

**Anlagenbetreiber: Müller Team Bau GmbH
Abendtal 1
78078 Niedereschach**

**Prognose der Staubemissionen und -immissionen im
Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungs-
verfahrens zur Errichtung und zum Betrieb
einer Anlage zur Lagerung und Behandlung von mine-
ralischen Abfällen**

Projekt- Nr.: 17-02-17-FR
Berichtsumfang: 60 Seiten
Datum: 14.03.2019
**Bearbeiter: Dr. Thomas Damian, Diplom-Meteorologe
Claus-Jürgen Richter, Diplom-Meteorologe
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 | Betriebsbeschreibung | 8 |
| 3.1 | Betriebsablauf..... | 8 |
| 3.2 | Durchsatzmengen..... | 9 |
| 3.3 | Betriebszeit..... | 10 |
| 4 | Emissions- und immissionsmindernde Maßnahmen | 10 |
| 5 | Prognose der Staub-Emissionen | 11 |
| 5.1 | Überblick..... | 11 |
| 5.2 | Staubemissionen durch Umschlag und Aufbereitung..... | 11 |
| 5.3 | Staubemissionen durch Fahrbewegungen..... | 12 |
| 5.4 | Dieselmotoremissionen..... | 13 |
| 5.5 | Windabwehungen..... | 14 |
| 5.6 | Gesamtemission..... | 15 |
| 5.7 | Vergleich mit dem Bagatellmassenstrom..... | 16 |
| 6 | Meteorologische Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnung | 16 |
| 7 | Beurteilungsgrundlagen | 18 |
| 7.1 | Immissionswerte..... | 18 |
| 7.2 | Irrelevanzschwellen..... | 19 |
| 8 | Immissionen | 20 |
| 8.1 | Ausbreitungsrechnungen..... | 20 |
| 8.2 | Staubimmissionen..... | 20 |
| 8.2.1 | Betrachtete Immissionsorte..... | 20 |
| 8.2.2 | Immissionsbeitrag der Müller Team Bau GmbH..... | 22 |

| | |
|--|-----------|
| 8.2.3 Vorbelastung | 23 |
| 8.2.4 Gesamtbelastung | 26 |
| 9 Zusammenfassung..... | 27 |
| Literatur | 29 |
| Anhang 1: Ergebnisabbildungen..... | 32 |
| Anhang 2: Grundlagen zur Ermittlung der Emissionen..... | 35 |
| A2.1 Emissionen durch Umschlagvorgänge..... | 35 |
| A2.2 Fahrbewegungen auf unbefestigten Fahrwegen..... | 37 |
| A2.3 Fahrbewegungen auf asphaltierten Fahrwegen..... | 39 |
| Anhang 3: Berechnung der Emissionsmassenströme | 43 |
| Anhang 4: Ausbreitungsrechnungen..... | 47 |
| A4.1 Allgemeines..... | 47 |
| A4.2 Verwendetes Ausbreitungsmodell | 47 |
| A4.3 Rechengebiet | 48 |
| A4.4 Geländeeinfluss..... | 48 |
| A4.5 Berücksichtigung von Gebäuden | 49 |
| A4.6 Quellen..... | 51 |
| Anhang 5: Protokolldateien von AUSTAL2000..... | 54 |
| Ausbreitungsrechnung Staubemission ('austal2000.log'): | 54 |

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Müller Team Bau GmbH beabsichtigt die Errichtung und den Betrieb einer Bauschutt-Recyclinganlage auf einer Fläche nordwestlich von Fischbach.

Im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens ist eine Prognose der Staubemissionen und –immissionen anzufertigen. Hierzu werden folgende Schritte durchgeführt:

1. Prognose der von der Anlage ausgehenden Staubemissionen.
2. Ermittlung der für die Ausbreitungsrechnung erforderlichen meteorologischen Daten.
3. Ausbreitungsrechnungen zur Ermittlung des Immissionsbeitrags der Müller Team Bau GmbH.
4. Prüfung, ob der Immissionsbeitrag der Müller Team Bau GmbH die Irrelevanzschwelle einhält.

Sollte die Irrelevanzschwelle überschritten sein:

5. Abschätzung der Immissions-Vorbelastung.
6. Ermittlung der Immissions-Gesamtbelastung durch Überlagerung der Vorbelastung und des Immissionsbeitrags der Müller Team Bau GmbH.
7. Vergleich der Immissions-Gesamtbelastung mit den Immissionswerten der TA Luft.

Das vorliegende Gutachten wurde nach den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13 erstellt. Zusätzlich wurde der ‚Leitfaden zur Beurteilung von TA Luft Ausbreitungsrechnungen‘ (<http://taluftwiki-leitfaden.lubw.baden-wuerttemberg.de>) berücksichtigt.

2 Örtliche Verhältnisse

Abbildung 2-1 zeigt einen Ausschnitt aus der topografischen Karte, aus dem die weitere Umgebung der geplanten Anlage hervorgeht.

Die Koordinaten des Betriebsgeländes betragen im Gauß-Krüger-Netz in etwa:

| | |
|---------------|-----------|
| Rechtswert: | 3 462 572 |
| Hochwert: | 5 336 014 |
| Höhe über NN: | ca. 700 m |

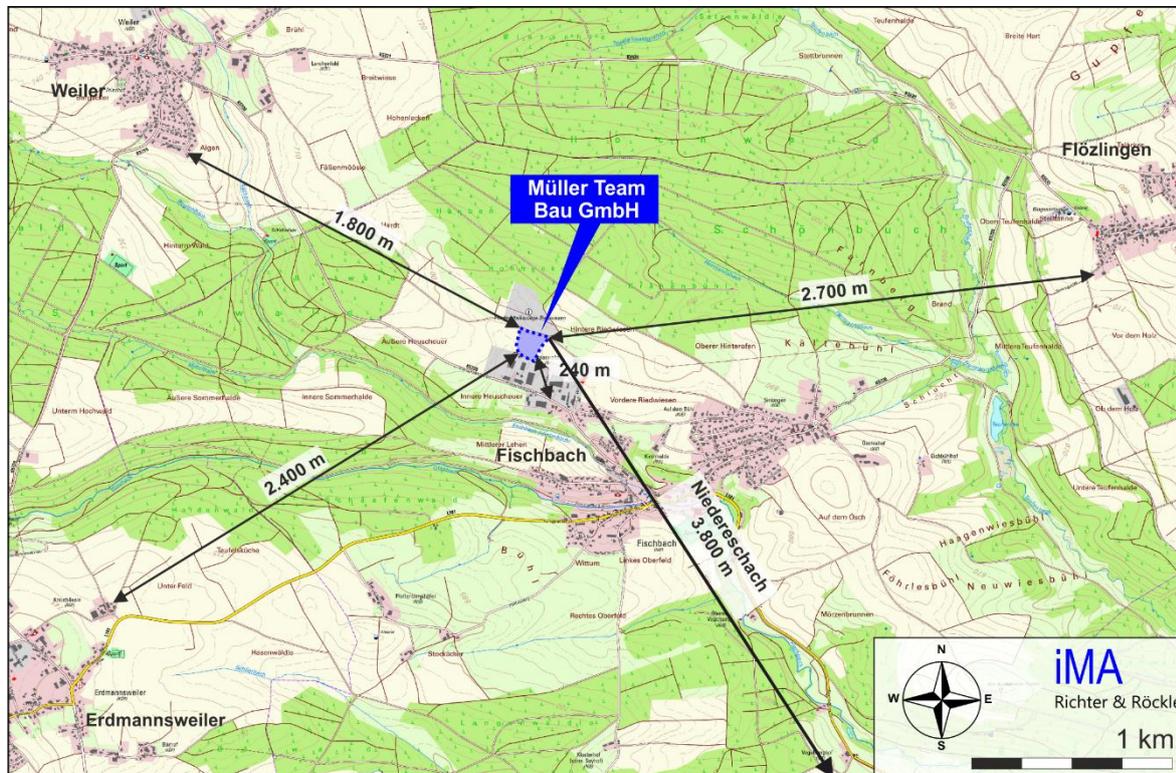


Abbildung 2-1: Ausschnitt aus der topografischen Karte mit Abständen zu den nächstgelegenen Wohngebieten. Gewerbegebiete sind grau, Wohngebiete rosa unterlegt.

Das Betriebsgelände liegt in einem Gewerbegebiet nordwestlich von Fischbach, einem Ortsteil der Gemeinde Niedereschach. Das nächstgelegene Wohngebiet weist einen Abstand von etwa 240 m zur Betriebsgrenze auf. Die Ortsteile Weiler, Erdmannsweiler und Flözlingen weisen deutlich größere Entfernungen auf.

Die Nutzungen in der näheren Umgebung sind in Abbildung 2-2 und in Abbildung 2-3 dargestellt.

Die nächstgelegenen Wohnhäuser (Betriebswohnungen innerhalb des Gewerbegebiets) liegen etwa 30 m beziehungsweise 120 m südlich der Betriebsgrenze der Müller Team Bau GmbH. Die geschlossene Wohnbebauung von Fischbach beginnt etwa 240 m südöstlich des Geländes.

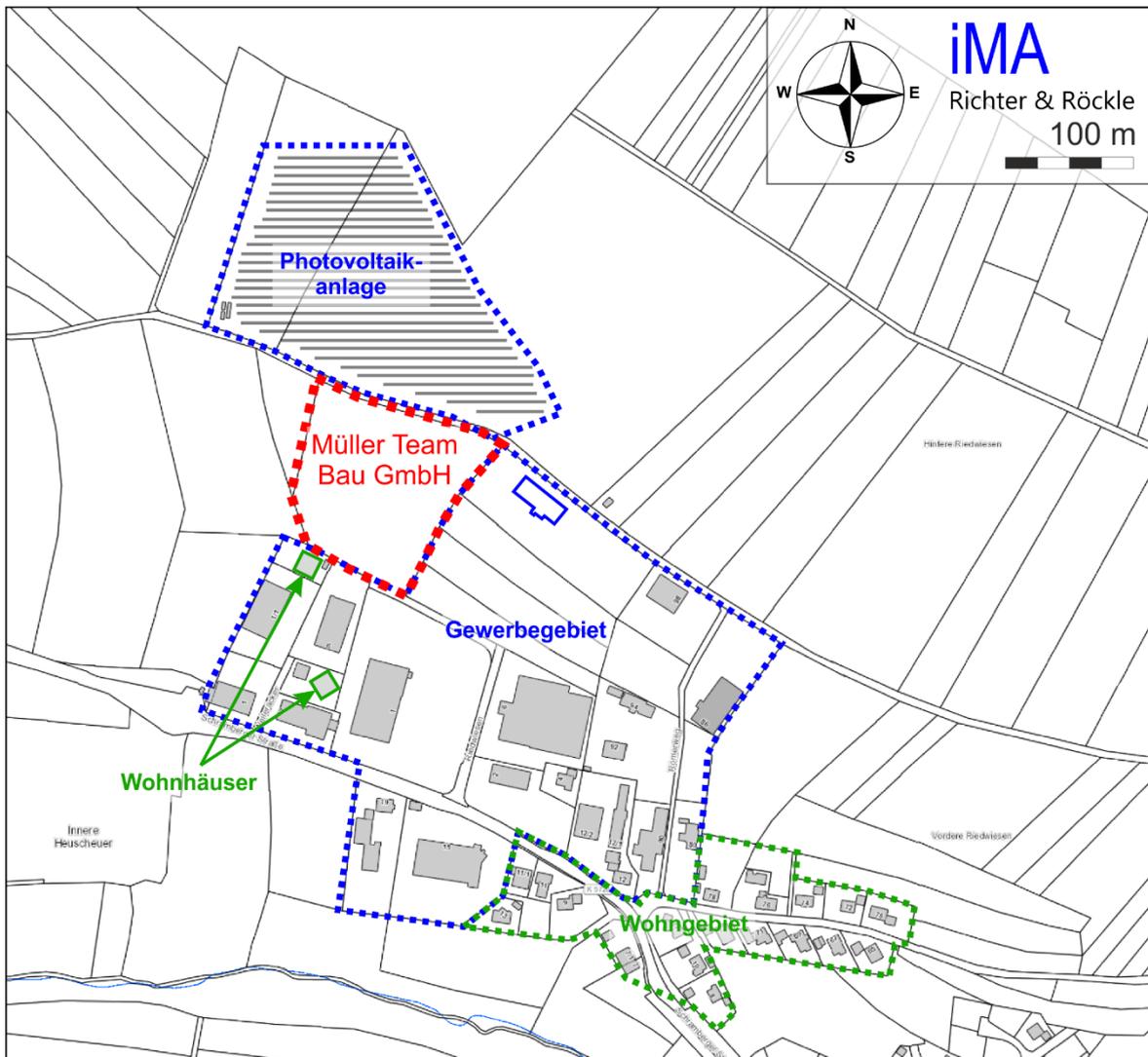


Abbildung 2-2: Ausschnitt aus der Liegenschaftskarte (Quelle: LUBW) mit den Nutzungen in der näheren Umgebung der Müller Team Bau GmbH. Ein neu errichtetes Gewerbegebäude östlich der Betriebsgrenze ist blau umrandet eingezeichnet.

Die Flächen an der südöstlichen Betriebsgrenze sind z.T. mit Lagerhallen und Bürogebäuden bebaut, teilweise noch unbebaut (siehe auch Kapitel 8.2.1). Direkt nördlich des Betriebsgeländes wird eine Photovoltaikanlage betrieben.

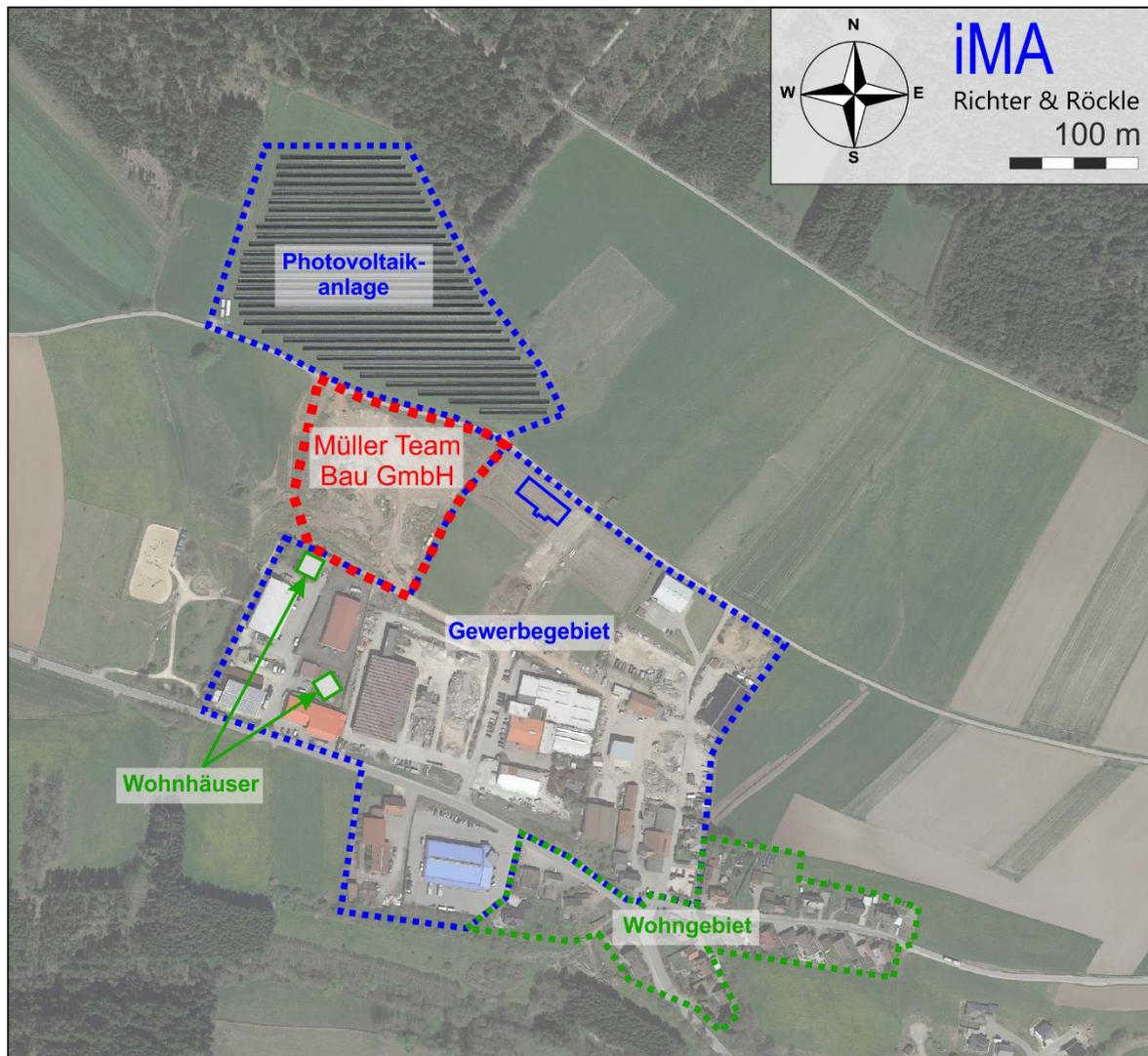


Abbildung 2-3: Ausschnitt aus der Luftbildkartierung (Quelle: Google Earth) mit der Lage des Betriebsgeländes der MÜLLER Team Bau GmbH.

Der Betriebsstandort wurde vom Gutachter am 25.07.2017 besichtigt. Dabei wurden alle für die Aufgabenstellung relevanten Anlagen- und Umgebungsbedingungen erfasst.

3 Betriebsbeschreibung

3.1 Betriebsablauf

Abbildung 3-1 zeigt die Einteilung des Betriebsgeländes. Die Fahrzeuge fahren von Süden her ins Betriebsgelände und werden an der Waage gewogen. Die Einfahrt in das Betriebsgelände und die Aufbereitungsflächen sind vollständig asphaltiert (grauer Hintergrund in Abbildung 3-1).

Anschließend fahren die Fahrzeuge in den östlichen Bereich des Betriebsgeländes (gelber Hintergrund) und laden das Material ab. Danach verlassen sie das Gelände auf dem gleichen Weg.

Für die Aufbereitung wird das Material mit einem Kettenbagger aufgenommen. Dieser beschickt einen Backenbrecher, der sich im Bereich der Materialaufbereitung im westlichen Teil des Betriebsgeländes befindet. Im Anschluss an den Brechvorgang wird das Material gesiebt und die erzeugten Fraktionen (0 – 45 mm und 50 – 80 mm) per Band ausgetragen. Mit einem Radlader wird das zerkleinerte Material in die Lagerboxen im nordwestlichen Teil der Anlage transportiert.

Zum Abtransport des aufbereiteten Materials werden die Lkw mit dem Radlader beschickt. Die Lkw befahren den gleichen Weg wie bei der Anlieferung des Materials.

Üblicherweise nehmen die anliefernden Fahrzeuge vor dem Verlassen des Betriebsgeländes Material zum Abtransport mit. Dadurch wird die Anzahl der Lkw-Fahrten reduziert. Konservativ wird angesetzt, dass jedes Fahrzeug entweder Material anliefert oder abholt und der dazugehörige Hin- und Rückweg eine Leerfahrt darstellt.

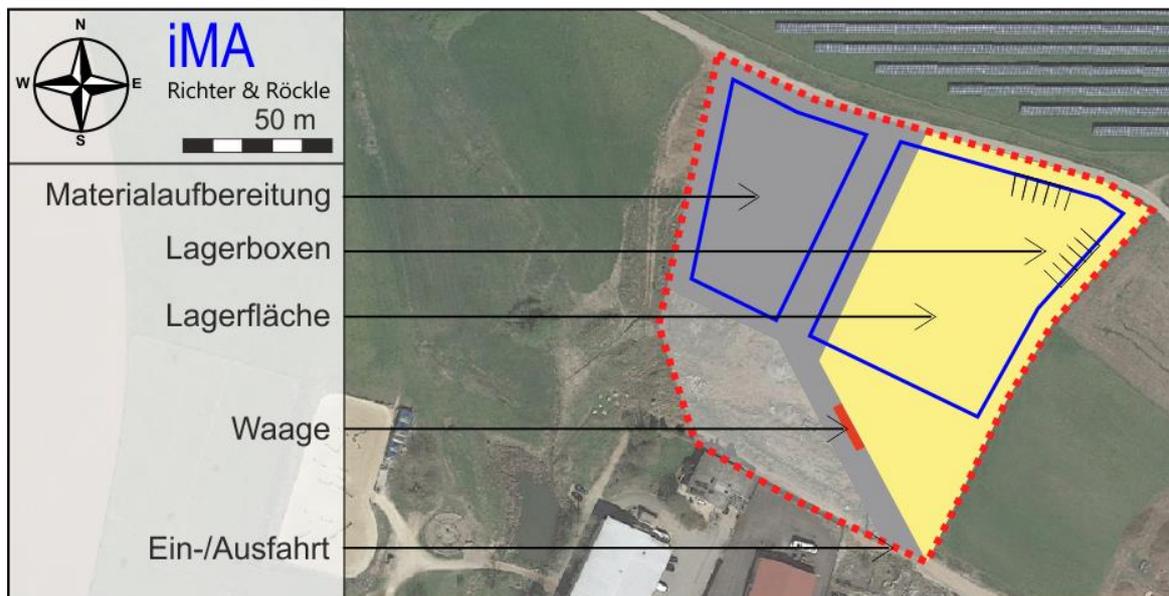


Abbildung 3-1: Einteilung des Betriebsgeländes. Die graue Fläche ist asphaltiert, die gelbe Fläche unbefestigt.

3.2 Durchsatzmengen

Pro Jahr sollen maximal 12.000 t Beton, Asphalt und Bauschutt umgeschlagen und aufbereitet werden. Zusätzlich sollen in geringer Menge Holz und Hackschnitzel angenommen werden.

3.3 Betriebszeit

Die Anlage soll montags bis freitags von 07:00 Uhr bis 20:00 Uhr und samstags von 09:00 Uhr bis 12:00 Uhr betrieben werden. An Sonn- und Feiertagen findet kein Betrieb statt.

4 Emissions- und immissionsmindernde Maßnahmen

Gemäß Nr. 5.2.3 TA Luft sind Maßnahmen durchzuführen, um die Entstehung und die Ausbreitung von Stäuben zu verringern.

Die geplanten Minderungsmaßnahmen und unsere Empfehlungen sind im Folgenden aufgeführt:

1. **Fahrwegbefestigung:** Die Lkw-Fahrwege zur Anlieferung und zur Abholung von Material werden asphaltiert oder gleichwertig befestigt.
2. **Fahrwegreinigung:** Die befestigten Fahrwege werden mittels einer Kehrmaschine (oder vergleichbar) durchweg sauber gehalten.
3. **Fahrwegbefeuchtung:** Bei trockener Witterung werden die Fahrwege befeuchtet. Wir empfehlen, fest installierten Beregnungsanlagen (Sektoralregner, Sprinkler oder vergleichbar) einzurichten.
4. **Materialbefeuchtung:** Trockene Materialien werden mittels fest installierter Beregnungsanlagen befeuchtet. Einen Tag vor dem Brechen wird das zu brechende Material intensiv befeuchtet. Hierdurch dringt Wasser in die Poren ein, wodurch sich die Staubentwicklung beim Brechen deutlich reduziert. Bei nasser Witterung wird auf die Befeuchtung verzichtet.
5. **Haldenhöhe:** Um Windabwehungen von den ruhenden Halden weitgehend zu verhindern, wird die maximale Haldenhöhe auf 3 m begrenzt.
6. **Abwurfhöhen:** Sämtliche Material-Abwurfhöhen werden auf ein Minimum reduziert.
7. **Errichtung einer Wand:** Es wird eine 3 m hohe windundurchlässige Wand an der nördlichen Grundstücksgrenze (zur benachbarten Photovoltaikanlage) und im nördlichen Bereich der östlichen Grundstücksgrenze errichtet. Der Verlauf der Wand ist in Abbildung 4-1 dargestellt. Wir empfehlen, die Wand mit immergrünen Pflanzen, z.B. Efeu, zu begrünen. Unsere Ausbreitungsrechnungen zeigen, dass die Wand nördlich des befestigten Bereichs nicht unbedingt erforderlich ist. Dennoch empfehlen wir, die Wand wie in Abbildung 4-1 auszuführen.

Die organisatorischen Maßnahmen werden in einer Betriebsanweisung festgelegt. Das Personal wird entsprechend geschult.

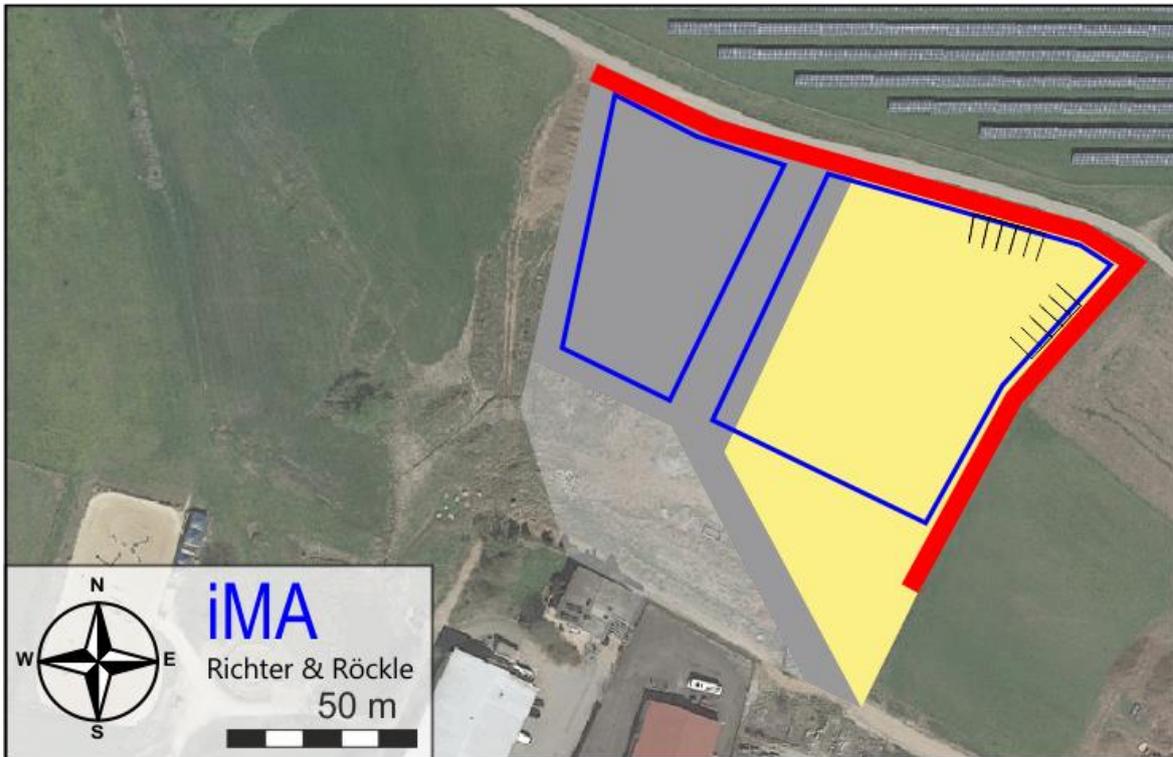


Abbildung 4-1: Verlauf der windundurchlässigen Wand (rote Linie).

5 Prognose der Staub-Emissionen

5.1 Überblick

Diffuse Staubemissionen werden durch folgende Vorgänge freigesetzt:

- Umschlag und Aufbereitung der Materialien (siehe Kapitel 5.2)
- Fahrbewegungen der Lkw und Radlader (siehe Kapitel 5.3)
- Dieselmotoremissionen der Fahrzeuge und der Brech- und Siebmaschine (siehe Kapitel 5.4)
- Windabwehungen von den ruhenden Lagerhalden (siehe Kapitel 5.5).

5.2 Staubemissionen durch Umschlag und Aufbereitung

Die diffusen Staubemissionen werden auf Basis der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 berechnet. In dieser Richtlinie sind Emissionsfaktoren angegeben, die für die einzelnen Umschlag- und Aufbereitungsprozesse die emittierte Staubmasse 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, Abschnitt A2.1 (Seite 35 ff) und Anhang 3 (Seite 43 ff) dieses Gutachtens dargestellt.

Tabelle 5-1: Diffuse Staubemissionen durch **Umschlag und Behandlung** in kg/a

| Quelle | Korngrößenklasse | | | Gesamt (kg/a) |
|---------------|------------------|---------------|--------------|---------------|
| | < 2,5 µm | 2,5 bis 10 µm | > 10 µm | |
| Anlieferung | 12 | 44 | 168 | 224 |
| Aufbereitung | 49 | 184 | 699 | 932 |
| Abholung | 48 | 179 | 680 | 906 |
| Summe: | 109 | 406 | 1.547 | 2.062 |

Die in dieser und den folgenden 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

Die Lkw-Fahrwege auf dem Betriebsgelände sind größtenteils asphaltiert oder gleichwertig befestigt. Lediglich im Bereich der Entladung und Lagerung der Materialien ist das Betriebsgelände unbefestigt. Staubemissionen entstehen vor allem durch Aufwirbelungen von aufliegendem Staub durch Lkw-Fahrbewegungen. Zusätzlich sind die Aufwirbelungen der Radlader beim Umschlag des Materials zu berücksichtigen. Da sich die Radlader zum Teil auf verschmutzten Lagerflächen bewegen, werden ihre Fahrwege grundsätzlich als ‚unbefestigt‘ angesetzt.

Zur konservativen Abschätzung der Staubemissionen der Lkw-Fahrten auf den verschmutzten Flächen wird der Verschmutzungsgrad der asphaltierten Lkw-Fahrwege erhöht (siehe Anhang 2, Abschnitt A2.2).

Um die Staubemission zu berechnen, ist die jährliche Anzahl der Lkw- und Radlader-Fahrbewegungen zu ermitteln. Diese errechnet sich aus der jährlichen Umschlagmenge und der mittleren Zuladung der Fahrzeuge. Die mittleren Zuladungen werden folgendermaßen angesetzt:

- Anliefernde und abholende Lkw: 13 t
- Radlader: 2,5 m³ (Schaufelinhalt)

Tabelle 5-2 und Tabelle 5-3 enthalten 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 Fahrbahnbelag) sowie die Dieselmotoremissionen enthalten.

Um zusätzliche innerbetriebliche Fahrten zu berücksichtigen, werden die Fahrstrecken der Lkw pauschal um 10 % erhöht. Für Wendemanöver wird ein weiterer Zuschlag von 20 m für jede Fahrt berücksichtigt.

Die sonstigen Berechnungsansätze sind in Anhang 2, Abschnitt A2.2 (Seite 37 ff) sowie Anhang 3 dargestellt.

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

| Quelle | Korngrößenklasse | | | Gesamt |
|-------------------|------------------|---------------|------------|------------|
| | < 2,5 µm | 2,5 bis 10 µm | > 10 µm | |
| Lkw – befestigt | 7 | 23 | 125 | 155 |
| Lkw – unbefestigt | 12 | 109 | 311 | 432 |
| Summe: | 19 | 132 | 436 | 587 |

Tabelle 5-3: Diffuse Staubemissionen durch **Radladerfahrbewegungen** in kg/a

| Quelle | Korngrößenklasse | | | Gesamt |
|----------------------|------------------|---------------|------------|------------|
| | < 2,5 µm | 2,5 bis 10 µm | > 10 µm | |
| Radlader befestigt | 6 | 18 | 102 | 126 |
| Radlader unbefestigt | 13 | 117 | 333 | 462 |
| Summe: | 19 | 135 | 435 | 589 |

5.4 Dieselmotoremissionen

Die Dieselmotoremissionen der Lkw und Radlader sind in den in Kapitel 5.3 dargestellten Staubemissionen enthalten. Zusätzlich sind die Dieselmotoremissionen des Brechers und der Siebmaschine zu berücksichtigen.

Die Dieselmotoremissionen werden auf Basis der Datenbank des Schweizer Bundesamtes für Umwelt (BAFU) ermittelt¹. Aus dieser Datenbank lassen sich typische Angaben zu den Emissionen von Maschinen und Geräten des Offroad-Sektors (z.B. Baumaschinen)

¹ Offroad-Datenbank des BAFU:

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/non-road-datenbank.html>

Aufbau und Methodik sind im BAFU-Bericht Umwelt-Wissen Nr. UW 0828 dokumentiert

ermitteln. Im Folgenden werden die Emissionsfaktoren mit minimalem Partikelfilteranteil angesetzt. Ferner wird das Bezugsjahr 2010 verwendet. Da motorische Verbesserungsmaßnahmen inzwischen zu einem Rückgang der Emissionen geführt haben, liegt dieser Ansatz auf der sicheren Seite.

Damit ergeben sich die in Tabelle 5-4 angegebenen Emissionsmassenströme.

Tabelle 5-4: Dieselmotoremissionen: Emissionsfaktoren und Staubmassenströme

| Gerät | Typ-Bezeichnung der BAFU-Datenbank | Betriebszeit | Emissionsfaktor [kg/h] | Emission [kg/a] |
|---------------|------------------------------------|--------------|------------------------|-----------------|
| GIPO Brecher | 'Holzhacker' | 100 h/a | 0,0409 | 4 |
| Summe: | | | | 4 |

Die Betriebszeiten werden anhand der Durchsatzmenge (12.000 t/a) und der mittleren Leistung der Anlagen (ca. 250 t/h) konservativ abgeschätzt.

Die Dieselmotoremissionen werden vollständig in Form von Feinstaub (PM_{2,5}) freigesetzt.

5.5 Windabwehungen

Staubabwehungen von den ruhenden Halden sind üblicherweise gering, da Abwehungen instationäre Vorgänge darstellen, bei denen die an der Oberfläche vorhandenen Feinpartikel bereits nach dem ersten Windangriff abgeweht sind. Ferner bildet sich an der Oberfläche nach einem Regen- oder Befeuchtungsereignis eine Kruste aus.

Gemäß VDI 3790 Blatt 2 und Blatt 3 (siehe auch BMWFJ, 2013) kann eine Windabwehung nur dann eine Rolle spielen, wenn eine mittlere Windgeschwindigkeit von mindestens 3 m/s, gemessen in 10 m Höhe, vorliegt. Da die mittlere Windgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet nur 2,1 m/s beträgt (siehe Kapitel 6), können Windabwehungen von den ruhenden Haufwerken vernachlässigt werden.

Konservativ wird dennoch eine Windabwehung angesetzt. Die Emissionsabschätzung erfolgt in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 3790, Blatt 2. Danach sind für die Abwehungen folgenden Faktoren von Bedeutung:

- Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen
- Größe der erodierbaren Fläche
- Korngrößenverteilung der Partikel an der Oberfläche
- Eigenschaften des abgelagerten Materials, u.a. Feuchtegehalt.

Für die Prognose wird angesetzt, dass die im Mittel pro Woche aufbereitete Abfallmenge zur Windabwehung beiträgt. Diese Menge wird auf einzelne Kegelhalden verteilt, wodurch sich eine vergleichsweise große Oberfläche ergibt. Der Haldenwinkel wird mit 45°

angesetzt. Mit diesen Ansätzen berechnet sich die in Tabelle 5-5 angegebene Fläche, von der Abwehungen stattfinden.

Tabelle 5-5: Parameter zur Berechnung der abwehungs-fähigen Fläche

| Quelle | Menge | | | Halden | Mantelfläche | Angesetzte Fläche |
|------------------------------|--------|-------------------|-----------------------|--------|----------------|-------------------|
| | t/a | m ³ /a | m ³ /Woche | Anzahl | m ² | m ² |
| Beton, Asphalt und Bauschutt | 12.000 | 6.667 | 128 | 5 | 187 | 200 |

Gemäß VDI-Richtlinie 3790, Blatt 2 wird ein Emissionsfaktor von 10 kg/(ha·h) oberhalb einer Windgeschwindigkeit von 5 m/s angesetzt. Die für den Standort repräsentative meteorologische Zeitreihe weist während 194 h/a Windgeschwindigkeiten ≥ 5 m/s auf.

Tabelle 5-6: Diffuse Staubemissionen durch Windabwehungen

| Lagerhalden | Fläche | | Massenstrom |
|--------------------|----------------|------|-------------|
| | m ² | ha | kg/a |
| Halde Anlieferung | 200 | 0,02 | 39 |
| Halde Aufbereitung | 200 | 0,02 | 39 |
| Halde Lagerung | 200 | 0,02 | 39 |
| Gesamt | | | 116 |

Der PM₁₀-Anteil der abgewehrten Stäube wird nach Angaben in BMWFJ (2013) mit 50 % angesetzt.

5.6 Gesamtemission

In Tabelle 5-7 sind die Gesamtemissionen zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 5-7: Staubemissionen für unterschiedliche Korngrößen in kg/a.

| Quelle | Korngrößenklasse | | | Gesamt |
|-------------------------|---------------------|--------------------------|--------------------|--------|
| | < 2,5 μm | 2,5 bis 10 μm | > 10 μm | |
| Umschlag und Behandlung | 109 | 406 | 1.547 | 2.062 |
| Fahrbewegungen Radlader | 19 | 135 | 435 | 589 |
| Fahrbewegungen Lkw | 19 | 132 | 436 | 587 |
| Dieselmotoremissionen | 4 | 0 | 0 | 4 |
| Windabwehung | 29 | 29 | 58 | 116 |

| Quelle | Korngrößenklasse | | | Gesamt |
|---------------|------------------|---------------|--------------|--------------|
| | < 2,5 µm | 2,5 bis 10 µm | > 10 µm | |
| Gesamt | 181 | 702 | 2.575 | 3.358 |

5.7 Vergleich mit dem Bagatellmassenstrom

Legt man eine Betriebszeit von 2.750 h/a (11 h/d x 250 d/a) zugrunde, so errechnet sich ein Emissionsmassenstrom von ca. 1,3 kg/h. Der für diffuse Quellen geltende Bagatellmassenstrom von 0,1 kg/h nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft wird überschritten, so dass die Staubimmissionen zu ermitteln sind.

6 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 Ausbreitungsklassen sind somit ein Maß für das „Verdünnungsvermögen“ der Atmosphäre. Die Eigenschaften der Ausbreitungsklassen sind in Tabelle 6-1 beschrieben.

Tabelle 6-1: 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 Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklasse 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. 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 der Windrichtungen, Windgeschwindigkeiten und Ausbreitungsklassen zurückgegriffen, die im Rahmen eines von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) finanzierten Projekts berechnet wurden. Ein Bezugspunkt, für den eine meteorologische Zeitreihe vorliegt, befindet sich etwa 200 m nordöstlich der Anlage.

Der Einfluss des unebenen Geländes auf die Wind- und Ausbreitungsverhältnisse wird mit dem Windfeldmodell, das Bestandteil des Ausbreitungsmodells AUSTAL2000 ist, berücksichtigt.

Abbildung 6-1 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen und -geschwindigkeiten der verwendeten Zeitreihe. Die Verteilung zeichnet sich durch ein ausgeprägtes Maximum bei Winden aus Süd sowie ein weiteres Maximum bei Winden aus Ostnordost aus. Das Maximum aus Süd ist vor Allem durch Kanalisierungseffekte zwischen dem Schwarzwald und der schwäbischen Alb verursacht. Die häufig auftretenden Winde aus nordwestlicher Richtung resultieren aus der Orografie des Schwarzwaldes.

Das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit beträgt ca. 2,1 m/s.

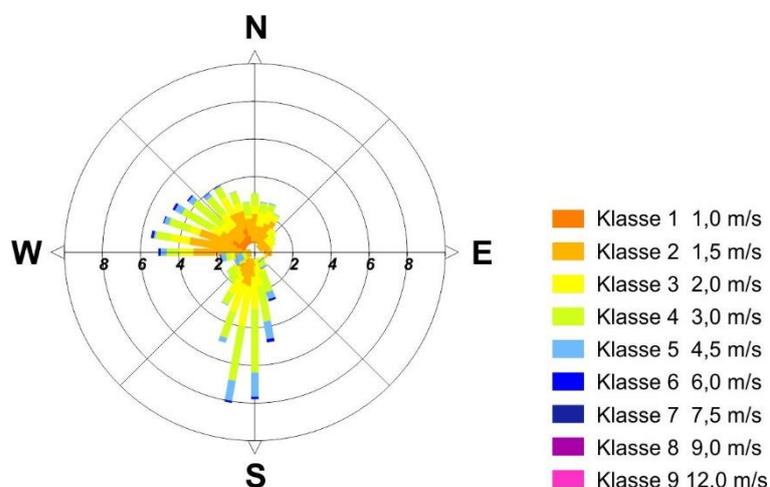


Abbildung 6-1: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen und -geschwindigkeiten

Die Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen ist in Abbildung 6-2 dargestellt. Die stabilen Ausbreitungsklassen (I + II) sind mit einer Häufigkeit von etwa 46 % am häufigsten vertreten, gefolgt von den neutralen Ausbreitungsklassen (III₁ + III₂) mit ca. 39 %. Labile atmosphärische Verhältnisse (IV + V) kommen mit 16 % am seltensten vor.

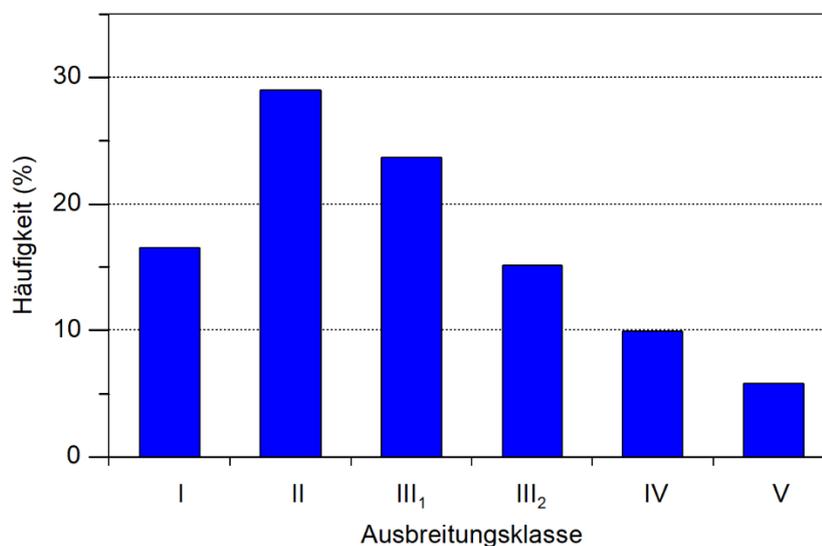


Abbildung 6-2: Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen an der Messstelle Landau für das Kalenderjahr 2006

Lokal induzierte Windsysteme wie Kaltluftabflüsse spielen keine Rolle, da die Anlage nur tagsüber betrieben wird.

7 Beurteilungsgrundlagen

7.1 Immissionswerte

Gemäß Nr. 4.2.1 der TA Luft sind folgende Immissionswerte einzuhalten, damit der Schutz der menschlichen Gesundheit sichergestellt ist:

- Jahresmittelwert des Feinstaubs (PM₁₀-Fraktion): 40 µg/m³
- Konzentration, die von 35 Tagesmittelwerten des Feinstaubs (PM₁₀-Fraktion) überschritten wird: 50 µg/m³.

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/(m²·d)

Ein Immissionswert für PM_{2,5} ist in § 5 der 39. BImSchV als Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt:

- Jahresmittelwert des Feinstaubs (PM_{2,5}-Fraktion): 25 µg/m³

Tabelle 7-1 enthält eine Zusammenstellung der Immissionsbeurteilungswerte.

Tabelle 7-1: Immissionswerte nach TA Luft und 39. BImSchV

| Schadstoff | Immissionswert | Mittelungszeitraum | Zulässige Überschreitungshäufigkeit im Jahr | Schutzziel |
|--------------------------------|----------------------------|--------------------|---|--|
| Feinstaub PM ₁₀ | 40 µg/m ³ | Jahr | – | Schutz der menschlichen Gesundheit |
| | 50 µg/m ³ | Tag | 35 | |
| Feinstaub PM _{2,5} | 25 µg/m ³ | Jahr | – | Schutz der menschlichen Gesundheit |
| Staubniederschlag | 0,35 g/(m ² ·d) | Jahr | – | Schutz vor erheblichen Belästigungen oder Nachteilen |

Erläuterung zur Tabelle 7-1:

- PM₁₀ ist Staub, dessen Median der Korngrößenverteilung 10 µm beträgt
- PM_{2,5} 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.

Wenn die in Tabelle 7-1 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.

7.2 Irrelevanzschwellen

Die durch den Betrieb einer Anlage verursachte Immissionszusatzbelastung wird gemäß Nr. 4.2.2 und 4.3.2 der TA Luft als irrelevant bezeichnet, wenn die in Tabelle 7-2 aufgeführten Irrelevanzschwellen nicht überschritten werden.

Tabelle 7-2: Irrelevanzschwellen (Jahresmittelwerte)

| Stoff | Irrelevanzschwelle | Quelle |
|-----------------------------|---|-------------------|
| Feinstaub PM ₁₀ | 3,0 % des Immissionswerts (1,2 µg/m ³) | Nr. 4.2.2 TA Luft |
| Feinstaub PM _{2,5} | 3,0 % des Immissionswerts (0,75 µg/m ³) | – |
| Staubniederschlag | 3,0 % des Immissionswerts (10,5 mg/(m ² ·d)) | Nr. 4.3.2 TA Luft |

Hinweis: Für PM_{2,5} ist in der 39. BImSchV keine Irrelevanzschwelle festgelegt. In Analogie zur TA Luft wird die Irrelevanzschwelle mit 3,0 % des Immissionswerts angesetzt.

Liegt die Zusatzbelastung am Beurteilungspunkt maximaler Beaufschlagung nicht über der Irrelevanzschwelle, so kann gemäß Nummer 4.1 Buchstabe c) der TA Luft davon ausgegangen werden, dass schädliche Einwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden und die Immissionskenngrößen somit nicht ermittelt werden müssen. In der Praxis bedeutet dies, dass die Vorbelastung für diejenigen Schadstoffe, deren Zusatzbelastung die Irrelevanzschwelle nicht überschreitet, 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.

8 Immissionen

8.1 Ausbreitungsrechnungen

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 6).
- Die Geländestruktur in Form eines digitalen Höhenmodells (vgl. Anhang 4, Abschnitt A4.4).
- Die Lage der Gebäude und die Gebäudehöhen (vgl. Anhang 4, Abschnitt A4.5).
- Die Lage der Quellen und die Quellhöhen (vgl. Anhang 4, Abschnitt A4.6).

8.2 Staubimmissionen

8.2.1 Betrachtete Immissionsorte

Zur Beurteilung der Staubimmissionen werden Immissionsorte (Aufpunkte) in der näheren Umgebung der Anlage festgelegt. In größeren Entfernungen sind die Immissionsbeiträge der Anlage geringer (siehe Abbildungen in Anhang 1). Die Lage der Immissionsorte ist in Abbildung 8-1 und Abbildung 8-2 dargestellt. Tabelle 8-1 enthält die Koordinaten und die Beschreibung der Immissionsorte.

Tabelle 8-1: Beschreibung der Immissionsorte

| Aufpunkt | Beschreibung | Rechts-/Hochwert (UTM-32-System) |
|----------|--|----------------------------------|
| 1 | Wohnhaus, Weileräcker 3 | 3461707 / 5335839 |
| 2 | Wohnhaus, Weileräcker 4 | 3461714 / 5335748 |
| 3 | Büro des benachbarten Betriebs Ferentschik | 3461887 / 5335880 |
| 4 | Büro der Fa. Stern Drehteile, Römerweg 98 | 3461998 / 5335811 |
| 5 | Photovoltaik 1 | 3461660 / 5336012 |
| 6 | Photovoltaik 2 | 3461702 / 5335991 |
| 7 | Photovoltaik 3 | 3461749 / 5335973 |

| Aufpunkt | Beschreibung | Rechts-/Hochwert (UTM-32-System) |
|----------|--|----------------------------------|
| 8 | Photovoltaik 4 | 3461822 / 5335956 |
| 9 | Maximale Immission auf dem östlich gelegenen Nachbargrundstück (derzeit noch unbebaut) | 3461816 / 5335870 |

An den Aufpunkten 5 – 8 (Photovoltaikanlage) wird ausschließlich der Staubniederschlag (Prüfung auf erhebliche Nachteile nach Nr. 4.3.1 TA Luft) beurteilt.

Die luftgetragenen Immissionen (PM₁₀ und PM_{2,5}) werden gemäß Nr. 7, Anhang 3 der TA Luft als Mittelwert über ein vertikales Intervall vom Erdboden bis 3 m Höhe berechnet und sind damit repräsentativ für eine Aufpunkthöhe von 1,5 m über Grund.

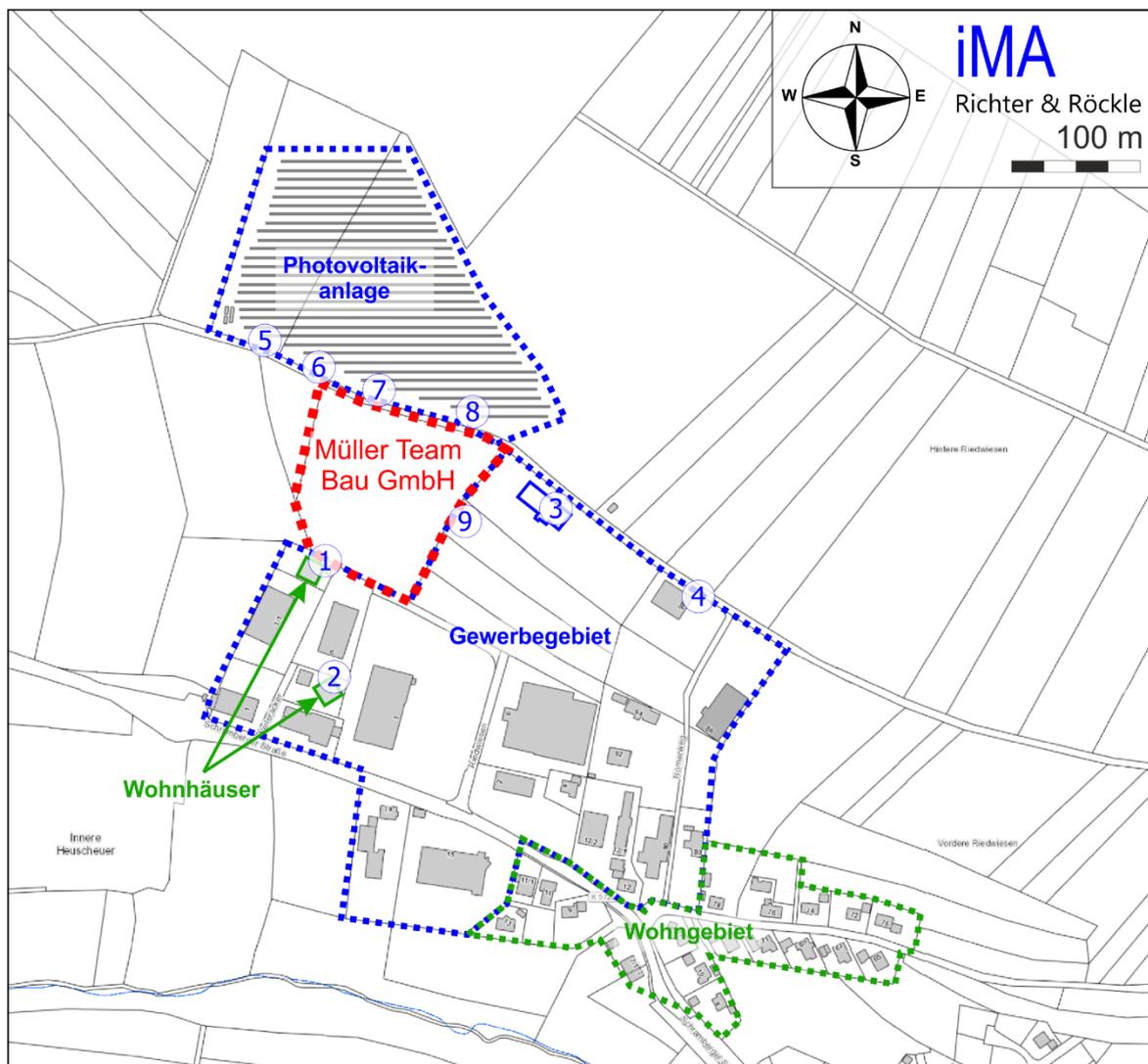


Abbildung 8-1: Lage der Aufpunkte in der Liegenschaftskarte (Kartengrundlage: LUBW).

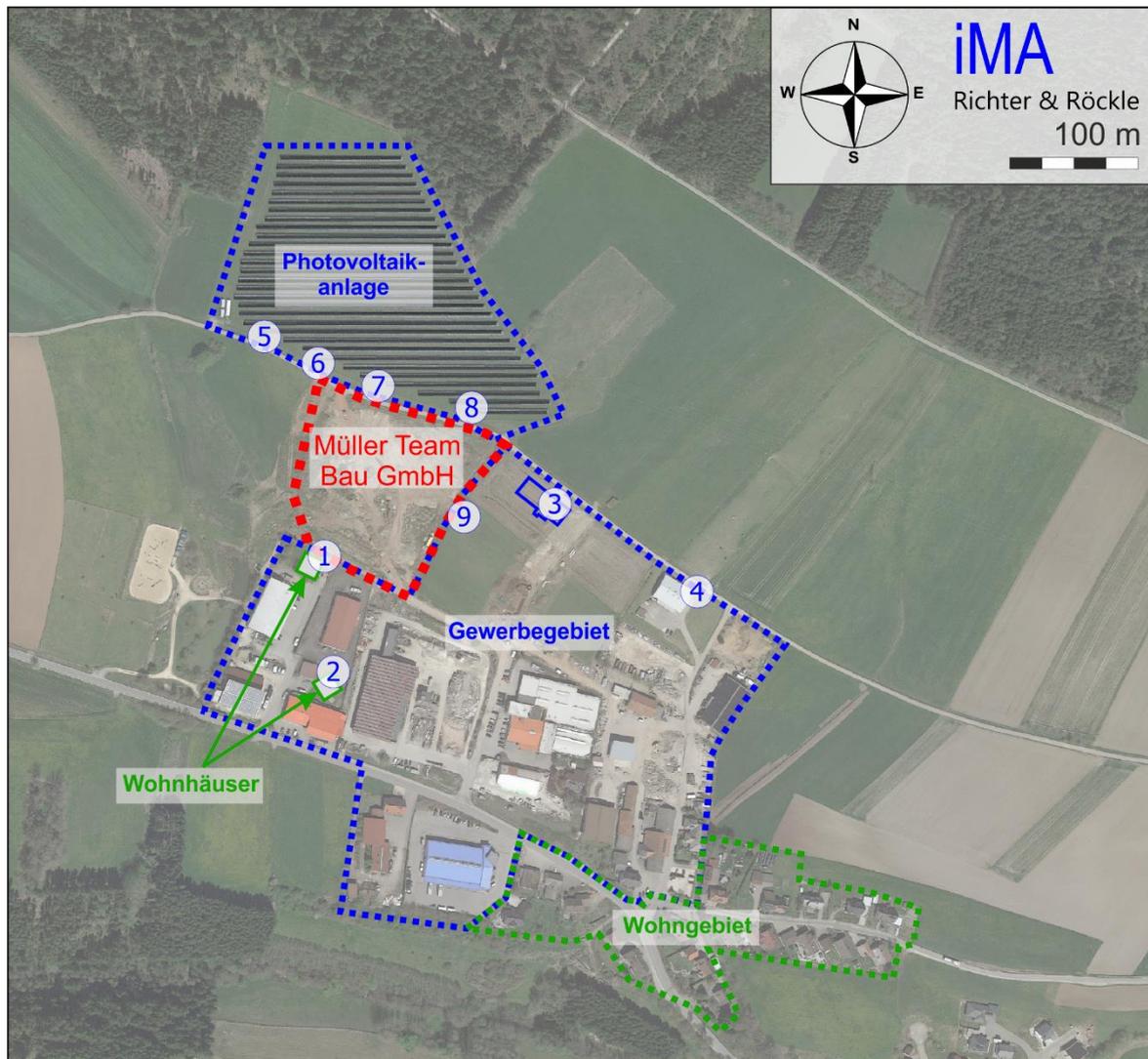


Abbildung 8-2: Lage der Aufpunkte im Luftbild (Kartengrundlage: Google Earth).

8.2.2 Immissionsbeitrag der Müller Team Bau GmbH

Der Immissionsbeitrag der Müller Team Bau GmbH ist in Tabelle 8-2 aufgeführt. Grafische Darstellungen, aus denen die flächenhafte Verteilung der Immissionen hervorgeht, können Abbildung A1-1 bis Abbildung A1-3 in Anhang 1 entnommen werden.

Die Abbildungen zeigen, dass sich die Stäube aufgrund der Hauptwindrichtungen vor allem in nördliche und östliche Richtungen ausbreiten.

Tabelle 8-2: Immissionsbeitrag der Müller Team Bau GmbH (Jahresmittelwerte). In Klammern: Prozentualer Anteil am Immissionswert. Überschreitungen der Irrelevanzschwelle (3 % des Immissionswerts) sind grau unterlegt.

| Aufpunkt | Feinstaub (PM ₁₀) in µg/m ³ | Feinstaub (PM _{2,5}) in µg/m ³ | Staubniederschlag in mg/(m ² -d) |
|---------------------------|--|---|---|
| 1 | 3,5 (8,8 %) | 0,94 (3,8 %) | 13,6 (3,9 %) |
| 2 | 1,2 (3,0 %) | 0,32 (1,3 %) | 3,2 (0,9 %) |
| 3 | 3,2 (8,0 %) | 0,80 (3,2 %) | 15,5 (4,4 %) |
| 4 | 0,7 (1,7 %) | 0,19 (0,8 %) | 2,3 (0,7 %) |
| 5 | - | - | 2,4 (0,7 %) |
| 6 | - | - | 18,2 (5,2 %) |
| 7 | - | - | 37,2 (10,6 %) |
| 8 | - | - | 50,3 (14,4 %) |
| 9 | 8,9 (22,2 %) | 2,04 (8,2 %) | 51,2 (14,6 %) |
| Irrelevanzschwelle | 1,2 (3,0 %) | 0,75 (3,0 %) | 10,5 (3,0 %) |
| Immissionswert | 40 (100 %) | 25 (100 %) | 350 (100 %) |

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 8-2 dargestellten Werte wurden um den Betrag der statistischen Unsicherheit erhöht.

Der PM₁₀-, PM_{2,5}- und Staubniederschlags-Immissionsbeitrag der Anlage überschreitet an einigen Aufpunkten die Irrelevanzschwelle (3,0 % des Immissionswerts), so dass die Gesamtbelastung ausgewiesen werden muss. Diese errechnet sich durch Addition der Vorbelastung und des Immissionsbeitrags der Anlage.

8.2.3 Vorbelastung

Die PM₁₀-Vorbelastung im Untersuchungsgebiet wird anhand von Messdaten der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) konservativ abgeschätzt. Die nächstgelegene geeignete Messstation befindet sich in Villingen-Schwenningen, etwa 12,4 km südlich der Firma Müller TeamBau. Die Station ist durch die Emissionen der umgebenden Wohnbebauung und des Kfz-Verkehrs des Großraums Villingen-Schwenningen geprägt. Die Immissionsbelastung ist somit höher als im Untersuchungsgebiet. Dies zeigt auch die Karte der LUBW, in denen die PM₁₀-Konzentrationen flächendeckend berechnet sind (siehe Abbildung 8-3).

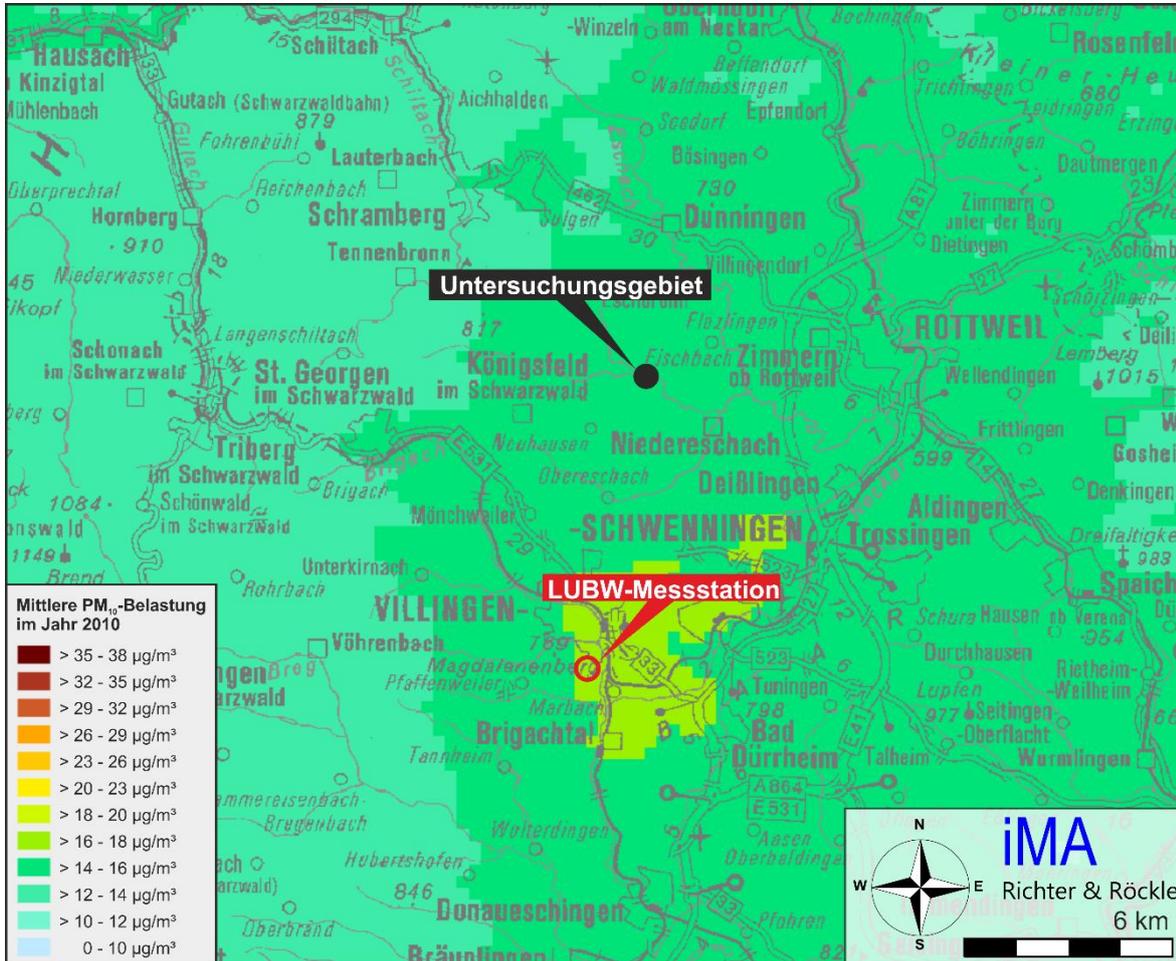


Abbildung 8-3: PM₁₀-Vorbelastung an der LUBW-Station in Villingen-Schwenningen und im Untersuchungsgebiet (Kartengrundlage: LUBW).

Die PM_{2,5}-Vorbelastung wird an der Station Villingen-Schwenningen nicht ermittelt. Um eine Abschätzung zu erhalten, haben wir die PM₁₀-Konzentrationen und die PM_{2,5}-Konzentrationen an allen Stationen in Baden-Württemberg, an denen auch PM_{2,5} gemessen wird, für das Jahr 2015 gegenübergestellt (siehe Abbildung 8-4). Alle PM_{2,5}-Konzentrationen sind kleiner als 80 % der PM₁₀-Konzentrationen. Die PM_{2,5}-Vorbelastung wird damit konservativ mit 80 % der PM₁₀-Vorbelastung angesetzt. Dieser Ansatz wird auch von anderen Bundesländern, z.B. Hessen, empfohlen.

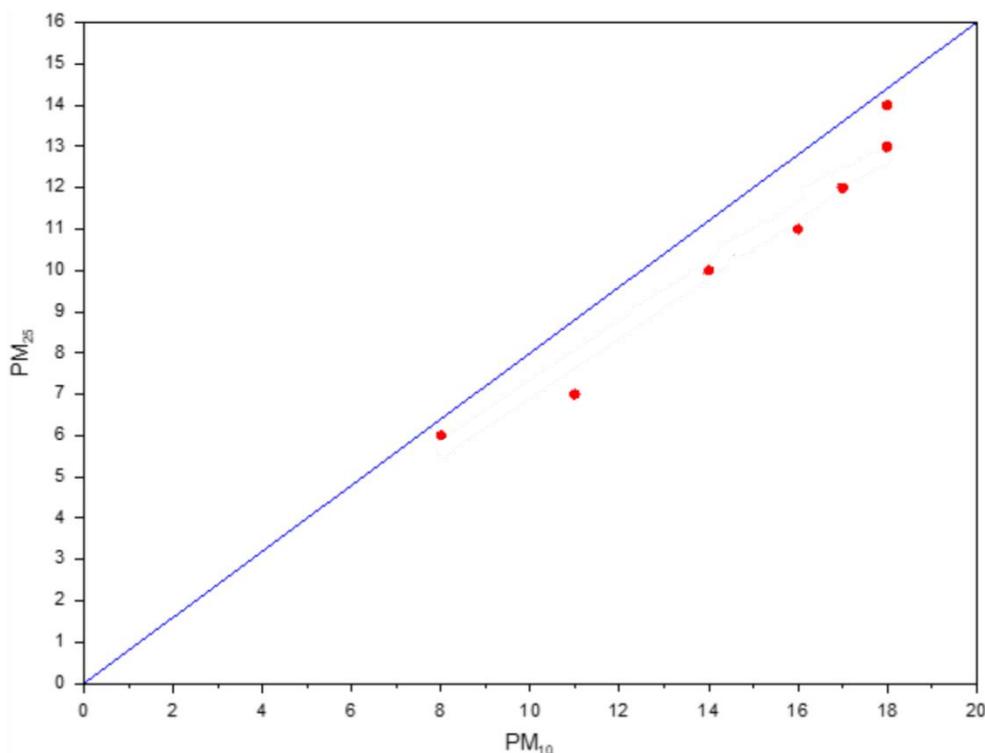


Abbildung 8-4: Vergleich der PM_{10} -Jahresmittelwerte mit den $PM_{2,5}$ -Jahresmittelwerten. Die roten Punkte sind die Messwerte an den LUBW-Stationen aus dem Jahr 2015. Die blaue Kurve stellt die Gerade $PM_{2,5} = 0,8 \cdot PM_{10}$ dar.

Die Kenngrößen der PM_{10} - und $PM_{2,5}$ -Konzentration sind in Tabelle 8-3 aufgeführt.

Tabelle 8-3: Kenngrößen der PM_{10} - und $PM_{2,5}$ -Konzentration an den LUBW-Stationen Villingen-Schwenningen. Alle Werte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Diese Werte werden zur Ermittlung der Vorbelastung angesetzt.

| | 2014 | 2015 | 2016 | Mittelwert | Immissionswert |
|--|------|------|------|--------------|----------------|
| PM_{10} -Jahresmittelwert | 12,8 | 14,6 | 13,3 | 13,5 | 40 |
| PM_{10} -Konzentration, die von 35 Tagesmittelwerten pro Jahr überschritten wird | 21,5 | 25,6 | 24,5 | 23,9 | 50 |
| $PM_{2,5}$ -Jahresmittelwert | -- | -- | -- | 10,8* | 25 |

* Der Jahresmittelwert für $PM_{2,5}$ wurde abgeleitet durch $PM_{2,5} = 0,8 \cdot PM_{10}$.

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: 2014 bis 2016) herangezogen. Dieser ist in Tabelle 8-3 gelb unterlegt.

Der Staubbiederschlag wird in Villingen-Schwenningen nicht gemessen. Zur Abschätzung der Staubbiederschlags-Hintergrundbelastung wird auf den höchsten Messwert des

gesamten Messnetzes der LUBW der vorliegenden vergangenen drei Jahre (2014 bis 2016) zurückgegriffen. Dieser beträgt **0,09 g/(m²·d)**.

8.2.4 Gesamtbelastung

Die Gesamtbelastung errechnet sich folgendermaßen:

$$\text{Gesamtbelastung} = \text{Immissionsbeitrag der geplanten Anlage (Kapitel 8.2.2)} + \text{Vorbelastung (Kapitel 8.2.3)}$$

Der **Immissions-Jahreswert** ist nach Nr. 4.7.1 TA Luft eingehalten, wenn die Summe aus der Vorbelastung (Tabelle 8-3) und dem Immissionsbeitrag der Müller Team Bau GmbH an den Beurteilungspunkten kleiner oder gleich dem Immissions-Jahreswert ist.

Um zu prüfen, ob der **Immissions-Tageswert** (= PM₁₀-Konzentration, die von 35 Tagesmittelwerten pro Jahr überschritten werden darf) eingehalten ist, ist anhand der Nr. 4.7.2 b) der TA Luft zu verfahren. Danach gilt: „*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 [...]*“.

Die Immissionsgesamtbelastung ist in Tabelle 8-4 aufgeführt.

Tabelle 8-4: **Gesamtbelastung:** 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 µg/m ³ | | Staub (PM _{2,5}) in µg/m ³ | Staubniederschlag in g/(m ² ·d) |
|-----------------------------|---|---|--|---|
| | Jahres- mittel | Konzentration, die von 35 Tagesmittelwerten pro Jahr überschritten wird | Jahresmittel | Jahresmittel |
| 1 | 17 | 27 | 12 | 0,10 |
| 2 | 15 | 25 | 11 | 0,09 |
| 3 | 17 | 27 | 12 | 0,11 |
| 4 | 14 | 25 | 11 | 0,09 |
| 5 | | | | 0,09 |
| 6 | | | | 0,11 |
| 7 | | | | 0,13 |
| 8 | | | | 0,14 |
| 9 | 22 | 33 | 13 | 0,14 |
| Immissions- wert | 40 | 50 | 25 | 0,35 |

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

9 Zusammenfassung

Die Müller Team Bau GmbH beabsichtigt, auf einer Fläche nordwestlich von Fischbach eine Bauschutt-Recyclinganlage zu errichten und zu betreiben.

Im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens wurden die zu erwartenden Staubemissionen und -immissionen ermittelt.

Die Prognose zeigt, dass die PM_{10} -, $PM_{2,5}$ - und Staubniederschlagimmissionen unter den Immissionswerten der TA Luft und der 39. BImSchV liegen.

Auf die zu ergreifenden emissionsmindernden Maßnahmen (siehe Kapitel 4) weisen wir hin. Diese sind:

1. **Fahrwegbefestigung:** Die Lkw-Fahrwege zur Anlieferung und zur Abholung von Material sind asphaltiert oder gleichwertig befestigt.
2. **Fahrwegreinigung:** Die befestigten Fahrwege werden mittels einer Kehrmaschine (oder vergleichbar) durchweg sauber gehalten.
3. **Fahrwegbefeuchtung:** Bei trockener Witterung sind die Fahrwege zu befeuchten. Wir empfehlen, fest installierten Beregnungsanlagen (Sektoralregner, Sprinkler oder vergleichbar) einzurichten.
4. **Materialbefeuchtung:** Trockene Materialien sind mittels fest installierten Beregnungsanlagen zu befeuchten. Einen Tag vor dem Brechen sollte das zu brechende Material intensiv befeuchtet werden. Hierdurch dringt Wasser in die Poren ein, wodurch sich die Staubentwicklung beim Brechen deutlich reduziert. Bei nasser Witterung kann auf die Befeuchtung verzichtet werden.
5. **Haldenhöhe:** Um Windabwehungen von den ruhenden Halden zu vermindern, sollte die maximale Haldenhöhe auf 3 m begrenzt werden.
6. **Abwurfhöhen:** Sämtliche Material-Abwurfhöhen sind auf ein Minimum zu reduzieren.
7. **Errichtung einer Wand:** Errichtung einer 3 m hohen windundurchlässigen Wand an der nördlichen Grundstücksgrenze (zur benachbarten Photovoltaikanlage) und im nördlichen Bereich der östlichen Grundstücksgrenze. Der Verlauf der Wand ist in Abbildung 4-1 dargestellt. Wir empfehlen, die Wand mit immergrünen Pflanzen, z.B. Efeu, zu begrünen.

Die verwaltungsrechtliche Bewertung bleibt der Genehmigungsbehörde vorbehalten.

Für den Inhalt



Dr. Thomas Damian
Diplom-Meteorologe

Freiburg, den 14.03.2019



Claus-Jürgen Richter
Diplom-Meteorologe

Literatur

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. www.umwelt-schweiz.ch/uw-0828-d

Bahmann, W., N. Schmonsees, 2005: Geruchsausbreitung für Genehmigungszwecke, Immissionsschutz, Heft 1, Jahrgang 10 (2005), Erich Schmidt Verlag GmbH & Co., Berlin, März 2005

BMWFJ, 2013: Technische Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen. Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Österreich, Stand 2013 (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, 2013: Air pollutant emission inventory guidebook 2013. European Environment Agency. ISBN 978-92-9213-403-7.

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

HBEFA, 2014: Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs Version 3.2. 25.07.2014.

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

Kummer, V.; van der Pütten, N.; Schneble, H.; Wagner, R.; Winkels, H.-J.: Ermittlung des PM10-Anteils an den Gesamtstaubemissionen von Bauschutttaufbereitungsanlagen. *Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft* **70** (2010), Seiten 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/>

Leuthold, S., 2011: Minderung diffuser Staubemissionen bei mobilen Brechern. Ergebnisse eines Projektes im Rahmen des Umweltforschungsplans. VDI-Berichte Nr. 2140: Diffuse Emissionen, 2011, 123 - 132.

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 2095, Blatt 2: Emissionsminderung - Lagerung, Umschlag und Behandlung von gemischten Bau- und Abbruchabfällen (auch gemeinsam mit Sperrmüll, sowie Gewerbeabfällen). Juli, 2014.

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. Dezember 2000.

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

Anhang:

Anhang 1: Ergebnisabbildungen

Anhang 2: Grundlagen zur Ermittlung der Emissionen

Anhang 3: Berechnung der Emissionsmassenströme

Anhang 4: Ausbreitungsrechnungen

Anhang 5: Protokolldateien von AUSTAL2000

Anhang 1: Ergebnisabbildungen

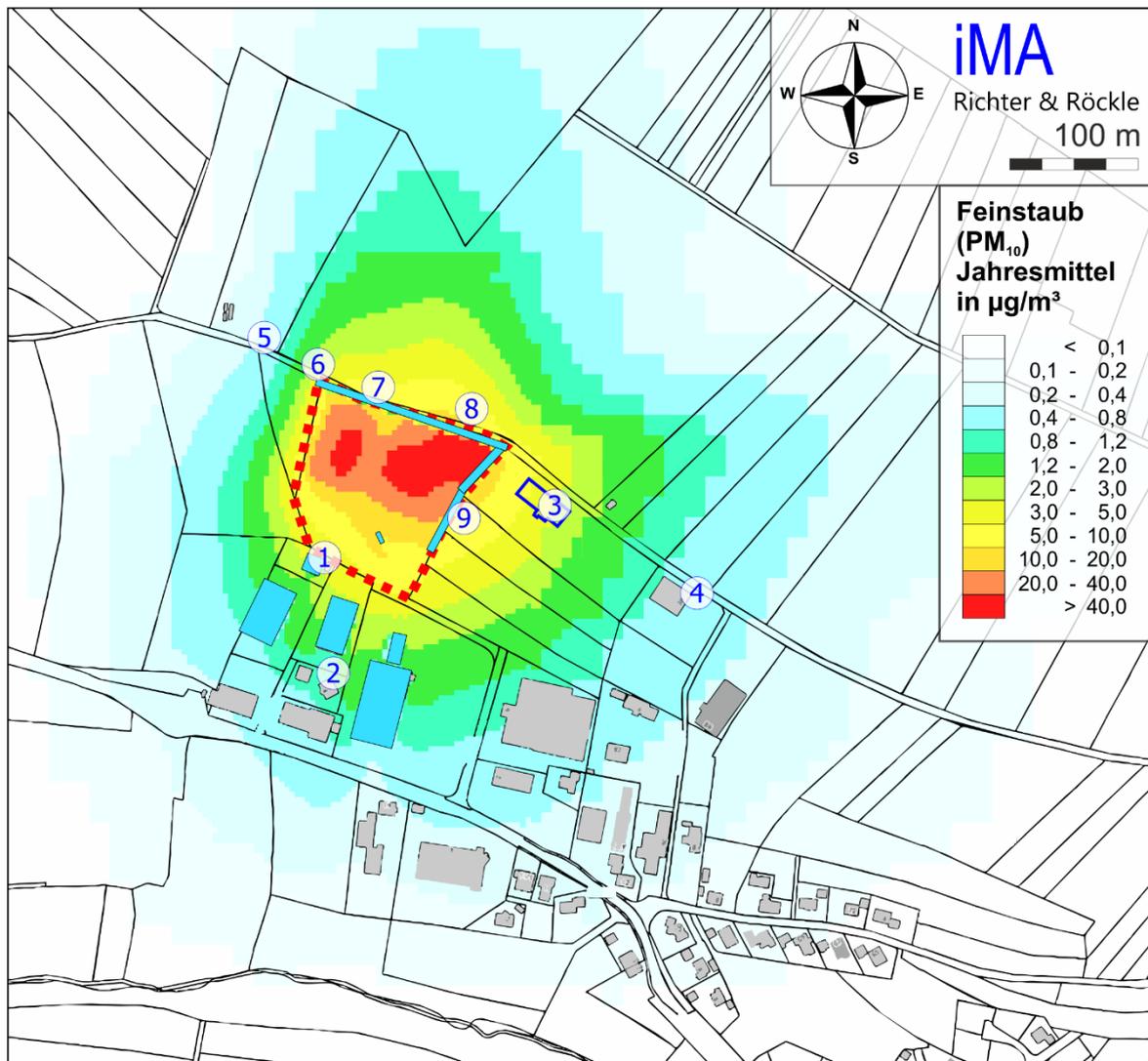


Abbildung A1-1: PM₁₀-Immissionsbeitrag der Anlage. Jahresmittelwerte in µg/m³.
Irrelevanzschwelle: 1,2 µg/m³
Immissionswert: 40 µg/m³

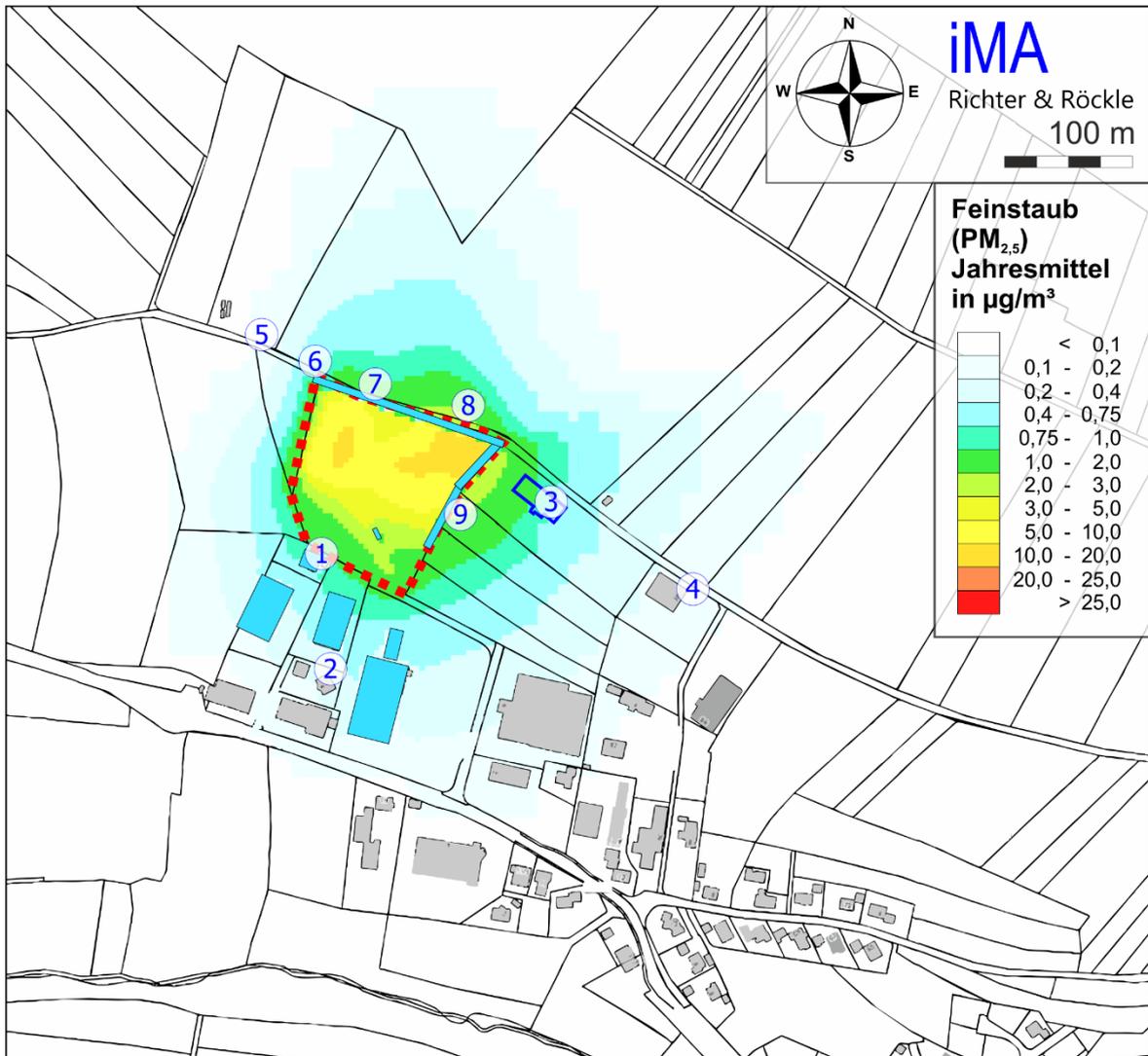


Abbildung A1-2: PM_{2,5}-Immissionsbeitrag der Anlage. Jahresmittelwerte in µg/m³.

Irrelevanzschwelle: 0,75 µg/m³

Immissionswert: 25 µg/m³

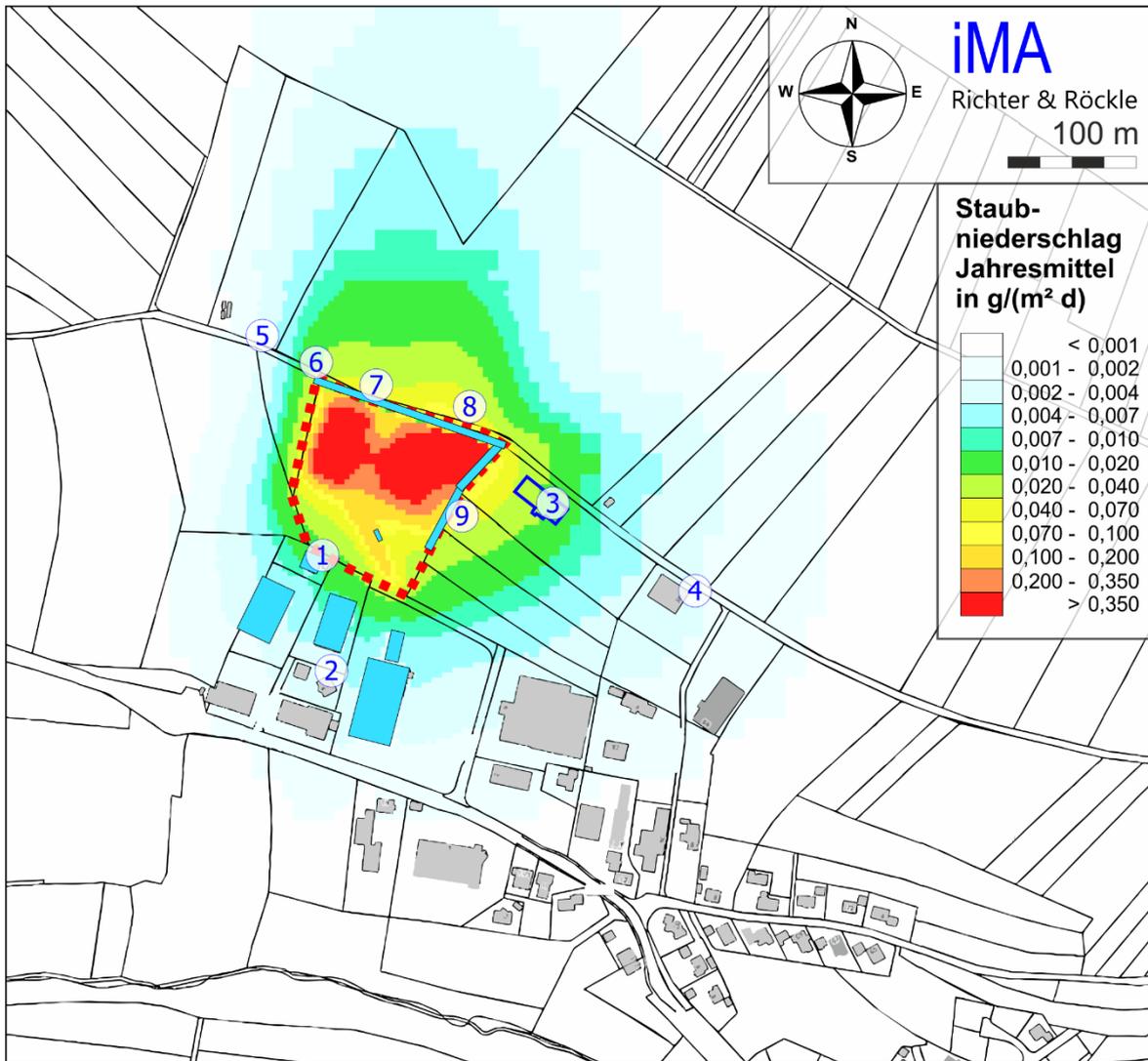


Abbildung A1-3: Staubniederschlags-Immissionsbeitrag der Anlage. Jahresmittelwerte in g/(m²·d)
 Irrelevanzschwelle: 10,5 mg/(m²·d)
 Immissionswert: 0,35 g/(m²·d)

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 Emissionen durch Umschlagvorgänge

A2.1.1 Emissionsfaktoren

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

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

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

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

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 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 abgeschätzt:

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

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

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

$k_U =$ dimensionsloser Umfeldfaktor.

Der Umfeldfaktor berücksichtigt staubmindernde Maßnahmen, z.B. Absaugung, Kapselung usw. $U = 1$ 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:

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

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

$H =$ Fallhöhe des Materials

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

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

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

$k_{\text{Gerät}} =$ empirischer Korrekturfaktor, der das Abwurfverfahren berücksichtigt.
Diskontinuierliche Abwurfverfahren (Lkw, Radlader): $K = 1,5$
Kontinuierliche Beladegeräte (Schüttrohr, Transportband): $K = 1$

$k_U =$ dimensionsloser Umfeldfaktor.

Der Umfeldfaktor berücksichtigt staubreduzierende Maßnahmen, die sich z.B. durch Einrichtungen zur Verminderung der Windangriffsfläche ergeben.
 $U = 1$ 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

Die Staubneigungen beim Umschlag der Materialien beruhen auf Angaben der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3. Mineralische Materialien werden in der VDI-Richtlinie mit Staubneigungen zwischen 2 ('nicht wahrnehmbar') und 3 ('schwach staubend') eingestuft. Für das mineralische Schüttgut Bauschutt wird im Folgenden die Staubneigung 3 verwendet.

Erdaushub und Oberboden werden in erdfeuchtem Zustand angeliefert. Für erdfeuchtes Material sieht die VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 die Staubneigungsklasse 2 vor. Zur Berücksichtigung einzelner eventuell staubender Fraktionen wird ein Mittelwert zwischen den Klassen 2 ('nicht wahrnehmbar') und 3 ('schwach staubend') von 2,5 angesetzt.

Ferner werden folgende Ansätze getroffen:

- Für die Prognose wird davon ausgegangen, dass alle Ein- und Ausfahrten des westlichen Geländeteils über die Ein-/Ausfahrt an der Südostecke erfolgen.
- Für die Verladetätigkeiten auf dem westlichen Betriebsteil wird als Umschlaggerät ein Radlader angesetzt. Da hier zusätzlich Emissionen durch Aufwirbelungen auf den unbefestigten Fahrflächen entstehen, ist dieser Ansatz konservativ gegenüber dem Ansatz als Umschlag mit Mobilbagger.
- Teilweise wird das an den Lagerboxen angelieferte Material nach der Anlieferung aufgehaldet. Konservativ wird für die Prognose davon ausgegangen, dass die Hälfte der Menge zum Aufhalden mit Radlader aufgenommen und abgeworfen wird.
- Der PM₁₀-Anteil (Staubkorngrößen kleiner als 10 µm) wird für sämtliche Umschlagvorgänge mit 25 % an der Gesamtstaubemission angesetzt (vgl. Kummer et al., 2010). Der PM_{2,5}-Anteil wird nach Angaben in BMWFJ (2013) mit 5,3 % an der Gesamtstaubemission angesetzt.
- Der PM₁₀-Anteil bei Windabwehungen wird nach Angaben in BMWFJ (2013) mit 50 % angesetzt. Der PM₁₀-Anteil wird gleichmäßig auf die Korngrößenklassen 0 bis 2,5 µm und 2,5 bis 10 µm verteilt.

A2.2 *Fahrbewegungen auf unbefestigten Fahrwegen*

Die Staubemission kann nach Nr. 7.3.1 der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 folgendermaßen berechnet werden. Sie beinhaltet neben der Aufwirbelung von Straßenmaterial auch die Emissionen durch Abgase, Bremsen- und Reifenabrieb.

$$q_T = k_{kgv} \cdot \left(\frac{S}{12}\right)^a \cdot \left(\frac{W}{2,7}\right)^b \cdot \left(1 - \frac{P}{365}\right)$$

q_T in g/(m · Fzg) Emissionsfaktor für die Staubaufwirbelung aufgrund von Fahrbewegungen

| | |
|-----------|--|
| k_{Kgv} | Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung (siehe Tabelle A2-2) |
| a, b | Korngrößenabhängige Exponenten (siehe Tabelle A2-2) |
| S in % | Feinkornanteil des Straßenmaterials < 75 μm (bezogen auf Gesamt-Staubbelastung) |
| W in t | Mittleres Gewicht der Fahrzeugflotte |
| p | Anzahl der Tage pro Jahr mit mindestens 0,3 mm Regenniederschlag |

Tabelle A2-2: Korngrößenabhängige Exponenten

| Bezeichnung | PM-2,5 | PM-10 | PM-30 |
|-------------|--------|-------|-------|
| k_{Kgv} | 0,042 | 0,42 | 1,38 |
| a | 0,9 | 0,9 | 0,7 |
| b | 0,45 | 0,45 | 0,45 |

In den folgenden Tabellen sind die Eingangsparameter, die den Berechnungen zugrunde liegen, dargestellt. Die Emissionsmassenströme können Anhang 3 entnommen werden.

Das mittlere **Fahrzeuggewicht** ist in Tabelle A2-3 dargestellt.

Tabelle A2-3: Durchschnittliche Gewichte der eingesetzten Fahrzeuge in t

| Fahrzeug | Leergewicht | Zuladung | Gesamtgewicht | mittleres Gewicht |
|----------|-------------|----------|---------------|-------------------|
| Radlader | 15 | 4,5 | 29,5 | 17,3 |
| Lkw | 14 | 13 | 27 | 20,5 |

Die Anzahl der **Niederschlagstage** (Tage mit täglichen Niederschlagsmengen über 0,3 mm) wird auf Basis von langjährigen Messreihen der nächstgelegenen DWD-Station in Eschbronn-Mariazell (ca. 3,3 km nordnordwestlich) bestimmt. Für die verfügbaren zurückliegenden 30 Jahre (Zeitraum 1987 bis 2016) wird die Anzahl an Tagen mit einer Niederschlagsmenge über 0,3 mm mit 148. Für die Prognose wird die Anzahl der Niederschlagstage konservativ mit 145.

Eine zusätzliche Befeuchtung der Fahrwege wird konservativ nicht berücksichtigt.

Der prozentuale **Feinkornanteil** des unbefestigten Fahrbahnbelags ('Schluffanteil') wird für Anlagen der Sand- und Kiesverarbeitung in der VDI-RL 3790 Blatt 3 mit 4,8 % angegeben. Für Steinbrüche und Baustellenbereiche liegt der Feinkornanteil höher (8 bis 10 %). Der gewichtete Mittelwert über alle Einzelwerte beträgt 7,9 %. Für die Prognose wird ein Wert von 8 % angesetzt.

Damit berechnen sich die in Tabelle A2-4 Emissionsfaktoren.

Tabelle A2-4: Parameter zur Berechnung des Emissionsfaktors

| Bezeichnung | LKW_unbef | Radlader_unbef |
|---|-----------|----------------|
| Leergewicht (t) | 14,0 | 15,0 |
| Zuladung (t) | 13,0 | 4,5 |
| mittleres Gewicht W (t) | 20,5 | 17,3 |
| Anzahl der Regentage mit Regenmenge $> 0,25$ mm p | 145 | 145 |
| Feinkornanteil des Straßenmaterials sL (%) | 8 | 8 |
| Unbefuchteter Fahrweganteil | 100% | 100% |
| Längenbezogene Emissionsfaktoren (g/km) q_T | | |
| PM _{2,5} : | 0,044 | 0,041 |
| PM ₁₀ : | 0,438 | 0,405 |
| PM ₃₀ : | 1,559 | 1,445 |
| Emissionen (g/km) | | |
| pm-1: | 44 | 41 |
| pm-2: | 394 | 365 |
| pm-u: | 1.122 | 1.039 |

A2.3 Fahrbewegungen auf asphaltierten Fahrwegen

A2.1.1 Emissionsfaktoren

Für asphaltierte oder vergleichbar befestigte Fahrwege sind in der VDI-Richtlinie 3790 keine Berechnungsformeln angegeben, so dass auf Formeln der US-Umweltschutzbehörde (US Environmental Protection Agency; EPA, 2011) und weitere Literaturangaben zurückgegriffen wird.

Die Staubemissionen werden durch folgende Vorgänge verursacht:

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

a) Emissionsfaktoren durch Aufwirbelungen

In der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 wird zur Ermittlung der Emissionen von Aufwirbelungen auf eine Formel der EPA (Environmental Protection Agency; EPA, 2011) verwiesen. Eingangsgrößen für die Berechnung sind:

- die Feinkornauflage auf dem Fahrbahnbelag in g/m²
- das mittlere Gewicht der Fahrzeuge

- die Anzahl der Niederschlagstage (> 0,3 mm/d)
- empirische Korngrößenabhängige Parameter.

Die Formel basiert auf einer mittleren Fahrgeschwindigkeit von 60 km/h. Da die Fahrgeschwindigkeit innerhalb des Betriebsgeländes deutlich geringer ist, führt die Verwendung der Formel zu einer Überschätzung der Staubemissionen.

Zur Bestimmung der **Feinkornauflage** auf dem Fahrbahnbelag (bzw. 'Schluffauflage') sind in EPA (2011) Messwerte für öffentliche Fahrwege zwischen 0,03 g/m² und maximal 0,6 g/m² angegeben. In BMWFJ (2013) ist für einen Fahrweg mit einer 'mäßigen' Staubbelastung mit sichtbarer Staubentwicklung ein Wert von 5 g/m² angegeben. Durch die regelmäßige Reinigung wird diese Staubbelastung gewährleistet. Für die Fahrten der Radlader wird darüber hinaus konservativ mit einer Schluffauflage von 10 g/m² gerechnet.

Das mittlere **Fahrzeuggewicht** ist in Tabelle A2-3 angegeben.

Die Anzahl der **Niederschlagstage** (Tage mit täglichen Niederschlagsmengen über 0,3 mm) wird auf Basis von langjährigen Messreihen der nächstgelegenen DWD-Station in Eschbronn-Mariazell (ca. 3,3 km nordnordwestlich) bestimmt. Für die verfügbaren zurückliegenden 30 Jahre (Zeitraum 1995 bis 2013) wird die Anzahl an Tagen mit einer Niederschlagsmenge über 0,254 mm mit 156 angegeben. Für die Prognose wird die Anzahl an Niederschlagstagen konservativ mit 155 angesetzt.

Damit berechnet sich die Staubemission auf asphaltierten Fahrwegen (Aufwirbelung von aufliegendem Feinkorn) folgendermaßen (EPA, 2011):

$$q_T = \left(k_{K_{gv}} \cdot sL^{0,91} \cdot (1,1 \cdot W)^{1,02} \right) \cdot \left(1 - \frac{p}{4 \cdot 365} \right)$$

| | |
|--------------------------|--|
| q_T in g/(m · Fzg.) | Emissionsfaktor für die Staubaufwirbelung aufgrund von Fahrbewegungen |
| $k_{K_{gv}}$ | Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung (siehe Tabelle A-2) |
| sL in g/m ² | Schluff-Auflage des Fahrbahnbelags |
| W in t | Mittleres Gewicht der Fahrzeugflotte |
| p | Anzahl der Tage pro Jahr mit mindestens 0,254 mm Regenniederschlag |

Die Berechnungsformel berücksichtigt im letzten Term einen Faktor von 1/4, da Asphaltflächen relativ schnell abtrocknen und die Flächen nicht während des ganzen Tages feucht sind.

Tabelle A2-5: Korngrößenabhängige Exponenten

| Bezeichnung | PM-2.5 | PM-10 | PM-30 |
|--------------|--------|-------|-------|
| $k_{K_{gv}}$ | 0,15 | 0,62 | 3,23 |

In Tabelle A2-6 ist die Berechnung nach EPA (2011) dargestellt. Die Emissionsmassenströme können Anhang 3 entnommen werden.

Tabelle A2-6: Berechnung des Emissionsfaktors nach EPA (2011)

| Bezeichnung | Lkw_bef | Radlader_bef |
|---|--------------|--------------|
| Leergewicht (t) | 14,0 | 15,0 |
| Zuladung (t) | 13,0 | 4,5 |
| mittleres Gewicht W (t) | 20,5 | 17,3 |
| Anzahl der Regentage mit Regenmenge $> 0,25$ mm p | 155 | 155 |
| Schluff-Auflage des Fahrbahnbelags sL (g/m ²) | 5 | 10 |
| Längenbez. Emissionsfaktoren (g/km) q_T PM _{2,5} : | 13,9 | 22,0 |
| PM ₁₀ : | 57,5 | 90,9 |
| PM ₃₀ : | 299,7 | 473,7 |
| Emissionsfaktor (g/km) pm-1: | 13,9 | 22,0 |
| pm-2: | 43,6 | 68,9 |
| pm-u: | 242,2 | 382,8 |
| Emissionsfaktor gesamt (g/km) | 299,7 | 473,7 |

b) Abgasemissionen

Die Lkw-bedingten Abgasemissionen werden anhand der Emissionsfaktoren des 'HBEFA' (Handbuch Emissionsfaktoren 3.2, HBEFA 2014) 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'

0,29 g/(Lkw·km).

Diese Staubemission wird vollständig in Form von PM_{2,5} 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, 2013) verwendet:

Tabelle A2-7: Emissionsfaktoren durch Abrieb nach EMEP/EEA (2013) 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 |
| Summe: | 0,052 | 0,045 | 0,057 | 0,154 |

A2.1.2 Zusammenfassende Darstellung der Emissionsfaktoren

Aus den oben dargestellten Berechnungsansätzen berechnen sich die in Tabelle A2-8 und Tabelle A2-9 zusammengefassten Emissionsfaktoren:

Tabelle A2-8: Emissionsfaktor der **Lkw** asphaltierten Fahrwegen in g/(Lkw-km)

| Emissionsquelle | Korngrößenklasse | | | Gesamt |
|-----------------|------------------|---------------|--------------|--------------|
| | < 2,5 µm | 2,5 bis 10 µm | > 10 µm | |
| Aufwirbelungen | 13,92 | 43,61 | 242,20 | 299,73 |
| Motoremission | 0,290 | - | - | 0,290 |
| Abriebe | 0,052 | 0,045 | 0,057 | 0,154 |
| Summe: | 14,3 | 43,7 | 242,3 | 300,2 |

Tabelle A2-9: Emissionsfaktor **Radlader** auf asphaltierten Fahrwegen in g/(Lkw-km)

| Emissionsquelle | Korngrößenklasse | | | Gesamt |
|-----------------|------------------|---------------|--------------|--------------|
| | < 2,5 µm | 2,5 bis 10 µm | > 10 µm | |
| Aufwirbelungen | 22,00 | 68,93 | 382,76 | 473,68 |
| Motoremission | 0,290 | - | - | 0,290 |
| Abriebe | 0,052 | 0,045 | 0,057 | 0,154 |
| Summe: | 22,3 | 69,0 | 382,8 | 474,1 |

Anhang 3: Berechnung der Emissionsmassenströme

Emissionen durch Umschlag:

Anlieferung

| Stoff | Volumen | Menge | Staub-neigung | Verstaubungs-koeffizient a | Abwurf-höhe | K _H | K _{Gerät} | K _{umfeld} | Schütt-dichte | Minderung | Emissions-faktor | Umschlag-menge | Emission |
|-------|----------------|-------|---------------|----------------------------|-------------|----------------|--------------------|---------------------|------------------|-----------|------------------|----------------|----------|
| | m ³ | t | | | m | | | | t/m ³ | | g/t | t/a | kg/a |

Anlieferung per LKW

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---|----|---|----|---|------|-----|---|-----|----|------|--------|-------|
| Beton/Asphalt/Bauschutt | 7 | 13 | 3 | 32 | 1 | 0.42 | 1.5 | 1 | 1.8 | 0% | 13.4 | 12 000 | 161.3 |
| Beton/Asphalt/Bauschutt | 7 | 13 | | | | | | | 1.8 | | | | |

Aufnahme mit Kettenbagger - Beschickung Brecher

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--|-------|---|----|---|---|---|-----|-----|----|-----|--------|------|
| Beton/Asphalt/Bauschutt | | 700** | 3 | 32 | - | - | - | 0.9 | 1.8 | 0% | 5.2 | 12 000 | 62.7 |
|-------------------------|--|-------|---|----|---|---|---|-----|-----|----|-----|--------|------|

Quelle FL_INPUT Summe: 224

Behandlung

| Stoff | Volumen | Menge | Staub-neigung | Verstaubungs-koeffizient a | Abwurf-höhe | K _H | K _{Gerät} | K _{umfeld} | Schütt-dichte | Minderung | Emissions-faktor | Umschlag-menge | Emission |
|-------|----------------|----------|---------------|----------------------------|-------------|----------------|--------------------|---------------------|------------------|-----------|------------------|----------------|----------|
| | m ³ | t o. t/h | | | m | | | | t/m ³ | | g/t | t/a | kg/a |

Beschickung Brecher mit Kettenbagger

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-----|-----|---|----|-----|------|-----|-----|-----|----|------|--------|-------|
| Beton/Asphalt/Bauschutt | 1.5 | 2.7 | 3 | 32 | 0.5 | 0.18 | 2.0 | 0.9 | 1.8 | 0% | 14.9 | 12 000 | 178.6 |
|-------------------------|-----|-----|---|----|-----|------|-----|-----|-----|----|------|--------|-------|

Backenbrecher

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--|-----|---|----|-----|------|-----|-----|-----|--------|-----|--------|------|
| Beton/Asphalt/Bauschutt | | 250 | 3 | 32 | 0.5 | 0.18 | 1.0 | 0.9 | 1.8 | 70%*** | 7.2 | 12 000 | 85.9 |
|-------------------------|--|-----|---|----|-----|------|-----|-----|-----|--------|-----|--------|------|

Sieben

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--|-----|---|----|-----|------|-----|-----|-----|--------|-----|--------|------|
| Beton/Asphalt/Bauschutt | | 250 | 3 | 32 | 0.5 | 0.18 | 1.0 | 0.9 | 1.8 | 70%*** | 7.2 | 12 000 | 85.9 |
|-------------------------|--|-----|---|----|-----|------|-----|-----|-----|--------|-----|--------|------|

Sieben - Bandausgabe

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-----|-----|---|----|-----|------|-----|-----|-----|--------|-------|--------|-------|
| Recycling 0/45 | 96% | 239 | 3 | 32 | 1.5 | 0.70 | 1.0 | 0.9 | 1.8 | 70%*** | 28.9 | 11 340 | 327.9 |
| Recycling 50/80 | 5% | 11 | 3 | 32 | 1.5 | 0.70 | 1.0 | 0.9 | 1.8 | 70%*** | 133.2 | 660 | 87.9 |

Aufnahme per Radlader - Output

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--|------|---|----|---|---|---|-----|-----|----|------|--------|-------|
| Beton/Asphalt/Bauschutt | | 100* | 3 | 32 | - | - | - | 0.9 | 1.8 | 0% | 13.8 | 12 000 | 166.0 |
|-------------------------|--|------|---|----|---|---|---|-----|-----|----|------|--------|-------|

Quelle FL_BEARB Summe: 932

Umschlag

| Stoff | Volumen | Menge | Staub-neigung | Verstaubungs-koeffizient a | Abwurf-höhe | K _H | K _{Gerät} | K _{umfeld} | Schütt-dichte | Minderung | Emissions-faktor | Umschlag-menge | Emission |
|--|----------------|-------|---------------|----------------------------|-------------|----------------|--------------------|---------------------|------------------|-----------|------------------|----------------|--------------|
| | m ³ | t | | | m | | | | t/m ³ | | g/t | t/a | kg/a |
| Abwurf in Schüttboxen | | | | | | | | | | | | | |
| Beton/Asphalt/Bauschutt | 2.5 | 4.5 | 3 | 32 | 1 | 0.42 | 1.5 | 0.9 | 1.8 | 0% | 20.6 | 12 000 | 246.7 |
| Beton/Asphalt/Bauschutt | 2.5 | 4.5 | | | | | | | 1.8 | | | 12 000 | |
| Beschickung Lkw für Abtransport | | | | | | | | | | | | | |
| Beton/Asphalt/Bauschutt | | 100* | 3 | 32 | - | - | - | 0.9 | 1.8 | 0% | 13.8 | 12 000 | 166.0 |
| Beton/Asphalt/Bauschutt | 2.5 | 4.5 | 3 | 32 | 1 | 0.42 | 1.5 | 0.9 | 1.8 | 0% | 20.6 | 12 000 | 246.7 |
| Abtransport per LKW | | | | | | | | | | | | | |
| Beton/Asphalt/Bauschutt | 2.5 | 4.5 | 3 | 32 | 1 | 0.42 | 1.5 | 0.9 | 1.8 | 0% | 20.6 | 12 000 | 246.7 |
| Abtransport nur Fahrt: | | | | | | | | | | | | | |
| Beton/Asphalt/Bauschutt | 7 | 13 | | | | | | | 1.8 | | | 12 000 | |
| Beton/Asphalt/Bauschutt | 7 | 13 | | | | | | | 1.8 | | | 12 000 | |

Quelle FL_OUTPUT Summe: 906

Emissionen durch Radlader-Fahrbewegungen:

Behandlung

| Umschlag-menge | Fzg.-Typ | Menge | Fahrten | Ge- samt- strecke | Jahres- strecke | Emissions-faktor | Emission |
|----------------|--------------|-------|---------|-------------------------|--------------------|------------------|----------|
| t/a | | t | | m/Fahrt | km/a | g/(Fzg km) | kg/a |
| 12 000 | Radlader_bef | 4.5 | 2 667 | 100 | 267 | 474 | 126.4 |

Quelle RADLADER_bef Summe: 126

Umschlag

| Umschlag-menge | Fzg.-Typ | Menge | Fahrten | Ge- samt- strecke | Jahres- strecke | Emissions-faktor | Emission |
|----------------|----------|-------|---------|-------------------------|--------------------|------------------|----------|
| t/a | | t | | m/Fahrt | km/a | g/(Fzg km) | kg/a |

**Abwurf in Schütt-
boxen**

| | | | | | | | |
|--------|---------------------|-----|-------|-----|-----|-------|-------|
| 12 000 | Radlader_un- bef | 4.5 | 2 667 | 100 | 267 | 1 445 | 385.2 |
| 12 000 | Radlader_un- bef | 4.5 | 2 667 | 20 | 53 | 1 445 | 77.0 |

Quelle RADLADER_unbef Summe: 462

Emission durch Lkw-Fahrbewegung

Anlieferung

| Quelle | Rtg. | Umschlag- menge | Fzg.-Typ | Menge | Fahrten | Gesamt- strecke | Jahres- strecke | Emissions- faktor | Emission |
|--------------|--------------|--------------------|----------|-------|---------|--------------------|--------------------|----------------------|----------|
| Fahrtstrecke | i / o / t | t/a | | t | | m/Fahrt | km/a | g/(Fzg km) | kg/a |

Anlieferung per LKW

| | | | | | | | | | |
|-----------|---|--------|-----------|----|-----|-----|-----|-------|-------|
| Lkw_bef | i | 12 000 | LKW_bef | 13 | 923 | 280 | 258 | 300 | 77.6 |
| Lkw_unbef | | 12 000 | Lkw_unbef | 13 | 923 | 150 | 138 | 1 559 | 215.9 |

Summe: 293

Umschlag

| Quelle | Rtg. | Umschlag- menge | Fzg.-Typ | Menge | Fahrten | Gesamt- strecke | Jahres- strecke | Emissions- faktor | Emission |
|--------------|--------------|--------------------|----------|-------|---------|--------------------|--------------------|----------------------|----------|
| Fahrtstrecke | i / o / t | t/a | | t | | m/Fahrt | km/a | g/(Fzg km) | kg/a |

Abtransport

| | | | | | | | | | |
|-----------|---|--------|-----------|----|-----|-----|-----|-------|-------|
| Lkw_bef | i | 12 000 | LKW_bef | 13 | 923 | 280 | 258 | 300 | 77.6 |
| Lkw_unbef | | 12 000 | Lkw_unbef | 13 | 923 | 150 | 138 | 1 559 | 215.9 |

Summe: 293

Anhang 4: Ausbreitungsrechnungen

A4.1 Allgemeines

Die von der Anlage verursachten Staubimmissionen werden mit Hilfe von Ausbreitungsrechnungen ermittelt,

Eingangsdaten für das Ausbreitungsmodell sind:

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

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 der Depositionsgeschwindigkeit und Sedimentationsgeschwindigkeit zu verwenden sind. Die entsprechenden Werte sind in Tabelle A4-1 zusammengefasst.

Tabelle A4-1: Korngrößenabhängige Depositions- und Sedimentationsgeschwindigkeit

| | Korngröße der Stäube | | |
|--|----------------------|---------------|----------------------|
| | < 2,5 µm | 2,5 bis 10 µm | > 10 µm ² |
| 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 PM₁₀-Konzentration besteht aus der Summe der Einzelwerte der Konzentration der Korngrößenklassen pm-1 und pm-2.

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 +2 betrieben.

² Bei Fahrbewegungen der Radlader von 10 bis 30 µm

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 0,22 m bestimmt und auf den Wert 0,2 m gerundet. Diese Rauigkeitslänge entspricht den tatsächlichen Verhältnissen vor Ort ohne Berücksichtigung der Gebäude, die explizit als Hindernisse im Strömungsfeld berücksichtigt wurden (vgl. Abschnitt A4.5).

A4.3 Rechengebiet

Die Ausbreitungsrechnung wird für ein Rechengebiet von 2,3 km x 2,3 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 wurde automatisch von AUSTAL2000 entsprechend den Anforderungen des Anhangs 3 der TA Luft erzeugt. In Richtung Norden und Osten wurde das Gebiet geringfügig erweitert um den Anemometerstandort in das Rechengebiet einzubeziehen.

Die Dimensionierung der Rechengitter ist in Tabelle A4-2 dargestellt.

Tabelle A4-2: Dimensionierung der Modellgitter.

| Gitter | Maschenweite | Gebietsgröße | Gitterpunkte |
|--------|--------------|-----------------|--------------|
| 1 | 4 m | 288 m x 440 m | 72 x 110 |
| 2 | 8 m | 384 m x 528 m | 48 x 66 |
| 3 | 16 m | 864 m x 896 m | 54 x 56 |
| 4 | 32 m | 1600 m x 1664 m | 50 x 52 |
| 5 | 64 m | 2304 m x 2304 m | 36 x 36 |

A4.4 Geländeeinfluss

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.

Zur Berechnung 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.

Der Einfluss der Geländeunebenheiten kann gemäß Anhang 3, Nr. 11 der TA Luft mit Hilfe des in AUSTAL2000 enthaltenen diagnostischen Windfeldmodells berücksichtigt werden, wenn die Steigung des Geländes den Wert 1:5 (= 0,2) nicht überschreitet und wesentliche

Einflüsse von lokalen Windsystemen oder anderen meteorologischen Besonderheiten ausgeschlossen werden können.

Bei der Windfeldberechnung gibt die vom Modell ('taldia') ausgewiesene maximale Restdivergenz einen Hinweis auf die Qualität der Windfeldberechnung. Überschreitet die Restdivergenz in einer Gitterzelle den Wert 0,2, so ist das Windfeld im Allgemeinen nicht für Ausbreitungsrechnungen geeignet. Falls der Wert von 0,050 unterschritten wird, ist das Windfeldmodell ohne Einschränkungen geeignet.

Im vorliegenden Fall wird für das Rechengebiet die maximale Restdivergenz mit 0,019 ausgegeben (siehe Anhang 5). Diese liegt deutlich unterhalb von 0,050. Auch lokale Windsysteme wie Kaltluftabflüsse sind am Standort nicht vorhanden.

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 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 Gebäude- bzw. Hindernishöhen sind dabei alle massiven Erhebungen, deren Abstand von der Emissionsquelle geringer ist als das 6-fache der Hindernishöhe. Hindernisse (Gebäude und Mauern), für die diese Kriterien zutreffen, sind in der folgenden Abbildung dargestellt. Diese wurden digitalisiert.

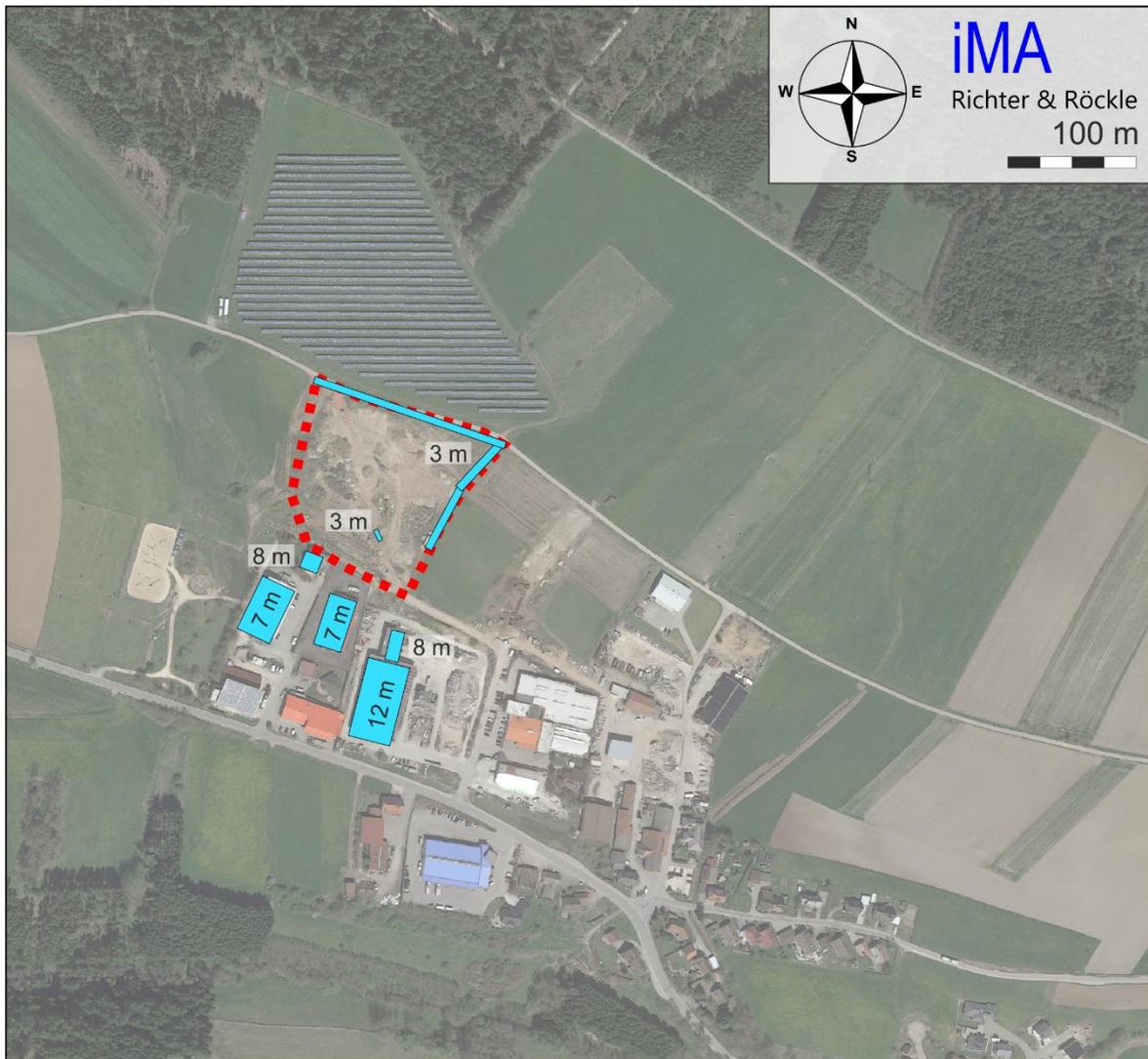


Abbildung A4-1: Digitalisierte Gebäude (blau) und deren mittlere Höhe in m.

Tabelle A4-3: Gebäudedimensionen, relativ zum Koordinatenursprung bei RW 3461012 und HW 5336015

| Quelle | Ursprung [m] | | Ausdehnung [m] | | | Drehwinkel [°] |
|--------|--------------|---------|----------------|-------|----------|----------------|
| | | | horizontal | | vertikal | |
| | x-Wert | y-Wert | a | b | c | |
| BUERO | 737,5 | -158,85 | 9,01 | 3,36 | 3 | -64,55 |
| HALLE1 | 709,95 | -253,39 | 40,43 | 21,41 | 7 | 71,89 |
| HALLE2 | 732,11 | -256,64 | 61,28 | 32,3 | 12 | -104,35 |
| HALLE3 | 745,3 | -233,87 | 23,02 | 10,26 | 8 | -103,74 |

| Quelle | Ursprung [m] | | Ausdehnung [m] | | | Drehwinkel [°] |
|-------------|--------------|---------|----------------|--------|----------|----------------|
| | x-Wert | y-Wert | horizontal | | vertikal | |
| | | | a | b | c | |
| HALLE4 | 674,53 | -204,61 | 27,1 | 44,27 | 7 | 154,19 |
| HAUS1 | 684,46 | -173,5 | 13,32 | 13,97 | 8 | -111,32 |
| SCHUTZWAND1 | 692,25 | -38,29 | 5,85 | 154,10 | 3 | -109,57 |
| SCHUTZWAND2 | 799,68 | -125,19 | 6,26 | 46,16 | 3 | -42,82 |
| SCHUTZWAND3 | 780,21 | -171,19 | 49,96 | 5,37 | 3 | -60,56 |

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 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.

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 A4-4 angegeben.

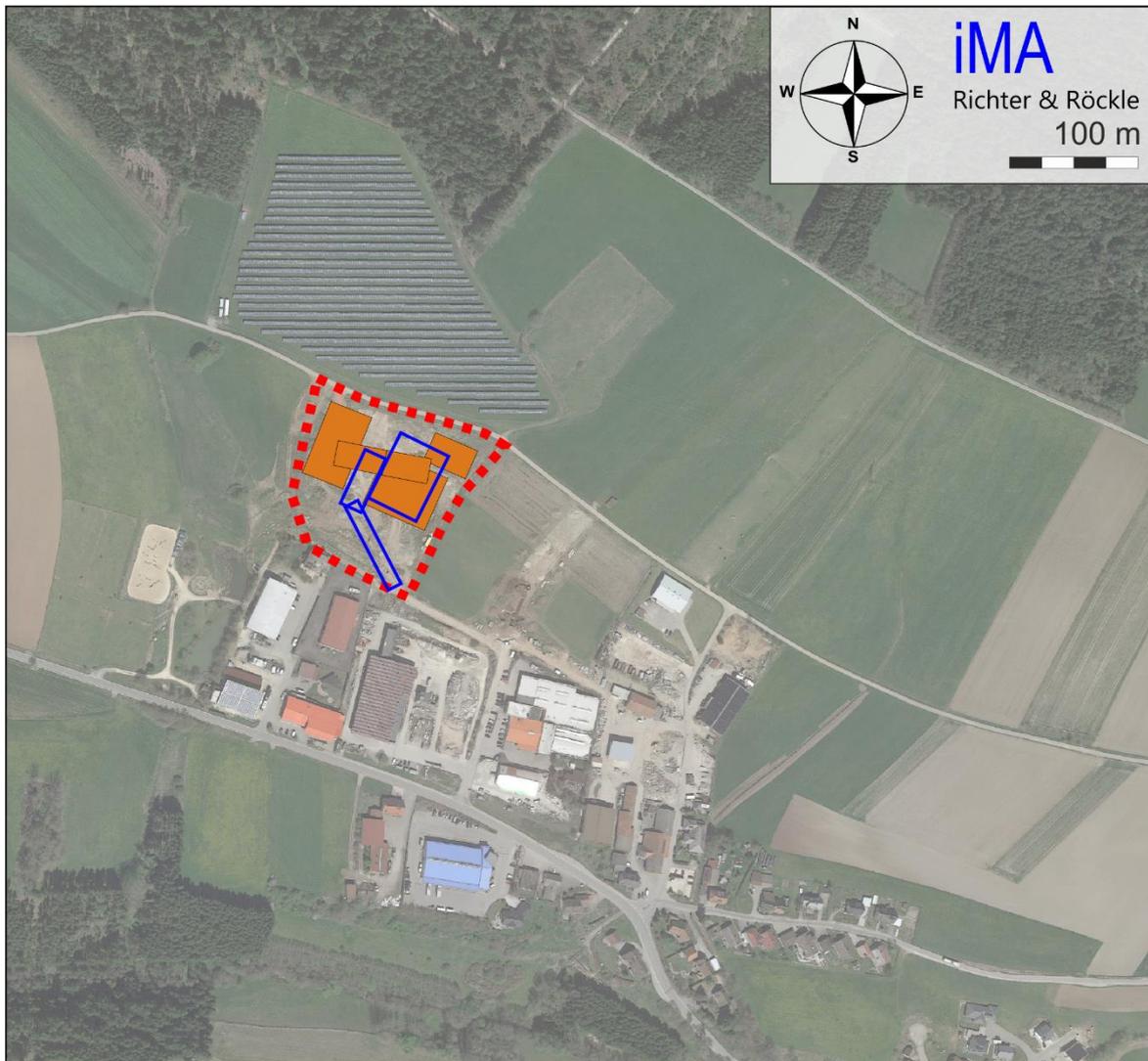


Abbildung A4-2: Flächenquellen (orange) und Emissionsquellen durch Fahrwege (blau umrandet).

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

Die Zuordnung der einzelnen staubemittierenden Vorgänge zu den entsprechenden Quellflächen kann den Emissionstabellen in Anhang 3 entnommen werden. Die Quellkoordinaten sind in Tabelle A4-4 zusammengefasst.

Tabelle A4-4: Quelldimensionen, relativ zum Koordinatenursprung bei RW 32396844 und HW 5474835

| Quelle | Ursprung [m] | | Höhe Unter- kante [m] | Ausdehnung [m] | | | Dreh- winkel [°] |
|--|--------------|---------|-----------------------------|----------------|-------|----------|------------------------|
| | x-Wert | y-Wert | | horizontal | | vertikal | |
| | | | | a | b | c | |
| Umschlagvorgänge und Radladerfahrten: | | | | | | | |
| FL_INPUT | 777,34 | -152,13 | 0 | 43,4 | 50,98 | 3 | 66,01 |
| FL_BEARB | 732,33 | -67,77 | 0 | 33,12 | 58,28 | 3 | 158,14 |
| FL_OUTPUT | 786,42 | -79,95 | 0 | 23,11 | 34,69 | 3 | -113,81 |
| RADLADER_bef | 709,58 | -83,02 | 0 | 19,06 | 37,32 | 3 | -101,3 |
| RADLADER_unbef | 746,38 | -90,33 | 0 | 19,26 | 34,37 | 3 | -100,9 |
| Windabwehungen (identisch mit den | | | | | | | |
| WND_INPUT | 777,34 | -152,13 | 0 | 43,4 | 50,98 | 3 | 66,01 |
| WND_BEARB | 732,33 | -67,77 | 0 | 33,12 | 58,28 | 3 | 158,14 |
| WND_OUTPUT | 786,42 | -80,16 | 0 | 22,74 | 34,59 | 3 | -114,22 |
| Lkw-Fahrten (vgl, Abbildung 4-1) | | | | | | | |
| FW_1 | 755,23 | -196,66 | 0 | 71,13 | 10,73 | 3 | 117,27 |
| FW_2 | 725,49 | -141,98 | 0 | 44,74 | 17,02 | 3 | 65,35 |
| FW_3 | 732,99 | -122,46 | 0 | 40,2 | 55,17 | 3 | -26,42 |

Anhang 5: Protokolldateien von AUSTAL2000**Ausbreitungsrechnung Staubemission ('austal2000.log'):**

2017-09-18 12:34:58 -----

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 "DUBLIN".

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

```

> ti    "FISCHBACH_Mueller_TeamBau"
> gh    ".././DHM/FISCHBACH.DHM"
> az    "../././4-Meteorologie/E3461500-N5336000_Fischbach_Niedereschach_SynRep.akt"
> xa    488      'Lage des Anemometers
> ya    -15
> qs    2        'Qualitätsstufe
> qb    0
> os    NESTING+SCINOTAT
> gx    3461012
> gy    5336015
> xb    737.50   709.95   732.11   745.30   674.53   684.46   692.25
799.68     780.21
> yb    -158.85 -253.39  -256.64  -233.87  -204.61  -173.50   -
38.29     -125.19  -171.04
> ab    9.01    40.43    61.28    23.02    27.10    13.32     5.85
6.26     49.96
> bb    3.36    21.41    32.30    10.26    44.27    13.97    154.10
46.16     5.37
> cb    3.00     7.00    12.00     8.00     7.00     8.00     3.00
3.00     3.00
> wb    -64.55   71.89   -104.35  -103.74   154.19  -111.32   -
109.57   -42.82    60.56
> xq    777.34   732.33   786.42   709.58   746.38   777.34   732.33
786.42   755.23   725.49   732.99

```

| | | | | | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|-----|------|
| > yq | -152.13 | -67.77 | -79.95 | -83.02 | -90.33 | -152.13 | - | | |
| 67.77 | -80.16 | -196.66 | -141.98 | -122.46 | | | | | |
| > aq | 43.40 | 33.12 | 23.11 | 19.06 | 19.26 | 43.40 | 33.12 | | |
| 22.74 | 71.13 | 44.74 | 40.20 | | | | | | |
| > bq | 50.98 | 58.28 | 34.69 | 37.32 | 34.37 | 50.98 | 58.28 | | |
| 34.59 | 10.73 | 17.02 | 55.17 | | | | | | |
| > hq | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 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 | | | | | | |
| > wq | 66.01 | 158.14 | -113.81 | -101.30 | -100.90 | 66.01 | 158.14 | | |
| -114.22 | 117.27 | 65.35 | -26.42 | | | | | | |
| > xx-1 | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? | | |
| ? | ? | ? | ? | | | | | | |
| > pm-1 | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? | | |
| ? | ? | ? | ? | | | | | | |
| > pm-2 | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? | | |
| ? | ? | ? | ? | | | | | | |
| > pm-u | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? | | |
| ? | ? | ? | ? | | | | | | |
| > xp | 695 | 702 | 875 | 986 | 648 | 690 | 737 | 810 | 804 |
| > yp | -176 | -267 | -135 | -204 | -3 | -24 | -42 | -59 | -145 |
| > hp | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 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 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 maximale Gebäudehöhe beträgt 12.0 m.

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

>>> Dazu noch 51 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
31.0 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 | 576 | 528 | 320 | -64 | -384 |
| nx | 72 | 48 | 54 | 50 | 36 |
| y0 | -400 | -464 | -576 | -960 | -1280 |
| ny | 110 | 66 | 56 | 52 | 36 |
| nz | 8 | 24 | 24 | 24 | 24 |

Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.10 (0.10).

Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.15 (0.14).

Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.16 (0.16).

Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.20 (0.19).

Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.18 (0.16).

Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.

Standard-Kataster z0-gk.dmna (3b0d22a5) wird verwendet.

Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 0.217 m.

Der Wert von z0 wird auf 0.20 m gerundet.

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

Es wird die Anemometerhöhe ha=9.8 m verwendet.

Die Angabe "az .././././4-Meteorologie/E3461500-N5336000_Fischbach_Niedereschach_SynRep.akt" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 524c519f

Prüfsumme TALDIA 6a50af80

Prüfsumme VDISP 3d55c8b9

Prüfsumme SETTINGS fdd2774f

Prüfsumme SERIES 83ec8ef2

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: 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.
TMT: Datei "../xx-j00s04" geschrieben.
TMT: Datei "../xx-depz04" geschrieben.
TMT: Datei "../xx-deps04" geschrieben.
TMT: Datei "../xx-j00z05" geschrieben.
TMT: Datei "../xx-j00s05" geschrieben.
TMT: Datei "../xx-depz05" geschrieben.
TMT: Datei "../xx-deps05" geschrieben.

TMT: Dateien erstellt von AUSTAL2000_2.6.11-WI-x.

TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm"

TMO: Datei "././pm-zbpz" ausgeschrieben.

TMO: Datei "././pm-zbps" ausgeschrieben.

TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "xx"

TMO: Datei "././xx-zbpz" ausgeschrieben.

TMO: Datei "././xx-zbps" ausgeschrieben.

=====
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!

Maximalwerte, Deposition

=====
PM DEP : 1.227e+000 g/(m²*d) (+/- 0.1%) bei x= 802 m, y= -90 m (1: 57, 78)
XX DEP : 2.012e-003 g/(m²*d) (+/- 0.1%) bei x= 806 m, y= -94 m (1: 58, 77)
=====

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

=====
PM J00 : 8.609e+001 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= 802 m, y= -90 m (1: 57, 78)
PM T35 : 1.551e+002 µg/m³ (+/- 0.9%) bei x= 810 m, y= -106 m (1: 59, 74)
PM T00 : 2.532e+002 µg/m³ (+/- 0.7%) bei x= 818 m, y= -98 m (1: 61, 76)
XX J00 : 1.995e-005 g/m³ (+/- 0.1%) bei x= 802 m, y= -90 m (1: 57, 78)
=====

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

| PUNKT | 01 | 02 | 03 | 04 |
|-------|------|------|------|------|
| 05 | 06 | 07 | 08 | 09 |
| xp | 695 | 702 | 875 | 986 |
| 648 | 690 | 737 | 810 | 804 |
| yp | -176 | -267 | -135 | -204 |
| -3 | -24 | -42 | -59 | -145 |
| hp | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |

```

-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----
PM      DEP  1.351e-002  0.8%  3.189e-003  1.4%  1.542e-002  0.4%  2.278e-003  0.7%  2.386e-
003  1.6%  1.805e-002  0.6%  3.708e-002  0.4%  5.009e-002  0.4%  5.096e-002  0.4%  g/(m²*d)
PM      J00  3.495e+000  0.3%  1.199e+000  0.5%  3.187e+000  0.2%  6.776e-001  0.3%  5.348e-
001  0.7%  2.347e+000  0.3%  5.132e+000  0.2%  6.737e+000  0.2%  8.876e+000  0.2%  µg/m³
PM      T35  1.351e+001  4.2%  5.302e+000  4.0%  1.084e+001  2.1%  2.211e+000  3.7%
1.555e+000  7.3%  8.156e+000  2.7%  1.359e+001  2.2%  1.819e+001  1.4%  2.578e+001  2.5%
µg/m³
PM      T00  2.892e+001  2.3%  1.426e+001  3.3%  2.553e+001  1.4%  6.958e+000  2.6%
1.303e+001  3.3%  1.915e+001  2.4%  2.492e+001  2.7%  3.598e+001  1.9%  4.862e+001  2.0%
µg/m³
XX      DEP  8.127e-005  0.7%  2.759e-005  0.9%  7.199e-005  0.4%  1.610e-005  0.6%  1.387e-
005  1.6%  5.847e-005  0.7%  9.667e-005  0.5%  1.341e-004  0.4%  1.746e-004  0.4%  g/(m²*d)
XX      J00  9.359e-007  0.3%  3.231e-007  0.5%  7.974e-007  0.2%  1.892e-007  0.3%  1.573e-
007  0.7%  6.548e-007  0.3%  1.161e-006  0.2%  1.554e-006  0.2%  2.039e-006  0.2%  g/m³
=====
=====

```

2017-09-19 00:20:40 AUSTAL2000 beendet.