

Auftraggeber: **Stadt Friedrichshafen**
Amt für Stadtplanung und Umwelt
Abteilung Stadtplanung
Charlottenstraße 12
88045 Friedrichshafen

**Ermittlung der Geruchsimmissionen im
Bebauungsplangebiet „Bahnhof Fischbach“
Endbericht, Stand 20.05.2022**

Projekt-Nr.: **20-10-21-FR**

Umfang: **54 Seiten**

Datum: **20.05.2022**

Bearbeiter: **Dr. Frank J. Braun, Diplom-Meteorologe**
Sachverständiger, Stellvertretender fachlich Verantwortlicher für
Ausbreitungsrechnungen, Projektleiter

Claus-Jürgen Richter, Diplom-Meteorologe
Geschäftsführer

iMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG
Eisenbahnstraße 43
79098 Freiburg

Tel. 0761/ 202 1661
Fax. 0761/ 202 1671
Email: richter@ima-umwelt.de

Inhalt

1	Situation und Aufgabenstellung	5
2	Örtliche Verhältnisse.....	5
3	Beurteilungsgrundlagen	8
3.1	Immissionswerte	8
3.2	Beurteilungsflächen	8
4	Geruchsemissionen der Betriebe.....	9
4.1	AWB GmbH, Abfallwirtschaft Bodensee	9
4.2	G. Schmidt GmbH.....	10
5	Meteorologische Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnung	13
5.1	Allgemeines	13
5.2	Meteorologische Daten.....	13
5.3	Ermittlung des repräsentativen Jahres und der Ausbreitungsklassen	14
5.4	Darstellung der Messdaten.....	14
5.5	Lokale Windsysteme.....	15
6	Geruchsimmissionen	15
6.1	Ausbreitungsrechnungen.....	15
6.2	Geruchsimmissionen im Plangebiet	16
	Literatur	19
	Anhang 1: Ergebnisabbildungen	20
	Anhang 2: Ausbreitungsrechnungen.....	36
A2.1.	Allgemeines	36
A2.2.	Verwendetes Ausbreitungsmodell	36
A2.3.	Rechengebiet.....	36
A2.4.	Berücksichtigung von Geländeunebenheiten	37
A2.5.	Berücksichtigung von Gebäuden	37
A2.6.	Quellen.....	39
A2.7.	Abgasfahnenüberhöhung	40
	Anhang 3: Ermittlung des repräsentativen Jahres	42
	Anhang 4: Ermittlung der Rauigkeitslänge	46
	Anhang 5: Protokolldateien	48

1 Situation und Aufgabenstellung

Das Stadtplanungsamt der Stadt Friedrichshafen plant, den Bebauungsplan „Bahnhof Fischbach“ zu entwickeln. Mit dem Bebauungsplanverfahren soll der Bereich städtebaulich neu geordnet werden und zukünftig als Urbanes Gebiet, Mischgebiet und Allgemeines Wohngebiet neu ausgewiesen werden.

Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens für den 1. Bauabschnitt soll geprüft werden, welche Geruchsimmissionen im Plangebiet zu erwarten sind. Bzgl. der Geruchsimmissionen wurden folgende Betriebe berücksichtigt:

- Fa. Gerhard Schmidt (Karosserie- und Lackierbetrieb)
- Fa. AWB GmbH (Entsorgungsunternehmen)

Die Geruchsemissionen dieser Betriebe wurden ermittelt. Mittels einer Ausbreitungsrechnung wurden anschließend die Geruchsimmissionen im Bebauungsplangebiet prognostiziert.

2 Örtliche Verhältnisse

Das Plangebiet liegt zentral im Stadtteil Fischbach der Stadt Friedrichshafen zwischen der Zepelinstraße im Süden und der Bahnlinie im Nordosten bei folgenden Koordinaten (UTM-32):

Ostwert: ca. 531 250 bis 531 725

Nordwert: ca. 5279 525 bis 5280 000

Höhe über NHN: ca. 470 m

Die beiden geruchsemitterenden Betriebe, der Karosserie- und Lackierbetrieb G. Schmidt GmbH und der abfallwirtschaftlichen Betrieb AWB GmbH, liegen an der Nordostgrenze des Plangebiets an der Bahnlinie. Die Lage der beiden Betriebe und des Plangebiets sind in Abbildung 2-1 und Abbildung 2-2 dargestellt.

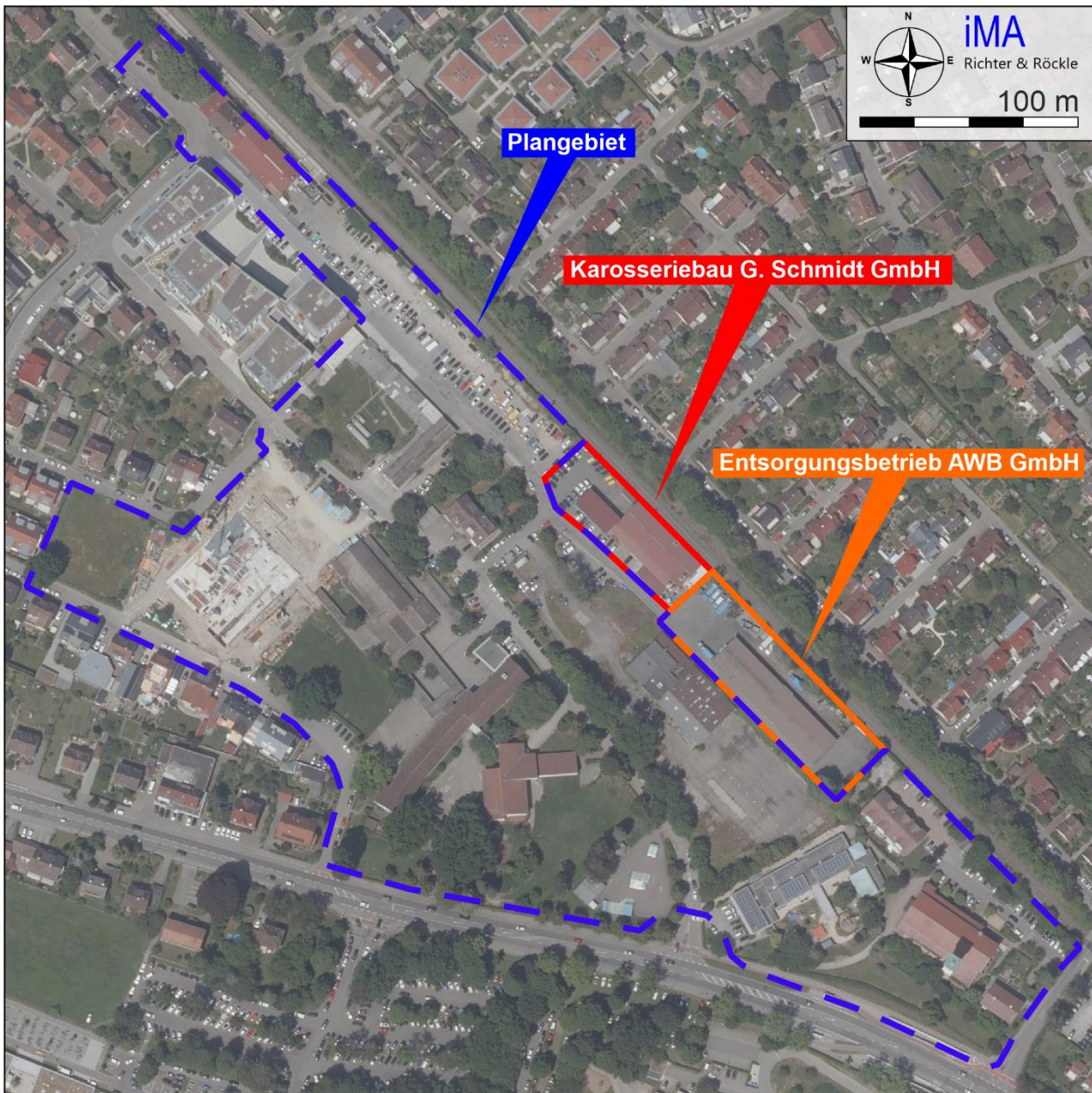


Abbildung 2-1: Lage des Plangebiets und der geruchsemitternden Betriebe
(Luftbildgrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2021 © Hexagon)

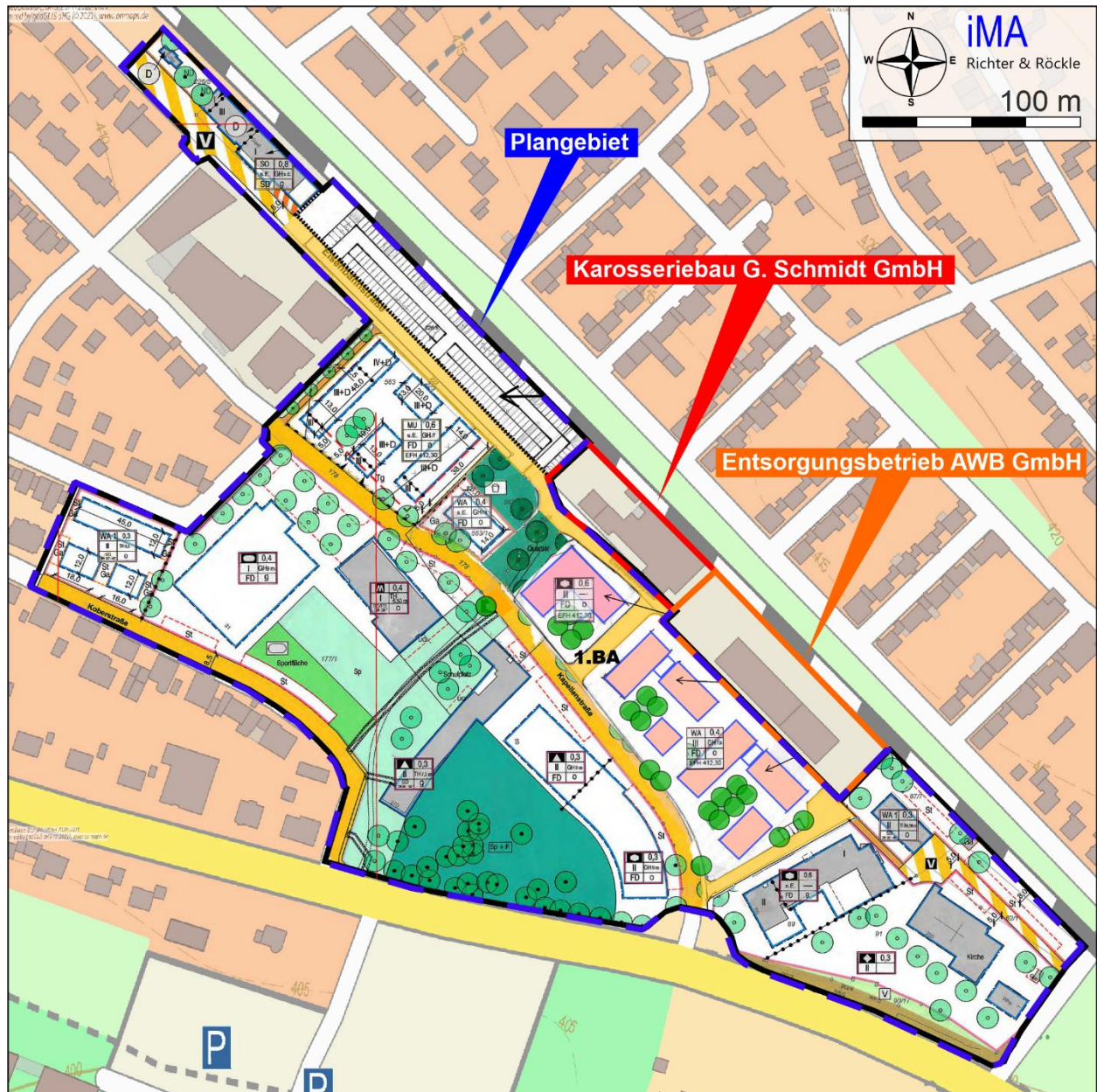


Abbildung 2-2: Lage des Plangebiets und der geruchsemitternden Betriebe.
Plangrundlage: Bebauungsplan Eisenbahnstraße, Konzept in Bauabschnitten, Entwurf V1.2, 10.10.2020. (Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2021)

3 Beurteilungsgrundlagen

3.1 Immissionswerte

Zur Beurteilung der Geruchsimmissionen wird der Anhang 7 der TA Luft herangezogen.

Danach wird der Belästigungsgrad durch Gerüche anhand der jährlichen Häufigkeit von "Geruchsstunden" beurteilt. Eine „Geruchsstunde“ liegt vor, wenn anlagen-typischer Geruch während mindestens 6 Minuten innerhalb der Stunde wahrgenommen wird.

Auf den Beurteilungsflächen (Definition siehe Kapitel 3.2) sind die in Tabelle 3-1 aufgeführten Immissionsrichtwerte einzuhalten. Wenn diese Werte eingehalten werden, ist üblicherweise von keinen erheblichen und somit keinen schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne des §3 BIm-SchG auszugehen.

Tabelle 3-1: Immissionsrichtwerte für Geruch entsprechend TA Luft: Relative Häufigkeiten von Geruchsstunden pro Jahr

Gebietsausweisung	Geruchsstunden-Häufigkeit
Wohn-/Mischgebiete	10 %
Gewerbe-/Industriegebiete (sofern Wohnnutzungen möglich sind)	15 %
Gewerbe-/Industriegebiete (sofern Wohnnutzungen ausgeschlossen werden)	bis 25 %

Ggf. kann ein Zwischenwert zwischen 10 % und 15 % angesetzt werden, sofern Wohnbebauung direkt an ein Gewerbegebiet angrenzt. Die o.g. Immissionswerte sind mit der unteren Immissionsschutzbehörde abzustimmen.

3.2 Beurteilungsflächen

Zur Beurteilung von Geruchsimmissionen ist ein Netz aus quadratischen Beurteilungsflächen über das Untersuchungsgebiet zu legen, „deren Seitenlänge bei weitgehend homogener Geruchsbelastung i. d. R. 250 m beträgt“. Von diesem Wert ist abzuweichen, wenn außergewöhnlich ungleichmäßig verteilte Geruchsimmissionen auf Teilen von Beurteilungsflächen zu erwarten sind.

Im vorliegenden Fall werden die Beurteilungsflächen auf 25 m · 25 m verkleinert. Damit wird die flächenhafte Verteilung der Immissionen höher aufgelöst.

4 Geruchsemissionen der Betriebe

4.1 AWB GmbH, Abfallwirtschaft Bodensee

Die AWB GmbH betreibt einen abfallwirtschaftlichen Entsorgungsbetrieb an der Eisenbahnstraße 35. Geruchsemissionen gehen im Wesentlichen von folgenden Betriebsteilen aus:

- Zwischenlagerung von Müllgroßbehältern (MGB) und Abfallcontainern
- Stellplatz für Entsorgungsfahrzeuge (Hausmüll und Bioabfall)
- Reinigung von MGB, Containern und Fahrzeugen
- An- und Abfahrt von Fahrzeugen über Kapellenstraße und Eisenbahnstraße

Um die Geruchsemissionen der Sammelfahrzeuge zu ermitteln, werden Untersuchungen herangezogen, die von uns an Transportfahrzeugen für Siedlungsabfälle durchgeführt wurden. Diese ergaben einen spezifischen Geruchsstoffstrom von 75 GE/(LKW·s), d.h. jedes Fahrzeug emittiert pro Sekunde 75 Geruchseinheiten.

Geht man von einem mittleren Füllvolumen von 15 m³ für ein Sammelfahrzeug aus, so lässt sich ein volumenbezogener Geruchsstoffstrom von 75 GE/(15 m³·s) ableiten, der analog auf die Behälter (MGB, Container) angewendet werden kann. Damit entsprechen z. B. 80 MGBs einem Emissionsfaktor von 2 Sammelfahrzeugen (vgl. Tabelle 4-1).

Für Bioabfall wird der doppelte Geruchsstoffstrom entsprechend 150 GE/(LKW·s) angesetzt.

Die Geruchsemissionen durch die Lkw-Fahrten werden auf Basis einer Fahrgeschwindigkeit von 10 km/h und einer Fahrstrecke von 500 m ermittelt. In dieser Fahrstrecke sind auch Zufahrtsstraßen berücksichtigt. Zusätzlich wird für Standzeiten ein Zuschlag von 50 % berücksichtigt.

Die Geruchsstoffströme und deren zeitliche Charakteristika sind in Tabelle 4-1 zusammengefasst.

Tabelle 4-1: Geruchsstoffströme der AWB GmbH und Anzahl der Emissionsstunden

Emissionsquelle		Emissionsfaktor	Anzahl	Geruchsstoffstrom	Emissionszeit	
Bezeichnung	Art	GE/s		MGE/h	h/a	Charakteristik
MGB	80 ungereinigte MGB zu je 0,36 m ³	75	2*	0,54	8784	kontinuierlich
Container	6 ungereinigte Container zu je 1,1 m ³	75	0,5**	0,14	8784	kontinuierlich
Waschplatz MGB	Reinigung	75	1	0,27	1570	7-12 Uhr Mo-Sa

Emissionsquelle		Emissionsfaktor	Anzahl	Geruchsstoffstrom	Emissionszeit	
Bezeichnung	Art	GE/s		MGE/h	h/a	Charakteristik
Waschplatz Hausmüll-LKW	Reinigung Hausmüll-LKW	75	6	1,62	900***	zufällig innerhalb 13-17 Uhr, Mo-Sa
Waschplatz Bioabfall-LKW	Reinigung Bioabfall-LKW	150	6	3,24	900***	zufällig innerhalb 13-17 Uhr, Mo-Sa
Hausmüll-LKW auf Gelände tagsüber	Hausmüll-LKW	75	6	1,62	1256	13-17 Uhr, Mo-Sa
Bioabfall-LKW auf Gelände tagsüber	Bioabfall-LKW	150	6	3,24	1256	13-17 Uhr, Mo-Sa
Nachts/WE 20 % der LKWs	Hausmüll- und Bioabfall-LKW			0,97	5330	17-06 Uhr
Fahrten von Norden	Hausmüll- und Bioabfall-LKW			0,02	3768	5-17 Uhr, Mo-Sa
Fahrten von Süden	Hausmüll- und Bioabfall-LKW			0,02	3768	5-17 Uhr, Mo-Sa

* entsprechend der Behältergröße kann der doppelte Emissionsfaktor eines Müllfahrzeugs angesetzt werden

** entsprechend der Behältergröße kann der halbe Emissionsfaktor eines Müllfahrzeugs angesetzt werden

*** Für die Reinigung der Fahrzeuge wird eine Zeitdauer von 30 Minuten je Fahrzeug angesetzt. Aus 6 Fzg./d berechnen sich damit bei 300 d/a 900 h/a.

4.2 G. Schmidt GmbH

Die G. Schmidt GmbH betreibt in der Eisenbahnstraße 29-31 einen Karosserie- und Lackierbetrieb. Neben Karosserieinstandsetzungen, Abschleppbetrieb usw. wird eine Lackieranlage betrieben. Dabei gehen von folgenden Tätigkeiten Geruchsemissionen aus:

- Lackierungen in zwei Lackierkabinen (Ableitung der Fortluft über zwei Schornsteine in einer Höhe von ca. 7 m bzw. ca. 8 m)
- Reinigung von Lackiergeräten

Die Geruchsstoffemissionen von Lackieranlagen werden hauptsächlich durch die eingesetzten Lösemittel verursacht. Zur Ermittlung der Geruchsemissionen wird auf Ergebnisse, die im Projekt GERDA im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg gewonnen wurden zurückgegriffen (GERDA IV (2016)). Laut GERDA beträgt der maximale Emissionsfaktor

für Lackieranlagen 4×10^6 GE pro kg eingesetzter Lösemittel. Das heißt, je kg Lösemittel werden vier Million Geruchseinheiten freigesetzt.

Zur Ermittlung der Geruchsemissionen wird somit der Verbrauch an Lösemitteln benötigt. Die entsprechenden Emissionsberechnungen sind in Tabelle 4-2 aufgeführt.

Die Betriebszeit der Lackieranlagen wird nach Betreiberangaben von Montag bis Dienstag von 7:00 bis 20:00 Uhr und von Mittwoch bis Freitag von 7:00 bis 17:00 Uhr sowie samstags von 7:00 bis 14:00 Uhr angesetzt.

Zur Berechnung der Emissionen durch den Betrieb der Waschhalle wird von einer Öffnung der Halle alle 5 Minuten ausgegangen. Die Waschhalle wird in der Zeit von Montag bis Freitag von 7:00 bis 17:00 Uhr sowie samstags von 7:00 bis 14:00 Uhr betrieben.

Die Geruchsstoffcharakteristik von Waschhallen ist vergleichbar wie bei Wäschereien. An einer entsprechenden Anlage wurde von uns eine Geruchsstoffkonzentration von 62 GE/m^3 gemessen. Konservativ setzen wir eine Geruchsstoffkonzentration von 100 GE/m^3 an. Die entsprechenden Emissionsberechnungen sind in Tabelle 4-3 aufgeführt.

Tabelle 4-2: Berechnung der Geruchsstoffströme der Lackieranlagen

Lack		Lackverbrauch	Arbeitszeit	Lackverbrauch pro Stunde zzgl. 10 %	Lösemittelgehalt	Lösemittelverbrauch	Emissionsfaktor GERDA	Geruchsstoffstrom
Bezeichnung	Art	Liter/Woche	h/Woche	Liter/h	%	kg/h	MGE/kg Lösemittel	MGE/h
Basislack Farbe	Wasser-Lack	35	45	0,86	20	0,17	4	0,68
Klarlacke	Lösemittel-Lack	40	45	0,98	60	0,59	4	2,35
2-Komponenten 1-Schicht-Lacke	Lösemittel-Lack	30	45	0,73	60	0,44	4	1,76
Füller	Lösemittel-Lack	20	45	0,49	60	0,29	4	1,17
Epoxi-Füller	Lösemittel-Lack	5	45	0,12	60	0,07	4	0,29
Summe 2 Schornsteine:								6,26
Waschverdünung zur Pistolenreinigung	Reines Lösemittel, Horizontalausblausung	30	45	0,73	100	0,73	4	2,93
Horizontalausblausung:								2,93

Tabelle 4-3: Berechnung der Geruchsstoffströme der Waschanlage

Grundfläche	Höhe	Volumen	Ansatz	Volumenstrom	Emissionsfaktor	Ansatz
m ²	m	m ³	m ³	m ³ /h	GE/m ³	MGE/h
22,68	4	90,72	100	1200	100	0,12
Ansatz Waschhalle:						0,2

5 Meteorologische Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnung

5.1 Allgemeines

Die Ausbreitung der Gerüche wird wesentlich von den meteorologischen Parametern Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Turbulenzzustand der Atmosphäre bestimmt. Der Turbulenzzustand wird durch Ausbreitungsklassen beschrieben, die ein Maß für das ‚Verdünnungsvermögen‘ der Atmosphäre sind. Die Eigenschaften der Ausbreitungsklassen sind in Tabelle 5-1 beschrieben.

Tabelle 5-1: Eigenschaften der Ausbreitungsklassen

Ausbreitungsklasse	Atmosphärischer Zustand, Turbulenz
I	sehr stabile atmosphärische Schichtung, ausgeprägte Inversion, geringes Verdünnungsvermögen der Atmosphäre
II	stabile atmosphärische Schichtung, Inversion, geringes Verdünnungsvermögen der Atmosphäre
III ₁	stabile bis neutrale atmosphärische Schichtung, zumeist windiges Wetter
III ₂	leicht labile atmosphärische Schichtung
IV	mäßig labile atmosphärische Schichtung
V	sehr labile atmosphärische Schichtung, starke vertikale Durchmischung der Atmosphäre

Für die Ausbreitungsrechnung sind die meteorologischen Randbedingungen in Form einer Zeitreihe (AKTerm) oder einer Häufigkeitsverteilung (AKS) der Windrichtungen, Windgeschwindigkeiten und Ausbreitungsklassen erforderlich, die einen ganzjährigen Zeitraum repräsentieren.

Bei Verwendung einer Zeitreihe ist es möglich, die tageszeitliche Verteilung der Emissionen und die daran gekoppelten meteorologischen Ausbreitungssituationen zu berücksichtigen.

5.2 Meteorologische Daten

Die nächstgelegene meteorologische Messstation wird vom Deutschen Wetterdienst (DWD) in Friedrichshafen betrieben. Die Station liegt auf dem See ca. 400 m südlich des Seeufers. Sie befindet sich ca. 5 km ost-südöstlich des Plangebiets. Sie besitzt folgende Koordinaten im UTM 32-Netz:

Ostwert:	536 013
Nordwert:	5277 00
Höhe über NHN:	394 m
Anemometerhöhe:	10 m

Die Aufstellung der Station entspricht den Anforderungen an eine Messstation, deren Daten für Ausbreitungsrechnungen verwendet werden können.

Für die Ausbreitungsrechnung wird eine Ersatz-Anemometerposition analog dem Anemometerstandort ca. 400 m südlich des Bodenseeuferes gewählt.

5.3 Ermittlung des repräsentativen Jahres und der Ausbreitungsklassen

Um das für mehrjährige Verhältnisse repräsentative Jahr zu ermitteln, wurde das in Anhang A3.2 der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 20:2017-03 (2017) definierte 'Verfahren A – AKJahr' verwendet. Aus dem zur Verfügung stehenden 10-jährigen Zeitraum 2011 bis 2020 wurde das Jahr 2012 als repräsentativ für mehrjährige Verhältnisse ermittelt. Detaillierte Angaben zur Durchführung sind in Anhang 3 aufgeführt.

Die Ausbreitungsklasse wurde gemäß der VDI-Richtlinie 3782, Blatt 6:2017-04 (2017) anhand der Bedeckungsdaten des Deutschen Wetterdienstes der Station Konstanz berechnet.

Die mittlere mesoskalige Rauigkeit an der meteorologischen Station wurde gemäß dem DWD-Merkblatt „Effektive Rauigkeitslänge aus Windmessungen“ (Košmann & Namyslo (2019)) berechnet (siehe Anhang 4).

5.4 Darstellung der Messdaten

Abbildung 5-1 enthält die Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen. Sie zeichnet sich durch zwei Maxima bei Windrichtungen aus West und Nordost aus. Diese Windrichtungsverteilung ist typisch für den nördlichen Uferbereich des Bodensees zwischen Fischbach und Friedrichshafen. Das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit beträgt ca. 3,6 m/s.

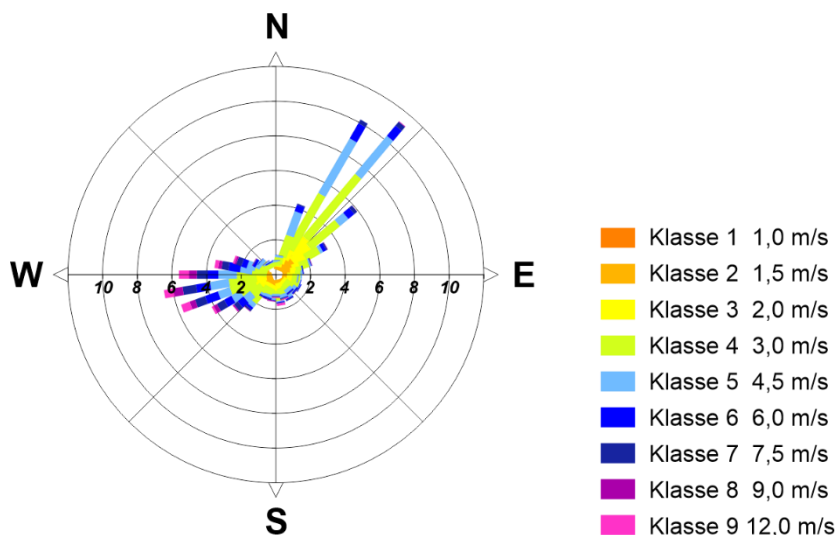


Abbildung 5-1: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen

Die Farbkodierung der Windrose zeigt, dass bei Winden aus West die höchsten Windgeschwindigkeiten auftreten, die häufig mit bedecktem Himmel verbunden sind. Winde aus nordöstlichen Richtungen weisen dagegen eher Schwachwindcharakter auf, der bei typischen Hochdruckwetterlagen vorliegt.

Die Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen ist in Abbildung 5-2 dargestellt.

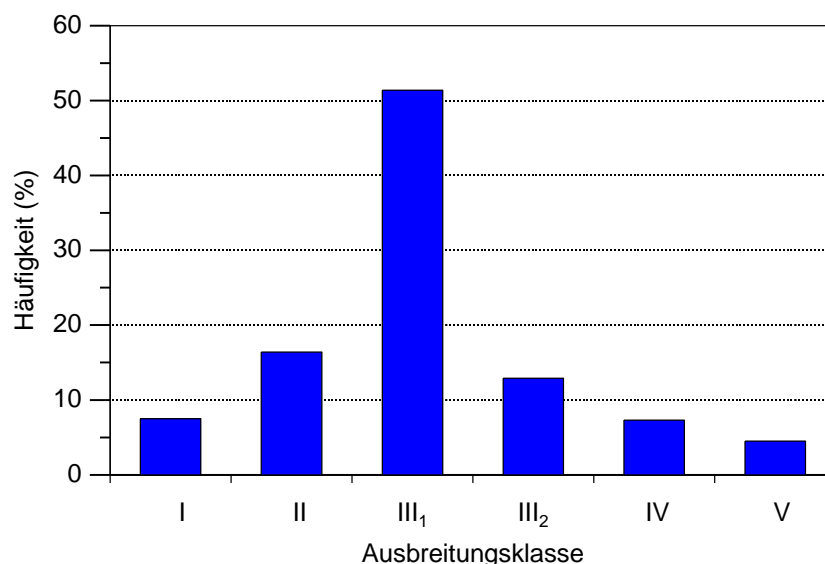


Abbildung 5-2: Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen

Die neutralen Ausbreitungsklassen (III₁ + III₂) sind mit ca. 64 % am stärksten vertreten. Die stabilen Klassen (I + II) treten in 24 % der Fälle auf während die labilen Ausbreitungsklassen (IV + V) eine Häufigkeit von 12 % aufweisen.

5.5 Lokale Windsysteme

Aufgrund der standortnahen meteorologischen Messungen sind lokale Windsysteme in den meteorologischen Daten enthalten. Sie äußern sich durch nordöstliche Windrichtungen während der Nachtstunden.

6 Geruchsimmissionen

6.1 Ausbreitungsrechnungen

Die im Plangebiet zu erwartenden Geruchsimmissionen werden mit Hilfe von Ausbreitungsrechnungen ermittelt. Detaillierte Angaben zum Ausbreitungsmodell und zur Durchführung der Ausbreitungsrechnung können Anhang 2 entnommen werden.

Eingangsdaten für das Ausbreitungsmodell sind:

- Die von den Quellen ausgehenden Emissionen (vgl. Kapitel 4)
- Die meteorologischen Eingangsdaten (vgl. Kapitel 5)
- Der Geländeeinfluss (vgl. Anhang 2, Kapitel A2.4)
- Die Lage der Gebäude und die Gebäudehöhen (vgl. Anhang 2, Kapitel A2.5).
- Die Lage der Quellen und die Quellhöhen (vgl. Anhang 2, Kapitel A2.6)

6.2 Geruchsmissionen im Plangebiet

In den nachfolgenden Abbildungen sind die Geruchsmissionen im Plangebiet dargestellt. Die Zahlen in den Abbildungen stellen die relativen Geruchsstundenhäufigkeiten dar, die mit den Immissionswerten in Kapitel 3 zu vergleichen sind.

Neben den bodennahen Geruchsmissionen sind auch die Immissionen im Höhenintervall 9 m bis 12 m dargestellt. Diese Höhenschicht entspricht dem vierten Geschoss (3. OG).

Zur Berechnung der Geruchsausbreitung wurden die Gebäude gemäß der derzeit vorliegenden Planung berücksichtigt.

Erläuterung der Ergebnisse:

Außerhalb der 10 %-Isolinie wird der für Wohngebiete einzuhaltende Immissionswert von 10 % unterschritten.

- Zwischen 10 % und 15 % können Gewerbebetriebe, ggf. mit Betriebsleiterwohnungen, angesiedelt werden.
- Zwischen 15 % und 25 % können ggf. unempfindliche Gewerbebetriebe angesiedelt werden, sofern Wohnnutzungen ausgeschlossen werden. Ein Mindestabstand zu den vorhandenen Betrieben ist aufgrund der Modellungenauigkeiten jedoch erforderlich. Die ggf. mögliche Ansiedlung unempfindlicher Gewerbebetriebe ist mit der unteren Immissionsschutzbehörde abzustimmen.

Zur Beurteilung sind üblicherweise die Werte in den Beurteilungsflächen (nicht die Isolinien) heranzuziehen. Die Isolinien vermitteln allerdings einen Eindruck über die Verteilung der Geruchsmissionen.

Abbildung A1-1 bis Abbildung A1-4:

In Abbildung A1-1 bis Abbildung A1-4 sind die Geruchsmissionen, die sich bei den derzeitigen Ableitbedingungen der beiden Betriebe ergeben, dargestellt. Die Immissionswerte werden in größeren Bereichen des Plangebiets überschritten.

Abbildung A1-5 und Abbildung A1-6:

In diesen Abbildungen ist nur Immissionsbeitrag der AWB GmbH dargestellt.

Abbildung A1-7 und Abbildung A1-8:

In diesen Abbildungen ist nur Immissionsbeitrag der G. Schmidt GmbH bei den derzeitigen Ableitbedingungen dargestellt.

Abbildung A1-9 bis Abbildung A1-12:

In der Variantenrechnung 1 werden die Schornsteine der Lackierkabine der G. Schmidt GmbH auf 17 m erhöht (derzeitige Höhe: 7 m bis 8 m). Diese Höhe ist aus Vorsorgegründen auf jeden Fall erforderlich, da die Oberkante der höchsten Fenster im Umkreis von 50 m um mindestens 5 m überragt werden sollen (vgl. VDI 3781, Blatt 4).

Die Immissionen gehen gegenüber Abbildung A1-1 bis Abbildung A1-4 etwas zurück. Die Immissionswerte werden jedoch weiterhin in größeren Bereichen des Plangebiets überschritten.

Abbildung A1-13 und Abbildung A1-14:

In der Variantenrechnung 2 werden die Schornsteine der Lackierkabine auf 17 m erhöht. Zusätzlich wird die Fortluft aus der Pistolenreinigung in den nördlichen Schornstein der Lackieranlage eingeleitet.

Die Immissionen gehen gegenüber den vorherigen Abbildungen etwas zurück. Die Immissionswerte werden jedoch weiterhin in größeren Bereichen des Plangebiets überschritten.

Abbildung A1-15 und Abbildung A1-16:

In der Variantenrechnung 3 wird nur der Beitrag der Fa. G. Schmidt GmbH betrachtet. Die Schornsteine der Lackierkabine werden auf 17 m erhöht. Zusätzlich wird die Fortluft aus der Pistolenreinigung in den nördlichen Schornstein der Lackieranlage eingeleitet.

Die Immissionen liegen im Plangebiet durchweg unter dem Richtwert von 10 %.

Für den Inhalt



Claus-Jürgen Richter
Diplom-Meteorologe

Projektleiter,
Geschäftsführer

Freiburg, den 20.05.2022



Dr. Frank J. Braun
Diplom-Meteorologe

Sachverständiger,
Stellvertretender fachlich Verantwortlicher
für Ausbreitungsrechnungen

Literatur

- Braun, F.J., K. Hermsdörfer, H.-C. Höfl, C.-J. Richter, P. Scherer, A. Beyer, A. Hugo, D. Jarzyna, T.A.J. Kuhlbusch & A. Gärtner (2012): Diffuse Feinstaub-Emissionen beim Umschlag von Kohle. (Immissionsschutz)01/2012.
- GERDA IV (2016): Aktualisierung und Erweiterung von GERDA III. Schlussbericht Septmeber 2016. Hrsg.: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW).
- Hartmann, U. & N. Borcharding (2018): Vergleich berechneter Geruchsstundenhäufigkeiten unter Berücksichtigung der Gebäudeumströmung mit einem diagnostischen und prognostischen Windfeldmodell. (Immissionsschutz)4: 167–171.
- Janicke, U. & L. Janicke (2004): Weiterentwicklung eines diagnostischen Windfeldmodells für den anlagenbezogenen Immissionsschutz (TA Luft). Ing.-Büro Janicke, Dunum, Oktober 2004, im Auftrag des Umweltbundesamtes Berlin, Förderkennz. (UFOPLAN) 203 43 256.
- Janicke, U. & L. Janicke (2014): AUSTAL2000 – Programmbeschreibung zu Version 2.6. Stand 2014-02-24. Ingenieurbüro Janicke (Umweltbundesamt, Dessau).
- Koßmann, M. & J. Namyslo (2019): Merkblatt Effektive Rauigkeitslänge aus Windmessungen. Deutscher Wetterdienst, Offenbach, 2019.
- TA Luft (2002): Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft--TA Luft).
- VDI-Richtlinie 3782, Blatt 6:2017-04 (2017): Entwurf: Umweltmeteorologie. Atmosphärische Ausbreitungsmodelle. Bestimmung der Ausbreitungsklasse nach Klug/Manier.
- VDI-Richtlinie 3783, Blatt 20:2017-03 (2017): Umweltmeteorologie. Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft.

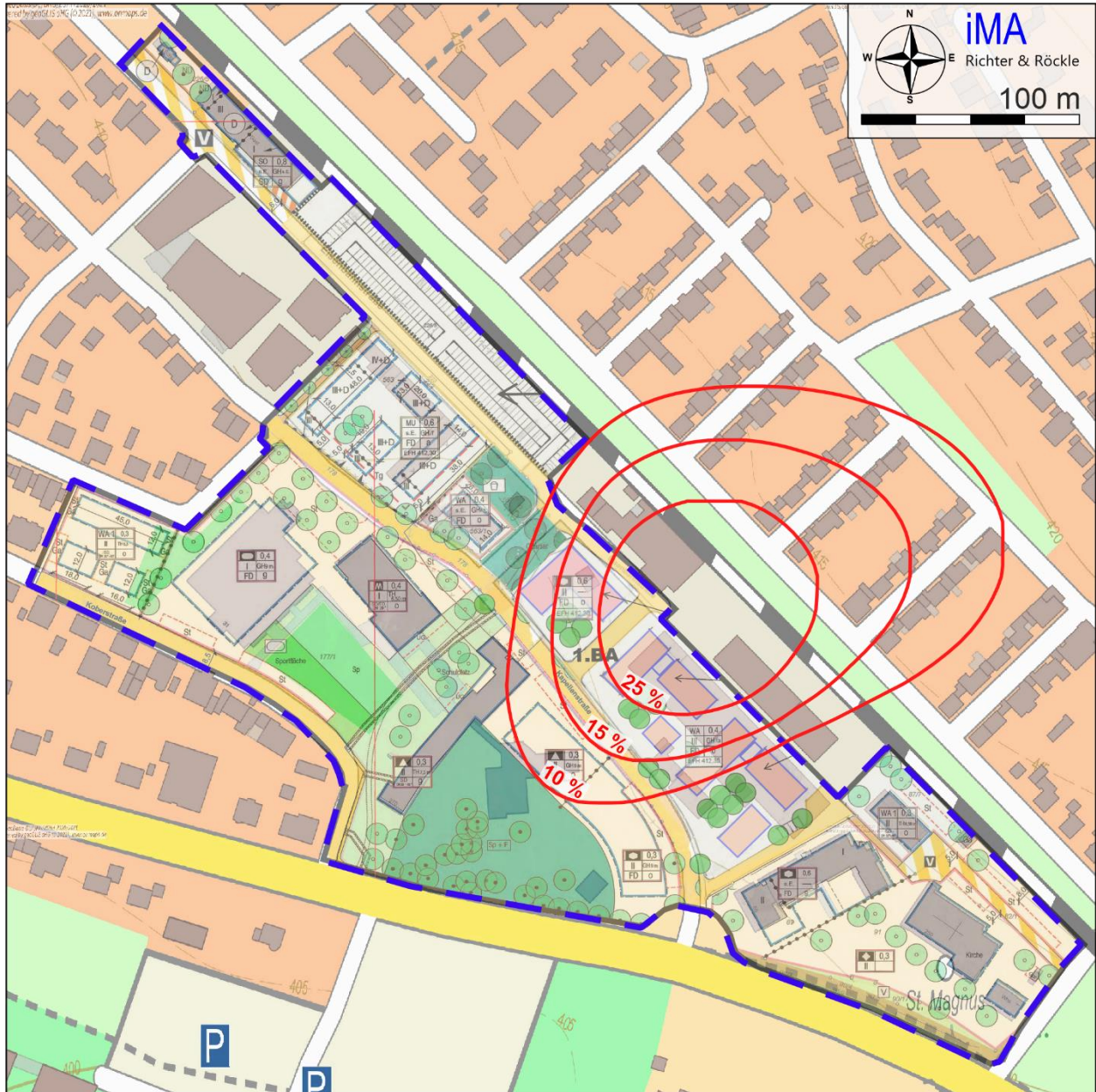


Abbildung A1-2: Isolinien der relativen Häufigkeiten von Geruchsstunden pro Jahr in %.
(Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2021)

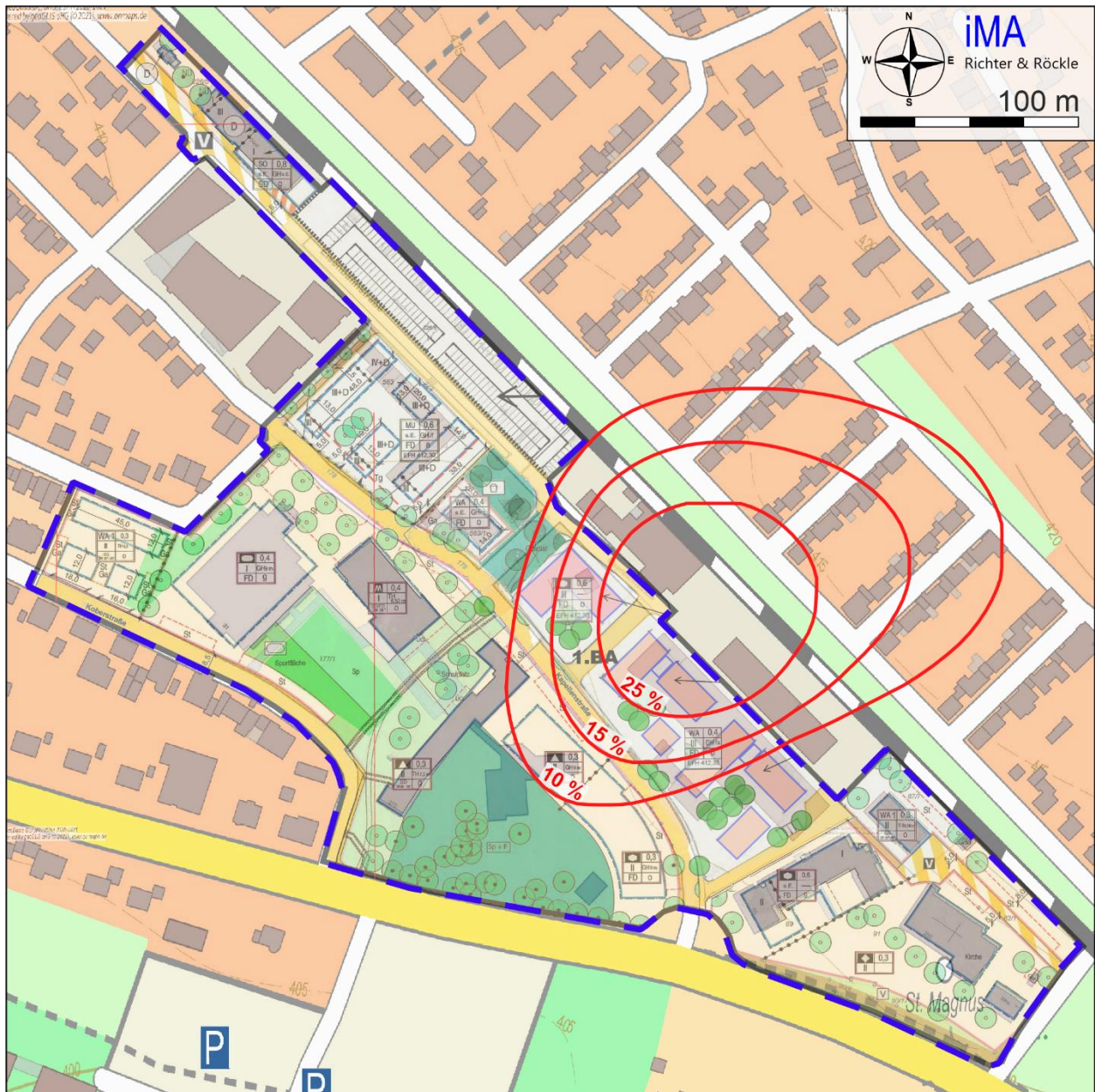


Abbildung A1-4: Höhenschicht 9 m bis 12 m:

Isolinien der relativen Häufigkeiten von Geruchsstunden pro Jahr in %.

(Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2021)

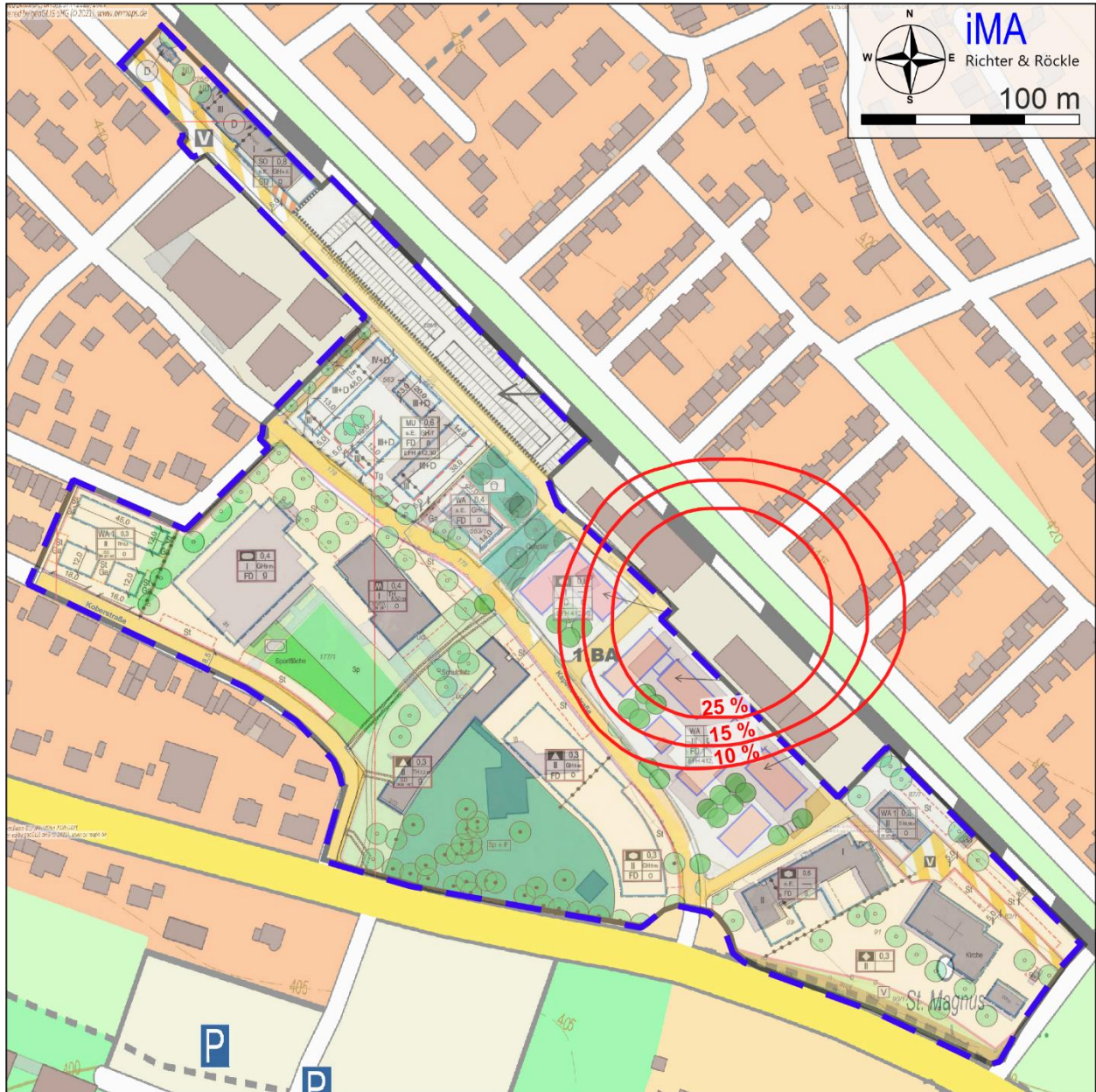


Abbildung A1-6: Nur Beitrag AWB:

Isolinien der relativen Häufigkeiten von Geruchsstunden pro Jahr in %.

(Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2021)

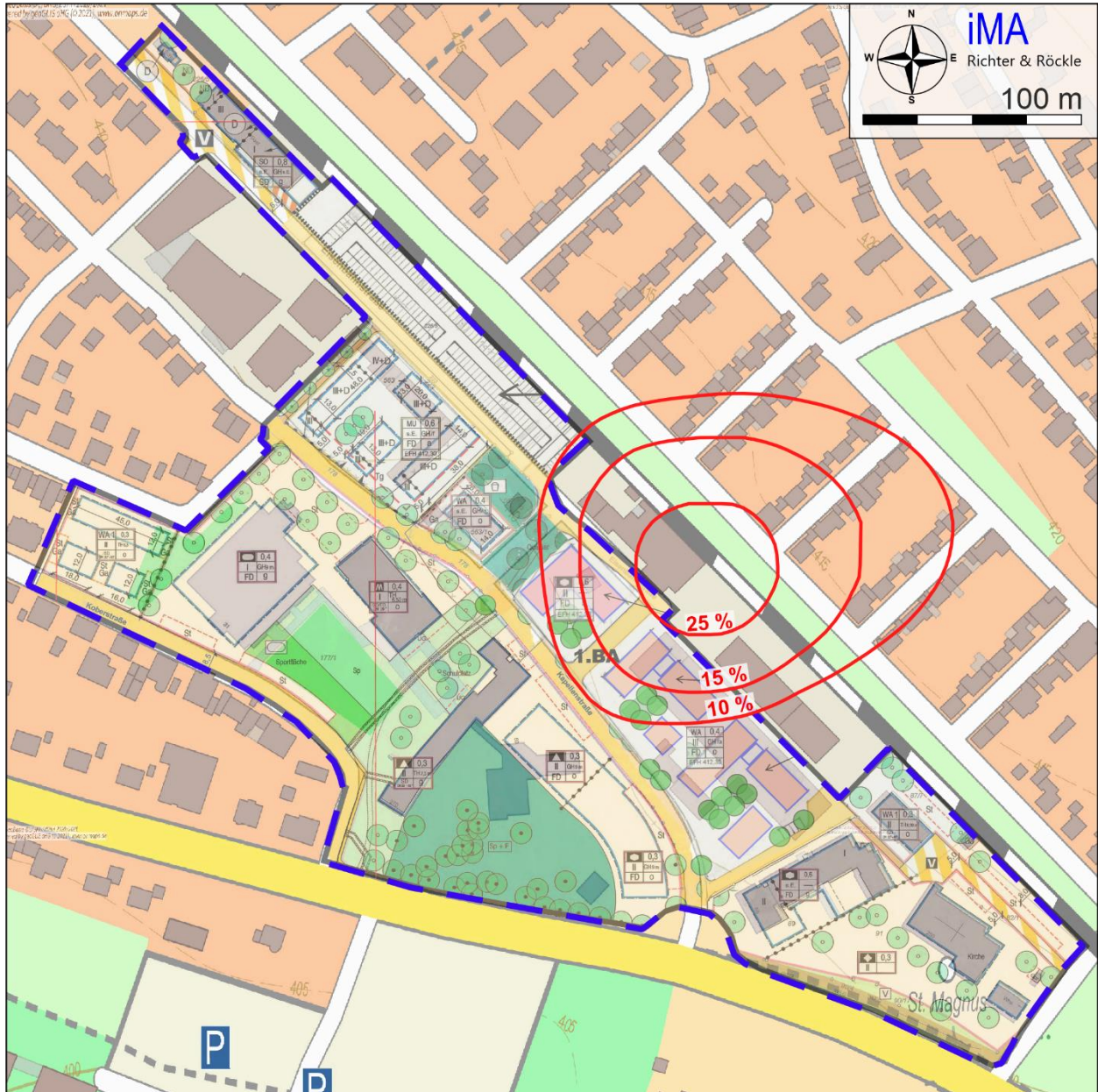


Abbildung A1-8: Nur Beitrag Lackierbetrieb Schmidt:
Isolinien der relativen Häufigkeiten von Geruchsstunden pro Jahr in %.
(Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2021)

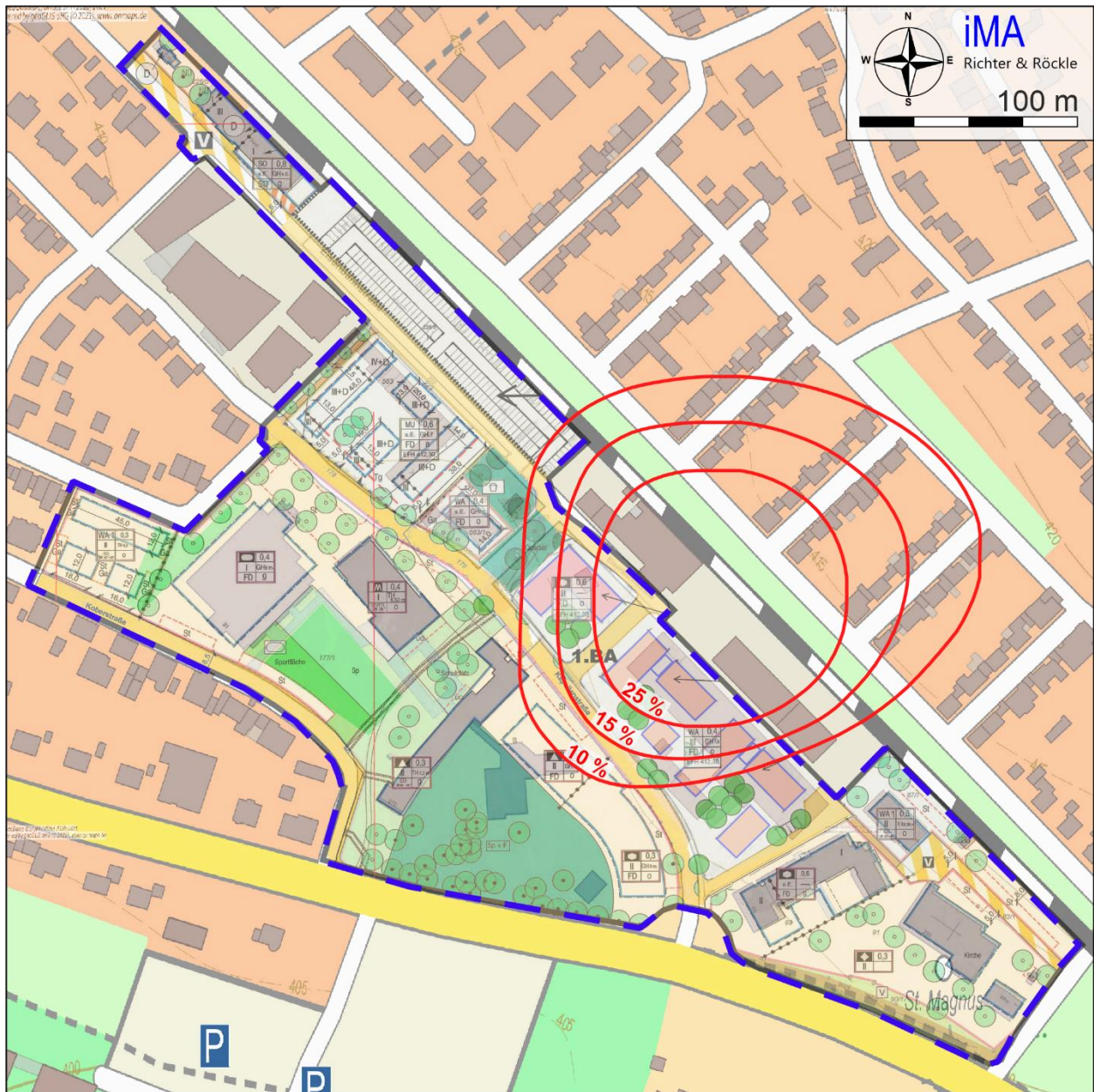


Abbildung A1-10: **Variante 1: Erhöhung der Schornsteine der Lackierkabinen der Fa. Schmidt auf 17 m. Isolinien der relativen Häufigkeiten von Geruchsstunden pro Jahr in %.**
(Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2021)

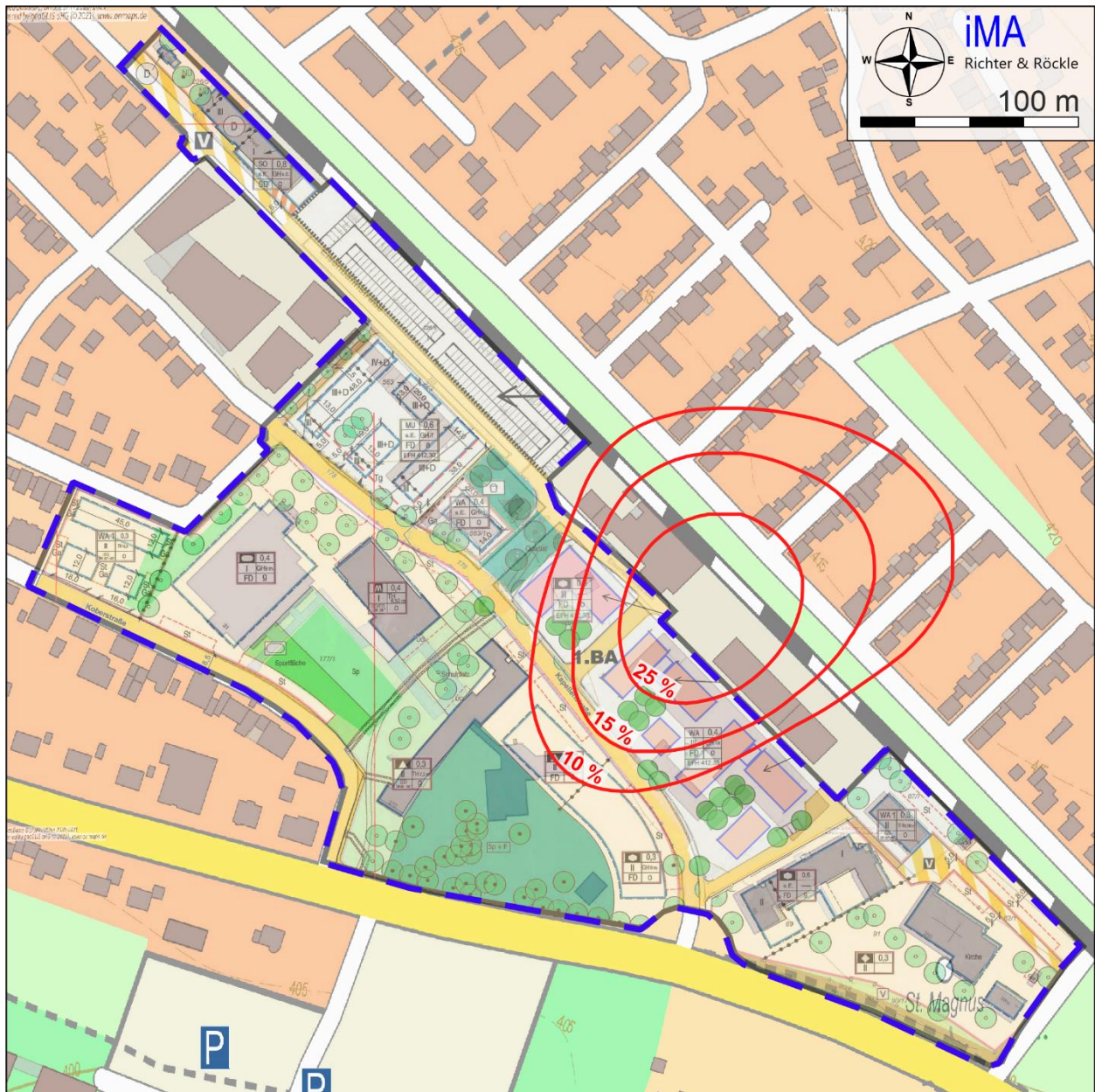


Abbildung A1-12: Höhenschicht 9 m bis 12 m:
Variante 1: Erhöhung der Schornsteine der Lackierkabinen der Fa. Schmidt auf 17 m. Isolinien der relativen Häufigkeiten von Geruchsstunden pro Jahr in %.
 (Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2021)

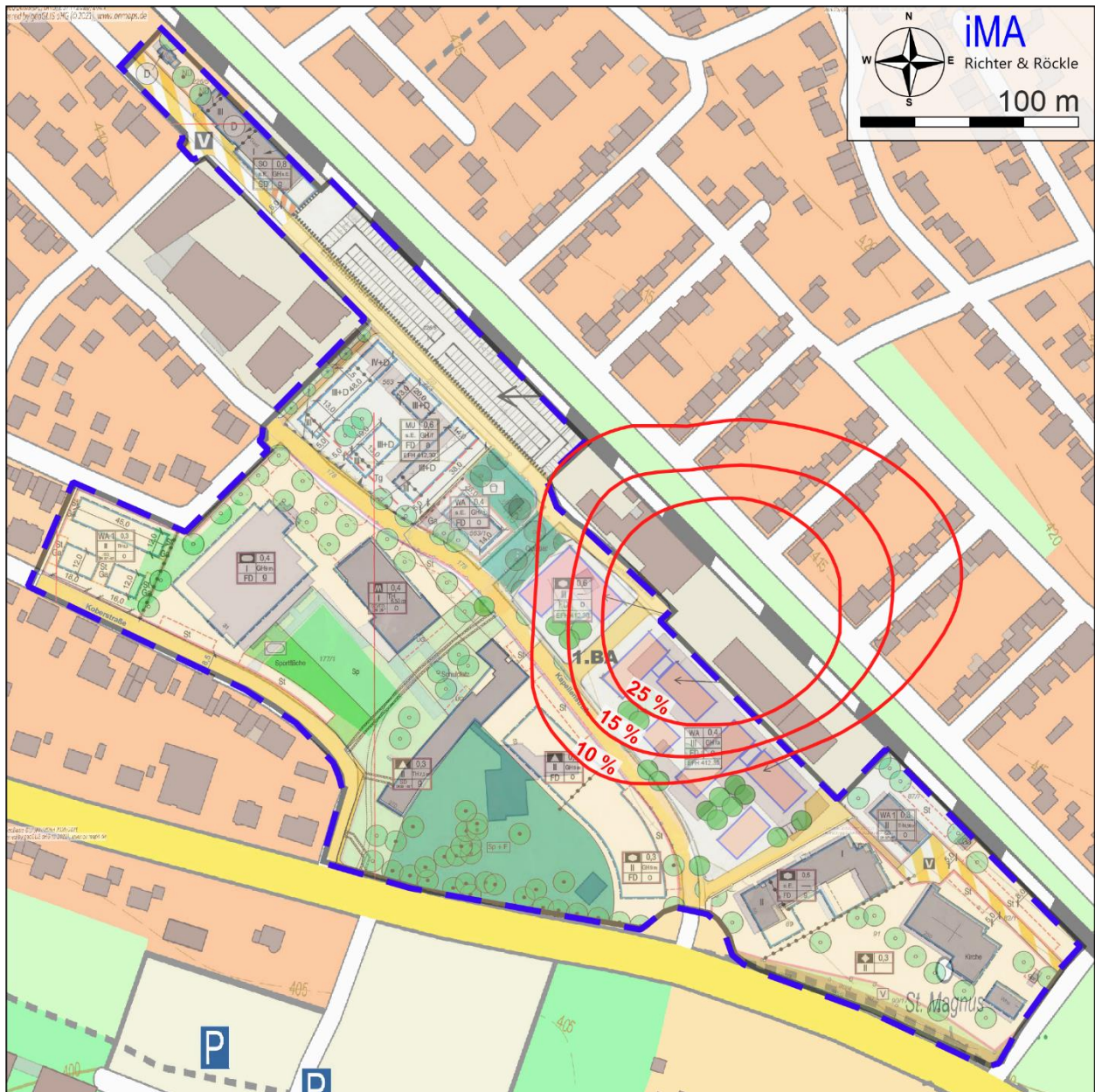


Abbildung A1-14: **Variante 2: Erhöhung der Schornsteine der Lackierkabinen der Fa. Schmidt auf 17 m sowie Einleitung der Fortluft aus der Pistolenreinigung in den nördlichen Schornstein der Lackieranlage.** Isolinien der relativen Häufigkeiten von Geruchsstunden pro Jahr in %.
(Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2021)

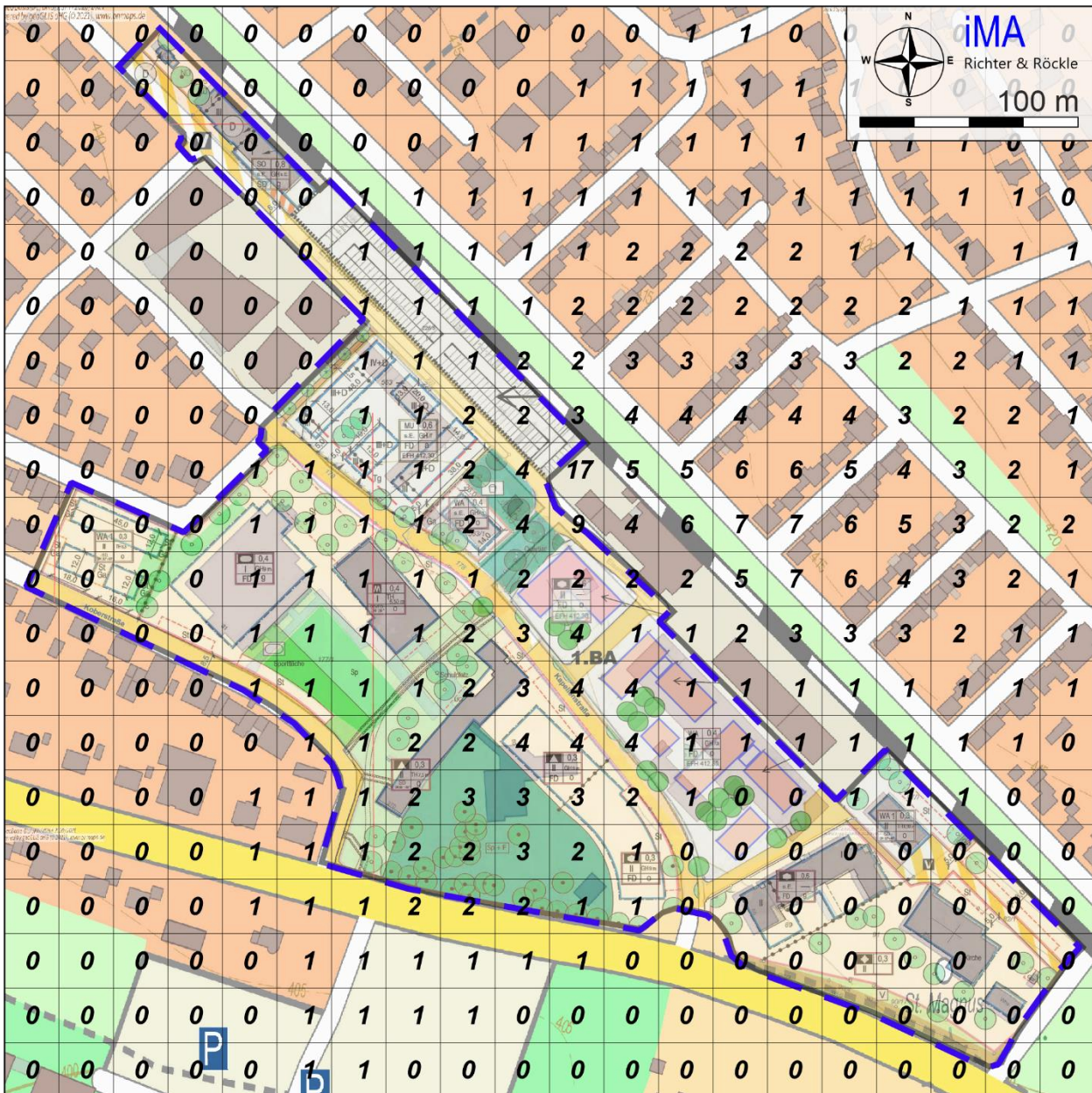


Abbildung A1-15: Nur Beitrag Lackierbetrieb Schmidt:
Variante 3: Erhöhung der Schornsteine der Lackierkabinen der Fa. Schmidt auf 17 m sowie Einleitung der Fortluft aus der Pistolenreinigung in den nördlichen Schornstein der Lackieranlage. Relative Häufigkeiten von Geruchsstunden pro Jahr in % auf einem 25 m x 25 m-Raster.
 (Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2021)

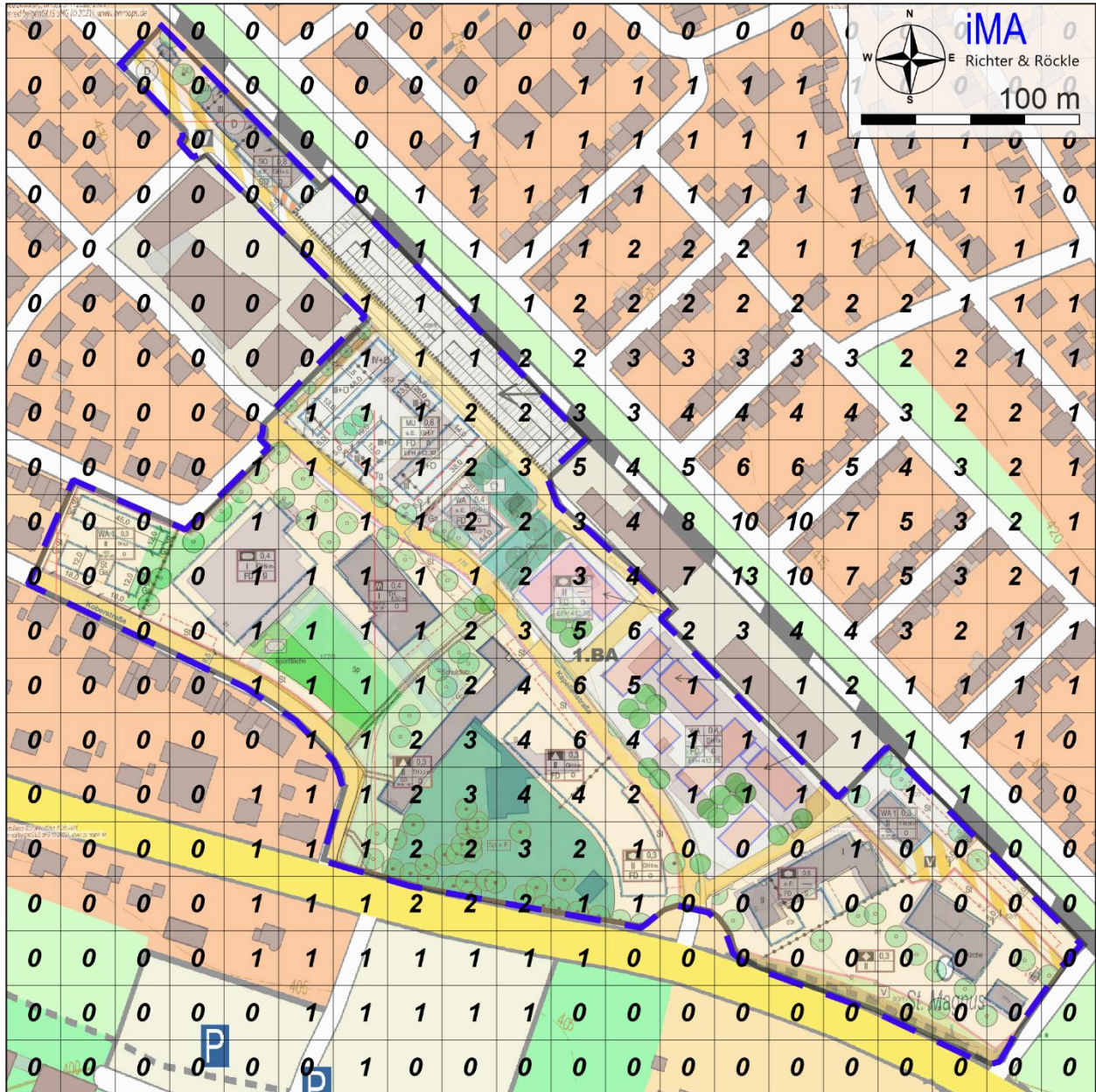


Abbildung A1-16: Nur Beitrag Lackierbetrieb Schmidt, Höhengschicht 9 m bis 12 m:
Variante 3: Erhöhung der Schornsteine der Lackierkabinen der Fa. Schmidt auf 17 m sowie Einleitung der Fortluft aus der Pistolenreinigung in den nördlichen Schornstein der Lackieranlage. Relative Häufigkeiten von Geruchsstunden pro Jahr in % auf einem 25 m x 25 m-Raster.
 (Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2021)

Anhang 2: Ausbreitungsrechnungen

A2.1. Allgemeines

Die Immissionen werden auf Basis von Ausbreitungsrechnungen ermittelt.

Eingangsdaten für das Ausbreitungsmodell sind:

- Die von den Quellen ausgehenden Emissionen (vgl. Kapitel 4)
- Die meteorologischen Eingangsdaten (vgl. Kapitel 5)
- Der Geländeeinfluss (Kapitel A2.4)
- Die Lage der Gebäude und die Gebäudehöhen (vgl. Kapitel A2.5).
- Die Lage der Quellen und die Quellhöhen (vgl. Kapitel A2.6)

Die Emissionsfreisetzung erfolgt zu den in Kapitel 4 aufgeführten Zeiten.

A2.2. Verwendetes Ausbreitungsmodell

Die Ausbreitungsrechnungen werden mit dem Ausbreitungsmodell „AUSTAL2000“ (Janicke & Janicke (2014)), Version 2.6.11-WI-x vom 02.09.2014, durchgeführt. Dieses Modell entspricht den Anforderungen des Anhangs 3 der TA Luft (2002).

Das Ausbreitungsmodell wird mit der Qualitätsstufe +2 betrieben.

Als Maß für die Bodenrauigkeit im Beurteilungsgebiet wird die mittlere Rauigkeitslänge z_0 verwendet. Sie wird automatisch vom Modell aus dem CORINE-Kataster des Statistischen Bundesamtes mit im Mittel $z_0 = 1$ m bestimmt. Diese Rauigkeit stimmt mit den tatsächlichen Verhältnissen vor Ort überein.

A2.3. Rechengebiet

Die Ausbreitungsrechnung wird für ein Rechengebiet von 2,2 km x 2,4 km durchgeführt.

Um die statistische Unsicherheit des Berechnungsverfahrens in größerer Entfernung zur Quelle zu reduzieren, wird das so genannte Nesting-Verfahren angewendet. Dazu wird das Beurteilungsgebiet in mehrere ineinander verschachtelte Rechengebiete aufgeteilt.

Die Gebietsgröße der einzelnen Gitter wird automatisch von AUSTAL2000 entsprechend den Anforderungen des Anhangs 3 der TA Luft (2002) erzeugt. Die Dimensionierung der Rechengitter ist in Tabelle A4-1 aufgeführt.

Tabelle A4-1: Dimensionierung der Modellgitter.

Gitter	Maschenweite	Gebietsgröße	Gitterpunkte
1	4 m	232 m x 288 m	58 x 72
2	8 m	336 m x 384 m	42 x 48
3	16 m	1120 m x 1216 m	70 x 76
4	32 m	1856 m x 1920 m	58 x 60
5	64 m	2176 m x 2432 m	34 x 38

A2.4. Berücksichtigung von Geländeunebenheiten

Nach Nr. 11, Anhang 3 der TA Luft (2002) müssen in der Ausbreitungsrechnung die Geländestrukturen berücksichtigt werden, falls innerhalb des Rechengebietes Steigungen von mehr als 1:20 auftreten. Dieses Kriterium wird im Beurteilungsgebiet erfüllt, so dass der Geländeeinfluss zu berücksichtigen ist.

Zur Abbildung der Geländesituation werden die Daten des Höhenmodells GlobDEM50 im 50-Meter-Raster verwendet. GlobDEM50 basiert auf Rohdaten der Shuttle Radar Topography Mission von NASA, NIMA, DLR und ASI aus dem Jahr 2000.

Gemäß Anhang 3, Nr. 11 der TA Luft können Geländeunebenheiten mit Hilfe des in AUSTAL2000 integrierten mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodells berücksichtigt werden, wenn die Steigung des Geländes den Wert 1:5 (0,20) nicht überschreitet. Dieses Kriterium ist erfüllt (siehe Protokolldatei in Anhang 5).

A2.5. Berücksichtigung von Gebäuden

Abhängig von der Anströmrichtung können sich an den Gebäuden Wirbel mit abwärts gerichteten Komponenten, Kanalisierungen, Düseneffekten und anderen strömungsdynamischen Effekten ergeben. Die Ausbreitung der Schadstoffe kann somit wesentlich von den umgebenden Gebäuden beeinflusst werden.

Entsprechend Anhang 3, Nr. 10 TA Luft (2002) muss dieser Gebäudeeinfluss explizit berücksichtigt werden, wenn die Quellhöhe niedriger als das 1,7-fache der Gebäudehöhen ist. Maßgeblich für die Beurteilung der Gebäudehöhen sind dabei alle massiven Erhebungen, deren Abstand von der Emissionsquelle geringer ist als das 6-fache der Gebäudehöhe. Gebäude, für die diese Kriterien zutreffen, sind in der folgenden Abbildung dargestellt. Diese wurden digitalisiert.

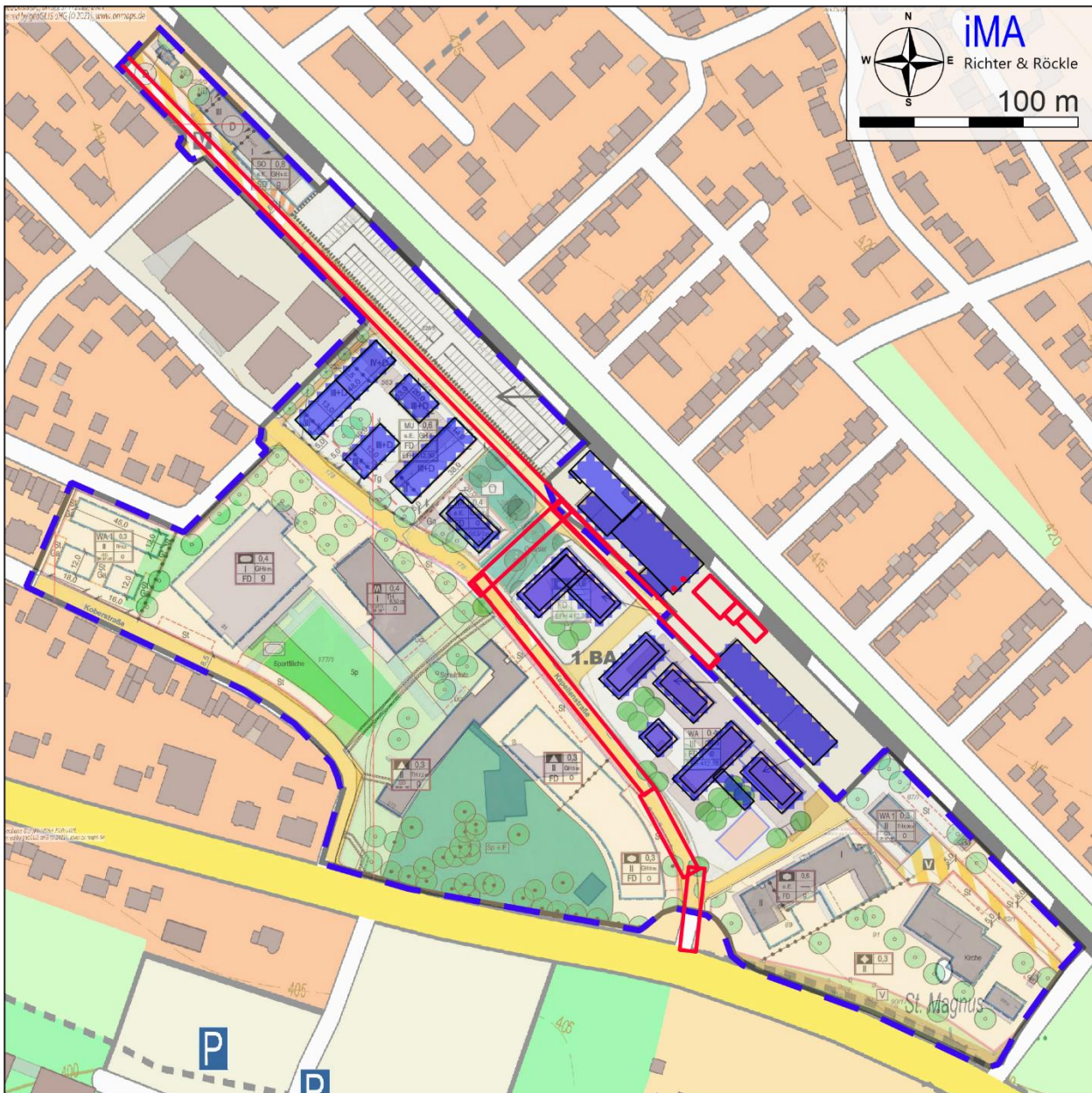


Abbildung A2-1: Digitalisierte Gebäude (blau) sowie Lage der digitalisierten Quellen (rot)

Der Einfluss von Gebäuden wird in Nr. 10 des Anhangs 3 zur TA Luft behandelt. Aus dem Wortlaut ergibt sich, dass die TA Luft den Einsatz eines diagnostischen Windfeldmodells für Quellhöhen, die kleiner als die 1,2-fache Gebäudehöhe sind, nicht ausschließt, allerdings auch nicht empfiehlt. Im vorliegenden Fall weisen einige Quellen Höhen auf, die geringer als die 1,2-fache Gebäudehöhe sind (Fahrbewegungen und diffuse Quellen).

Im Abschlussbericht zu TALdia (Janicke & Janicke (2004)) sind verschiedene Validierungstests aufgeführt. Unter anderem wurde eine Quelle im Innenhof eines U-förmigen Gebäudes untersucht. Der Vergleich der gemessenen und berechneten Konzentrationen zeigt keine grundsätzlichen Unterschiede in den Verteilungen. Im Mittel wird die gemessene Konzentration vom Modell eher leicht überschätzt (siehe Ausführungen auf Seite 56 des Berichts).

In einer Veröffentlichung von Braun et al. (2012) wurden Messungen des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) in der Umgebung einer Anlage zur Lagerung, zum Umschlag und zur Aufbereitung von staubenden Gütern mit Ausbreitungsrechnungen, die im Rahmen des Genehmigungsverfahrens durchgeführt wurden, verglichen. Die Ausbreitungsrechnungen wurden mit AUSTAL2000 durchgeführt, wobei der Einfluss der Gebäude und Mauern mit dem diagnostischen Windfeldmodell, das Bestandteil von AUSTAL2000 ist, berücksichtigt wurde. Die Ergebnisse der Messungen und Modellrechnungen stimmen gut überein.

Hartmann & Borcherding (2018) kommen zum Schluss, dass die Anwendung eines prognostischen Windfeldmodells bei Mehrquellensystemen und komplexer Bebauungsstruktur nicht zu begründen ist. Das Verfahren nach TA Luft (2002) und der bisherigen Geruchsimmisions-Richtlinie, bestehend aus dem diagnostischen Windfeldmodell und Lagrange'schem Partikelmodell sei einer ungenormten Modellvariante vorzuziehen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Anwendung von AUSTAL2000 zu plausiblen Ergebnissen führt. Hierauf weisen insbesondere die systematischen Studien von Janicke sowie der Vergleich von Mess- und Rechenwerten in der Umgebung einer Anlage zur Lagerung, zum Umschlag und zur Aufbereitung von staubenden Gütern hin.

A2.6. Quellen

Die Lage der Emissionsquellen ist in Abbildung A2-1 dargestellt. Die Quellkoordinaten sind in Tabelle A4-2 angegeben.

Die diffusen Emissionsquellen werden als Volumenquellen mit einer vertikalen Ausdehnung von 0 bis 3 m angesetzt (unterste Schicht). Die Emissionsquellen werden dabei durch Rechtecke angenähert.

Die Quellkoordinaten sind in Tabelle A4-2 zusammengefasst.

Tabelle A4-2: *Quelldimensionen, relativ zum Koordinatenursprung bei RW 531.300 und HW 5279.550 (UTM-32)*

Quelle	Ursprung [m]		Höhe Unterkante [m]	Ausdehnung [m]			Drehwinkel [°]
	x-Wert	y-Wert		horizontal		vertikal	
				a	b	c	
MGBs-Container	269.83	182.86	0	6.39	8.32	3	134.16

Quelle	Ursprung [m]		Höhe Unterkante [m]	Ausdehnung [m]			Drehwinkel [°]
	x-Wert	y-Wert		horizontal		vertikal	
				a	b	c	
Waschplatz	270.17	182.86	0	6.87	12.78	3	-136.09
LKW	265.4	187.29	0	17.35	10.85	3	135
Fahrt-N1	-14.06	436.79	0	6.27	386.33	3	-135.47
Fahrt-S1	253.12	156.62	0	6.03	102.91	3	44.86
Fahrt-S2	189.39	228.88	0	7.73	57.17	3	132.82
Fahrt-S3	148.82	200.25	0	6.07	125.83	3	-141.27
Fahrt-S4	227.88	101.74	0	8.08	42.54	3	-151.8
Fahrt-S5	250.72	64.59	0	7.53	38.39	3	173.87
Kamin-SW	236.51	193.43	7 bis 17	0	0	0	0
Kamin-NE	240.86	197.78	8 bis 17	0	0	0	0
Horizontalausblasung	245.54	209.53	3 bis 17	0	0	0	0
Waschhalle	190.67	244.22	0	3.61	0	4	-45

A2.7. Abgasfahnenüberhöhung

Gemäß VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13:2010-01 (2010) kann eine Abgasfahnenüberhöhung berücksichtigt werden, wenn ein ungestörter Abtransport in der freien Luftströmung gewährleistet ist. Dies ist im Allgemeinen der Fall, wenn:

- die Quellhöhe mindestens 10 m über der Flur und 3 m über First beträgt (bzw. 5 m über Flachdach) und
- die Abluftgeschwindigkeit in jeder Betriebsstunde mindestens 7 m/s beträgt und
- keine wesentliche Beeinflussung durch andere Strömungshindernisse (Gebäude, Vegetation, usw.) im weiteren Umkreis um die Quelle zu erwarten ist.

Im vorliegenden Fall treffen diese Bedingungen für die auf 17 m erhöhten beiden Schornsteine zu. Daher wird für die Variantenrechnungen eine Abgasfahnenüberhöhung berücksichtigt.

Zur Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung an den beiden Schornsteinen wird nur der Impulsanteil, nicht der Wärmestrom, berücksichtigt.

Es wird an der Schornsteinmündung eine Abgasaustrittsgeschwindigkeit von 7 m/s berücksichtigt. Zur Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung werden die in Tabelle A4-3 dargestellten Parameter angesetzt.

Tabelle A4-3: Parameter zur Berechnung der Impulsüberhöhung.

Schornstein	Volumenstrom [m ³ /h]	Schornsteindurch- messer [m]	Austrittsgeschwindigkeit [m/s]
Schornstein Südwest	24.000	1,1	7
Schornstein Nordost	24.000	1,1	7

Anhang 3: Ermittlung des repräsentativen Jahres

Um das für mehrjährige Verhältnisse repräsentative Jahr zu ermitteln, wurde das in Anhang A3.1 der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 20:2017-03 (2017) definierte Verfahren 'AKJahr' verwendet. Hierbei werden die Verteilungen von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse sowie der Nacht- und Schwachwinde der meteorologischen Messung ermittelt. Mittels statistischer Verfahren wird das Jahr bestimmt, das die beste Übereinstimmung dieser Parameter mit dem Mittelwert des Gesamtzeitraums zeigt.

Als Datengrundlage wurde der 10-jährige Zeitraum 2011-2020 ausgewertet, die Auswertung wurde auf das Kalenderjahr abgestellt.

Für das AKJahr-Verfahren wird zunächst ein χ^2 -Test für jeden der vier Parameter Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse und der Richtung von Nacht- und Schwachwinden durchgeführt. Die daraus resultierenden vier Werte werden nach der Rechenvorschrift der VDI 3783 Bl. 20 gewichtet addiert, so dass sich für jedes betrachtete Kalenderjahr ein Zahlenwert für die Güte der Übereinstimmung mit dem Gesamtzeitraum ergibt (Abbildung A3-1).

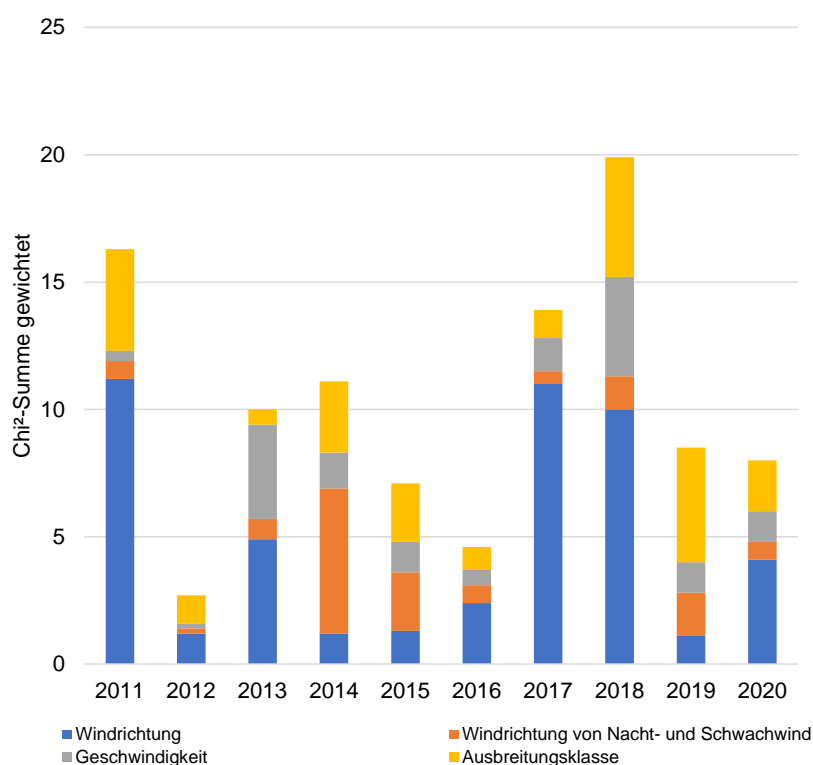


Abbildung A3-1: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume (Jahreszeitreihen) mit dem Gesamtzeitraum.

Die Gewichtung erfolgt folgendermaßen:

- Windrichtung: Faktor 0,36
- Windrichtung nachts und bei Schwachwind: Faktor 0,15
- Windgeschwindigkeit: Faktor 0,24
- Ausbreitungsklasse: Faktor 0,25

Die Jahreszeitreihe 2012, für den die gewichtete χ^2 -Summe den kleinsten Wert annimmt, ist dem gesamten Zeitraum am ähnlichsten.

Die mit der Auswertung der gewichteten χ^2 -Summe durchgeführte Suche nach dem repräsentativen Jahr wird um eine Prüfung der Standardabweichungen erweitert. Hierbei wird ermittelt, ob das gefundene repräsentative Jahr in der σ -Umgebung der für den Gesamtzeitraum ermittelten Standardabweichung liegt (Abbildung A3-2). Je mehr Klassen jedes Parameters innerhalb der σ -Umgebung des Gesamtzeitraumes liegen, desto besser ist die Übereinstimmung.

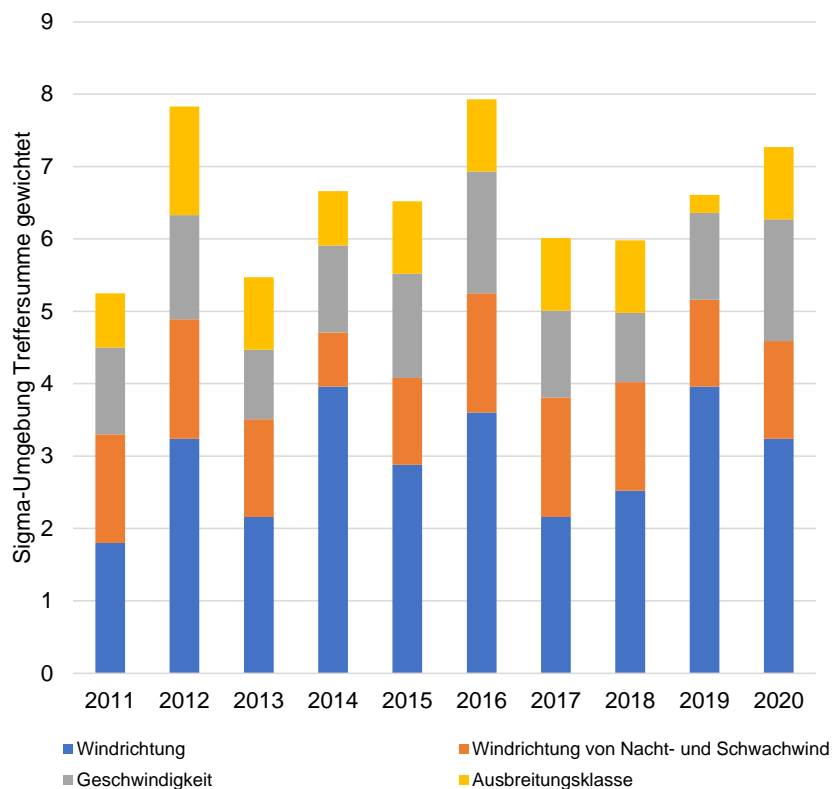


Abbildung A3-2: Gewichtete σ -Umgebung-Treffersumme und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume (Jahreszeitreihen) mit dem Gesamtzeitraum.

Erfahrungsgemäß fällt das aus dem χ^2 -Test gefundene repräsentative Jahr nicht immer mit dem Maximum der gewichteten σ -Umgebung-Treffersumme zusammen. Im vorliegenden Fall ist die Treffersumme des Jahres 2012 die zweithöchste.

In der Gesamtbeurteilung wird nach der in der VDI 3783 Bl. 20 bestimmten Reihenfolge das Jahr **2012** bestimmt (1. Rang χ^2 -Auswertung und 2. Rang σ -Auswertung).

Zur Plausibilitätsprüfung ist die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum zu vergleichen. Anhand der folgenden Grafiken ist erkennbar, dass sich die Verteilungen für die ausgewählte Jahreszeitreihe kaum von denen des Gesamtzeitraumes unterscheiden.

Daher kann davon ausgegangen werden, dass der Jahreszeitraum 2012 ein repräsentatives Jahr im betrachteten Gesamtzeitraum von 2011 bis 2020 ist.

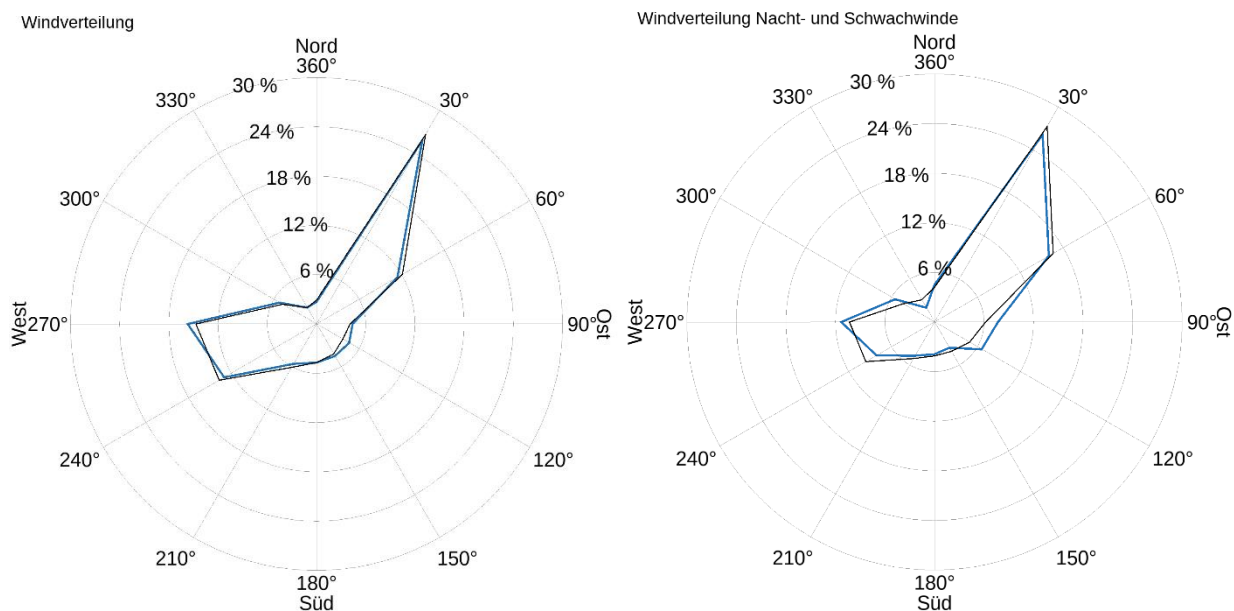


Abbildung A3-3: Vergleich der Verteilungen von Windrichtung (links) sowie Windrichtung bei Nacht- und Schwachwinden (rechts) der ausgewählten Jahreszeitreihe 2012 (blau) mit dem 10-jährigen Gesamtzeitraum (schwarz).

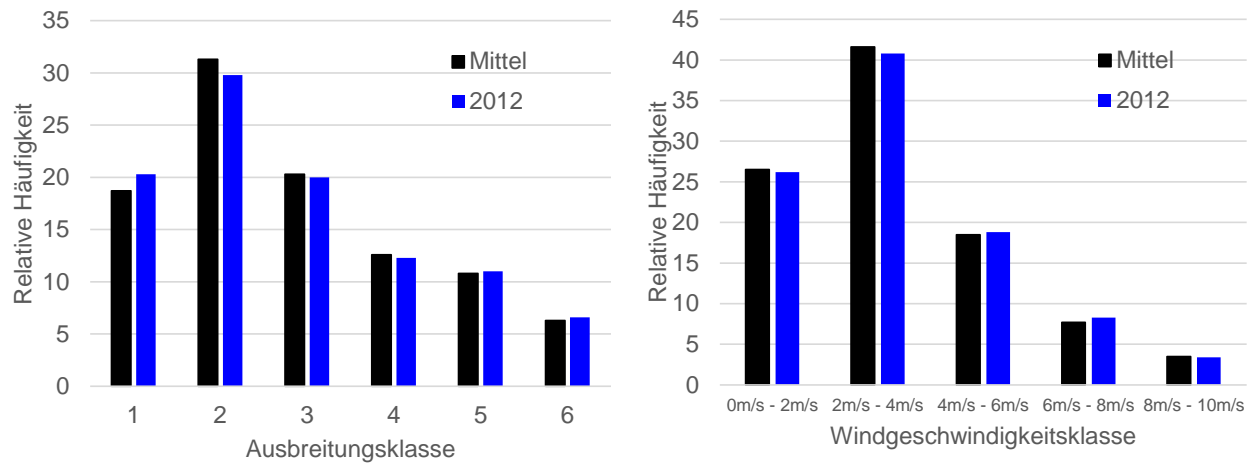


Abbildung A3-4: Vergleich der Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklasse der ausgewählten Jahreszeitreihe 2012 (blau) mit dem 10-jährigen Gesamtzeitraum (schwarz).

Anhang 4: Ermittlung der Rauigkeitslänge

Die Bestimmung der mesoskaligen Rauigkeitslänge an der meteorologischen Station wird gemäß dem DWD-Merkblatt „Effektive Rauigkeitslänge aus Windmessungen“ (Kofmann & Namyslo (2019)) vorgenommen. Eine effektive Rauigkeitslänge beschreibt die Auswirkungen der heterogenen Oberfläche im Umfeld der Windmessung und erlaubt die Übertragung auf andere Rauigkeitsbedingungen. Ausgangspunkt der Betrachtungen ist, dass die Rauigkeitsinformation aus den gemessenen Winddaten extrahiert werden kann. Insbesondere Turbulenz und Bögigkeit der Luftströmung tragen diese Informationen in sich.

Im vorliegenden Fall wird das Verfahren von Beljaars unter der Verwendung der Standardabweichung der Windgeschwindigkeit eingesetzt.

Der Deutsche Wetterdienst stellt die zur Auswertung benötigten Messwerte über ausreichend große Zeiträume als 10-Minuten-Mittelwerte zur Verfügung. Unter anderem sind dies die mittlere Windgeschwindigkeit \bar{u} , die maximale Windgeschwindigkeit u_{max} , die mittlere Windrichtung und die Standardabweichung der Longitudinalkomponente σ_u .

Zur Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit aus diesen Messwerten muss die Art des Messgerätes Berücksichtigung finden, da eine Trägheit der Apparatur Einfluss auf die Dynamik der Windmessdaten ausübt. In diesem Zusammenhang müssen Dämpfungsfaktoren bestimmt werden, die sich für digitale, nicht trägheitslose Messverfahren nach den Verfahren von Beljaars (Dämpfungsfaktor A_B) und für analoge nach dem Verfahren von Wieringa (Dämpfungsfaktor A_W) ermitteln lassen.

Ausgangspunkt aller Betrachtungen ist das logarithmische vertikale Windprofil in der Prandtl-Schicht bei neutraler Schichtung. Die Zunahme der Geschwindigkeit mit der Höhe z lässt sich dann wie folgt beschreiben:

$$\bar{u}(z) = \frac{u_*}{\kappa} \ln\left(\frac{z+d}{z_0}\right) \quad (1)$$

Hierbei stellen z die Messhöhe, z_0 die Rauigkeitslänge, u_* die Schubspannungsgeschwindigkeit, die sich aus $\sigma_u = 2,5 \cdot u_*$ berechnen lässt, $\kappa \approx 0,4$ die von-Karman-Konstante und $d = 6 \cdot z_0$ die Verdrängungshöhe dar. In der späteren Anwendung wird die Gleichung nach z_0 aufgelöst.

Im Merkblatt des Deutschen Wetterdienstes wird die weitere Vorgehensweise zur Berechnung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit ausführlich beschrieben.

Im vorliegenden Fall wurde die effektive aerodynamische Rauigkeit für jedes Einzeljahr im Zeitraum 2011 bis 2020 bestimmt. Als Messwertgeber wurde aus den Daten des Deutschen Wetterdienstes das System „Windsensor Classic 4.3303“ (Windmessung elektr.) entnommen. Damit

steht zur Rauigkeitsbestimmung das Verfahren nach Beljaars zur Verfügung. Für den Parameter A_B ergibt sich dabei ein Wert von 0,9.

Die ermittelte effektive aerodynamische Rauigkeit z_0 ist in der folgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle A4-1: Effektive aerodynamische Rauigkeit

Kalenderjahr	Rauigkeit z_0
2011	0,01
2012	0,27
2013	0,36
2014	0,34
2015	0,37
2016	0,35
2017	0,35
2018	0,39
2019	0,34
2020	0,03

Anhang 5: Protokolldateien

Windfeldberechnung (Datei 'taldia.log'):

```

2021-02-18 15:10:50 -----
TwnServer:./.
TwnServer:-B~/lib
TwnServer:-w30000

2021-02-18 15:10:50 TALdia 2.6.5-WI-x: Berechnung von Windfeldbibliotheken.
Erstellungsdatum des Programms: 2014-09-02 09:08:58
Das Programm läuft auf dem Rechner "FRANKFURT".
===== Beginn der Eingabe =====
> ti      "FN-Fischbach"
> gh      ".../DHM/Fischbach.DHM"
> az      ".../4-Meteorologie/akterm_FN_2012.akt"
> xa      100      'Lage des Anemometers
> ya      -650
> qs      2          'Qualitätsstufe
> qb      0
> os      NESTING+SCINOTAT
> ux      531300
> uy      5279550
> xb      254.82      254.47      235.99      235.91      223.81      207.46      199.02
213.00      194.25      138.09      138.18      187.00      197.23      167.23      186.92
201.90      205.57      235.73      239.05      276.38      276.89      220.39      223.03
71.12      105.46      93.78      115.68      99.25
> yb      159.34      106.51      159.34      156.19      203.14      219.50      238.17
224.19      242.85      237.31      234.67      212.18      201.87      190.96      209.02
151.85      152.02      105.92      106.17      118.44      115.29      125.35      125.35
261.77      283.33      243.79      232.63      307.61
> ab      65.80      20.97      13.32      8.62      4.94      40.61      9.70
12.59      7.41      13.62      9.34      31.41      13.74      10.61      10.00
13.07      8.25      14.04      9.70      13.44      8.26      12.78      9.10
52.25      19.40      23.32      41.88      25.97
> bb      15.19      5.91      26.27      21.82      14.10      20.01      19.40
33.92      1.51      25.37      21.27      14.59      21.15      26.77      31.45
30.49      25.67      38.02      33.57      26.93      21.81      12.18      8.44
13.01      12.78      12.77      14.10      13.08
> cb      6.00      5.00      9.00      12.00      4.00      5.00      7.50
10.00      10.00      9.00      12.00      9.00      9.00      12.00      12.00
9.00      12.00      9.00      12.00      9.00      12.00      9.00      12.00
12.00      12.00      12.00      12.00      15.00
> wb      -45.63      -45.66      -134.22      -133.74      -136.47      -45.17      -135.36
45.30      134.53      -134.32      -135.17      -136.88      -135.49      -46.81      -134.35
-45.23      -45.28      -45.28      -45.32      -134.62      -135.32      -47.17      -46.90
44.53      -45.36      45.14      44.75      -135.67
> xq      269.83      269.83      270.17      270.17      270.17      265.40      265.40
265.40      -14.06      253.12      189.39      148.82      227.88      250.72      236.51
240.86      245.54      190.67
> yq      182.86      182.86      182.86      182.86      182.86      187.29      187.29
187.29      436.79      156.62      228.88      200.25      101.74      64.59      193.43
197.78      209.53      244.22

```


> aq	6.39	6.39	6.87	6.87	6.87	17.35	17.35
17.35	6.27	6.03	7.73	6.07	8.08	7.53	0.00
0.00	0.00	3.61					
> bq	8.32	8.32	12.78	12.78	12.78	10.85	10.85
10.85	386.33	102.91	57.17	125.83	42.54	38.39	0.00
0.00	0.00	0.00					
> hq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00
8.00	3.00	0.00					
> cq	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	0.00
0.00	0.00	4.00					
> wq	134.16	134.16	-136.09	-136.09	-136.09	135.00	135.00
135.00	-135.47	44.86	132.82	-141.27	-151.80	173.87	0.00
0.00	0.00	-45.00					
> vq	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	7
7	0	0					
> dq	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1.1
1.1	0	0					
> odor	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?					
> xp	0	0					
> yp	0	0					
> hp	1.5	22.5					

===== Ende der Eingabe =====

Die Höhe hq der Quelle 1 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 6 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 7 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 8 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 9 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 10 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 11 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 12 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 13 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 14 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 15 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 16 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 17 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 18 beträgt weniger als 10 m.
 Die maximale Gebäudehöhe beträgt 15.0 m.
 >>> Die Höhe der Quelle 1 liegt unter dem 1.2-fachen der Höhe von Gebäude 1.
 >>> Dazu noch 289 weitere Fälle.

Festlegung des Vertikalrasters:

0.0	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	21.0	24.0	27.0
30.0	34.0	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

Festlegung des Rechnernetzes:

dd	4	8	16	32	64
x0	-16	-96	-448	-832	-896
nx	96	66	70	58	34
y0	24	-48	-352	-704	-1024
ny	92	66	76	60	38
nz	10	25	25	25	25

Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.10 (0.09).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.09 (0.08).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.10 (0.10).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.17 (0.16).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.14 (0.13).
Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.

Standard-Kataster z0-utm.dmna (7e0adae7) wird verwendet.
Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 1.000 m.
Die Zeitreihen-Datei "../zeitreihe.dmna" wird verwendet.
Es wird die Anemometerhöhe ha=20.1 m verwendet.
Die Angabe "az ../../4-Meteorologie/akterm_FN_2012.akt" wird ignoriert.

[...]

Eine Windfeldbibliothek für 216 Situationen wurde erstellt.
Der maximale Divergenzfehler ist 0.015 (1019).
2021-02-18 17:23:01 TALdia ohne Fehler beendet.

Ausbreitungsrechnung (Datei 'AUSTAL.log'):

2021-02-25 15:12:11 -----
TalServer:.

Ausbreitungsmodell AUSTAL2000, Version 2.6.11-WI-x
Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2014
Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2014

Arbeitsverzeichnis: ./.

Erstellungsdatum des Programms: 2014-09-02 09:08:52
Das Programm läuft auf dem Rechner "FRANKFURT".

===== Beginn der Eingabe =====

```
> ti      "FN-Fischbach"
> gh      ".../DHM/Fischbach.DHM"
> az      ".../4-Meteorologie/akterm_FN_2012.akt"
> xa      100      'Lage des Anemometers
> ya      -650
> qs      2          'Qualitätsstufe
> qb      0
> os      NESTING+SCINOTAT
> ux      531300
> uy      5279550
> xb      254.82      254.47      235.99      235.91      223.81      207.46      199.02
213.00      194.25      138.09      138.18      187.00      197.23      167.23      186.92
201.90      205.57      235.73      239.05      276.38      276.89      220.39      223.03
71.12      105.46      93.78      115.68      99.25
> yb      159.34      106.51      159.34      156.19      203.14      219.50      238.17
224.19      242.85      237.31      234.67      212.18      201.87      190.96      209.02
151.85      152.02      105.92      106.17      118.44      115.29      125.35      125.35
261.77      283.33      243.79      232.63      307.61
> ab      65.80      20.97      13.32      8.62      4.94      40.61      9.70
12.59      7.41      13.62      9.34      31.41      13.74      10.61      10.00
13.07      8.25      14.04      9.70      13.44      8.26      12.78      9.10
52.25      19.40      23.32      41.88      25.97
> bb      15.19      5.91      26.27      21.82      14.10      20.01      19.40
33.92      1.51      25.37      21.27      14.59      21.15      26.77      31.45
30.49      25.67      38.02      33.57      26.93      21.81      12.18      8.44
13.01      12.78      12.77      14.10      13.08
> cb      6.00      5.00      9.00      12.00      4.00      5.00      7.50
10.00      10.00      9.00      12.00      9.00      9.00      12.00      12.00
9.00      12.00      9.00      12.00      9.00      12.00      9.00      12.00
12.00      12.00      12.00      12.00      15.00
> wb      -45.63      -45.66      -134.22      -133.74      -136.47      -45.17      -135.36
45.30      134.53      -134.32      -135.17      -136.88      -135.49      -46.81      -134.35
-45.23      -45.28      -45.28      -45.32      -134.62      -135.32      -47.17      -46.90
44.53      -45.36      45.14      44.75      -135.67
> xq      269.83      269.83      270.17      270.17      270.17      265.40      265.40
265.40      -14.06      253.12      189.39      148.82      227.88      250.72      236.51
240.86      240.86      190.67
```

> yq	182.86	182.86	182.86	182.86	182.86	187.29	187.29
187.29	436.79	156.62	228.88	200.25	101.74	64.59	193.43
197.78	197.78	244.22					
> aq	6.39	6.39	6.87	6.87	6.87	17.35	17.35
17.35	6.27	6.03	7.73	6.07	8.08	7.53	0.00
0.00	0.00	3.61					
> bq	8.32	8.32	12.78	12.78	12.78	10.85	10.85
10.85	386.33	102.91	57.17	125.83	42.54	38.39	0.00
0.00	0.00	0.00					
> hq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.00
17.00	17.00	0.00					
> cq	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	0.00
0.00	0.00	4.00					
> wq	134.16	134.16	-136.09	-136.09	-136.09	135.00	135.00
135.00	-135.47	44.86	132.82	-141.27	-151.80	173.87	0.00
0.00	0.00	-45.00					
> vq	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	7
7	0	0					
> dq	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1.1
1.1	0	0					
> odor	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?					
> xp	0	0					
> yp	0	0					
> hp	1.5	22.5					

===== Ende der Eingabe =====

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.

Die Höhe hq der Quelle 1 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 6 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 7 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 8 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 9 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 10 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 11 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 12 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 13 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 14 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 18 beträgt weniger als 10 m.

Die maximale Gebäudehöhe beträgt 15.0 m.

>>> Die Höhe der Quelle 1 liegt unter dem 1.2-fachen der Höhe von Gebäude 1.

>>> Dazu noch 255 weitere Fälle.

Festlegung des Vertikalrasters:

0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0

30.0 34.0 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

Festlegung des Rechnernetzes:

dd	4	8	16	32	64
x0	-16	-96	-448	-832	-896
nx	96	66	70	58	34
y0	24	-48	-352	-704	-1024
ny	92	66	76	60	38
nz	10	25	25	25	25

Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.10 (0.09).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.09 (0.08).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.10 (0.10).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.17 (0.16).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.14 (0.13).
Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.

Standard-Kataster z0-utm.dmna (7e0adae7) wird verwendet.
Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 1.000 m.
Die Zeitreihen-Datei "././zeitreihe.dmna" wird verwendet.
Es wird die Anemometerhöhe ha=20.1 m verwendet.
Die Angabe "az ../././4-Meteorologie/akterm_FN_2012.akt" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 524c519f
Prüfsumme TALDIA 6a50af80
Prüfsumme VDISP 00000000
Prüfsumme SETTINGS fdd2774f
Prüfsumme SERIES 01d87708

Bibliotheksfelder "zusätzliches K" werden verwendet (Netze 1,2).
Bibliotheksfelder "zusätzliche Sigmas" werden verwendet (Netze 1,2).

=====

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "odor"
TMT: 366 Tagesmittel (davon ungültig: 2)
TMT: Datei "././odor-j00z01" geschrieben.
TMT: Datei "././odor-j00s01" geschrieben.
TMT: Datei "././odor-j00z02" geschrieben.
TMT: Datei "././odor-j00s02" geschrieben.
TMT: Datei "././odor-j00z03" geschrieben.
TMT: Datei "././odor-j00s03" geschrieben.
TMT: Datei "././odor-j00z04" geschrieben.
TMT: Datei "././odor-j00s04" geschrieben.
TMT: Datei "././odor-j00z05" geschrieben.
TMT: Datei "././odor-j00s05" geschrieben.
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL2000_2.6.11-WI-x.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "odor"
TMO: Datei "././odor-zbpz" geschrieben.
TMO: Datei "././odor-zbps" geschrieben.

=====

Auswertung der Ergebnisse:

=====

DEP: Jahresmittel der Deposition
 J00: Jahresmittel der Konzentration/Geruchsstundenhäufigkeit
 Tnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen
 Snn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

WARNUNG: Eine oder mehrere Quellen sind niedriger als 10 m.
 Die im folgenden ausgewiesenen Maximalwerte sind daher
 möglicherweise nicht relevant für eine Beurteilung!

Maximalwert der Geruchsstundenhäufigkeit bei z=1.5 m

=====

ODOR J00 : 1.000e+002 % (+/- 0.0) bei x= 262 m, y= 178 m (1: 70, 39)

=====

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

=====

PUNKT	01	02
xp	0	0
yp	0	0
hp	1.5	22.5

-----+-----+-----

ODOR J00 9.533e-001 0.0 5.053e-001 0.0 %

=====

2021-02-26 01:22:53 AUSTAL2000 beendet.