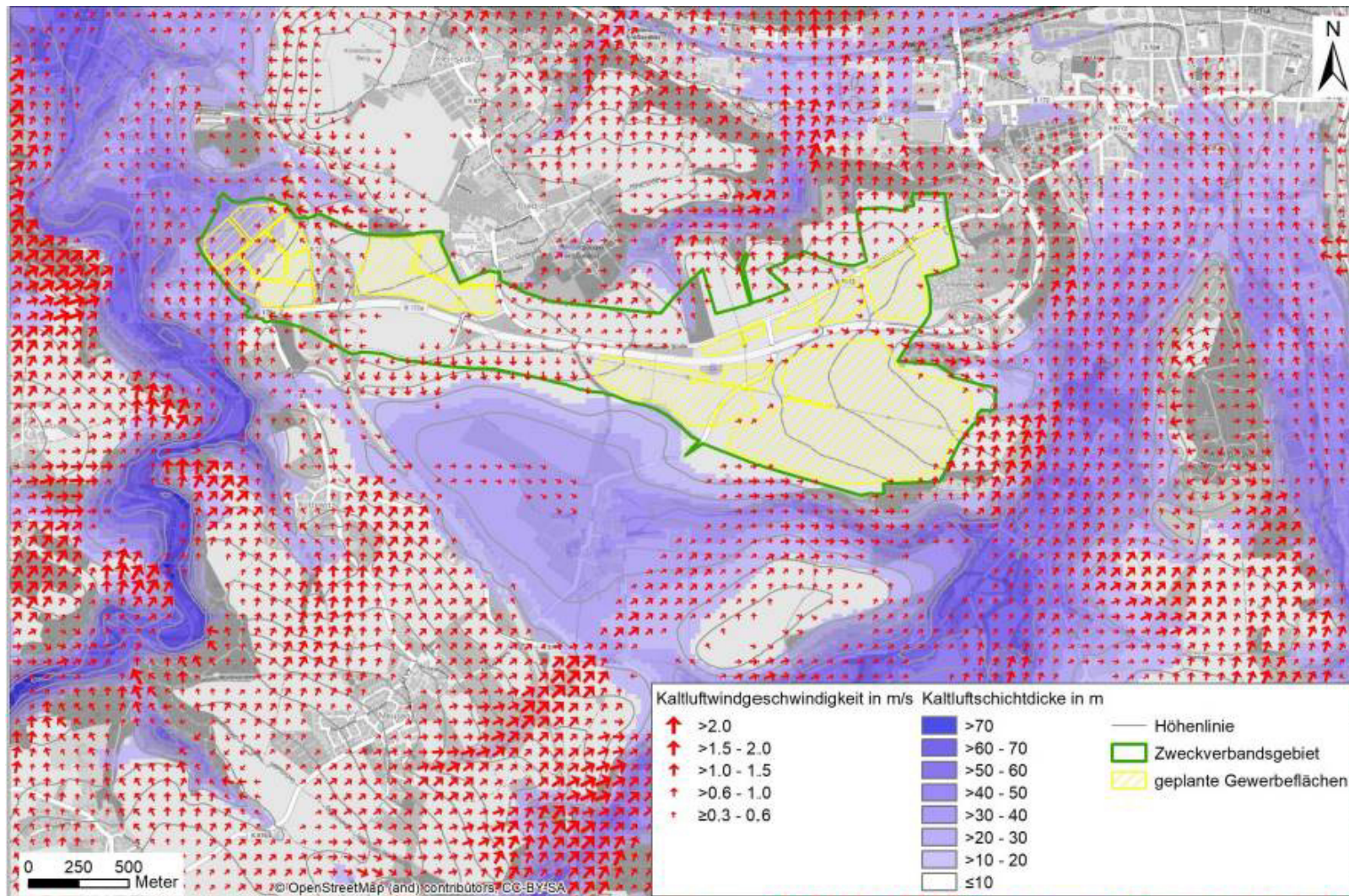


Abbildung A3-5: Kaltluftgeschwindigkeit, -fließrichtung und -schichtdicke in der Anfangsphase der Kaltluftbildung im Plan-Zustand

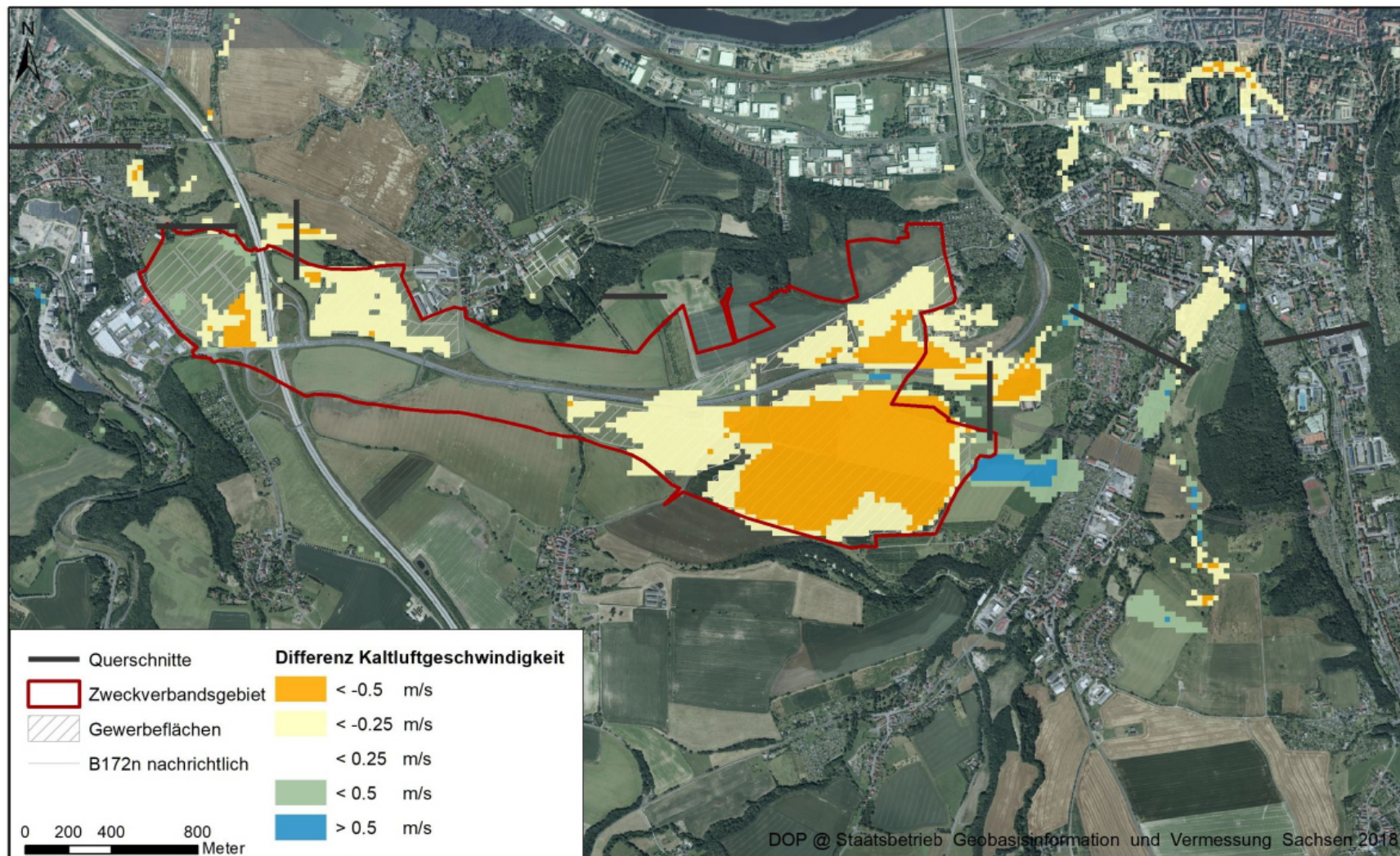


Abbildung A3-6: Differenz (absolut) Kaltluftwindgeschwindigkeit in der Anfangsphase der Kaltluftbildung, Plan-Zustand - Istzustand, orange Farben: Verschlechterung im Plan-Zustand, blaue Farben: Verbesserung im Plan-Zustand

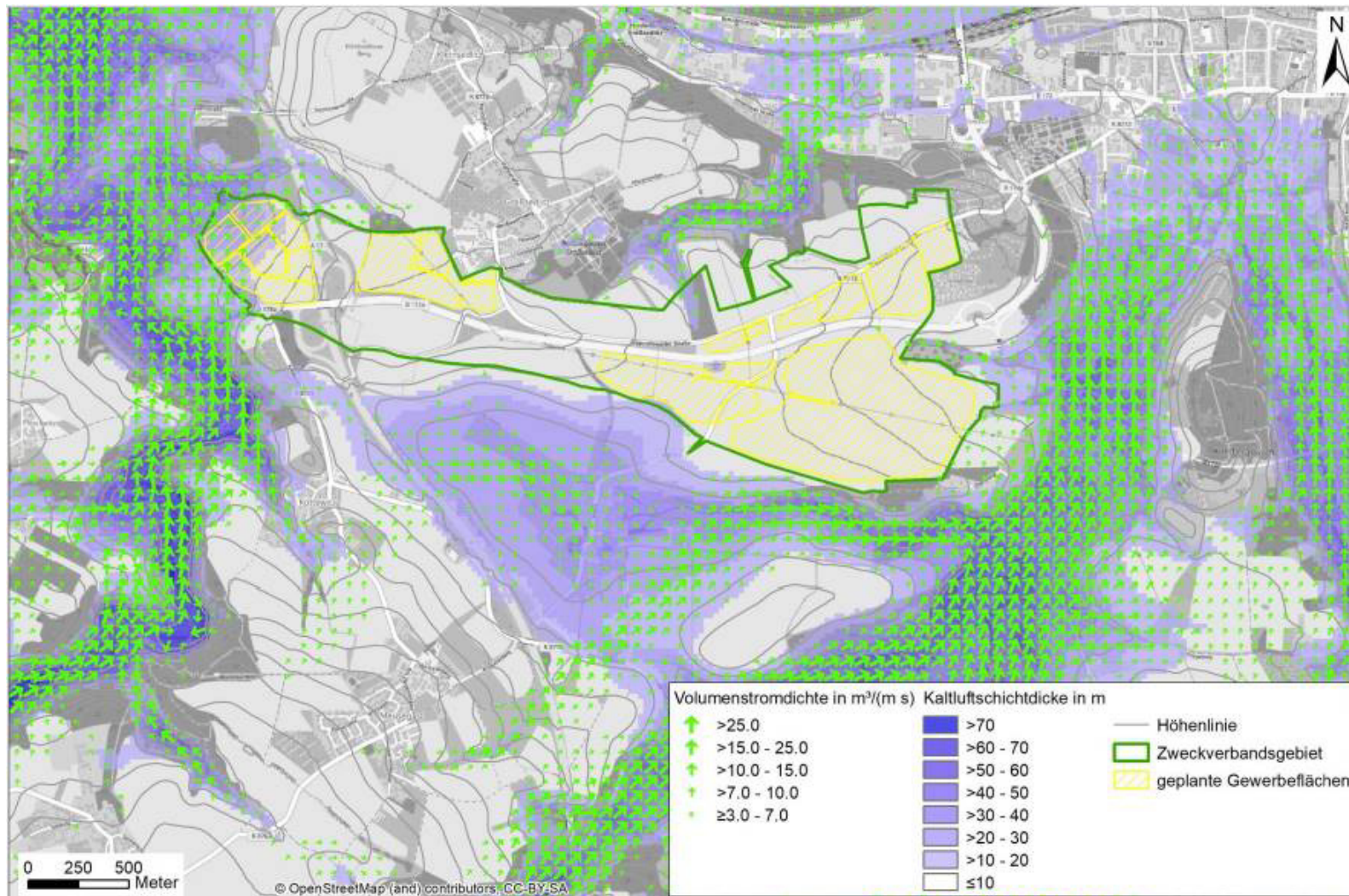


Abbildung A3-7: Kaltluftvolumenstromdichte, -fließrichtung und -schichtdicke in der Anfangsphase der Kaltluftbildung im Plan-Zustand

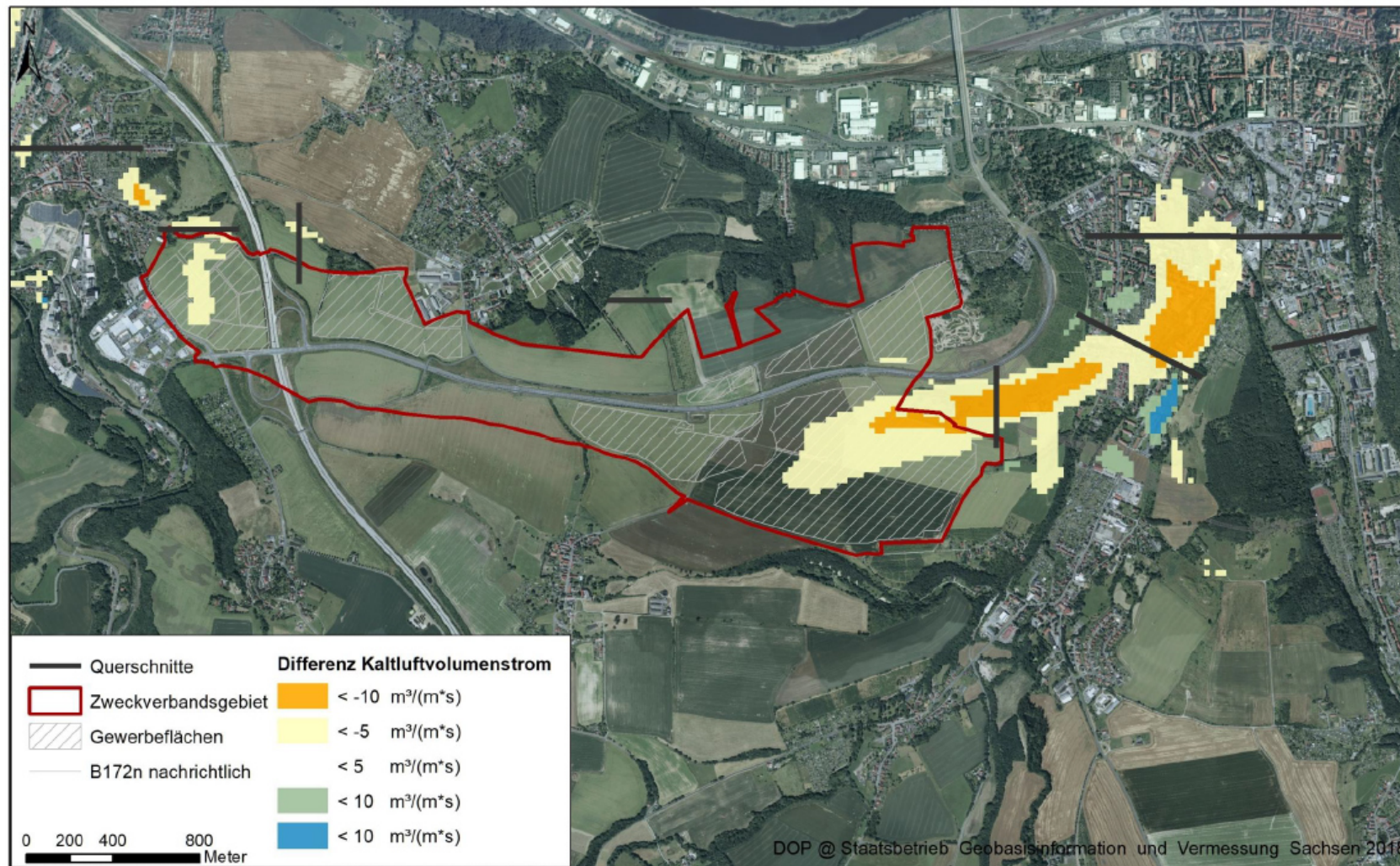


Abbildung A3-8: Differenz (absolut) Kaltluftvolumenstromdichte in der Anfangsphase der Kaltluftbildung, Plan-Zustand - Istzustand, orange Farben: Ver-schlechterung im Plan-Zustand, blaue Farben: Verbesserung im Plan-Zustand

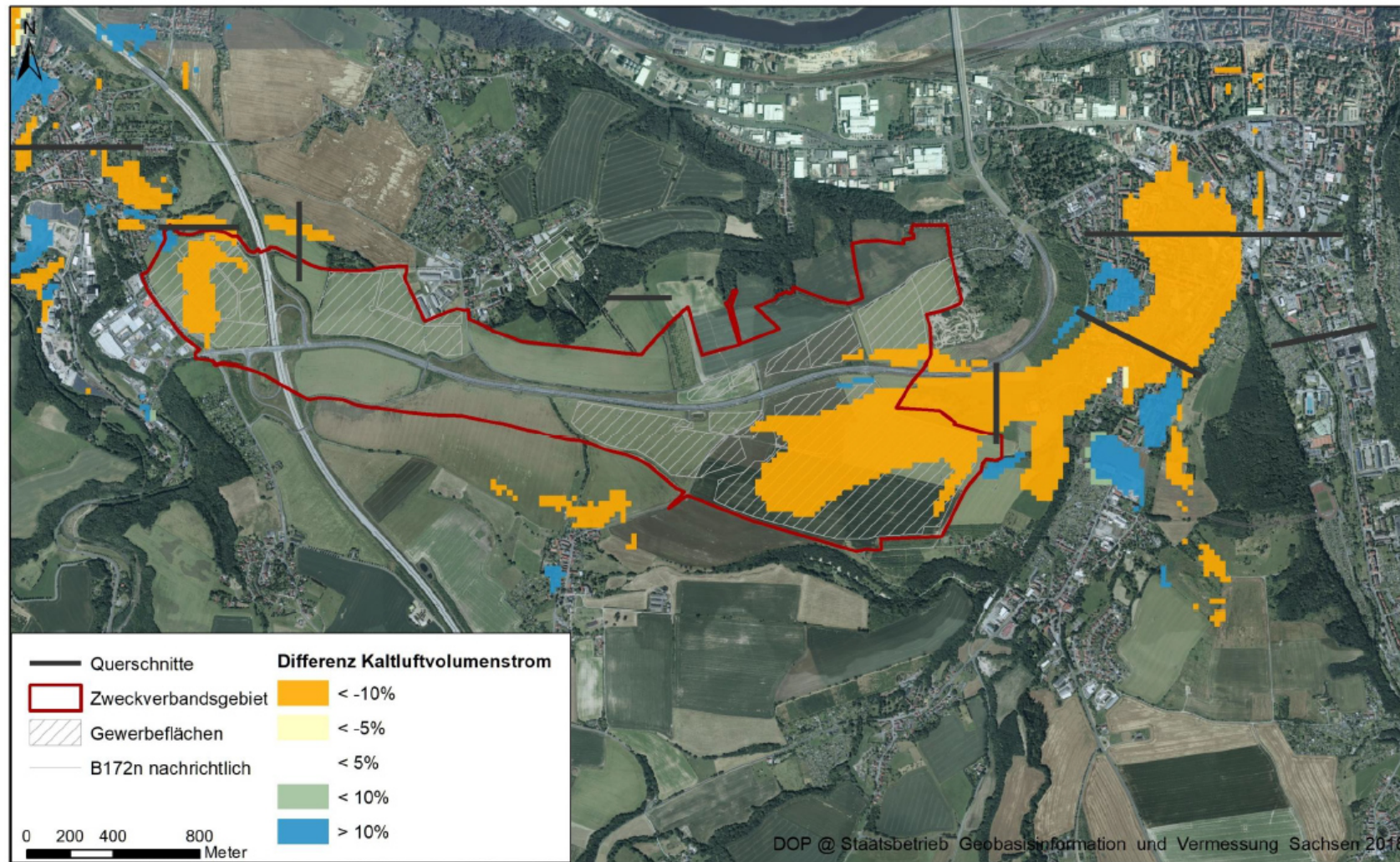


Abbildung A3-9: Differenz (relativ) Kaltluftvolumenstromdichte in der Anfangsphase der Kaltluftbildung, Plan-Zustand - Istzustand, orange Farben: Verschlechterung im Plan-Zustand, blaue Farben: Verbesserung im Plan-Zustand

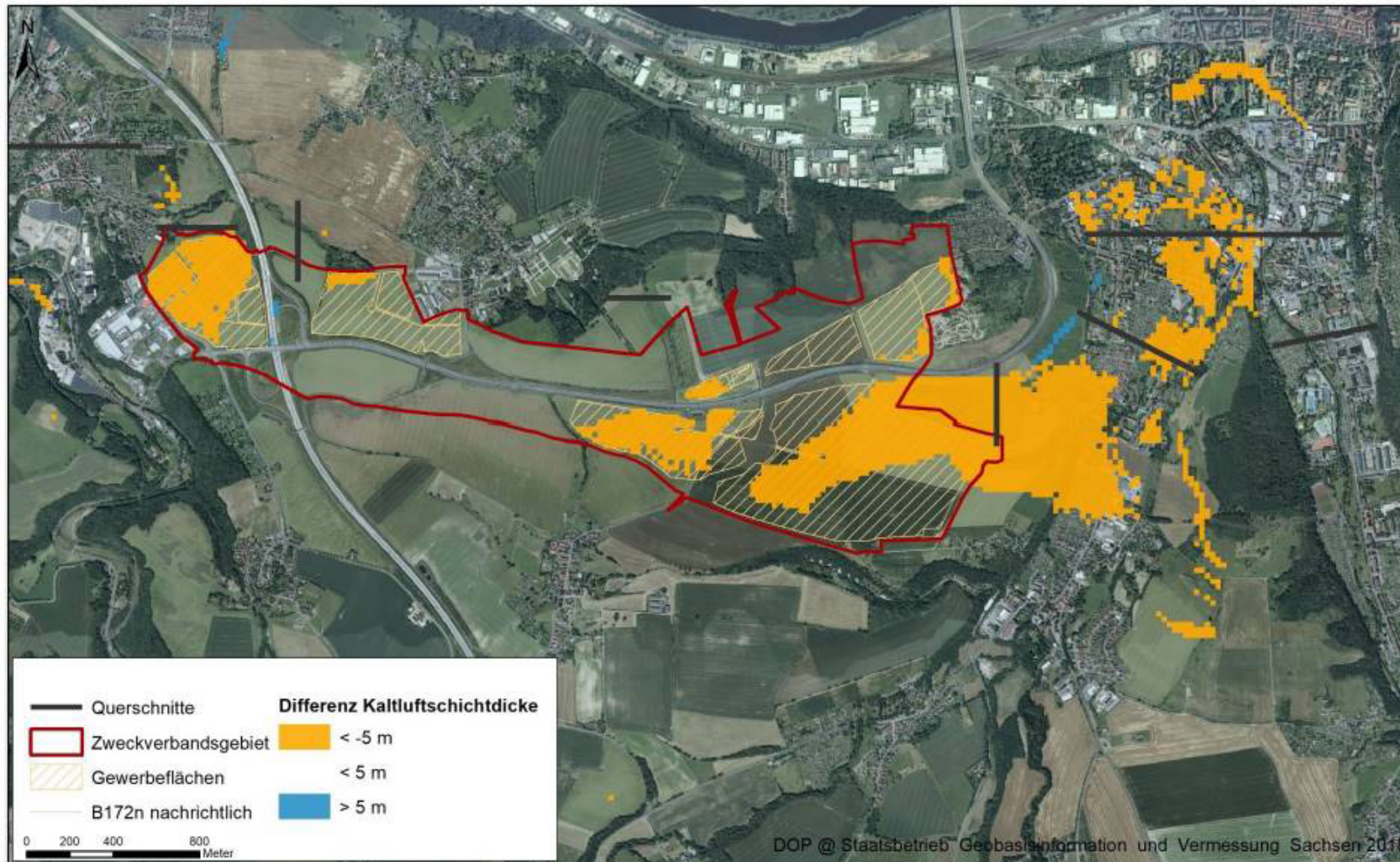


Abbildung A3-10: Differenz (absolut) Kaltluftschichtdicke in der Anfangsphase der Kaltluftbildung, Plan-Zustand - Istzustand, orange Farbe: Verringerung im Plan-Zustand, blaue Farbe: Erhöhung im Plan-Zustand

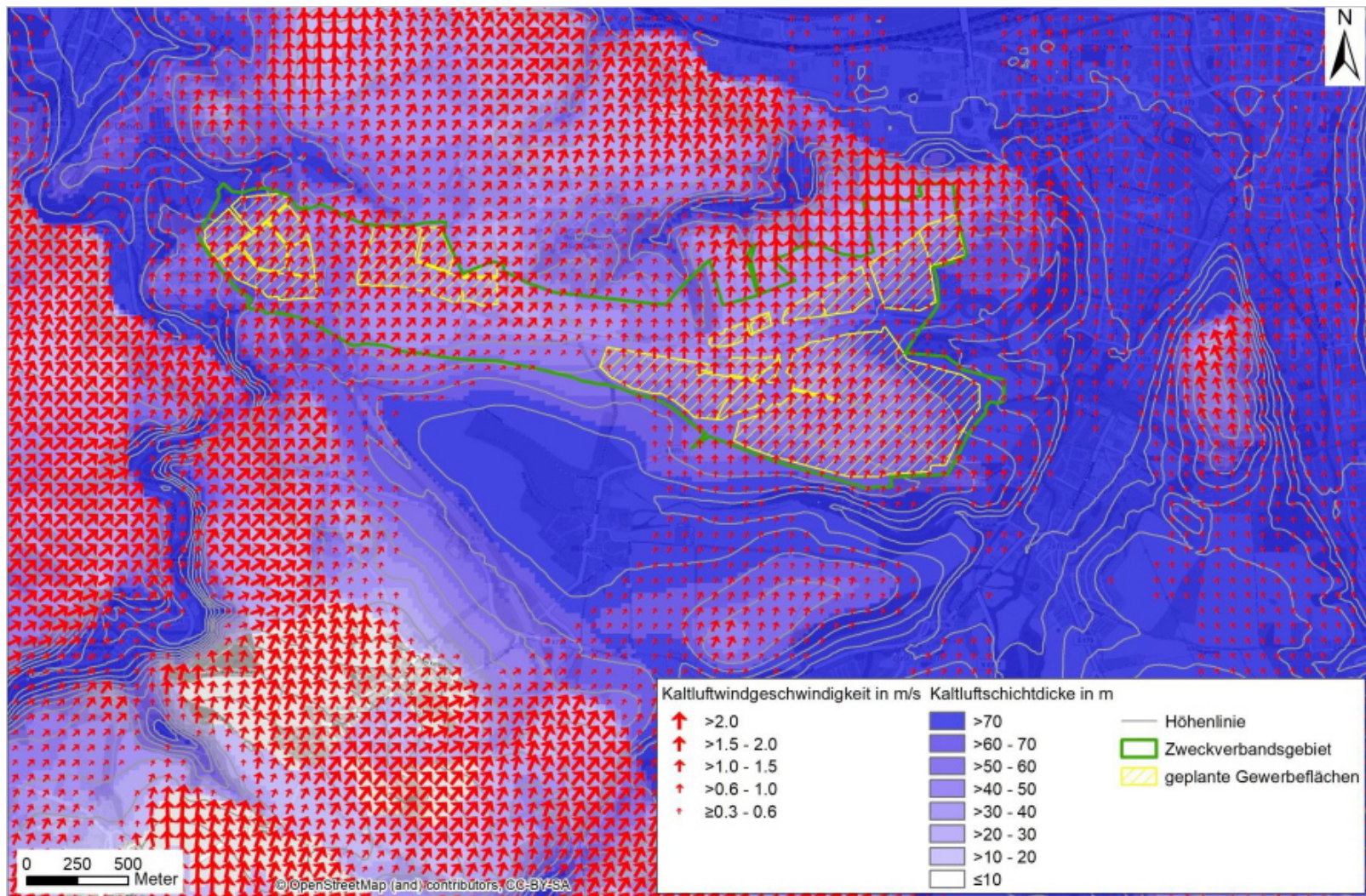


Abbildung A3-11: Kaltluftgeschwindigkeit, -fließrichtung und -schichtdicke bei voll ausgebildeter Kaltluft im Plan-Zustand

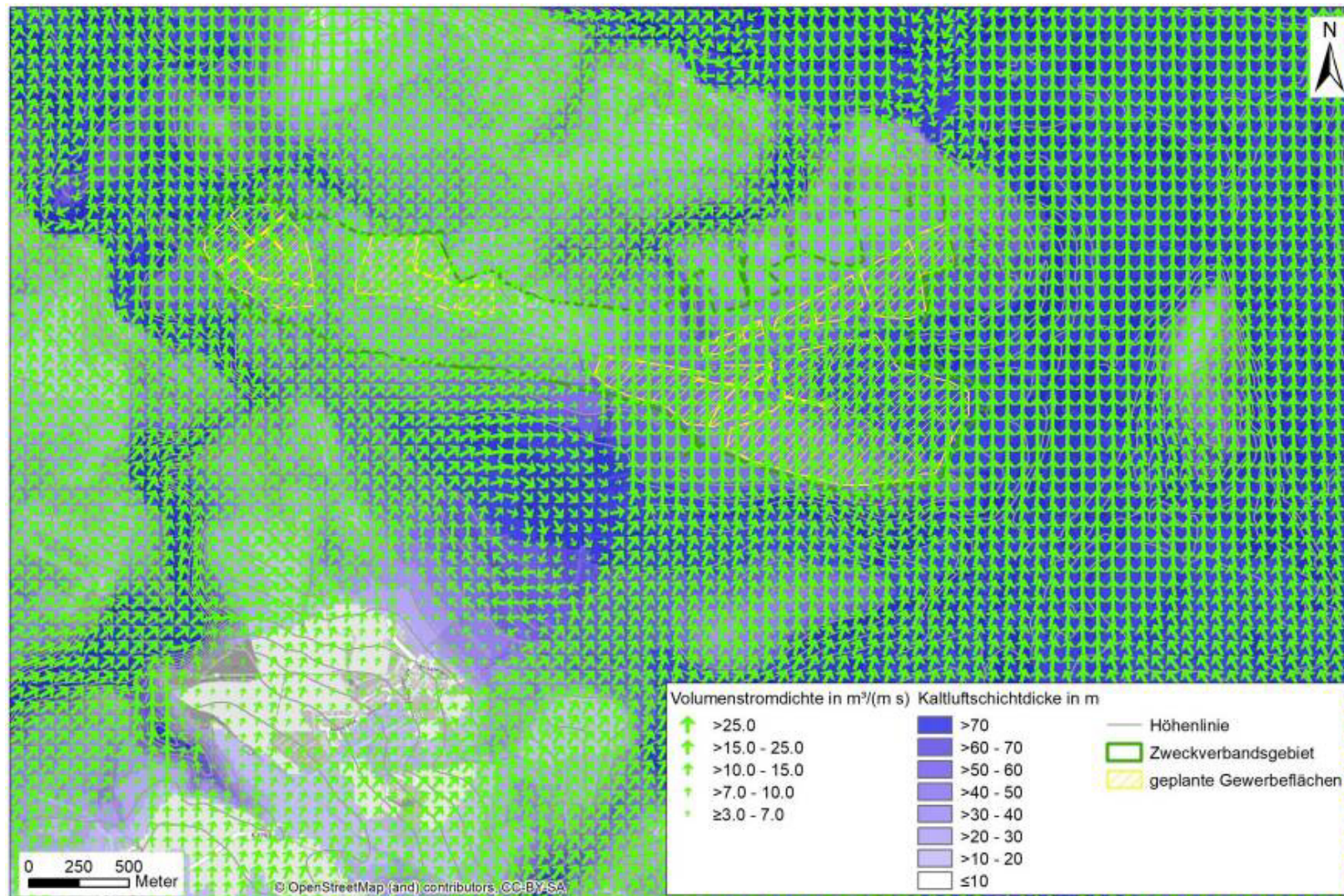


Abbildung A3-12: Kaltluftvolumenstromdichte, -fließrichtung und -schichtdicke bei voll ausgebildeter Kaltluft im Plan-Zustand