



Lohmeyer

Entwurf vom 13.04.2022

**ERWEITERUNG INDUSTRIEGEBIET
GROSSHERINGEN**

**QUALITATIVE AUSSAGEN ZUR
KALTLUFT UND ZUR LUFTHYGIENE**

Auftraggeber:

Gemeinde Großheringen
Kösener Straße 10
99518 Großheringen

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH
Niederlassung Dresden

Dipl.-Met. A. Moldenhauer

Dr. rer. nat. I. Düring

April 2022,
Projekt 10301-22-02
Berichtsumfang 45 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

1	AUFGABENSTELLUNG UND VORGEHENSWEISE	6
2	BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN	8
2.1	Zusammenfassung der Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit	8
2.2	Irrelevanzschwellen für die Zusatzbelastung nach TA Luft	8
2.3	Deposition von Stickstoff und Säure	9
2.3.1	Stickstoffdeposition	10
2.3.2	Säuredeposition	10
2.4	Geruch	10
2.5	Anforderungen an klimaökologisch wirkungsvolle Belüftung	12
3	EINGANGSDATEN	13
3.1	Örtliche Verhältnisse	13
3.2	Relief	15
3.3	Geplante Bebauung	16
3.4	Landnutzung	17
3.4.1	Nutzungsstruktur in der Umgebung	19
3.5	Vorbelastungssituation	20
3.6	Meteorologische Daten	22
3.6.1	Jahresmittlere Windverteilung	22
3.6.2	Thermische Windsysteme	24
3.6.3	Hitzebelastung	24
4	KALTLUFTMODELLIERUNG FÜR ISTZUSTAND	27
4.1.1	Vorgehensweise	27
4.1.2	Ergebnis Kaltluftrechnung	32
5	AUSWIRKUNGEN DER PLANUNG AUF DIE KLIMATISCHE UND LUFTHYGIENISCHE SITUATION	34
5.1	Einfluss auf thermische Windsysteme (Kaltluft)	34

5.2 Einfluss auf Durchlüftung (außerhalb von Situationen mit thermischen Windsystemen)	35
5.3 Einfluss auf lufthygienische Belastung.....	37
6 LITERATUR	41
A1 BESCHREIBUNG DES KALTLUFTABFLUSSMODELLS KALM	44

Hinweise:

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

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

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

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

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

Emission / Immission

Als Emission bezeichnet man die von einem Fahrzeug oder anderen Emittenten ausgestoßene Luftschadstoffmenge in Gramm Schadstoff pro Stunde. Die in die Atmosphäre emittierten Schadstoffe werden vom Wind verfrachtet und führen im umgebenden Gelände zu Luftschadstoffkonzentrationen, den so genannten Immissionen. Diese Immissionen stellen Luftverunreinigungen dar, die sich auf Menschen, Tiere, Pflanzen und andere Schutzgüter überwiegend nachteilig auswirken. Die Maßeinheit der Immissionen am Untersuchungspunkt ist μg (oder mg) Schadstoff pro m^3 Luft.

Hintergrundbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung

Als Hintergrundbelastung werden im Folgenden die Immissionen bezeichnet, die bereits ohne die Emissionen des Straßenverkehrs auf den betrachteten Straßen an den Untersuchungspunkten vorliegen. Die Zusatzbelastung ist diejenige Immission, die ausschließlich vom Verkehr auf dem zu untersuchenden Straßennetz oder der zu untersuchenden Straße hervorgerufen wird. Die Gesamtbelastung ist die Summe aus Hintergrundbelastung und Zusatzbelastung und wird in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ oder mg/m^3 angegeben.

Grenzwerte / Vorsorgewerte

Grenzwerte sind zum Schutz der menschlichen Gesundheit vom Gesetzgeber vorgeschriebene Beurteilungswerte für Luftschadstoffkonzentrationen, die nicht überschritten werden dürfen, siehe z. B. Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Vorsorgewerte stellen zusätzliche Beurteilungsmaßstäbe dar, die zahlenmäßig niedriger als Grenzwerte sind und somit im Konzentrationsbereich unterhalb der Grenzwerte eine differenzierte Beurteilung der Luftqualität ermöglichen.

Jahresmittelwert / Kurzzeitwert (Äquivalentwert)

An den betrachteten Untersuchungspunkten unterliegen die Konzentrationen der Luftschadstoffe in Abhängigkeit von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Verkehrsaufkommen etc. ständigen Schwankungen. Die Immissionskenngrößen Jahresmittelwert und weitere Kurzzeitwerte charakterisieren diese Konzentrationen. Der Jahresmittelwert stellt den über das Jahr gemittelten Konzentrationswert dar. Eine Einschränkung hinsichtlich Beurteilung der Luftqualität mit Hilfe des Jahresmittelwertes besteht darin, dass er nichts über Zeiträume mit hohen Konzentrationen aussagt. Eine das ganze Jahr über konstante Konzentration kann

zum gleichen Jahresmittelwert führen wie eine zum Beispiel tagsüber sehr hohe und nachts sehr niedrige Konzentration.

Die Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) fordert die Einhaltung von Kurzzeitwerten in Form des Stundenmittelwertes der NO_2 -Konzentrationen von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM_{10} -Konzentration von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der maximal an 35 Tagen überschritten werden darf.

Feinstaub / PM_{10} / $\text{PM}_{2.5}$

Mit Feinstaub bzw. PM_{10} / $\text{PM}_{2.5}$ werden alle Partikel bezeichnet, die einen größenselektierenden Lufterlass passieren, der für einen aerodynamischen Partikeldurchmesser von $10 \mu\text{m}$ bzw. $2.5 \mu\text{m}$ eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist. Die PM_{10} -Fraktion wird auch als inhalierbarer Staub bezeichnet. Die $\text{PM}_{2.5}$ -Fraktion gelangt bei Inhalation vollständig bis in die Alveolen der Lunge; sie umfasst auch den wesentlichen Masseanteil des anthropogen erzeugten Aerosols, wie Partikel aus Verbrennungsvorgängen und Sekundärpartikel.

Stickstoffoxid (NO_x)

Gemäß TA Luft (2021) werden unter Stickoxiden (NO_x) die Summe aus Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO_2) verstanden. Unmittelbare schädliche Wirkungen auf den Menschen bringt NO_2 mit sich.

NO_2 ist ein Reizgas, welches in hohen Konzentrationen die Schleimhäute schädigt.

Bei den Emissionen wird die Gesamtheit der NO_x -Emission betrachtet. Diese besteht überwiegend aus NO-Emissionen und einem kleineren Anteil an direkten NO_2 -Emissionen. Auf dem Ausbreitungspfad wandelt sich emittiertes NO allmählich in NO_2 um.

Geruchsstunde

Eine Geruchsstunde liegt nach Geruchsimmissions-Richtlinie (GIRL) vor, wenn es in mindestens 6 Minuten einer Stunde zu Geruchswahrnehmungen kommt.

Temperaturgradient und Inversionen

Es entspricht einer physikalischen Gesetzmäßigkeit, dass die mittlere Lufttemperatur mit zunehmender Höhenlage eines Ortes abnimmt. Im Jahresmittel beträgt diese höhenbedingte Temperaturabnahme durchschnittlich $0.5 \text{ }^\circ\text{C}$ pro 100 m Höhenstufe. Im Sommer und Früh-

jahr erhöht sich der Betrag der Temperaturabnahme auf 0.6 °C pro 100 m Höhenstufe, während er im Herbst auf 0.4 und im Winter auf ca. 0.3 °C pro 100 m zurückgeht. Unter besonderen meteorologischen Bedingungen kann aber auch eine Temperaturzunahme mit zunehmender Höhenlage beobachtet werden. Hierbei spricht man von Inversionswetterlagen.

Luftschichtungszustände

Wird ein Luftpaket aus seiner Ruhelage heraus vertikal verschoben, so ändert sich seine Temperatur. Ist nun der Temperaturverlauf der ruhend gedachten Umgebung so beschaffen, dass das Luftquantum durch positive oder negative Auftriebskräfte wieder in seine Ausgangsposition zurückgetrieben wird, so nennen wir die Temperaturschichtung **stabil**. Genügt umgekehrt eine kleine Verschiebung aus der Ruhelage zur endgültigen Entfernung des Luftpaketes, so liegt entsprechend eine **labile** Schichtung vor. Zwischen beiden Möglichkeiten liegt die thermisch **neutrale** Schichtung, bei der das vertikal verschobenen Luftpaket in jeder Position in einem indifferenten Gleichgewicht ist, das heißt keine Auftriebskräfte auftreten.

Dieses Stabilitätsverhalten übt einen grundlegenden Einfluss auf den vertikalen Austausch von Luftbeimengungen - und damit auch auf die Luftqualität - aus. Eine stabile Schichtung wird im Vergleich zum neutralen Fall diesen Austausch behindern, im Extrem unterbinden, sodass bei Vorhandensein von Schadstoffquellen hohe Schadstoffkonzentrationen auftreten können; thermische Labilität wird dagegen zu einer mehr oder minder starken Durchmischung eines Luftkörpers und damit zu einer Intensivierung des Vertikalaustausches mit daraus resultierenden niedrigeren Schadstoffkonzentrationen führen.

Kaltluftstaugebiete und Kaltluftsammlbereiche

Geländemulden, Senken und Täler wirken als nächtliche Kaltluftsammlgebiete. Die dort in windschwachen wolkenarmen Strahlungsnächten von den Kaltlufteinzugsgebieten der Hänge und Höhen zusammenfließende Kaltluft lässt niedrigere nächtliche Temperaturminima entstehen, die am Tage - insbesondere im Sommer - durch die täkertypischen Übergangstemperaturen im statistischen Mittel wieder ausgeglichen werden. Extrem niedrige nächtliche Temperaturminima ergeben sich, wenn eingeflossene Kaltluft an Strömungshindernissen zu einem stagnierenden Kaltluftsee aufgestaut wird. Es sind dies auch jene spät- und frühfrostgefährdenden Bereiche, in welchen frostempfindliche Sonderkulturen nicht möglich sind oder zumindest häufig geschädigt werden.

Kelvin

Kelvin (K) ist die Einheit der Temperatur nach dem Internationalen Einheitensystem. In Deutschland gilt Grad Celsius (°C) als gesetzliche Einheit für die Temperatur. Kelvin wird hier zur Angabe von Temperaturdifferenzen verwendet.

Windsysteme

a) Allgemeines

Als Wind wird in der Meteorologie die gerichtete Bewegung der Luft bezeichnet. Ursache des Windes sind Luftdruckunterschiede. Wirkt nur die Kraft eines horizontalen Druckgradienten, entsteht der Euler-Wind, der nur in kleinräumigen Phänomenen eine Rolle spielt. Wird bei großräumigen Bewegungen der Einfluss der Erdrotation spürbar, so tritt die Corioliskraft zur Druckgradientenkraft hinzu. Der Wind weht isobarenparallel und wird geostrophischer Wind genannt. Sind die Isobaren gekrümmt, so tritt die Zentrifugalkraft hinzu. Dieser Wind wird Gradientwind genannt und kommt dem realen Wind noch etwas näher als der geostrophische Wind. Werden Winde in der atmosphärischen Grenzschicht (Bodennähe) betrachtet, so ist zusätzlich die Kraft der Bodenreibung zu berücksichtigen.

Für die kleinräumigen Betrachtungen innerhalb der atmosphärischen Grenzschicht spielt die Corioliskraft keine relevante Rolle. Für die Luftbewegung und ihre räumliche Ausprägung (Windfeld) gewinnen Relief und Landnutzung an Bedeutung.

b) allochthone Windsysteme

Der Gradientwind als größte Näherung des realen Windes (siehe oben) ist als solcher nur in höheren Luftschichten ungestört zu beobachten. Die Erdoberfläche bremst die Luftbewegung. Die Reibungsschicht ist im Allgemeinen 1 000 bis 1 500 m hoch. Innerhalb dieser Reibungsschicht zeigt sich eine Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe. Allochthone Wetterlagen sind Wetterlagen mit höheren Windgeschwindigkeiten, so genannten Gradientwindlagen.

c) autochthone Windsysteme

Bei gradientschwachen Wetterlagen oder bei einer Abkopplung der bodennahen Strömung durch stabile Schichtung der Atmosphäre können auch schwächere Druckunterschiede (durch lokal unterschiedliche Erwärmung) Luftströmungen von kaum spürbaren Luftbewegungen bis hin zu mittleren und hohen Windgeschwindigkeiten hervorrufen. Wie der Name also bereits impliziert, entstehen thermisch induzierte Windsysteme als Ausgleichsströmung zwischen verschiedenen thermischen Regimes innerhalb der atmosphä-

rischen Grenzschicht. Vertreter thermisch induzierter Prozesse sind Land- und Seewind, Flurwinde, Berg- und Talwind und Kaltluftströmungen.

1 AUFGABENSTELLUNG UND VORGEHENSWEISE

In Großheringen ist die Aufstellung des Bebauungsplanes Nr. 5 „Am Mühlholze“ in Bearbeitung.

Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens ist durch eine gutachterliche Untersuchung festzustellen, ob es klimatisch oder lufthygienisch relevante Änderungen durch die geplante Bebauung geben kann.

Änderungen der Landnutzung, insbesondere die Überführung von Freilandnutzungen in Nutzungsstrukturen mit Überbauungen, führen zu Modifikationen der lokalklimatischen Verhältnisse. Das betrifft insbesondere Änderungen der kleinräumigen Wind- und Durchlüftungsverhältnisse. Im Hinblick auf die Windverhältnisse sind vor allem lokale Windströmungen von Bedeutung.

Deshalb werden für das Untersuchungsgebiet die thermischen Windsysteme mit Hilfe einer Kaltluftabflussmodellierung quantitativ erfasst, und zwar für den Istzustand. Die Berechnungen erfolgen mit dem Kaltluftabflussmodell KALM (Schädler, 1994).

Anhand dieser Berechnungsergebnisse sowie weiterer vorliegender Daten wird eingeschätzt, ob am Standort thermisch induzierte Windsysteme bei windschwachen austauscharmen Wetterlagen eine Rolle für die Durchlüftung benachbarter Siedlungsbereiche spielen.

Weitere Modellrechnungen bzw. Messungen o.ä. waren nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

Des Weiteren war im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens qualitativ dazulegen, ob und inwiefern sich durch diese Planung Auswirkungen der industriellen Neuausweisungen auf die Luftschadstoffsituation ergeben können. Dies ist ebenfalls in qualitativer Form vorzunehmen.

Zunächst wird nach Daten zur Hintergrundbelastung im Istzustand recherchiert. Auf der Grundlage der Lagedaten des Bebauungsplans werden fachliche Aussagen zur Luftschadstoffsituation in Form von Analogieschlüssen basierend auf Angaben der Fachliteratur und der im Untersuchungsgebiet zu erwartenden Windrichtungsverteilung erarbeitet.

Eigene Modellrechnungen bzw. Messungen werden nicht durchgeführt.

Die Lohmeyer GmbH, Niederlassung Dresden, wurde am 29.03.2022 beauftragt, eine fachliche Stellungnahme zur klimatischen und lufthygienischen Situation zu erarbeiten.

2 BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN

2.1 Zusammenfassung der Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit

In **Tab. 2.1** werden die in der vorliegenden Studie verwendeten Beurteilungswerte für die wichtigsten Schadstoffkomponenten zusammenfassend dargestellt. Diese Beurteilungswerte sowie die entsprechende Nomenklatur werden im vorliegenden Gutachten durchgängig verwendet.

Schadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Jahresmittel	Kurzzeit
NO ₂	Grenzwert ab 2010	40	200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr, 99.8-Perzentil)
PM10	Grenzwert ab 2005	40	50 (Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen/Jahr)
SO ₂	Grenzwert ab 2005	50	350 (Stundenmittel, max. 24 Überschreitungen/Jahr) 125 (Tagesmittel, max. 3 Überschreitungen/Jahr)
CO	8 h gleitender Wert ab 2005	-	10 mg/m ³
PM2.5	Grenzwert ab 2015	25	-
Staubnieder-schlag	Grenzwert TA Luft	350 mg/(m ² · d)	-

Tab. 2.1: Beurteilungsmaßstäbe zum Schutz der menschlichen Gesundheit für relevante Schadstoffe nach 39. BImSchV (2010) bzw. TA Luft (2021)

Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch den Vergleich relativ zum jeweiligen Grenzwert.

2.2 Irrelevanzschwellen für die Zusatzbelastung nach TA Luft

Das Irrelevanzkriterium der TA Luft besagt, dass eine Anlage als genehmigungsfähig gilt, wenn die von ihr ausgehende Gesamtzusatzbelastung (Jahresmittelwert) an einem Beurtei-

lungspunkt drei Prozent des Immissionswertes für den jeweiligen Schadstoff nicht überschreitet. Für einige Beurteilungswerte legt die TA Luft darüber hinaus auch explizit Schwellenwerte fest.

Der jahresmittlere Beurteilungswert und die zugehörigen Irrelevanzwerte für die hier betrachteten Schadstoffkomponenten nach TA Luft sind in **Tab. 2.2** dargestellt.

Schadstoff	Jahresmittelwert	Irrelevanzschwelle für Zusatzbelastung (Jahresmittel)	Einheit
Stickstoffdioxid (NO ₂) (Nr. 4.2 TA Luft)	40	1.36	µg/m ³
Stickstoffoxid (NO _x) (Nr. 4.4 TA Luft)	30	3	µg/m ³
Feinstaub (PM10) (Nr. 4.2 TA Luft)	40	1.36	µg/m ³
Feinstaub (PM2.5) (Nr. 4.2 TA Luft)	25	0.75	µg/m ³
Schwefeldioxid (SO ₂) (Nr. 4.2 TA Luft)	50	1.5	µg/m ³
Schwefeldioxid (SO ₂) (Nr. 4.4 TA Luft)	20	2.0	µg/m ³
Staubdeposition (Nr. 4.3 TA Luft)	350	10.5	mg/(m ² d)

Tab. 2.2: Beurteilungswert und Irrelevanzschwellen für Schadstoffe nach TA Luft (2021)

2.3 Deposition von Stickstoff und Säure

In der TA Luft (2021) ist unter Punkt 4.8 Folgendes vermerkt:

„Die Genehmigung soll nicht versagt werden, wenn die Prüfung gemäß § 34 BNatSchG ergibt, dass das Vorhaben, selbst oder im Zusammenwirken mit anderen Plänen und Projekten, zu keinen erheblichen Beeinträchtigungen eines Gebietes von gemeinschaftlicher Bedeutung in seinen, für die Erhaltungsziele oder den Schutzzweck maßgeblichen Bestandteilen führen kann. Für die Feststellung, ob eine Prüfung gemäß § 34 BNatSchG erforderlich ist, ist Anhang 8 heranzuziehen. Im Rahmen dieser Prüfung sind Auswirkungen auf einzelne Hofgehölze nicht zu betrachten.“

2.3.1 Stickstoffdeposition

Nach Anhang 8 der TA Luft (2021) ist bei einer durch Depositionsberechnung ermittelten Zusatzbelastung einer Anlage in FFH-Gebiete von 0.3 kg/(ha a) oder weniger eine weitere Prüfung gemäß § 34 BNatSchG nicht erforderlich.

Für gesetzlich geschützte Biotope liegt dieser Wert nach Anhang 9 der TA Luft (2021) bei 5 kg/(ha a) für die Gesamtzusatzbelastung. Dieser Wert wurde jedoch für Einzelfälle von Gerichten als zu hoch eingeschätzt (z.B. Stähle, 2020; OVG Sachsen-Anhalt, 2018; OVG Berlin-Brandenburg, 2019; VG Münster, 2018). Für stickstoffempfindliche Biotope kann deshalb das Heranziehen strengerer Bewertungsmaßstäbe notwendig werden. Definiert sind solche strengeren Werte bisher noch nicht.

2.3.2 Säuredeposition

Nach Anhang 8 der TA Luft (2021) ist bei einer durch Depositionsberechnung ermittelten Zusatzbelastung einer Anlage in FFH-Gebiete von 40 eq/(ha a) oder weniger eine weitere Prüfung gemäß § 34 BNatSchG nicht erforderlich.

2.4 Geruch

Belästigungen durch Gerüche stellen nach § 3 Abs. 1 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG, 2013) eine schädliche Umwelteinwirkung dar, wenn sie als erheblich anzusehen sind. Die Erheblichkeit ist keine absolut festliegende Größe, sie kann z.B. in Sonderfällen nur durch Abwägung der bedeutsamen Umstände festgestellt werden. Dies kann dann der Fall sein, wenn einer bestehenden, emittierenden Anlage Bestandsschutz zukommt. In diesem Fall können unter Umständen Belästigungen hinzunehmen sein, selbst wenn sie bei gleichartigen Immissionen in anderen Situationen als erheblich anzusehen wären.

Zur Beurteilung der Erheblichkeit der Geruchseinwirkung werden in Anhang 7 der TA Luft (2021) Immissionswerte als Häufigkeit der Jahresstunden mit Geruchswahrnehmungen festgelegt.

In Anhang 7, Nummer 3.3 der TA Luft (2021) sind Immissionswerte, die nicht überschritten werden dürfen, für in der Regel 250 m x 250 m große Beurteilungsflächen aufgeführt. Falls fachliche Gründe vorliegen, dürfen diese Flächen auch verkleinert werden. Eine Geruchsmission ist in der Regel als erhebliche Belästigung zu werten, wenn sie nach ihrer

Herkunft aus Anlagen erkennbar, d.h. abgrenzbar ist gegenüber Gerüchen aus dem Kraftfahrzeugverkehr, dem Hausbrandbereich, der Vegetation, landwirtschaftlichen Düngemaßnahmen oder ähnlichem und der Anteil der Geruchsstunden an den Jahresstunden die in **Tab. 2.3** aufgeführten Werte (Immissionswerte) überschreitet.

Wohn-/Mischgebiete, Kerngebiete mit Wohnen, urbane Gebiete	Gewerbe-/Industriegebiete, Kerngebiete ohne Wohnen	Dorfgebiete
0.10 (10 %)	0.15 (15 %)	0.15 (15 %) *

Tab. 2.3: Immissionswerte für verschiedene Gebietskategorien, * der Immissionswert für Dorfgebiete gilt nur für von Tierhaltungsanlagen verursachte Geruchsimmissionen

Der Immissionswert für Gewerbe- und Industriegebiete bezieht sich auf die Wohnnutzung im Gewerbe- bzw. Industriegebiet. Die Höhe der zumutbaren Immissionen für benachbarte Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer ist im Einzelfall zu beurteilen, ein Immissionswert von 0.25 (25 %) soll nicht überschritten werden. Sonstige Gebiete, in denen sich Personen nicht nur vorübergehend aufhalten, sind nach den entsprechenden Grundsätzen des Planungsrechts zuzuordnen. Im Übergang zum Außenbereich können im Einzelfall Werte bis 0.20 (20 %), in begründeten Ausnahmen bis zu 0.25 (25 %) zugelassen werden. In Gemengelage, in denen zum Wohnen dienende Gebiete an gewerblich, industriell oder hinsichtlich ihrer Geruchsauswirkungen vergleichbar genutzte Gebiete angrenzen, kann in begründeten Einzelfällen ein Zwischenwert herangezogen werden, der zwischen dem Immissionswert für Wohn-/Mischgebiete und dem für Gewerbe-/Industriegebiete liegt.

Eine Geruchsstunde liegt nach Anhang 7 TA Luft (2021) vor, wenn es in mindestens 6 Minuten einer Stunde zu Geruchswahrnehmungen kommt. Das heißt, dass bei der Berechnung der Gesamthäufigkeit der Geruchsstunden auch Stunden voll zählen, innerhalb deren es nur in 6 Minuten zu Geruchswahrnehmungen kommt.

In der Anhang 7 TA Luft (2021) wird in Nr. 3.3 „Erheblichkeit der Immissionsbeiträge“ ausgeführt:

„Die Genehmigung für eine Anlage soll auch bei Überschreitung der Immissionswerte der [Tabelle 22] dieses Anhangs auf einer Beurteilungsfläche nicht wegen der Geruchsimmissionen versagt werden, wenn der von dem zu beurteilenden Vorhaben zu erwartende Immissionsbeitrag (Kenngröße der zu erwartenden Zusatzbelastung nach Nr. 4.5 dieses Anhangs) auf keiner Beurteilungsfläche, auf der sich Personen nicht nur vorübergehend aufhalten (vgl. Nr. 3.1 dieses Anhangs), den Wert 0.02 überschreitet. Bei Einhaltung dieses Wertes ist da-

von auszugehen, dass das Vorhaben die belästigende Wirkung der Vorbelastung nicht relevant erhöht (Irrelevanzkriterium).“

Als Beurteilungsflächen gelten hierbei Bereiche in der Umgebung der Anlage, die nicht nur zum vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind (d.h. in Waldgebieten und auf zusammenhängenden landwirtschaftlich oder gartenbaulich genutzten Flächen liegen keine Beurteilungsflächen).

Eine Ermittlung der Geruchsimmissionen kann im Genehmigungsverfahren unterbleiben, wenn die Gesamtemission der Anlage den Bagatell-Geruchsstrom gemäß Abb. 1, Anhang 7 TA Luft (2021) nicht überschreitet. Dies gilt nur für gefasste Quellen mit einer Höhe zwischen 10 m und 50 m, welche in ebenem Gelände mindestens in 1.7facher Gebäudehöhe der zu berücksichtigenden Gebäude emittieren. Des Weiteren muss ein Abstand von mindestens 100 m zu den nächstgelegenen Beurteilungspunkten eingehalten sein und am Standort in weniger als 20 % der Jahresstunden mittlere Windgeschwindigkeiten von kleiner 1 m/s auftreten.

2.5 Anforderungen an klimaökologisch wirkungsvolle Belüftung

Zur Belüftung eines Stadtgebietes oder größerer Teile davon sind hohe Kaltluftvolumenströme notwendig. In Richtlinie VDI 3787 Blatt 1 (1997) ging man von einem klimaökologisch wirkungsvollen Kaltluftvolumenstrom aus, wenn dieser den Schwellwert von 10 000 m³/s überschreitet. Auch die Richtlinie VDI 3787 Blatt 5 „Lokale Kaltluft“ (2003) geht davon aus, dass Gruppen von Einzelgebäuden und kleinere Siedlungen von Kaltluftabflüssen mit einem Volumenstrom ab etwa 10 000 m³/s durch-, um- oder überströmt werden. Kaltluftvolumenströme von 1 000 bis 10 000 m³/s wurden in Richtlinie VDI 3787 Blatt 1 (1997) als mittelmäßig klimaökologisch wirksam eingestuft.

3 EINGANGSDATEN

3.1 Örtliche Verhältnisse

Nachfolgend werden das B-Plangebiet und seine Umgebung bezüglich der topografischen Situation und bezüglich der herrschenden Landnutzung charakterisiert.

In **Abb. 2.1** ist zur Übersicht ein Ausschnitt aus der topografischen Karte dargestellt, der Bereich des B-Planes ist hellblau dargestellt. Das zu betrachtende B-Plangebiet befindet sich im Landkreis Weimarer Land an den Südhängen des Ilmtales.

Die geplante Industriefläche hat eine Ausdehnung von etwa 500 m in W-O-Richtung und ca. 400 m in N-S-Richtung.

Das geplante Bebauungsgebiet befindet sich überwiegend auf landwirtschaftlichen Flächen (Ackerflächen) und wird auch von landwirtschaftlichen Flächen umgeben. Die nächstgelegenen Wohnnutzungen befinden sich in ca. 80 m Entfernung zur Plangebietsgrenze in östliche Richtung. Es handelt sich um Wohnbebauung entlang der etwa von West nach Ost verlaufenden Waldstraße. Weitere Wohnbebauung gibt es entlang der Lachstedter Straße. (Entfernung zum Gewerbegebiet ca. 250 m).

Nördlich des B-Plangebietes befindet sich die Industrieanlage von Viega. Weitere Wohnbauungen sind nördlich der Bahnlinie entlang der Sulzaer Straße zu finden (Entfernung zum B-Plan ca. 650 m).

Die nächsten FFH-Gebiete haben folgenden Abstand von dem geplanten Industriegebiet:

- FFH-Gebiet nördlich Kleinheringen („Saale-Ilm-Platten bei Bad Kösen“): ca. 1 000 m im NO
- FFH-Gebiet östlich von Kleinheringen („Saale-Ilm-Platten bei Bad Kösen“): ca. 1 700 m im O
- FFH-Gebiet im Saaletal („Saalehänge bei Tultewitz südlich von Bad Kösen“): ca. 2 400 m im Südosten

Gesetzlich geschützte Biotope sind um das gesamte geplante Industriegebiet verteilt, mit Abständen von 350 m oder mehr (siehe **Abb. 3.1**).

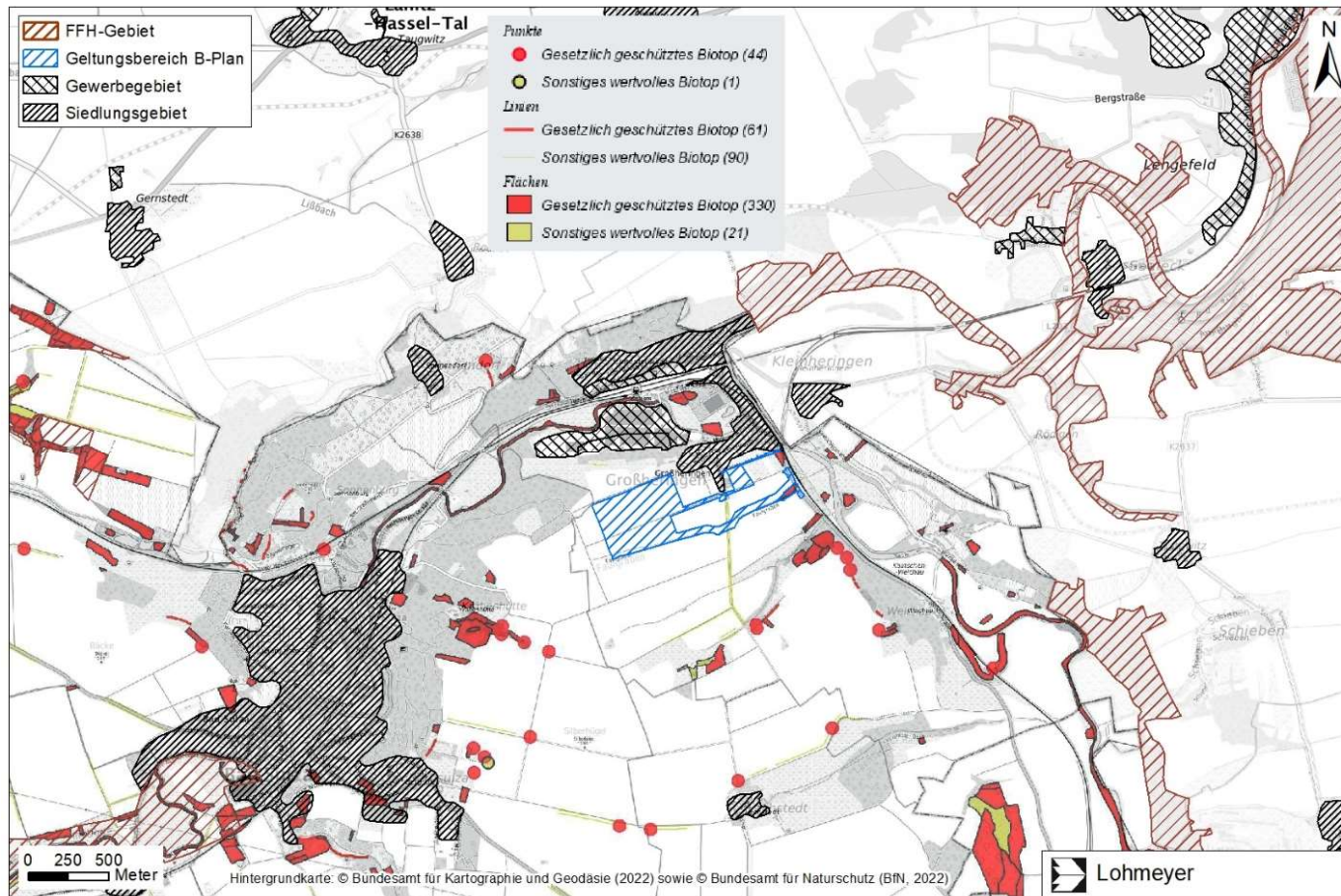


Abb. 3.1: Topografische Karte für die großräumige Einordnung der geplanten gewerblichen Ansiedlung. Neben dem B-Plangebiet sind gesetzlich geschützte Biotope (rot) und FFH-Gebiete (rot gestreift) im Umkreis dargestellt. Vorhandene Gewerbegebiete und Siedlungsgebiete sind grau hervorgehoben
Kartengrundlage: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2022), TLUBN (2022), BfN (2022)

Direkt in den Zufahrtsbereichen für die B-Planbereiche befindet sich ein gesetzlich geschützter Streuobstbestand. Bei den nächstgelegenen geschützten Biotopen östlich des bestehenden Industriegebietes handelt es sich ebenfalls um Streuobstbestand sowie um ein kleines Standgewässer.

3.2 Relief

Für die Modellsimulationen mit dem prognostischen Modell KALM (vgl. Abschnitt 4) wurde das ca. 45 km x 40 km große Rechengebiet (= Einzugsgebiet der Kaltluft) hinsichtlich Relief dreidimensional digital erfasst. Dazu wurden GlobDEM50-Höhendaten genutzt.

In **Abb. 3.3** ist das Relief im Bereich des gesamten Einzugsgebietes der Kaltluft in dreidimensionaler Form dargestellt. Blau gekennzeichnet ist das hier betrachtete Untersuchungsgebiet, welches die geplante Bebauung und dessen Umgebung einschließt.

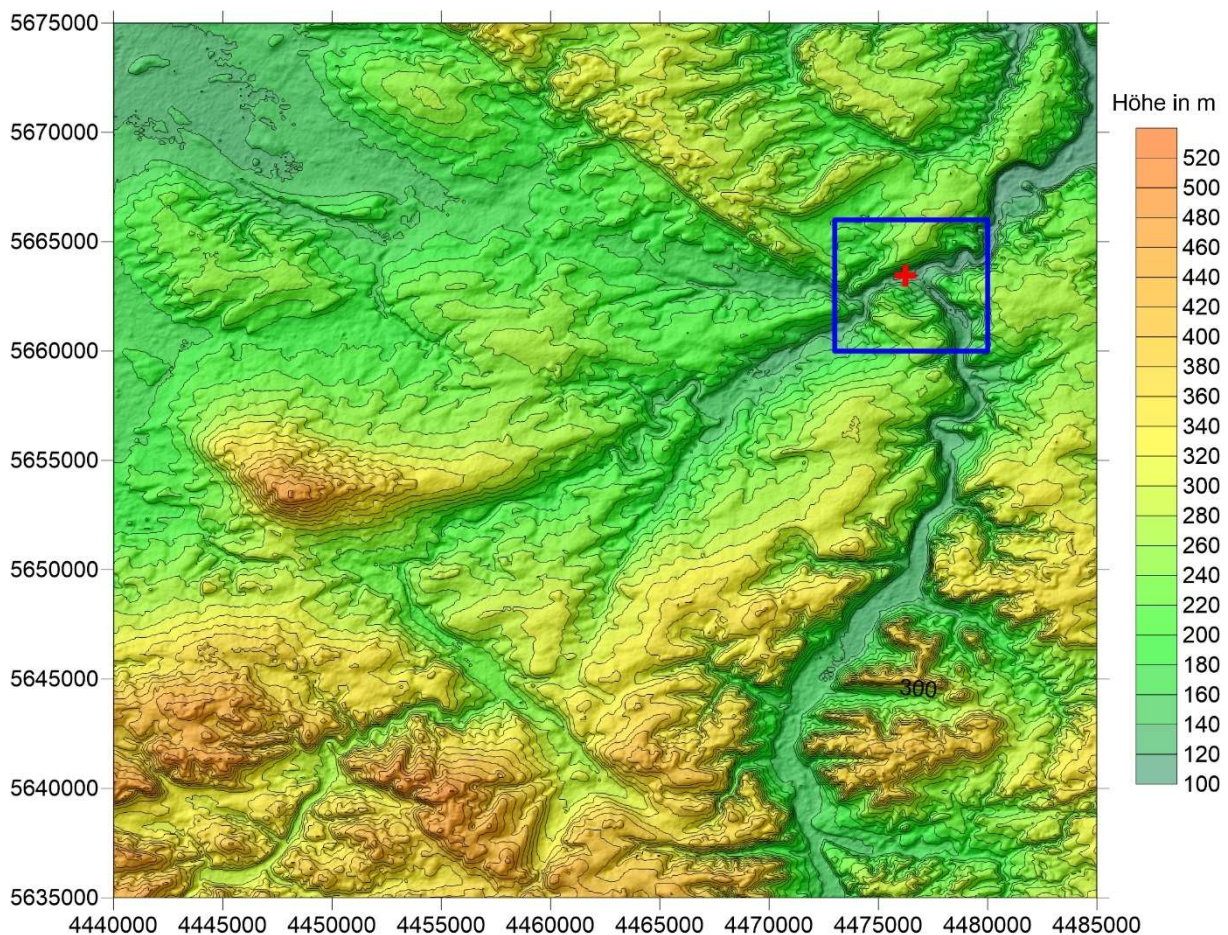


Abb. 3.2: Relief im Einzugsgebiet der Kaltluft, Betrachtungsbereich Kaltluft: blauer Rahmen; Datengrundlage: GlobDEM50 V2.0 - metSoft GbR Heilbronn (MetSoft, 2006)

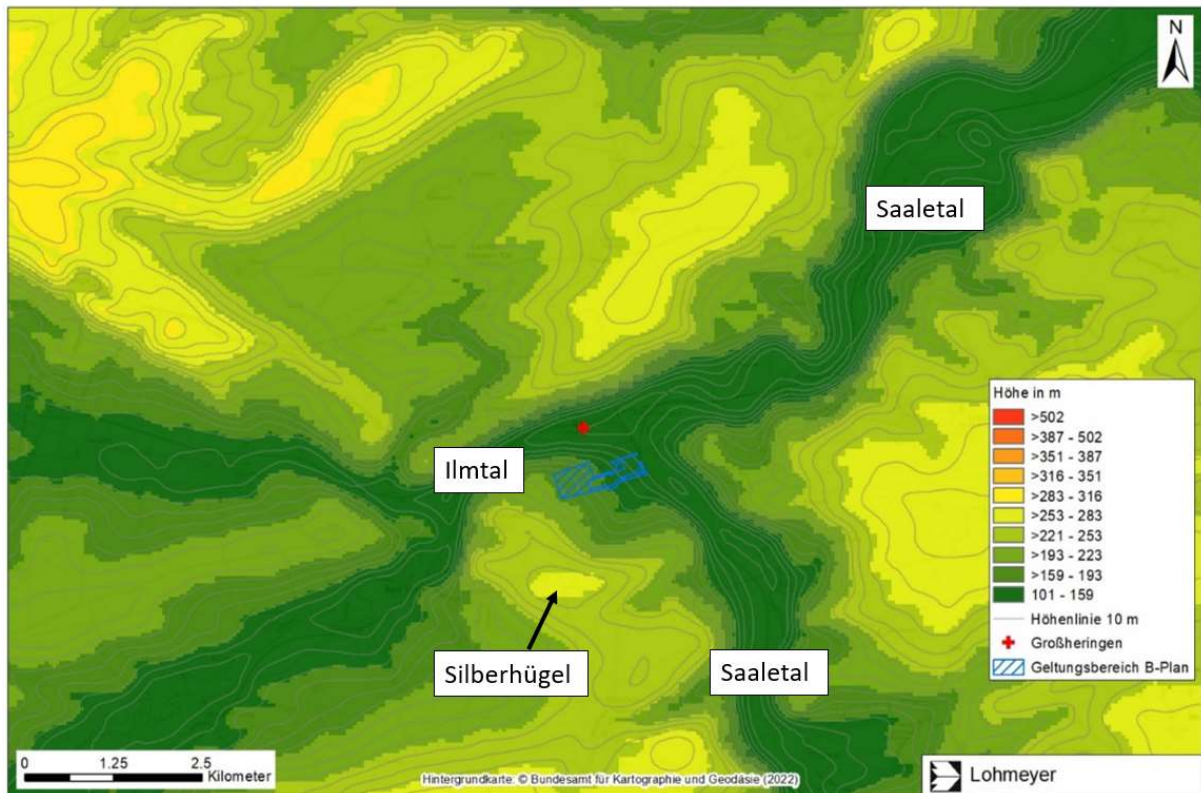


Abb. 3.3: Relief im Untersuchungsgebiet, Lage des B-Plangebietes nachrichtlich in blau hinterlegt

Das Relief im Untersuchungsgebiet ist geprägt durch das Saaletal (welches östlich des B-Plans etwa von Süd nach Nord verläuft und nordöstlich nach Nordost abbiegt) und das Ilmtal, welches etwa von Südwest nach Nordost ausgerichtet ist. Das zu betrachtende Industriegebiet liegt im Hangbereich auf der südlichen Seite der Ilm im Mündungsbereich in die Saale. Südlich davon befindet sich der Silberhügel.

Bei der Modellierung großräumig mitbetrachtet wurden das Kaltlufteinzugsgebiet der Ilm (**Abb. 3.2**).

3.3 Geplante Bebauung

Ein Lageplan des geplanten B-Plangebietes zeigt die **Abb. 3.4**.

Die graue Fläche stellt das geplante Industriegebiet dar. Die maximal festgeschriebene Attikahöhe der möglichen Bebauung beträgt 16 m. Südlich davon ist eine Zufahrtsstraße vom Saaletal aus geplant, die bis zur dortigen Camburger Straße reichen soll. Eine weitere Zu-

fahrt ist von der Lachstedter Straße aus geplant. Diese Zufahrt befindet sich nördlich der erstgenannten Verkehrsanbindung.

Im Industriegebiet ist laut B-Plan eine extensiv begrünte Dachfläche auszubilden und so zu bepflanzen, dass eine geschlossene Vegetationsfläche gewährleistet ist, die dauerhaft erhalten werden muss. Dies betrifft 40 % der Gesamtdachfläche.

Ebenso zum B-Plan gehört ein Wohngebiet östlich der Lachstedter Straße östlich des dortigen Friedhofes. Dabei handelt es sich um ein geplantes allgemeines Wohngebiet. Die dort zugelassene Bebauung darf laut Festsetzungen mit Stand März 2022 eine maximale Traufhöhe von 8 m über Grund aufweisen und maximal zweigeschossig sein.



Abb. 3.4: B-Plan im Bereich von Großheringen, Stand 03/2022
Quelle: vom Auftraggeber. Karte genordet und ohne Maßstab

Entlang der Straße und auch östlich des Industriegebietes und westlich des Wohngebietes sind laut Textlicher Festsetzung des B-Planes Grünflächen anzulegen.

3.4 Landnutzung

Für die Datengrundlage des Landnutzungsrasters wurden frei verfügbare CORINE-Daten (Coordinated Information on the European Environment) als flächendeckende Informationen genutzt. Im Untersuchungsgebiet wurden diese Daten anhand von Luftbildern aktualisiert.

Die Landnutzungsstruktur ist für das gesamte Einzugsgebiet der Kaltluft in der **Abb. 5.5** dargestellt.

Die Landnutzung für den Istzustand im Bereich des Untersuchungsgebietes zeigt die **Abb. 5.6**.

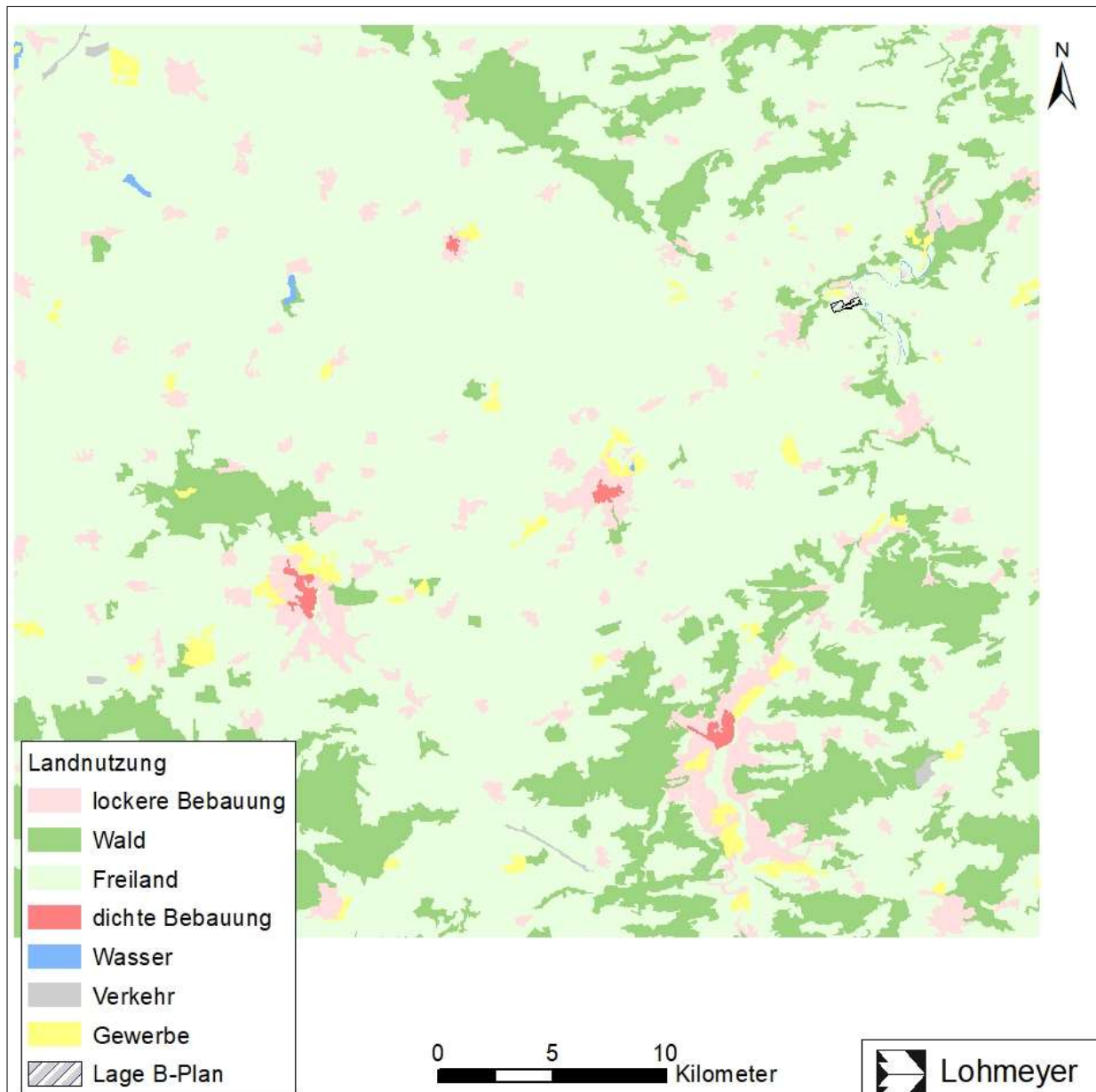


Abb. 3.5: Landnutzung im gesamten Kaltluft-Rechengebiet, Lage des geplanten Gewerbegebietes ist nachrichtlich in Schwarz abgebildet

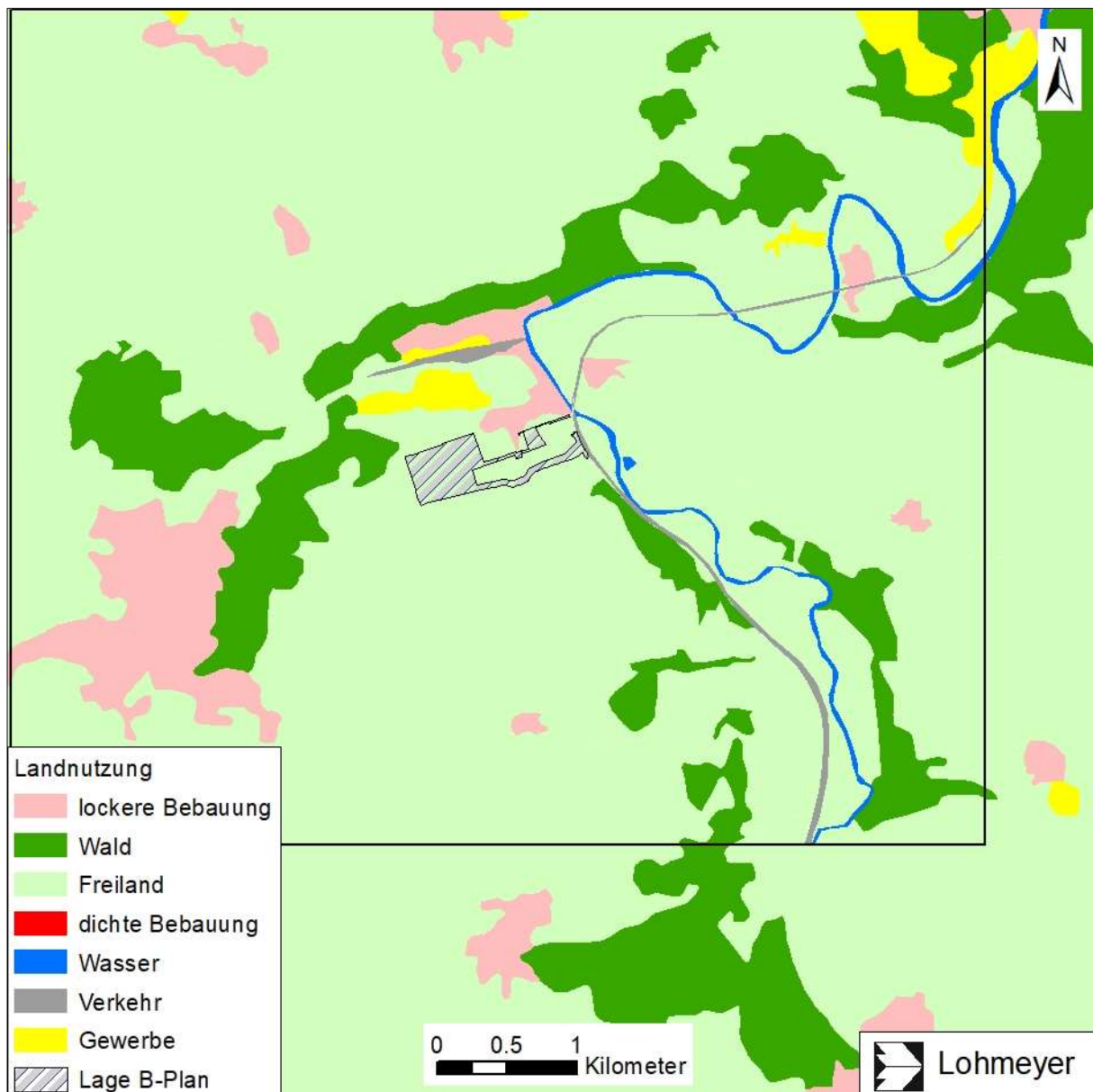


Abb. 3.6: Landnutzung im Untersuchungsgebiet mit Lage des zu betrachtenden B-Plangebietes (nachrichtlich)

3.4.1 Nutzungsstruktur in der Umgebung

Abb. 3.7 zeigt den Ausschnitt des Entwurfes des Flächennutzungsplans von Großheringen. Die nördliche graue Fläche ist die bestehende Industrieanlage der Firma Viega, die südlich davon liegende graue Fläche stellt die geplante Industriefläche dar. Die braunen Flächen sind gemischte Bauflächen, die rosa Flächen sind Wohnbauflächen. Östlich der geplanten Industriefläche befinden sich südlich der dortigen vorhandenen Bebauung weitere zwei geplante Wohnbauflächen. Die westliche davon ist auch im B-Plan enthalten.

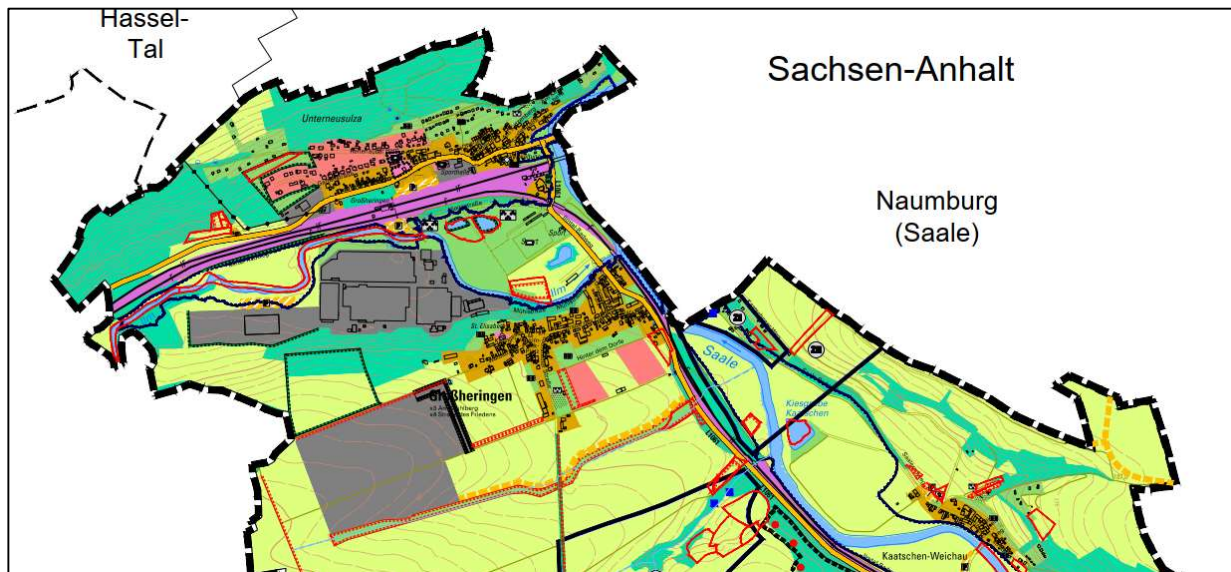


Abb. 3.7: Ausschnitt aus dem Entwurf des Flächennutzungsplans der Gemeinde Großheringen, Karte von der LEG Thüringen, Stand: 07.03.2022 (LEG Thüringen, 2022)

Bei der Wohnbebauung östlich der geplanten gewerblichen Baufläche handelt es sich um die nächstgelegenen, zu betrachtenden Beurteilungspunkte.

3.5 Vorbelastungssituation

Zur Abschätzung der Immissionssituation im Untersuchungsgebiet im Istzustand wird der „Kartendienst zur Luftschadstoffbelastung in Deutschland“ des Umweltbundesamtes (<http://gis.uba.de/Website/luft/index.html>) sowie Messwerte Thüringer Luftmessstationen herangezogen.

Die Messstationen des Thüringer Landesamtes für Umwelt und Geologie (TLUG) werden grob in drei Kategorien eingeteilt: „Repräsentativ für das Stadtzentrum“, „Lokale Belastung in der Straße“ und „Gebiete, die weit genug von Straßen oder Industrieanlagen entfernt sind“. Der Untersuchungsraum wird hinsichtlich seiner Luftschadstoffbelastung wie die Stationen des städtischen Hintergrundes („Repräsentativ für das Stadtzentrum“) eingeschätzt. Deswegen erfolgt in der **Tab. 2.3** nur die Darstellung der Messwert-Bandbreiten dieser Stationskategorien.

Die Jahre mit Pandemieeinfluss wurden aus den Betrachtungen herausgenommen.

Zum Vergleich sind für das Jahr 2019 die räumlich interpolierten Messwerte des UBA-Kartendienstes für das Untersuchungsgebiet angefügt.

		TLUG-Stationen repräsentativ für die Umgebung des B-Plangebietes					UBA Untersuchungs- gebiet	
Schadstoff	Einheit	2019	2018	2017	2016	2015	2019	Grenzwert
NO ₂	µg/m ³	12-17	14 - 19	14 - 20	14 - 21	15 - 23	10-15	40
PM10	µg/m ³	13 - 15	17 - 20	13 - 16	14 - 18	16 - 19	10-15	40
PM10 >50 µg/m ³	d	1-3	4 - 12	2 - 10	1 - 6	2 - 9	<7	35
PM2.5	µg/m ³	9-10	12 - 13	10 - 12	10 - 12	10 - 12	10-15	25
SO ₂	µg/m ³	1	1	1	1	1	-	20*

Tab. 3.1: Bandbreiten von Messwerten (TLUG) und interpolierten Messwerten für das Untersuchungsgebiet (UBA)

* Schutz von Ökosystemen

Für den Staubbiederschlag ist, aus Messdaten abgeleitet, zudem mit einer Vorbelastung von ca. 70 mg/(m² d) zu rechnen.

Anhand der Daten der **Tab. 2.3** kann abgeschätzt werden, dass die relevanten Luftschadstoffe derzeit im Untersuchungsgebiet maximal die Hälfte der jeweiligen gültigen Grenzwerte erreichen. Punktuell können die Belastungen durch lokale Einflüsse (z. B. bestehende Industrieanlage von Viega) auch etwas höher sein, aber Hinweise auf Grenzwertüberschreitungen im Istzustand liegen nicht vor. Belastungen durch den bestehenden Betrieb von Viega wurden separat beim Landratsamt Weimarer Land recherchiert.

Nach telefonischer Auskunft beim LRA gehen durch die bestehende Anlage keine relevanten Immissionen im Untersuchungsgebiet aus. Des Weiteren wurden in der Umgebung einzelne Tierhaltungsanlagen (z. T. auch in Sachsen-Anhalt) bzw. eine kleinere Kläranlage identifiziert. Auch hier wurden die zuständigen Behörden (LRA Burgenlandkreis; LUA Sachsen-Anhalt und das LRA Weimarer Land) angefragt. Rückmeldungen dazu liegen jedoch mit Stand 13.04.2022 noch nicht vor. Folgende weitere potenzielle Emissionsquellen konnten anhand bisher vorliegender Informationen und Luftbildern qualitativ identifiziert werden:

- Kläranlage Bad Sulza im Tal der Ilm (ca. 900 m westlich des B-Plans) in Thüringen
- Stallanlage (Schweine) mit Biogasanlage in Poppel (ca. 3 500 m nordwestlich des B-Plans in Sachsen-Anhalt)
- Rinderhaltungsanlage in Hassenhausen (ca. 3 000 m nordöstlich des B-Plans in Sachsen-Anhalt)
- Stallanlage in Schmiedehausen (ca. 3 500 m südöstlich des B-Plans in Thüringen)
- Zu weiteren bestehenden Anlagen und/oder genehmigten Anlagen, die aber noch nicht umgesetzt sind, liegen mit Stand 13.04.2021 noch keine Angaben vor.

Für Gerüche gibt es keine flächendeckenden Daten. Umliegende potenzielle vorhandene Geruchsemissionsquellen wurden jedoch überwiegend identifiziert (siehe oben), wobei die Aufzählung keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt (siehe oben).

3.6 Meteorologische Daten

3.6.1 Jahresmittlere Windverteilung

Es wurden Recherchen nach geeigneten Winddaten, d. h. sowohl nach Messdaten als auch nach synthetisch (d. h. durch Modellrechnungen) erstellten Daten durchgeführt.

Im zu betrachtenden B-Plangebiet liegen keine Windmessungen vor. Die nächstgelegenen Messungen zum Standort erfolgten in Osterfeld (Entfernung ca. 20 km östlich), in Erfurt (ca. 50 km südwestlich), in Querfurt (ca. 30 km nördlich) und in Artern (ca. 40 km im Nordwesten) alle durch den DWD.

Wegen der orographischen Charakteristika im Plangebiet (vgl. Abschnitt 2.1) ist keine der o. g. Messungen direkt auf das B-Plangebiet übertragbar.

Bei der Firma Metcon wurden flächendeckende Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen im Untersuchungsgebiet erworben (siehe **Abb. 3.8** für großräumigen Bereich und **Abb. 3.9** für die Umgebung des B-Plans). Diese Windrichtungsverteilungen beruhen auf prognostischen Berechnungen unter Berücksichtigung des Reliefs und der Landnutzung im Raster von 500 m x 500 m. Für den Bereich Großheringen kann daraus im Bereich des B-Plans eine Hauptwindrichtung von West bis Südwest und ein Nebenmaximum von Ost abgeleitet werden. Die mittlere Windgeschwindigkeit liegt laut diesen Daten zwischen 2.8 m/s und 3.2 m/s.



Abb. 3.8: Großräumige Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen im Untersuchungsgebiet Stand 2022
 Datenquelle: MetCon (2022), Kartengrundlage: GoogleEarth

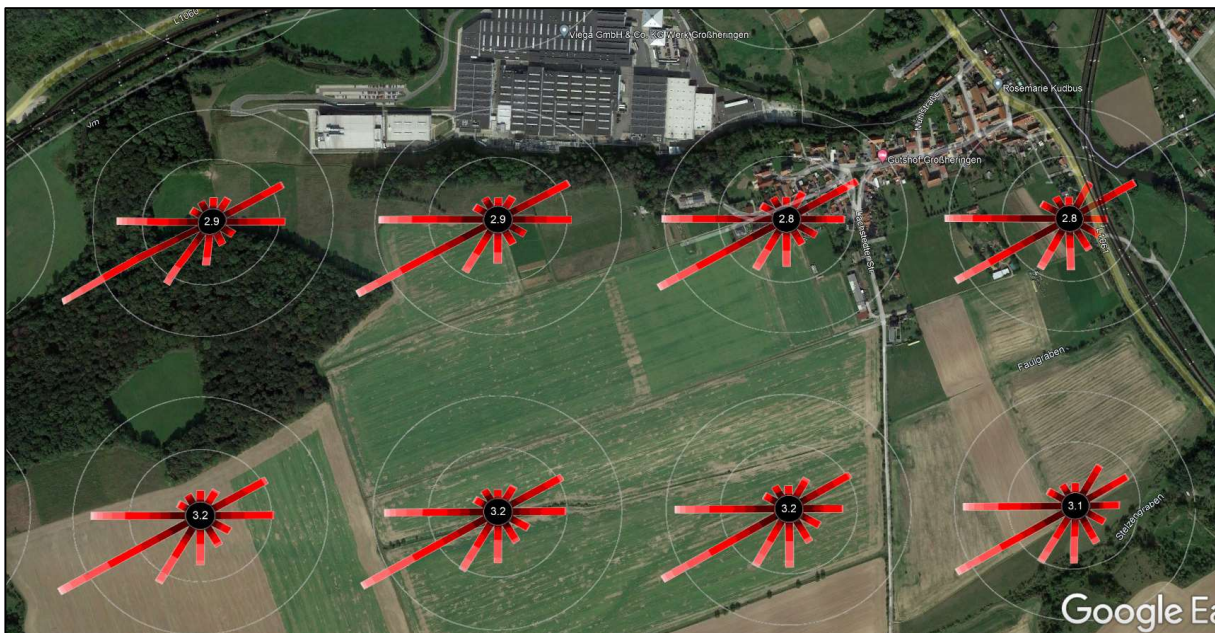


Abb. 3.9: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen im Bereich des B-Plans Stand 2022
 Datenquelle: MetCon (2022), Kartengrundlage: GoogleEarth

Anhand der DWD-Karte der jahresmittleren Windgeschwindigkeit für Thüringen (DWD, 2022) werden für das Plangebiet Windgeschwindigkeiten in gleicher Größenordnung erwartet.

Die synthetischen Windverteilungen von Metcon werden als fachlich sehr plausibel eingeschätzt. Im Ilmtal spiegelt sich das Ilmtal selbst wider mit der zugehörigen West-Ost-Ausrichtung, während im Saaletal die Südostkomponente die Hauptwindrichtung darstellt. Südlich von Großheringen werden in Kuppenlage am häufigsten Südwestwinde erwartet mit mittleren Windgeschwindigkeiten von bis zu 4 m/s. Auch dies ist plausibel.

3.6.2 Thermische Windsysteme

Von den an einem Standort auftretenden thermischen Windsystemen sind vor allem die Kaltluftabflüsse von Bedeutung, da bei bodennaher Freisetzung die Schadstoffe oder Gerüche im Kaltluftabfluss relativ wenig verdünnt werden und immer entlang den vorgegebenen Geländestrukturen (Täler, Klingen etc.) transportiert werden.

Zu den Kaltluftabflüssen im Istzustand wurden separate Modellierungen durchgeführt (siehe Kapitel 4).

3.6.3 Hitzebelastung

Das Jahresmittel der Lufttemperatur ist flächendeckend für Thüringen als Flächenmittel für die Gemeinden in **Abb. 3.10** dargestellt.

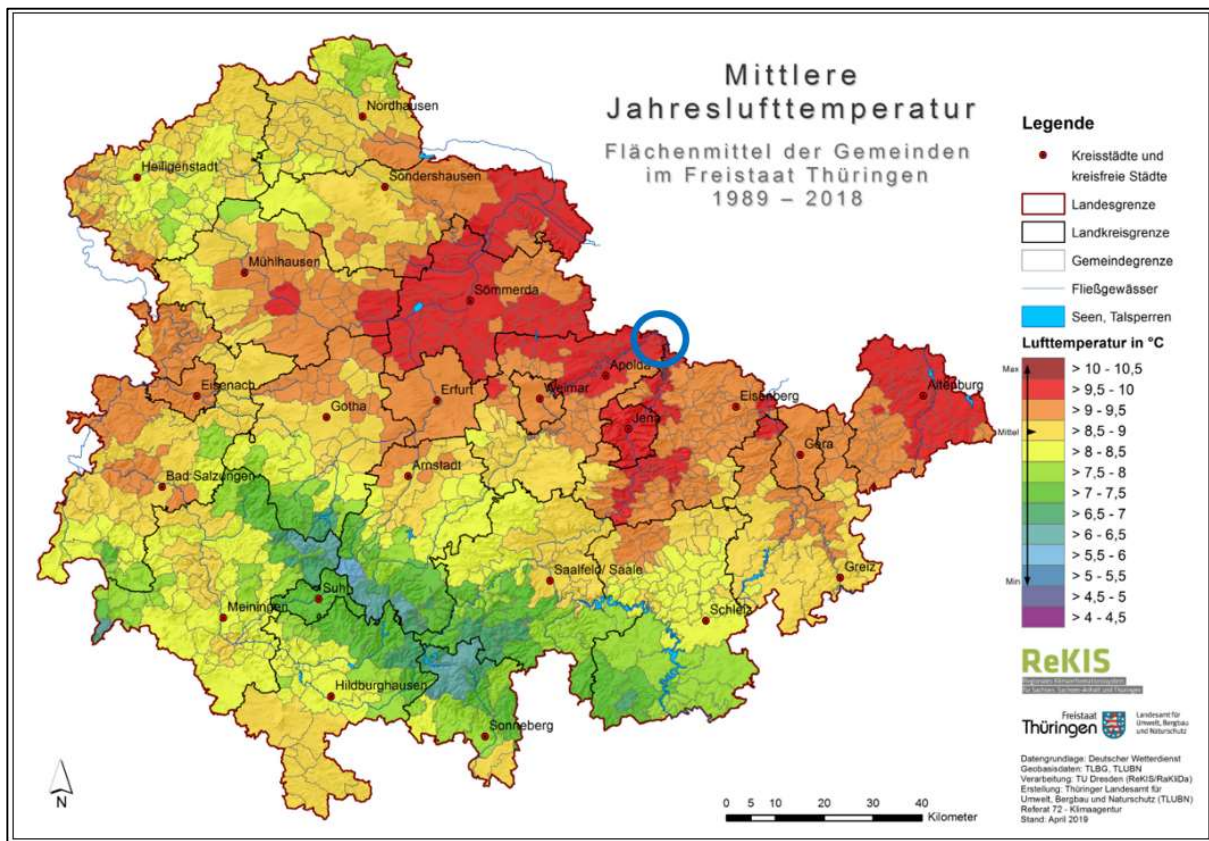


Abb. 3.10: Mittlere Jahrestemperatur als Flächenmittel der Gemeinden im Freistaat Thüringen 1989 bis 2018. Quelle: ReKIS, Das Untersuchungsgebiet ist mit einem blauen Kreis gekennzeichnet

Über die Hitzebelastung in Thüringen stehen ebenfalls Daten des Klimaprogramms ReKIS zur Verfügung. Die Wahrscheinlichkeit der Hitzebelastung in Thüringen im heißen Sommer 2019 ist beispielsweise in **Abb. 3.11** dargestellt.

Demnach liegt die Jahresmitteltemperatur der Gemeinde Großheringen zwischen 1989 und 2018 zwischen 9.5°C und 10°C. Die Wahrscheinlichkeit der Hitzebelastung 2019 wird in ReKIS als sehr gering bis gering eingeschätzt.

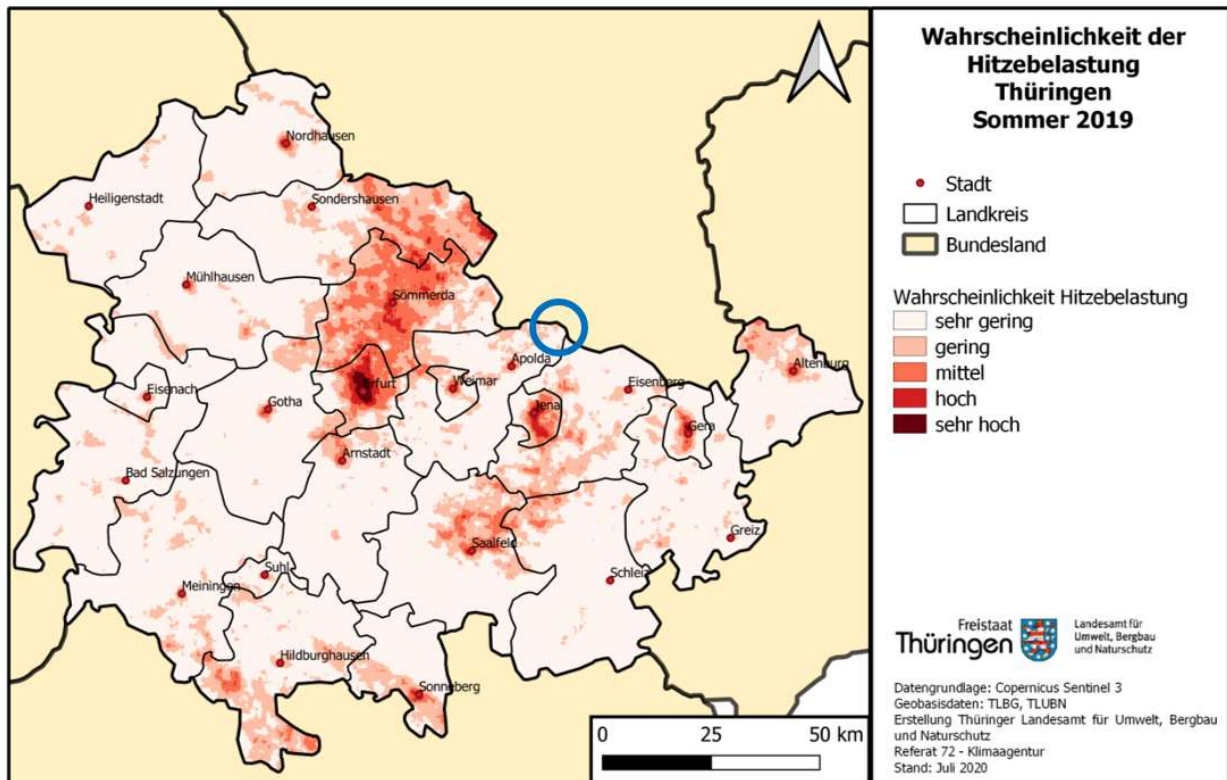


Abb. 3.11: Wahrscheinlichkeit der Hitzebelastung Thüringen im Sommer 2019. Das Untersuchungsgebiet ist mit einem blauen Kreis gekennzeichnet.

4 KALTLUFTMODELLIERUNG FÜR ISTZUSTAND

4.1.1 Vorgehensweise

Es wurden Kaltluftsimulationen mit dem Kaltluftmodell KALM (Beschreibung siehe Anhang A1) durchgeführt. Dafür wurde ergänzend zum eigentlichen Untersuchungsgebiet (Gemeinde Großheringen und Umgebung) das umliegende Gelände berücksichtigt. Das gesamte Rechengebiet wurde so groß gewählt, dass die Einflüsse der Geländeerhebungen auf die Kaltluftströmungen im Untersuchungsgebiet vollständig erfasst werden (gesamtes Einzugsgebiet der Kaltluft wird betrachtet).

Das berücksichtigte Rechengebiet umfasst eine Fläche von ca. 1 800 km². Die digitalen Geländedaten für dieses Gebiet wurden in ein Rechengitter mit einer Rasterweite von 50 m überführt.

Die Ergebnisse der Kaltluftberechnungen beinhalten die Richtung und die Geschwindigkeit des Kaltluftstroms, die Mächtigkeit der Kaltluft und die daraus resultierende Kaltluftvolumenstromdichte. Die Kaltluftvolumenstromdichte ist die Menge des Volumens in m³, welches innerhalb einer bestimmten Zeiteinheit durch eine bestimmte Fläche hindurchfließt. In diesem Fall handelt es sich um eine Fläche mit einer horizontalen Ausdehnung von einem Meter und einer Höhe, die der gesamten Kaltluftschichtdicke entspricht. Die Einheit ist m³/(m s) bzw. m²/s. Falls die Volumenstromdichte über einen Querschnitt konstant ist, lässt sich der Volumenstrom direkt und einfach als Volumenstromdichte mal Länge der Grundlinie dieser Fläche berechnen. Der Kaltluftvolumenstrom kann als Größe zur Beschreibung der Belüftungsintensität bei Kaltluftabfluss aufgefasst werden.

Für die Darstellung der Berechnungsergebnisse wurde ein Teilausschnitt des Rechengebietes mit dem Gebiet von Großheringen und dessen direkter Umgebung gewählt (= Betrachtungsbereich). In den Abbildungen sind Siedlungsflächen grau gestrichelt dargestellt. Die Höhenlinien des digitalen Höhenmodells sind in grober Auflösung hellgrau dargestellt; kleinere Einschnitte oder Aufschüttungen sind wegen der gewählten Stufung der Höhenlinien nicht erkennbar, sind aber im digitalen Geländemodell enthalten.

Die flächendeckenden Berechnungsergebnisse für die Kaltluftabflüsse sind für das gesamte Untersuchungsgebiet in **Abb. 4.1** bis **Abb. 4.4** dargestellt. Die B-Planbereiche sind nachrichtlich eingezeichnet.

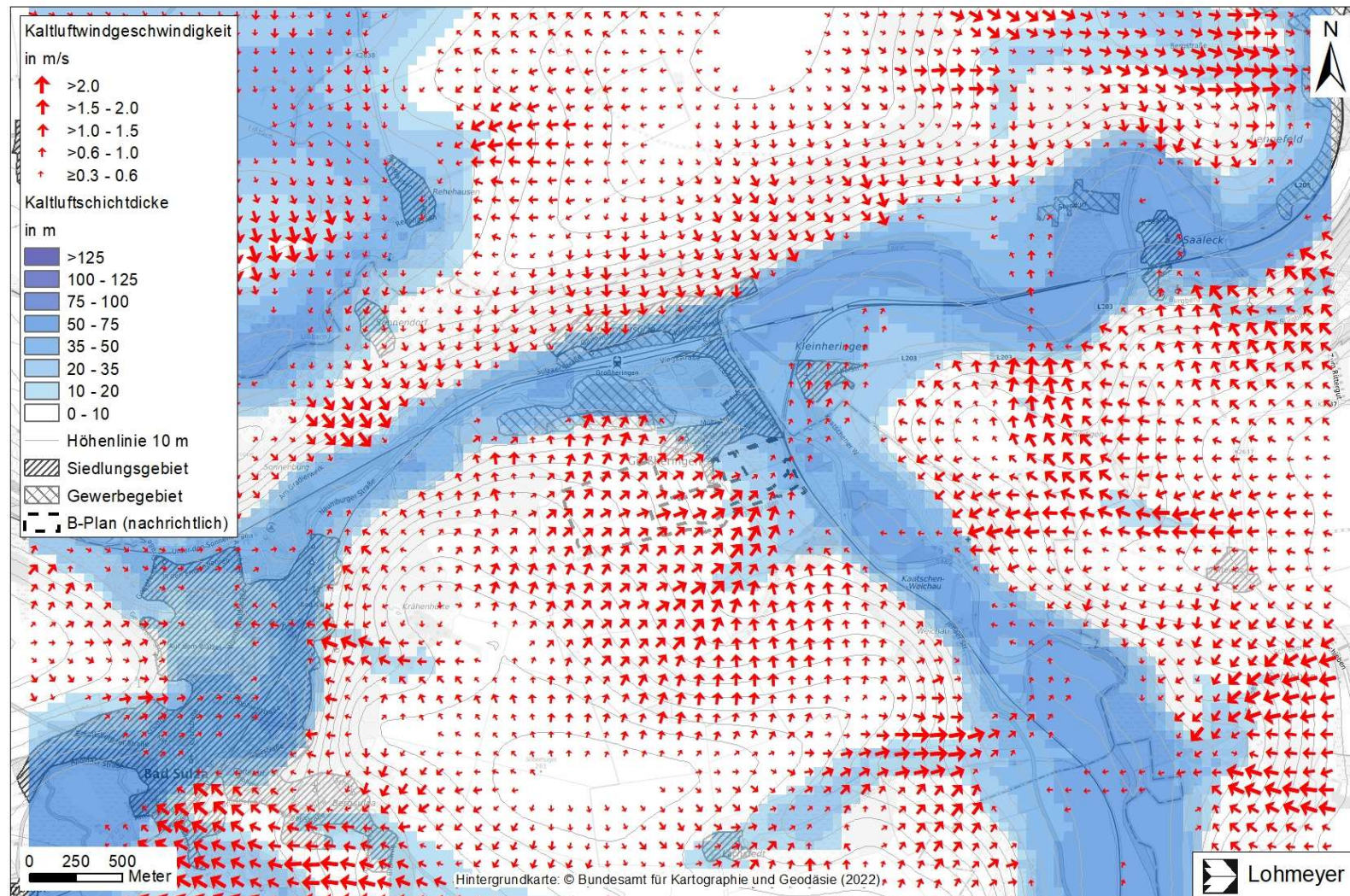


Abb. 4.1: Kaltluftgeschwindigkeit, -fließrichtung und -schichtdicke in der Anfangsphase der Kaltluftbildung für das Untersuchungsgebiet

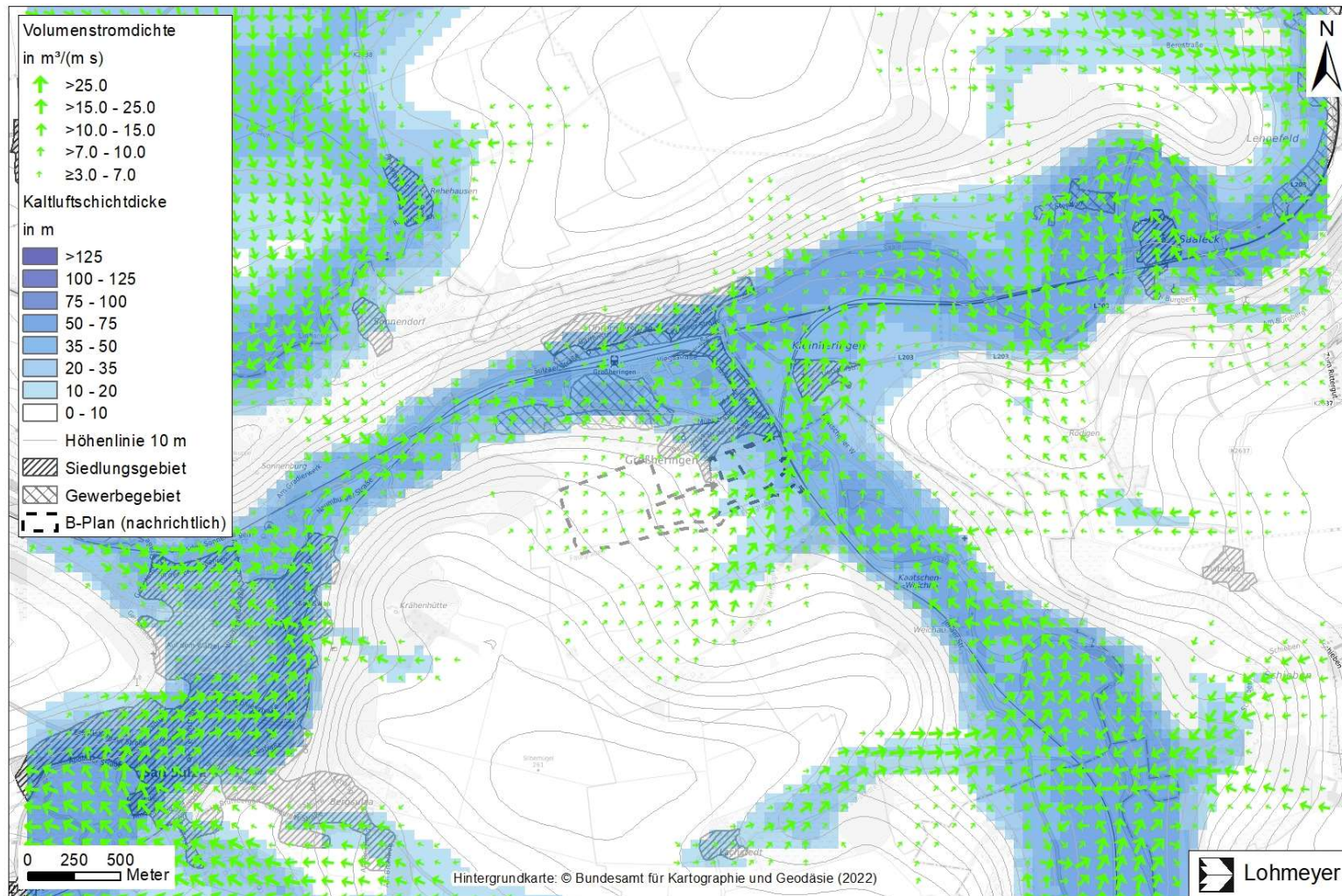


Abb. 4.2: Kaltluftvolumenstromdichte, -fließrichtung und -schichtdicke in der Anfangsphase der Kaltluftbildung für das Untersuchungsgebiet

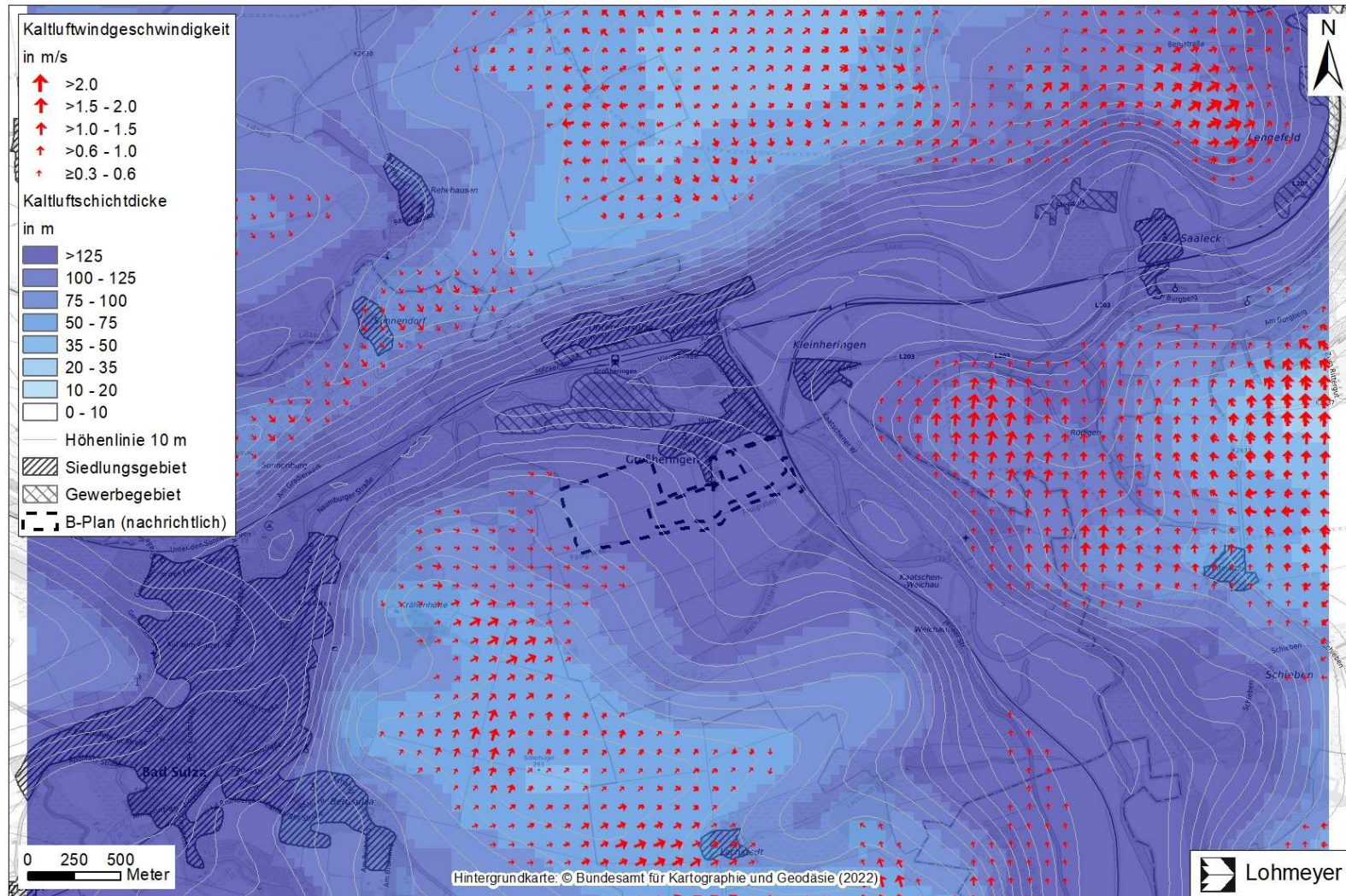


Abb. 4.3: Kaltluftgeschwindigkeit, -fließrichtung und -schichtdicke bei voll ausgebildeter Kaltluft für das Untersuchungsgebiet

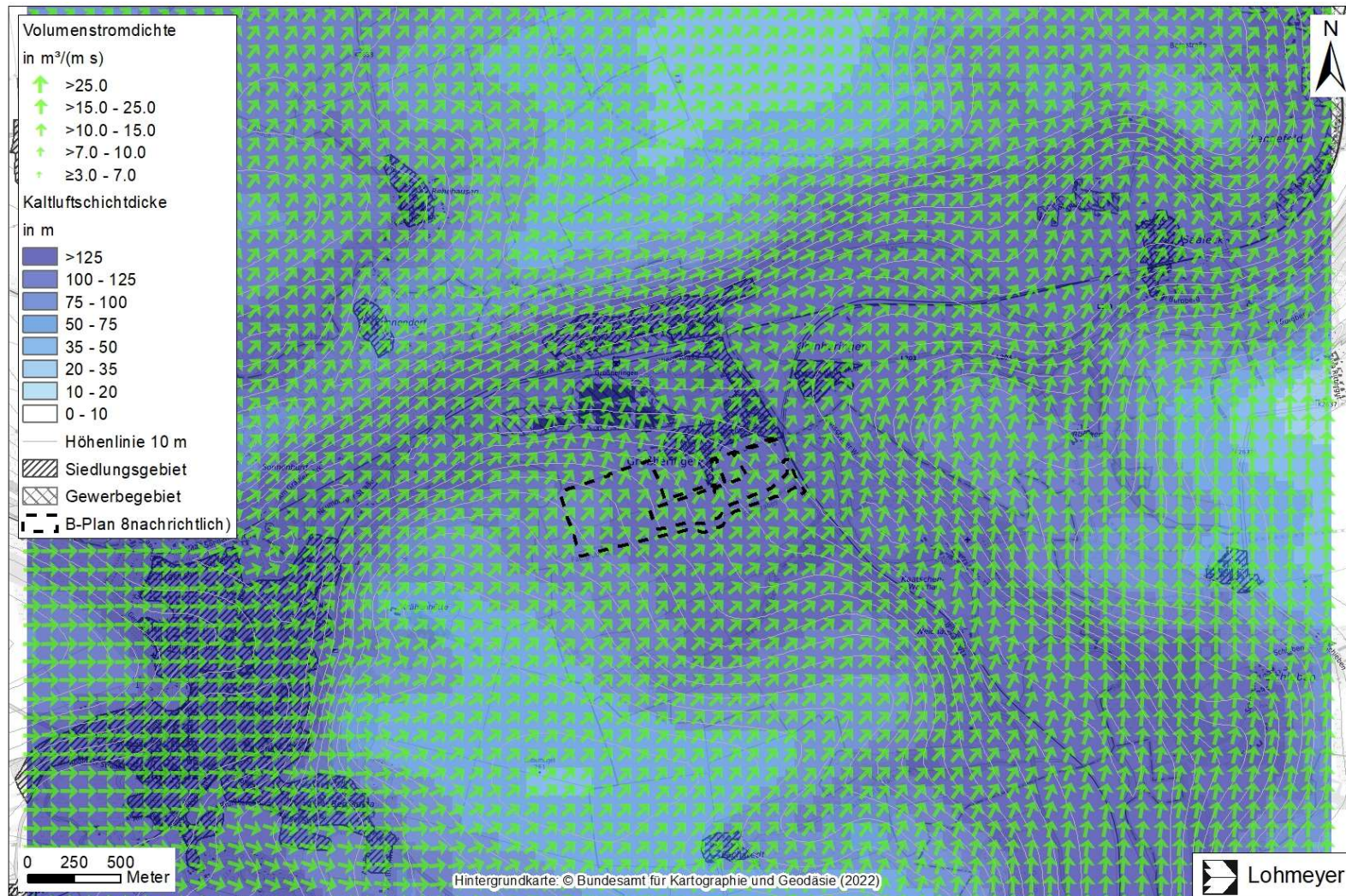


Abb. 4.4: Kaltluftvolumenstromdichte, -fließrichtung und -schichtdicke bei voll ausgebildeter Kaltluft für das Untersuchungsgebiet

4.1.2 Ergebnis Kaltluftrechnung

Die Kaltluftgeschwindigkeiten, die Kaltluftfließrichtungen und die Kaltluftschichtdicken in der Anfangsphase der Kaltluftbildung sind für das Untersuchungsgebiet in **Abb. 4.1** dargestellt. Die Kaltluft wird auf den Freiflächen der Hänge gebildet, fließt entsprechend der größten Hangneigung in die Täler, um dann entsprechend der Geländeneigung weiter zu fließen. Bereits zu Beginn des Kaltluftabflusses bilden sich in den Talbereichen noch geringmächtige Kaltluftseen aus (Kaltluftschichtdicke nur bis maximal 50 m in kleineren Teilbereichen des Saaletals und des Ilmtales).

Die auftretenden Kaltluftgeschwindigkeiten im Bereich des geplanten Industriegebietes liegen bodennah bei ca. 1.2 bis 1.5 m/s bei Strömungsrichtungen aus Südwest bis West. Die Kaltluftschichtdicken sind in diesem Bereich in der Anfangsphase des Kaltluftabflusses deutlich kleiner als 10 m. In den Tälern, in denen sich die Kaltluft sammelt, sinken die Kaltluftgeschwindigkeiten im dortigen Kaltluftsee überwiegend auf Werte von weniger als 0.3 m/s ab. Die Zufahrt zu der Industriefläche liegt im Talbereich der Saale und befindet sich bereits in der Anfangsphase des Kaltluftabflusses in dem dortigen Kaltluftsee (Schichtdicke ca. 10 m bis maximal 35 m).

Die im B-Plan geplante Wohnfläche liegt in der Anfangsphase des Kaltluftabflusses am Rand des sich im Saaletal bildenden Kaltluftsees.

Abb. 4.2 zeigt die Kaltluftvolumenstromdichte und die Kaltluftmächtigkeit in der Anfangsphase der Kaltluftbildung. Die höchsten Volumenstromdichten treten in den Tälern der Ilm und der Saale und in deren Nebentälern auf. Die südwestlich auf der Nordostseite des Silberhügels gebildete Kaltluft fließt überwiegend in Richtung des Saaletals und zum Teil in Richtung Ilmtal ab. In den Hangbereichen, in denen die höheren Kaltluftgeschwindigkeiten auftreten, sind die Volumenstromdichten überwiegend geringer als in den Tälern, da die Kaltluftabflüsse an den Hangbereichen keine relevante vertikale Mächtigkeit aufweisen.

Die in den Tälern auftretenden Volumenströme erreichen in der Anfangsphase des Kaltluftabflusses im Ilmtal: ca. 7 000 m³/s und im Saaletal ca. 9 000 m³/s. Damit können sie selbst im Tal noch keine klimaökologisch wirksame Relevanz aufweisen [Schwellwert dafür: 10 000 m³/s]. Die Kaltluftvolumenströme im Bereich des B-Plangebietes belaufen sich in der Anfangsphase auf ca. 2 500 m³/s. Damit ist in der Anfangsphase der o. g. Schwellwert im Planbereich deutlich unterschritten. Die Menge der in das Siedlungsgebiet einströmenden

Kaltluft ist wegen der geringen Ausdehnung der Kaltluftseen kleiner. Aufgrund der schwachen Ausprägung von Kaltluftabflüssen in der Anfangsphase des Kaltluftabflusses ist davon auszugehen, dass von der in der Anfangsphase herantransportierten Kaltluft nur die ersten Häuserzeilen profitieren, zumal zu erwarten ist, dass bei den dort vorliegenden sehr geringen Schichtdicken der Kaltluft der großräumige Wind häufig durchgreift und sich in der Realität nur sehr selten Kaltluftabflüsse zeigen.

In **Abb. 4.3** sind die Kaltluftströmungsgeschwindigkeit sowie die Schichtdicke bei ausgeprägten Kaltluftbedingungen am Ende der Nacht aufgezeigt.

Bei andauernden Kaltluftbedingungen ist eine deutliche Zunahme der Kaltluftmächtigkeiten in den Tal-, Mulden- und Senkenbereichen zu erwarten. Auch kleinere Hügel werden von Kaltluft überströmt. Es werden in den Talbereichen Mächtigkeiten von einigen Dekametern berechnet. In den Kaltluftseen sind die Kaltluftgeschwindigkeiten kleiner als 0.3 m/s. Das zu betrachtende B-Plangebiet ist vollständig in einen großräumigen Kaltluftsee (Schichtdicke ca. 100 m) eingetaucht.

In **Abb. 4.4** ist die Kaltluftvolumenstromdichte am Ende der Nacht dargestellt.

Am Ende der Nacht treten im gesamten Untersuchungsgebiet starke Kaltluftvolumenströme von deutlich mehr als 10 000 m³/s auf. Dabei handelt es sich in diesem Stadium des Kaltluftabflusses um kräftige Kaltluftabflüsse, die ganze Siedlungsgebiete belüften können. Die Kaltluftvolumenströme im Ilmtal und im Saaletal haben eine hohe Durchschlagskraft in die Bebauung hinein (Kaltluftvolumenstrom in diesen Bereichen >10 000 m³/s). In Teilbereichen kommt es zu Überströmungseffekten von umliegenden Hügeln aufgrund von Ansammlungen weiter entfernt gebildeter Kaltluft im Ilmtal und im Saaletal.

Das geplante Industriegebiet wird von Südwesten her von Kaltluft überströmt, und zwar ebenfalls mit einem lokalklimatisch relevanten Volumenstrom von deutlich über 10 000 m³/s. Auch im östlichen Teil des B-Plangebietes, in dem Wohnbebauung geplant ist, ist mit einer Kaltluftfließrichtung aus Südwest zu rechnen.

5 AUSWIRKUNGEN DER PLANUNG AUF DIE KLIMATISCHE UND LUFTHYGIENISCHE SITUATION

5.1 Einfluss auf thermische Windsysteme (Kaltluft)

Im derzeitigen Zustand ist im B-Plangebiet bei Schwachwindwetterlagen mit einem Kaltluftabfluss in nordöstliche bis östliche Richtung zu rechnen. In der Anfangsphase des Kaltluftabflusses sind die Kaltluftschichtdicken noch gering. Ein kompakter Baukörper auf dem geplanten Industriegebiet (Bauhöhe 16 m) würde die Kaltluft in der Anfangsphase des Abflusses zurückstauen. Damit entstehend in Luv, also auf der West- und Südseite des geplanten Industriegebietes Bereiche mit höherer Frostgefährdung. Gleichzeitig werden die nordöstlich und östlich gelegenen Siedlungsränder (Waldstraße und Lachstedter Straße) in der Anfangsphase des Kaltluftabflusses im Planfall nicht mehr mit Kaltluft versorgt werden können, wenn das gesamte Industriegebiet kompakt bebaut werden sollte. Dies führt in den Siedlungsrandbereichen in der Anfangsphase des Kaltluftabflusses zu höheren und länger anhaltenden Hitzebelastungen an Strahlungstagen. Insgesamt ist die dortige Wärmebelastung im Vergleich zu städtischen Ballungsgebieten jedoch vergleichsweise gering (**Abb. 3.11**). Dies bedeutet, dass die im Istzustand vorhandenen sehr günstigen Bedingungen am Siedlungsrand im Planfall verschlechtert werden, aber immer noch besser sind als in typischen großen Ballungsräumen.

Auch die Ränder des nördlich gelegenen vorhandenen Industriegebietes werden im Planfall in der Anfangsphase des Kaltluftabflusses schlechter mit Kaltluft versorgt als im Istzustand. Für die nördlich der Bahnlinie vorhandenen Wohnhäuser wird keine relevante Veränderung der Kaltluftversorgung erwartet, da diese Bereiche überwiegend von Norden her bzw. parallel zum Ilmtal mit Kaltluft versorgt werden.

Die geplanten Wohnbereiche östlich der Lachstedter Straße liegen in Lee der Kaltluftzuflusses, so dass eingeschätzt werden kann, dass für diesen Teil der Planung in der Anfangsphase des Kaltluftabflusses keine relevanten Beeinträchtigungen von bestehenden Siedlungsbereichen zu erwarten sind.

Neben der Reduktion der Windgeschwindigkeiten durch die geplante Bebauung erfolgt auch ein Aufwärmen der Kaltluft von unten her, demnach ist mit einer Verringerung der Kaltluftschichtdicke und des Kaltluftvolumenstromes in Lee der Planung zu rechnen. Davon ist vor

allem der nordöstlich bzw. östlich der Planung gelegene Siedlungsbereich von Großheringen betroffen.

Bei voll ausgebildeter Kaltluft zum Ende der Strahlungsnacht sind die Kaltluftschichtdicken im gesamten Untersuchungsgebiet sehr hoch. Selbst wenn das geplante Industriegebiet mit einer Bauhöhe von 16 m komplett bebaut ist, wird diese Bebauung im Planfall durch die Kaltluft überströmt, so dass sie auch die Siedlungsbereiche in Lee erreichen kann.

Neben der Reduktion der Windgeschwindigkeiten durch die geplante Bebauung erfolgt auch ein Aufwärmen der Kaltluft von unten her, demnach ist mit einer Verringerung der Kaltluftschichtdicke und des Kaltluftvolumenstromes in Lee der Planung zu rechnen. Davon ist vor allem der nordöstlich bzw. östlich der Planung gelegene Siedlungsbereich von Großheringen betroffen.

Um die Eindringtiefe der Kaltluft im Plangebiet selbst möglichst weit zu ermöglichen (Heranführen kühlerer Luft bei heißen Wetterlagen im Plangebiet), wird empfohlen, die geplanten Gebäude in Fließrichtung (Südwest-Nordost) auszurichten und keine Querriegel (durch ausgedehnte Einzelgebäude oder Aneinanderreihung mehrerer Gebäude) senkrecht zur Fließrichtung zu errichten. Dies soll bewirken, dass der Einfluss auf den Kaltluftabfluss minimiert wird. Ein Abstand zwischen den Gebäudeblöcken im Bereich der geplanten Bebauung mit einer Mindestbreite von 30 m wird dafür empfohlen.

Die geplante Dachbegrünung im Bereich des Industriegebietes wird begrüßt, da sie eine Erwärmung der überfließenden Kaltluftströme minimieren kann.

5.2 Einfluss auf Durchlüftung (außerhalb von Situationen mit thermischen Windsystemen)

Mit der Planung ist eine Umwandlung von einer unbebauten Fläche zu einer bebauten, mit Gebäuden versehene Fläche vorgesehen.

Damit ist eine Einschränkung der Durchlüftungsverhältnisse bei vorherrschenden großräumigen Windanströmungen innerhalb des B-Plangebietes und dessen Umgebung zu erwarten.

Die räumliche Verteilung der Windgeschwindigkeit ist ein wichtiger Parametersatz zur Charakterisierung der Durchlüftung und der Ausbreitungsvorgänge von Luftschadstoffen in ei-

nem Untersuchungsgebiet. Die Durchlüftung eines Siedlungsgebietes beziehungsweise die Verdünnung einer Luftschadstoffemission wird im Allgemeinen umso größer, je höher die mittlere Windgeschwindigkeit ist.

Bei der Überströmung eines Gebäudes wird die Windgeschwindigkeit unmittelbar vor und hinter der Erhebung verringert.

In der **Abb. 5.1** ist dargestellt, wie sich die Windgeschwindigkeit im Windschatten von ca. 16 m hohen Hindernissen verhält. Die Angaben beruhen auf Untersuchungen, die im Rahmen der Erstellung des Europäischen Windatlasses (Troen und Petersen, 1990) durchgeführt wurden. Demnach wird die Windgeschwindigkeit in 10 m über Grund in Lee einer 350 m breiten Häuserreihe in einem Abstand von ca. 100 m von den Gebäuden im Vergleich zum Fall ohne die Gebäude auf ca. 40 % reduziert (**Abb. 5.1**).

Mit zunehmender Betrachtungshöhe über Grund sowie mit zunehmender Entfernung von den Gebäuden nimmt der Einfluss der Bauwerke ab. Bei einem Abstand von ca. 450 m sinkt die Geschwindigkeitsreduktion auf weniger als 10 % ab (**Abb. 5.1**). Zu Details siehe z. B. auch VDI 3783 Blatt 10 (2010).

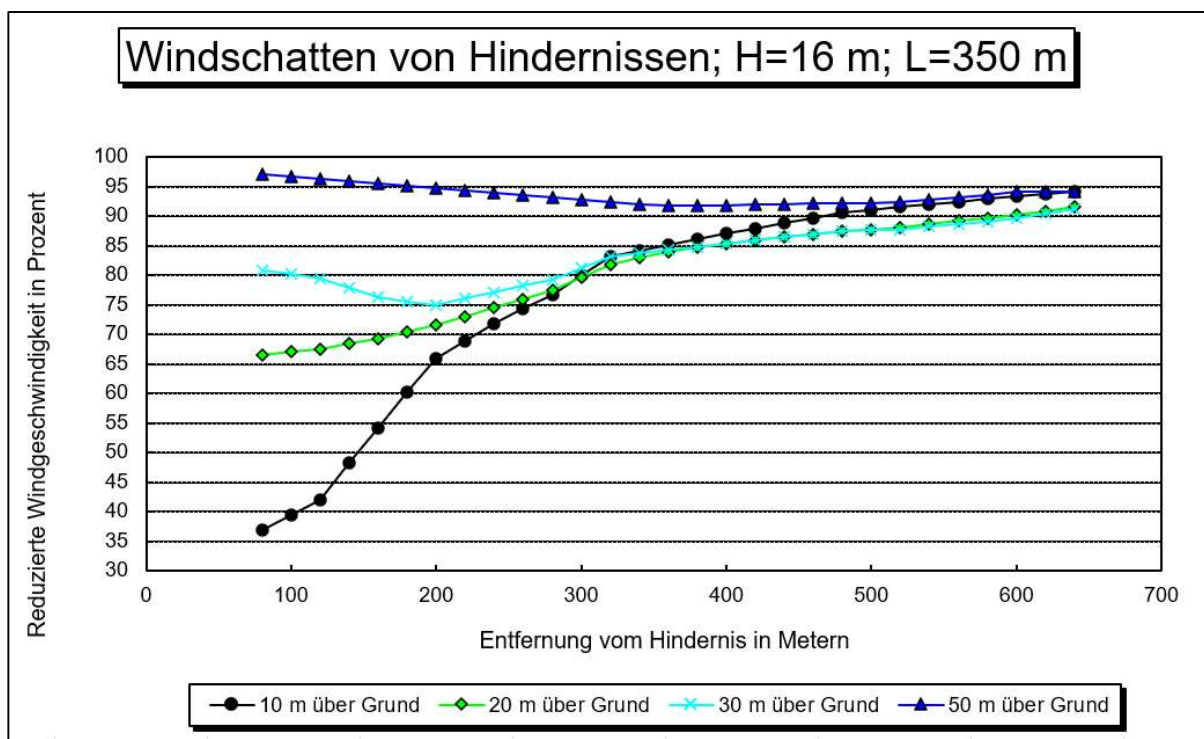


Abb. 5.1: Reduktion der Windgeschwindigkeit nach Überströmen einer kompakten Bebauung mit einer Längsseite von 350 m nach (Troen und Petersen, 1990)

Für die konservative Annahme, dass das Industriegebiet kompakt mit einer 16 m hohen Bebauung bebaut wird, kann demnach ein Einfluss der entstehenden Industriebebauung auf die Windgeschwindigkeit bis in Entfernungen von ca. 450 m auftreten. In nördliche Richtung ist die Wohnbebauung mehr als 600 m entfernt. Deshalb ergibt sich nördlich der Bahnlinie keine Betroffenheit bzgl. möglicher Windgeschwindigkeitsreduzierungen.

In östliche Richtung befinden sich in dieser Entfernung die nächstgelegenen Wohnnutzungen an der Waldstraße, die Lachstedter Straße und der Straße des Friedens. Diese Bereiche sind bei Winden aus westlichen Richtungen von einer Windgeschwindigkeitsreduktion und damit von einer Verschlechterung der Durchlüftungsverhältnisse betroffen.

Bei Windrichtungen parallel zum Saaletal (= Nebenwindrichtung) ist an der genannten Bebauung keine Windgeschwindigkeitsreduktion zu erwarten, und zwar ebenso nicht wie bei Winden aus östlichen Richtungen. Im Jahresmittel sind demnach die zu erwartenden Windgeschwindigkeitsreduktionen geringer.

Der im B-Plan geplante Wohnbereich soll mit Wohngebäuden mit maximalen Höhen von 8 m über Grund bebaut werden. Zudem ist keine kompakte Bebauung geplant, so dass die Auswirkungen dieses Teils der Planung vergleichsweise von untergeordneter Bedeutung ist.

5.3 Einfluss auf lufthygienische Belastung

Es ist noch nicht bekannt, welcher Art die industriellen Neuansiedlungen sein werden. Aus diesem Grund kann die Bewertung möglicher Auswirkungen nur sehr allgemein gehalten werden.

Durch die Umsetzung der Planung werden die Emissionen von Luftschadstoffen ansteigen. Zum einen durch einen Anstieg des Verkehrsaufkommens beispielsweise auf den geplanten Zufahrtsstraßen (z. B. NO_x und Staub), zum anderen aus den neu entstehenden Produktions- oder Verbrennungsprozessen (je nach Industriezweig z. B. Staub, CO₂, NO_x, Gerüche, SO₂, NH₃ etc.).

Erhöhte Emissionen führen auch zu erhöhten Immissionen, je nach Bedingungen an der Quelle (Quellhöhe, Quellgeometrie, Abgastemperatur und -geschwindigkeit) eher im Nahbereich oder in größerer Entfernung. Anhand der vorherrschenden Hauptwindrichtungen (vgl. Abschnitt 3.6) werden die größten Immissionserhöhungen östlich und nordöstlich des Industriegebietes erwartet. In Hauptwindrichtung beträgt die Entfernung zur bestehenden Wohn-

nutzung in Großheringen nur ca. 80 m. Die nächstliegenden Wohnhäuser bei Nebenwindrichtung Ost sind erst diejenigen der westlich liegenden Gemeinde Bad Sulza (Entfernung zum B-Plan größer als 1 000 m). Bei Ostwinden besteht demnach keine relevante Veränderung der lufthygienischen Verhältnisse in Bereichen mit Wohnbebauung.

Das Einmischen von Luftschadstoffemissionen in austauscharme Luftmassen bei Kaltlufteignissen kann nicht ausgeschlossen werden. Von dadurch erhöhten Immissionen wären die bestehenden Siedlungsbereiche östlich des geplanten Industriegebietes sehr stark betroffen.

Aus diesem Grund wird empfohlen, in dem geplanten Industriegebiet auf bodennahe diffuse Quellen so weit wie möglich zu verzichten.

Es liegen keine Hinweise vor, dass momentan für die relevanten Luftschadstoffe (vgl. Abschnitt 3.5) die Belastung in der Umgebung der Planung an der sensitiven Bebauung kritisch ist. Es ist von einer Unterschreitung der gültigen Grenzwerte auszugehen. Bei konservativer Betrachtungsweise beträgt diese Unterschreitung ca. 50 %, tatsächlich ist es mehr.

Zur Geruchsbelastung liegen keine flächendeckenden Daten vor. Die dem Industriegebiet benachbarten Siedlungsbereiche östlich des Industriegebietes sind jedoch mehrere Kilometer von relevanten Geruchsquellen entfernt. Es ist nicht auszuschließen, dass es in Bezug auf Geruch Vorbelastung gibt, aber es ist davon auszugehen, dass die Immissionswerte der TA Luft (2021) dort im Istzustand deutlich unterschritten werden. Dies gilt auch unter Berücksichtigung der Hauptwindrichtung West und Nebenrichtung Ost. Die umliegenden Tierhaltungsanlagen befinden sich überwiegend in größerer Entfernung im Norden oder im Süden des Plangebietes. Da diese Windrichtungen relativ selten auftreten, ist davon auszugehen, dass diese Anlagen östlich des Industriegebietes in der dortigen Wohnbebauung auch nur selten geruchlich nachgewiesen werden können.

Durch eine fachgerechte Auswahl und Positionierung der neuen Betriebe ist darauf zu achten, dass die zu erwartenden Immissionserhöhungen nicht zu erheblichen Nachteilen oder erheblichen Belästigungen im Sinne des BImSchG, d. h. nicht zu Grenzwertüberschreitungen führt. Des Weiteren ist zu beachten, dass die Geruchs-Immissionswerte der TA Luft (2021) eingehalten werden.

Mit dem so genannten Abstandserlass (Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 2007) liegt ein nützliches Instrument für raumbedeutsame Planungen und Maßnahmen in Bauleitplanverfahren vor. Der Abstandserlass enthält eine

Abstandsliste nach Anlagenarten und Abstandsklassen und basiert auf einschlägigen Verwaltungsvorschriften des Bundes (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft, Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm).

In Anlehnung an den Abstandserlass wird dem Planungsträger empfohlen, die Anlagenarten der Abstandsliste (oder eine an den Standort angepasste Liste) zum Bestandteil der Festsetzung im Bebauungsplan zu machen. Damit kann die Ansiedlung von Anlagen unterbunden werden, deren Emissionen (bei bestimmungsgemäßen Betrieb) geeignet sind, die Gewährleistung ausreichender (vorhandener) Abstände zu den Schutzgebieten zu gefährden. Sofern die Abstände für bestimmte Anlagenarten im Plangebiet nur teilweise eingehalten werden können, wird empfohlen, mögliche Emissionsquellen eher im westlichen Teil des Industriegebietes unterzubringen, da dann der Abstand der Emissionsquellen zu den relevanten nahegelegenen Immissionsorten am größten ist.

Ausnahmemöglichkeiten für Anlagenarten des nächst größeren Abstandes der Abstandsliste können z. B. durch technische Maßnahmen, Betriebsbeschränkungen, erhöhte Anforderungen an die Ableitbedingungen o. ä. gewährt werden, mit der Voraussetzung eines Nachweises, dass die Immissionswerte eingehalten werden.

Wir schlagen als Abstandsklasse 100 m vor, damit sind die Abstände der bestehenden Wohnnutzung nahezu vollständig abgedeckt. Generell empfiehlt es sich in Bezug auf die vorherrschende Hauptwindrichtung und die Lage der bestehenden Wohnnutzungen, die emissionsstärksten Anlagen bzw. Quellen im westlichen Bereich der B-Plans anzusiedeln.

Die Entfernung zu den beiden umliegenden FFH-Gebieten „Saale-Ilm-Platten bei Bad Kösen“ und „Saalehänge bei Tultewitz südlich von Bad Kösen“ ist mit ca. 1 000 m bis 2 400 m relativ hoch. Beeinflussungen sind bei diesen Entfernungen aber nicht von vornherein auszuschließen. Es wird empfohlen, die Verträglichkeit der Emissionen mit den LRT des FFH-Gebietes zu überprüfen.

Gleiches gilt für die im Umfeld vorhandenen geschützten Biotop, die einen minimalen Abstand von 350 m auf das Industriegebiet aufweisen. Hier ist zunächst zu klären, welche der dargestellten geschützten Biotop stickstoff- und säureempfindlich ist und welche Beurteilungswerte als Abschneidekriterium heranzuziehen sind. Dazu gibt es für Thüringen zurzeit noch keine gesetzlich gesicherten Vorgaben. Andere Bundesländer übernehmen das Abschneidekriterium für LRT in FFH-Gebieten.

Die abschließende Bewertung der vorliegenden Ergebnisse obliegt der genehmigenden Behörde.

6 LITERATUR

39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchst-mengen - 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I, Nr. 40, S. 1065), zuletzt geän-dert durch Artikel 112 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I Nr. 29, S. 1328), in Kraft getreten am 27. Juni 2020.
- BfN (2022): Schutzgebiet: Fauna-Flora-Habitat-Gebiete, WMS-Layer <https://geodienste.bfn.de/ogc/wms/schutzgebiet?>, "Datenlizenz Deutschland Namens-nennung 2.0", "url": "https://www.govdata.de/dl-de/by-2-0", Abruf 06.04.2022. Hrsg.: Bundesamt für Naturschutz (BfN), Bonn
- BImSchG (2013): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverun-reinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz–BImSchG) vom 17. Mai 2013 (BGBl. I, Nr. 25, S. 1274), zu-letzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 24. September 2021 (BGBl. I Nr. 69, S. 4458), in Kraft getreten am 01. Oktober 2021.
- BNatSchG (2009): Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzge-setz – BNatSchG) vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3908).
- Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2022): http://sg.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open.pdf, bkg-Dienstleistungszentrum, Leipzig.
- DWD (2022): Wetter und Klima - Deutscher Wetterdienst - Leistungen - Windkarten zur mitt-leren Windgeschwindigkeit (dwd.de).
- LAI (2008): Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen (Geruchsimmissions-Richtlinie GIRL) in der Fassung vom 29. Februar 2008 und einer Ergänzung vom 10. September 2008 mit Begründung und Auslegungshinweisen in der Fassung vom 29. Februar 2008 (zweite ergänzte und aktualisierte Fassung). Hrsg.: Ministerium für Um-welt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf.
- LEG Thüringen (2022): Ausschnitt aus dem Entwurf des Flächennutzungsplans der Gemein-de Großheringen. Stand: 07.03.2022. E-Mail von Frau Grünenwald vom 07.03.2022.
- MetCon (2022): Synthetische Windfelder für das Untersuchungsgebiet. E-Mail von Fr. Anke vom 07.04.2022 an Fr. Moldenhauer.
- MetSoft (2006): GlobDEM50 V2.0, Deutschland, Digitale Höhendaten. Hrsg.: metSoft GbR, Heilbronn.
- MUNLV-NRW (2007): Immissionsschutz in der Bauleitplanung. Abstände zwischen Industrie-bzw. Gewerbegebieten und Wohngebieten im Rahmen der Bauleitplanung und sons-tige für den Immissionsschutz bedeutsame Abstände (Abstandserlass). Hrsg.: Ministe-rium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, Oktober 2007.
- OVG Sachsen-Anhalt (2018): Urteil 2 L 11/16 vom 08.06.2018. Immissionsschutzrechtliche Genehmigung für die wesentliche Änderung einer Hähnchenmastanlage.
- OVG Berlin-Brandenburg (2019): Urteil OVG11 B 24.16 vom 04.09.2019. Errichtung und Inbetriebnahme einer Masthähnchenanlage.

Regionalplan Mittelthüringen (2011):

http://www.regionalplanung.thueringen.de/imperia/md/content/rpg/mitte/rpm-2011/rpm-inet-2-3_rnk1w.pdf

Abgerufen am 04.04.2019

Regionales Klimainformationssystem ReKIS (2022): Klimainformationen zu Mitteleuropa. <https://www.klima.sachsen.de/rekis-regionales-klimainformationssystem-sachsen-sachsen-anhalt-und-thueringen-12461.html>

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

Schriftenreihe Raumordnung (1979): Regionale Luftaustauschprozesse und ihre Bedeutung für die räumliche Planung. Schriftenreihe „Raumordnung“ des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau. Nr 06.032.

Stähle, T. (2020): Biotopschutzrecht in Verfahren gegen Tierhaltungsanlagen. Ende der „Pauschal-Urteile“ zur Stickstoff-Belastung. Bauen im Außenbereich AKP 2/2020.

TA Luft (2021): Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 18. August 2021 (GMBi. Nr. 48 bis 54, S. 1050), in Kraft getreten am 01.12.2021.

TLUBN (2022): Kartendienst des TLUBN, Offlandbiotopkartierung (OBK), Internetlink: <https://antares.thueringen.de/cadenza/pages/map/command/index.xhtml?jsessionId=B0FAE668A73929910E34105EA0CC4AA7?mapId=6bd729f1-6810-4f4d-b6d6-06d0a0edbf31&mapSrs=EPSG%3A25832&mapExtent=679638.6484583158%2C5660277.121129972%2C691809.8681218908%2C5666066.05748246>, Download 05.04.2022. Hrsg.: Freistaat Thüringen, Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN), Jena.

VDI 3783 Blatt 10 (2010): Umweltmeteorologie - Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle - Gebäude- und Hindernisumströmung. Richtlinie VDI 3783 Blatt 10. VDI-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1b. Düsseldorf, Verein Deutscher Ingenieure, März 2010.

VDI 3787, Blatt 1 (1997): Umweltmeteorologie. Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN, Düsseldorf, Dezember 1997.

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

Verwaltungsgericht Münster, 2. Kammer (2018): Urteil Az: 2 K 2307/16 vom 12.04.2018. Errichtung mehrerer Schweineställe sowie zweier Güllehochsilos. ECLI: E-CLI:DE:VGMS:2018:0412.2K2307.16.00.

A N H A N G

A1 BESCHREIBUNG DES KALTLUFTABFLUSSMODELLS KALM

A1.1 Allgemeines

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

- i) wolkenarme Nächte: durch die aufgrund fehlender Wolken reduzierte Gegenstrahlung der Atmosphäre kann die Erdoberfläche kräftig auskühlen
- ii) großräumig windschwache Situation: dadurch kann sich die Tendenz der Kaltluft, an geneigten Flächen abzufließen, gegenüber dem Umgebungswind durchsetzen.

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

Unter Umweltgesichtspunkten hat Kaltluft 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 als auch für Fragen des anlagenbezogenen Immissionsschutzes 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.

A1.2 Modellbeschreibung

Das Modell verwendet die sogenannten Flachwassergleichungen, eine vereinfachte (vertikal integrierte) Form der Grundgleichungen der Strömungsmechanik. Die Bezeichnung "Flachwassergleichungen" hat sich eingebürgert, denn die Gleichungen eignen sich 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, d. h. Topografie und Landnutzung müssen an den einzelnen Gitterpunkten digitalisiert vorliegen; es wird ein versetztes Gitter verwendet. Um großskalige Einflüsse (z. B. Flusstäler) bei gleichzeitiger hoher Auflösung im interessierenden Gebiet zu berücksichtigen, kann das Modell auf einem geschachtelten Gitter ("Nesting") betrieben werden.

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