

**Antragsteller:**           **Stadt Rheinfelden**  
                                  **Kirchplatz 2**  
                                  **79618 Rheinfelden**

**Anlagenbetreiber:**       **Stadt Rheinfelden**  
                                  **Kirchplatz 2**  
                                  **79618 Rheinfelden**

**Prognose der Staubemissionen und -immissionen  
im Rahmen des Genehmigungsverfahrens zur  
Errichtung und zum Betrieb eines Zwischenlagers  
für Erdaushub**

**Datum:**                   **02.09.2020**

**Projekt- Nr.:**           **19-08-22-FR**

**Berichtsumfang:**       **61 Seiten**

**Bearbeiter:**           **Dr. Frank J. Braun, Diplom-Meteorologe**  
                                  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: [braun@ima-umwelt.de](mailto:braun@ima-umwelt.de)**



**INHALT**

<b>1</b>	<b>Situation und Aufgabenstellung</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Örtliche Verhältnisse</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Betriebsbeschreibung</b> .....	<b>10</b>
3.1	Allgemeines.....	10
3.2	Lagerboxen.....	10
3.3	Betriebsablauf.....	10
<b>4</b>	<b>Emissions- und immissionsmindernde Maßnahmen</b> .....	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Staubemissionen</b> .....	<b>12</b>
5.1	Überblick.....	12
5.2	Staubemissionen durch Umschlag.....	12
5.3	Staubemissionen durch Fahrbewegungen.....	13
5.4	Zusammenfassung der Emissionen.....	14
<b>6</b>	<b>Staubinhaltsstoff-Emissionen</b> .....	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>Vergleich mit den Bagatellmassenströmen der TA Luft</b> .....	<b>15</b>
<b>8</b>	<b>Beurteilungsgrundlagen</b> .....	<b>18</b>
8.1	Immissions- und Beurteilungswerte.....	18
8.2	Irrelevanzschwellen.....	19
<b>9</b>	<b>Meteorologische Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnung</b> .....	<b>20</b>
<b>10</b>	<b>Immissionen</b> .....	<b>22</b>
10.1	Allgemeines.....	22
10.2	Betrachtete Immissionsorte.....	22
10.3	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> und Staubniederschlag.....	26
10.3.1	Immissionsbeitrag des geplanten Zwischenlagers.....	26
10.3.2	Vorbelastung.....	26
10.3.3	Gesamtbelastung.....	28
10.4	Staubinhaltsstoffe.....	28
<b>11</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>31</b>

<b>Literatur .....</b>	<b>32</b>
<b>Anhang 1: Abbildungen .....</b>	<b>36</b>
<b>Anhang 2: Grundlagen zur Ermittlung der Emissionen.....</b>	<b>40</b>
A2.1 Umschlagvorgänge.....	40
A2.2 Fahrbewegungen auf befestigtem Untergrund.....	42
<b>Anhang 3: Emissionsmassenströme .....</b>	<b>46</b>
<b>Anhang 4: Ausbreitungsrechnungen.....</b>	<b>48</b>
A4.1 Allgemeines .....	48
A4.2 Verwendetes Ausbreitungsmodell .....	49
A4.3 Rechengebiet.....	49
A4.4 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten .....	49
A4.5 Berücksichtigung von Gebäuden.....	51
A4.6 Quellen .....	53
<b>Anhang 5: Protokolldateien .....</b>	<b>55</b>

*Dieser Bericht wurde nach den Anforderungen unseres Qualitätsmanagementsystems nach DIN 17025 erstellt. Er darf ohne die Genehmigung der iMA Richter & Röckle GmbH und Co. KG weder ganz noch in Teilen weitergegeben oder vervielfältigt werden.*

## 1 Situation und Aufgabenstellung

Die Stadt Rheinfelden plant die Errichtung und den Betrieb eines Zwischenlagers für Erdaushub. Pro Jahr sollen maximal 16.000 t unbelasteter Bodenaushub der Einbauklasse Z0 und maximal 9.600 t belasteter Bodenaushub bis zur Einbauklasse Z2 in dreiseitig umschlossenen überdachten Boxen zwischengelagert werden.

Bevor das immissionsschutzrechtliche Genehmigungsverfahren begonnen wird, ist ein Bebauungsplanverfahren zur Ausweisung des Bebauungsplans "Feuerwehr Römerstraße" mit einer „Sonderfläche Zwischenlager“ durchzuführen. Hierzu sind die zu erwartenden Staubemissionen und -immissionen zu ermitteln.

Das vorliegende Gutachten gliedert sich in folgende Schritte:

1. Darstellung der örtlichen Verhältnisse
2. Beschreibung der geplanten Anlage
3. Prognose der von der Anlage ausgehenden Staubemissionen
4. Vergleich der Emissionsmassenströme mit den Bagatellmassenströmen der Nr. 4.6.1.1 der TA Luft.

Für diejenigen Stoffe, deren Massenströme den Bagatellmassenstrom überschreiten:

5. Ausbreitungsrechnung zur Ermittlung des Immissionsbeitrags der Anlage
6. Prüfung, ob der Immissionsbeitrag der Anlage an den maßgebenden Immissionsorten die Irrelevanzschwelle überschreitet.

Für diejenigen Stoffe, bei denen die Irrelevanzschwelle überschritten wird:

7. Abschätzung der Immissions-Vorbelastung
8. Ermittlung der Immissions-Gesamtbelastung durch Überlagerung der Vorbelastung und des Immissionsbeitrags der Anlage
9. Vergleich der Gesamtbelastung mit den Immissionsgrenzwerten.

Die iMA Richter & Röckle GmbH & Co.KG, Messstelle nach §29b BImSchG und akkreditiert nach DIN 17025 für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft und Geruchsimmisions-Richtlinie, wurde von der Stadt Rheinfelden mit der Ausarbeitung des Gutachtens beauftragt.

Das Gutachten wurde entsprechend der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13 erstellt. Als weitere Erkenntnisquelle wurde der 'Leitfaden zur Beurteilung von TA Luft Ausbreitungsrechnungen' (<http://taluftwiki-leitfaden.lubw.baden-wuerttemberg.de/>) herangezogen.

## 2 Örtliche Verhältnisse

Das Gelände, auf dem das Zwischenlager betrieben werden soll und seine weitere Umgebung können dem Lageplan in Abbildung 2-1 entnommen werden. Die Koordinaten betragen im UTM-32-Netz in etwa:

Rechtswert: 408 630 bis 408 700  
Hochwert: 5269 360 bis 5269 470  
Höhe über NN: ca. 286 m



Abbildung 2-1: Lage des Bebauungsplangebiets und der Zwischenlagerfläche (Kartengrundlage: on-maps.de (c) GeoBasis-DE/BKG 2019/2020)

Das Gelände befindet sich im nordöstlichen Teil des Bebauungsplangebiets 'Feuerwehr Römerstraße'. Die Fläche liegt ca. 110 m nördlich der bestehenden geschlossenen Wohnbebauung der Stadt Rheinfelden.

Nördlich und östlich grenzen landwirtschaftliche Nutzflächen an, an denen vor allem Ackerbau betrieben wird. Südlich, zwischen dem geplanten Zwischenlagergelände und der bestehenden Wohnbebauung, liegt das Bebauungsplangebiet 'Feuerwehr Römerstraße' mit einer für die landwirtschaftliche Nutzung vorgesehenen Fläche. Das geplante Gerätehaus der Feuerwehr liegt südwestlich des geplanten Zwischenlagers.

Unmittelbar westlich des Zwischenlagers befindet sich ein Gartenbaubetrieb ('Gärtnerei') mit mehreren Lager-/Maschinengebäuden und einem Bürogebäude.

Die Orographie in der näheren Umgebung ist durch weitgehend ebenes Gelände mit nur geringen Höhenunterschieden gekennzeichnet. Der Anstieg zu den vorgelagerten Hügeln des Schwarzwaldes beginnt etwa 400 m nördlich des Plangebiets.

Die Örtlichkeiten wurden von uns am 15.06.2020 besichtigt. Dabei wurden alle für die Aufgabenstellung relevanten Anlagen- und Umgebungsbedingungen erfasst.



Abbildung 2-2: Ansicht der Zwischenlagerfläche (rot) mit der Gärtnerei im Hintergrund (Aufnahmedatum 12.06.2020; Blickrichtung nach Westen)

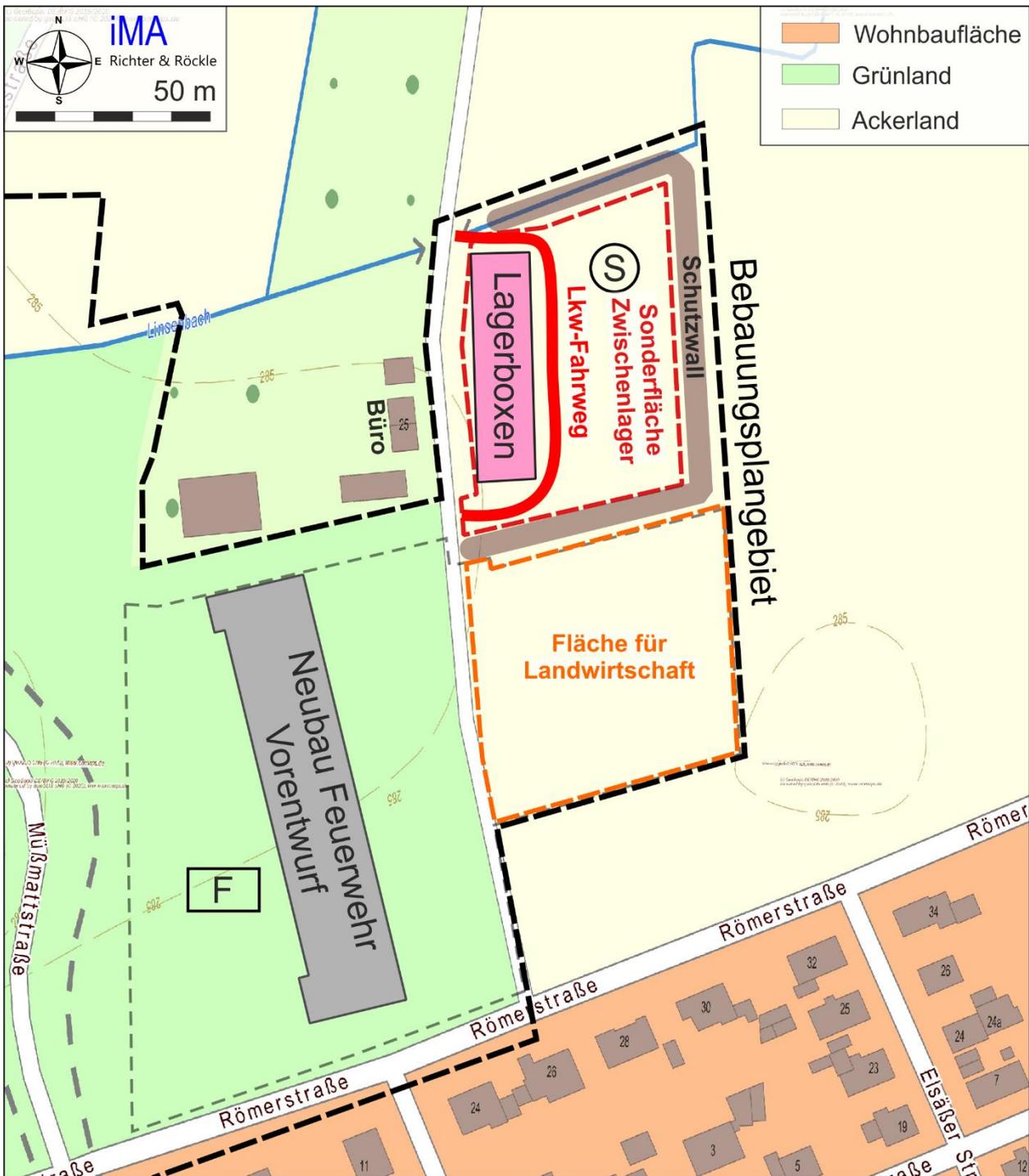


Abbildung 2-3: Lage des Bebauungsplangebiets und der darin befindlichen Zwischenlagerfläche (Kartengrundlage: onmaps.de (c) GeoBasis-DE/BKG 2019/2020)

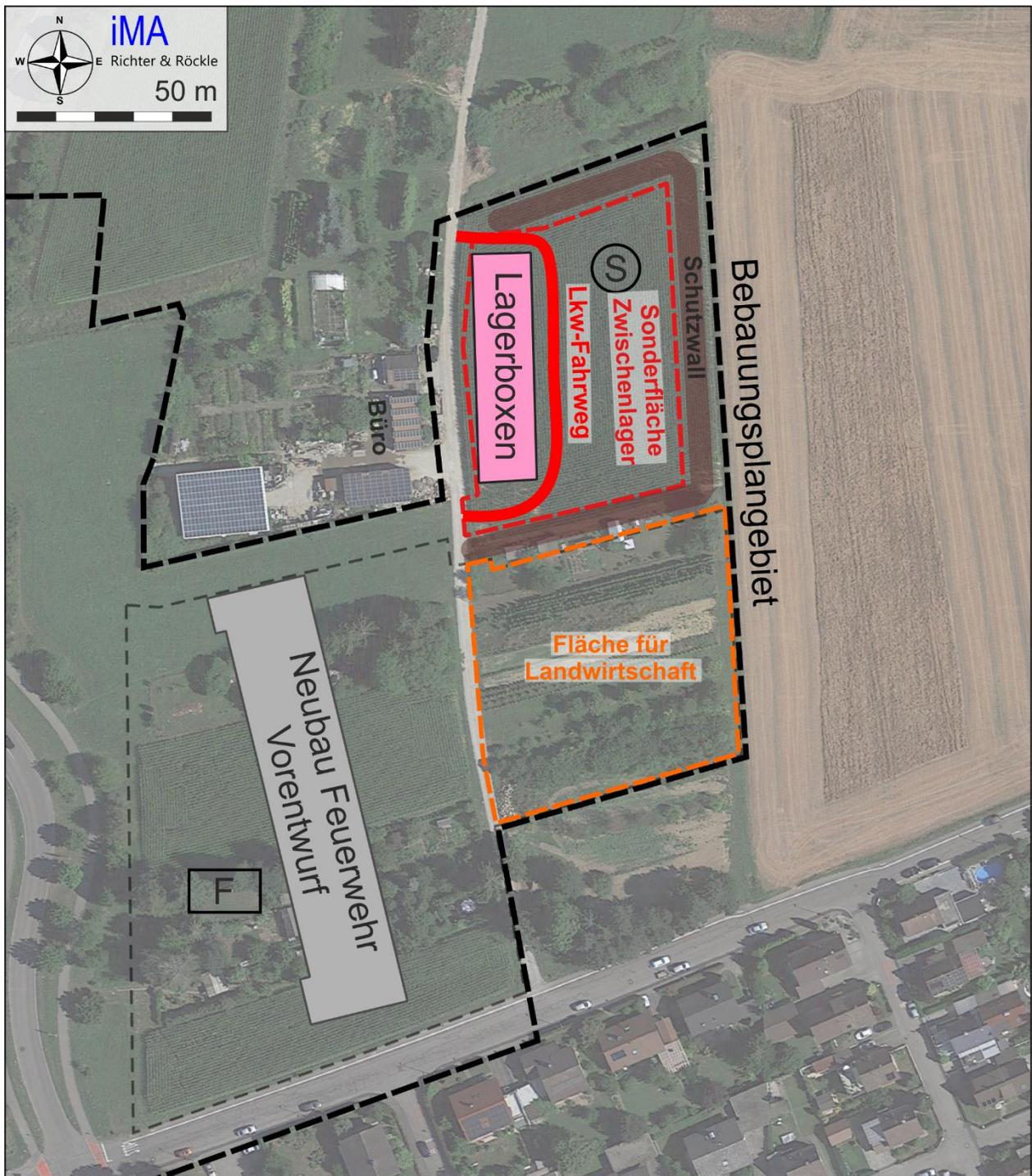


Abbildung 2-4: Lage des Bauungsplangebiets und der darin befindlichen Zwischenlagerfläche im Luftbild (Luftbildgrundlage: [www.google.com](http://www.google.com))

## 3 Betriebsbeschreibung

### 3.1 Allgemeines

Im Folgenden werden die für die Entstehung von Staubemissionen relevanten Tätigkeiten dargestellt. Eine detaillierte Betriebsbeschreibung des geplanten Zwischenlagers sowie der Grundlagen zur Ausweisung des Bebauungsplans können dem Genehmigungsantrag der Stadtwerke Rheinfelden entnommen werden.

### 3.2 Lagerboxen

Zur Zwischenlagerung des Erdaushubs sind 8 Einzelboxen vorgesehen, in denen Haufwerke gebildet werden können. Damit ist es möglich, die Haufwerke den einzelnen Erzeugern bzw. Baustellen zuzuordnen.

In den Boxen sollen ausschließlich

- unbelasteter Aushubboden der Einbauklasse Z0 (16.000 t/a) sowie
- belasteter Bodenaushub der Einbauklasse bis Z2 (9.600 t/a)

zwischenlagert werden. Der Gesamtdurchsatz der Anlage beträgt maximal 25.600 t/a.

Jede Lagerbox besitzt ein Lagervolumen von 225 m<sup>3</sup> bzw. 400 t. Es sind

- 5 Boxen für unbelastetes Material = 2.000 t Lagermenge und
- 3 Boxen für belastetes Material = 1.200 t Lagermenge

vorgesehen.

Der Jahresdurchsatz der Anlage berechnet sich aus dem Ansatz von maximal 8 Umschlägen (Befüllungen und Entleerungen) pro Jahr.

Die Boxen sind überdacht und an 3 Seiten durch Wände begrenzt. Die Ostseite ist offen.

Die Bodenplatte und die Wände der Boxen bestehen aus Beton, der obere Teil aus Trapezblech. Abbildung 3-1 zeigt eine Ansicht der geplanten Boxen.

### 3.3 Betriebsablauf

Die Anlieferung der Böden erfolgt per Lkw über den in Nord-Südrichtung verlaufenden öffentlichen Wirtschaftsweg. Die Lkw fahren auf dem in Abbildung 2-3 und Abbildung 2-4 gekennzeichneten Fahrweg in das Betriebsgelände des Zwischenlagers. Dieser Fahrweg wird, ebenso wie der Boden der Lagerboxen, in Straßenbauweise oder vergleichbar befestigt.

Die anliefernden Lkw fahren rückwärts in die Box und kippen die Böden ab. Anschließend werden die Böden mit einem Radlader aufgehaldet. Die Lkw verlassen das Gelände auf dem gekennzeichneten Fahrweg.



Abbildung 3-1: Ansicht der geplanten Lagerboxen von Südosten

Zum Abtransport der Böden wird wiederum der gekennzeichnete Fahrweg befahren. Das Material wird mit einem Radlader innerhalb der Box aufgenommen und vor der Box in die Lkw verladen.

Die Betriebszeit ist montags bis freitags von 7:00 bis 18:00 Uhr geplant.

#### 4 Emissions- und immissionsmindernde Maßnahmen

In Nr. 5.2.3 TA Luft sind Maßnahmen aufgeführt, mit denen die Entstehung und die Ausbreitung von Stäuben verringert werden kann.

Die vom Betreiber vorgesehenen Maßnahmen sowie zusätzliche Maßnahmen, die aus gutachtlicher Sicht durchzuführen sind, sind im Folgenden aufgeführt:

1. **Lagerboxen:** Die Materiallagerung erfolgt in 3-seitig geschlossenen und überdachten Boxen. Die Boxen sind nur in Richtung Osten geöffnet. Hierdurch wird ein Windschutz gewährleistet.
2. **Fahrwegbefestigung:** Die Lkw- und Radlader-Fahrwege werden asphaltiert oder vergleichbar in Straßenbauweise befestigt.
3. **Fahrwegreinigung:** Die Fahrwege werden mittels einer Nasskehrmaschine sauber gehalten.
4. **Fahrgeschwindigkeit:** Die Fahrgeschwindigkeit der Lkw und Radlader wird auf dem gesamten Betriebsgelände auf Schrittgeschwindigkeit beschränkt.

5. **Schutzwall:** Östlich der Boxen sowie nördlich und südlich der Zufahrt zum Gelände (siehe Abbildung 2-3 und Abbildung 2-4) wird ein Schutzwall mit einer Höhe von ca. 3 m aufgeschüttet. Dieser wird mit einheimischen Büschen und Sträuchern bepflanzt. Um auch in der vegetationsfreien Zeit einen Staubschutz zu gewährleisten, werden immergrüne Büsche eingestreut.

Die dargestellten organisatorischen Maßnahmen sind in einer Betriebsanweisung festzulegen. Das Personal ist wiederkehrend zu schulen.

## 5 Staubemissionen

### 5.1 Überblick

Staubemissionen werden bei folgenden Vorgängen freigesetzt:

- Umschlag der Abfälle (siehe Kapitel 5.2)
- Fahrbewegungen der Lkw und Radlader (siehe Kapitel 5.3)

Windabwehungen von den ruhenden Lagerhalden können vernachlässigt werden, da die Abfälle windgeschützt in 3-seitig geschlossenen und überdachten Boxen gelagert werden.

### 5.2 Staubemissionen durch Umschlag

Die beim Umschlag der Abfälle (Anlieferung, Lagerung, Abholung) entstehenden diffusen Staubemissionen werden auf Basis der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 berechnet. In dieser Richtlinie sind Emissionsfaktoren angegeben, die für die einzelnen Vorgänge die emittierte Staubmasse in Gramm Staub je Tonne Material angeben.

Die Emissionen werden für den beantragten Anlagenbetrieb berechnet. In Tabelle 5-1 sind die Ergebnisse zusammenfassend dargestellt. Die Berechnungsgrundlagen und Berechnungsschritte sind aus Übersichtlichkeitsgründen in Anhang 2, Kapitel A2.1 (Seite 40 ff) und Anhang 3 (Seite 46ff) dieses Gutachtens dargestellt.

Tabelle 5-1: Diffuse Staubemissionen durch **Umschlagvorgänge** in kg/a

Nr.	Quelle	Staub-Korngrößenklasse			Gesamt (kg/a)
		< 2,5 µm	2,5 bis 10 µm	> 10 µm	
1	Anlieferung in den Boxen, Aufhaldung und Radladeraufnahme zur Verladung	37	139	530	706
2	Verladung in Lkw durch Radlader vor den Boxen	25	95	360	481
	<b>Summe:</b>	<b>63</b>	<b>234</b>	<b>890</b>	<b>1.187</b>

Die in dieser und den nachfolgenden Tabellen dargestellte Genauigkeit ergibt sich rechnerisch und spiegelt nicht die tatsächliche Genauigkeit wider. Die Ergebnisse sind jedoch konservativ. So konnten Düring und Sörgel (2014) zeigen, dass die Berechnungsansätze der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 die Staubemissionen um den Faktor 2 bis 3 überschätzen. Dies zeigen auch Untersuchungen von Strobl und Kuntner (2014).

In den Tabellen sind ferner gerundete Zahlenwerte angegeben, die rechnerisch mit größerer Genauigkeit ermittelt wurden, so dass sich geringe Abweichungen bei der Summenbildung ergeben können.

### 5.3 Staubemissionen durch Fahrbewegungen

Alle Betriebsflächen werden asphaltiert oder gleichwertig in Straßenbauweise befestigt. Staubemissionen bei Fahrbewegungen entstehen durch Aufwirbelungen von aufliegendem Staub.

Die Anzahl der Fahrbewegungen wird gemäß VDI-Richtlinie 3790 Blatt 4 anhand der durchschnittlichen Zuladungen der Lkw von 17 t/Lkw berechnet. Für die Radlader wird eine mittlere Zuladung von 3 m<sup>3</sup>/Radladerschaufel angesetzt.

Konservativ werden die Fahrstrecken der anliefernden und abholenden Lkw pauschal um 10 % erhöht. Für Wendemanöver wird zusätzlich ein Zuschlag von 20 m für jede Fahrt berücksichtigt. Die Fahrweglänge berechnet sich damit zu 160 m je Anlieferung und je Abholung.

Tabelle 5-2 enthält die Staubemissionen, die durch die Fahrbewegungen der Lkw und Radlader verursacht werden. Neben den Emissionen durch Aufwirbelungen sind darin auch die Emissionen durch Abriebe (von Bremsen, Reifen und vom Fahrbahnbelag) sowie die Dieselmotoremissionen enthalten.

Alle Berechnungsansätze sind in Anhang 2, Kapitel A2.2 (Seite 42 ff) sowie Anhang 3 dargestellt.

Tabelle 5-2: Diffuse Staubemissionen durch **Fahrbewegungen der Lkw** in kg/a

Nr.	Fahrweg	Korngrößenklasse			Gesamt
		< 2,5 µm	2,5 bis 10 µm	> 10 µm	
1	Anlieferungen und Abholungen	6	18	100	124

Tabelle 5-3: Diffuse Staubemissionen durch **Fahrbewegungen der Radlader** in kg/a

Nr.	Fahrweg	Staub-Korngrößenklasse			Gesamt
		< 2,5 µm	2,5 bis 10 µm	> 10 µm	
1	Fahrten zum Aufhalten in den Boxen	1	4	24	30
2	Fahrten zur Verladung in Lkw	3	9	49	61
	<b>Summe:</b>	<b>4</b>	<b>13</b>	<b>73</b>	<b>91</b>

## 5.4 Zusammenfassung der Emissionen

In Tabelle 5-4 sind die Emissionen zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 5-4: Staubemissionen in kg/a.

Quelle	Staub-Korngrößenklasse			Gesamt
	< 2,5 µm	2,5 bis 10 µm	> 10 µm	
Umschlag	63	234	890	1.187
Fahrbewegungen Radlader	4	13	73	91
Fahrbewegungen Lkw	6	18	100	124
<b>Gesamt</b>	<b>73</b>	<b>265</b>	<b>1.063</b>	<b>1.402</b>

## 6 Staubinhaltsstoff-Emissionen

Da auch belasteter Bodenaushub umgeschlagen werden soll, sind die Emissionen von Staubinhaltsstoffen zu betrachten. Es werden die in der TA Luft, Tabelle 8 aufgeführten Schadstoffe betrachtet:

- Arsen (As)
- Blei (Pb)
- Cadmium (Cd)
- Nickel (Ni)
- Quecksilber (Hg)
- Thallium (Tl)
- Benzo(a)pyren (B(a)P)

Zusätzlich werden die Stoffe

- Chrom (Cr)
- Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane (PCDD/PCDF) und dioxinähnliche Polychlorierte Biphenyle (dlPCB)

betrachtet, die in Tabelle 8 der TA Luft nicht aufgeführt sind.

Emissionen von Staubinhaltsstoffen werden vor allem beim Umschlag der Böden freigesetzt (Abkippen von Lkw, Aufhalten und Verladen in Lkw). Darüber hinaus werden Emissionen bei den Radladerfahrten im Haldenbereich freigesetzt. Da Verschleppungen aus den verschmutzten Bereichen auf die LKW-Fahrwege erfolgen können, wird konservativ davon ausgegangen, dass

auch die bei den LKW-Fahrten freigesetzten Staubemissionen mit Staubinhaltsstoffen belastet sind.

Aus dem Anteil an belastetem Bodenaushub von 9.600 t berechnet sich damit eine mit Staubinhaltsstoffen belastete Staubemission von **526 kg/a**.

Für belastete Böden ist nach der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) ein Zuordnungswert der Klasse 2 (Z2-Wert) festgelegt. Die entsprechenden Staubinhaltsstoff-Gehalte werden für die Prognose angesetzt. Sie sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 6-1: Gehalt an Schwermetallen in den Böden in mg/kg

Staubinhaltsstoff	Bodenaushub nach LAGA Z2
Arsen (As)	150
Blei (Pb)	700
Cadmium (Cd)	10
Nickel (Ni)	500
Quecksilber (Hg)	5
Thallium (Tl)	7
Benzo(a)pyren (B(a)P)	3
Chrom (Cr)	600

Zusätzlich werden Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane (PCDD/PCDF) einschließlich der dioxinähnlichen polychlorierten Biphenyle (dl PCB) berücksichtigt. Da für diese Stoffe weder nach LAGA-Z2 noch für Asphalt ein Grenzwert existiert, wird der maximale Inhaltsstoffgehalt von so festgelegt, dass der Immissionsbeitrag die Irrelevanzschwelle einhält (vgl. Kapitel 10.4). Der so ermittelt maximale Inhaltsstoffgehalt ist vom Betreiber als Grenzwert festzulegen. Unsere Berechnungen ergeben einen maximal möglichen Inhaltsstoffgehalt von 7,6 ng/kg (= 0,0000076 mg/kg).

## 7 Vergleich mit den Bagatellmassenströmen der TA Luft

Gemäß Nr. 4.1 der TA Luft ist zuerst zu prüfen, ob die von der Anlage ausgehenden Gesamtstaub- und Staubinhaltsstoffmassenströme die Bagatellmassenströme nach Nr. 4.6.1.1 der TA Luft unterschreiten. Bei Unterschreitung der Bagatellmassenströme ist davon auszugehen, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können. Eine Bestimmung der Immissions-Kenngrößen im Genehmigungsverfahren ist in diesem Fall üblicherweise nicht erforderlich.

Die Massenströme an Staub und Staubinhaltsstoffen ergeben sich aus der Mittelung über die Betriebszeit der Anlage von montags bis freitags von 07:00 Uhr bis 18:00 Uhr. Geht man

konservativ von einer kürzeren Betriebszeit von 8 h/d an 250 d/a aus, so errechnen sich ca. 2.000 Betriebsstunden pro Jahr. Damit ergeben sich höhere stündliche Massenströme.

Die Massenströme der Staubinhaltsstoffe sind in Tabelle 7-1 dargestellt. Zusätzlich enthält Tabelle 7-1 die Bagatellmassenströme gemäß Nr. 4.6.1.1 der TA Luft.

Aus Tabelle 7-1 ist ersichtlich, dass die Massenströme aller Staubinhaltsstoffe die zugehörigen Bagatellmassenströme der TA Luft unterschreiten. Eine Bestimmung der Immissions-Kenngrößen dieser Stoffe ist somit nicht erforderlich.

Der für diffuse Quellen geltende Bagatellmassenstrom für Gesamtstaub von 0,1 kg/h nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft wird überschritten. Somit werden die Staubimmissionen ermittelt.

Für folgende Staubinhaltsstoffe sind keine Bagatellmassenströme festgelegt, so dass die Immissionen zu ermitteln sind:

- Polychlorierte Dibenzop-dioxine und Dibenzofurane (PCDD/PCDF) einschließlich polychlorierte Biphenyle (dl PCB)
- Chrom (Cr)

Tabelle 7-1: Emissionsmassenströme von Staub und Staubinhaltsstoffen.

	Staub		As	Pb	Cd	Ni	Hg	Tl	B(a)P
	kg/a	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h
Umschlag von gefährlichen Abfällen einschließlich LKW- und Radladerfahrten	526	0,24	$39 \cdot 10^{-6}$	$184 \cdot 10^{-6}$	$2,6 \cdot 10^{-6}$	$131 \cdot 10^{-6}$	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$1,8 \cdot 10^{-6}$	$0,8 \cdot 10^{-6}$
Umschlag von nicht gefährlichen Abfällen einschließlich Radladerfahrten	876	0,40	– keine Staubinhaltsstoffe –						
<b>Summe</b>	<b>1.402</b>	<b>0,70</b>	$39 \cdot 10^{-6}$	$184 \cdot 10^{-6}$	$2,6 \cdot 10^{-6}$	$131 \cdot 10^{-6}$	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$1,8 \cdot 10^{-6}$	$0,8 \cdot 10^{-6}$
Bagatellmassenstrom (diffus)	–	0,1	0,00025	0,0025	0,00025	0,0025	0,00025	0,00025	0,0025
<b>Ausschöpfung</b>	<b>–</b>	<b>701 %</b>	15,8%	7,4%	1,1%	5,3%	0,5%	0,7%	0,3%

## 8 Beurteilungsgrundlagen

### 8.1 Immissions- und Beurteilungswerte

Gemäß Nr. 4.2.1 der TA Luft müssen folgende Immissionswerte eingehalten werden, damit der Schutz der menschlichen Gesundheit sichergestellt ist:

- Jahresmittelwert des Feinstaubes (PM<sub>10</sub>-Fraktion): 40 µg/m<sup>3</sup>
- Konzentration, die von 35 Tagesmittelwerten des Feinstaubes (PM<sub>10</sub>-Fraktion) überschritten wird: 50 µg/m<sup>3</sup>

Darüber hinaus ist in Nr. 4.3.1 der TA Luft ein Immissionswert zum Schutz vor erheblichen Belästigungen und Nachteilen festgelegt:

- Jahresmittelwert des Staubniederschlags: 0,35 g/(m<sup>2</sup>·d)

Ein Immissionswert für PM<sub>2,5</sub> ist in § 5 der 39. BImSchV als Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt:

- Jahresmittelwert des Feinstaubes (PM<sub>2,5</sub>-Fraktion): 25 µg/m<sup>3</sup>

Für Chrom, Dioxine und dl PCB sind in der TA Luft keine Immissionswerte aufgeführt. Für diese Stoffe werden anerkannte Wirkungsschwellen- bzw. Risikoschwellenwerte herangezogen. Im Einzelnen sind dies:

- Orientierungs- und Zielwerte der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) zur Beurteilung der Chrom-, Dioxin- und dl PCB-Konzentrationen und der Dioxin- und dl PCB-Deposition.
- Vorsorgewerte der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), zuletzt geändert durch Art. 5 Abs. 31 G v. 24.2.2012 I 212: Bei Überschreitung der in § 11 der Bundesbodenschutz-Verordnung aufgeführten Vorsorgewerte sind die in Anhang 2, Nr. 5 der Bundesbodenschutz-Verordnung aufgeführten maximal zulässigen Frachten einzuhalten. Diese Frachten werden als Immissionsbeurteilungswerte angesetzt.

Tabelle 8-1 enthält eine Zusammenstellung der Immissionsbeurteilungswerte.

Tabelle 8-1: Beurteilungswerte

Schadstoff	Beurteilungswert	Statistische Definition	Quelle bzw. Schutzziel
<b>Konzentration:</b>			
Feinstaub PM <sub>10</sub>	40 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Immissionswert zum Schutz der menschlichen Gesundheit (Nr. 4.2.1 TA Luft und § 4, 39. BImSchV)
	50 µg/m <sup>3</sup>	Grenzwert, der von max. 35 Tagesmittelwerten pro Jahr überschritten werden darf.	
Feinstaub PM <sub>2,5</sub>	25 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Immissionswert zum Schutz der menschlichen Gesundheit (§ 5, 39. BImSchV)
Chrom (Cr)	17 ng/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Beurteilungswert LAI (2004)
PCDD/F + dlPCB	150 fg WHO- TEQ/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Zielwert für die langfristige Luftreinhalteplanung (LAI, 2004)
<b>Deposition:</b>			
Staubnieder- schlag	0,35 g/(m <sup>2</sup> ·d)	Jahresmittelwert	Immissionswert zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder Nachteilen (Nr. 4.3.1 TA Luft)
Chrom (Cr)	82 µg/(m <sup>2</sup> ·d)	Jahresmittelwert	BBodSchV, Anhang 2
PCDD/F + dlPCB-Deposi- tion	9 pg WHO- TEQ/(m <sup>2</sup> ·d)	Jahresmittelwert	Orientierungswert LAI (LANUV, 2010)

Erläuterung zur Tabelle 8-1:

- PM<sub>10</sub> ist Staub, dessen Median der Korngrößenverteilung 10 µm beträgt
- PM<sub>2,5</sub> ist Staub, dessen Median der Korngrößenverteilung 2,5 µm beträgt
- Staubniederschlag bezeichnet die Deposition von Staub auf eine horizontale Fläche. Er ist für sichtbare Verschmutzungen verantwortlich, ist jedoch nicht gesundheitsgefährdend.
- WHO-TEQ: Toxizitätsäquivalent der Summe aus 17 Kongeneren der Dioxine und Furane und 12 dioxinähnlichen PCB-Verbindungen (WHO, 2005)

Wenn die in Tabelle 8-1 aufgeführten Immissionswerte unterschritten werden, ist gemäß Nr. 4.2.1 und Nr. 4.3.1 der TA Luft bzw. § 4 der 39. BImSchV der Schutz vor Gesundheitsgefahren und erheblichen Belästigungen/Nachteilen sichergestellt.

## 8.2 Irrelevanzschwellen

Die durch den Betrieb einer Anlage verursachte Immissionszusatzbelastung wird als 'irrelevant' bezeichnet, wenn die Immissionsbeurteilungswerte – bezogen auf den Jahresmittelwert – zu weniger als einem vorgegebenen Prozentsatz ausgeschöpft werden. Liegen die Immissionsbeiträge am Beurteilungspunkt maximaler Beaufschlagung unterhalb dieses Kriteriums, so soll gemäß den Nummern 4.2.2, 4.3.2 und 4.5.2 der TA-Luft die Genehmigung der Anlage nicht versagt werden, selbst wenn die Gesamtbelastung den Immissions-Jahreswert überschreitet. In der Praxis bedeutet dies, dass die Vorbelastung für diejenigen Schadstoffe, deren Zusatzbelastung unterhalb des

Irrelevanzkriteriums liegt, nicht ermittelt werden muss. Überschreitet der Immissionsbeitrag die Irrelevanzschwelle, so ist zu prüfen, ob die aus der Vorbelastung und der anlagenbedingten Zusatzbelastung ermittelte Gesamtbelastung die Immissionswerte einhält.

Für Feinstaub (PM<sub>10</sub>-Fraktion) und Staubniederschlag beträgt die Irrelevanzschwelle 3,0 % des Jahresimmissionswertes (vgl. TA Luft Nr. 4.2.2 und 4.3.2, jeweils Buchstabe a)).

Für die Depositionswerte nach Nr. 4.5.1 der TA Luft beträgt die Irrelevanzschwelle 5 % des Jahresimmissionswertes.

Die o.g. Irrelevanzschwellen werden auch für Chrom, Dioxine und dl PCB angesetzt.

## 9 Meteorologische Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnung

Die Ausbreitung der Stäube wird wesentlich von den meteorologischen Parametern Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Turbulenzzustand der Atmosphäre bestimmt. Der Turbulenzzustand der Atmosphäre wird durch Ausbreitungsklassen beschrieben, die ein Maß für das „Verdünnungsvermögen“ der Atmosphäre sind. Eine Beschreibung der Ausbreitungsklassen kann Tabelle 9-1 entnommen werden.

Tabelle 9-1: 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 <sub>1</sub>	stabile bis neutrale atmosphärische Schichtung, zumeist windiges Wetter
III <sub>2</sub>	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 (AKTerm) ist es möglich, die tageszeitliche Verteilung der Emissionen und die daran gekoppelten meteorologischen Ausbreitungssituationen zu berücksichtigen. Dies ist im vorliegenden Fall erforderlich, da die Umschlagvorgänge nur tagsüber stattfinden.

Da in der näheren Umgebung keine meteorologischen Messungen durchgeführt werden, die als Grundlage für Ausbreitungsrechnungen geeignet sind, wird auf eine Zeitreihe zurückgegriffen,

die im Rahmen eines von der LUBW finanzierten Projekts berechnet wurde. Der Bezugspunkt, für den die meteorologische Zeitreihe vorliegt, befindet sich am Standort der Anlage.

Die Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen ist in Abbildung 9-1 dargestellt. Die Länge der Strahlen zeigt an, wie häufig der Wind aus der jeweiligen Richtung weht.

Die Verteilung zeichnet sich durch zwei ausgeprägte Maxima bei Windrichtungen aus ost-nörd-östlichen und west-südwestlichen Richtungen aus. Diese Verteilung ist auf die Leitwirkung des Hochrheintals und der angrenzenden Höhenzüge der Schwarzwaldvorberge zurückzuführen.

Das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit beträgt ca. 2,0 m/s.

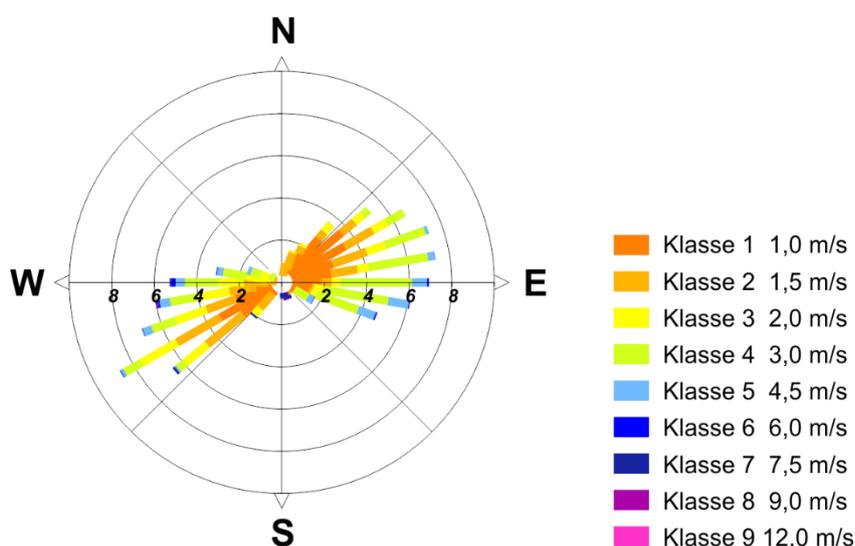


Abbildung 9-1: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen und -geschwindigkeiten

Die Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen ist in Abbildung 9-2 dargestellt. Die stabilen Ausbreitungsklassen (I + II) sind mit 48 % am stärksten vertreten, gefolgt von den neutralen Ausbreitungsklassen (III/1 + III/2), deren Häufigkeit etwa 35 % beträgt. Labile atmosphärische Verhältnisse (IV + V) kommen mit ca. 17 % am seltensten vor.

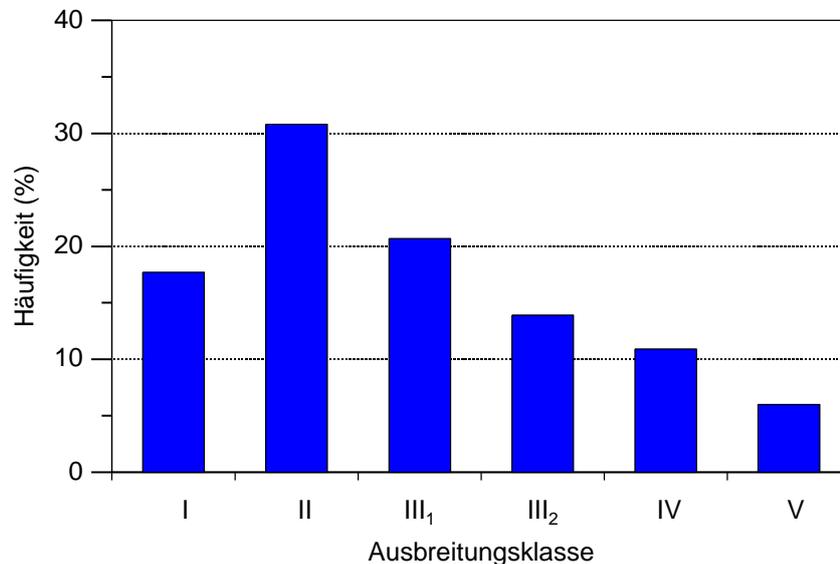


Abbildung 9-2: Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen

Lokale Windsysteme sind am Standort nicht zu erwarten. Da die staubemittierenden Tätigkeiten tagsüber durchgeführt werden, sind auch Kaltluftabflüsse ohne Bedeutung.

## 10 Immissionen

### 10.1 Allgemeines

Die von der Anlage verursachten Staubimmissionen werden mit Hilfe von Ausbreitungsrechnungen ermittelt. Detaillierte Angaben zum Ausbreitungsmodell und zur Durchführung der Ausbreitungsrechnung können Anhang 4 entnommen werden.

Eingangsdaten für das Ausbreitungsmodell sind:

- Die von den Quellen ausgehenden Emissionen (vgl. Kapitel 5)
- Die meteorologischen Eingangsdaten (vgl. Kapitel 8.1)
- Die Geländestruktur in Form eines digitalen Höhenmodells (siehe Anhang 4, Kapitel A4.4).
- Die Lage der Gebäude und die Gebäudehöhen (vgl. Anhang 4, Kapitel A4.5).
- Die Lage der Quellen und die Quellhöhen (vgl. Anhang 4, Kapitel A4.6)

### 10.2 Betrachtete Immissionsorte

Zur Beurteilung der Immissionen werden Immissionsorte (Aufpunkte) im Nahbereich der Anlage festgelegt. In größeren Entfernungen sind die Immissionen geringer, so dass die gewählten

Immissionsorte zur Beurteilung ausreichen. Dies geht auch aus den Abbildungen in Anhang 1 hervor, in denen die flächenhafte Verteilung der Immissionen dargestellt ist.

Entsprechend Nr. 4.6.2.6 TA Luft werden die Beurteilungspunkte an den Immissionsorten festgelegt, an denen die mutmaßlich höchste Gesamtbelastung für nicht nur vorübergehend exponierte Schutzgüter zu erwarten ist. Bezüglich des Schutzguts Mensch sind dies das Bürogebäude der benachbarten Gärtnerei sowie das Gebäude des geplanten Feuerwehr-Gerätehauses. Ein weiterer Immissionsort wird an den Wohnhäusern in der Römerstraße festgelegt. In größeren Entfernungen sind die Immissionen geringer.

Zur Beurteilung der Deposition von Staubinhaltsstoffen werden Aufpunkte auf dem Gelände der Gärtnerei (Aufpunkt 4) und auf den benachbarten Ackerflächen (Aufpunkte 5 und 6) festgelegt.

*Tabelle 10-1: Beschreibung der Immissionsorte (Aufpunkte)*

Immissionsort	Beschreibung	Rechts-/Hochwert (UTM-32)
1	Büro Gartenbaubetrieb Fa. Winfried Goda	408625/5269401
2	Feuerwehrgerätehaus Lager/Werkstatt	408597/5269354
3	Wohnhaus Römerstraße (Römerstr. 26)	408655/5269230
4	Maximaler Eintrag auf dem Gelände der Gärtnerei	408633/5269375
5	Maximaler Eintrag in die östlich gelegenen landwirtschaftlichen Flächen	408703/5269439
6	Maximaler Eintrag in die südlich gelegenen landwirtschaftlichen Flächen	408639/5269357

Die Lage der Immissionsorte ist in Abbildung 10-1 und Abbildung 10-2 dargestellt.

Nach Nr. 7, Anhang 3 der TA Luft werden die Immissionen als Mittelwert über ein vertikales Intervall vom Erdboden bis in 3 m Höhe berechnet und sind somit repräsentativ für eine Aufpunkthöhe von 1,5 m über Grund.

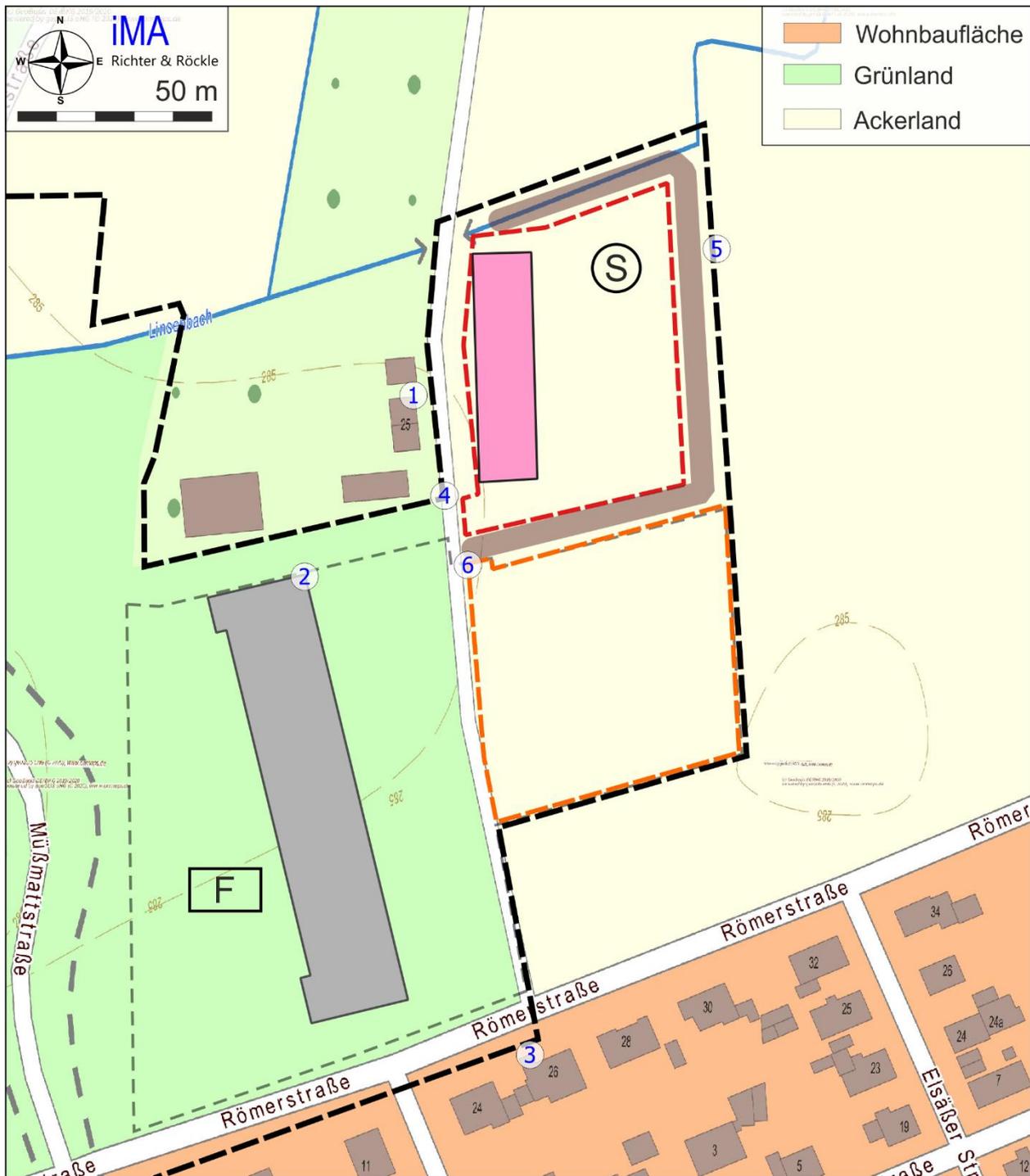


Abbildung 10-1: Lage der Immissionsorte (Aufpunkte).

Kartengrundlage: onmaps.de (c) GeoBasis-DE/BKG 2019/2020).

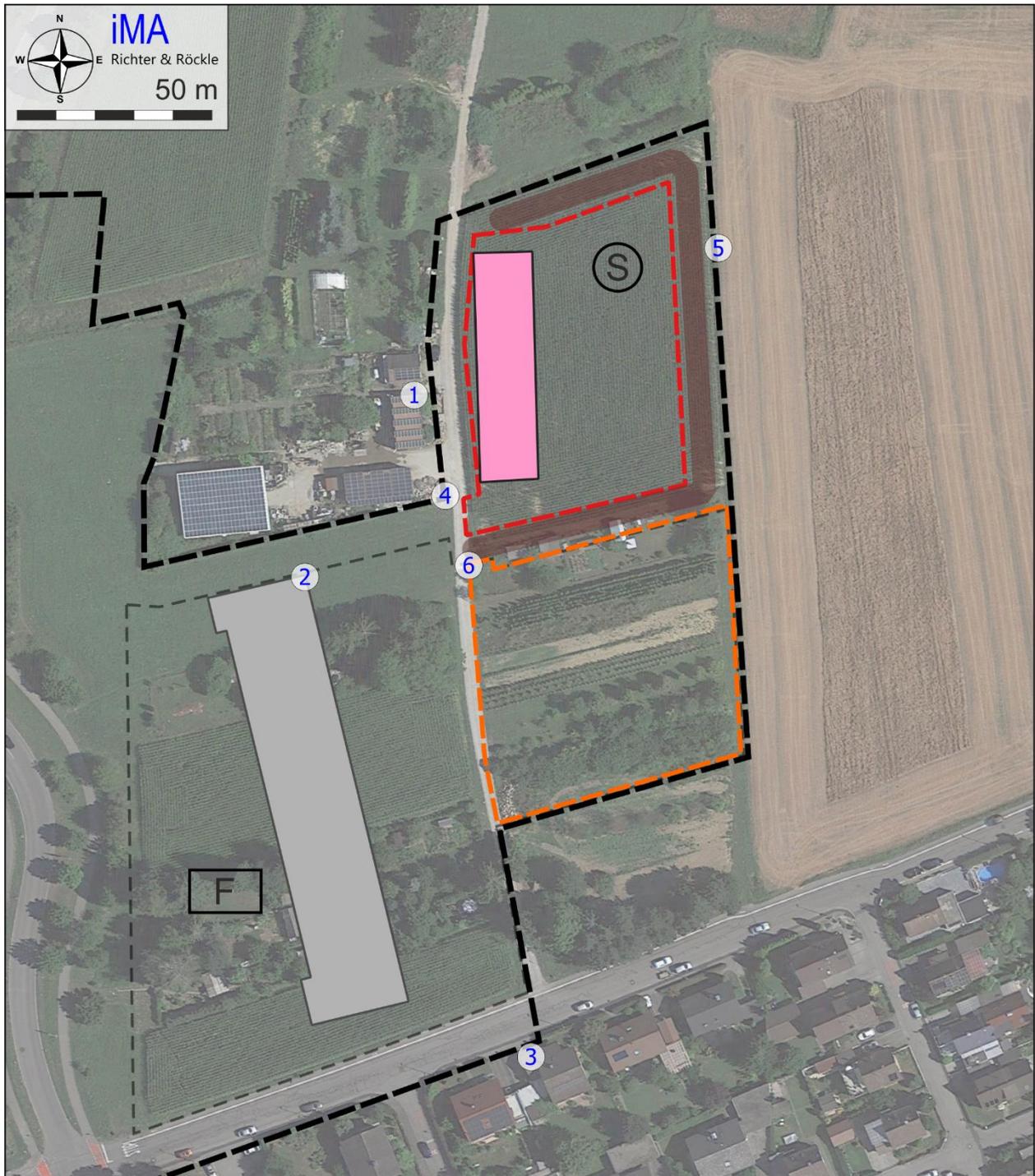


Abbildung 10-2: Lage der Aufpunkte im Luftbild (Luftbildgrundlage: Google)

### 10.3 PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> und Staubniederschlag

#### 10.3.1 Immissionsbeitrag des geplanten Zwischenlagers

Der Immissionsbeitrag des geplanten Zwischenlagers ist in Tabelle 10-2 aufgeführt. Grafische Darstellungen, aus denen die flächenhafte Verteilung der Immissionen hervorgeht, können Abbildung A1-1 bis Abbildung A1-3 in Anhang 1 entnommen werden.

Tabelle 10-2: Immissionsbeitrag des geplanten Zwischenlagers (Jahresmittelwerte). In Klammern: Prozentualer Anteil am Immissionswert. Überschreitungen der Irrelevanzschwelle sind grau unterlegt.

Aufpunkt	Feinstaub (PM <sub>10</sub> ) in µg/m <sup>3</sup>	Feinstaub (PM <sub>2,5</sub> ) in µg/m <sup>3</sup>	Staubniederschlag in mg/(m <sup>2</sup> ·d)
1	4,1 (10,3 %)	1,00 (4,0 %)	55,2 (15,8 %)
2	2,9 (7,3 %)	0,74 (3,0 %)	24,9 (7,1 %)
3	< 0,1 (< 0,1 %)	< 0,01 (< 0,1 %)	0,1 (< 0,1 %)
<b>Irrelevanzschwelle</b>	<b>1,2 (3,0 %)</b>	<b>0,75 (3,0 %)</b>	<b>10,5</b>
<b>Immissionswert</b>	<b>40 (100 %)</b>	<b>25 (100 %)</b>	<b>350 (100 %)</b>

Die modellbedingte statistische Unsicherheit des Ausbreitungsmodells ist geringer als die in Abschnitt 9, Anhang 3 der TA Luft geforderte maximale statistische Unsicherheit von 3 % des Immissionswerts. Die in Tabelle 10-2 dargestellten Werte wurden um den Betrag der statistischen Unsicherheit erhöht.

Der Immissionsbeitrag des geplanten Zwischenlagers überschreitet die Irrelevanzschwelle an den Aufpunkten 1 und 2, so dass die Staub-Gesamtbelastung auszuweisen ist. Hierzu ist die Vorbelastung abzuschätzen.

#### 10.3.2 Vorbelastung

Die PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2,5</sub>-Vorbelastung im Untersuchungsgebiet wird anhand von Messdaten der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) abgeschätzt. Die nächstgelegene Messstation befindet sich etwa 11,5 km nordwestlich in Weil am Rhein.

Die Station Weil am Rhein wird von der LUBW dem Gebietstyp 'vorstädtisch' zugeordnet. Sie ist durch die Emissionen der umgebenden Wohnbebauung und des KFZ-Verkehrs geprägt. Da die Umgebung in Weil am Rhein dichter besiedelt ist, ist die Immissionsbelastung dort etwas höher als im Untersuchungsgebiet. Dies zeigen auch Karten der LUBW, in denen die PM<sub>10</sub>-Konzentrationen flächendeckend dargestellt sind (siehe Abbildung 10-3). Die Übertragung der Messwerte von Weil am Rhein auf das Untersuchungsgebiet ist somit konservativ.

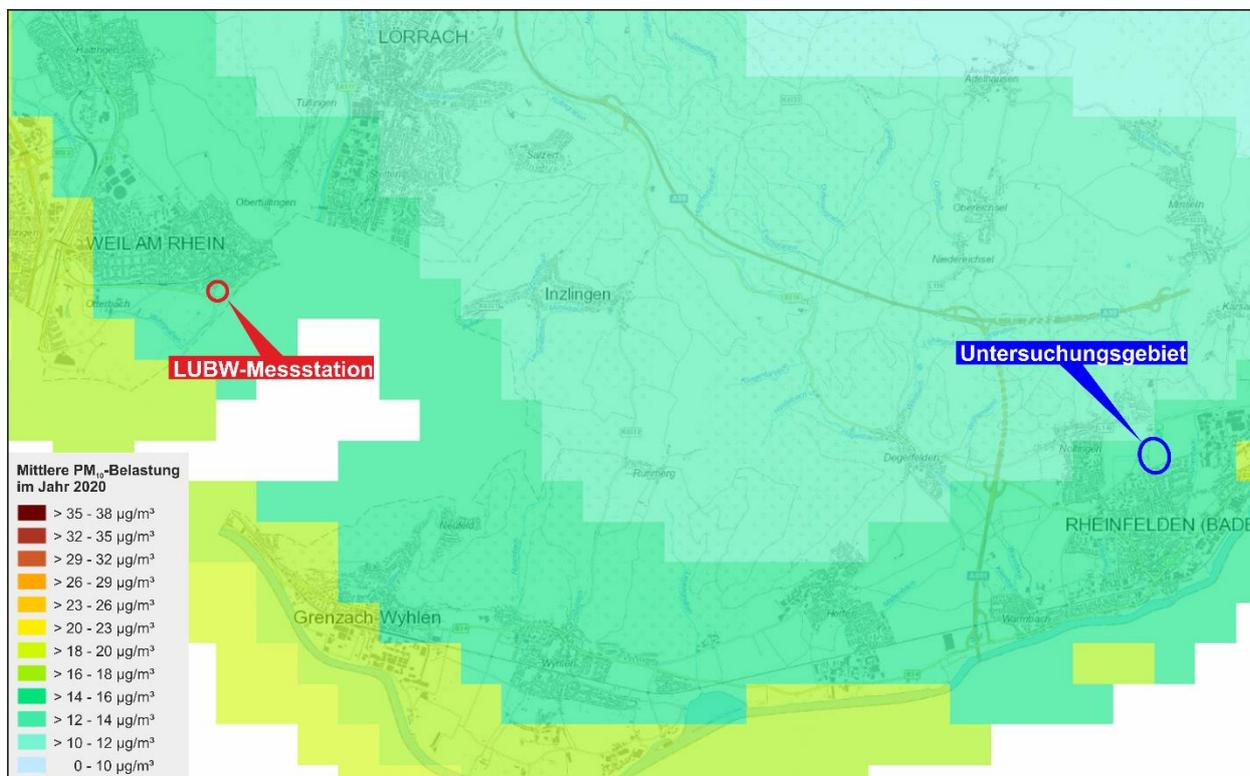


Abbildung 10-3: Verteilung der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen (Quelle: LUBW, Prognose 2020).

Die Kenngrößen der PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2,5</sub>-Konzentration in Weil am Rhein sind in Tabelle 10-3 aufgeführt. In Anlehnung an Nr. 4.6.2.1 TA Luft ('Kriterien für die Ermittlung der Vorbelastung') wird zur Bestimmung der Vorbelastung der Mittelwert der letzten drei veröffentlichten Jahre (hier: 2017 bis 2019) herangezogen. Dieser ist in Tabelle 10-3 gelb unterlegt.

Tabelle 10-3: Kenngrößen der PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2,5</sub>-Konzentration an der LUBW-Station Weil am Rhein. Alle Werte in µg/m<sup>3</sup>. Die Werte in der gelb unterlegten Spalte werden zur Ermittlung der Vorbelastung herangezogen.

	2017	2018	2019	Mittelwert	Immissionswert
PM <sub>10</sub> -Jahresmittelwert	14,1	14,4	12,9	<b>13,8</b>	<b>40</b>
PM <sub>10</sub> -Konzentration, die von 35 Tagesmittelwerten pro Jahr überschritten wird	24	23	22	<b>22,0</b>	<b>50</b>
PM <sub>2,5</sub> -Jahresmittelwert	10	11	9	<b>10,0</b>	<b>25</b>

Zur Abschätzung der Staubbiederschlags-Vorbelastung wird der höchste Messwert des gesamten Messnetzes der LUBW der im Internet veröffentlichten vergangenen drei Jahre (2016 bis 2018) herangezogen. Dieser beträgt **0,07 g/(m<sup>2</sup>·d)**.

### 10.3.3 Gesamtbelastung

Der **Immissions-Jahreswert** ist nach Nr. 4.7.1 TA Luft eingehalten, wenn die Summe aus Vorbelastung (Tabelle 10-3) und Zusatzbelastung (Tabelle 10-2) an den Immissionsorten kleiner oder gleich dem Immissions-Jahreswert ist.

Um zu prüfen, ob die  $PM_{10}$ -Konzentration, die  $PM_{2,5}$ -Konzentration und der Staubbiederschlag den Immissionsjahreswert einhalten, ist also der Jahresmittelwert der Vorbelastung und der Jahresmittelwert der Zusatzbelastung zu addieren.

Um zu prüfen, ob der  **$PM_{10}$ -Immissions-Tageswert** eingehalten ist, ist gemäß Nr. 4.7.2 b) der TA Luft zu verfahren (Zitat): „*Im Übrigen ist der Immissions-Tageswert eingehalten, wenn die Gesamtbelastung – ermittelt durch die Addition der Zusatzbelastung für das Jahr zu den Vorbelastungskonzentrationswerten für den Tag – an den jeweiligen Beurteilungspunkten kleiner oder gleich dem Immissions-Tageswert (Konzentration) für 24 Stunden ist oder [...]*“.

Die Immissionsgesamtbelastung, die sich aus der Überlagerung der Vorbelastung und dem Immissionsbeitrag der Anlage ergibt, ist in Tabelle 10-4 aufgeführt.

Tabelle 10-4: Überprüfung auf Einhaltung der Immissionswerte gemäß den Vorgaben der Nr. 4.7.1 (Immissions-Jahreswert) und Nr. 4.7.2 b) (Immissions-Tageswert) TA Luft

Aufpunkt	Staub ( $PM_{10}$ ) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Staub ( $PM_{2,5}$ ) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Staubbiederschlag in $\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$
	Jahresmittel	Konzentration, die von 35 Tagesmittelwerten pro Jahr überschritten wird	Jahresmittel	Jahresmittel
1	18	26	11	0,13
2	17	25	11	0,09
3	14	22	10	0,07
<b>Immissionswert</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>25</b>	<b>0,35</b>

Die Immissionswerte werden unterschritten. Auf die konservativen Ansätze, die den Berechnungen zugrunde liegen, weisen wir hin.

### 10.4 Staubinhaltsstoffe

Entsprechend den Ausführungen in Kapitel 7 ist der Immissionsbeitrag der Anlage für folgende Staubinhaltsstoffe auszuweisen:

- Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane (PCDD/PCDF) einschließlich dioxin-ähnliche polychlorierte Biphenyle (dl PCB)
- Chrom (Cr)

Der Immissionsbeitrag der Anlage ist in Tabelle 10-5 für die Konzentrationen und in Tabelle 10-6 für die Depositionen dargestellt.

Tabelle 10-5: Immissionsbeitrag des geplanten Zwischenlagers: **Staubinhaltsstoff-Konzentrationen** (Jahresmittelwerte). Überschreitungen der Irrelevanzschwelle sind grau unterlegt.

Aufpunkt	PCDD/F + dl PCB	Chrom (Cr)
	fg/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
1	< 0,1 (< 0,1 %)	0,93 (5,5 %)
2	< 0,1 (< 0,1 %)	0,66 (3,9 %)
3	< 0,1 (< 0,1 %)	< 0,1 (< 0,1 %)
<b>Irrelevanzschwelle</b>	<b>4,5 (3,0 %)</b>	<b>0,51 (3,0 %)</b>
<b>Beurteilungswert</b>	<b>150</b>	<b>17</b>

Tabelle 10-6: Immissionsbeitrag des geplanten Zwischenlagers: **Deposition von Staubinhaltsstoffen** (Jahresmittelwerte). Überschreitungen der Irrelevanzschwelle sind grau unterlegt.

Aufpunkt	PCDD/F + dl PCB	Chrom (Cr)
	pg/(m <sup>2</sup> d)	µg/(m <sup>2</sup> d)
1	0,16 (1,8 %)	12,43 (15,2 %)
2	0,07 (0,8 %)	5,59 (6,8 %)
3	< 0,01 (< 0,1 %)	0,02 (< 0,1 %)
4	0,45 (5,0 %)	35,33 (43,1 %)
5	0,09 (1,0 %)	7,33 (8,9 %)
6	0,07 (0,8 %)	5,36 (6,5 %)
<b>Irrelevanzschwelle</b>	<b>0,45 (5 %)</b>	<b>4,1 (5 %)</b>
<b>Beurteilungswert</b>	<b>9</b>	<b>82</b>

Die Dioxine/Furane und dioxinähnlichen PCB halten die Irrelevanzschwelle ein, so dass für diese Schadstoffe keine Gesamtbelastung auszuweisen ist. Dies ergibt sich aus Kapitel 6, wonach die Summe des Gehalts an Dioxinen/Furanen und dioxinähnlichen PCB in den Böden maximal 7,6 ng/kg (= 0,0000076 mg/kg) betragen darf.

Die Chrom-Konzentration und die Chrom-Deposition überschreiten die Irrelevanzschwelle, so dass die Gesamtbelastung zu bestimmen ist. Diese setzt sich aus dem Immissionsbeitrag der Anlage (Tabelle 10-5 bzw. Tabelle 10-6) und der Vorbelastung zusammen.

Messungen der Chrom-Konzentrationen werden nach Informationen der LUBW in Baden-Württemberg nicht durchgeführt. Hinweise zur Abschätzung der Vorbelastung können einem LAI-Papier<sup>1</sup> entnommen werden, in dem für Ballungsräume eine Konzentration von **7,5 ng/m<sup>3</sup>** angegeben ist. Setzt man diesen Wert als Vorbelastung an, so berechnet sich eine Gesamtbelastung von maximal 8,4 ng/m<sup>3</sup>. Der Beurteilungswert von 17 ng/m<sup>3</sup> wird somit unterschritten.

Die Chromdeposition wird von der LUBW gemessen. Die aktuell verfügbaren Daten (LUBW, 2019) zeigen, dass die Chromdeposition landesweit zwischen 1,5 und 22,4 µg/(m<sup>2</sup>·d) liegt. Setzt man konservativ den Maximalwert von 22,4 µg/(m<sup>2</sup>·d) an, so berechnet sich am maximal beaufschlagten Immissionsort (Gärtnerei) eine Gesamtbelastung von 58 µg/(m<sup>2</sup>·d). Der Beurteilungswert von 82 µg/(m<sup>2</sup>·d) wird somit eingehalten.

---

<sup>1</sup> Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind - Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und für die Anlagenüberwachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe

## 11 Zusammenfassung

Die Stadt Rheinfelden plant die Errichtung und den Betrieb eines Zwischenlagers für Erdaushub. Pro Jahr sollen maximal 16.000 t unbelasteter Bodenaushub der Einbauklasse Z0 und maximal 9.600 t belasteter Bodenaushub bis zur Einbauklasse Z2 in dreiseitig umschlossenen überdachten Boxen zwischengelagert werden.

Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens "Feuerwehr Römerstraße" mit der „Sonderfläche Zwischenlager“ wurden die zu erwartenden Staubemissionen und -immissionen der Anlage ermittelt. Hierbei wurden konservative Annahmen getroffen, so dass tatsächlich von geringeren Emissionen und Immissionen auszugehen ist.

Die Berechnungen zeigen, dass die Gesamtstaub-Emissionen den Bagatellmassenstrom nach Nr. 4.6.1.1 der TA Luft überschreiten. Die in Tabelle 8 der TA Luft aufgeführten Staubinhaltsstoffe unterschreiten den Bagatellmassenstrom.

Somit waren die Gesamtstaub- sowie die Chrom- und PCDD/F (einschl. dioxinähnlicher PCB) - Immissionen zu ermitteln

Die Prognose zeigt, dass die die Immissionsgrenzwerte an allen Immissionsorten unterschritten werden.

Auf die vom Betreiber zu ergreifenden emissionsmindernden Maßnahmen (siehe Kapitel 4) weisen wir hin.

Die verwaltungsrechtliche Beurteilung bleibt der Genehmigungsbehörde vorbehalten.

Für den Inhalt



Dr. Frank J. Braun  
Diplom-Meteorologe  
Freiburg, den 02.09.2020



Claus-Jürgen Richter  
Diplom-Meteorologe

## Literatur

**4. BImSchV:** Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV). Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Mai 2017 (BGBl. I S. 1440).

**39. BImSchV:** Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 10. Oktober 2016 (BGBl. I S. 2244) geändert worden ist.

**BAFU (Hrsg.), 2008:** Schäffeler, U.; Keller, M.: Treibstoffverbrauch und Schadstoffemissionen des Offroad-Sektors. Studie für die Jahre 1980-2020. Bundesamt für Umwelt, Bern, 2008, S.136. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/non-road-datenbank.html>

**BMWFJ, 2013:** Technische Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen. Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Österreich, Stand 2013 ([www.bmwfj.gv.at](http://www.bmwfj.gv.at)).

**Braun, F.J., C.-J. Richter, N. van der Pütten, 2007:** Ermittlung der Staubemissionen und -immissionen in der Umgebung einer Anlage zur Lagerung, zum Umschlag und zur Aufbereitung von staubenden Gütern. *Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft* **67** Br. 7/8 S. 327-329, 2007.

**Düring, I., C. Sörgel, 2014:** Anwendung der Richtlinie VDI 3790 Blatt 3 in der Praxis. *Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft*, **1/2** 2014.

**EMEP/EEA, 2016:** Air pollutant emission inventory guidebook 2016. European Environment Agency.

**EPA, 1998:** Emission Factor Documentation for AP-42 Section 13.2.2 - Unpaved Roads - Final Report, U. S. Environmental Protection Agency. Office of Air Quality Planning and Standards Emission Factor and Inventory Group, September 1998.

**EPA, 2011:** AP42, Fifth Edition, Volume I, Chapter 13: Miscellaneous Sources: 13.2.1 Paved Roads.

**HBEFA, 2019:** Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs Version 4.1. August 2019.

**Janicke, U., 2014:** AUSTAL2000 – Programmbeschreibung zu Version 2.6. Stand 2014-02-24. Umweltbundesamt, Dessau und Ingenieurbüro Janicke, Überlingen.

**Kummer, V., N. van der Pütten, H. Schneble, R. Wagner, H.-J. Winkels, 2010:** Ermittlung des PM10-Anteils an den Gesamtstaubemissionen von Bauschuttzubereitungsanlagen. *Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft* **70** (2010) Nr. 11/12, 478-482.

**Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 2013:** Leitfaden zur Beurteilung von TA Luft-Ausbreitungsrechnungen in Baden-Württemberg. Bearbeitung: iMA Richter und Röckle, 79098 Freiburg. <http://taluftwiki-leitfaden.lubw.baden-wuerttemberg.de/>

**Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 2019:** Luftqualität in Baden-Württemberg: Auswertung der Jahresdaten für 2018. LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, 76231 Karlsruhe, November 2019.

**LAI, 2004:** Länderausschuss für Immissionsschutz: "Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind - Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und die Anlagenüberwachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhaltung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe", LAI-Bericht 61.0-06, 21. September 2004

**LANUV, 2010:** Erlass des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen an die Bezirksregierungen Arnsberg, Detmold, Düsseldorf, Köln und Münster vom 20.10.2010, Aktenzeichen V-3 - 8819/PCDD/F/PCB/Ko

**Schneider, C.; Niederau, A.; Schulz, T., Brandt, A, 2006:** Ermittlung der durch Aufwirbelung und Abrieb im Straßenverkehr verursachten PM10-Emissionen. *Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft* 10-2006, Seiten 436-439

**Strobl, A. & M. Kuntner, 2014:** Österreichische Technische Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen. Teil 1: Diffuse Staubemissionen beim Schüttgutumschlag mineralischer Rohstoffe und Baurestmassen. *Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft* **74** (2014), 501-504.

**TA Luft, 2002:** Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes- Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) vom 24. Juli 2002 (GMBI Nr. 25-29 vom 30.07.2002 S 511)

**VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13:** Umweltmeteorologie. Qualitätssicherung in der Immissionsprognose. Anlagenbezogener Immissionsschutz. Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft, Januar 2010

**VDI-Richtlinie 3790, Blatt 1:** Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen - Grundlagen. Juli 2015.

**VDI- Richtlinie 3790, Blatt 2:** Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen - Deponien. Juni 2017.

**VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3:** Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen. Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern. Januar 2010.

**VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4:** Umweltmeteorologie; Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen; Staubemissionen durch Fahrzeugbewegungen auf gewerblich/industriellem Betriebsgelände. September 2018.

## **Anhang:**

**Anhang 1: Abbildungen**

**Anhang 2: Grundlagen zur Ermittlung der Emissionen**

**Anhang 3: Emissionsmassenströme**

**Anhang 4: Ausbreitungsrechnungen**

**Anhang 5: Protokolldateien**

## Anhang 1: Abbildungen

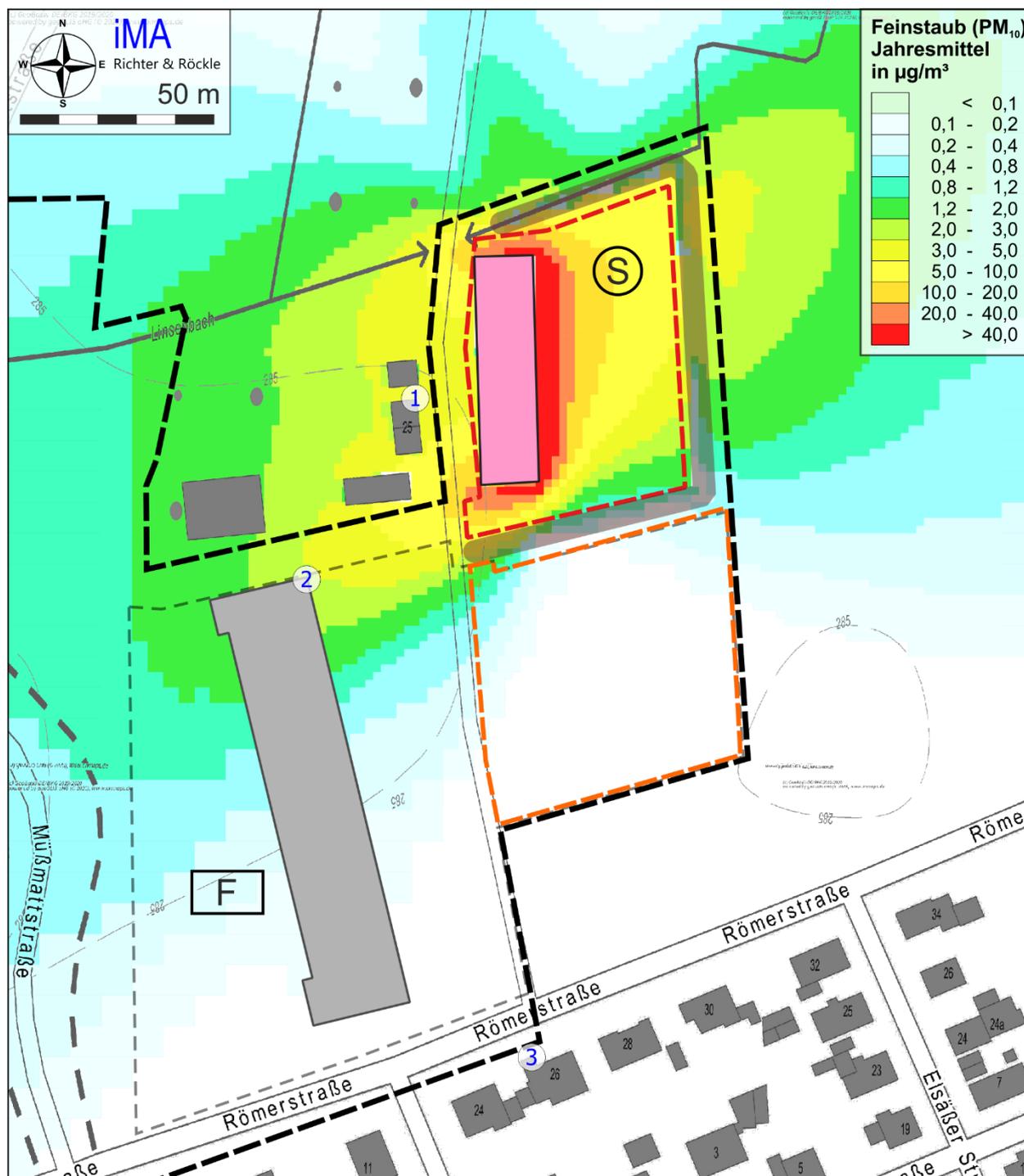


Abbildung A1-1: PM<sub>10</sub>-Immissionsbeitrag des geplanten Zwischenlagers. Jahresmittelwerte in µg/m<sup>3</sup>.  
Immissionswert: 40 µg/m<sup>3</sup>; Irrelevanzschwelle: 1,2 µg/m<sup>3</sup>

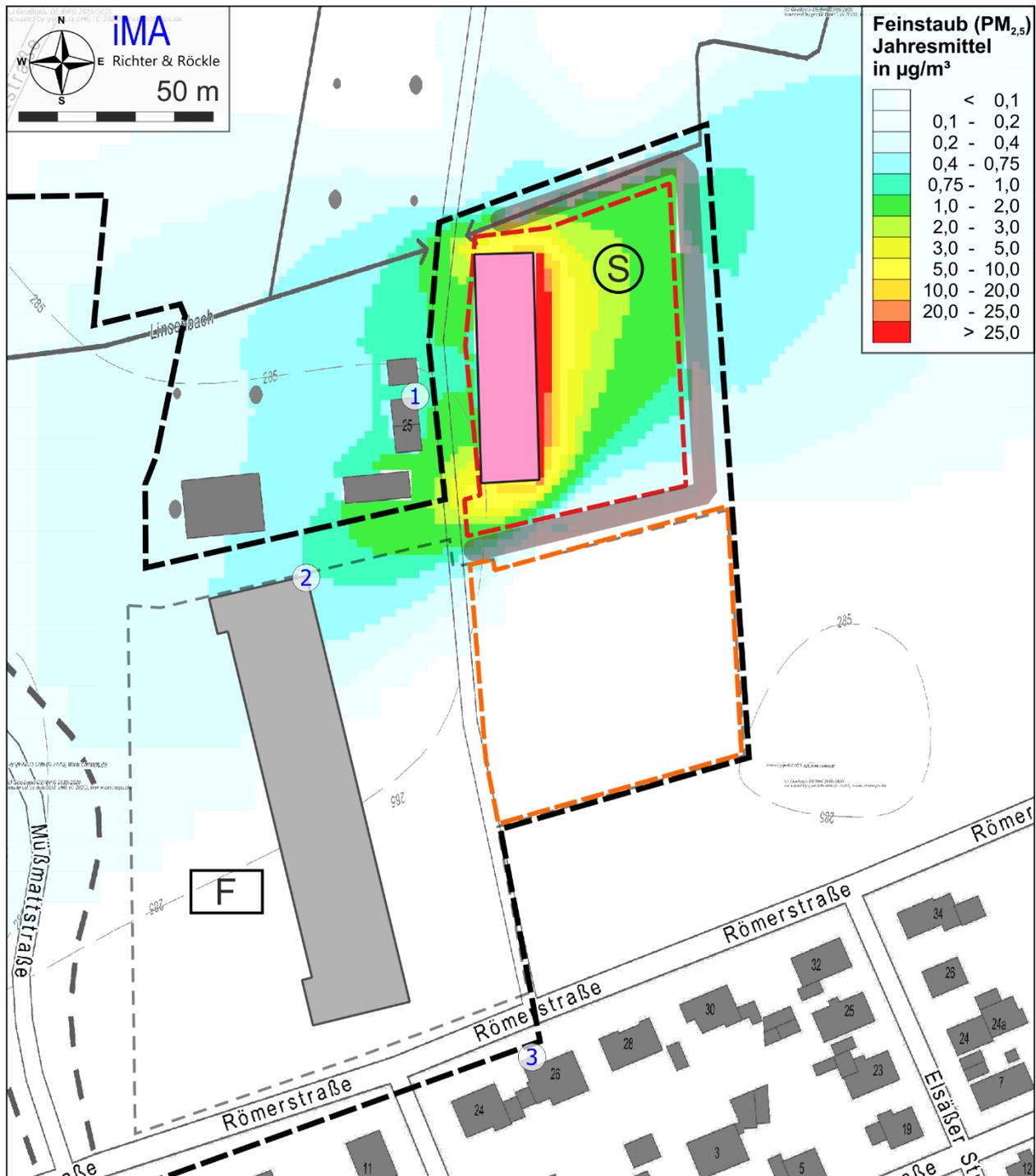


Abbildung A1-2: PM<sub>2,5</sub>-Immissionsbeitrag des geplanten Zwischenlagers. Jahresmittelwerte in µg/m<sup>3</sup>.  
Immissionswert: 25 µg/m<sup>3</sup>, Irrelevanzschwelle: 0,75 µg/m<sup>3</sup>

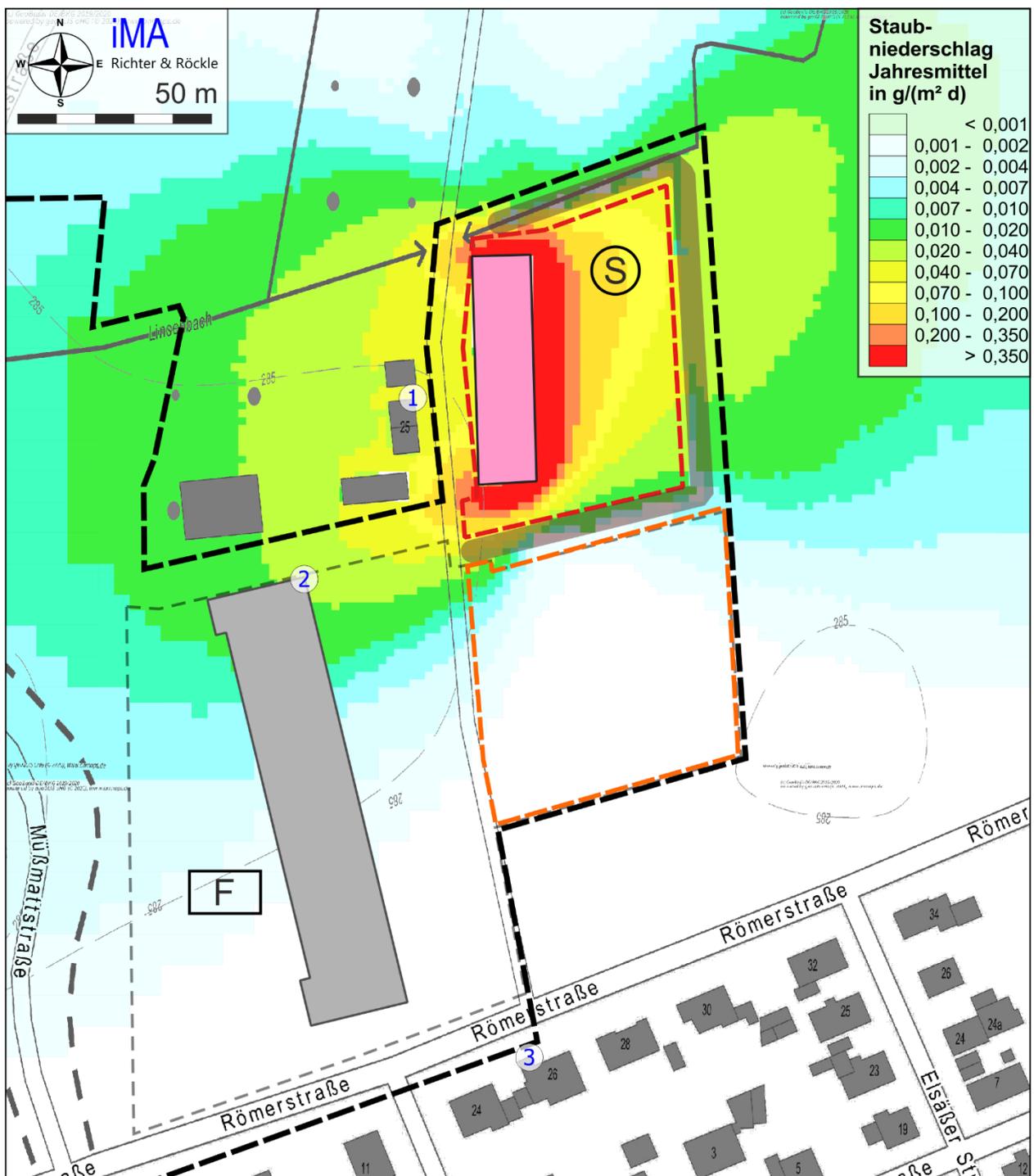


Abbildung A1-3: Staubniederschlags-Immissionsbeitrag des geplanten Zwischenlagers. Jahresmittelwerte in g/(m<sup>2</sup>·d).  
 Immissionswert: 0,35 g/(m<sup>2</sup>·d)  
 Irrelevanzschwelle: 10,5 mg/(m<sup>2</sup>·d)

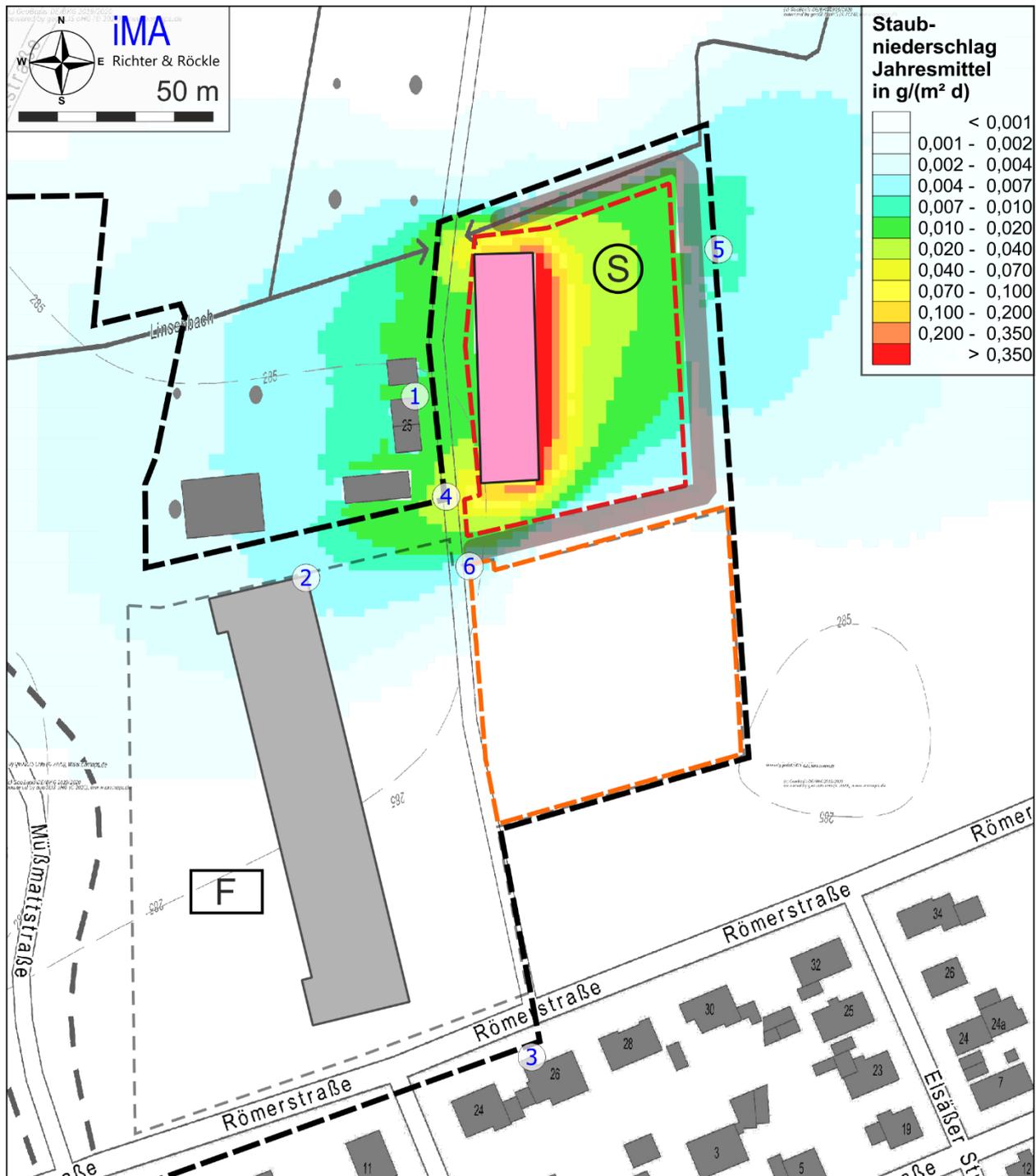


Abbildung A1-4: Staubniederschlags-Immissionsbeitrag der Anlage (nur belasteter Bodenaushub).  
 Jahresmittelwerte in g/(m<sup>2</sup>·d)  
 Immissionswert: 0,35 g/(m<sup>2</sup>·d)  
 Irrelevanzschwelle: 10,5 mg/(m<sup>2</sup>·d)

## Anhang 2: Grundlagen zur Ermittlung der Emissionen

Im Folgenden werden die Berechnungsformeln und die Eingangsparameter für die Emissionsberechnungen dargestellt. Die einzelnen Berechnungsschritte sind in Anhang 3 aufgeführt.

### A2.1 Umschlagvorgänge

#### A2.1.1 Emissionsfaktoren

Die normierten Emissionsfaktoren für kontinuierliche und diskontinuierliche Aufnahme- und Abwurfverfahren werden gemäß VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3, Nr. 7.2.2.1 wie folgt berechnet:

$$\text{kontinuierlich: } q_{norm} = a \cdot 83,3 \cdot \dot{M}^{0,5}$$

$$\text{diskontinuierlich: } q_{norm} = a \cdot 2,7 \cdot M^{0,5}$$

mit:

$a$  = Gewichtungsfaktor zur Berücksichtigung der Stoffe hinsichtlich ihrer Neigung zum Stauben

$\dot{M}$  = Durchsatz in t/h

$M$  = Abwurf-/Aufnahmemenge in t/(Abwurf bzw. Aufnahme)

Der Gewichtungsfaktor  $a$  errechnet sich aus

$$a = (10^b)^{0,5},$$

wobei  $b$  als „Staubneigung“ bezeichnet wird. Sie wird nach Nr. 7.2.3 der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3, in folgende 5 Klassen eingeteilt:

Tabelle A2-1: Staubneigung

Klasse	Staubneigung ( $b$ )
0	außergewöhnlich feuchtes/staubarmes Gut
2	Staub nicht wahrnehmbar
3	schwach staubend
4	mittel staubend
5	stark staubend

Die normierten Emissionsfaktoren  $q_{norm}$  werden im Folgenden zur Berechnung von individuellen Emissionsfaktoren in  $g/t_{Gut}$  verwendet.

### Aufnahme und Aufhaltung von Schüttgütern

Die Emissionen für die Aufnahme und Aufhaltung staubender Güter werden gemäß VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3, Nr. 7.2.2.3 wie folgt berechnet:

$$q_{Auf} = q_{norm} \cdot \rho_s \cdot k_U$$

mit:

$q_{norm}$  = auf  $\rho_s = 1 \text{ t}_{Gut}/\text{m}^3$  normierter Emissionsfaktor in  $[\text{g}/\text{t}_{Gut} \cdot \text{m}^3/\text{t}_{Gut}]$

$\rho_s$  = Schüttgutdichte in  $[\text{t}_{Gut}/\text{m}^3]$  des Einsatzstoffes

$k_U$  = dimensionsloser Umfeldfaktor.

Der Umfeldfaktor berücksichtigt staubmindernde Maßnahmen, z.B. Absaugung, Kapselung usw.  $k_U = 1$  bedeutet, dass keine staubmindernden Einflüsse angenommen werden.

### Abwurf von Schüttgütern

Zur Abschätzung der Emissionen für den Abwurf staubender Güter wird gemäß VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3, Nr. 7.2.2.5 folgender Ansatz gewählt:

$$q_{Ab} = q_{norm} \cdot k_H \cdot k_{Gerät} \cdot 0,5 \cdot \rho_s \cdot k_U$$

mit:

$k_H$  =  $(H/2)^{1,25}$ . Auswirkungsfaktor zur Berücksichtigung der Abwurfhöhe.

$H$  = Fallhöhe des Materials

$q_{norm}$  = auf  $\rho_s = 1 \text{ t}_{Gut}/\text{m}^3$  normierter Emissionsfaktor in  $[\text{g}/\text{t}_{Gut} \cdot \text{m}^3/\text{t}_{Gut}]$ .

Der Emissionsfaktor ergibt sich in Abhängigkeit von der Staubqualität des Einsatzstoffes und von der Abwurfmenge bei diskontinuierlichen Vorgängen bzw. dem Durchsatz bei kontinuierlichen Vorgängen.

$\rho_s$  = Schüttgutdichte in  $[\text{t}_{Gut}/\text{m}^3]$  des Einsatzstoffes

$k_{Gerät}$  = empirischer Korrekturfaktor, der das Abwurfverfahren berücksichtigt.

Diskontinuierliche Abwurfverfahren (Lkw, Radlader):  $k_{Gerät} = 1,5$

Kontinuierliche Beladegeräte (Schüttrohr, Transportband):  $k_{Gerät} = 1$

$k_U$  = dimensionsloser Umfeldfaktor.

Der Umfeldfaktor berücksichtigt staubreduzierende Maßnahmen, die sich z.B. durch Einrichtungen zur Verminderung der Windangriffsfläche ergeben.

$k_U = 1$  wird z.B. in hindernisfreier Umgebung angesetzt.

Die Eingangsparameter, die zur Berechnung der Staubemissionen für die Umschlagvorgänge „Aufnahme“ und „Abwurf“ herangezogen wurden, sind den Tabellen „Emissionsmassenströme“ in Anhang 3 zu entnehmen.

### A2.1.2 Berechnungsansätze

Sie Staubneigung der umgeschlagenen Materialien wird in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 3790 Blatt 3 festgelegt (siehe auch LUBW, 2019). Demnach werden mineralische Materialien mit Staubneigungen zwischen 2 ('nicht wahrnehmbar') und 3 ('schwach staubend') eingestuft. Für den Erdaushub wird konservativ die Staubneigung 3 verwendet.

Zur Berechnung der Staubemissionen werden darüber hinaus folgende Ansätze getroffen:

- Der emissionsmindernde Effekt der 3-seitig geschlossenen und überdachten Boxen wird über einen Umfeldfaktor von 0,7 berücksichtigt. D.h., gegenüber den auf einer Freifläche freigesetzten Emissionen wird ein Minderungseffekt von 30 % angesetzt.
- Das 'Aufhalten' des angelieferten Materials wird über die 'Aufnahme mit Radlader' parametrisiert.
- Der PM<sub>10</sub>-Anteil (Staubkorngrößen kleiner als 10 µm) wird für sämtliche Umschlagvorgänge mit 25 % an der Gesamtstaubemission angesetzt (vgl. Kummer et al., 2010). Der PM<sub>2,5</sub>-Anteil wird nach Angaben in BMWFJ (2013) mit 5,3 % an der Gesamtstaubemission angesetzt.
- Die mittlere Schüttdichte des Materials wird mit 1,8 t/m<sup>3</sup> angesetzt

### A2.2 Fahrbewegungen auf befestigtem Untergrund

Für asphaltierte oder vergleichbar befestigte Fahrwege sind in der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 Berechnungsformeln zur Ermittlung der Staubemissionen angegeben.

Die Staubemissionen werden durch folgende Vorgänge verursacht:

- a) Emissionen aufgrund von Staubaufwirbelungen beim Fahren,
- b) Abgas- bzw. Motoremissionen und
- c) Emissionen durch Abrieb bei Bremsvorgängen, von den Reifen und vom Straßenbelag.

#### a.) Emissionsfaktoren durch Aufwirbelungen

Eingangsgrößen für die Berechnung sind:

- die Feinkornauflage auf dem Fahrbahnbelag,
- das mittlere Gewicht der Fahrzeugflotte,
- die Anzahl der Niederschlagstage,
- Emissionsminderungsmaßnahmen

sowie empirische Korngrößenabhängige Parameter.

Zur Bestimmung der **Feinkornauflage** (bzw. 'Schluffauflage') auf dem Fahrbahnbelag sind in EPA (2011) Messwerte für öffentliche Fahrwege zwischen 0,03 und maximal 0,6 g/m<sup>2</sup> angegeben. Die Fahrwege auf dem Betriebsgelände werden bedarfsweise gereinigt. Hieraus kann nach

Angaben von Strobl et al. (2011) die Feinkornauflage zwischen 1 g/m<sup>2</sup> (ohne sichtbare Aufwirbelung) und 5 g/m<sup>2</sup> ('mäßige' Staubbeladung mit sichtbarer Staubentwicklung) abgeschätzt werden. Im vorliegenden Fall wird für Lkw-Fahrten die Feinkornauflage mit 5 g/m<sup>2</sup> angesetzt. Für Radladerfahrten beim Aufhalten und bei der Beladung der Lkw wird von einem höheren Verschmutzungsgrad ausgegangen. Die Feinkornauflage wird entsprechend mit 10 g/m<sup>2</sup> angesetzt

Als **Emissionsminderungsmaßnahme** soll gemäß der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 die Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit von 30 km/h auf 20 km/h über eine Kennzahl zur Maßnahmenwirksamkeit von 0,2 berücksichtigt werden.

Die Anzahl der **Niederschlagstage** (Tage mit täglichen Niederschlagsmengen über 1 mm) liegt entsprechend VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 Bild A1 zwischen 141 und 150 Niederschlagstagen pro Jahr. Für die Prognose werden konservativ 140 Niederschlagstage angesetzt.

Damit berechnet sich die Staubemission auf den asphaltierten Fahrwegen (Aufwirbelung von aufliegendem Feinkorn) gemäß VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 folgendermaßen:

$$E = k_{Kgv} \cdot (sL)^{0,91} \cdot (W \cdot 1,1)^{1,02} \cdot \left(1 - \frac{p}{3 \cdot 365}\right) \cdot (1 - k_M)$$

*E* in g/(km·Fzg.) Emissionsfaktor für die Staubaufwirbelung aufgrund von Fahrbewegungen

*k<sub>Kgv</sub>* Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung (siehe Tabelle A2-2)

*sL* in g/m<sup>2</sup> Schluff-Auflage des Fahrbahnbelags

*W* in t Mittlere Masse der Fahrzeugflotte

*p* Anzahl der Tage pro Jahr mit mindestens 1 mm natürlicher Niederschlag

*k<sub>M</sub>* Kennzahl für Maßnahmenwirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen

Die Berechnungsformel berücksichtigt im letzten Term einen Faktor von 1/3, da Asphaltflächen relativ schnell abtrocknen und die Flächen nicht während des ganzen Tages feucht sind.

Tabelle A2-2: Korngrößenabhängige Exponenten.

Bezeichnung	PM-2.5	PM-10	PM-30
<i>k<sub>Kgv</sub></i>	0,15	0,62	3,23

Die folgende Tabelle listet die verwendeten Parameter für die Berechnung nach VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 und die daraus resultierenden spezifischen Staubemissionen durch die Fahrbewegungen auf. Die Emissionsmassenströme können Anhang 3 entnommen werden.

Tabelle A2-3: Berechnung des Emissionsfaktors für befestigte Fahrwege je Fahrzeug nach VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4.

Bezeichnung		Lkw	Radlader
Leergewicht, Flottenmittel (t)		13,9	26,9
Zuladung, Flottenmittel (t)		17,0	5,4
mittleres Gewicht $W$ (t)		22,4	29,6
Anzahl der Regentage mit Regenmenge > 1 mm $p$		140	140
Schluff-Auflage des Fahrbahnbelags $sL$ (g/m <sup>2</sup> )		5	10
Längenbezogene Emissionsfaktoren (g/km) $E$	PM <sub>2,5</sub> :	15	37
	PM <sub>10</sub> :	61	153
	PM <sub>30</sub> :	320	799
Emissionen (g/km)	pm-1:	15	37
	pm-2:	47	116
	pm-u:	259	646
Zwischensumme:		320	799
$k_M$ für Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit		0,2	0,2
Emissionen (g/km)	pm-1:	12	30
	pm-2:	37	93
	pm-u:	207	517
<b>Summe:</b>		<b>256</b>	<b>639</b>

### b.) Dieselmotoremissionen

Die Lkw-bedingten Abgasemissionen werden anhand der Emissionsfaktoren des 'HBEFA' (Handbuch Emissionsfaktoren 3.3, HBEFA 2017) bestimmt. Eingangsgrößen sind:

- der Fahrzeugtyp (z.B. leichte und schwere Lkw)
- die Straßenkategorie
- die Fahrbahnneigung
- der Fahrmodus
- das Bezugsjahr.

Für die Emissionsberechnung wird der höchste Staubemissionsfaktor aus dem 'HBEFA' gewählt. Dieser beträgt für schwere Nutzfahrzeuge bei einer Fahrbahnneigung von +6 % und 'Stop-and-go-Verkehr'

**0,34 g/(Lkw-km).**

Diese Staubemission wird vollständig in Form von PM<sub>2,5</sub> freigesetzt. Da motorische Verbesserungsmaßnahmen zukünftig zu einem Rückgang der Emissionen führen werden, wird das Bezugsjahr 2010 verwendet.

### c.) Emissionen durch Abrieb

Ein weiterer Teil der Emissionen entsteht durch Abriebe (Reifenabrieb, Straßenabrieb, Bremsabrieb). Um diesen Anteil zu berechnen, werden Angaben der EEA (European Environment Agency; EMEP/EEA, 2016) verwendet:

Tabelle A2-4: Emissionsfaktoren durch Abrieb nach EMEP/EEA (2016) in g/(Lkw·km).

Emissionsquelle	Korngrößenklasse			Gesamt
	< 2,5 µm	2,5 bis 10 µm	> 10 µm	
Brems- und Reifenabrieb	0,0316	0,0274	0,0187	0,078
Straßenabrieb	0,0205	0,0175	0,0380	0,076
<b>Summe:</b>	<b>0,052</b>	<b>0,045</b>	<b>0,057</b>	<b>0,154</b>

### d.) Zusammenfassende Darstellung der Emissionsfaktoren

Aus den oben dargestellten Berechnungsansätzen berechnen sich die in Tabelle A2-5 zusammengefassten Emissionsfaktoren:

Tabelle A2-5: Emissionsfaktoren der Lkw in g/(Lkw·km).

Emissionsquelle	Korngrößenklasse			Gesamt
	< 2,5 µm	2,5 bis 10 µm	> 10 µm	
Aufwirbelungen (VDI 3790 Blatt 4)	11,89	37,27	206,95	256,10
Motoremissionen (HBEFA, 2017)	0,340	-	-	0,340
Abriebe (EMEP/EEA, 2016)	0,052	0,045	0,057	0,154
<b>Gesamt</b>	<b>12,3</b>	<b>37,3</b>	<b>207,0</b>	<b>256,6</b>

Tabelle A2-6: Emissionsfaktoren der Radlader in g/(Fzg·km).

Emissionsquelle	Korngrößenklasse			Gesamt
	< 2,5 µm	2,5 bis 10 µm	> 10 µm	
Aufwirbelungen (VDI 3790 Blatt 4)	29,70	93,05	516,72	639,47
Motoremissionen (HBEFA, 2017)	0,340	-	-	0,340
Abriebe (EMEP/EEA, 2016)	0,052	0,045	0,057	0,154
<b>Gesamt</b>	<b>30,1</b>	<b>93,1</b>	<b>516,8</b>	<b>640,0</b>

## Anhang 3: Emissionsmassenströme

### Umschlag:

#### Umschlag in Boxen

Stoff	Volumen	Menge	Staubneigung	Verstaubungskoeffizient a	Abwurfhöhe	$K_H$	$K_{Gerät}$	$K_{Umfeld}$	Schüttdichte	Minderung	Emissionsfaktor	Umschlagmenge	Emission
	m <sup>3</sup>	t			m				t/m <sup>3</sup>		g/t	t/a	kg/a

$K_{Umfeld}$	$K_{Umfeld}$ Halle
--------------	-----------------------

#### Abwurf aus LKW:

Erdaushub	9	17	3	32	1	0.42	1.5	0.70	1.8	0%	8.2	25 600	211
-----------	---	----	---	----	---	------	-----	------	-----	----	-----	--------	-----

1	0.7
---	-----

#### Aufnahme Radlader (Aufhalden):

Erdaushub		100*	3	32	-	-	-	0.63	1.8	0%	9.7	25 600	248
-----------	--	------	---	----	---	---	---	------	-----	----	-----	--------	-----

0.9	0.7
-----	-----

#### Aufnahme Radlader:

Erdaushub		100*	3	32	-	-	-	0.63	1.8	0%	9.7	25 600	248
-----------	--	------	---	----	---	---	---	------	-----	----	-----	--------	-----

0.9	0.7
-----	-----

Quelle: Boxen      Summe: 706

#### Umschlag vor Boxen

Stoff	Volumen	Menge	Staubneigung	Verstaubungskoeffizient a	Abwurfhöhe	$K_H$	$K_{Gerät}$	$K_{Umfeld}$	Schüttdichte	Minderung	Emissionsfaktor	Umschlagmenge	Emission
	m <sup>3</sup>	t			m				t/m <sup>3</sup>		g/t	t/a	kg/a

$K_{Umfeld}$	$K_{Umfeld}$ Halle
--------------	-----------------------

#### Abwurf Radlader in LKW:

Erdaushub	3.0	5.4	3	32	1	0.42	1.5	0.90	1.8	0%	18.8	25 600	481
-----------	-----	-----	---	----	---	------	-----	------	-----	----	------	--------	-----

0.9	1
-----	---

Quelle: Verladung      Summe: 481

\* für den Vorgang 'Aufnahme mit Schaufellader' wird nach VDI 3790, Blatt 3, Bild 7 100 t/Abwurf angesetzt.

## Fahrbewegungen Lkw:

### Umschlag in Boxen

Stoff	Fahrtstrecke	Rtg.	Umschlag- menge	Fzg.-Typ	Menge	Fahrten	Gesamt- strecke	Jahres- strecke	K <sub>umfeld</sub>	Emissions- faktor	Emission
		i / o / t	t/a		t		m/Fahrt	km/a		g/(Fzg km)	kg/a

#### Anlieferung:

Erdaushub	Rundweg	i	25 600	LKW_bef	17	1 506	160	241	1	257	62
-----------	---------	---	--------	---------	----	-------	-----	-----	---	-----	----

Summe: 62

### Umschlag vor Boxen

Stoff	Fahrtstrecke	Rtg.	Umschlag- menge	Fzg.-Typ	Menge	Fahrten	Gesamt- strecke	Jahres- strecke	K <sub>umfeld</sub>	Emissions- faktor	Emission
		i / o / t	t/a		t		m/Fahrt	km/a		g/(Fzg km)	kg/a

#### Abtransport:

Erdaushub	Rundweg	o	25 600	LKW_bef	17	1 506	160	241	1	257	62
-----------	---------	---	--------	---------	----	-------	-----	-----	---	-----	----

Summe: 62

Rtg.: Fahrtrichtung

i - Input

o - Output

## Fahrbewegungen Radlader:

### Umschlag in Boxen

Stoff	Umschlag- menge	Fzg.-Typ	Menge	Fahrten	Gesamt- strecke	Jahres- strecke	K <sub>umfeld</sub>	Emissions- faktor	Emission
	t/a		t		m/Fahrt	km/a		g/(Fzg km)	kg/a

#### Aufnahme Radlader (Aufhalten):

Erdaushub	25 600	Radlader_bef	5.4	4 741	10	47	1	640	30
-----------	--------	--------------	-----	-------	----	----	---	-----	----

Quelle:

Boxen

Summe: 30

### Umschlag vor Boxen

Stoff	Umschlag- menge	Fzg.-Typ	Menge	Fahrten	Gesamt- strecke	Jahres- strecke	K <sub>umfeld</sub>	Emissions- faktor	Emission
	t/a		t		m/Fahrt	km/a		g/(Fzg km)	kg/a

#### Abwurf Radlader in LKW:

Erdaushub	25 600	Radlader_bef	5.4	4 741	20	95	1	640	61
-----------	--------	--------------	-----	-------	----	----	---	-----	----

Quelle:

Verladung

Summe: 61

## Anhang 4: Ausbreitungsrechnungen

### A4.1 Allgemeines

Die Immissionen werden auf Basis von Ausbreitungsrechnungen ermittelt.

Eingangsdaten für das Ausbreitungsmodell sind:

- Die von den Quellen ausgehenden Emissionen (vgl. Kapitel 5)
- Die meteorologischen Eingangsdaten (vgl. Kapitel 8.1)
- Die Geländestruktur in Form eines digitalen Höhenmodells (vgl. Kapitel A4.4).
- Die Lage der Gebäude und die Gebäudehöhen (vgl. Kapitel A4.5).
- Die Lage der Quellen und die Quellhöhen (vgl. Kapitel A4.6)

Die Emissionen werden im Zeitraum zwischen 7:00 und 18:00 Uhr freigesetzt.

Bei der Ausbreitungsrechnung für Stäube sind gemäß Kapitel 4 des Anhangs 3 der TA Luft die trockene Deposition und die Sedimentation zu berücksichtigen. Die Berechnung ist für die in Tabelle 13 des Anhangs 3 der TA Luft angegebenen Größenklassen der Korngrößenverteilung der Stäube durchzuführen, wobei jeweils die angegebenen Werte von Depositionsgeschwindigkeit und Sedimentationsgeschwindigkeit zu verwenden sind. Die entsprechenden Werte sind in Tabelle A4-1 zusammengefasst.

Tabelle A4-1: Korngrößenabhängige Depositions- und Sedimentationsgeschwindigkeit

	< 2,5 µm	2,5 bis 10 µm	> 10 µm <sup>2</sup>
Staub-Klasse nach Anhang 3 der TA Luft	pm-1	pm-2	pm-u
Depositionsgeschwindigkeit in m/s	0,001	0,01	0,07
Sedimentationsgeschwindigkeit in m/s	0	0	0,06

Zur Berechnung des Staubniederschlags werden die Depositionswerte der Korngrößenklassen addiert. Die PM<sub>10</sub>-Konzentration besteht aus der Summe der Einzelwerte der Konzentration der Korngrößenklassen pm-1 und pm-2.

<sup>2</sup> Bei Fahrbewegungen der Radlader von 10 bis 30 µm

## A4.2 Verwendetes Ausbreitungsmodell

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

Das Ausbreitungsmodell wird mit der Qualitätsstufe +1 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  $z_0 = 0,05$  m bestimmt. Diese Rauigkeit stimmt mit den tatsächlichen Verhältnissen vor Ort überein. Die Bebauung auf dem Betriebsgelände (Lagerboxen), der Schutzwall und die Gebäude in der unmittelbaren Nachbarschaft (Gärtnerei) wurden explizit über die Digitalisierung des Ausbreitungsmodells berücksichtigt (siehe Kapitel A4.5).

## A4.3 Rechengebiet

Die Ausbreitungsrechnung wird für ein Rechengebiet von 2,2 km x 2,2 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 erzeugt. Die Dimensionierung der Rechengitter ist in Tabelle A4-2 aufgeführt und in Abbildung A4-1 dargestellt.

Tabelle A4-2: Dimensionierung der Modellgitter.

Gitter	Maschenweite	Gebietsgröße	Gitterpunkte
1	2 m	188 m x 180 m	94 x 90
2	4 m	248 m x 216 m	62 x 54
3	8 m	432 m x 464 m	54 x 58
4	16 m	800 m x 832 m	50 x 52
5	32 m	1536 m x 1536 m	48 x 48
6	64 m	2176 m x 2176 m	34 x 34

## A4.4 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten

Nach Nr. 11, Anhang 3 der TA Luft 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.

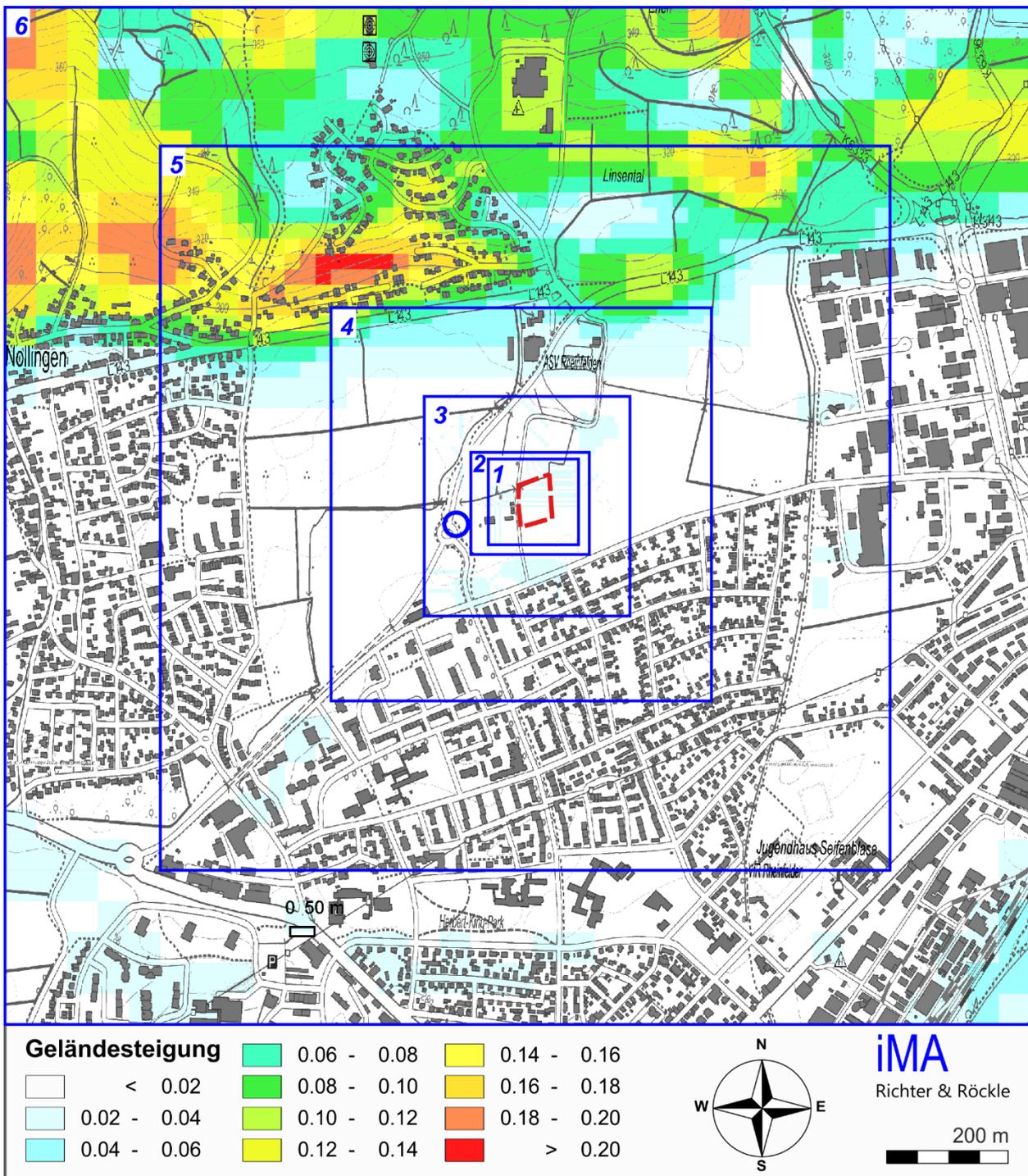


Abbildung A4-1: Geländesteigung im Rechengebiet mit der Lage der Modellgitter (blau). Der Anemometerstandort ist durch einen blauen Kreis gekennzeichnet.

Zur Abbildung der derzeitigen 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 nicht überschreitet. Falls die Geländesteigung deutlich größer ist, kann es bei Windrichtungen, die in der Höhe quer zum Tal wehen, zu einem Abreißen der Strömung an Geländekanten kommen, die vom diagnostischen Windfeldmodell nicht nachgebildet wird. Üblicherweise bildet sich kein stationärer Wirbel aus, da die Windrichtungen der übergeordneten Strömung fluktuieren.

Die Geländesteigungen sind in Abbildung A4-1 dargestellt. Lediglich am nördlichen Hang am Aufstieg zum Schwarzwald liegt eine kleinräumige Überschreitung des 1:5-Kriteriums vor. Strömungen quer zum Hang treten hier sehr selten auf. Darüber hinaus liegt dieser Bereich weitab der Emissionsquellen, der Immissionsorte und des Anemometers, so dass das diagnostische Windfeldmodell verwendet werden kann.

Einen Hinweis zur Eignung des diagnostischen Windfeldmodells gibt die vom Modell ausgewiesene 'Restdivergenz'. Zur Anwendung des Windfeldmodells sollte die maximale skalierte Restdivergenz nicht größer als 0,05 sein (Janicke, 2014). Im vorliegenden Fall wird die maximale Restdivergenz mit 0,039 ausgewiesen (siehe Protokolldatei 'taldia.log' in Anhang 5). Das Kriterium zur Verwendung des diagnostischen Windfeldmodells wird damit erfüllt.

#### **A4.5 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 der TA Luft 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.

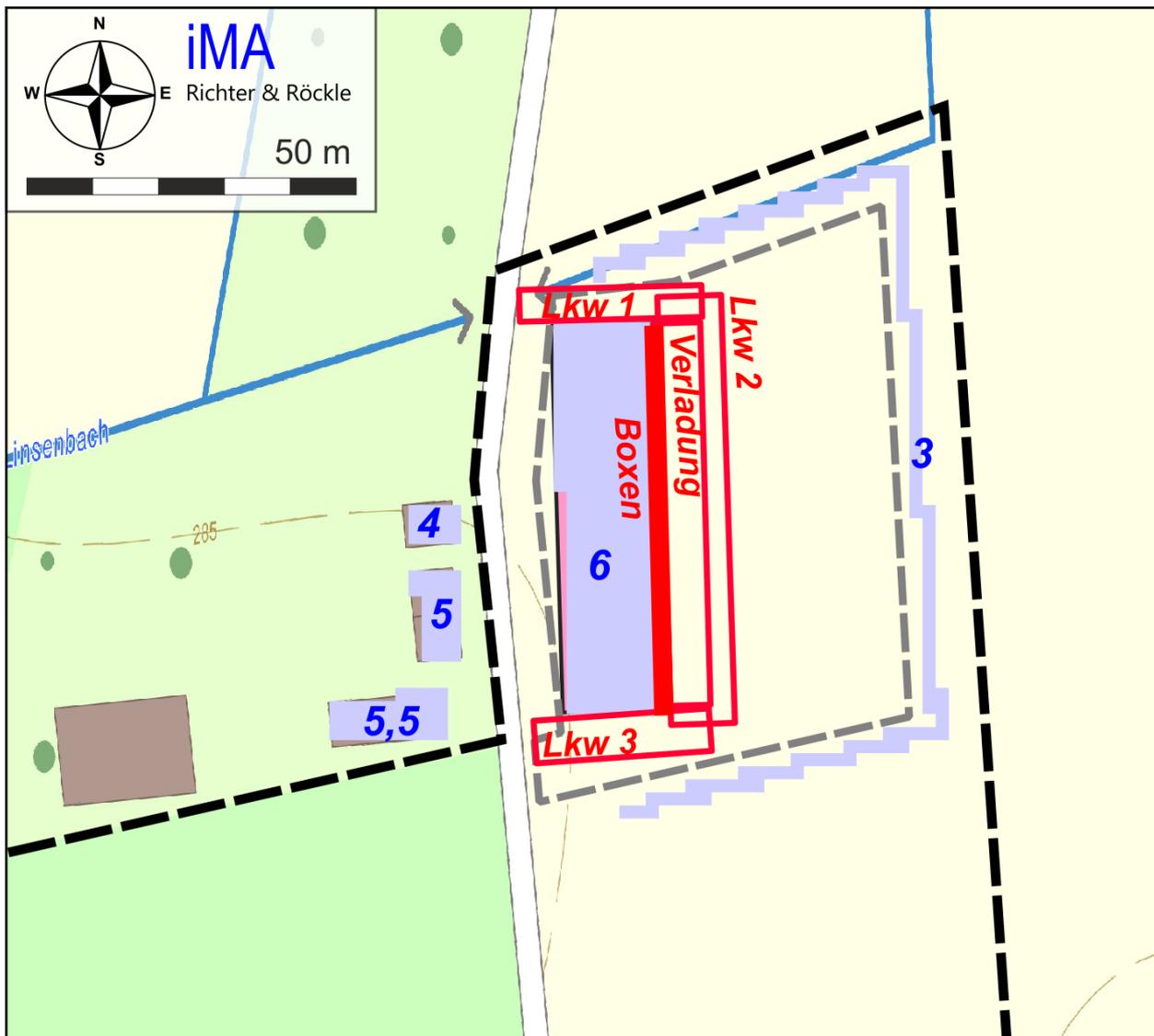


Abbildung A4-2: Digitalisierte Gebäude (blau) und deren Höhe in m sowie Lage der digitalisierten Quellen (rot).

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 ([www.austal2000.de](http://www.austal2000.de) bzw. Janicke et al., 2004) sind verschiedene Validierungstests aufgeführt. Unter anderem wurde von Janicke et al. 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 von Janicke et al., 2004). Nach Janicke geben die Ergebnisse keinen Hinweis darauf, dass bei AUSTAL2000 systematisch etwas falsch läuft (e-Mail an iMA vom 13.06.2012).

In einer Veröffentlichung von Braun et al. (2007) 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 und Borcharding (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 Geruchsimmissions-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.

#### A4.6 Quellen

Die Lage der Emissionsquellen ist in Abbildung A4-2 dargestellt. Die Quellkoordinaten sind in Tabelle A4-3 angegeben.

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

Emissionen aus der offenen Seite der Boxen (Quelle 'Boxen') werden über eine vertikal orientierte Flächenquelle von 0 bis 3 m angesetzt.

Die Zuordnung der einzelnen staubemittierenden Vorgänge zu den entsprechenden Quellflächen kann den Emissionstabellen in Anhang 3 entnommen werden.

Die Quellkoordinaten sind in Tabelle A4-3 zusammengefasst.

Tabelle A4-3: Quelldimensionen, relativ zum Koordinatenursprung bei RW 408.600 und HW 5.269.350 (UTM-32)

Quelle	Ursprung [m]		Höhe Unterkante [m]	Ausdehnung [m]			Drehwinkel [°]
	x-Wert	y-Wert		horizontal		vertikal	
				a	b		
<b>Umschlag und Radladerfahrten:</b>							
Boxen	55,32	88,25	0	59,03	0	3	-88,3
Verladung	55,41	88,16	0	58,93	7,19	3	-88,48

Quelle	Ursprung [m]		Höhe Unter- terkante [m]	Ausdehnung [m]			Dreh- winkel [°]
	x-Wert	y-Wert		horizontal		vertikal	
				a	b	c	
<b>Fahrwege:</b>							
Lkw1	34,94	93,33	0	4,91	27,84	3	-88,48
Lkw2	56,04	92,25	0	65,94	9,74	3	-88,16
Lkw3	37,15	26,97	0	6,56	26,81	3	-85,89

## Anhang 5: Protokolldateien

### Ausbreitungsrechnung (Datei 'austal2000.log'):

2020-08-31 16:32:11 -----  
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 "NEXT".

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

```
> ti Rheinfeldens#
> gh ../../DHM/Rheinfeldens.DHM
> az ../../4-Meteorologie/E3408500-N5271000_Rheinfeldens_SynRep.akt
> xa -170
> ya -20
> qs 1
> qb 1
> os NESTING+SCINOTAT
> ux 408600
> uy 5269350
> xb      7.13      18.58      18.17      40.22      46.07      93.42      49.97
> yb      23.14      49.96      53.64      87.61      94.46      113.27     11.43
> ab      16.91      13.76      7.68      59.03      50.64      2.19      51.93
> bb      6.85      6.81      6.53      15.01      3.01      88.38      2.65
> cb      5.50      5.00      4.00      6.00      3.00      3.00      3.00
> wb      5.89     -83.91      5.80     -88.30     18.73     -176.09     14.83
> xq      55.32      55.41      34.94      56.04      37.15
> yq      88.25      88.16      93.33      92.25      26.97
> aq      59.03      58.93      4.91      65.94      6.56
> bq      0.00      7.19      27.84      9.74      26.81
> hq      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
> cq      3.00      3.00      3.00      3.00      3.00
> wq     -88.30     -88.48     -88.48     -88.16     -85.89
> pm-1      ?      ?      ?      ?      ?
> pm-2      ?      ?      ?      ?      ?
> pm-u      ?      ?      ?      ?      ?
> xx-1      ?      ?      ?      ?      ?
> xp      25      -3      55      33      103      39
> yp      51      4     -120     25      89      7
> hp      1.5      1.5      1.5      1.5      1.5      1.5
```

===== 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 maximale Gebäudehöhe beträgt 6.0 m.  
>>> Die Höhe der Quelle 1 liegt unter dem 1.2-fachen der Höhe von Gebäude 1.  
>>> Dazu noch 34 weitere Fälle.

Festlegung des Vertikalrasters:

```

0.0   3.0   5.0   7.0   9.0  11.0  13.0  16.0  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

```

-----  
Festlegung des Rechennetzes:

```

dd      2      4      8     16     32     64
x0     -28     -64    -160   -352   -704  -1024
nx      94      62      54      50      48      34
y0     -28     -48    -176   -352   -704  -1024
ny      90      54      58      52      48      34
nz       6      22      22      22      22      22

```

-----  
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.05 (0.03).  
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.03 (0.03).  
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.05 (0.04).  
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.14 (0.14).  
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.23 (0.22).  
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 6 ist 0.25 (0.23).  
Existierende Geländedateien zg0\*.dmna werden verwendet.

Standard-Kataster z0-utm.dmna (7e0adae7) wird verwendet.

Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 0.064 m.

Der Wert von z0 wird auf 0.05 m gerundet.

Die Zeitreihen-Datei "././zeitreihe.dmna" wird verwendet.

Es wird die Anemometerhöhe ha=4.2 m verwendet.

Die Angabe "az .././../4-Meteorologie/E3408500-N5271000\_Rheinfelden\_SynRep.akt" wird ignoriert.

```

Prüfsumme AUSTAL   524c519f
Prüfsumme TALDIA   6a50af80
Prüfsumme VDISP    00000000
Prüfsumme SETTINGS fdd2774f
Prüfsumme SERIES   bb892afd

```

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

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

=====

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm"

TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)

TMT: Datei "././pm-j00z01" geschrieben.

TMT: Datei "././pm-j00s01" geschrieben.

TMT: Datei "././pm-t35z01" geschrieben.

TMT: Datei "././pm-t35s01" geschrieben.

TMT: Datei "././pm-t35i01" geschrieben.

TMT: Datei "././pm-t00z01" geschrieben.

TMT: Datei "././pm-t00s01" geschrieben.

TMT: Datei "././pm-t00i01" geschrieben.

TMT: Datei "././pm-depz01" geschrieben.

TMT: Datei "././pm-deps01" geschrieben.

TMT: Datei "././pm-j00z02" geschrieben.

TMT: Datei "././pm-j00s02" geschrieben.

TMT: Datei "././pm-t35z02" geschrieben.

TMT: Datei "././pm-t35s02" geschrieben.

TMT: Datei "././pm-t35i02" geschrieben.

TMT: Datei "././pm-t00z02" geschrieben.

TMT: Datei "././pm-t00s02" geschrieben.

TMT: Datei "../pm-t00i02" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-depz02" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-deps02" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-j00z03" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-j00s03" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-t35z03" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-t35s03" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-t35i03" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-t00z03" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-t00s03" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-t00i03" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-depz03" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-deps03" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-j00z04" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-j00s04" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-t35z04" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-t35s04" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-t35i04" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-t00z04" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-t00s04" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-t00i04" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-depz04" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-deps04" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-j00z05" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-j00s05" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-t35z05" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-t35s05" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-t35i05" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-t00z05" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-t00s05" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-t00i05" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-depz05" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-deps05" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-j00z06" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-j00s06" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-t35z06" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-t35s06" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-t35i06" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-t00z06" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-t00s06" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-t00i06" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-depz06" geschrieben.  
TMT: Datei "../pm-deps06" geschrieben.  
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "xx"  
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)  
TMT: Datei "../xx-j00z01" geschrieben.  
TMT: Datei "../xx-j00s01" geschrieben.  
TMT: Datei "../xx-depz01" geschrieben.  
TMT: Datei "../xx-deps01" geschrieben.  
TMT: Datei "../xx-j00z02" geschrieben.  
TMT: Datei "../xx-j00s02" geschrieben.  
TMT: Datei "../xx-depz02" geschrieben.  
TMT: Datei "../xx-deps02" geschrieben.  
TMT: Datei "../xx-j00z03" geschrieben.  
TMT: Datei "../xx-j00s03" geschrieben.  
TMT: Datei "../xx-depz03" geschrieben.  
TMT: Datei "../xx-deps03" geschrieben.  
TMT: Datei "../xx-j00z04" geschrieben.



PM	DEP	5.470e-002	1.0%	2.452e-002	1.4%	6.726e-005	10.0%	1.561e-001	0.6%	3.221e-002
1.1%	2.348e-002	1.5%	g/(m <sup>2</sup> *d)							
PM	J00	4.117e+000	0.5%	2.918e+000	0.3%	1.543e-002	2.5%	1.150e+001	0.2%	3.217e+000
0.5%	2.219e+000	0.4%	µg/m <sup>3</sup>							
PM	T35	9.645e+000	5.5%	9.063e+000	3.4%	1.192e-002	100%	3.077e+001	2.9%	8.661e+000
5.5%	7.486e+000	4.1%	µg/m <sup>3</sup>							
PM	T00	2.370e+001	5.2%	2.577e+001	2.0%	1.197e+000	2.8%	7.414e+001	1.4%	1.697e+001
5.0%	2.970e+001	2.6%	µg/m <sup>3</sup>							
XX	DEP	8.187e-005	1.3%	6.541e-005	1.5%	3.879e-007	8.3%	2.606e-004	0.7%	6.241e-005
1.3%	4.417e-005	1.7%	g/(m <sup>2</sup> *d)							
XX	J00	9.957e-007	0.5%	7.397e-007	0.3%	4.320e-009	2.4%	2.793e-006	0.2%	7.866e-007
0.5%	5.266e-007	0.4%	g/m <sup>3</sup>							

=====

=====

2020-09-01 01:30:01 AUSTAL2000 beendet.

**Windfeldberechnung (Datei 'taldia.log'; Auszug):**

```

2020-08-31 16:32:11 -----
TwnServer:./.
TwnServer:-B~/lib
TwnServer:-w30000

2020-08-31 16:32:11 TALdia 2.6.5-WI-x: Berechnung von Windfeldbibliotheken.
Erstellungsdatum des Programms: 2014-09-02 09:08:58
Das Programm läuft auf dem Rechner "NEXT".
===== Beginn der Eingabe =====
> ti Rheinfeldend#
> gh ../../DHM/Rheinfeldend.DHM
> az ../../4-Meteorologie/E3408500-N5271000_Rheinfeldend_SynRep.akt
> xa -170
> ya -20
> qs 1
> qb 1
> os NESTING+SCINOTAT
> ux 408600
> uy 5269350
> xb 7.13 18.58 18.17 40.22 46.07 93.42 49.97
> yb 23.14 49.96 53.64 87.61 94.46 113.27 11.43
> ab 16.91 13.76 7.68 59.03 50.64 2.19 51.93
> bb 6.85 6.81 6.53 15.01 3.01 88.38 2.65
> cb 5.50 5.00 4.00 6.00 3.00 3.00 3.00
> wb 5.89 -83.91 5.80 -88.30 18.73 -176.09 14.83
> xq 55.32 55.41 34.94 56.04 37.15
> yq 88.25 88.16 93.33 92.25 26.97
> aq 59.03 58.93 4.91 65.94 6.56
> bq 0.00 7.19 27.84 9.74 26.81
> hq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> cq 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00
> wq -88.30 -88.48 -88.48 -88.16 -85.89
> pm-1 ? ? ? ? ?
> pm-2 ? ? ? ? ?
> pm-u ? ? ? ? ?
> xx-1 ? ? ? ? ?
> xp 25 -3 55 33 103 39
> yp 51 4 -120 25 89 7
> hp 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5
===== 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 maximale Gebäudehöhe beträgt 6.0 m.  
>>> Die Höhe der Quelle 1 liegt unter dem 1.2-fachen der Höhe von Gebäude 1.  
>>> Dazu noch 34 weitere Fälle.

Festlegung des Vertikalrasters:

```

0.0 3.0 5.0 7.0 9.0 11.0 13.0 16.0 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

```

-----  
Festlegung des Rechenetzes:

dd	2	4	8	16	32	64
x0	-28	-64	-160	-352	-704	-1024
nx	94	62	54	50	48	34
y0	-28	-48	-176	-352	-704	-1024
ny	90	54	58	52	48	34
nz	6	22	22	22	22	22

-----  
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.02 (0.02).  
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.02 (0.02).  
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.04 (0.04).  
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.14 (0.14).  
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.23 (0.22).  
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 6 ist 0.25 (0.23).

Standard-Kataster z0-utm.dmna (7e0adae7) wird verwendet.  
Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 0.064 m.  
Der Wert von z0 wird auf 0.05 m gerundet.  
Die Zeitreihen-Datei "././zeitreihe.dmna" wird verwendet.  
Es wird die Anemometerhöhe ha=4.2 m verwendet.  
Die Angabe "az .././././4-Meteorologie/E3408500-N5271000\_Rheinfelden\_SynRep.akt" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 524c519f  
Prüfsumme TALDIA 6a50af80  
Prüfsumme VDISP 00000000  
Prüfsumme SETTINGS fdd2774f  
Prüfsumme SERIES bb892afd

[...]

Eine Windfeldbibliothek für 216 Situationen wurde erstellt.  
Der maximale Divergenzfehler ist 0.039 (1032).  
2020-08-31 18:39:25 TALdia ohne Fehler beendet.