Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

Immissionsschutz, Klima, Aerodynamik, Umweltsoftware

An der Roßweid 3, D - 76229 Karlsruhe

Telefon: +49 (0) 721 / 6 25 10 - 0
Telefax: +49 (0) 721 / 6 25 10 30
E-Mail: info.ka@lohmeyer.de
URL: www.lohmeyer.de

Büroleiter: Dr.-Ing. Wolfgang Bächlin

bekanntgegebene Stelle nach § 29b BImSchG für den Aufgabenbereich O - Gerüche

GERUCHSIMMISSIONSPROGNOSE

FÜR DIE ERWEITERUNG UND VERLAGERUNG DER PFERDEHALTUNG LUDÄSCHER IN RÜMMINGEN AKTUALISIERTE FASSUNG JANUAR 2019

Auftraggeber: Gemeinde Rümmingen
Lörracher Straße 9
79595 Rümmingen

Dipl.-Geoökol. C. Sörgel
Dipl.-Geoökol. H. Lauerbach
Dr.-Ing. W. Bächlin

Januar 2019
Projekt 63460-17-04
Berichtsumfang 48 Seiten

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN 1

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 15

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 30
6.2.3 Mindestanforderungen an ein Windfeldmodell 31
6.3 Rechenparameter 31
6.3.1 Anemometerposition und Anemometerhöhe 31
6.3.2 Statistische Sicherheit 31

7 ERGEBNISSE 32

8 LITERATUR 35

A1 MATERIALIEN UND UNTERLAGEN 38

A2 EINGANGS- UND LOGDATEIEN DES RECHENLAUFS 39

A3 BESCHREIBUNG DES MODELLS LASAT 44

A4 BESCHREIBUNG DES KALTLUFTABFLUSSMODELLS KALM 46

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung des Ingenieurbüros Lohmeyer GmbH & Co. KG 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 der Geruchsimmissions-Richtlinie (GIRL) 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/(m^2 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 m^3 Luft, abgekürzt GE/m^3.

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/m^3) überschritten wird. Aufgrund dieses Schwellenwertprinzips liegt ein

nichtlinearer Zusammenhang zwischen Geruchsemission und Häufigkeit der Geruchsstunden vor.

Geruchsstunde

Eine Geruchsstunde liegt nach Geruchsimmissions-Richtlinie (GIRL) 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 der Geruchsimmissions-Richtlinie (GIRL). Diese 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.

Vorbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung

Als Vorbelastung werden die Immissionen bezeichnet, die bereits ohne die Emissionen des betrachteten Betriebs an den Untersuchungspunkten vorliegen. Die Zusatzbelastung ist diejenige Immission, die ausschließlich durch die betrachtete Anlage hervorgerufen wird. 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 79 Großpferde zu erweitern.

Im Rahmen der Aufstellung des projektbezogenen Bebauungsplans „Mattental“ mit dem Sondergebiet Reiterhof ist eine Immissionsprognose für Geruch zu erstellen.

Das Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe, wurde am 13.07.2017 beauftragt, im Rahmen der Aufstellung des Bebauungsplans ein Fachgutachten für die durch den Reiterhof Ludäscher im Planzustand zu erwartenden Emissionen und Immissionen gemäß Geruchsimmissions-Richtlinie (LAI, 2008) zu erarbeiten. Aufgrund von Änderungen in der Planung innerhalb des Sondergebietes wurde das bestehende Gutachten vom Dezember 2017 (Lohmeyer, 2017) im Januar 2019 an die aktuelle Planung angepasst.

2 VORGEHENSWEISE

Es wurde 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. Konventionswerten 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 Zusatzbelastung an Geruch durch den Reiterhof Ludäscher im Planzustand mittels des Ausbreitungsmodells LASAT im AUSTAL2000-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 3 der TA Luft (2002) berücksichtigt. Da keine weiteren relevanten Geruchsquellen im Umfeld vorhanden sind, stellt die Zusatzbelastung an Geruch durch den Reiterhof Ludäscher die Gesamtbelastung dar.

Die Bewertung der berechneten Geruchsimmissionen erfolgte nach Geruchsimmissions-Richtlinie (LAI, 2008). Hierbei wurden die derzeit aktuellen Vorgaben des Umweltministeriums Baden-Württemberg bezüglich Belästigungsgrad und gesonderter Bewertung von Tierhaltungsanlagen berücksichtigt (vgl. UM, 2007, UM, 2008 und UM, 2017).

3 BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN

Belästigungen durch Gerüche stellen nach § 3 Abs. 1 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG, 2017) 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 im allgemeinen Immissionswerte als Häufigkeit der Jahresstunden mit Geruchswahrnehmungen festgelegt. Die Immissionswerte, ab denen bei Gerüchen von einer erheblichen Belästigung gesprochen werden kann, sind bundesweit noch nicht allgemein verbindlich festgelegt.

Der Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) hat 2008 die aktualisierte Fassung der Geruchsimmissions-Richtlinie zur Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen (GIRL) verabschiedet. In Baden-Württemberg wird die GIRL als Erkenntnisgrundlage angewandt (Erlass des UM, 2008).

Mit Schreiben vom 18.06.2007 hat das Umweltministerium Baden-Württemberg die Bewertung von Gerüchen aus Tierhaltungsanlagen novelliert (UM, 2007). Die in diesem Erlass beschriebene Vorgehensweise und die von der novellierten GIRL (LAI, 2008) teilweise abweichenden tierartspezifischen Gewichtungsfaktoren sind in Baden-Württemberg weiterhin anzuwenden (vgl. UM, 2008). Diese Festlegungen wurden in UM (2017) bestätigt und um zusätzliche tierartspezifische Gewichtungsfaktoren für Mastbullen und Pferde ergänzt.

Die Geruchsimmissions-Richtlinie bezieht sich vorwiegend auf anlagenspezifische Gerüche. In dieser Richtlinie 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 Geruchsimmission 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 folgende Werte (Immissionswerte) überschreitet:

Wohn-/Mischgebiete	Gewerbe-/Industriegebiete	Dorfgebiete
0.10 (10 %)	0.15 (15 %)	0.15 (15 %) *

* Der Immissionswert für Dorfgebiete gilt nur für von Tierhaltungsanlagen verursachte Geruchsimmissionen.

Sonstige Gebiete, in denen sich Personen nicht nur vorübergehend aufhalten, sind nach den entsprechenden Grundsätzen des Planungsrechts zuzuordnen.

Untersuchungen zur Bewertung von Geruchsbelästigungen durch Tierhaltungsanlagen (u.a. GIRL-Projekt BW, 2005) zeigen, dass der Zusammenhang zwischen Geruchsbelastung und erheblicher Belästigung für Gerüche aus der Tierhaltung je nach Tierart zum Teil anders ausfallen kann als für industrielle Gerüche, für die die GIRL ursprünglich entwickelt wurde. Bei der Bewertung der Geruchshäufigkeiten können daher für die verschiedenen Tierarten die in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellten, differenzierten Gewichtungsfaktoren angesetzt werden (UM, 2007 und UM, 2017). Für alle nicht explizit mit Gewichtungsfaktoren versehenen Geruchsqualitäten gilt der Faktor 1.

Tierart	Gewichtungsfaktor
Mastgeflügel (Puten, Enten, Masthähnchen)	1.5
Legehennen	1.0
Mastschweine, Sauen	0.6
Pferde (nur Tierhaltung, nicht das Festmistlager), Mastbullen	0.5
Milchkühe mit Jungtieren (einschl. Mastbullen und Kälbermast, sofern diese zur Geruchsbelastung nur unwesentlich beitragen)	0.4

Dies bedeutet, dass die berechneten Geruchshäufigkeiten aus der jeweiligen Tierhaltung mit dem tierartspezifischen Faktor multipliziert und dann die auf diese Weise gewichtete Geruchsimmissionsbelastung mit den Beurteilungswerten verglichen wird.

Eine Geruchsstunde liegt nach Geruchsimmissions-Richtlinie vor, wenn es in mindestens 6 Minuten einer Stunde zu Geruchswahrnehmungen kommt. Das heißt, dass bei der Be-

rechnung der Gesamthäufigkeit der Geruchsstunden auch Stunden voll zählen, innerhalb deren es nur in 6 Minuten zu Geruchswahrnehmungen kommt.

In der Geruchsimmissions-Richtlinie wird in Nr. 3.3 „Erheblichkeit der Immissionsbeiträge“ ausgeführt:

„Die Genehmigung für eine Anlage soll auch bei Überschreitung der Immissionswerte der GIRL nicht wegen der Geruchsimmissionen versagt werden, wenn der von der zu beurteilenden Anlage in ihrer Gesamtheit zu erwartende Immissionsbeitrag (Kenngröße der zu erwartenden Zusatzbelastung nach Nr. 4.5) auf keiner Beurteilungsfläche, auf der sich Personen nicht nur vorübergehend aufhalten (vgl. Nr. 3.1), den Wert 0.02 überschreitet. Bei Einhaltung dieses Wertes ist davon auszugehen, dass die Anlage die belästigende Wirkung der vorhandenen Belastung nicht relevant erhöht (Irrelevanz der zu erwartenden Zusatzbelastung - 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).

In den Ergänzungen zur Geruchsimmissions-Richtlinie wird bezüglich der Anforderungen an nicht immissionsschutzrechtlich zu genehmigende Anlagen festgelegt, dass die Anwendung der GIRL bezüglich dieser Anlagen „eine Kann-Bestimmung“ ist. Es sind die „nach dem Stand der Technik gegebenen Möglichkeiten zur Vermeidung schädlicher Umwelteinwirkungen“ anzuwenden, hierbei ist auf die Verhältnismäßigkeit der Maßnahmen zu achten.

Gemäß den Ergänzungen zur Geruchsimmissions-Richtlinie gelten die oben genannten Immissionswerte „im landwirtschaftlichen Bereich in erster Linie für immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Anlagen. Bei der Anwendung bei nicht genehmigungsbedürftigen landwirtschaftlichen Anlagen ist in jedem Fall eine Einzelfallprüfung erforderlich, da z.B. aufgrund der Ortsüblichkeit ggf. höhere Geruchsimmissionen toleriert werden könnten. In diesen Fällen können die Immissionswerte als Zielwerte in bestehenden Konfliktfällen herangezogen werden. Auch die Festlegung von Zwischenwerten ist denkbar. Für den Fall, dass ein Wohngebiet direkt an den Außenbereich angrenzt, sollte der festgelegte Zwischenwert den Immissionswert für Dorfgebiete nicht überschreiten.“

4 EINGANGSDATEN

4.1 Örtliche Verhältnisse

Nachfolgend werden der Anlagenstandort und seine Umgebung bezüglich der topografischen Situation und bezüglich der herrschenden Landnutzung 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.

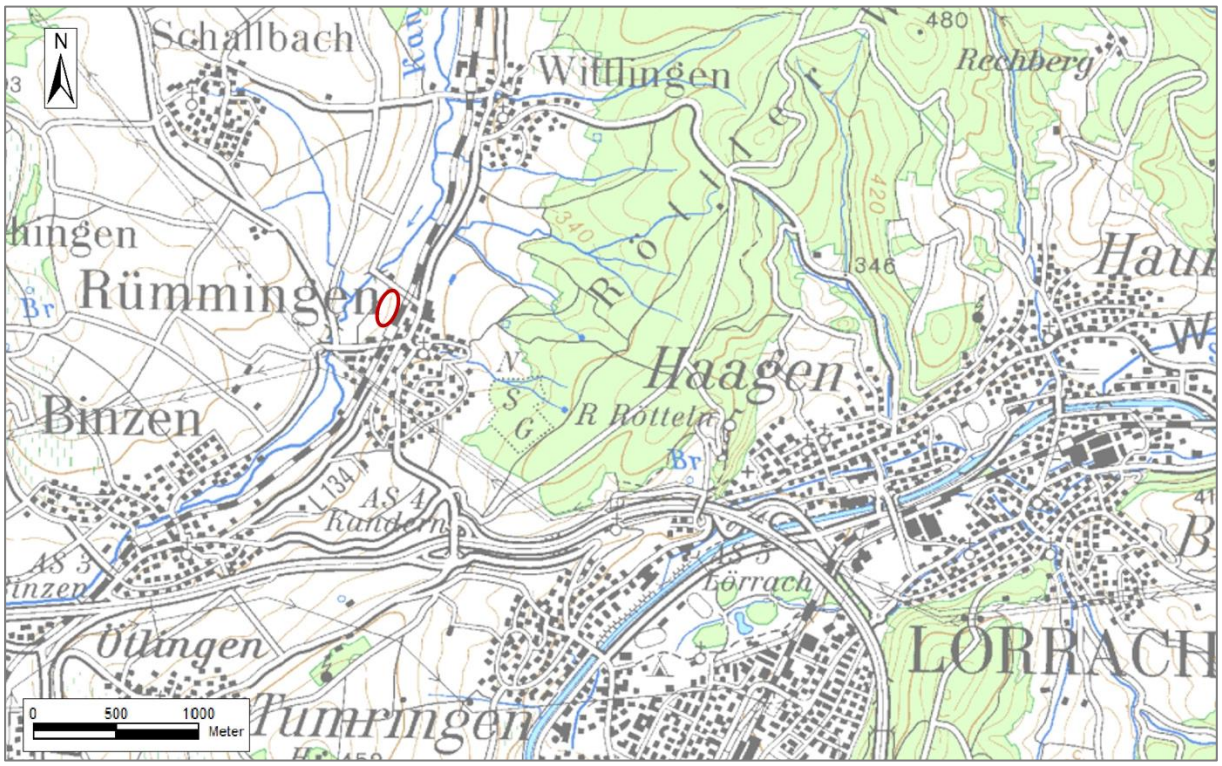

Abb. 4.1: Topografische Karte für den geplanten Standort (rotes Oval) und seine Umgebung. Grundlage: Daten aus dem Umweltinformationssystem (UIS) der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)

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 NN 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.

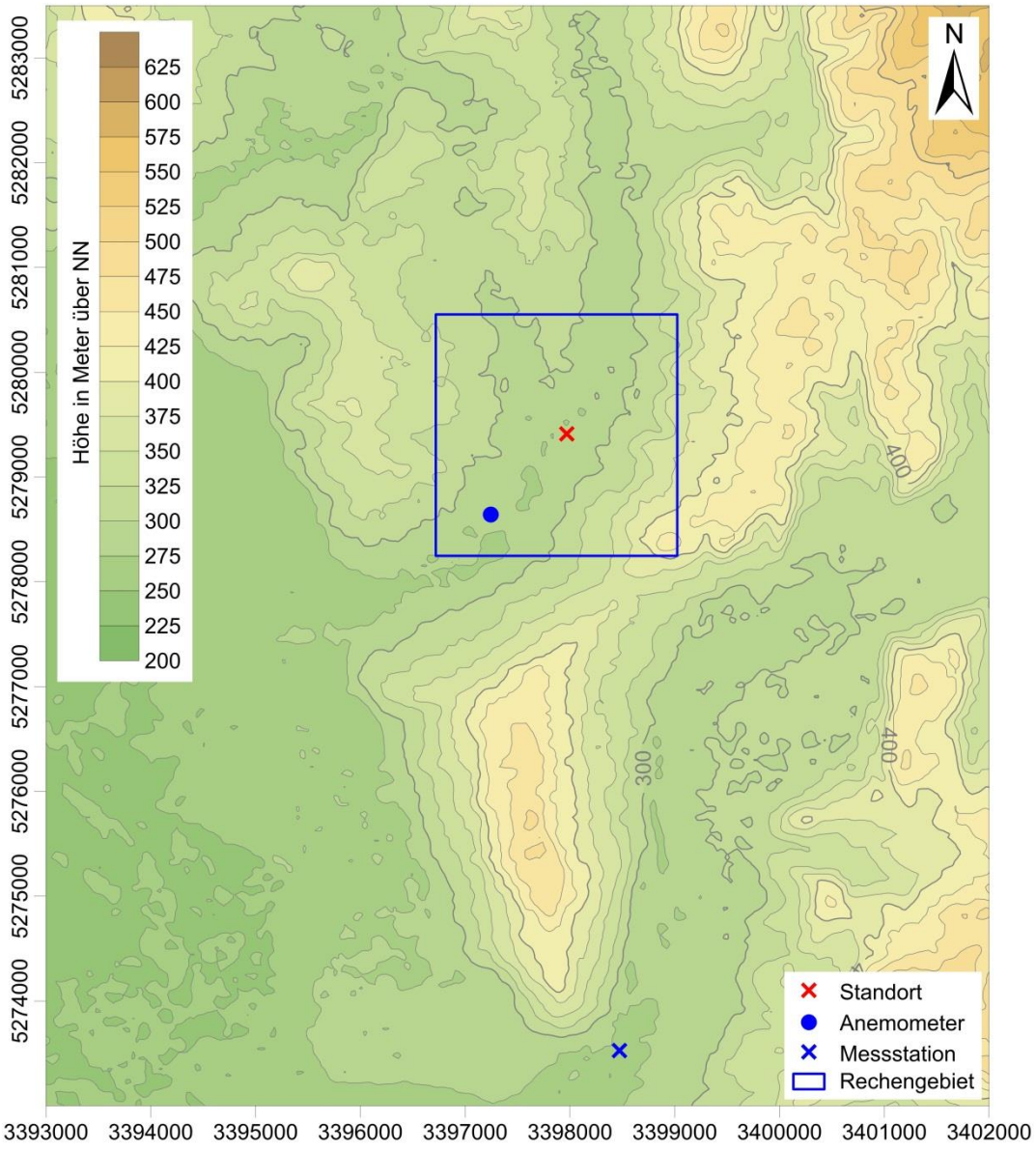

Abb. 4.2: Relief in der Umgebung des Standorts. Datengrundlage: ASTER GDEM – Produkt von METI und NASA (ASTER GDEM is a product of METI and NASA, PI Name: U.S./Japan ASTER Science Team, DOI: 10.5067/ASTER/ASTGTM.002)

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 (2002) 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 Geruchsimmissions-Richtlinie (LAI, 2008) 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 Rümmingen 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.

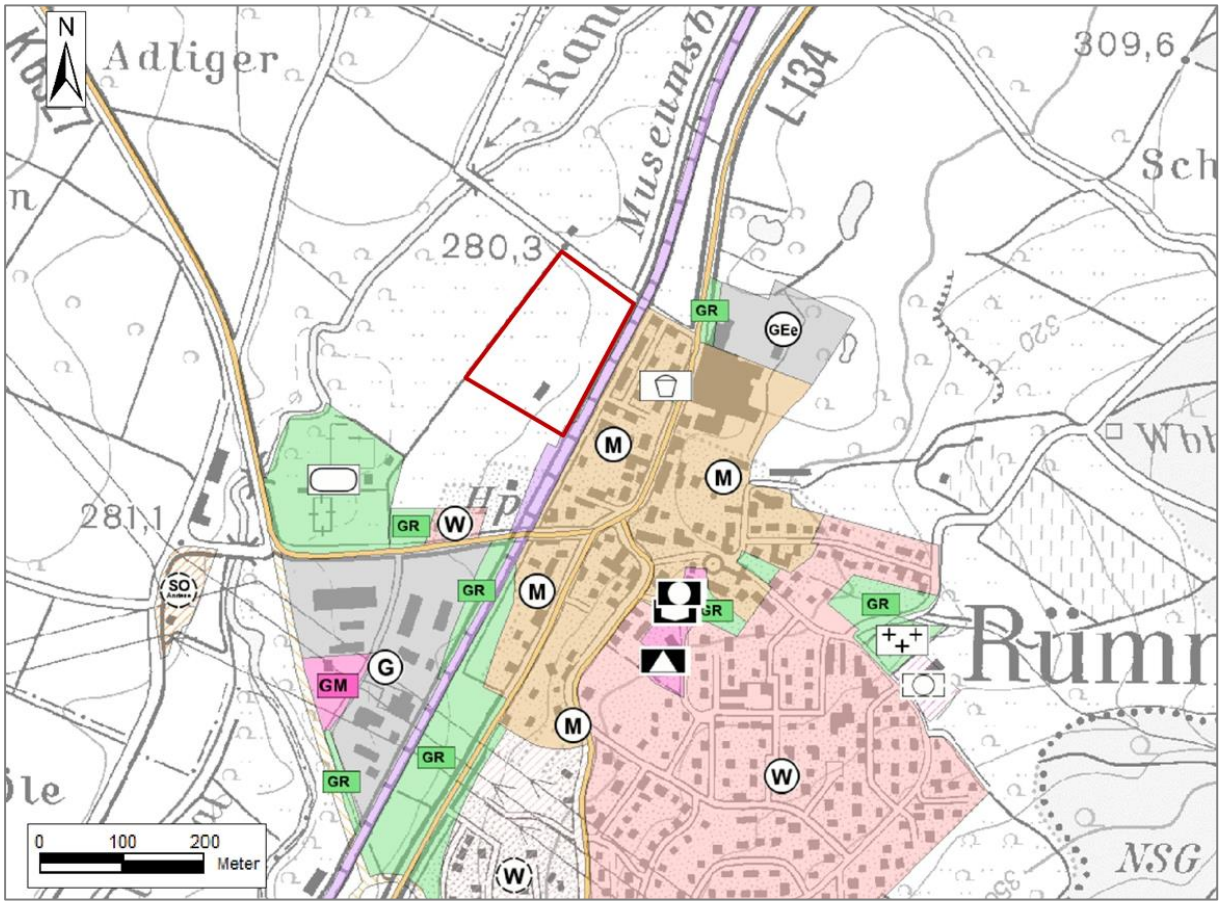

Abb. 4.3: Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan der Gemeinde Rümmingen, ergänzt um den geplanten Standort des Reiterhofs (roter Umriss) © Daten aus dem Geoportal Raumordnung Baden-Württemberg, Stand 28.06.2017

4.1.4 Erkenntnisse aus dem Ortstermin

Am 14.09.2017 wurde 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 geplante Reiterhof und der Ortsrand von Rümmingen mit Blick aus nordwestlicher Richtung zu sehen.

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

Abb. 4.4: Geplanter Standort des Reiterhofs und Ortsrand von Rümmingen, Blick aus nordwestlicher 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.

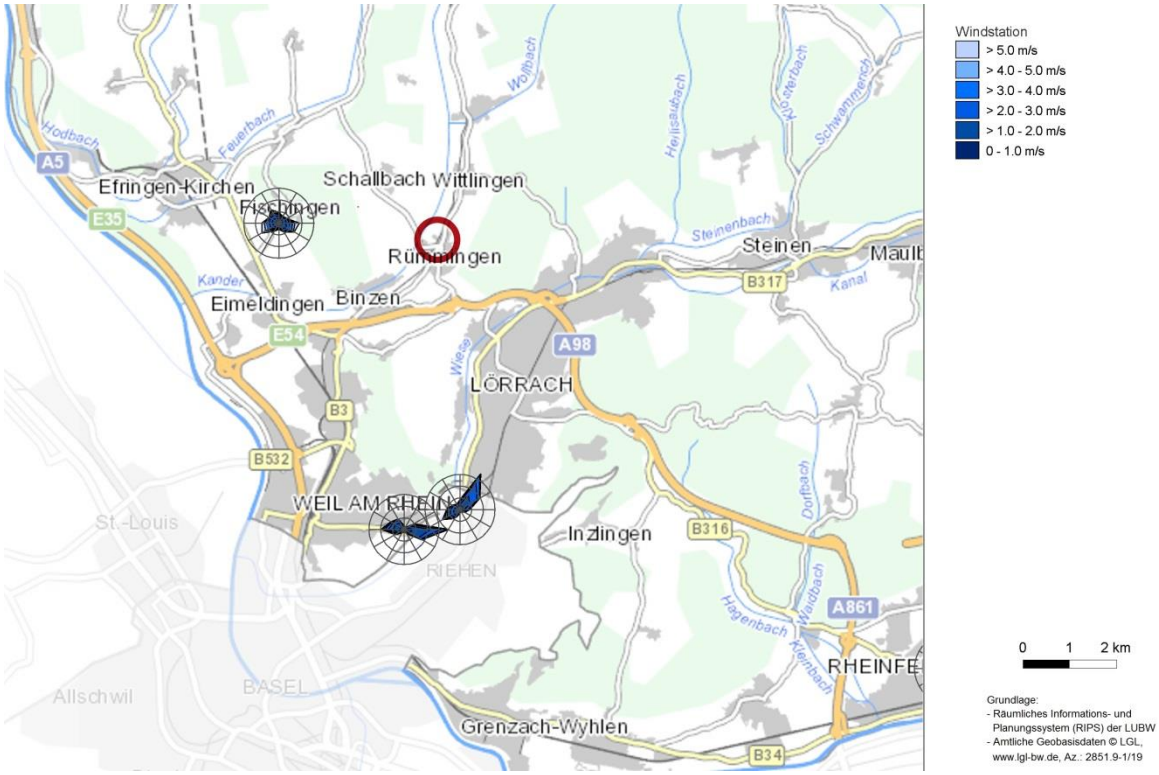

Abb. 4.5: Gemessene Winddaten in der Umgebung des Standorts (roter Kreis), Quelle: Daten aus dem UIS der LUBW

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 Talkanalisierung, 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 Seitentäler 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).

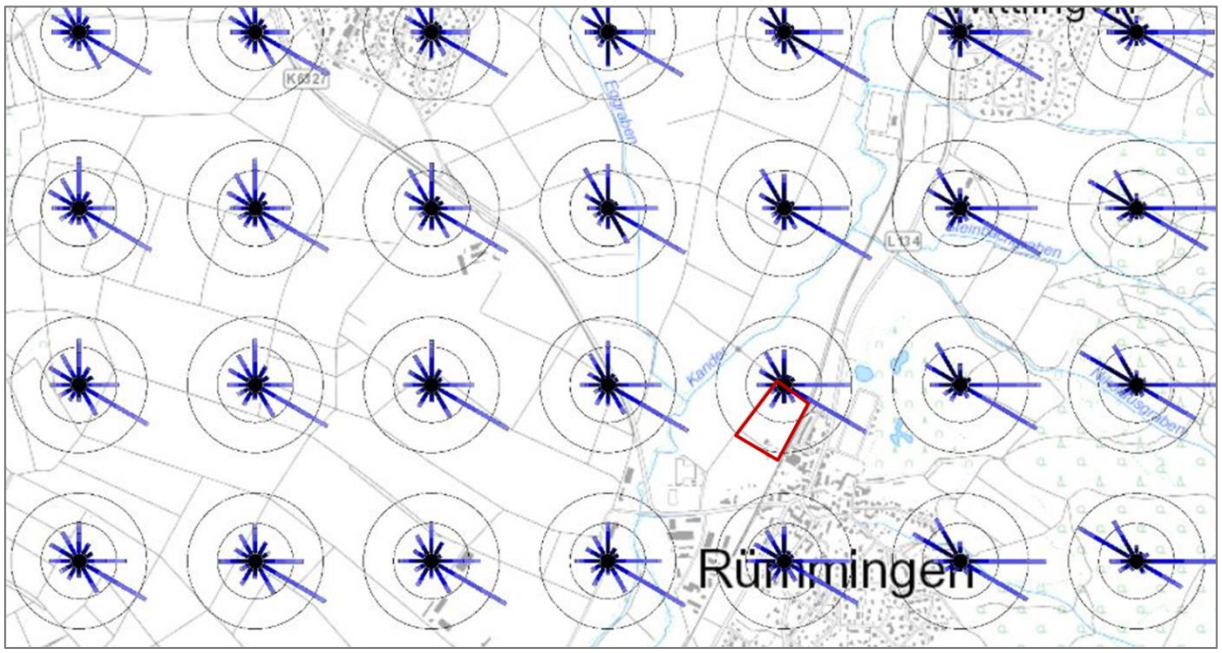

Abb. 4.6: Synthetische Ausbreitungsklassenzeitreihen in der Umgebung des geplanten Standorts des Reiterhofs, ergänzt um den Anlagenstandort (roter Umriss). Kartengrundlage: Daten aus dem UIS der LUBW

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

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 Südwesten 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.

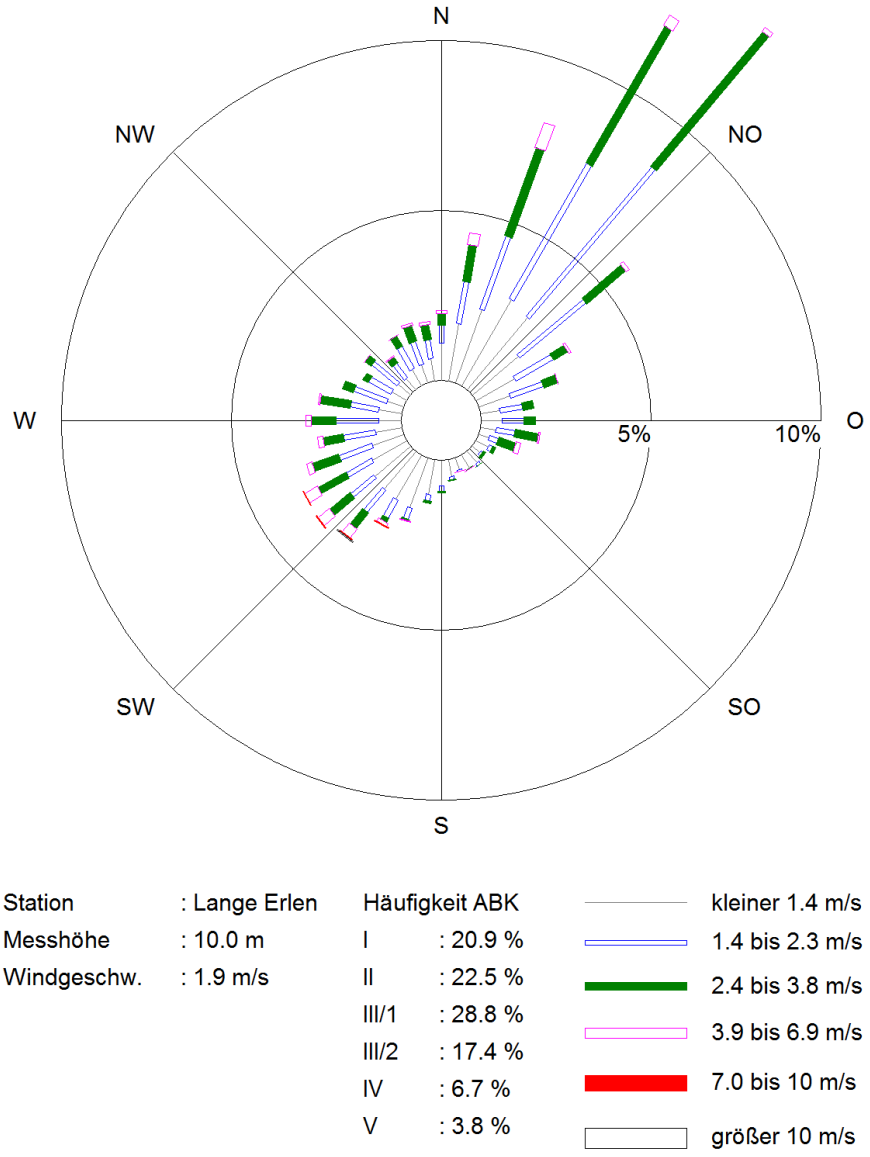

Abb. 4.7: Gemessene Windstatistik mit Ausbreitungsklassenverteilung (ABK) für die Station Lange Erlen im Jahr 2009

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 auf-

grund 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.

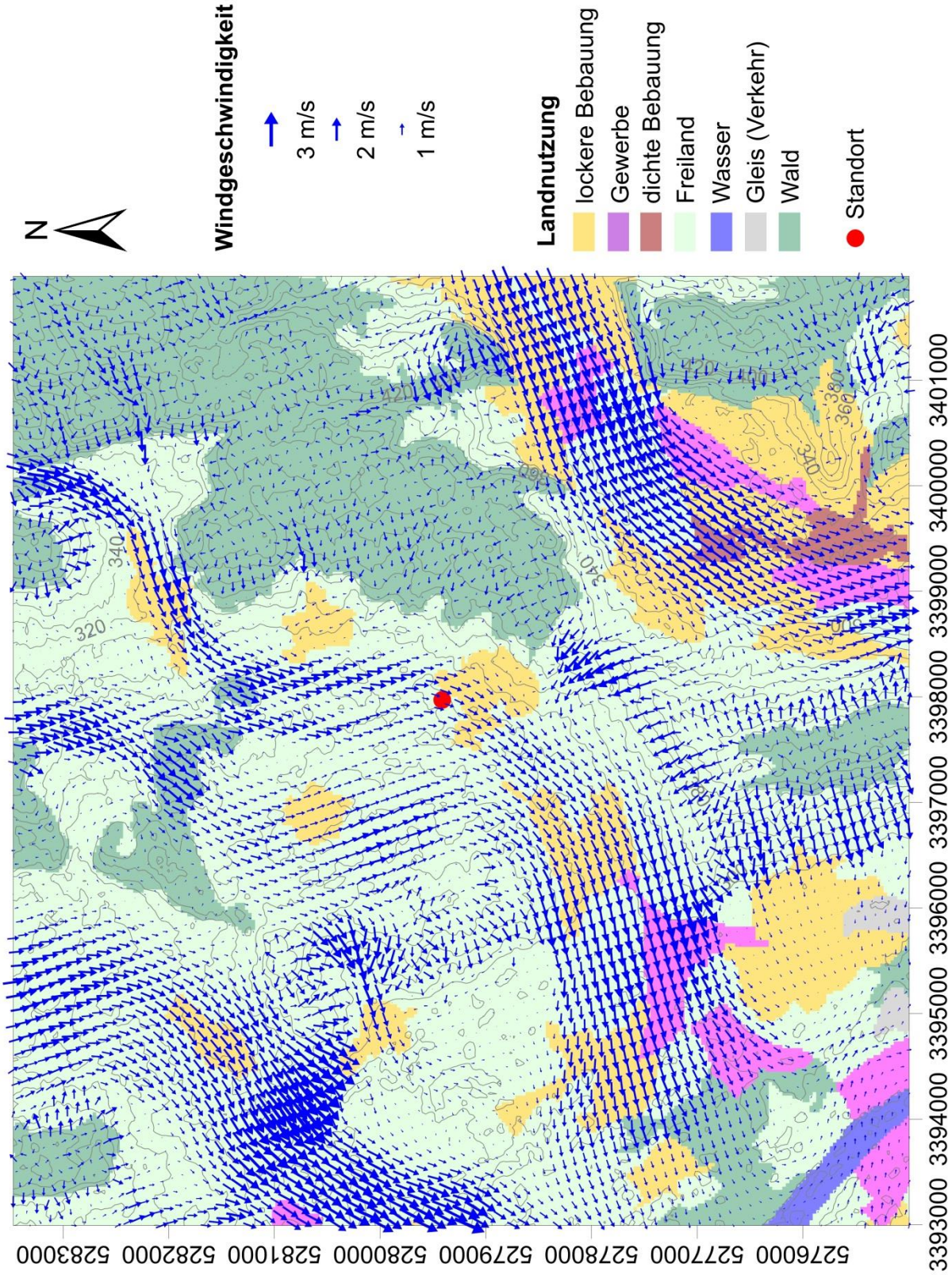

Abb. 4.8: Strömungsgeschwindigkeit bei ausgeprägter Kaltluftbildung in der Umgebung des geplanten Reiterhofs (rot markiert)

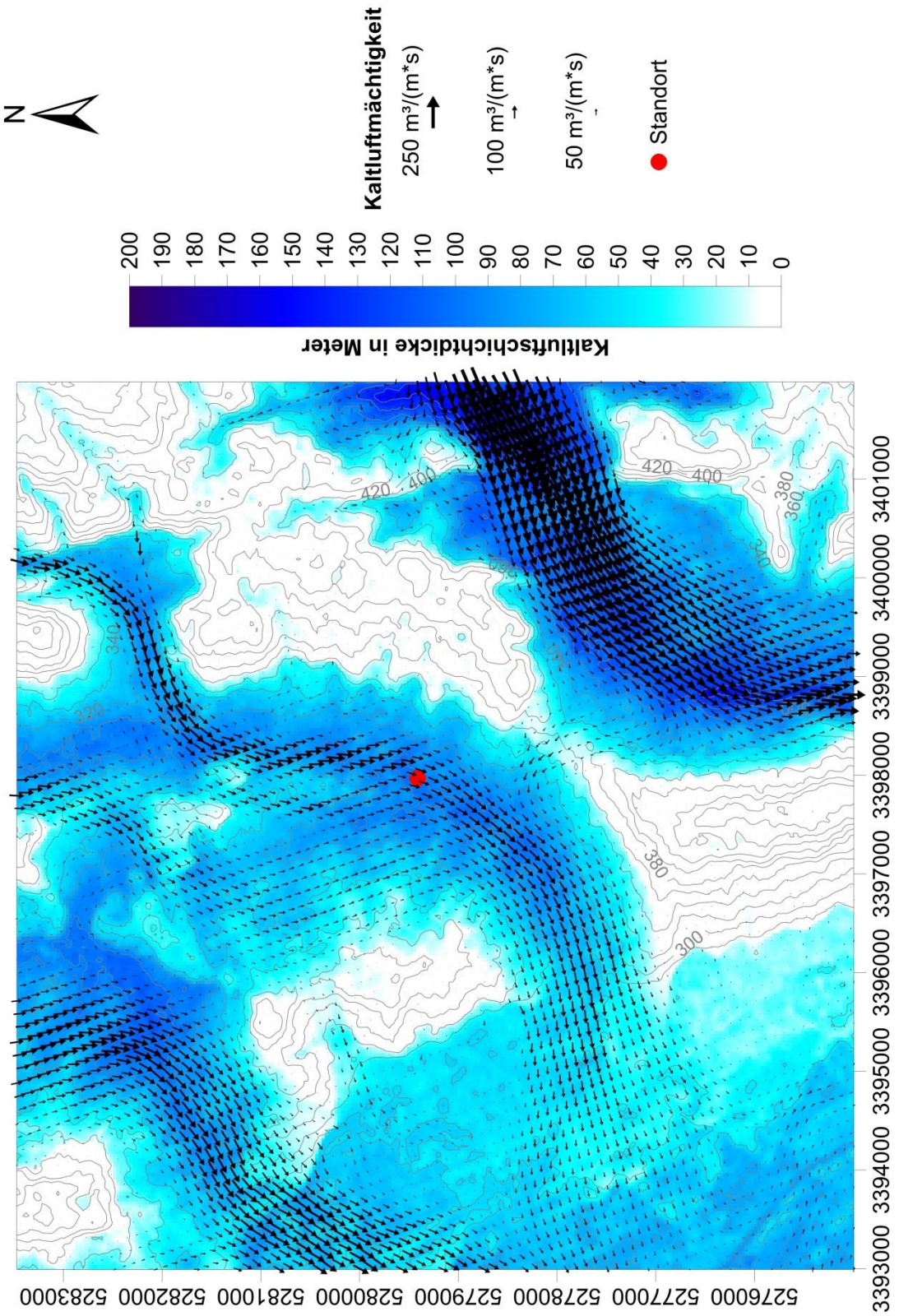

Abb. 4.9: Volumenstromdichte und Schichtdicke bei ausgeprägter Kaltluftbildung in der Umgebung des geplanten Reiterhofs (rot markiert)

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. 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 Offenstallgebäude abgeschlossen. Die hier dargestellten Gebäude sind der Endausbau mit maximal 79 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 und es ist geplant, stattdessen zwei Mehrfamilienwohnhäuser zu errichten.

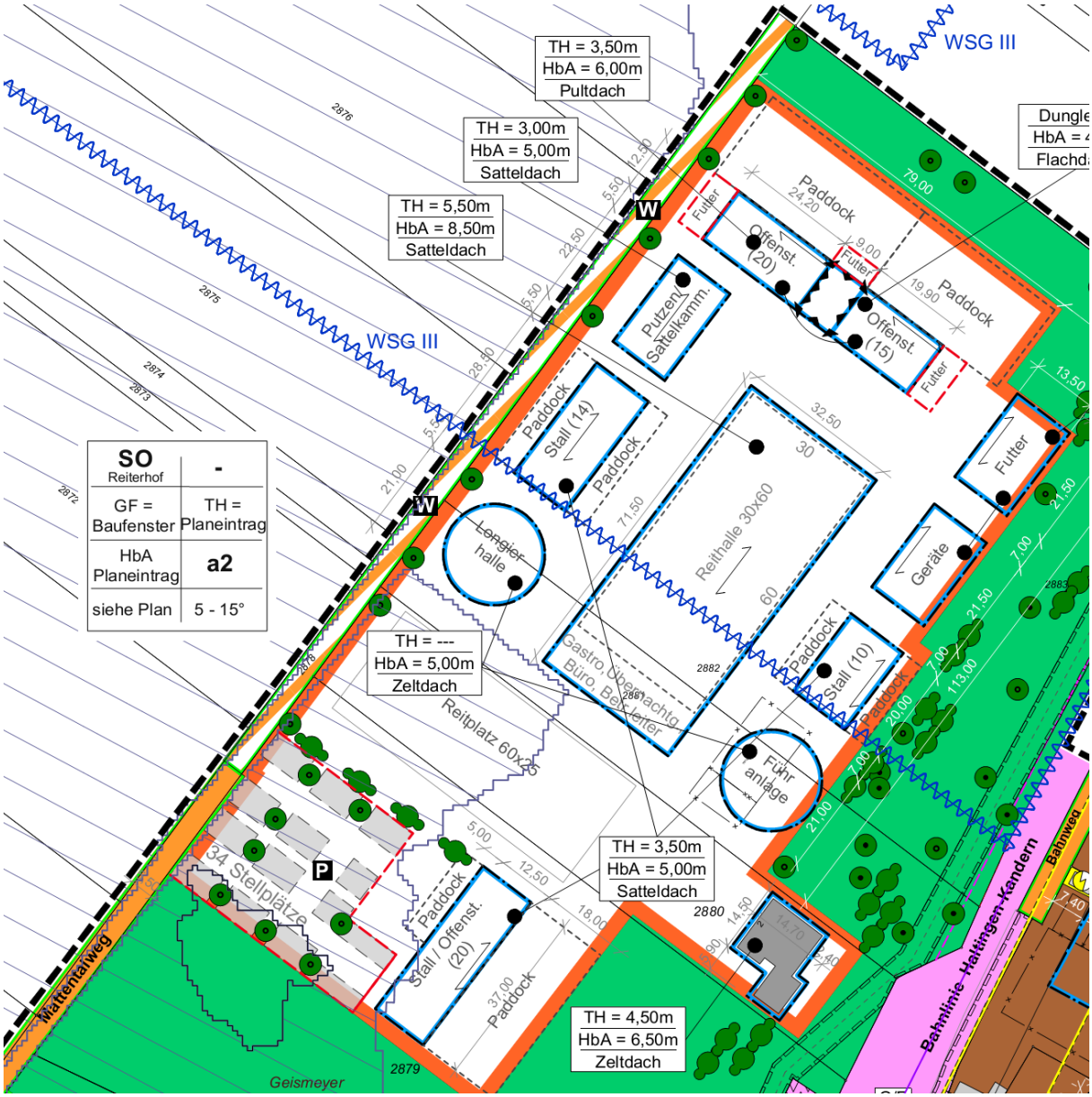

Abb. 4.10: Betriebsgelände der geplanten Anlage (Auszug aus dem Entwurf des Bebauungsplans: Stand 04.01.2019)

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, Offenstall	20
Summe		**79**

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, 2011). Sollten stattdessen Ponys gehalten werden, nimmt die Anzahl an Tieren zu, es werden nach Aussage des Vorhabenträgers die maximal betrachteten 86.9 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, 3 und 5) 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 Kraftfutter 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 ca. 140 m^2. Die Lagerhöhe des Mists beträgt ca. 2.5 m.

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.

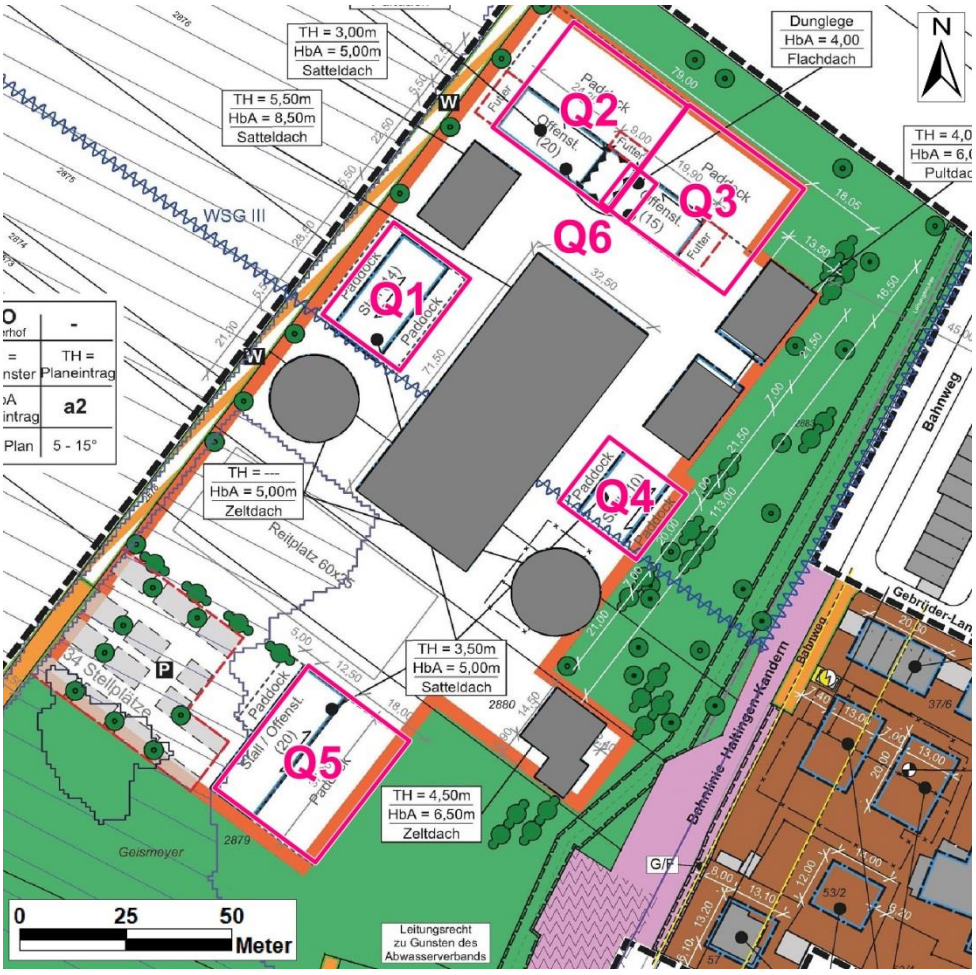

Abb. 5.1: Quellenplan des Reiterhofs im Planzustand: Q1 bis Q5: Pferdeställe mit Paddocks bzw. mit Auslaufbereichen, Q6: Festmistlager, in grau: die im Modell berücksichtigten Gebäude

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.

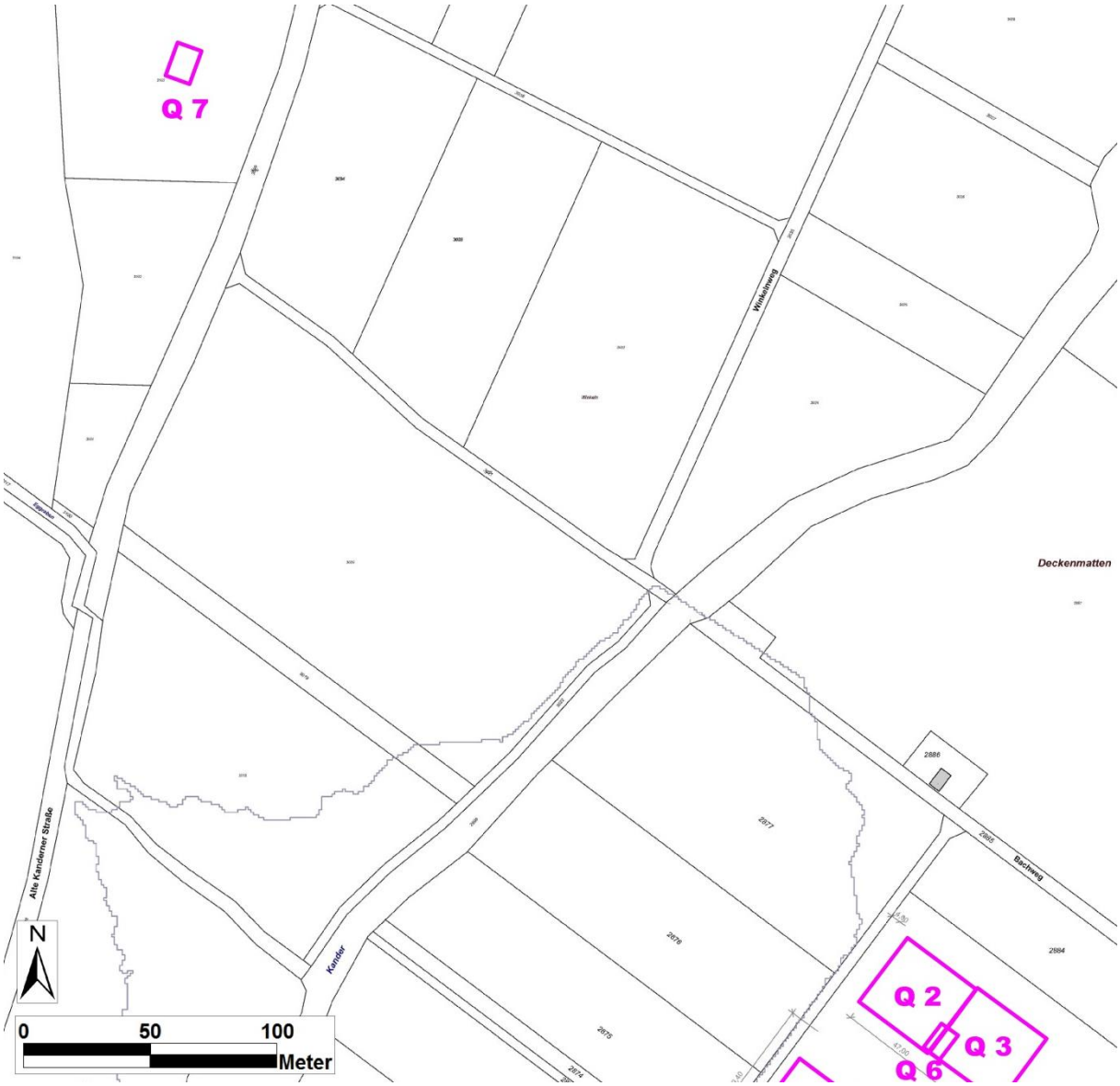

Abb. 5.2: Quellenplan mit der nordwestlich gelegenen, zweiten Mistlege (Q7), im rechten unteren Eck: die nördlichen Quellen auf dem geplanten Reiterhof

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 Tierlebendmassen (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 (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	Offenstall 5	Pferde	20	1.1	22

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 (2011) mit 10 GE/(s GV) angesetzt. Gemäß Konvention in MLUL (2015) 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	Offenstall 5 inklusive Auslauf	22	10 x 1.3	**290**

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

Als emissionsrelevante Nebenanlage bestehen die beiden dreiseitig umwandeten Festmistlager für Pferdemist. Die Größe je Festmistlager wird mit einer durchschnittlichen, emittierenden Grundfläche von 140 m^2 angesetzt. Mit dem Emissionsfaktor von 3 GE/(s m^2) für Festmist (Rinder, Schweine, Masthühner, Enten, Puten, Pferde) nach MLUL (2015) und dem Minderungsfaktor von einem Drittel für dreiseitig umwandete Festmistlager (GIRL-Projekt BW, 2005) ergibt sich eine gerundete Emission von je 280 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, 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)	29m x 23m x 3m	32m x 31m x 3m	32m x 38m x 3m	28m x 23m x 3m	37m x 30m x 3m	10m x 14m x 2.5m	10m x 14m x 2.5m
Drehung der Quelle bzgl. der Nordrichtung in Grad	53	52	53	53	53	143	340
Geruch in GE/s	150	290	220	110	290	280	280

Tab. 5.3: Zusammenstellung der emissionsseitigen Eingangsdaten für die Berechnung der Zusatzbelastung 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 AUSTAL2000 stellt eine vom Umweltbundesamt bereitgestellte Umsetzung der Ausbreitungsmodellierung nach TA Luft (2002), Anhang 3 dar. Das Modell LASAT ermöglicht, im Gegensatz zu AUSTAL2000, 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 3.3.48 (http://www.janicke.de). Eine allgemeine Beschreibung von LASAT erfolgt in Anhang A3.

Es erfolgte eine Ausbreitungsrechnung für die Belastung 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 das Festmistlager) berücksichtigt (vgl. UM, 2017).

6.1 Rechengebiet

6.1.1 Ausdehnung und räumliche Auflösung

Das Rechengebiet wurde entsprechend den Vorgaben der TA Luft (2002) 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 AUSTAL2000 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 Monin-Obukov-Länge (vgl. Tabelle 17, Anhang 3, TA Luft, 2002) ein.

Die mittlere Rauigkeitslänge wird in Tabelle 14, Anhang 3, der TA Luft (2002) in Abhängigkeit von Landnutzungsklassen neun Klassenwerten für z_0 von 0.01 m (für beispielsweise Wasser-

flächen) bis 2 m (durchgängig städtische Prägung) zugeordnet. Diese Landnutzungsklassen können flächenhaft dem CORINE-Kataster entnommen werden.

Bei inhomogenen Landnutzungsverhältnissen am Standort ist der Einfluss des verwendeten Wertes der Rauigkeitslänge auf die berechneten Immissionsbeiträge nach TA Luft (2002) zu prüfen. Gemäß VDI (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 (2002) 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 (2010) ggf. 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 (2002) genannte maximale Steigung von 1:5 (0.2 m/m), die zur Verwendung des diagnostischen Windfeldmodells von AUSTAL2000 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 (2010) mit dem diagnostischen Windfeldmodell von LASAT erstellt.

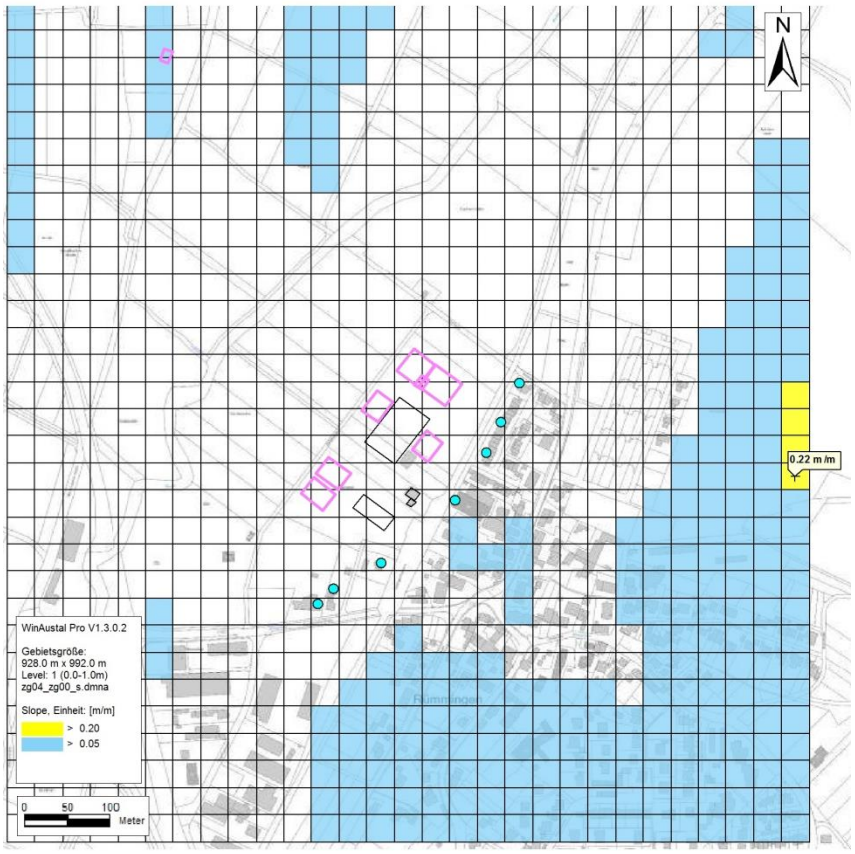

Abb. 6.1: Geländesteigungen im vierten Rechengitter

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 Programmsystem LASAT und unter Einbindung der externen Kaltluftwindfelder. Das auf alle Windfelder angewandte Windfeldmodell LPRwnd erfüllt die in VDI (2010) aufgestellten Mindestanforderungen an ein Windfeldmodell im Rahmen des Einsatzbereichs der TA Luft (2002).

Der Zahlenwert des Divergenzfehlers (Maximum 0.048) 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 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 den Rauigkeiten 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 AUSTAL2000 gewählt und geht damit über die Anforderungen aus VDI (2010) hinaus.

7 ERGEBNISSE

Abb. 7.1 und **Abb. 7.2** zeigen die Ergebnisse der berechneten gewichteten Zusatzbelastung 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) kennzeichnet Werte mit einer Geruchsstundenhäufigkeit größer 2 % der Jahresstunden.

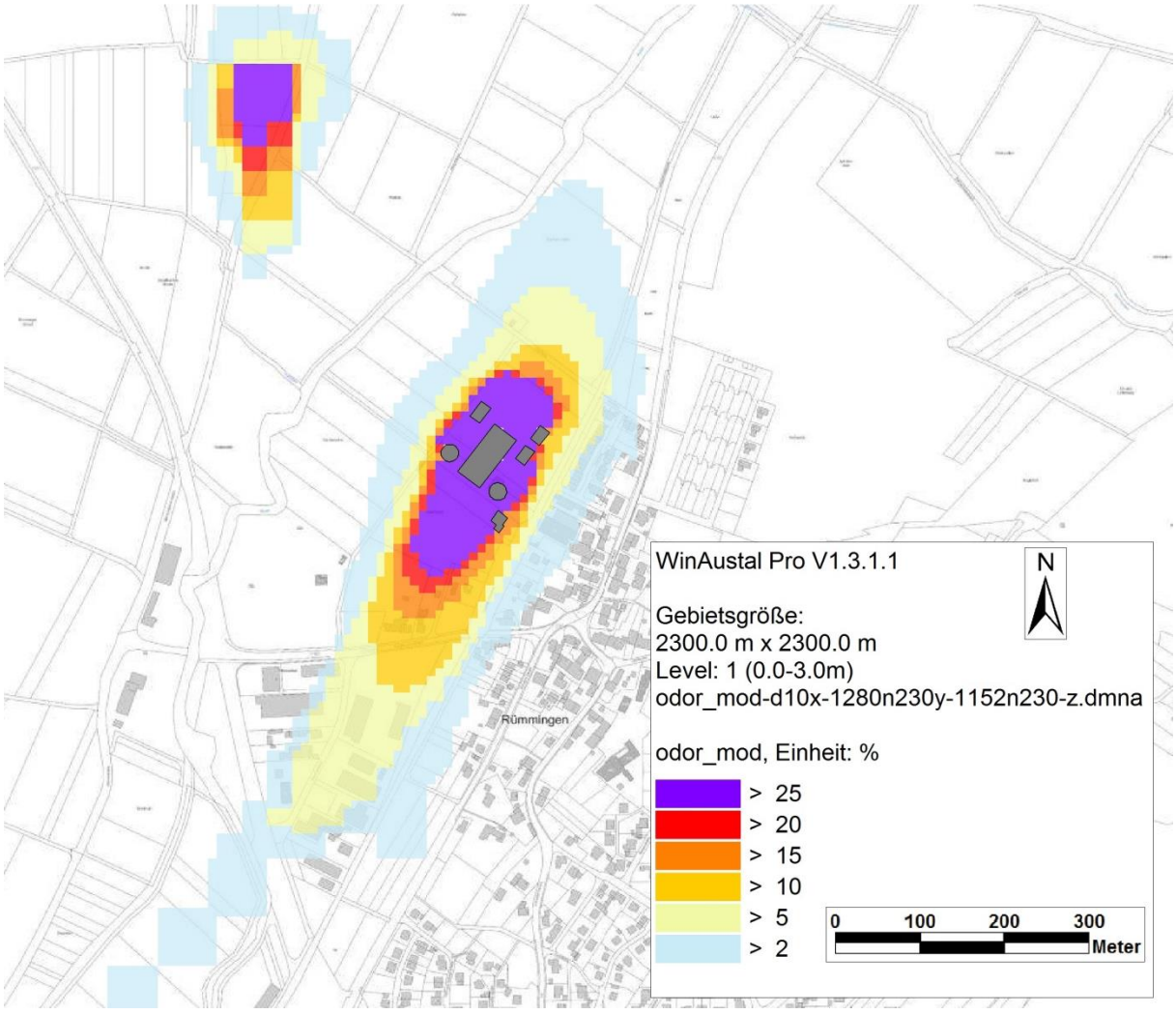

Abb. 7.1: Übersichtsdarstellung der berechneten, gewichteten Zusatzbelastung für Geruch durch den geplanten Reiterhof als Geruchsstundenhäufigkeit in Prozent der Jahresstunden

Die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung werden auf Beurteilungsflächen nach GIRL 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.

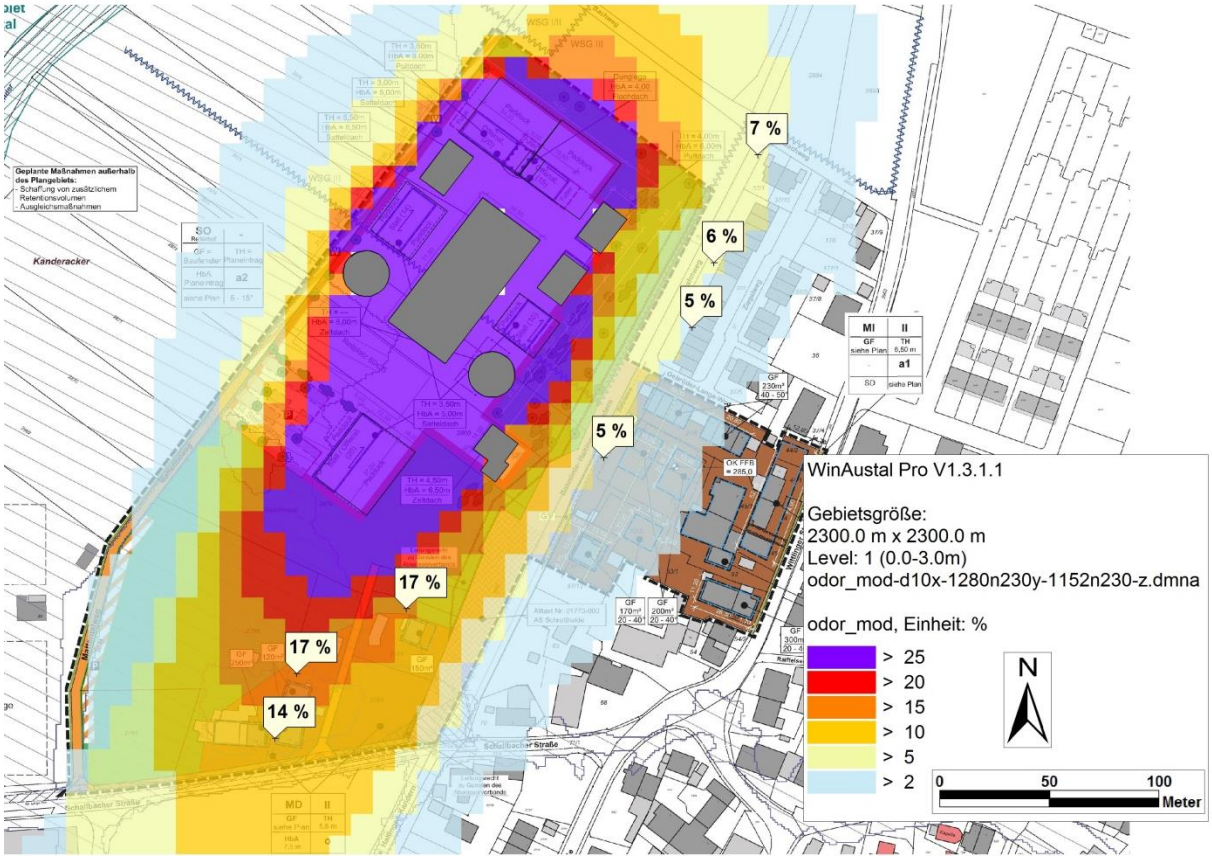

Abb. 7.2: Detaildarstellung des direkten Umfelds des geplanten Reiterhofs, berechnete gewichtete Zusatzbelastung für Geruch als Geruchsstundenhäufigkeit in Prozent der Jahresstunden

Die berechnete gewichtete Zusatzbelastung 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 17 % 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 Dorfgebiet festgesetzt werden.

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

An der östlichen Wohnbebauung wird im Planzustand der Immissionswert für Wohngebiete von 10 % der Jahresstunden Geruchsstundenhäufigkeit unterschritten.

Bezüglich der Bewertung der südlichen Beurteilungspunkte sei auf die Ergänzung der GIRL (2008) zu Abschnitt 3.1 verwiesen, dort heißt es: "Gemäß BauNVO § 5 Abs. 1 dienen Dorfgebiete der Unterbringung der Wirtschaftsstellen land- und forstwirtschaftlicher Betriebe, dem Wohnen und der Unterbringung von nicht wesentlich störenden Gewerbebetrieben sowie der Versorgung der Bewohner des Gebiets dienenden Handwerksbetrieben. Auf die Belange der land- und forstwirtschaftlichen Betriebe - einschließlich ihrer Entwicklungsmöglichkeiten - ist vorrangig Rücksicht zu nehmen. Dem wird durch die Festlegung eines Immissionswertes von 0.15 Rechnung getragen. In begründeten Einzelfällen sind die Zwischenwerte zwischen Dorfgebieten und Außenbereich möglich, was zu Werten von bis zu 0.20 am Rand des Dorfgebietes führen kann. Analog kann beim Übergang vom Außenbereich zur geschlossenen Wohnbebauung verfahren werden. In Abhängigkeit vom Einzelfall können Zwischenwerte bis maximal 0.15 zur Beurteilung herangezogen werden."

Wendet man diesen maximalen Zwischenwert von einer Geruchsstundenhäufigkeit von 20 % der Jahresstunden auf die berechneten Immissionen an den südlichen Wohnhäusern an, wird dieser Zwischenwert mit einer berechneten Geruchsstundenhäufigkeit von maximal 17 % der Jahresstunden unterschritten.

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass durch den geplanten Reiterhof an allen Beurteilungspunkten keine erheblichen Geruchsbelästigungen zu erwarten sind.

Die abschließende Bewertung der vorliegenden Ergebnisse obliegt der genehmigenden Behörde.

8 LITERATUR

BImSchG (2017): 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 3 des Gesetzes vom 29. Mai 2017 (BGBl. I Nr. 32, S. 1298) in Kraft getreten am 2. Juni 2017.

GIRL-Projekt BW (2005): Wissenschaftliche Untersuchung zur GIRL-Anwendung unter den speziellen Bedingungen der Baden-Württembergischen Schweineproduktion („GIRL-Projekt BW“). Abschlussbericht. November 2005. Hrsg. T. Jungbluth, E. Hartung, E. Gallmann. Universität Hohenheim. Institut für Agrartechnik. Stuttgart.

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 Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf.

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

MLUL (2015): Emissionsfaktoren (Stand März 2015). Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg. Im Internet: http://www.mlul.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.292368.de?highlight=Emissionsfaktoren

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

TA Luft (2002): 1. Allg. Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft). GMBl. 2002, Heft 25 – 29, S. 511 – 605, vom 24.07.2002.

UM (2007): Immissionsschutzrechtliche Beurteilung der Gerüche aus Tierhaltungsanlagen. Schreiben des Umweltministeriums Baden-Württemberg, 18.06.2007. Az: 4-8828.02/87.

UM (2008): Überarbeitete Geruchsimmissions-Richtlinie (GIRL) in der Fassung vom 29.02.2008 und mit einer Ergänzung vom 10.09.2008 und Schreiben des Umweltministeriums vom 18.06.2007, Az.: 4-8828.02/87, Immissionsschutzrechtliche Beurteilung der Gerüche aus Tierhaltungsanlagen. Schreiben des Umweltministeriums Baden-Württemberg vom 17.11.2008.

UM (2017): Immissionsschutzrechtliche Beurteilung der Gerüche aus Tierhaltungsanlagen. Tierartspezifische Gewichtungsfaktoren für Mastbullen und Pferde. Schreiben des Umweltministeriums Baden-Württemberg vom 09.05.2017, Az: 4-8828.02/87.

VDI (2000): Umweltmeteorologie. Atmosphärische Ausbreitungsmodelle. Partikelmodell. Richtlinie VDI 3945, Blatt 3. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN, Düsseldorf, September 2000.

VDI (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 (2011): Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen. Haltungsverfahren 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 04.01.2019, erhalten von Herrn Färber, Stadtbau Lörrach (E-Mail vom 07.01.2019)

Verwendete Pläne und ähnliche Unterlagen werden im Archiv des Ingenieurbüros Lohmeyer GmbH & Co. KG abgelegt.

A2 EINGANGS- UND LOGDATEIEN 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 | Nl Ni Nt Pt     Dd  Nx  Ny  Nz     Xmin     Ymin  Rf  Im       Ie
-----+-------------------------------------------------------------------
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_geaenderteGeb2019/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   8.0  12.0   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  10.0  14.0   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   2.900e+002   0.000e+000
E     06 |   0.000e+000   0.000e+000   2.800e+002
E     07 |   0.000e+000   0.000e+000   2.800e+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 = 2.6  ' 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

```
2019-01-25 09:19:26 LOPREP_1.1.08

Auswertung der Ergebnisse für "d:\CS\63460_Ruem\LASAT\Re5_Stand0119"
================================================================

    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= -114 m, y= -114 m (1: 16, 24)
ODOR_050 J00  1,000e+02 %     (+/- 0,00 ) bei x= -114 m, y= -114 m (1: 16, 24)
ODOR_100 J00  1,000e+02 %     (+/- 0,00 ) bei x=  -34 m, y=   22 m (1: 36, 58)
ODOR_MOD J00  1,000e+02 %     (+/-  ?   ) bei x=  -34 m, y=   22 m (1: 36, 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   8,519e+00 0,10    9,354e+00 0,10    1,045e+01 0,10   %
ODOR_050 J00   6,427e+00 0,10    6,827e+00 0,10    6,884e+00 0,10   %
ODOR_100 J00   1,429e+00 0,00    1,189e+00 0,00    1,052e+00 0,00   %
ODOR_MOD J00   5,035e+00   --    5,371e+00   --    5,919e+00   --   %
================================================================================
PUNKT                  04             05             06
xp                     80            -79           -135
yp                     30           -183            -213
hp                    1,5            1,5            1,5
------------+-----------------+-----------------+-----------------
ODOR     J00   9,926e+00 0,10    2,805e+01 0,10    3,170e+01 0,10   %
ODOR_050 J00   6,152e+00 0,10    2,584e+01 0,10    2,953e+01 0,10   %
ODOR_100 J00   7,319e-01 0,00    1,487e+00 0,10    9,491e-01 0,00   %
ODOR_MOD J00   5,490e+00   --    1,479e+01   --    1,634e+01   --   %
================================================================================
PUNKT                  07
xp                   -153
yp                   -231
```

```
hp                    1,5
----------+----------------
ODOR     J00   2,957e+01 0,10   %
ODOR_050 J00   2,766e+01 0,10   %
ODOR_100 J00   2,173e-01 0,00   %
ODOR_MOD J00   1,490e+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, 2000) und ist Grundlage des Ausbreitungsmodells AUSTAL2000, des Referenzmodells der TA Luft (2002), 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 vorgebbar.

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

A4.1 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 Kaltluftsammelgebieten, in denen sich die Kaltluft staut, kann die Schicht auf über 100 m anwachsen. Die typische Fließgeschwindigkeit der Kaltluft liegt in der Größenordnung von 1 m/s bis 3 m/s. Die folgenden beiden meteorologischen Bedingungen müssen für die Ausbildung von Kaltluftabflüssen erfüllt sein:

i) wolkenarme Nächte: durch die aufgrund fehlender Wolken reduzierte Gegenstrahlung der Atmosphäre kann die Erdoberfläche kräftig auskühlen

ii) großräumig windschwache Situation: dadurch kann sich die Tendenz der Kaltluft, an geneigten Flächen abzufließen, gegenüber dem Umgebungswind durchsetzen.

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

Unter Umweltgesichtspunkten hat Kaltluft 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.

A4.2 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 Nullpunktsverschiebung 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.

A4.3 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 Nullpunktsverschiebungen 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.