



Lohmeyer

GERUCHSIMMISSIONSPROGNOSE

FÜR DIE ERWEITERUNG UND VERLAGERUNG DER PFERDEHALTUNG LUDÄSCHER IN RÜMMINGEN AKTUALISIERUNG TA LUFT (2021)

Auftraggeber:

Reiterhof Ludäscher
Familie Ludäscher
Wittlinger Straße 9
79595 Rümmingen

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH
Niederlassung Karlsruhe

Dr. rer. nat. M. Hummel

Dipl.-Geoökol. H. Lauerbach

Oktober 2023, ersetzt die Version F1 von August 2023
Projekt 20890-23-04
Berichtsumfang 51 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

1	AUFGABENSTELLUNG	3
2	VORGEHENSWEISE	4
3	BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN	5
4	EINGANGSDATEN	8
4.1	Örtliche Verhältnisse	8
4.1.1	Lage des Untersuchungsgebiets	8
4.1.2	Relief der Umgebung	9
4.1.3	Nutzungsstruktur in der Umgebung	10
4.1.4	Erkenntnisse aus dem Ortstermin	11
4.2	Meteorologische Daten	12
4.2.1	Räumliche Repräsentanz	13
4.2.2	Zeitliche Repräsentanz	15
4.2.3	Thermische Windsysteme	16
4.3	Anlagenbeschreibung	20
4.3.1	Allgemein	20
4.3.2	Emissionsrelevante Eingangsdaten	22
5	QUELLEN UND EMISSIONEN	23
5.1	Kategorisierung nach Quellgeometrie	23
5.2	Abgasfahnenüberhöhung	25
5.3	Quantifizierung der Emissionen für Geruch	25
5.4	Zeitliche Charakteristik	26
5.5	Zusammenfassende Darstellung der Emissionen	26
6	AUSBREITUNGSMODELLIERUNG	28
6.1	Rechengebiet	28
6.1.1	Ausdehnung und räumliche Auflösung	28
6.1.2	Bodenrauigkeit des Geländes	28
6.2	Komplexes Gelände – Auswirkungen auf die Windfeldmodellierung	29

6.2.1 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten	29
6.2.2 Berücksichtigung von Bebauung	31
6.2.3 Mindestanforderungen an ein Windfeldmodell	31
6.3 Rechenparameter	31
6.3.1 Anemometerposition und Anemometerhöhe	31
6.3.2 Statistische Sicherheit	32
7 ERGEBNISSE	33
8 LITERATUR	37
A1 MATERIALIEN UND UNTERLAGEN.....	40
A2 EINGANGS- UND LOG-DATEIEN DES RECHENLAUFS.....	41
A3 BESCHREIBUNG DES MODELLS LASAT	46
A4 BESCHREIBUNG DES KALTLUFTABFLUSSMODELLS KALM	48

Hinweise:

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

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

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

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

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

Geruchsstoff

Substanz, die den menschlichen Geruchssinn so stimuliert, dass bei entsprechender Konzentration ein Geruch wahrgenommen wird.

Geruchseinheit

Die Geruchseinheit (GE) ist die Maßeinheit für Geruch. Eine Geruchseinheit befindet sich in einem Kubikmeter geruchsbeladener Luft, wenn eine Probe aus diesem Luftvolumen bei 50 % der Bevölkerung zu einer Geruchswahrnehmung und bei den anderen 50 % zu keiner Geruchswahrnehmung führt.

Emittent

Im Sinne des Anhangs 7 der TA Luft (2021) setzt ein Emittent anlagenspezifische Gerüche frei, die ihrer Herkunft nach erkennbar und gegenüber Gerüchen aus dem Kraftfahrzeugverkehr, dem Hausbrandbereich, der Vegetation, landwirtschaftlichen Düngemaßnahmen oder ähnlichem abgrenzbar sind.

Emission

Als Emission bezeichnet man die von einer Anlage oder einem anderen Emittenten pro Zeiteinheit ausgehende Geruchsstoffmenge. Maßeinheit der Geruchsstoffemission ist z. B. Geruchseinheiten pro Sekunde, abgekürzt GE/s.

Spezifische Emission oder Emissionsfaktor

Als spezifische Emission oder Emissionsfaktor bezeichnet man die auf eine Bezugsgröße und eine Zeiteinheit bezogene Emission. So ist z. B. GE/(m² s) die verwendete Maßeinheit eines Emissionsfaktors für geruchemittierende Lageroberflächen.

Immission

Die in die Atmosphäre abgegebene Geruchsstoffemission wird vom Wind verfrachtet und führt im Umfeld zu Geruchsstoffkonzentrationen, den sogenannten Immissionen. Die Maßeinheit der Immission am Untersuchungspunkt ist Geruchseinheiten pro m³ Luft, abgekürzt GE/m³.

Schwellenwertprinzip

Im Gegensatz zu Luftschadstoffen (z. B. Staub) wird bei Gerüchen ein Schwellenwertprinzip angewendet. Das heißt, es ist zu bestimmen, wie oft (als Zeitanteil) eine definierte Geruchsschwelle (z. B. 1 GE/m³) überschritten wird. Aufgrund dieses Schwellenwertprinzips liegt ein

nichtlinearer Zusammenhang zwischen Geruchsemission und Häufigkeit der Geruchsstunden vor.

Geruchsstunde

Eine Geruchsstunde liegt nach Anhang 7 der TA Luft (2021) vor, wenn es in mindestens 6 Minuten einer Stunde zu Geruchswahrnehmungen kommt.

Beurteilungswerte für Immissionen

Die Beurteilung der Immissionen an den Beurteilungspunkten erfolgt auf Basis des Anhangs 7 der TA Luft (2021). Dieser definiert je nach Art der Nutzung der Anlagenumgebung die Erheblichkeit der Geruchsimmissionen mit Hilfe der Häufigkeit der Geruchsstunden in Prozent der Jahresstunden. Dies erfolgt im Allgemeinen unabhängig von der Art des Geruchs.

Zusatzbelastung / Gesamtzusatzbelastung / Vorbelastung / Gesamtbelastung

Die Zusatzbelastung ist die-jenige Immission, die ausschließlich durch das betrachtete Vorhaben hervorgerufen wird. Als Gesamtzusatzbelastung wird der Immissionsbeitrag durch die betrachtete Anlage als Gesamtes bezeichnet. Als Vorbelastung werden die Immissionen bezeichnet, die bereits ohne die Emissionen des betrachteten Vorhabens an den Untersuchungspunkten vorliegen. Die Gesamtbelastung ist die Überlagerung aus Vorbelastung und Zusatzbelastung.

1 AUFGABENSTELLUNG

Die Familie Ludäscher betreibt innerhalb des Ortes Rümmingen einen Reiterhof mit derzeit ca. 55 Pferden. Aktuelle Planungen sehen vor, den Betrieb in ein „Sondergebiet Reiterhof“ im derzeit angrenzenden, westlichen Außenbereich zu verlagern und den Tierbestand auf bis zu 69 Großpferde zu erweitern.

Im Rahmen der Aufstellung des projektbezogenen Bebauungsplans „Mattental“ mit dem Sondergebiet Reiterhof wurde im Januar 2019 eine Immissionsprognose für Geruch erstellt. Aufgrund von Änderungen am Bebauungsplan im laufenden Verfahren ist für die erneute Auslegung eine Aktualisierung der Immissionsprognose für Geruch gemäß den Vorgaben der TA Luft (2021) durchzuführen.

Die Lohmeyer GmbH, Karlsruhe, wurde am 08.05.2023 beauftragt, im Rahmen der Änderung des Bebauungsplans ein gemäß den Vorgaben der TA Luft (2021) aktualisiertes Fachgutachten für die durch den Reiterhof Ludäscher im Planzustand zu erwartenden Emissionen und Immissionen zu erarbeiten.

2 VORGEHENSWEISE

Es wurde im Jahr 2017 ein Ortstermin zur Erfassung der örtlichen Gegebenheiten durchgeführt. Dabei wurde der Reiterhof Ludäscher mit den derzeitigen betrieblichen Randbedingungen besichtigt und es wurden Daten zum geplanten Betrieb erhoben. Die maßgebenden Beurteilungspunkte für die Immissionen wurden in Augenschein genommen.

Mittels Emissionsprognose wurden die zu erwartenden Emissionen an Geruch durch den Betrieb des Reiterhofs Ludäscher im Planzustand aus veröffentlichten Mess- bzw. Konventionenwerten bestimmt.

Aufgrund des Geländereliefs in der Umgebung des Standortes und der räumlichen Lage der Quellen und der Immissionsorte war eine Berücksichtigung von Kaltluftabflüssen in der Immissionsprognose notwendig. Dazu wurden die Kaltluftströme mittels des Kaltluftabflussmodells KALM (Schädler, Lohmeyer, 1994) berechnet. Anhand der Ergebnisse erfolgte eine Berücksichtigung der Kaltluft in der Immissionsprognose.

Es erfolgte eine Immissionsprognose für die Gesamtzusatzbelastung an Geruch durch den Reiterhof Ludäscher im Planzustand mittels des Ausbreitungsmodells LASAT im AUSTAL-Modus unter Berücksichtigung der Standortbedingungen (Windverteilung, Topographie, Gebäude und Kaltluft). Hierzu wurden geeignete Winddaten für den Standort recherchiert. Bei der Ausbreitungsrechnung wurde die Topografie anhand der Vorgaben des Anhangs 2 der TA Luft (2021) berücksichtigt. Da keine weiteren relevanten Geruchsquellen im Umfeld vorhanden sind, stellt die Gesamtzusatzbelastung an Geruch durch den Reiterhof Ludäscher die Gesamtbelastung dar.

Die Bewertung der berechneten Geruchsmissionen erfolgte nach Anhang 7 der TA Luft (2021).

3 BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN

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. 3.1** 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. 3.1: Immissionswerte für verschiedene Gebietskategorien, * der Immissionswert für Dorfgebiete gilt nur für von Tierhaltungsanlagen verursachte Geruchsmissionen

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.

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.

Im Falle der Beurteilung von Geruchsimmissionen, verursacht durch Tierhaltungsanlagen, ist eine belästigungsrelevante Kenngröße der Gesamtbelastung zu berechnen und diese anschließend mit den Immissionswerten nach **Tab. 3.1** zu vergleichen. Für die Berechnung der belästigungsrelevanten Kenngröße wird gemäß Anhang 7, Nr. 4.6 der TA Luft (2021) die Gesamtbelastung mit dem tierartspezifischen Gewichtungsfaktor nach **Tab. 3.2** multipliziert.

Tierart	Gewichtungsfaktor
Mastgeflügel (Puten, Masthähnchen)	1.5
Mastschweine (bis zu einer Tierplatzzahl von 500 in qualitätsgesicherten Haltungsverfahren mit Auslauf und Einstreu, die nachweislich dem Tierwohl dienen)	0.65
Mastschweine, Sauen (bis zu einer Tierplatzzahl von 5 000 Mastschweinen bzw. unter Berücksichtigung der jeweiligen Umrechnungsfaktoren für eine entsprechende Anzahl Zuchtsauen)	0.75
Milchkühe mit Jungtieren, Mastbullen (einschl. Kälbermast, sofern diese zur Geruchsbelastung nur unwesentlich beiträgt), Pferde*, Milch-/Mutterschafe (bis zu einer Tierplatzzahl** von 1 000 und Heu/Stroh als Einstreu) und Milchziegen (bis zu einer Tierplatzzahl** von 750 und Heu/Stroh als Einstreu)	0.5
Sonstige Tierarten	1.0

Tab. 3.2: Tierartspezifische Gewichtungsfaktoren in Abhängigkeit von der Tierart, * Ein Mistlager für Pferde ist ggf. gesondert zu berücksichtigen; ** Jungtiere bleiben bei der Bestimmung der Tierplatzzahl unberücksichtigt

4 EINGANGSDATEN

4.1 Örtliche Verhältnisse

Nachfolgend werden der Anlagenstandort und seine Umgebung bezüglich des Reliefs und der Landnutzungsverhältnisse charakterisiert. Die Abstände zu den nächstgelegenen betroffenen Beurteilungspunkten werden beschrieben.

4.1.1 Lage des Untersuchungsgebiets

Der geplante Standort des Reiterhofs Ludäscher befindet sich direkt angrenzend an den nordwestlichen Ortsrand von Rümmingen im Außenbereich. Rümmingen ist eine Gemeinde im Landkreis Lörrach im äußersten Südwesten Baden-Württembergs. Der Ort Rümmingen liegt etwa 4 km nordwestlich des Ortskerns von Lörrach und etwa 9 km nordnordöstlich der Innenstadt von Basel (Schweiz).

In **Abb. 4.1** ist zur Übersicht ein Ausschnitt aus der topografischen Karte dargestellt, der geplante Standort des Reiterhofs ist rot markiert.

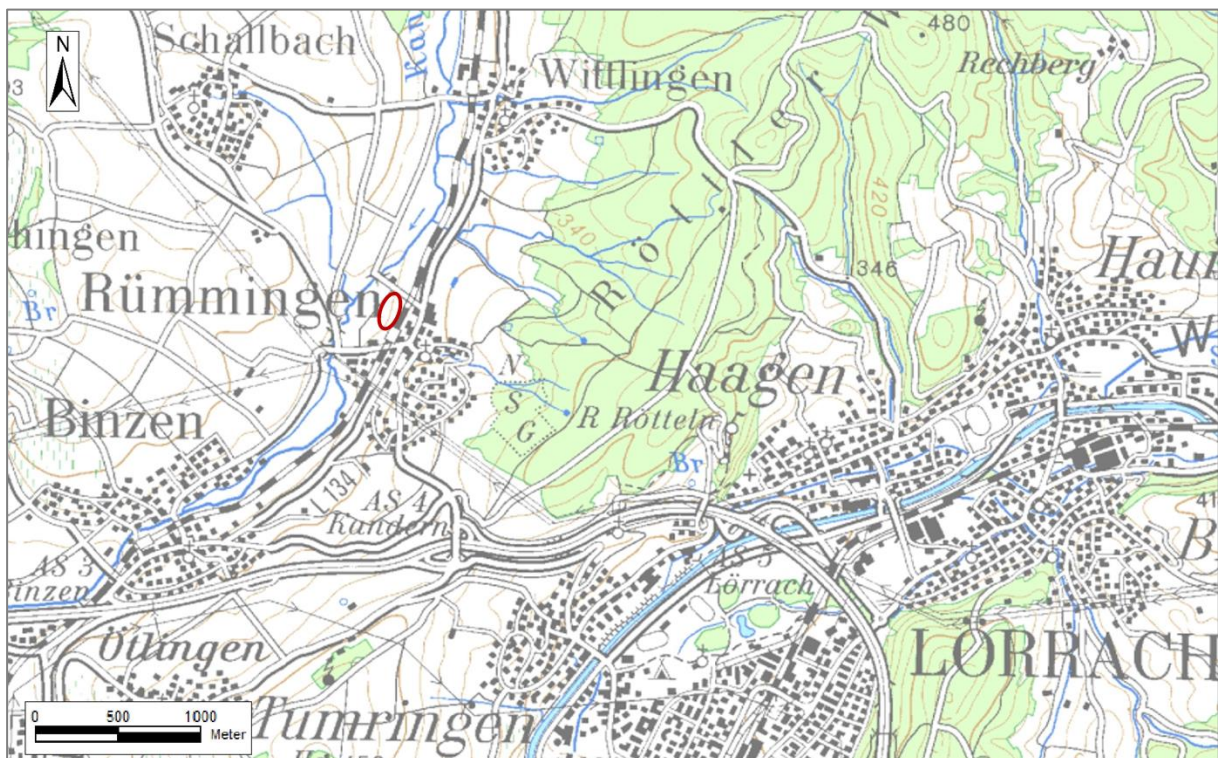


Abb. 4.1: Topografische Karte für den geplanten Standort (rotes Oval) und seine Umgebung. Grundlage: Daten aus dem Umweltinformationssystem (UIS) der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)

4.1.2 Relief der Umgebung

Das Untersuchungsgebiet ist im Naturraum des Markgräfler Hügellands in der östlichen Vorbergzone zum Schwarzwald gelegen. Der Standort befindet sich in einer Höhenlage von ca. 280 m über NHN im unteren Bereich des von Nord nach Südwest abfallenden Tals der Kander. Das Relief im Umkreis des Standorts ist nach Osten und Westen hin durch die dem Tal angrenzenden Erhebungen geprägt. **Abb. 4.2** zeigt das Relief in der Umgebung des geplanten Standorts des Reiterhofs.

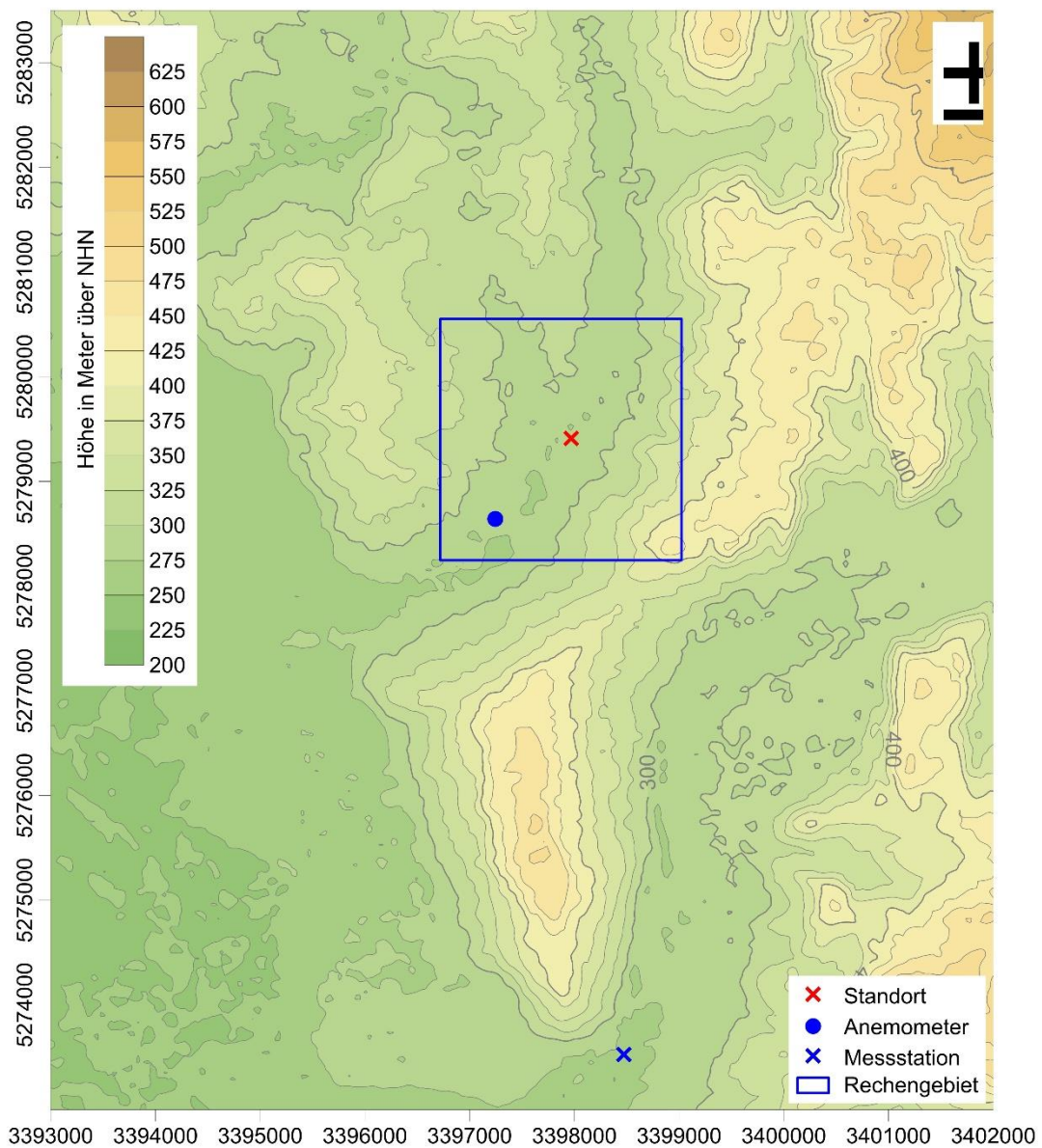


Abb. 4.2: Relief in der Umgebung des Standorts. Datengrundlage: ASTER GDEM – Produkt von METI und NASA (ASTER GDEM is a product of METI and NASA, PI Name: U.S./Japan ASTER Science Team, DOI: 10.5067/ASTER/ASTGTM.002)

Der geplante Standort ist mit einem roten Kreuz eingetragen. Das gewählte Rechengebiet und die Anemometerposition (d.h. der Referenzpunkt für das diagnostische Windfeldmodell) für die Ausbreitungsrechnung sowie die Messstation Lange Erlen in Basel sind in blau eingezeichnet (vgl. Abschnitt 4.2 und Kap. 6).

4.1.3 Nutzungsstruktur in der Umgebung

Gemäß den Vorgaben der TA Luft (2021) sind in einem immissionsschutzrechtlichen Gutachten die Einwirkungen von Luftschadstoffen bzw. Gerüchen auf verschiedene Schutzgüter zu untersuchen. Mögliche zu betrachtende Schutzgüter sind „Mensch“, Boden, Gewässer oder eine empfindliche Vegetation. Das Schutzgut „Mensch“ wird durch Wohngebiete, Mischgebiete, Gewerbegebiete, Industriegebiete oder Bebauung im Außenbereich repräsentiert.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung sollen die Geruchsimmissionen durch den Reiterhof im Planzustand an der nächstgelegenen Wohnbebauung (Schutzgut „Mensch“) untersucht werden. Nach TA Luft (2021) werden die Flächen betrachtet, auf denen sich Personen nicht nur vorübergehend aufhalten. Folglich befinden sich auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen in der direkten Umgebung nördlich, westlich und südlich des geplanten Standorts des Reiterhofs keine Beurteilungspunkte. Bei der Wohnbebauung direkt östlich und ca. 100 m südwestlich des geplanten Standorts handelt es sich um die nächstgelegenen, zu betrachtenden Beurteilungspunkte.

Abb. 4.3 zeigt den Ausschnitt des Flächennutzungsplans der Gemeinde Rümplingen für den geplanten Standort und seine weitere Umgebung.

Der Anlagenstandort ist rot markiert. Die braun eingefärbten Flächen (M) sind als gemischte Bauflächen eingestuft, die rosa Flächen (W) als Wohnbauflächen (rosa schraffiert: geplante Wohnbaufläche) und die grauen Flächen (G) als gewerbliche Bauflächen, die Kennzeichnung „GEe“ bezeichnet ein eingeschränktes Gewerbegebiet. Die helllila Farbe kennzeichnet Flächen für Bahnanlagen und die grünen Flächen kennzeichnen Grünflächen. Die pinken Flächen kennzeichnen Gemeinbedarfsflächen (pink schraffiert: geplante Gemeinbedarfsfläche) und bei der orange schraffierten Fläche (SO) handelt es sich um eine geplante Sonderbaufläche. Flächen ohne Kennzeichnung sind dem Außenbereich zugeordnet.

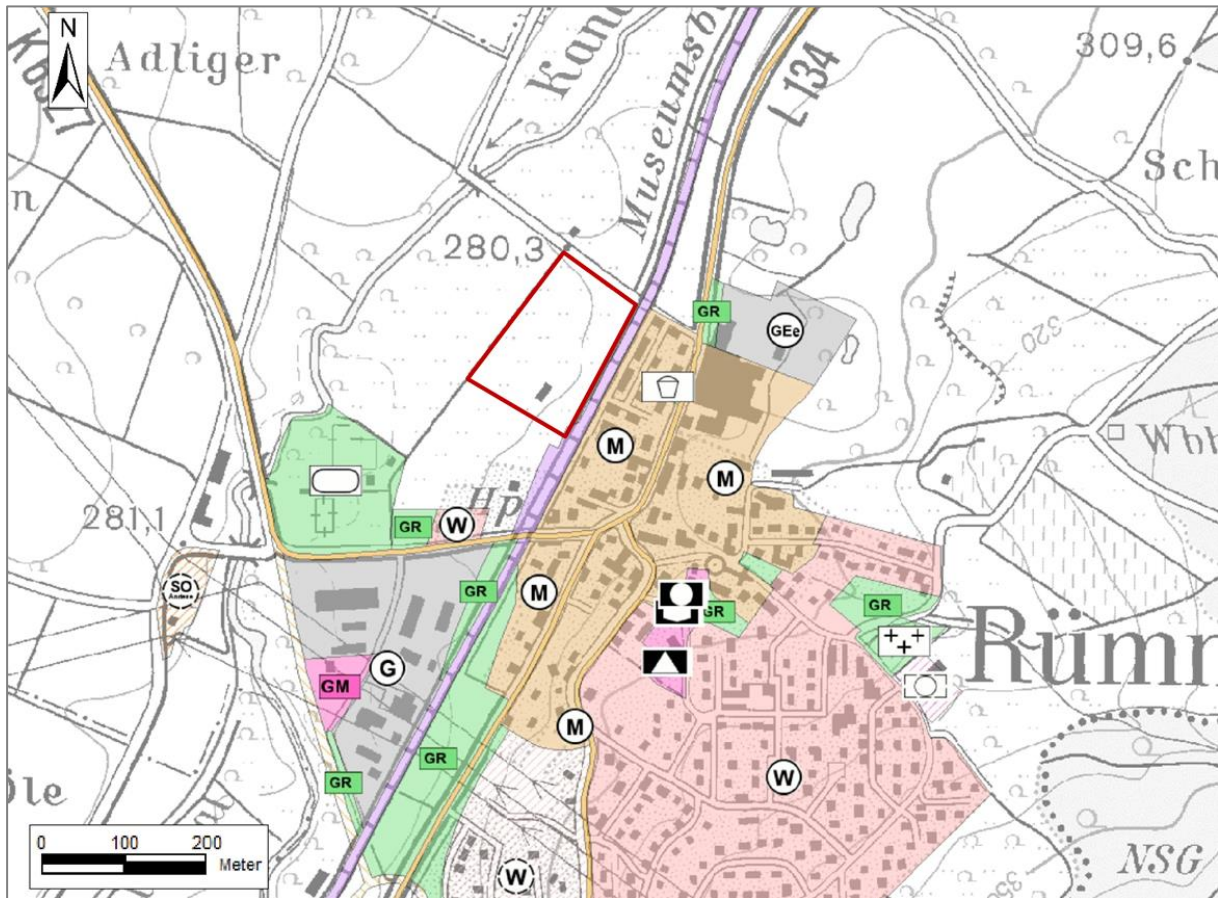


Abb. 4.3: Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan der Gemeinde Rümplingen, ergänzt um den geplanten Standort des Reiterhofs (roter Umriss) © Daten aus dem Geoportal Raumordnung Baden-Württemberg, Stand 28.06.2017, auf Aktualität überprüft am 14.06.2023

4.1.4 Erkenntnisse aus dem Ortstermin

Am 14.09.2017 wurde im Rahmen des Vorläuferprojektes (Lohmeyer, 2017) ein Ortstermin durchgeführt. Bei diesem erfolgte eine Besichtigung des Reiterhofs Ludäscher am derzeitigen Standort einschließlich der derzeitigen betrieblichen Randbedingungen. Weiterhin wurde der geplante Standort in Augenschein genommen und es wurden Daten zum geplanten Betrieb des Reiterhofs erhoben. Die maßgebenden Beurteilungspunkte für die Immissionen wurden ebenfalls in Augenschein genommen.

In **Abb. 4.4** ist der Standort für den geplanten Reiterhof und der Ortsrand von Rümplingen mit Blick aus nordwestlicher Richtung zu sehen.

Die Erhebung vor Ort und die Befragung des Auftraggebers und seines Planers ergab, dass keine weiteren, relevanten Geruchsemitenten im Umfeld des Anlagenstandorts vorhanden sind.



Abb. 4.4: Geplanter Standort des Reiterhofs und Ortsrand von Rümmingen, Blick aus nord-westlicher Richtung

4.2 Meteorologische Daten

Zur Durchführung einer Ausbreitungsrechnung benötigt man Angaben zu den meteorologischen Verhältnissen am Standort. Diese sind in einer für den Standort repräsentativen Ausbreitungsklassenstatistik bzw. Ausbreitungsklassenzeitreihe enthalten. Dabei handelt es sich um Angaben über die Häufigkeit bestimmter Ausbreitungsverhältnisse in den unteren Luftschichten, die durch Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der Atmosphäre definiert sind.

Die Windrichtungsverteilung an einem Standort wird primär durch die großräumige Druckverteilung geprägt. Die Strömung in der vom Boden unbeeinflussten Atmosphäre (ab ca. 1 500 m über Grund) hat daher in Mitteleuropa ein Maximum bei südwestlichen bis westlichen Richtungen. In Bodennähe, wo sich der Hauptteil der lokalen Ausbreitung von Schadstoffen abspielt, wird die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung jedoch durch

die topografischen Strukturen modifiziert. Außerdem kann es zur Ausbildung von lokalen, thermisch induzierten Windsystemen kommen (vgl. Abschnitt 4.2.3).

4.2.1 Räumliche Repräsentanz

Das Untersuchungsgebiet liegt im Tal der Kander, dessen Talachse von Nordosten bis Norden nach Südwesten verläuft, vgl. **Abb. 4.2**. Folglich sind dort eine Talorientierung der Windrichtungsverteilung und eine für ein Tal typische, mittlere Windgeschwindigkeit in der Größenordnung von ca. 2 m/s zu erwarten.

Es wurden Recherchen nach geeigneten Winddaten, d.h. sowohl nach Messdaten als auch nach synthetisch (d.h. durch Modellrechnungen) erstellten Daten durchgeführt. Die Recherche im Umwelt-Informations-System der LUBW (UIS) ergab, dass an drei Messstationen in der Umgebung des Untersuchungsgebiets meteorologische Messdaten vorliegen. Die Lage der Messstationen und die erfassten Windrichtungsverteilungen sowie das Untersuchungsgebiet (roter Kreis) sind in **Abb. 4.5** dargestellt.

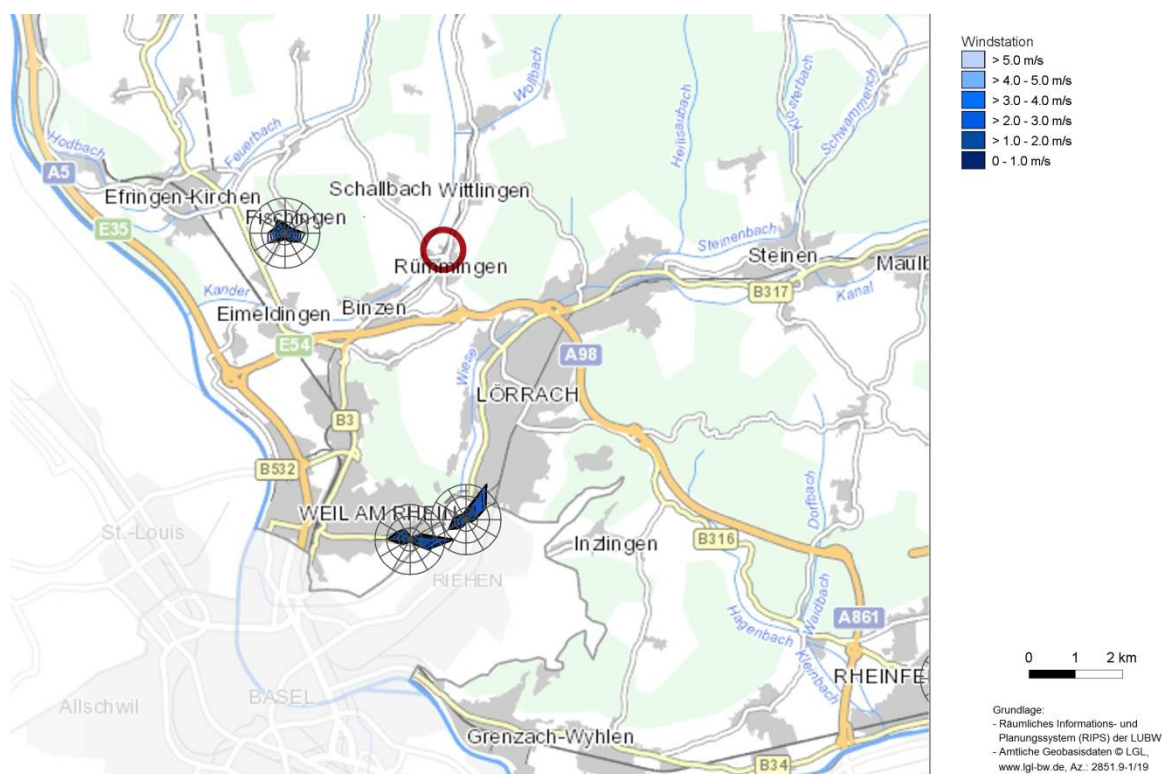


Abb. 4.5: Gemessene Winddaten in der Umgebung des Standorts (roter Kreis), Quelle: Daten aus dem UIS der LUBW

Die nächstgelegene Messung zum Standort erfolgte ca. 3 km westlich des Standorts in Fischingen durch die LUBW. Südlich des Standorts in ca. 6 km Entfernung befinden sich die Messstation Lange Erlen (Basel, Schweiz) und die städtische Messstation Weil am Rhein (Betreiber: LUBW). In den verschiedenen Windverteilungen spiegelt sich ein dominierender Einfluss des Geländes wider. Die südlichen Messungen zeigen jeweils eine deutliche Talkanalisation, die entsprechend der Lage der jeweiligen Messstation im Tal dreht. An der Station Fischingen ist die Windrose etwas weniger gerichtet, sie liegt im Hangbereich des Rheintals und ist von in dieses mündenden Seitentälern mit beeinflusst. Die mittleren gemessenen Windgeschwindigkeiten an den drei Stationen betragen 2.5 m/s (Fischingen), ca. 2 m/s (Lange Erlen) und 1.7 m/s (Weil am Rhein).

Es existieren noch drei weitere Messstationen der Meteomedia AG in Weil am Rhein bzw. an zwei Standorten in Lörrach, diese sind ebenfalls durch das lokale Gelände am jeweiligen Messstandort geprägt.

Die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden-Württemberg (LUBW) veröffentlicht auf ihrer Internetseite (<http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de>) für Baden-Württemberg Windstatistiken im 500 m-Raster. Die Firma metSoft GbR hat diese im Auftrag des Landes Baden-Württemberg mit einem mesoskaligen prognostischen Modell berechnet. **Abb. 4.6** zeigt diese synthetischen Ausbreitungsklassenzeitreihen für die Umgebung des Anlagenstandorts (rotes Viereck).

Die synthetischen Ausbreitungsklassenzeitreihen am geplanten Anlagenstandort weisen mit 2.6 m/s eine zu den Messungen ähnliche mittlere Windgeschwindigkeit auf. Die synthetisch berechneten Windrichtungsverteilungen in **Abb. 4.6** zeigen ein Hauptmaximum bei Winden aus Osten bis Ostsüdosten und ein sekundäres Maximum aus Norden bis Nordwesten. Insbesondere das Hauptmaximum der synthetischen Windverteilungen aus Osten bis Ostsüdosten gibt die Orientierung des Geländes bzw. den Talverlauf am Standort nicht wieder und entspricht damit nicht der erwarteten Richtungsverteilung. Dies ist in der Modellauflösung des zur Berechnung des synthetischen Windrosenbeets verwendeten mesoskaligen Windfeldmodells begründet. Das Kandertal weist am Standort ca. 1 km Breite auf und verjüngt sich nach Norden hin deutlich auf weniger als 500 m Breite. Bei einer horizontalen Modellauflösung von 500 m kann das die Windverhältnisse am Standort prägende Kandertal nicht ausreichend aufgelöst und damit auch nicht im berechneten Strömungsfeld und in der synthetischen Windrichtungsverteilung abgebildet werden. Folglich eignen sich die syntheti-

schen Windstatistiken nicht zur Beschreibung der Wind- und Ausbreitungsverhältnisse im Untersuchungsgebiet.

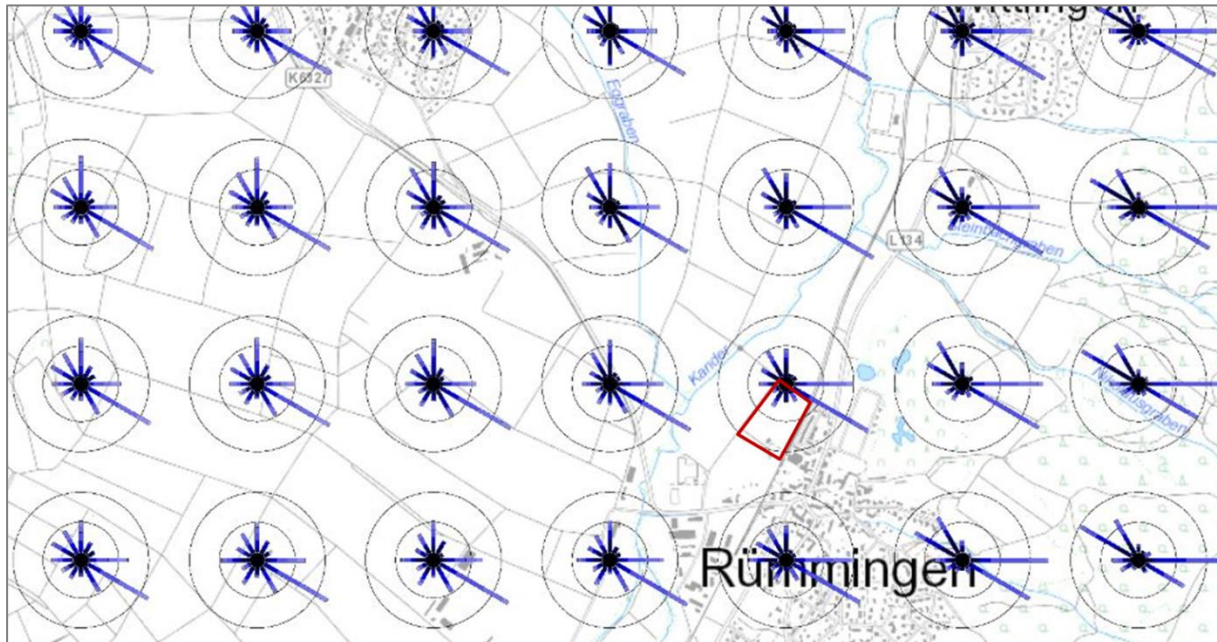


Abb. 4.6: Synthetische Ausbreitungsklassenzeitreihen in der Umgebung des geplanten Standorts des Reiterhofs, ergänzt um den Anlagenstandort (roter Umriss). Kartengrundlage: Daten aus dem UIS der LUBW

Aufgrund der Lage am südlichen Ausgang des Wiese-Tals weist die Windrichtungsverteilung der Station Lange Erlen ein Hauptmaximum bei Winden aus Nordnordost bis Nordost und ein sekundäres Maximum aus Südwest auf. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 1.9 m/s. Damit gibt die Messung an der Station Lange Erlen die am Untersuchungsstandort erwarteten Wind- und Ausbreitungsverhältnisse gut wieder und wird als am geeignetsten zur Übertragung ins Kandertal eingestuft. Die ins Untersuchungsgebiet übertragene Ausbreitungsklassenzeitreihe der Station Lange Erlen ist in **Abb. 4.7** dargestellt.

4.2.2 Zeitliche Repräsentanz

Die Ausbreitungsklassenzeitreihe (AKT) der Station Lange Erlen liegt für das Jahr 2009 vor. Für die Daten der Messstation des Deutschen Wetterdiensts in Freiburg wurden sowohl das zehnjährige Mittel der Windgeschwindigkeit und der Windrichtungsverteilung als auch die entsprechenden Daten des Jahres 2009 ausgewertet. Die jahresmittlere Windgeschwindigkeit für 2009 stimmt gut mit dem langjährigen Mittel überein, dies gilt auch für die Windrichtungsverteilungen. Damit können die meteorologischen Bedingungen im Jahr 2009 im Süd-

westen Baden-Württembergs, verglichen mit dem mehrjährigen Mittel, als zeitlich repräsentativ eingestuft werden.

4.2.3 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.

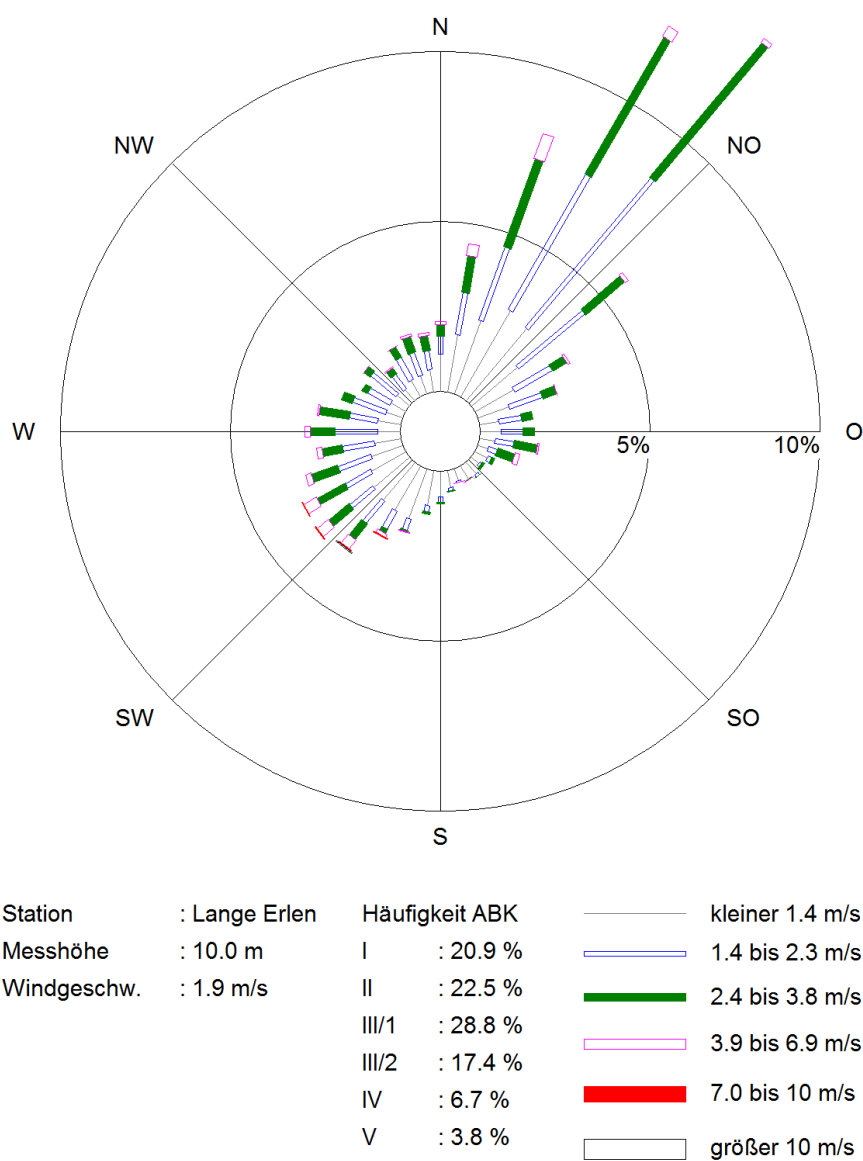


Abb. 4.7: Gemessene Windstatistik mit Ausbreitungsklassenverteilung (ABK) für die Station Lange Erlen im Jahr 2009

Der Untersuchungsstandort befindet sich in einem von Nordosten bis Norden nach Südwesten hin abfallenden Tal. Es sind dem Relief folgende Kaltluftabflüsse wahrscheinlich, bei nächtlicher Kaltluft sind Abflüsse in Richtung Südsüdwesten zu erwarten. Folglich ist aufgrund des Reliefs mit Kaltluftabflüssen zu rechnen, die vom geplanten Standort des Reiterhofs ausgehend die südlich gelegene Wohnbebauung erreichen.

Dies belegen die mit dem Kaltluftmodell KALM (Schädler, Lohmeyer, 1994) durchgeführten Kaltluftsimulationen. Eine Beschreibung des Kaltluftabflussmodells KALM befindet sich im Anhang A4. Die Ergebnisse liefern flächendeckend Kaltluftströmungsrichtungen, -geschwindigkeiten und Kaltluftmächtigkeiten für verschiedene Entwicklungsphasen.

Das Ergebnis für die Kaltluftfließgeschwindigkeit bei ausgeprägter Kaltluft ist in **Abb. 4.8** dargestellt. Die Strömung der Kaltluft verläuft am geplanten Standort des Reiterhofs von Norden nach Südsüdwesten. Die Strömungsgeschwindigkeiten der Kaltluft in der Umgebung des geplanten Reiterhofs sind mit ca. 1 m/s gering. Die Mächtigkeit der Kaltluftschichtdicke ist in **Abb. 4.9** dargestellt. Sie beträgt in der Umgebung des geplanten Reiterhofs bei voll ausgebildeter Kaltluft ca. 100 m. Die bodennahen Quellen des geplanten Reiterhofs liegen folglich bei ausgebildeter Kaltluft innerhalb der Kaltluftschicht. Damit belegen die Kaltluftmodellierungen, dass die Kaltluftabflüsse Geruchsstoffe (verursacht durch den geplanten Reiterhof) zur südlich gelegenen Wohnbebauung transportieren.

Im Untersuchungsgebiet ist aufgrund der Lage in der Talsohle von einer Häufigkeit der Situationen mit ausgeprägter Kaltluft von ca. 10 % der Jahresstunden auszugehen. Diese Kaltluftsituationen wurden bei der Immissionsprognose explizit durch Einbindung von Kaltluftwindfeldern berücksichtigt.

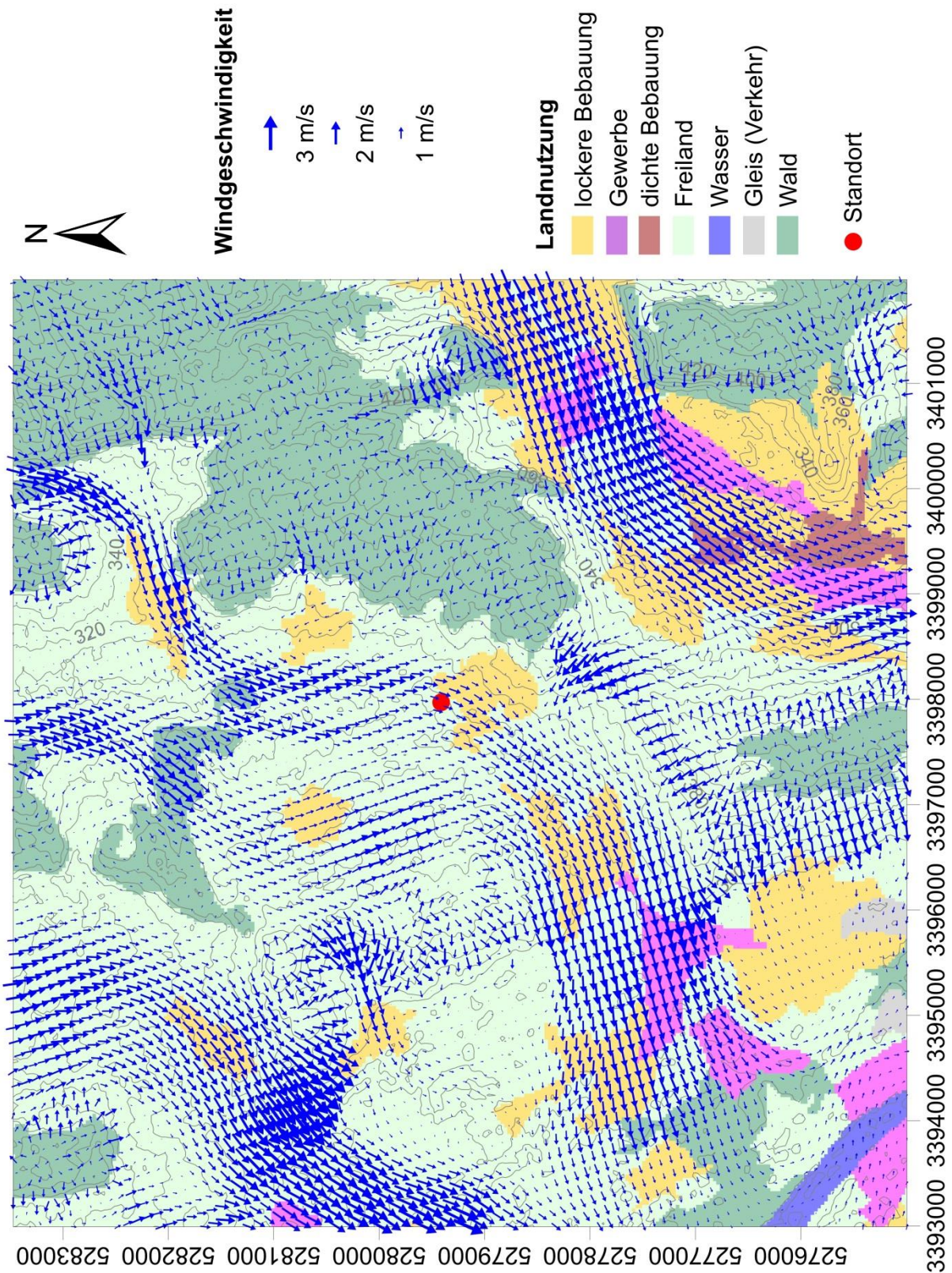


Abb. 4.8: Strömungsgeschwindigkeit bei ausgeprägter Kaltluftbildung in der Umgebung des geplanten Reiterhofs (rot markiert)

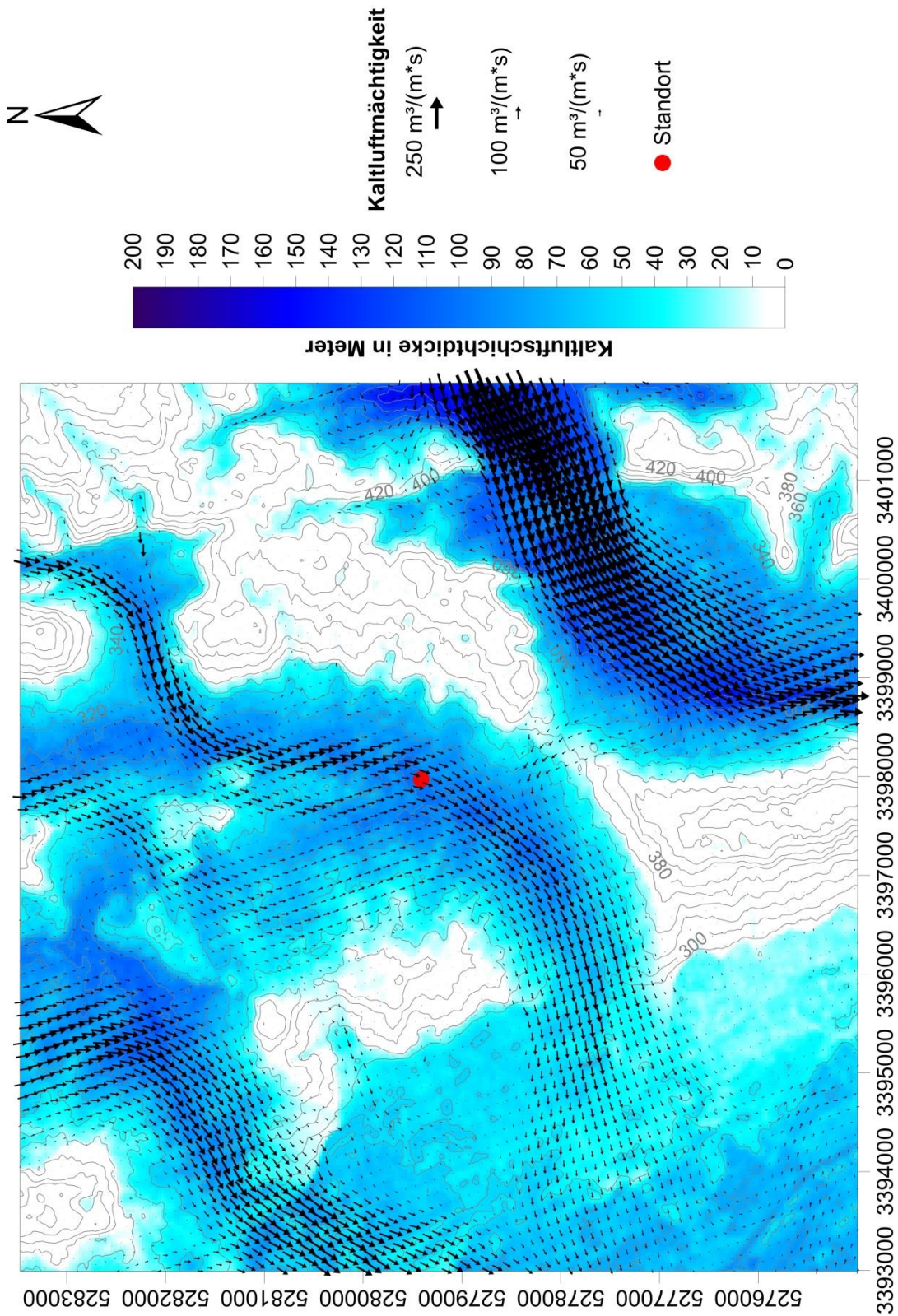


Abb. 4.9: Volumenstromdichte und Schichtdicke bei ausgeprägter Kaltluftbildung in der Umgebung des geplanten Reiterhofs (rot markiert)

4.3 Anlagenbeschreibung

Nachfolgend erfolgt zunächst eine allgemeine Beschreibung des Reiterhofs im Planzustand, anschließend die Darstellung der emissionsrelevanten Betriebsdaten.

4.3.1 Allgemein

Der Reiterhof Ludäscher soll komplett aus dem Ortskern in den angrenzenden Außenbereich in ein Sondergebiet Reiterhof verlagert und gleichzeitig erweitert werden. Dazu wird der projektbezogene Bebauungsplan „Mattental“ aufgestellt. Dort sind neue Anlagen mit Ställen, Reithalle und Betriebsgebäuden vorgesehen. **Abb. 4.10** zeigt einen schematischen Plan des Standorts mit den geplanten Einrichtungen der Pferdehaltung.

Der geplante Reiterhof umfasst sechs Stallungen sowie notwendige Betriebsgebäude wie Putz- und Sattelkammer, Misthalle, Futterlager, Geräteraum, Longierhalle, Führanlage, Reithalle und Reitplatz und das bestehende Wohnhaus einschließlich Parkplatzflächen. Die zentral liegende Reithalle enthält, neben einem Platz von 30 x 60 Metern, die Sattelkammer, Schmiedeplatz, Putzplatz, Behandlungsraum, Reiterstube sowie Sanitär- und Übernachtungsräume für Kinderfreizeiten. Entlang der westlichen Flurstückgrenze sind die Schmalseite des Reitplatzes, die Longierhalle, ein Stallgebäude sowie die Putz- und Sattelkammer angeordnet. Das Wohnhaus mit Ferienwohnungen befindet sich im Südosten in Nachbarschaft zum bestehenden Wohnhaus. Das eine Offenstallgebäude, die Misthalle, ein weiterer Offenstall und das Futterlager schließen die Anlage nach Norden ab. Östlich der Reithalle, in Nachbarschaft zur Bahnlinie, befinden sich die überdachte Führanlage, ein Stall, der als Quarantänestall eingesetzt werden kann und der Geräteraum. Im Süden wird die Anlage nach Westen hin durch einen Parkplatz, nach Osten hin durch ein weiteres Stallgebäude abgeschlossen. Die hier dargestellten Gebäude sind der Endausbau mit maximal 69 Stellplätzen für Großpferde.

Ein zusätzliches Mistlager wird nordwestlich des Standorts auf Flurstück 3103 errichtet.

Die bestehenden Stallungen und Nebeneinrichtungen im Mischgebiet werden im Planzustand abgerissen.

Es ist geplant, den Bereich, der derzeit als Mischgebiet ausgewiesen ist (vgl. **Abb. 4.3**) im projektbezogenen Bebauungsplan „Mattental“ aufzunehmen. Mit den aktuellen Planungen (Stand: 09.10.2023) soll im Bereich der bestehenden Stallungen teilweise in ein Allgemeines Wohngebiet umgewandelt werden.

4.3.2 Emissionsrelevante Eingangsdaten

Die Tierplätze sowie die Haltungsart der Pferdehaltung in den jeweiligen Ställen im Planzustand sind in **Tab. 4.1** zusammengestellt.

Stall	Haltungsart	Tierplätze
Stall 1	Pferde, Stall mit Paddocks	14
Stall 2	Pferde, Offenstall	20
Stall 3	Pferde, Offenstall	15
Stall 4	Pferde, Stall mit Paddocks	10
Stall 5	Pferde, Stall mit Paddocks	10
Summe		69

Tab. 4.1: Stallzuordnung, Haltungsarten und Tierplätze der Pferdehaltung im Planzustand

In Absprache mit dem Auftraggeber wird je Tierplatz von einem Großpferd über 3 Jahre mit 1.1 Großvieheinheiten (GV) ausgegangen (vgl. VDI 3894 Blatt 1, 2011). Sollten stattdessen Ponys gehalten werden, nimmt die Anzahl an Tieren zu, es werden nach Aussage des Vorhabenträgers die maximal betrachteten 75.9 GV für die Gesamtanlage nicht überschritten. Da die Emissionen unabhängig von den Tierplätzen sind, sondern nur von den GV abhängen, ist die genannte GV-Zahl für die Gültigkeit der Geruchsprognose relevant.

Die Offenställe (Stall 2 und 3) sind als Laufställe mit Gruppenhaltung geplant. Die dort gehaltenen Pferde haben einen dauerhaften Zugang zu einem Auslauf mit befestigten Flächen und einem Sandplatz.

Den auf dem Reiterhof gehaltenen Pferden wird Heu, Stroh und Krafffutter gefüttert. Als Einstreu werden Holzspäne verwendet. Die Entmistung erfolgt täglich.

Als geruchsrelevante Nebenanlage besteht ein dreiseitig umwandetes Festmistlager für Pferdemist auf dem Reiterhof und ein zweites, gleichartiges nordwestlich im Außenbereich mit je einer durchschnittlichen, emittierenden Grundfläche von 9 m x 12.5 m. Die Lagerhöhe des Mists beträgt ca. 2.5 m. Das zentrale Festmistlager ist zudem überdacht.

Der Reitanlage stehen Weideflächen zur Verfügung, welche an das Betriebsgelände nördlich angrenzen und bis zur Kander reichen. Die Weideflächen werden nach Angabe des Vorhabenträgers nur bei guten Witterungsbedingungen für ca. 12 Wochen pro Jahr genutzt. Die Weidehaltung beschränkt sich auf 40 bis 50 Pferde, da beispielsweise Turnierpferde dafür nicht geeignet sind.

5 QUELLEN UND EMISSIONEN

Nachfolgend werden die Emissionsparameter der einzelnen Quellen ermittelt. Dies sind die Emissionsmassenströme für Geruch durch die Pferdehaltung im Planzustand.

5.1 Kategorisierung nach Quellgeometrie

Generell wird bei Quellen zwischen gefassten und diffusen Quellen unterschieden. Die weitere Unterteilung erfolgt anhand der Quellgeometrie. Man differenziert die bei einer Ausbreitungsrechnung möglichen Quellgeometrien in Punktquellen PQ (wie beispielsweise Schornsteine und Abgasrohre), Flächenquellen FQ (Quellen mit Erstreckung in 2 Raumrichtungen, z.B. Lagerflächen) und Volumenquellen VQ (Quellen mit Erstreckung in 3 Raumrichtungen, z.B. offene Hallen).

In **Abb. 5.1** ist der Quellenplan für den Reiterhof im Planzustand dargestellt.

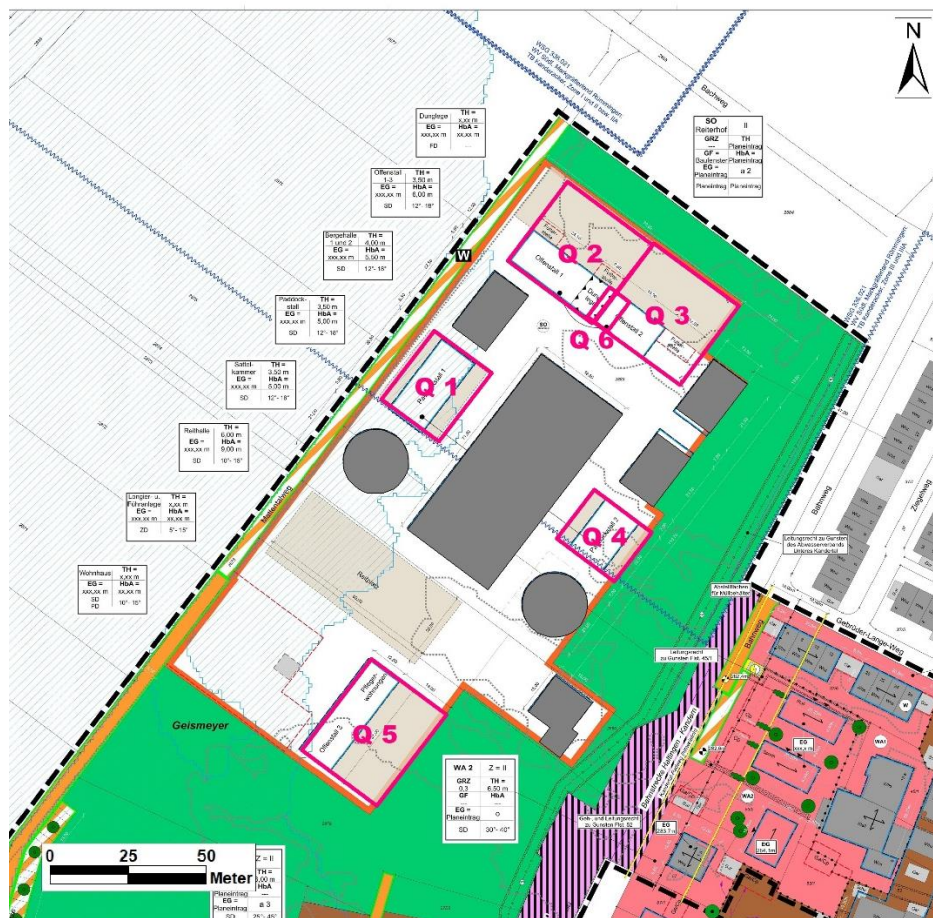


Abb. 5.1: Quellenplan des Reiterhofs im Planzustand: Q1 bis Q5: Pferdeställe mit Paddocks bzw. mit Auslaufbereichen, Q6: Festmistlager, in grau: die im Modell berücksichtigten Gebäude

Abb. 5.2 zeigt den Quellenplan für die nordwestlich gelegene, zweite Mistlege (Q7). Zur besseren Orientierung sind die nördlichen Quellen auf dem geplanten Reiterhof (vgl. rechte, untere Ecke) ebenfalls dargestellt.



Abb. 5.2: Quellenplan mit der nordwestlich gelegenen, zweiten Mistlege (Q7), im rechten unteren Eck: die nördlichen Quellen auf dem geplanten Reiterhof

Im Modell werden die Pferdeställe mit Paddocks bzw. mit Auslaufbereichen (Q1 bis Q5) und die Festmistlager (Q6, Q7) als Volumenquellen abgebildet.

5.2 Abgasfahnenüberhöhung

Der untersuchte Reiterhof weist keine gefassten Quellen auf, folglich wurde keine Abgasfahnenüberhöhung berücksichtigt.

5.3 Quantifizierung der Emissionen für Geruch

In **Tab. 5.1** sind die Tierplätze (TP), die mittleren Tierlebensmassen (GV/TP) und die gerundeten Großvieheinheiten (GV) für den Planzustand des Reiterhofs Ludäscher gegliedert auf die einzelnen Ställe zusammengestellt. Die Zuordnung der Großvieheinheiten erfolgt gemäß VDI-Richtlinie 3894 Blatt 1 (2011).

Quelle	Anlagenteil	Tierart	TP	GV/TP	GV (gerundet)
Q1	Stall 1 mit Paddocks	Pferde	14	1.1	15
Q2	Offenstall 2	Pferde	20	1.1	22
Q3	Offenstall 3	Pferde	15	1.1	17
Q4	Stall 4 mit Paddocks	Pferde	10	1.1	11
Q5	Stall 5 mit Paddocks	Pferde	10	1.1	11

Tab. 5.1: Tierplätze, Zuordnung und Großvieheinheiten des Reiterhofs Ludäscher im Planzustand

Die Geruchsemissionen der Stallungen des Reiterhofs Ludäscher im Planzustand (inklusive der jeweiligen Auslaufflächen der Offenställe) sind in **Tab. 5.2** zusammengestellt. Der Emissionsfaktor für Pferde wurde gemäß VDI 3894 Blatt 1 (2011) mit 10 GE/(s GV) angesetzt. Gemäß Konvention in MLUK (2020) wird durch die Auslaufhaltung der Emissionsfaktor um 30 % erhöht.

Quelle	Anlagenteil	GV (gerundet)	E-Faktor in GE/ (s GV)	Emission (gerundet) in GE/s
Q1	Stall 1 mit Paddocks	15	10	150
Q2	Offenstall 2 inklusive Auslauf	22	10 x 1.3	290
Q3	Offenstall 3 inklusive Auslauf	17	10 x 1.3	220
Q4	Stall 4 mit Paddocks	11	10	110
Q5	Stall 5 mit Paddocks	11	10	110

Tab. 5.2: Geruchsemissionen durch die Stallungen inklusive Auslaufflächen des Reiterhofs Ludäscher im Planzustand

Als emissionsrelevante Nebenanlagen bestehen die beiden dreiseitig umwandeten Festmistlager für Pferdemit. Die Größe je Festmistlager wird mit einer durchschnittlichen, emittierenden Grundfläche von 112.5 m² angesetzt. Mit dem Emissionsfaktor von 3 GE/(s m²) für Festmist (Rinder, Schweine, Masthühner, Enten, Puten, Pferde) nach MLUK (2020) ergibt sich eine gerundete Emission von je 340 GE/s für die beiden Festmistlager (Q7 und Q8).

Die Weideflächen werden aufgrund ihrer großen Grundfläche und den damit zu erwartenden geringen Emissionsdichten bezüglich ihrer Geruchsemissionen als vernachlässigbar eingestuft. Zudem befinden sie sich, bezogen auf die zu betrachtenden Beurteilungspunkte, in größerer Entfernung als die eigentliche Reitanlage und unterliegen nur einer temporären Nutzung.

5.4 Zeitliche Charakteristik

Es erfolgte keine zeitliche Differenzierung der Emissionen, da die verwendeten Emissionsfaktoren jahresmittlere Werte unter der Berücksichtigung von typischen Betriebsabläufen und Standardservicezeiten darstellen (VDI 3894 Blatt 1, 2011).

5.5 Zusammenfassende Darstellung der Emissionen

In **Tab. 5.3** sind die Quellen der Pferdehaltung im Planzustand zusammengestellt. Die angegebenen Rechts- und Hochwerte für Flächen- und Volumenquellen entsprechen der linken unteren Ecke der Quellen im nicht gedrehten Zustand. Alle Quellen sind bodennahe Volumenquellen und weisen eine Quellunterkante in 0 m Höhe auf.

	Quelle 1	Quelle 2	Quelle 3	Quelle 4	Quelle 5	Quelle 6	Quelle 7
	Stall 1	Stall 2	Stall 3	Stall 4	Stall 5	Mistlege Hof- stelle	Mistlege 2
Rechtswert	3397917	3397966	3397994	3397973	3397897	3397976	3397665
Hochwert	5279385	5279423	5279403	5279339	5279266	5279434	5279813
Ausdehnung der Quelle (Länge x Breite x Vertikal- erstreckung) in m	29 x 23 x 3	32 x 31 x 3	32 x 38 x 3	28 x 23 x 3	37 x 30 x 3	9 x 12.5 x 2.5	9 x 12.5 x 2.5
Drehung der Quelle bzgl. der Nordrichtung in Grad	53	52	53	53	53	143	340
Geruch in GE/s	150	290	220	110	110	340	340

Tab. 5.3: Zusammenstellung der emissionsseitigen Eingangsdaten für die Berechnung der Gesamtzusatzbelastung durch die Pferdehaltung im Planzustand

6 AUSBREITUNGSMODELLIERUNG

Die Ausbreitungsrechnung erfolgte mit dem Modell LASAT im AUSTAL-Modus unter Einbindung der mittels KALM erzeugten Kaltluftwindfelder. Das offizielle Programmsystem AUSTAL stellt eine vom Umweltbundesamt bereitgestellte Umsetzung der Ausbreitungsmodellierung nach TA Luft (2021), Anhang 2 dar. Das Modell LASAT ermöglicht es in Einzelsituationen auf externe Windfelder zuzugreifen. Daher können die mit KALM erzeugten Windfelder in die Berechnung eingebunden werden. Die im vorliegenden Gutachten verwendete Version von LASAT ist Version 3.4.24 (<http://www.janicke.de>). Eine allgemeine Beschreibung von LASAT erfolgt in Anhang A3.

Es erfolgte eine Ausbreitungsrechnung für die Gesamtzusatzbelastung an Geruch durch den Reiterhof im Planzustand. Die Eingangs- und Protokolldateien der Ausbreitungsrechnung (LOG-Dateien) sind in Anhang A2 aufgeführt.

Es wurde bei der Ausbreitungsrechnung der tierartspezifische Gewichtungsfaktor von 0.5 für die Pferdehaltung (nur Tierhaltung, nicht die Festmistlager) berücksichtigt (vgl. Anhang 7, TA Luft, 2021).

6.1 Rechengebiet

6.1.1 Ausdehnung und räumliche Auflösung

Das Rechengebiet wurde entsprechend den Vorgaben der TA Luft (2021) mit einer Gesamterstreckung von 2 304 m x 2 304 m generiert. Das Gitter wurde genestet aufgebaut und besitzt im Nahbereich (224 m x 296 m) eine horizontale Auflösung von 4 m x 4 m. Für die vertikale Auflösung des Rechengitters wurde die Standardauflösung von AUSTAL verwendet.

6.1.2 Bodenrauigkeit des Geländes

Bei Ausbreitungsrechnungen wird eine mittlere Rauigkeitslänge z_0 zur Abbildung der Oberflächenstruktur durch Bebauung und Bewuchs des Geländes verwendet. Die Rauigkeitslänge stellt ein Maß für den Strömungswiderstand der Erdoberfläche dar. Bei der Modellierung geht die Rauigkeitslänge sowohl in die meteorologischen Grenzschichtprofile als auch in die Festlegung der Obukov-Länge (vgl. Tabelle 17, Anhang 2, TA Luft, 2021) ein.

Die mittlere Rauigkeitslänge wird in Tabelle 15, Anhang 2, der TA Luft (2021) in Abhängigkeit von Landnutzungsklassen neun Klassenwerten für z_0 von 0.01 m (für beispielsweise Wasserflächen) bis 2 m (durchgängig städtische Prägung) zugeordnet. Diese Landnutzungsklassen können flächenhaft dem Landbedeckungsmodell Deutschland (LBM-DE, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2016)) entnommen werden.

Bei inhomogenen Landnutzungsverhältnissen am Standort ist der Einfluss des verwendeten Wertes der Rauigkeitslänge auf die berechneten Immissionsbeiträge nach TA Luft (2021) zu prüfen. Gemäß VDI 3783 Blatt 13 (2010) ist der Wert für die Rauigkeitslänge so zu wählen, dass eine konservative Bestimmung der Immissionsbeiträge erfolgt.

Die Rauigkeitslänge am vorliegenden Standort wurde in Abhängigkeit von den Landnutzungsverhältnissen zwischen den Quellen und der nächstgelegenen Bebauung auf 1 m bestimmt.

6.2 Komplexes Gelände – Auswirkungen auf die Windfeldmodellierung

6.2.1 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten

Geländeunebenheiten zeigen bei der Ausbreitungsmodellierung ggf. Auswirkungen sowohl auf die mittlere Strömung als auch auf die Turbulenz- und Ausbreitungseigenschaften. Im Fall von geringen Geländesteigungen sind im Allgemeinen nur die Auswirkungen auf das mittlere Windfeld relevant. Dieses ist dann nicht mehr horizontal homogen, sondern es folgt bodennah den Geländeunebenheiten und weist damit ortsabhängige Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen auf.

Es liegt ein reliefiertes Gelände vor (vgl. **Abb. 4.2**).

Nach TA Luft (2021) sollen Geländeunebenheiten in der Ausbreitungsrechnung berücksichtigt werden, wenn über eine Strecke, die der doppelten Schornsteinhöhe entspricht, Steigungen von mehr als 1:20 (entspricht 0.05 m/m) und innerhalb des Rechengebiets Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0.7fachen der Schornsteinhöhe auftreten. Für bodennahe Quellen wird die Schornsteinmindesthöhe von 10 m über Grund zur Überprüfung verwendet. Die Berücksichtigung von Geländeunebenheiten geschieht in der Regel unter Verwendung eines diagnostischen, mesoskaligen Windfeldmodells (bei Verwendung von LASAT das Modell LPRwnd). Übersteigt diese Steigung den Wert von 1:5 (entspricht 0.2 m/m), ist nach VDI 3783 Blatt 13 (2010) in der Regel ein prognostisches Windfeldmodell einzusetzen.

Im vorliegenden Rechengebiet weist das vierte Rechengitter mit einer Auflösung von 32 m x 32 m die größten Steigungen auf und enthält alle Quellen, daher ist in **Abb. 6.1** die Steigung in diesem Rechengitter dargestellt.

In diesem Rechengitter liegen in Teilflächen Geländesteigungen über 0.05 m/m vor, daher wird bei der Ausbreitungsrechnung das Relief berücksichtigt. Die maximalen Steigungen von 0.22 m/m sind nur auf wenige Rasterflächen beschränkt und zugleich nur geringfügig größer als die in der TA Luft (2021) genannte maximale Steigung von 1:5 (0.2 m/m), die zur Verwendung des diagnostischen Windfeldmodells nicht überschritten werden sollte. Die Strecken zwischen den Quellen des Reiterhofs Ludäscher und den Beurteilungsflächen (Wohnbebauung südlich und östlich des Reiterhofs) sind nahezu eben und weisen nur Steigungen auf, die das Kriterium einhalten. Daher wurden die Windfelder für die Ausbreitungsrechnung in Anlehnung an VDI 3783 Blatt 13 (2010) mit dem diagnostischen Windfeldmodell von LASAT erstellt.

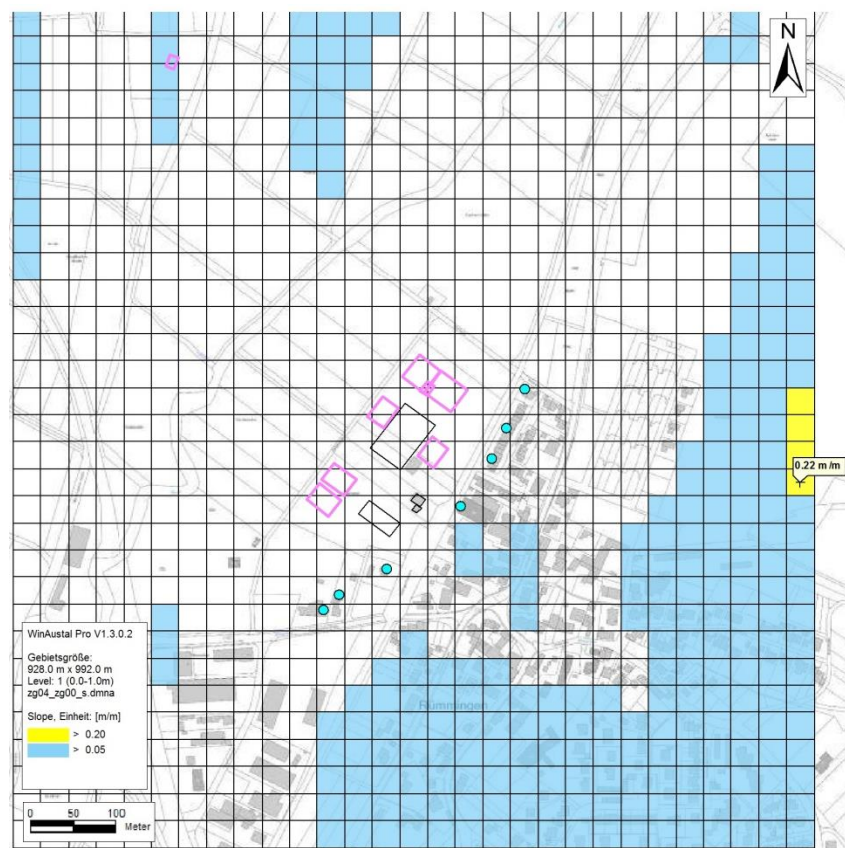


Abb. 6.1: Geländesteigungen im vierten Rechengitter

6.2.2 Berücksichtigung von Bebauung

Das Wind- und Turbulenzfeld wird durch Bebauungsstrukturen (wie einzelne Gebäude oder Gebäudeblöcke) beeinflusst. Die Auswirkungen zeigen sich auch im Ausbreitungsverhalten einer Konzentrationsfahne, insbesondere, wenn sich die Bebauungsstrukturen in der Nähe des Freisetzungsortes befinden.

Es erfolgte eine Berücksichtigung der Bebauungsstruktur in Quellnähe auf dem Reiterhof mittels des diagnostischen Windfeldmodells von LASAT (LPRwnd). **Abb. 5.1** zeigt in grau die im Modell berücksichtigten quellnahen Gebäude.

6.2.3 Mindestanforderungen an ein Windfeldmodell

Die Windfeld- und Ausbreitungsmodellierung erfolgte mit dem Programm LASAT und unter Einbindung der externen Kaltluftwindfelder. Das auf alle Windfelder angewandte Windfeldmodell LPRwnd erfüllt die in Janicke et al. (2004) aufgestellten Mindestanforderungen an ein Windfeldmodell im Rahmen des Einsatzbereichs der TA Luft (2021).

Der Zahlenwert des Divergenzfehlers (Maximum 0.036) liegt unter dem im Handbuch zu LASAT nicht zur Überschreitung empfohlenen maximalen Wert von 0.05.

6.3 Rechenparameter

6.3.1 Anemometerposition und Anemometerhöhe

Bei der Ausbreitungsrechnung werden die meteorologischen Daten (siehe Kap. 4.2) im Modellgebiet einer räumlichen Anemometerposition und einer dazugehörigen Anemometerhöhe (in m über Grund) zugeordnet.

Bei Rechnungen für homogenes Gelände und ohne die Berücksichtigung des Einflusses der Bebauung ist eine freie Wahl des Anemometerstandorts möglich, da die meteorologischen Profile in diesem Fall standortunabhängig sind. Erfolgt die Ausbreitungsrechnung dagegen unter Berücksichtigung komplexer Strömungsverhältnisse (Einfluss von Bebauung und bzw. oder Geländeunebenheiten), ist die Anemometerposition sorgfältig auszuwählen.

In der vorliegenden Untersuchung wurde die Anemometerposition südwestlich des Anlagenstandorts gelegt (vgl. **Abb. 4.2**). Die Anemometerhöhe wurde mit 15.7 m in Abhängigkeit von der Rauigkeit am Mess- bzw. am Untersuchungsstandort bestimmt.

6.3.2 Statistische Sicherheit

Die Anzahl der in LASAT pro Sekunde freigesetzten Partikel wurde entsprechend der Qualitätsstufe +2 in AUSTAL gewählt und geht damit über die Anforderungen aus VDI 3783 Blatt 13 (2010) hinaus.

7 ERGEBNISSE

Abb. 7.1 und **Abb. 7.2** zeigen die Ergebnisse der berechneten gewichteten Gesamtzusatzbelastung an Geruch für den Planzustand des Reiterhofs. Bei **Abb. 7.1** handelt es sich um eine Übersichtsdarstellung und bei **Abb. 7.2** um eine Detaildarstellung des direkten Umfelds des geplanten Reiterhofs. Die Darstellung erfolgt in beiden Abbildungen in Form von farbigen Quadraten, deren Farben bestimmten Werteintervallen zugeordnet sind. Die Zuordnung zwischen Farbe und Wert ist in der Legende angegeben. Die unterste Klasse der Legende (hellblaue Farbe) bezeichnet Werte mit einer Geruchsstundenhäufigkeit größer 2 % der Jahresstunden, d. h. oberhalb der Irrelevanzschwelle des Anhangs 7 der TA Luft (2021).

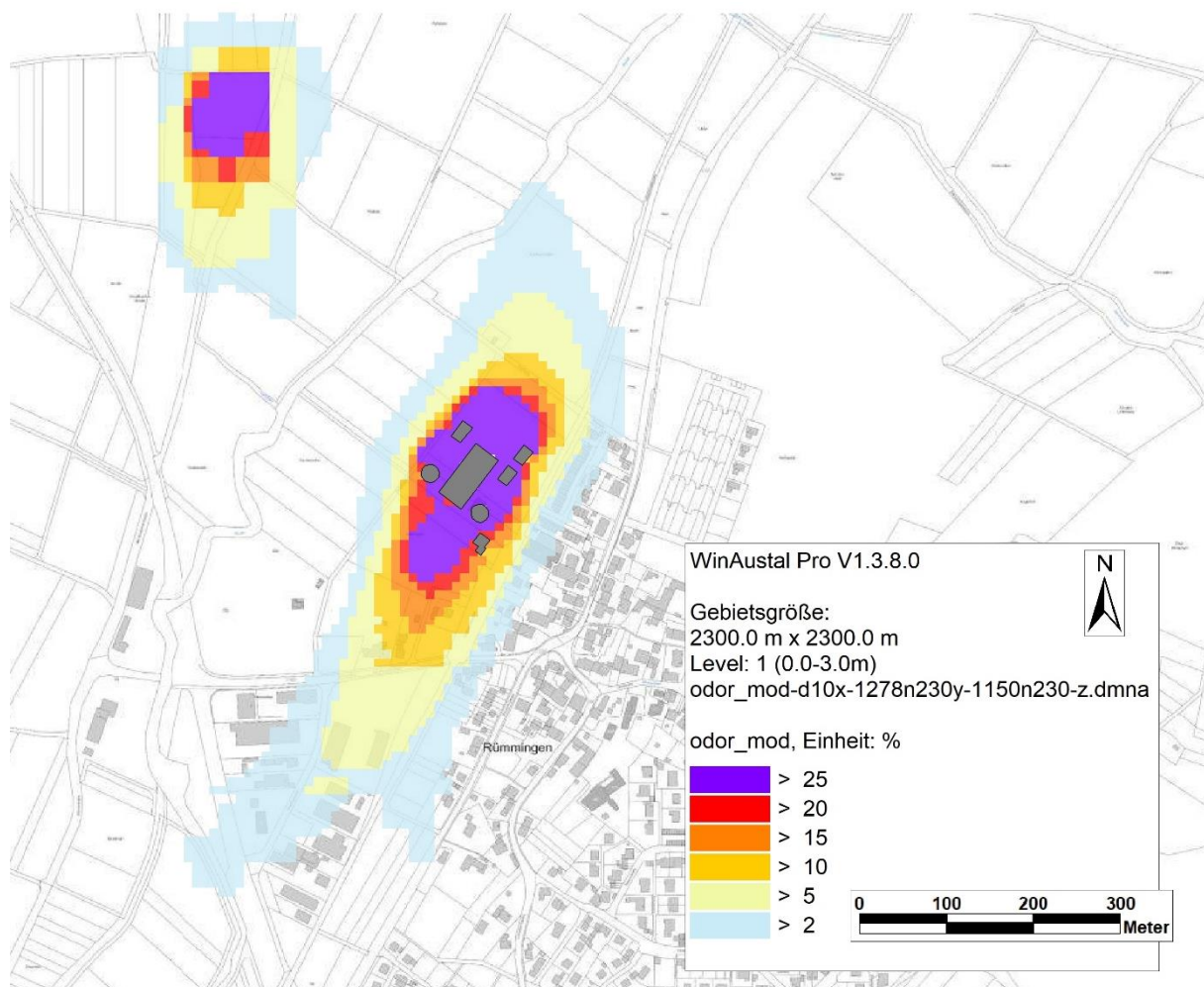


Abb. 7.1: Übersichtsdarstellung der berechneten, gewichteten Gesamtzusatzbelastung für Geruch durch den geplanten Reiterhof als Geruchsstundenhäufigkeit in Prozent der Jahresstunden

Die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung werden auf Beurteilungsflächen nach Nr. 4.4.3 des Anhangs 7 der TA Luft (2021) von 10 m x 10 m in Geruchsstundenhäufigkeiten in Prozent der Jahresstunden in Bodennähe dargestellt. Diese Auflösung der Beurteilungsflächen wird aus fachlichen Gründen in Relation zum Abstand zwischen dem geplanten Reiterhof und den Beurteilungsflächen gewählt. Eine Darstellung auf 250 m x 250 m-Flächen wäre für die zu betrachtende Fragestellung zu grob. Die Darstellung erfolgt für die bodennahe Schicht mit einer Höhe von 0-3 m über Grund.

Die räumliche Verteilung der Geruchsimmissionen wird durch die Windrichtungsverteilung, die Kaltluftabflüsse und die Lage der Quellen und Gebäude, deren Einflüsse sich überlagern, bestimmt.

Abb. 7.1 zeigt, dass die nordwestliche, zweite Mistlege keinen relevanten Einfluss auf die Beurteilungspunkte hat.

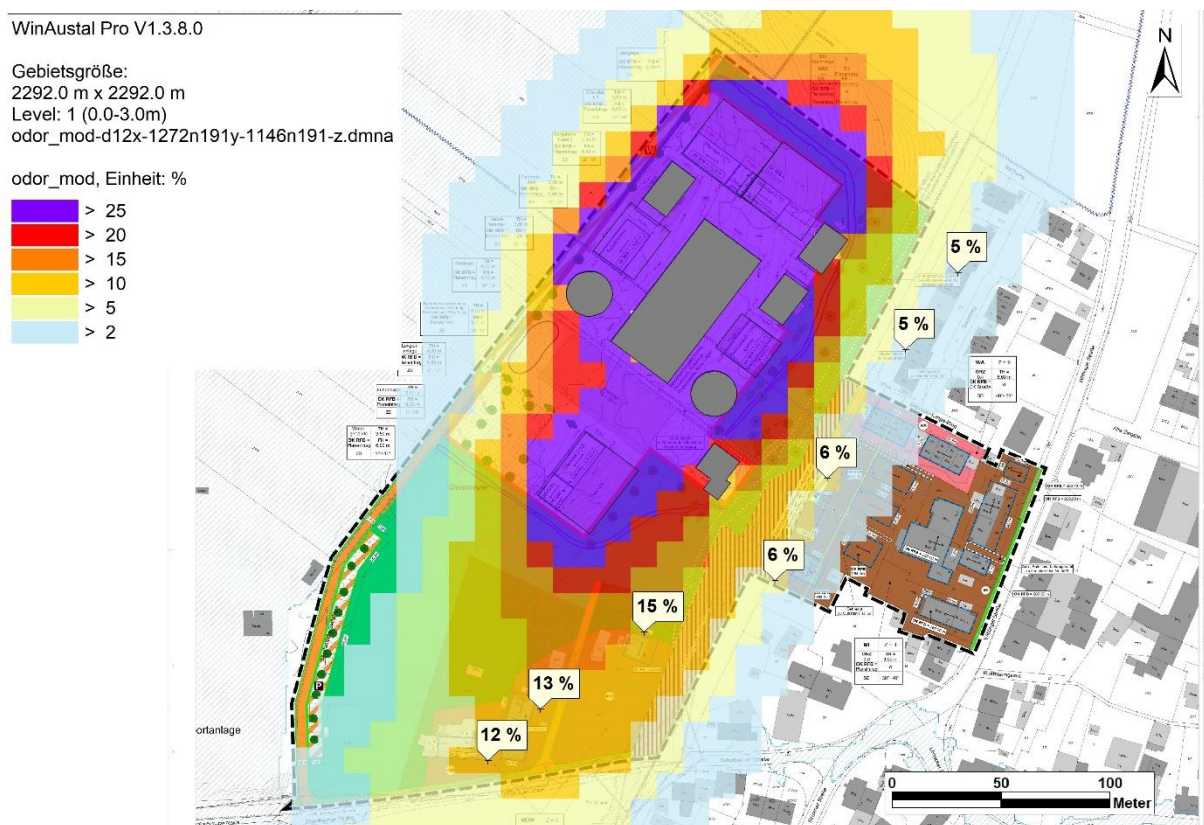


Abb. 7.2: Detaildarstellung des direkten Umfelds des geplanten Reiterhofs, berechnete gewichtete Gesamtzusatzbelastung für Geruch als Geruchsstundenhäufigkeit in Prozent der Jahresstunden

Die berechnete gewichtete Gesamtzusatzbelastung an Geruch durch den Reiterhof Ludäscher im Planzustand ergibt Geruchsstundenhäufigkeiten von bis zu 7 % der Jahresstunden im Wohngebiet östlich der Bahnlinie, vgl. **Abb. 7.2**. An den Wohnnutzungen südlich werden Geruchsstundenhäufigkeiten von maximal 15 % der Jahresstunden ermittelt. Diese sind derzeit teilweise im Außenbereich und in einer Wohnbaufläche angrenzend an den Außenbereich gelegen, vgl. **Abb. 4.3**, im Planfall soll dieser Bereich als Dörfliches Wohngebiet (MDW) festgesetzt werden.

Da der Reiterhof die einzige relevante Geruchsquelle im Umfeld ist, stellt die berechnete Gesamtzusatzbelastung auch die Gesamtbelastung dar.

An der östlichen Wohnbebauung wird im Planzustand der Immissionswert für Wohngebiete von 10 % der Jahresstunden gemäß Anhang 7 der TA Luft (2021) unterschritten.

Für das MDW wird in TA Luft (2021) kein Immissionswert festgesetzt. Bei einem MDW, heißt es in den Kommentaren zu Anhang 7 der TA Luft (2021) (LAI, 2022), soll sich der Immissionswert an der wesentlichen Nutzung orientieren. Sofern im Wesentlichen landwirtschaftliche Nebenstellen vorhanden sind, kann der Immissionswert für Dorfgebiete der TA Luft (2021) von 15 % herangezogen werden. Ist vorwiegend Wohnnutzung vorgesehen, sind demnach 10 % wie für Wohngebiete nach TA Luft (2021) heranzuziehen.

Das südlich gelegene MDW wird u.a. durch ehemalige landwirtschaftliche Betriebe geprägt. Aktuell ist ausschließlich Wohnnutzung vorhanden. Bis zur Aufstellung des Bebauungsplans ist dieser Bereich dem Außenbereich zugeordnet. Für die Geruchsbeurteilung im Außenbereich sieht die TA Luft (2021) mögliche Werte von 20 % (Regelfall) bis 25 % (begründete Ausnahme) für Tierhaltungsgerüche vor.

Bezüglich der Bewertung der südlichen Beurteilungspunkte wird auf die mögliche Anwendung von Zwischenwerten im Übergangsbereich nach Anhang 7 der TA Luft (2021) verwiesen. Die in den Ergänzungen der GIRL (LAI, 2008) erwähnte Anwendung von Zwischenwerten ist im Anhang 7 der TA Luft (2021) in den Erläuterungen zu den Immissionswerten in Tabelle 22 aufgenommen worden. Darin heißt es: „Wenn gewerblich, industriell oder hinsichtlich ihrer Geruchsauswirkung vergleichbar genutzte Gebiete und zum Wohnen dienende Gebiete aneinandergrenzen (Gemengelage), können die für die zum Wohnen dienenden Gebiete geltende Immissionswerte auf einen geeigneten Zwischenwert, der für die angrenzende Gebietskategorie geltenden Werte erhöht werden, soweit dies nach der gegenseitigen Pflicht zur Rücksichtnahme erforderlich ist. Für die Höhe des Zwischenwertes ist die konkre-

te Schutzwürdigkeit des betroffenen Gebiets maßgeblich.“ In den Kommentaren zu Anhang 7 der TA Luft (2021) (LAI, 2022) kann in begründeten Einzelfällen der Immissionswert im Übergangsbereich von Wohngebiet und Außenbereich auf Zwischenwerte zwischen 10 % und 15 % und im Übergang von Dorfgebiet und Außenbereich auf Zwischenwerte zwischen 15 % und 20 % festgelegt werden.

Im Planzustand wird in diesem Bereich der Immissionswert für Dorfgebiete von 15 % der Jahresstunden eingehalten. Der Immissionswert für Wohngebiete von 10 % der Jahresstunden wird flächenhaft überschritten.

Die abschließende Bewertung der vorliegenden Ergebnisse obliegt der genehmigenden Behörde.

8 LITERATUR

BImSchG (2013): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz–BImSchG) vom 17. Mai 2013 (BGBl. I, Nr. 25, S. 1274), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 19. Oktober 2022 (BGBl. I Nr. 38, S. 1792), in Kraft getreten am 26. Oktober 2022.

Janicke, U. und Janicke, L. (2004): Weiterentwicklung eines diagnostischen Windfeldmodells für den anlagenbezogenen Immissionsschutz (TA Luft). Ingenieurbüro Janicke, Dunum, 2004. Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, Fachbibliothek Umwelt, UBA-FB 000824.

LAI (2022): Kommentar zu Anhang 7 TA Luft 2021, Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen, Erarbeitet von: Expertengremium Geruchsimmissions-Richtlinie, Verabschiedung durch den LAI-Unterausschuss Luftqualität/Wirkungsfragen/Verkehr, Stand 08.02.2022

Lohmeyer (2017): Geruchsimmissionsprognose für die Erweiterung und Verlagerung der Pferdehaltung Ludäscher in Rümplingen, Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe. Projekt 63460-17-03, Dezember 2017. Gutachten im Auftrag von: Reiterhof Ludäscher.

MLUK (2020): Emissionsfaktoren (Stand November 2020). Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg. Im Internet:
<https://mluk.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/Geruchsemissionsfaktoren-Tiere-Biogas-Wirtschaftsduenger.pdf>

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

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

VDI 3945 Blatt 3 (2020): Umweltmeteorologie; Atmosphärische Ausbreitungsmodelle; Partikelmodell. Richtlinie VDI 3945 Blatt 3. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN, Düsseldorf, April 2020.

VDI 3783 Blatt 13 (2010): Umweltmeteorologie. Qualitätssicherung in der Immissionsprognose. Anlagenbezogener Immissionsschutz, Ausbreitungsrechnungen gemäß TA Luft. Richtlinie VDI 3783 Blatt 13. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN - Normenausschuss, Düsseldorf, Januar 2010.

VDI 3894 Blatt 1 (2011): Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen. Halteverfahren und Emissionen. Schweine, Rinder, Geflügel, Pferde. Richtlinie VDI 3894 Blatt 1. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN (KRdL) – Normenausschuss, Düsseldorf, September 2011.

A N H A N G

A1 MATERIALIEN UND UNTERLAGEN

Für das Gutachten wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen neben den im Kapitel Literatur verzeichneten Schriften verwendet:

- Dwg-Datei des Reiterhofs vom 14.09.2017, erhalten von Herrn Färber, Stadtbau Lörrach (E-Mail vom 14.09.2017)
- Gestaltungsplan des Reiterhofs vom 15.09.2017, erhalten von Herrn Färber, Stadtbau Lörrach (E-Mail vom 15.09.2017)
- Katasterplan Mattental, erhalten von Herrn Färber, Stadtbau Lörrach (E-Mail vom 29.11.2017)
- Angaben zu den Mistlegen, erhalten von Herrn Christian Ludäscher, (E-Mail vom 28.11.2017)
- Entwurf des Bebauungsplans, Stand 09.10.2023, erhalten von Herrn Ludäscher (E-Mail vom 11.10.2023)

Verwendete Pläne und ähnliche Unterlagen werden im Archiv der Lohmeyer GmbH abgelegt.

A2 EINGANGS- UND LOG-DATEIEN DES RECHENLAUFS

Param.def

- Input file created by AUSTAL2000 2.6.11-WI-x

===== param.def

```
.
Ident = "Rümmingen AUSTAL V2"
Seed = 11111
Interval = 01:00:00
RefDate = 2009-01-01.00:00:00
Start = 00:00:00
End = 365.00:00:00
Average = 24
Flags = +MAXIMA+ODOR+RATEDODOR+MNT
OdorThr = 0.250
```

===== grid.def

```
.
RefX = 3398000
RefY = 5279400
GGCS = GK
Sk = { 0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 25.0 40.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0
700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0 }
Nzd = 1
Flags = +NESTED+BODIES
```

```
-
! Nm | NI Ni Nt Pt  Dd Nx Ny Nz  Xmin  Ymin Rf Im  le
-----+-----
N 05 | 1 1 3 3  64.0 36 36 21 -1280.0 -1152.0 0.5 200 1.0e-004
N 04 | 2 1 3 3  32.0 30 32 21 -512.0 -512.0 0.5 200 1.0e-004
N 03 | 3 1 3 3  16.0 42 50 21 -416.0 -416.0 0.5 200 1.0e-004
N 02 | 4 1 3 3  8.0 46 52 21 -240.0 -256.0 1.0 200 1.0e-004
N 01 | 5 1 3 3  4.0 56 74 6 -176.0 -208.0 1.0 200 1.0e-004
-----+-----
```

===== bodies.def

```
.
DMKp = { 6.000 1.000 0.300 0.050 0.700 1.200 15.0 0.500 0.300 }
TrbExt = 1
```

RFile = "P:/63460_Ruemmingen/ausbr/AUSTAL/Re5_gaenderteGeb2019/geb_2019.dmnA"

===== sources.def

```
.
! Nr. | Xq  Yq  Hq  Aq  Bq  Cq  Wq  Dq  Vq  Qq  Ts  Lw  Rh  Tt
-----+-----
Q 01 | -83.0 -15.5 0.0 28.0 23.0 3.0 53.1 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 02 | -34.0 23.0 0.0 32.0 34.0 3.0 53.0 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 03 | -6.0 3.0 0.0 32.0 34.0 3.0 53.4 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 04 | -27.0 -61.0 0.0 20.0 23.0 3.0 53.0 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 05 | -103.0 -134.0 0.0 37.0 30.0 3.0 52.9 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 06 | -22.0 30.0 0.0 9.0 12.5 2.5 143.0 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 07 | -335.0 413.0 0.0 9.0 12.5 2.5 340.0 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
-----+-----
```

===== substances.def

```
.
Name = gas
```

Unit = g
 Rate = 8.00000
 Vsed = 0.0000

```

-
! Substance |   Vdep   Refc   Refd   Rfak Rexp
-----+-----
K odor     | 0.000e+000 1.000e-001 0.000e+000 0.000e+000 0.80
K odor_050 | 0.000e+000 1.000e-001 0.000e+000 0.000e+000 0.80
K odor_100 | 0.000e+000 1.000e-001 0.000e+000 0.000e+000 0.80
-----+-----
===== emissions.def

```

```

.
! SOURCE |   gas.odor gas.odor_050 gas.odor_100
-----+-----
E 01 | 0.000e+000 1.500e+002 0.000e+000
E 02 | 0.000e+000 2.900e+002 0.000e+000
E 03 | 0.000e+000 2.200e+002 0.000e+000
E 04 | 0.000e+000 1.100e+002 0.000e+000
E 05 | 0.000e+000 1.100e+002 0.000e+000
E 06 | 0.000e+000 0.000e+000 3.400e+002
E 07 | 0.000e+000 0.000e+000 3.400e+002
-----+-----
===== monitor.def

```

```

.
! Nr. |   Xp   Yp   Hp
-----+-----
M 01 |   6.0 -108.5 1.5
M 02 |  42.8 -52.1 1.5
M 03 |  59.1 -15.8 1.5
M 04 |  80.2  30.3 1.5
M 05 | -78.8 -182.7 1.5
M 06 | -134.6 -212.5 1.5
M 07 | -152.9 -230.8 1.5
-----+-----
=====

```

Meteo.def

```

=====
meteo.def
- LPRAKT 3.3.46: time series Re1_ZB_PlanV1/Lange_Erlen.akt
-   Umin=0.7 Seed=11111
.
Version = 5.3 ' boundary layer version
Z0 = 1.000 ' surface roughness length (m)
D0 = 6.000 ' displacement height (m)
Xa = -756.0 ' anemometer (measurement) x-position (m)
Ya = -759.0 ' anemometer (measurement) y-position (m)
Ha = 15.7 ' anemometer (measurement) height above ground (m)
Ua = ? ' wind velocity (m/s)
Ra = ? ' wind direction (deg)
KM = ? ' stability class according to Klug/Manier
HmMean = ' terrain-corrected mixing layer heights for unstable stratification
        { 0 0 0 1078 1378 1378 }
Wind = ? ' wind field index
WindLib = ~lib ' wind field library

```

Tmzn = "GMT+01:00"

Rdat = 2009-01-01T00:00:00+0100

Svf = ? 'Proportionalitätsfaktor zur Def. der horizontalen Windgeschwindigkeitsfluktuation Sv

!	T1	T2	Ua	Ra	KM	Wind	Svf	
	-(ddd.hh:mm:ss)	(ddd.hh:mm:ss)	(m/s)	(deg)	(K/M)	(1)		
Z	00:00:00	01:00:00	0.900	357	2	0	1.8	' 2009-01-01T01:00:00+0100
Z	01:00:00	02:00:00	0.900	357	2	0	1.8	' 2009-01-01T02:00:00+0100
Z	02:00:00	03:00:00	0.800	242	2	0	1.8	' 2009-01-01T03:00:00+0100
Z	03:00:00	04:00:00	0.700	223	1	0	1.8	' 2009-01-01T04:00:00+0100
Z	04:00:00	05:00:00	1.000	5	1	0	1.8	' 2009-01-01T05:00:00+0100
Z	05:00:00	06:00:00	0.700	350	1	0	1.8	' 2009-01-01T06:00:00+0100
Z	06:00:00	07:00:00	0.900	17	1	0	1.8	' 2009-01-01T07:00:00+0100
Z	07:00:00	08:00:00	1.400	11	1	0	1.8	' 2009-01-01T08:00:00+0100
Z	08:00:00	09:00:00	0.900	30	1	0	1.8	' 2009-01-01T09:00:00+0100
Z	09:00:00	10:00:00	1.400	33	1	0	1.8	' 2009-01-01T10:00:00+0100
Z	10:00:00	11:00:00	1.200	55	2	0	1.8	' 2009-01-01T11:00:00+0100
Z	11:00:00	12:00:00	0.900	169	3.2	0	1.8	' 2009-01-01T12:00:00+0100
Z	12:00:00	13:00:00	2.200	104	3.2	0	1.8	' 2009-01-01T13:00:00+0100
Z	13:00:00	14:00:00	2.000	99	3.2	0	1.8	' 2009-01-01T14:00:00+0100
Z	14:00:00	15:00:00	1.800	79	3.1	0	1.8	' 2009-01-01T15:00:00+0100
Z	15:00:00	16:00:00	1.700	88	2	0	1.8	' 2009-01-01T16:00:00+0100
Z	16:00:00	17:00:00	1.400	56	1	0	1.8	' 2009-01-01T17:00:00+0100
Z	17:00:00	18:00:00	1.400	53	1	0	1.8	' 2009-01-01T18:00:00+0100
Z	18:00:00	19:00:00	1.000	62	1	9006	2.5	' 2009-01-01T19:00:00+0100
Z	19:00:00	20:00:00	1.000	63	1	9006	2.5	' 2009-01-01T20:00:00+0100
Z	20:00:00	21:00:00	1.000	71	1	9007	2.5	' 2009-01-01T21:00:00+0100
Z	21:00:00	22:00:00	1.000	52	1	9005	2.5	' 2009-01-01T22:00:00+0100
Z	22:00:00	23:00:00	1.000	92	1	9009	2.5	' 2009-01-01T23:00:00+0100
Z	23:00:00	1.00:00:00	1.000	105	1	9011	2.5	' 2009-01-02T00:00:00+0100
Z	1.00:00:00	1.01:00:00	1.500	80	1	0	1.8	' 2009-01-02T01:00:00+0100
Z	1.01:00:00	1.02:00:00	0.800	65	1	0	1.8	' 2009-01-02T02:00:00+0100
Z	1.02:00:00	1.03:00:00	0.700	93	1	0	1.8	' 2009-01-02T03:00:00+0100
Z	1.03:00:00	1.04:00:00	1.700	20	1	0	1.8	' 2009-01-02T04:00:00+0100
Z	1.04:00:00	1.05:00:00	1.000	10	1	0	1.8	' 2009-01-02T05:00:00+0100
Z	1.05:00:00	1.06:00:00	0.800	212	1	0	1.8	' 2009-01-02T06:00:00+0100
Z	1.06:00:00	1.07:00:00	0.700	236	1	0	1.8	' 2009-01-02T07:00:00+0100
Z	1.07:00:00	1.08:00:00	0.800	241	1	0	1.8	' 2009-01-02T08:00:00+0100
Z	1.08:00:00	1.09:00:00	1.600	239	1	0	1.8	' 2009-01-02T09:00:00+0100
Z	1.09:00:00	1.10:00:00	1.300	243	1	0	1.8	' 2009-01-02T10:00:00+0100
Z	1.10:00:00	1.11:00:00	1.400	248	2	0	1.8	' 2009-01-02T11:00:00+0100
Z	1.11:00:00	1.12:00:00	1.200	237	3.2	0	1.8	' 2009-01-02T12:00:00+0100
Z	1.12:00:00	1.13:00:00	1.600	260	3.2	0	1.8	' 2009-01-02T13:00:00+0100
Z	1.13:00:00	1.14:00:00	1.800	269	3.2	0	1.8	' 2009-01-02T14:00:00+0100
Z	1.14:00:00	1.15:00:00	1.500	255	3.1	0	1.8	' 2009-01-02T15:00:00+0100
Z	1.15:00:00	1.16:00:00	0.900	257	3.1	0	1.8	' 2009-01-02T16:00:00+0100
Z	1.16:00:00	1.17:00:00	1.700	262	1	0	1.8	' 2009-01-02T17:00:00+0100
Z	1.17:00:00	1.18:00:00	1.100	273	1	0	1.8	' 2009-01-02T18:00:00+0100
Z	1.18:00:00	1.19:00:00	1.000	283	1	9028	2.5	' 2009-01-02T19:00:00+0100
Z	1.19:00:00	1.20:00:00	1.000	257	1	9026	2.5	' 2009-01-02T20:00:00+0100
Z	1.20:00:00	1.21:00:00	0.700	213	2	0	1.8	' 2009-01-02T21:00:00+0100
Z	1.21:00:00	1.22:00:00	0.700	221	1	0	1.8	' 2009-01-02T22:00:00+0100
Z	1.22:00:00	1.23:00:00	2.500	107	3.1	0	1.8	' 2009-01-02T23:00:00+0100
Z	1.23:00:00	2.00:00:00	1.700	88	1	0	1.8	' 2009-01-03T00:00:00+0100
Z	2.00:00:00	2.01:00:00	1.200	101	1	0	1.8	' 2009-01-03T01:00:00+0100
Z	2.01:00:00	2.02:00:00	1.500	72	1	0	1.8	' 2009-01-03T02:00:00+0100

Z 2.02:00:00 2.03:00:00 1.100 54 1 0 1.8 ' 2009-01-03T03:00:00+0100
 Z 2.03:00:00 2.04:00:00 1.200 58 1 0 1.8 ' 2009-01-03T04:00:00+0100
 Z 2.04:00:00 2.05:00:00 1.500 55 1 0 1.8 ' 2009-01-03T05:00:00+0100
 (...)

Rechnungsauswertung

2023-10-17 10:41:34 LOPREP_1.1.10

Auswertung der Ergebnisse für "c:\MH\20890_Ruemmingen_Akt\LASAT\Re8_neu"

DEP: Jahres-/Langzeitmittel der gesamten Deposition
 DRY: Jahres-/Langzeitmittel der trockenen Deposition
 WET: Jahres-/Langzeitmittel der nassen Deposition
 J00: Jahres-/Langzeitmittel der Konzentration/Geruchsstundenhäufigkeit
 Tnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen
 Snn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

Maximalwerte, Geruchsstundenhäufigkeit bei z=1,5 m

ODOR J00 1,000e+02 % (+/- 0,00) bei x= -86 m, y= 2 m (1: 23, 53)
 ODOR_050 J00 1,000e+02 % (+/- 0,00) bei x= -86 m, y= 2 m (1: 23, 53)
 ODOR_100 J00 1,000e+02 % (+/- 0,00) bei x= -38 m, y= 22 m (1: 35, 58)
 ODOR_MOD J00 1,000e+02 % (+/- ?) bei x= -38 m, y= 22 m (1: 35, 58)

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

PUNKT	01	02	03
xp	6	43	59
yp	-109	-52	-16
hp	1,5	1,5	1,5

ODOR J00 8,965e+00 0,10 7,639e+00 0,10 9,091e+00 0,10 %
 ODOR_050 J00 5,214e+00 0,10 4,437e+00 0,10 4,974e+00 0,10 %
 ODOR_100 J00 1,429e+00 0,00 1,075e+00 0,00 9,606e-01 0,00 %
 ODOR_MOD J00 5,447e+00 -- 4,564e+00 -- 5,281e+00 -- %

PUNKT	04	05	06
xp	80	-79	-135
yp	30	-183	-213
hp	1,5	1,5	1,5

ODOR J00 8,188e+00 0,10 2,316e+01 0,10 2,354e+01 0,10 %
 ODOR_050 J00 4,094e+00 0,10 2,083e+01 0,10 2,101e+01 0,10 %
 ODOR_100 J00 7,890e-01 0,00 6,049e+00 0,10 2,035e+00 0,10 %
 ODOR_MOD J00 4,755e+00 -- 1,460e+01 -- 1,281e+01 -- %

PUNKT	07
xp	-153
yp	-231
hp	1,5

ODOR J00 1,947e+01 0,10 %
ODOR_050 J00 1,652e+01 0,10 %
ODOR_100 J00 6,289e-01 0,00 %
ODOR_MOD J00 1,009e+01 -- %

=====

=====

A3 BESCHREIBUNG DES MODELLS LASAT

LASAT (Lagrange Simulation von Aerosol-Transport) ist ein Modell zur Berechnung der Ausbreitung von Spurenstoffen in der Atmosphäre, das in einem Computerprogramm realisiert ist. LASAT ist ein Episodenmodell, d. h. es berechnet den zeitlichen Verlauf der Stoffkonzentration in einem vorgegebenen Rechengebiet.

LASAT ist konform mit der VDI-Richtlinie 3945 Blatt 3 „Partikelmodelle“ (VDI, 2020) und ist Grundlage des Ausbreitungsmodells AUSTAL, des Referenzmodells der TA Luft (2021), das vom Ingenieurbüro Janicke im Auftrag des Umweltbundesamtes erstellt wurde.

Das Ausbreitungsmodell LASAT berechnet die Ausbreitung passiver Spurenstoffe in der unteren Atmosphäre (bis ca. 2 000 m Höhe) im lokalen und regionalen Bereich (bis ca. 150 km Entfernung). Es basiert auf einem Lagrange-Modell (Teilchensimulation), bei dem die Dispersion der Stoffteilchen in der Atmosphäre durch einen Zufallsprozess auf dem Computer simuliert wird. Dies ist — seit der Version 2.00 — ein Markov-Prozess für die Orts- und Geschwindigkeitskomponenten eines Simulationsteilchens, der Zeitschritte bis zum Doppelten der Lagrange-Korrelationszeit zulässt.

Es werden folgende physikalische Vorgänge zeitabhängig simuliert:

- • Transport durch den mittleren Wind,
- • Dispersion in der Atmosphäre,
- • Sedimentation schwerer Aerosole,
- • Deposition am Erdboden (trockene Deposition),
- • Auswaschen der Spurenstoffe durch Regen und nasse Deposition,
- • Chemische Umwandlungen erster Ordnung,

Eine Abgasfahnenüberhöhung wird parametrisch erfasst. Das Gelände kann eben oder gegliedert sein und Gebäude enthalten, deren Umströmung berücksichtigt wird. In ebenem Gelände werden die zeitabhängigen meteorologischen Größen durch ein ebenes Grenzschichtmodell beschrieben. Dieses greift auf einfache Parameter zur Charakterisierung der Wettersituation zurück, wie z. B. eine Klassierung nach TA Luft, oder es wird direkt über die Monin-Obukhov-Länge und die Mischungsschichthöhe parametrisiert. Darüber hinaus können aber auch Vertikalprofile, wie sie von SODAR-Geräten zur Verfügung gestellt werden, oder Messreihen eines Ultraschall-Anemometers verarbeitet werden.

Für komplexes Gelände ist im meteorologischen Präprozessor ein diagnostisches Windfeldmodell integriert, das für indifferente und stabile Schichtung einsetzbar ist. Das diagnostische Windfeldmodell kann auch die Umströmung von Gebäuden berechnen und dabei die im Lee auftretende Rezirkulation und die erhöhte Turbulenz modellieren. Gebäude dürfen auch in gegliedertem Gelände stehen. Dreidimensionale Wind- und Turbulenzfelder können auch explizit vorgegeben werden. Die Struktur der hierfür benötigten Datendateien ist voll dokumentiert.

Es können beliebig viele Emissionsquellen als Punkt-, Linien-, Flächen-, Raster- oder Volumenquellen definiert werden. Die meisten Parameter der Ausbreitungsrechnung - insbesondere die Quellstärken bzgl. der einzelnen Stoffkomponenten, Quellorte, Umwandlungsraten, Depositionsgeschwindigkeiten - können als Zeitreihe vorgegeben werden.

Es wird die über fortlaufende Zeitintervalle gemittelte dreidimensionale Konzentrationsverteilung der emittierten Spurenstoffe und die Stoffstromdichte ihrer Deposition am Erdboden berechnet. Die Größe des Mittelungsintervalles ist vorgebar.

Die horizontale räumliche Auflösung beträgt typischerweise 1 bis 3 % des gesamten Rechengebietes. Für den bei Teilchensimulationen immer auftretenden Stichprobenfehler (er kann durch Erhöhung der Teilchenzahl beliebig verringert werden) wird während der Ausbreitungsrechnung ein Schätzwert berechnet. Diese Schätzung ermöglicht es dem Programm, die Fluktuationen in der berechneten Konzentrationsverteilung ohne systematische Verfälschung zu glätten. Neben der vollen dreidimensionalen Verteilung wird für vorgebbare Monitorpunkte die Zeitreihe von Konzentration und Deposition ausgerechnet.

A4 BESCHREIBUNG DES KALTLUFTABFLUSSMODELLS KALM

A6.1 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.

A6.2 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.

A6.3 Eingabedaten und Rechengrößen des Modells

Vorausgesetzt wird die für Kaltluftabflüsse optimale Situation, d. h. eine klare und windstille Nacht. Das Modell berechnet die zeitliche Entwicklung der Kaltluftströmung, ausgehend vom Ruhezustand (keine Strömung) bei gegebener zeitlich konstanter Kaltluftproduktionsrate. Diese, ebenso wie die Reibungskoeffizienten, werden über die Art der Landnutzung gesteuert. Es werden 8 Landnutzungsklassen berücksichtigt: dichte Bebauung, lockere Bebauung, gewerbliche Nutzungen, Wald, Freiland, Wasser, Gleisanlagen und Verkehrsflächen (Straßen, Parkplätze). Für die Kaltluftproduktionsraten, Reibungskoeffizienten und Nullpunktverschiebungen sind Standardwerte vorgesehen. 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 15 m und 200 m.

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

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

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

Im vorliegenden Projekt wurde auf der Grundlage von digitalen Daten der Geländehöhen und dem CORINE-Landnutzungskataster ein digitales Geländemodell mit Landnutzung erstellt. Damit wurden Kaltluftsimulationsrechnungen mit dem Kaltluftabflussmodell KALM durchgeführt. Das Untersuchungsgebiet bzw. Rechengebiet umfasst ein Rechteck, in dem das Plangebiet enthalten ist. Damit die Modellierung der Kaltluftströmungen die örtlichen Verhältnisse zufriedenstellend berücksichtigen kann, wird die Modellierung für ein Gebiet von ca. 12 420 km² durchgeführt. Das Gebiet erstreckt sich in westöstlicher Richtung ca. 138 km und in nordsüdlicher Richtung ca. 90 km. Dieses Gebiet wurde mit einem Raster der Maschenweite von 32 m x 32 m berücksichtigt. Zur Verwendung der so berechneten Kaltluftwindfelder

als explizite Kaltluftwindfelder in der Ausbreitungsrechnung wurden diese auf das Rechengitter von LASAT (vgl. Abschnitt 6.2) interpoliert und die Gebäude mit LPRwnd integriert.