

**Antragssteller: Schleith GmbH Baugesellschaft
Bleiche 4
79761 Waldshut**

**Prognose der Staubemissionen und -immissionen
im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen
Genehmigungsverfahrens zur Änderung einer
Anlage zur zeitweiligen Lagerung und Behandlung
von nicht gefährlichen Bau- und Abbruchabfällen**

Datum: 11.03.2026
Projekt- Nr.: 26-02-04-FR
Berichtsumfang: 66 Seiten
Bearbeiter: Dr. Thorsten Wittemeier, Diplom-Meteorologe
Sachverständiger, Projektleiter
Claus-Jürgen Richter, Diplom-Meteorologe
Geschäftsführer
IMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG
Eisenbahnstraße 43
79098 Freiburg
Tel.: 0761/ 4000 77-12
Fax.: 0761/ 4000 77-08
Email: wittemeier@ima-umwelt.de

INHALT

1	Situation und Aufgabenstellung	4
2	Örtliche Verhältnisse	5
3	Betriebsbeschreibung	7
3.1	Einteilung des Betriebsgeländes:	9
3.2	Betriebsablauf	10
3.3	Betriebszeit	10
4	Emissions- und immissionsmindernde Maßnahmen	11
5	Staubemissionen	14
5.1	Allgemeines	14
5.2	Staubemissionen durch Umschlagvorgänge und Behandlung	14
5.3	Staubemissionen durch Fahrbewegungen	15
5.4	Auspuffemissionen	16
5.5	Windabwehungen	17
5.6	Gesamtemission	19
5.7	Vergleich mit dem Bagatellmassenstrom	19
6	Beurteilungsgrundlagen.....	20
6.1	Immissionswerte	20
6.2	Irrelevanzschwellen	20
7	Meteorologische Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnung.....	21
7.1	Allgemeines	21
7.2	Meteorologische Daten	22
7.3	Ermittlung des repräsentativen Jahres und der Ausbreitungsklassen	22
7.4	Niederschlagsdaten	23
7.5	Darstellung der Messdaten	23
7.6	Lokale Windsysteme	24

8	Immissionen	24
8.1	Ausbreitungsrechnungen.....	24
8.2	Beurteilungspunkte.....	25
8.3	Immissionsbeitrag der Anlage (PM ₁₀ , PM _{2,5} , Staubbiederschlag).....	27
9	Zusammenfassung	28
	Literatur	30
	Anhang 1: Abbildungen	33
	Anhang 2: Grundlagen zur Ermittlung der Emissionen	36
A2.1	Umschlagvorgänge.....	36
A2.2	Fahrbewegungen auf befestigtem Untergrund.....	39
A2.3	Fahrbewegungen auf unbefestigten Fahrwegen.....	44
	Anhang 3: Emissionsmassenströme	48
	Anhang 4: Ausbreitungsrechnungen	51
A4.1	Allgemeines	51
A4.2	Verwendetes Ausbreitungsmodell	52
A4.3	Rechengebiet.....	52
A4.4	Rauigkeitslänge	52
A4.5	Berücksichtigung von Geländeunebenheiten	53
A4.6	Berücksichtigung von Gebäuden.....	54
A4.7	Quellen	55
A4.8	Statistische Unsicherheit des Ausbreitungsmodells.....	56
A4.9	Abgasfahnenüberhöhung	57
	Anhang 5: Ermittlung des repräsentativen Jahres	58
	Anhang 6: Protokolldateien	60

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Fa. Schleith GmbH Baugesellschaft plant die Errichtung und den Betrieb einer Anlage zur zeitweiligen Lagerung und Behandlung von nicht gefährlichen Bau- und Abbruchabfällen (Zuordnungswert \leq Z1.1) auf den Flurstücken 3650, 3651/4 und 3643 der Gemarkung Merdingen. Der überwiegende Anteil der Abfälle umfasst mineralische Stoffe, die teilweise gesiebt, gebrochen und gemischt werden sollen.

Die Inputmenge wird mit 17.500 t/a beantragt. Davon sollen maximal 8.750 t/a t/a aufbereitet werden.

Die Anlage wird aufgrund der geplanten abfallwirtschaftlichen Tätigkeiten, Abfallschlüsselnummern und Tonnagen folgenden Ziffern des Anhangs I der 4. BImSchV (2024) zugeordnet:

- **Nr. 8.11.2.4 (V):** Anlage zur sonstigen Behandlung [...] mit einer Durchsatzkapazität von nicht gefährlichen Abfällen [...] von 10 Tonnen oder mehr je Tag.
- **Nr. 8.12.2 (V):** Anlage zur zeitweiligen Lagerung von [...] nicht gefährlichen Abfällen mit einer Gesamtlagerkapazität von 100 Tonnen oder mehr.
- **Nr. 2.2 (V):** Anlagen zum Brechen, Trocknen, Mahlen oder Klassieren von natürlichem oder künstlichem Gestein [...].
- **Nr. 8.12.1.2 (V):** Anlage zur zeitweiligen Lagerung von [...] gefährlichen Abfällen mit einer Gesamtlagerkapazität von 30 bis weniger als 50 Tonnen.
- **Nr. 8.15.3 (V):** Anlage zum Umschlagen von Abfällen [...] mit einer Kapazität von 100 Tonnen oder mehr nicht gefährlichen Abfällen je Tag.
- **Nr. 9.11.1 (V):** Offene oder unvollständig geschlossene Anlage [...] zum Be- und Entladen von Schüttgütern, die im trockenen Zustand stauben können [...] soweit 400 Tonnen Schüttgüter oder mehr je Tag bewegt werden können [...].

Im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens nach § 4 BImSchG (2025) ist ein Prognosegutachten zu den Staubemissionen und -immissionen zu erstellen.

Das Gutachten gliedert sich in folgende Kapitel:

1. Darstellung der örtlichen Verhältnisse (Kapitel 2)
2. Beschreibung der Anlage (Kapitel 3)
3. Darstellung der emissions- und immissionsmindernden Maßnahmen (Kapitel 4)
4. Ermittlung der von der Anlage ausgehenden Staubemissionen (Kapitel 5)
5. Darstellung der Beurteilungsgrundlagen zur Bewertung der Immissionen (Kapitel 6)
6. Darstellung der meteorologischen Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnungen (Kapitel 7)

7. Darstellung der Immissionen (Kapitel 8)

8. Zusammenfassung der Ergebnisse (Kapitel 9)

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

Das Gutachten wurde entsprechend der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13 (2010) erstellt.

2 Örtliche Verhältnisse

Die Anlage soll auf den Flst. Nrn. 3650, 3651/4 und 3643 der Gemeinde Merdingen westlich der Kreisstraße 4931 betrieben werden.

Die Lage des Betriebsgeländes und dessen weitere Umgebung können dem Lageplan in Abbildung 2-1 entnommen werden. Die Koordinaten des Geländes betragen im UTM-32-Netz in etwa:

Ostwert:	400 665 bis 400 800
Nordwert:	5317 890 bis 5318 030
Höhe über NHN:	ca. 200 m

Die Orographie ist durch die Lage in der in der oberrheinischen Tiefebene westlich des Tunibergs gekennzeichnet. Der Anstieg zum Tuniberg, an dem ein Steinbruch betrieben wird, beginnt etwa 200 m östlich der Betriebsgrenze. In den anderen Richtungen ist das Gelände weitgehend eben.

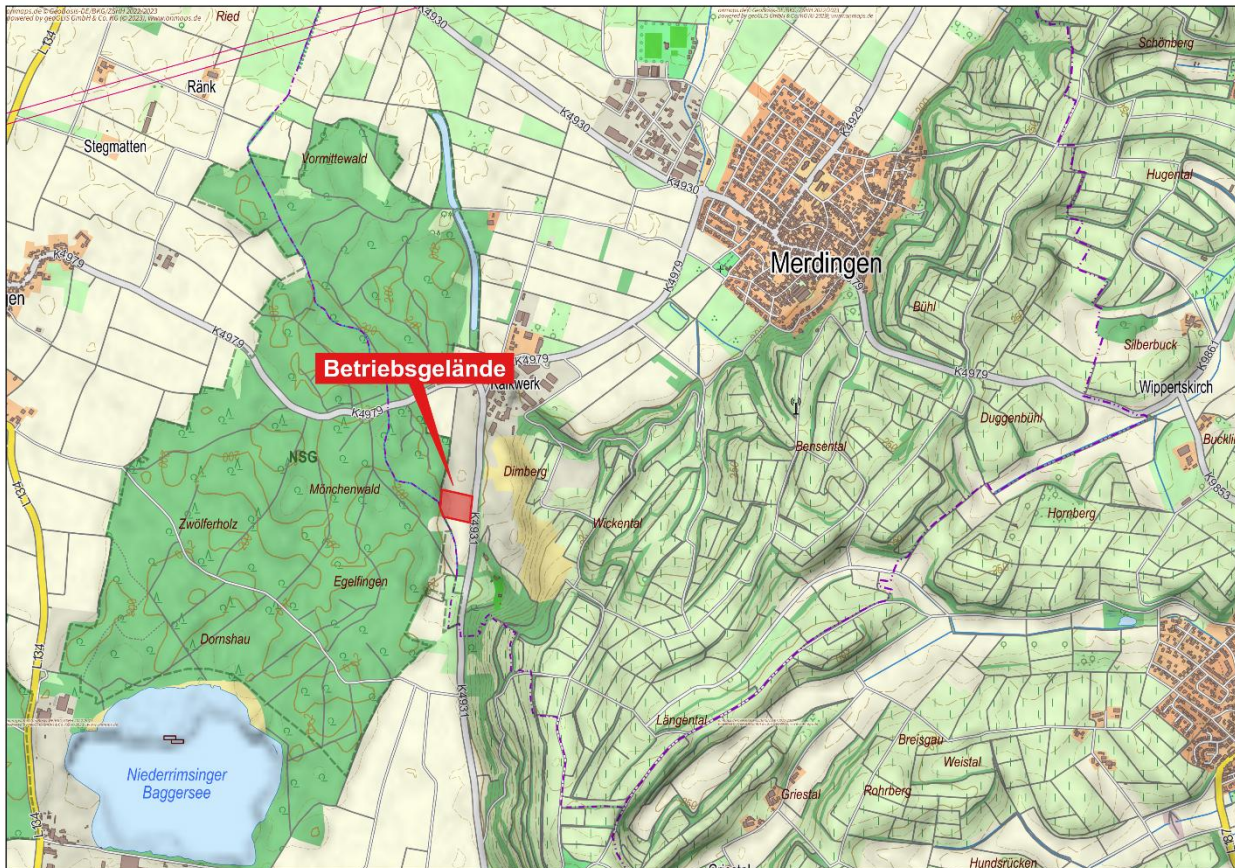


Abbildung 2-1: Betriebsgelände der Schleith GmbH Baugesellschaft (Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2022/2023)

Abbildung 2-2 zeigt die nähere Umgebung des Betriebsgeländes.

Das Betriebsgelände liegt innerhalb des Industrie- und Gewerbegebiets „Emletweg“ der Gemeinde Merdingen.

In der Nachbarschaft befinden sich folgende Nutzungen:

- Nördlich des Betriebsgeländes im Abstand von ca. 400 m: Zwei Wohnhäuser
- Südlich des Betriebsgeländes im Abstand von ca. 360 m: Sportschützenverein Merdingen mit Schützenhaus
- Östlich des Betriebsgeländes: Kalkwerk mit angegliedertem Kalksteinbruch der Saint-Gobain Weber GmbH und Hans G. Hauri KG.

Abbildung 2-2 zeigt das Betriebsgelände und die Lage der umgebenden Nutzungen im Luftbild.

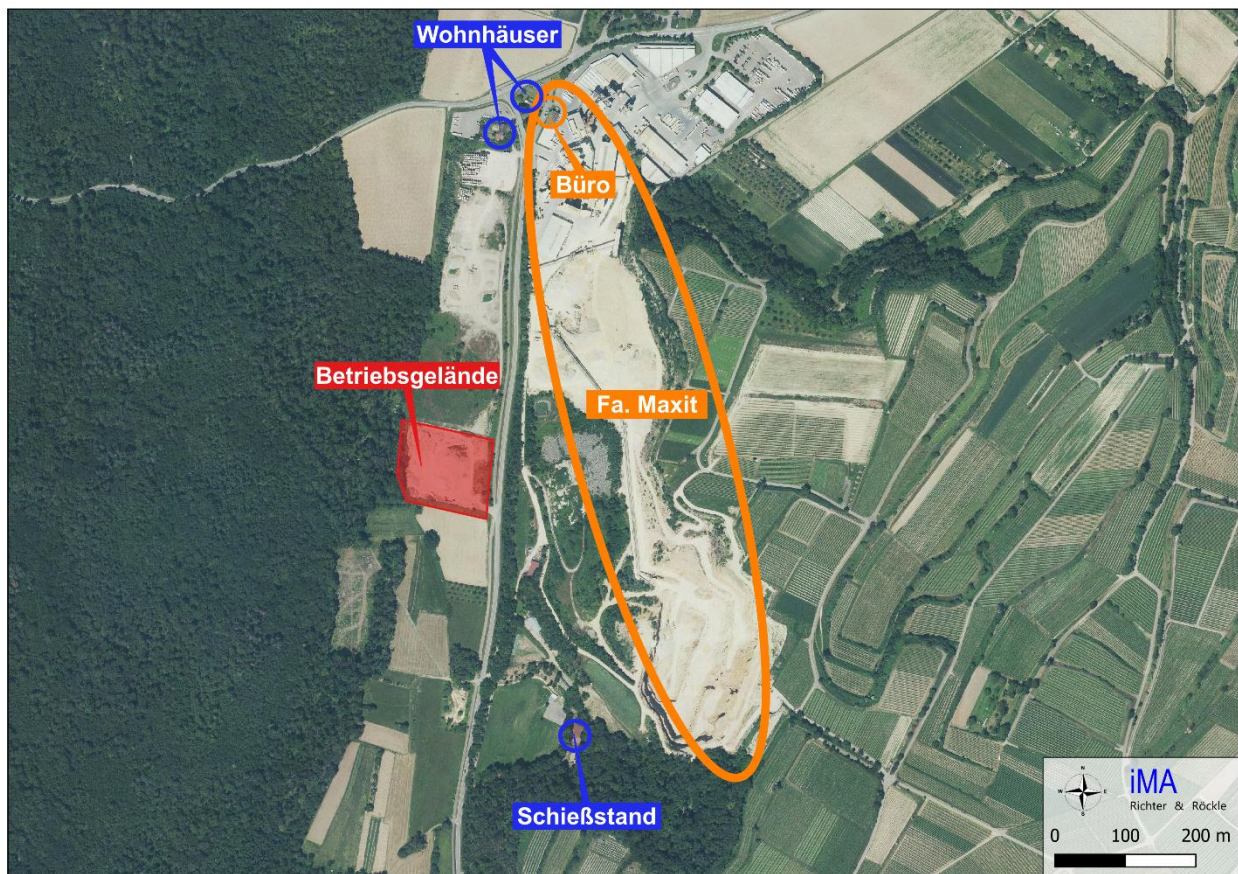


Abbildung 2-2: Betriebsgelände sowie umgebende Nutzungen im Luftbild. (Luftbildgrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2022/2023 © Hexagon)

Die Örtlichkeiten wurden von uns am 03.05.2023 besichtigt. Dabei wurden alle für die Aufgabenstellung relevanten Anlagen- und Umgebungsbedingungen erfasst.

3 Betriebsbeschreibung

Die nachfolgende Betriebsbeschreibung beschränkt sich auf die Vorgänge, die für die Entstehung von Staubemissionen von Bedeutung sind. Eine detaillierte Beschreibung der Anlage und der geplanten Änderungen kann dem Genehmigungsantrag entnommen werden.

In der Anlage sollen mineralische Abfälle zeitweilig gelagert und teilweise aufbereitet werden. Die Inputmenge ist mit 17.500 t/a an nicht gefährlichen Abfällen oder Schüttgütern, insbesondere Erdaushub, vorgesehen. Konservativ wird zur Emissionsprognose angenommen, dass es sich dabei jeweils zur Hälfte um Bauschutt und Erdaushub handelt.

Insgesamt sollen bis zu 8.750 t/a nicht gefährliche Abfälle aufbereitet werden. Im Rahmen dieses Gutachtens wird davon ausgegangen, dass 8.750 t/a Bauschutt gebrochen und gesiebt werden.

Dieser Ansatz ist konservativ, da einerseits die aufbereitete Menge im Regelfall kleiner ist, andererseits Bauschutt die höchste Staubneigung der aufzubereitenden Abfälle aufweist.

Die Abfallschlüsselnummern der nicht gefährlichen Abfälle sind in Tabelle 2-1 zusammengefasst. Gefährliche Abfälle werden in geringen Mengen in geschlossenen Containern gelagert und sind daher nicht staubrelevant.

Tabelle 2-1: Durchsatzmengen und Materialparameter der nicht gefährlichen Abfälle

AVV Nr.	Abfallart	Inputmenge
		t/a
Mineralische Abfälle		
17 01 01	Beton	17.500
17 01 02	Ziegel	
17 01 03	Fliesen und Keramik	
17 01 07	Gemische aus Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 01 06 fallen	
17 03 02	Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01 fallen	
17 05 04	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen	
17 05 06	Baggergut mit der Ausnahme desjenigen, das unter 17 05 05 fällt	
17 05 08	Gleisschotter mit Ausnahme desjenigen, der unter 17 05 07 fällt	
19 12 09	Mineralien (z.B. Sand, Steine)	
20 02 02	Boden und Steine	
Fremd- und Störstoffe		
17 02 01	Holz	variabel
17 04 05	Eisen und Stahl	
17 04 07	gemischte Metalle	
17 08 02	Baustoffe auf Gipsbasis mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 08 01 fallen	
17 09 04	gemischte Bau- und Abbruchabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 09 01, 17 09 02 und 17 09 03 fallen	
19 12 02	Eisenmetalle	
19 12 12	sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 12 11 fallen	
19 13 02	feste Abfälle aus der Sanierung von Böden mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 13 01 fallen	
Summe		17.500

3.1 Einteilung des Betriebsgeländes:

Das Betriebsgelände ist in Abbildung 3-1 auf Seite 9 dargestellt. Der südliche Teil, auf dem ein Durchfahrtbecken und eine Waage geplant sind, wird asphaltiert. Auf dem restlichen Betriebsgelände ist verfestigter Schotter vorgesehen.

Das Betriebsgelände wird in folgende Betriebseinheiten gegliedert:

BE 1.00: Infrastruktur inkl. Materialannahme

BE 2.00: Freilager Eingang

BE 3.00: Mechanische Behandlung

BE 4.00: Freilager Ausgang

BE 5.00: Containerlager

Die räumliche Zuordnung der Betriebseinheiten ist flexibel. Das Eingangsmaterial wird überwiegend im westlichen Bereich auf offenen Halden gelagert, während für das Ausgangsmaterial flexible Lagerboxen aus Betonblocksteinen im östlichen Teil des Betriebsgeländes vorgesehen sind.

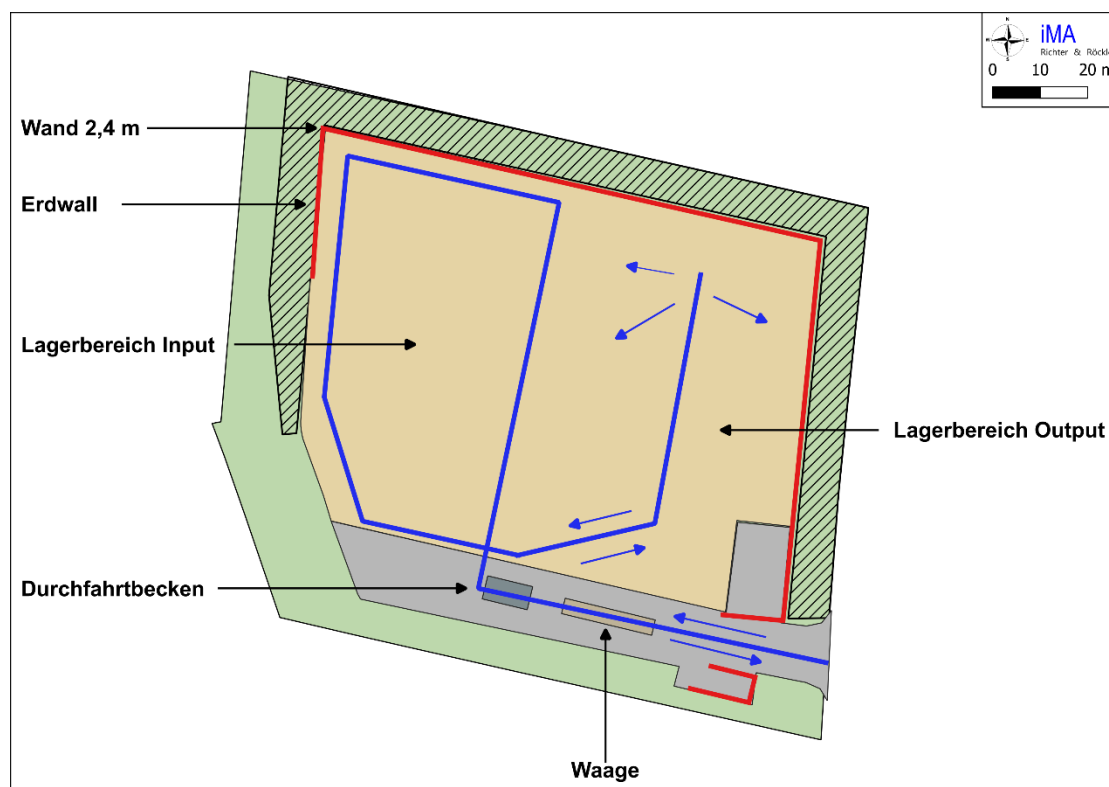


Abbildung 3-1: Einteilung des Betriebsgeländes. Die typischen Fahrwege sind blau skizziert. Der grau unterlegte Bereich wird asphaltiert, der ockerfarbene Bereich mit verfestigtem Schotter versehen.

3.2 Betriebsablauf

Das Betriebsgelände wird über die südöstliche Zufahrt erschlossen. Die anliefernden LKW fahren über die Waage zum Input-Lagerbereich und laden die Abfälle dort ab. Danach verlassen sie das Gelände über die Waage und das Durchfahrtbecken. Der Weg für den Abtransport führt ebenfalls über die Waage und das Durchfahrtbecken.

Abbildung 3-2 zeigt die Betriebsabläufe, die für die Entstehung von Staubemissionen von Bedeutung sind. Bis zu 17.500 t/a überwiegend mineralische Abfälle werden im Inputbereich angeliefert. Etwa die Hälfte der angelieferten Abfälle wird nach dem Entladen nochmals aufgehaldet.

Zur Aufbereitung werden die Abfälle mit einem Bagger aufgenommen und in den Aufgabetrichter des Brechers oder Siebes aufgegeben. Zur Ermittlung der Staubemissionen wird davon ausgegangen, dass 8.750 t/a Bauschutt sowohl gebrochen als auch gesiebt werden.

Das zerkleinerte Material aus dem Brecher wird per Förderband ins Sieb ausgetragen. Als Produkt wird eine Feinfraktion 0/16¹ (ca. 30 % des Materials) und eine Grobfraktion 16/32 (ca. 70 %) erzeugt. Das Überkorn (30/x, ca. 10 % der Gesamtmenge) wird per Band in den Brecher zurückgeführt.

Das aufbereitete Material wird per Radlader in die Outputboxen transportiert.

Die Aufbereitung findet je nach Anlagenauslastung an einem flexiblen Standort im Input- oder Output-Bereich statt. Beim Anlagenbetrieb können auch vereinzelt weitere Vorgänge, wie etwa die Zerkleinerung von grobstückigem Beton mit einem Pulverisierer oder einem Meißel, stattfinden. Diese sind jedoch mit den oben beschriebenen Brech- und Siebvorgängen abgedeckt.

3.3 Betriebszeit

Die Betriebszeit ist montags bis samstags zwischen 6:00 und 22:00 Uhr. Die Arbeiten finden überwiegend zwischen 7:00 und 20:00 Uhr statt, wobei sich die Aufbereitung auf max. 8 Stunden pro Tag beschränkt.

¹ 0/16 bedeutet, dass die Korngröße zwischen 0 und 16 mm liegt.

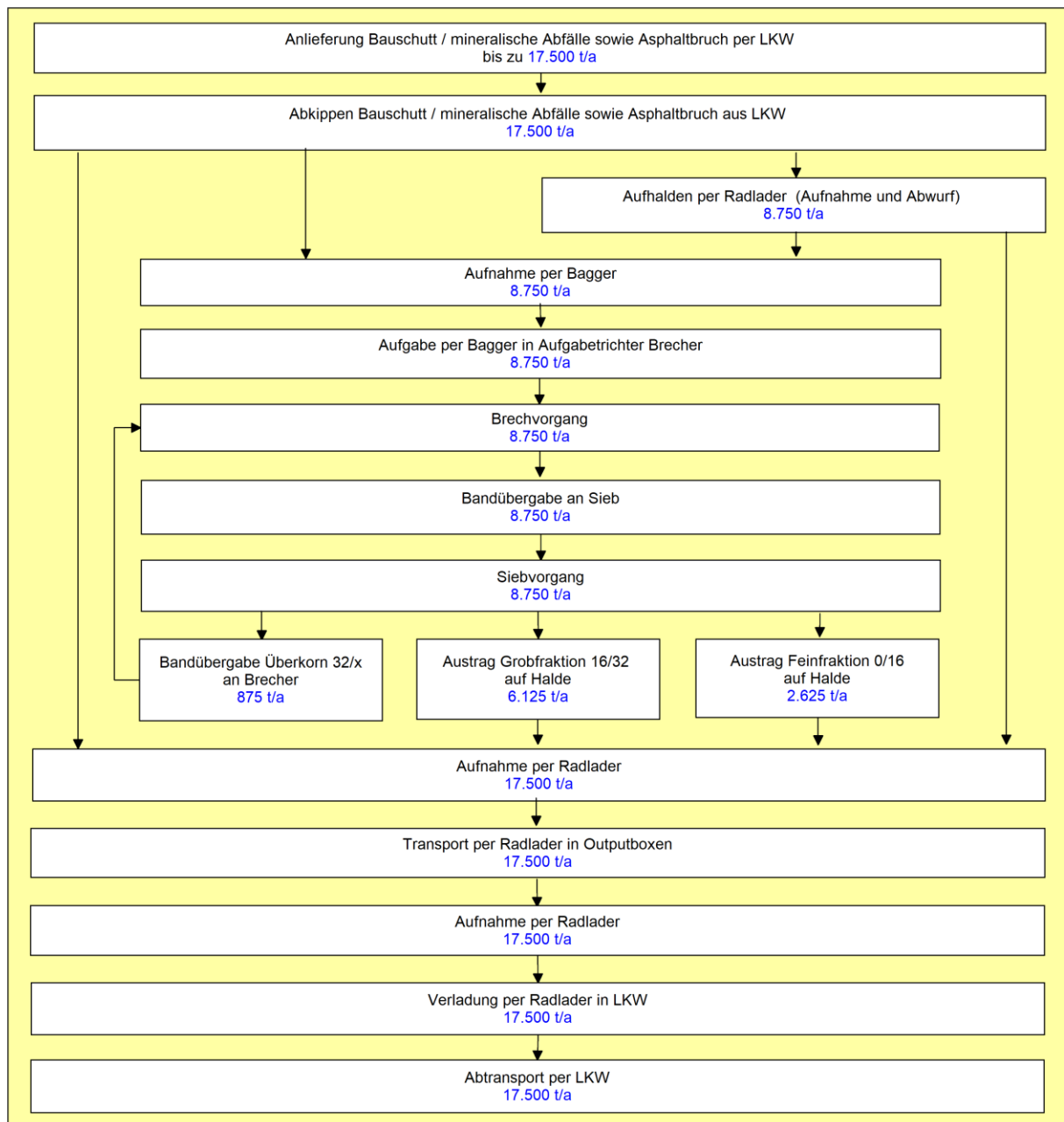


Abbildung 3-2: Fließbild der angenommenen Umschlags- und Aufbereitungsvorgänge.

4 Emissions- und immissionsmindernde Maßnahmen

In Nr. 5.2.3 TA Luft (2021) sind Maßnahmen aufgeführt, mit denen die Entstehung und die Ausbreitung von Stäuben verringert werden kann. Damit werden die BVT-Schlussfolgerungen (BVT (2018)) umgesetzt.

Weitere emissionsmindernde Maßnahmen sind in folgenden Richtlinien aufgeführt, die als Erkenntnisquelle herangezogen werden können:

- VDI-Richtlinie 2095, Blatt 1 (2011): Behandlung von mineralischen Bau- und Abbruchabfällen – Stationäre und mobile Bauschuttzubereitungsanlagen
- VDI-Richtlinie 2095, Blatt 2 (2014): Lagerung, Umschlag und Behandlung von gemischten Bau- und Abbruchabfällen (auch gemeinsam mit Sperrmüll, sowie Gewerbeabfällen)
- VDI-Richtlinie 2095, Blatt 3 (2019): Anlagen zur Behandlung von Abfallgemischen aus der haushaltsnahen Wertstofffassung und von gemischten Gewerbeabfällen
- VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 (2010): Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen. Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern.
- VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 (2018): Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen. Staubemissionen durch Fahrzeugbewegungen auf gewerblich/industriellem Betriebsgelände.

Die Maßnahmen, die sich aus den o.g. Regelwerken und Richtlinien ergeben, sind im Folgenden aufgeführt.

1. **Befestigung des Betriebsgeländes:** Alle Fahrwege, Betriebs- und Lagerflächen werden im Einfahrtsbereich mit einer Decke aus Asphalt befestigt und in ordnungsgemäßem Zustand gehalten. Schäden in den versiegelten Betriebsoberflächen sind umgehend auszubessern.
2. **Fahrwegreinigung:** Die Fahrwege und Betriebsflächen im asphaltierten Bereich sind mittels einer Kehrmaschine sauber zu halten.
3. **Durchfahrtbecken:** Bevor die Lkw auf das öffentliche Straßennetz gelangen, fahren sie durch ein mit Wasser befülltes Durchfahrtbecken (siehe Abbildung 4-1). Das Becken verfügt über einen Gitterrost, der unterhalb des Wasserspiegels angeordnet ist und an dem die Schmutzpartikel abgeschieden werden.



Abbildung 4-1: Durchfahrmulde (Beispiel)

4. **Fahrgeschwindigkeit:** Die Fahrgeschwindigkeit der Lkw und Radlader ist auf dem gesamten Betriebsgelände auf 10 km/h zu beschränken. Hierzu sind gut sichtbare Schilder anzubringen.
5. **Abwurfhöhen:** Sämtliche Material-Abwurfhöhen aus den Radladern und Baggern sind so gering wie möglich zu halten. Das Personal ist wiederkehrend zu schulen.
6. **Bandabwurfhöhe der Aufbereitungsaggregate:** Die Austragshalden der Aufbereitungsaggregate werden erst dann abgetragen, wenn die Höhe des Austragskegels knapp unterhalb der Höhe des Bandaustrags angelangt ist. Dadurch verringert sich die Abwurfhöhe auf 0,5 bis 1 m.
7. **Boxenlagerung:** Die Abfälle im Ausgangsbereich werden windgeschützt in Boxen gelagert.
8. **Materialbefeuchtung:** Am Aufgabetrichter des Brechers, im Brecherraum und am Brecher- bzw. Siebaustrag werden Bedüsungseinrichtungen installiert. Der Effekt von Befeuchtungsmaßnahmen ist beispielhaft in Abbildung 4-2 dargestellt.

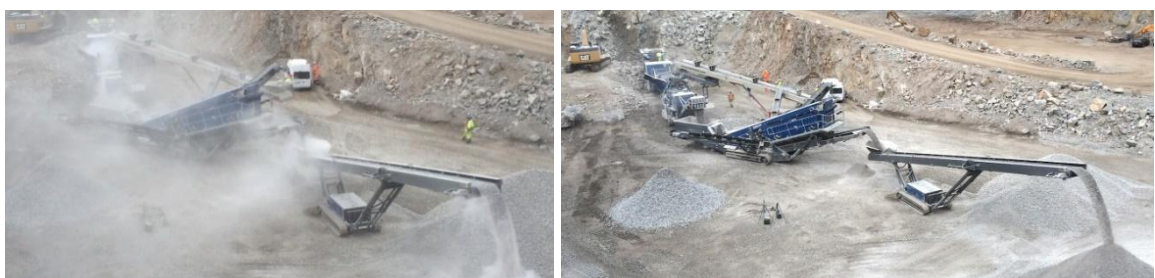


Abbildung 4-2: Einfluss von Befeuchtungsmaßnahmen an einer Aufbereitungsanlage.
Links: Ohne Befeuchtung. Rechts: Mit Befeuchtung. Fotos: Klenk (2016).

9. **Befeuchtung Böden/Mineralik:** An den Lagerhalden der Materialgruppe Böden/Mineralik werden Befeuchtungseinrichtungen (Sektoralregner, Spritzdüsen oder vergleichbar) vorgehalten, mit denen das Material bei trockenem Wetter und einer Lagerzeit von mehreren Tagen bedarfsweise befeuchtet werden kann.
10. **Wand:** An der westlichen (obere Hälfte), nördlichen und östlichen Betriebsgrenze wird eine Wand mit einer Höhe von 2,4 m errichtet (vgl. Abbildung 3-1).

Die technischen Einrichtungen sind regelmäßig zu prüfen und ihre Funktionstüchtigkeit in einem Betriebstagebuch zu protokollieren.

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

5 Staubemissionen

5.1 Allgemeines

Staubemissionen werden durch folgende Vorgänge freigesetzt:

- Umschlag und Behandlung der Abfälle (Entladen, Beladen, Aufhalten, Aufbereitung und Bandausträge, siehe Kapitel 5.2)
- Fahrbewegungen der Lkw und Radlader (siehe Kapitel 5.3)
- Dieselmotoremissionen der Lkw und Radlader (siehe Kapitel 5.4)
- Windabwehungen von den ruhenden Halden und den Einbauflächen (siehe Kapitel 5.5).

5.2 Staubemissionen durch Umschlagvorgänge und Behandlung

Die beim Umschlag und der Behandlung der Abfälle und Schüttgüter entstehenden diffusen Staubemissionen werden auf Basis der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 (2010) berechnet. In dieser Richtlinie sind Emissionsfaktoren angegeben, die für die einzelnen Prozesse die emittierte Staubmasse je Tonne Material angeben. Zusätzlich wird der Leitfaden ‚Ermittlung diffuser Staubemissionen‘, den wir im Auftrag der LUBW erstellt haben, herangezogen (LUBW (2021)).

Die Emissionen werden für den beantragten Betrieb der Anlage berechnet. In Tabelle 5-1 sind die Ergebnisse zusammenfassend dargestellt. Die Berechnungsgrundlagen und Berechnungsschritte sind aus Übersichtlichkeitsgründen in

- Anhang 2, Abschnitt A2.1 (Seite 36 ff): Berechnungsgrundlagen
und
- Anhang 3 (Seite 48 ff): Emissionsmassenströme

dieses Gutachtens dargestellt.

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

Pos.	Emissionsquelle	Staub-Korngrößenklasse			Gesamt (kg/a)
		< 2,5 µm	2,5 bis 10 µm	> 10 µm	
1	Inputbereich	14	53	203	271
2	Outputbereich	21	77	294	392
3	Aufbereitung	39	147	558	744
	Summe:	75	277	1.056	1.408

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 & Sörgel (2014) zeigen, dass die Berechnungsansätze der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 (2010) die Staubemissionen um den Faktor 2 bis 3 überschätzen. Dies zeigen auch Untersuchungen von Strobl & Kuntner (2014).

Insbesondere für die als grobe Brocken, Blöcke und Steine vorliegenden Materialien werden die Staubemissionen deutlich überschätzt (vgl. Rühling et al. (2022)).

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

5.3 Staubemissionen durch Fahrbewegungen

Die Lkw-Fahrwege im Einfahrtsbereich sind asphaltiert. Auf dem restlichen Gelände sind die Lkw-Fahrwege unbefestigt.

Tabelle 5-2 und Tabelle 5-3 enthalten die Staubemissionen, die durch die Fahrbewegungen verursacht werden. Zur Berechnung wird die VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 (2018) herangezogen. Außer den Emissionen durch Aufwirbelungen sind darin die Emissionen durch Abriebe (von Bremsen, Reifen und vom Fahrbahnbelag) sowie die Auspuffemissionen enthalten.

Die Berechnungsgrundlagen und Berechnungsschritte sind in

- Anhang 2, Abschnitt A2.2 (Seite 39 ff): Berechnungsgrundlagen für befestigte Fahrwege,
- Anhang 2, Abschnitt A2.3 (Seite 44 ff): Berechnungsgrundlagen für unbefestigte Fahrwege und
- Anhang 3 (Seite 48 ff): Berechnung der Emissionsmassenströme

dieses Gutachtens dargestellt.

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

Pos.	Emissionsbereich	Staub-Korngrößenklasse			Gesamt (kg/a)
		< 2,5 µm	2,5 bis 10 µm	> 10 µm	
1	Inputbereich	1	5	13	18
2	Outputbereich	6	54	151	211
	Summe:	6	58	165	229

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

Pos.	Emissionsquelle	Staub-Korngrößenklasse			Gesamt (kg/a)
		< 2,5 µm	2,5 bis 10 µm	> 10 µm	
1	Fahrten Input	7	60	171	238
2	Fahrten Output	7	65	183	254
3	Fahrten befestigt	3	8	46	58
	Summe:	17	133	400	550

5.4 Auspuffemissionen

Die Auspuffemissionen der Lkw und Radlader sind in den in Kapitel 5.3 dargestellten Staubemissionen enthalten. Hinzu kommen die Auspuffemissionen der mobilen Brech- und Siebanlagen sowie der Bagger.

Die Auspuffemissionen werden auf Basis der Datenbank des Schweizer Bundesamtes für Umwelt (BAFU) ermittelt². Aus dieser Datenbank lassen sich typische Angaben zu den Emissionen von Maschinen und Geräten des Offroad-Sektors (z.B. Baumaschinen) ermitteln. Im Folgenden werden die Emissionsfaktoren einer Maschinenflotte 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.

Die Betriebszeit der Geräte wird aus der Durchsatzkapazität und der Durchsatzmenge entsprechend Tabelle 5-4 angesetzt. Die rechnerische Betriebszeit wird konservativ verdoppelt, um Leerlaufzeiten einzuschließen.

² 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

Tabelle 5-4: Durchsatzmenge, Durchsatzkapazität und Betriebszeit der Aggregate

Gerät	Durchsatzmenge (t/a)	Durchsatzkapazität (t/h)	Emissionszeit (h/a)	
			rechnerisch	Ansatz
Brecher	8.750	200	44	100
Sieb	8.750	200	44	100

Die Aufgabelistung der mobilen Siebanlage beträgt bis zu 800 t/h, die des Brechers maximal 400 t/h. Unter Berücksichtigung des Schaufelvolumens des Baggers und der erforderlichen Fahrwege wird von einer Durchsatzleistung von 200 t/h ausgegangen. Damit berechnet sich bei einem Durchsatz von 8.750 t/a eine Betriebszeit von ca. 44 h/a. Diese wird auf 100 h/a erhöht, um Leerlaufzeiten einzuschließen.

Zur Berechnung der Betriebszeit der Bagger wird konservativ von der Summe der Betriebszeiten des Brechers und des Siebes ausgegangen, d.h. ein Bagger ist während 200 h/a in Betrieb.

Mit diesen Voraussetzungen errechnen sich die in Tabelle 5-5 angegebenen Emissionsmassenströme.

Tabelle 5-5: Auspuffemissionen: Emissionsfaktoren und Staubmassenströme

Gerät	Emissionszeit (h/a)	Typ-Bezeichnung der BAFU-Datenbank	Emissionsfaktor (kg/h)	Emission (kg/a)
Brecher	100	'Holzhacker' *	0,0409	4,1
Sieb	100	'Holzhacker'	0,0409	4,1
Bagger	200	'Raupenbagger'	0,0200	4,0
Summe:				12,2

* Für Brecher und Siebe enthält die Datenbank keine Emissionsfaktoren. Daher wird hilfsweise auf den Emissionsfaktor für Holzhacker zurückgegriffen.

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

5.5 Windabwehungen

Staubabwehungen von den ruhenden Lagerhalden (Winderosion) sind gering, da Abwehungen instationäre Vorgänge darstellen, bei denen die an der Oberfläche vorhandenen Feinpartikel bereits nach dem ersten Windangriff abgeweht sind.

Windabwehungen können nach VDI-Richtlinie 3790, Blatt 2 (2017) oberhalb von Stundenmittelwerten der Windgeschwindigkeiten von 4 bis 5 m/s auftreten. Da es einen Zusammenhang zwischen dem Jahresmittelwert der Windgeschwindigkeit und der Anzahl der Stundenmittel oberhalb von 4 bis 5 m/s gibt, kann gemäß der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 2 bei Jahresmittelwerten der Windgeschwindigkeit von weniger als 2 bis 3 m/s, gemessen in 10 m Höhe, die Winderosion in

der Regel vernachlässigt werden. Dies wird im Leitfaden der LUBW (LUBW (2021)), der eine Vereinheitlichung der Emissionsansätze gewährleisten soll, konkretisiert. Danach kann der Emissionsbeitrag der Winderosion bei Jahresmittelwerten der Windgeschwindigkeit von weniger als 3 m/s vernachlässigt werden (siehe Tabelle 5.27 auf Seite 39 des Berichtes, in der erst ab 3 m/s Emissionsfaktoren angegeben sind).

Da die mittlere Windgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet nur 2,8 m/s beträgt (siehe Kapitel 7.5), können Windabwehungen von den ruhenden Halden vernachlässigt werden.

Konservativ werden dennoch Windabwehungen berücksichtigt, die in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 3790, Blatt 2 (2017) abgeschätzt werden. 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 pro Woche umgeschlagene Jahresmenge der Feinfraktion (0/16) ganzjährig zur Windabwehung beiträgt. Der Grund hierfür ist, dass die Oberfläche vergleichsweise frisch ist und abwehungsfähiges Material enthalten kann. Die entsprechenden Mengen werden auf Kegelhalden mit einer Höhe von etwa 4 m verteilt, wodurch sich eine vergleichsweise große Oberfläche ergibt. Der Haldenwinkel wird mit 50° angesetzt. Mit diesen konservativen Ansätzen sind etwaige Abwehungen von anderen Schüttgütern abgedeckt.

Damit errechnet sich die in Tabelle 5-6 angegebene Fläche, von der Abwehungen stattfinden.

Tabelle 5-6: Parameter zur Berechnung der abwehungsfähigen Fläche

Quelle	Menge			Halden	Mantelfläche	Angesetzte Fläche
	t/a	m³/a	m³/Woche	Anzahl	m²	m²
Outputbereich	2.625	1.458	28	2	80	200

Gemäß VDI-Richtlinie 3790, Blatt 2 (2000) wird ein Emissionsfaktor von 10 kg Staub/(ha·h) angesetzt, der oberhalb einer Windgeschwindigkeit von 5 m/s wirksam ist. Die für den Standort repräsentative meteorologische Zeitreihe weist während 1.260 h/a Windgeschwindigkeiten ≥ 5 m/s auf.

Damit berechnet sich der Staubmassenstrom durch Windabwehungen zu 252 kg/a (siehe Tabelle 5-7).

Tabelle 5-7: Diffuse Staubemissionen durch Windabwehungen

Quelle	Fläche		Staubmassenstrom
	m ²	ha	kg/a
Outputbereich	200	0,020	252
Summe:			252

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

5.6 Gesamtemission

In Tabelle 5-8 sind die Emissionen zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 5-8: Diffuse Staubemissionen für unterschiedliche Korngrößen in kg/a

Quelle	Staub-Korngrößenklasse			Gesamt
	< 2,5 µm	2,5 bis 10 µm	> 10 µm	
Umschlag- und Aufbereitungsvorgänge	75	277	1.056	1.408
Fahrbewegungen der Radlader	6	58	165	229
Lkw-Fahrbewegungen	17	133	400	550
Auspuffemissionen	12	0	0	12
Windabwehungen	63	63	126	252
Gesamt	173	532	1.747	2.452

5.7 Vergleich mit dem Bagatellmassenstrom

Legt man eine Betriebszeit von 2.400 h/a (8 pro Tag an 300 Arbeitstagen) zugrunde, so errechnen sich die in der folgenden Tabelle aufgeführten Massenströme.

Tabelle 5-9: Staubemission und Massenströme

Schadstoff	Emissionsmassenstrom		Bagatellmassenstrom
	kg/a	kg/h	kg/h
Gesamtstaub	2.452	0,98	0,10
Partikel PM ₁₀	705	0,28	0,08
Partikel PM _{2,5}	173	0,07	0,05

In der letzten Spalte der Tabelle 5-9 sind die für diffuse Quellen geltenden Bagatellmassenströme nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft (2021) aufgeführt. Diese werden überschritten, so dass die Staubimmissionen zu ermitteln sind.

6 Beurteilungsgrundlagen

6.1 Immissionswerte

Gemäß Nr. 4.2.1 der TA Luft (2021) sind folgende Immissionswerte einzuhalten, damit der Schutz der menschlichen Gesundheit sichergestellt ist:

- Jahresmittelwert der Partikelkonzentration PM₁₀: 40 µg/m³
- Konzentration, die pro Jahr von 35 Tagesmittelwerten der Partikelkonzentration (PM₁₀) überschritten wird: 50 µg/m³
- Jahresmittelwert der Partikelkonzentration PM_{2,5}: 25 µg/m³

Darüber hinaus ist in Nr. 4.3.1.1 der TA Luft ein Immissionswert zum Schutz vor erheblichen Belästigungen und Nachteilen festgelegt:

- Jahresmittelwert des Staubniederschlags: 0,35 g/(m²·d)

Tabelle 6-1 enthält eine Zusammenstellung der Immissionsbeurteilungswerte.

Tabelle 6-1: Immissionswerte nach TA Luft (2021)

Stoff	Immissionswert	Mittelungszeitraum	Zulässige Überschreitungshäufigkeit im Jahr	Schutzziel
Partikel PM ₁₀	40 µg/m ³	Jahr	–	Schutz der menschlichen Gesundheit
	50 µg/m ³	Tag	35 ¹	
Partikel PM _{2,5}	25 µg/m ³	Jahr	–	Schutz vor erheblichen Belästigungen oder Nachteilen
Staubniederschlag	0,35 g/(m ² ·d)	Jahr	–	

¹ Bei einem Jahreswert von unter 28 µg/m³ gilt der auf den Tag bezogene Immissionswert als eingehalten.

Wenn die in Tabelle 6-1 aufgeführten Immissionswerte eingehalten werden, ist gemäß Nr. 4.2.1 und Nr. 4.3.1.1 der TA Luft der Schutz vor Gesundheitsgefahren und erheblichen Belästigungen/Nachteilen sichergestellt.

6.2 Irrelevanzschwellen

Der Immissionsbeitrag einer Anlage wird als irrelevant bezeichnet, wenn am Beurteilungspunkt maximaler Zusatzbelastung die Irrelevanzschwelle nicht überschritten wird. Tabelle 6-2 enthält die Irrelevanzschwellen gemäß den Nummern 4.2.2 und 4.3.1.2 der TA Luft.

Tabelle 6-2: Irrelevanzschwellen (Jahresmittelwerte)

Stoff	Irrelevanzschwelle	Quelle
Partikel PM ₁₀	3,0 % des Immissionswerts	Nr. 4.2.2 TA Luft (2021)
Partikel PM _{2,5}		
Staubniederschlag	10,5 mg/(m ² ·d)	Nr. 4.3.1.2 TA Luft (2021)

Bei Einhaltung der Irrelevanzschwellen ist gemäß Nr. 4.1 der TA Luft davon auszugehen, dass von der Anlage keine schädlichen Umwelteinwirkungen hervorgerufen werden. In der Praxis bedeutet dies, dass die Vorbelastung und Gesamtbelastung für diejenigen Schadstoffe, deren Zusatzbelastung die Irrelevanzschwelle einhält, nicht ermittelt werden muss.

Überschreitet der Immissionsbeitrag der Anlage die Irrelevanzschwelle, so ist zu prüfen, ob die aus der Vorbelastung und der anlagenbedingten Zusatzbelastung ermittelte Gesamtbelastung die Immissionswerte einhält.

7 Meteorologische Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnung

7.1 Allgemeines

Die Ausbreitung der Stäube wird wesentlich von den meteorologischen Parametern Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Turbulenzzustand der Atmosphäre und Niederschlagsintensität bestimmt. Der Turbulenzzustand wird durch Ausbreitungsklassen beschrieben, die ein Maß für das ‚Verdünnungsvermögen‘ der Atmosphäre sind. Die Eigenschaften der Ausbreitungsklassen sind in Tabelle 7-1 beschrieben.

Tabelle 7-1: Eigenschaften der Ausbreitungsklassen

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

Für die Ausbreitungsrechnung sind die meteorologischen Randbedingungen in Form einer Zeitreihe (AKTerm) oder einer Häufigkeitsverteilung (AKS) der Windrichtungen, Windge-

schwindigkeiten, Ausbreitungsklassen und Niederschlagsintensität 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 Tätigkeiten tagsüber stattfinden.

7.2 Meteorologische Daten

Da in der näheren Umgebung keine meteorologischen Messungen durchgeführt werden, die als Grundlage für Ausbreitungsrechnungen geeignet sind, wird auf eine AKTerm zurückgegriffen, die im Rahmen eines von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) finanzierten Projekts berechnet wurde. Der Bezugspunkt der Daten befindet sich 850 m nord-nordöstlich des Betriebsgeländes. Der Einfluss der Geländeunebenheiten und Geländerauigkeiten wird vom diagnostischen Windfeldmodell, das Bestandteil des Ausbreitungsmodells ist, berücksichtigt.

Die Koordinaten des Bezugspunktes der meteorologischen Daten betragen im UTM-32-Netz:

Ostwert:	400 500
Nordwert:	5 318 000

Zur Erstellung der AKTerm werden topografische und meteorologisch-statistische Informationen, sowie Ergebnisse von Modellrechnungen zusammengeführt. Die Ermittlung erfolgt mit dem prognostischen mesoskaligen Modell METRAS PC.

Einschränkungen bei der Verwendung einer synthetischen AKTerm ergeben sich durch die Auflösung bzw. Homogenisierung der vorhandenen Geländestrukturen innerhalb einer Kachel von 500 m x 500 m. Dies bedeutet, dass strömungsdynamische Effekte aufgrund enger Täler oder kleinräumig ausgeprägter Bergkuppen nicht im Detail berücksichtigt sind. Im Berechnungsgebiet der verwendeten AKTerm werden die Strömungsverhältnisse durch die mesoskalige Leitwirkung des Tunibergs beeinflusst, dessen Erhebung im Modell explizit berücksichtigt wird. Somit ist die meteorologische Zeitreihe für das Untersuchungsgebiet geeignet.

7.3 Ermittlung des repräsentativen Jahres und der Ausbreitungsklassen

Für die Ausbreitungsrechnung sind die meteorologischen Randbedingungen in Form einer Jahres-Zeitreihe der Stundenmittelwerte (AKTerm) der Windrichtungen, Windgeschwindigkeiten, Ausbreitungsklassen und des Regenniederschlags erforderlich. Das verwendete Jahr muss für einen mehrjährigen Zeitraum repräsentativ sein.

Die Ermittlung des repräsentativen Jahres und der Ausbreitungsklassen erfolgte durch die metSoft GbR (siehe Anhang 5).

Als repräsentatives Jahr wurde aus einem Zeitraum vom 01.01.2014 bis zum 31.12.2023 das Jahr vom 01.01.2019 bis zum 31.12.2019 ermittelt.

7.4 Niederschlagsdaten

Zur Berücksichtigung der nassen Deposition in der Ausbreitungsrechnung soll entsprechend Anhang 2, Nr. 9.1 TA Luft (2021) eine Zeitreihe der Niederschlagsintensität, die vom Umweltbundesamt zur Verfügung gestellt wird, verwendet werden. Die Zeitreihe soll für das Bezugsjahr der meteorologischen Daten und den Standort gültig sein.

Derzeit liegt beim Umweltbundesamt der Zeitraum 2006 bis 2023 vor, so dass für das Jahr 2019 eine repräsentative Zeitreihe vorhanden ist. Der Gesamtniederschlag beträgt 771 mm. Regenerereignisse liegen während 893 Stunden vor.

7.5 Darstellung der Messdaten

Abbildung 7-1 enthält die Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen. Sie zeichnet sich durch ein primäres Maximum bei Windrichtungen aus Süd-Südwest und ein sekundäres Maximum bei Nord-Nordost aus. Diese sind auf die Kanalisierung der Windströmung entlang des Oberrheintals und den östlich verlaufenden Tuniberg zurückzuführen. Das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit beträgt ca. 2,8 m/s.

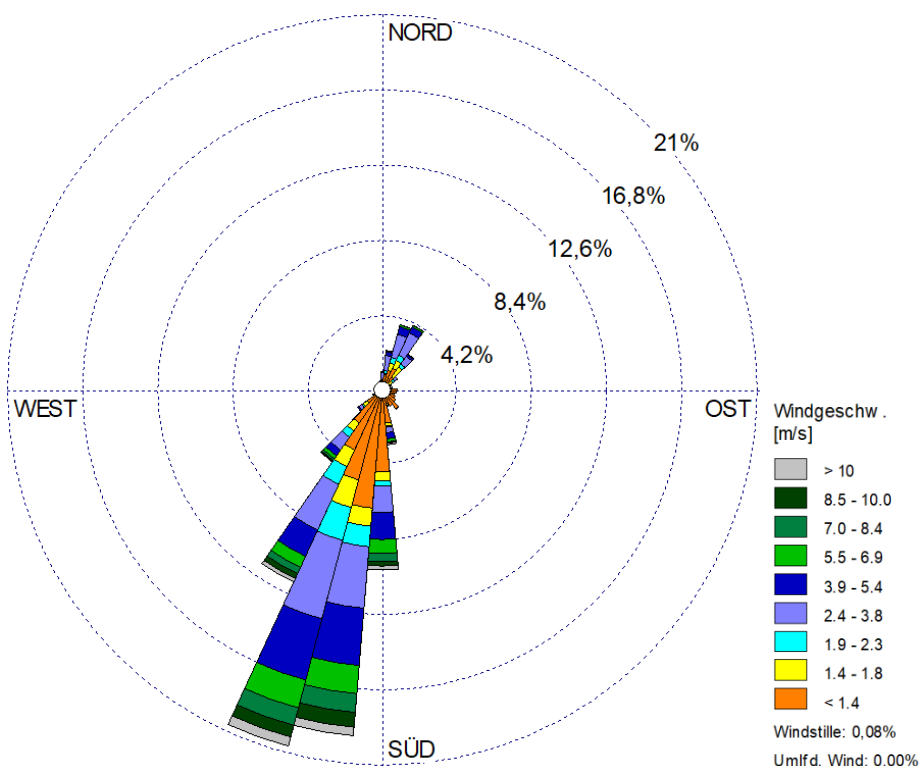


Abbildung 7-1: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen

Die Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen ist in Abbildung 7-2 dargestellt.

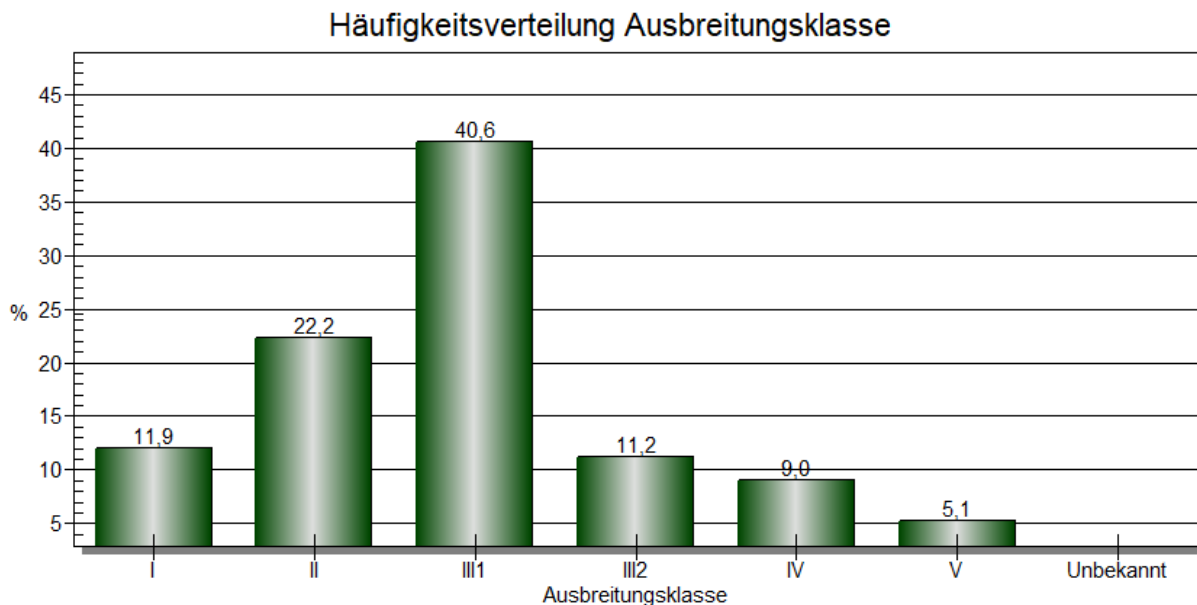


Abbildung 7-2: Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen

Die neutralen Ausbreitungsklassen (III₁ + III₂) sind mit ca. 52 % am stärksten vertreten. Die stabilen Klassen (I + II) treten in 34 % der Fälle auf während die labilen Ausbreitungsklassen (IV + V) eine Häufigkeit von etwa 14 % aufweisen.

7.6 Lokale Windsysteme

Lokale Windsystemen können in Form von nächtlichen Kaltluftabflüssen auftreten. Da Tätigkeiten tagsüber stattfinden, spielen Kaltluftabflüsse für die Ausbreitung der Stäube keine relevante Rolle.

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 7)
- Der Geländeeinfluss (vgl. Anhang 4, Kapitel A4.5)
- Die Lage der Gebäude und die Gebäudehöhen (vgl. Anhang 4, Kapitel A4.6).

- Die Lage der Quellen und die Quellhöhen (vgl. Anhang 4, Kapitel A4.7)

8.2 Beurteilungspunkte

Entsprechend Nr. 4.6.2.6 TA Luft (2021) werden Beurteilungspunkte an Orten festgelegt, an denen die mutmaßlich höchste Gesamtbelastung für nicht nur vorübergehend exponierte Schutzgüter zu erwarten ist. Bezüglich des Schutzes vor Gesundheitsgefahren sind dies die am höchsten beaufschlagten Wohnhäuser (Beurteilungspunkte 1, 2 und 4) sowie die Büro- und Verwaltungsgebäude der umliegenden Betriebe (Beurteilungspunkt 3).

Zusätzlich wird ein Beurteilungspunkt am Schützenverein festgelegt (Beurteilungspunkt 5). Dieser Punkt dient zur Prüfung, ob erhebliche Nachteile oder Belästigungen durch Staubbiederschlag vorliegen (vgl. Nr. 4.3.1 TA Luft).

Da die Emissionen in geringer Höhe freigesetzt werden, sind die Immissionen in größeren Entfernungen geringer, so dass die gewählten Beurteilungspunkte ausreichen. Dies geht auch aus den Abbildungen in Anhang 1 hervor, in denen die flächenhafte Verteilung der Immissionen dargestellt ist.

Tabelle 8-1: Beschreibung und Lage der Beurteilungspunkte

Beurteilungspunkt	Beschreibung	Ost-/Nordwert (UTM 32)
1	Wohnhaus	400814,23 / 5318437,63
2	Wohnhaus	400864,98 / 5318479,11
3	Büro	400873,03 / 5318449,71
4	Wohnhaus	400967,53 / 5318622,15
5	Schützenverein	400918,63 / 5317595,50

Die Lage der Beurteilungspunkte ist in Abbildung 8-1 und Abbildung 8-2 dargestellt.

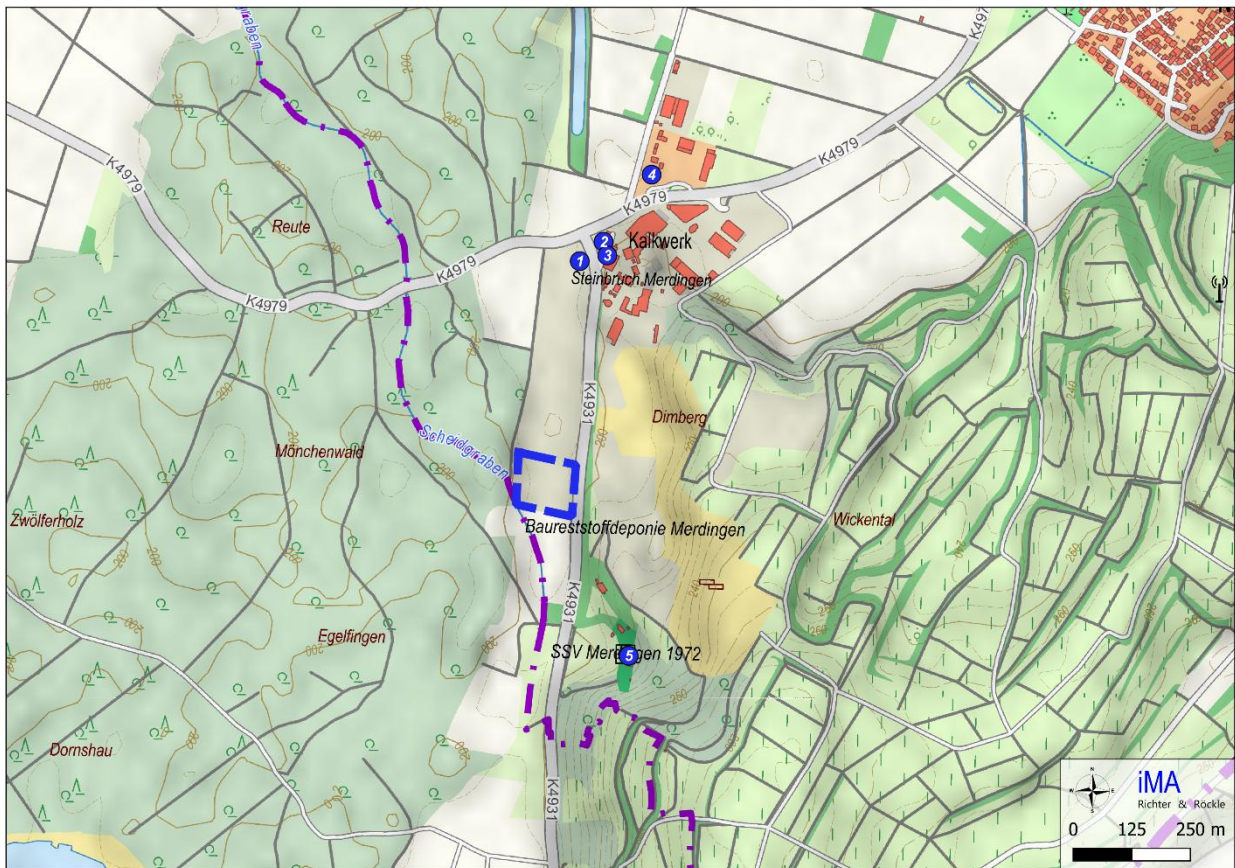


Abbildung 8-1: Lage der Beurteilungspunkte in der topografischen Karte. Das Betriebsgelände ist blau gestrichelt umrandet. (Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2022/2023)

Nach Nr. 8, Anhang 2 der TA Luft (2021) werden die Immissionen als Mittelwert über ein vertikales Intervall vom Erdboden bis 3 m Höhe berechnet und sind damit repräsentativ für eine Höhe von 1,5 m über Grund.

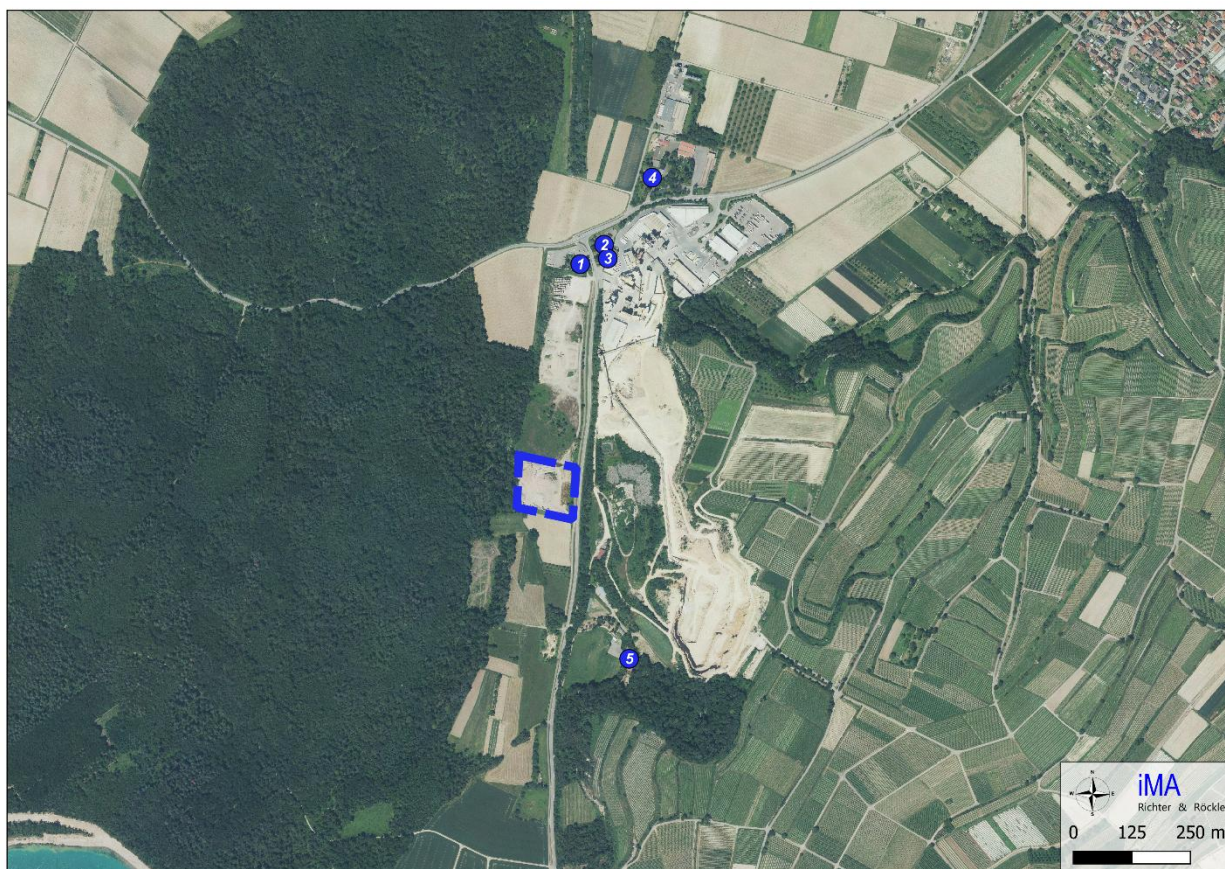


Abbildung 8-2: Lage der Beurteilungspunkte im Luftbild. Das Betriebsgelände ist blau gestrichelt umrandet. (Luftbildgrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2022/2023 © Hexagon)

8.3 Immissionsbeitrag der Anlage (PM₁₀, PM_{2,5}, Staubniederschlag)

Der Immissionsbeitrag der Anlage nach Durchführung der geplanten Änderungen (Gesamtzusatzbelastung) 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.

Tabelle 8-2: Immissionsbeitrag der Fa. Schleith (Jahresmittelwerte). In Klammern: Prozentualer Anteil am Immissionswert. Überschreitungen der Irrelevanzschwelle sind grau unterlegt.

Beurteilungspunkt	Partikel (PM ₁₀) in µg/m ³	Partikel (PM _{2,5}) in µg/m ³	Staubniederschlag in mg/(m ² ·d)
1	0,5 (1 %)	0,16 (1 %)	1,5 (0 %)
2	0,4 (1 %)	0,12 (0 %)	1,2 (0 %)
3	0,4 (1 %)	0,13 (1 %)	1,3 (0 %)

Beurteilungspunkt	Partikel (PM ₁₀) in µg/m ³	Partikel (PM _{2,5}) in µg/m ³	Staubniederschlag in mg/(m ² ·d)
4	0,2 (0 %)	0,07 (0 %)	0,6 (0 %)
5*	- *)	- *)	0,0 (0 %)
Irrelevanzschwelle	1,2 (3,0 %)	0,75 (3,0 %)	10,5
Immissionswert	40 (100 %)	25 (100 %)	350 (100 %)

* Am Schützenhaus wird nur der Staubniederschlag ausgewiesen, da dort kein ständiger Aufenthaltsbereich für Menschen ist.

Die PM₁₀-, PM_{2,5}- und Staubniederschlags-Immissionen halten die Irrelevanzschwelle nach Nr. 4.1 der TA Luft (2021) ein, so dass davon ausgegangen werden kann, dass von diesen Stoffen keine schädlichen Umwelteinwirkungen hervorgerufen werden. Die Ermittlung der Vorbelastung und Gesamtbelastung kann somit entfallen.

9 Zusammenfassung

Die Fa. Schleith GmbH Baugesellschaft plant die Errichtung und den Betrieb einer Anlage zur zeitweiligen Lagerung und Behandlung von nicht gefährlichen Bau- und Abbruchabfällen (Zuordnungswert ≤ Z1.1) auf den Flurstücken 3650, 3651/4 und 3643 der Gemarkung Merdingen. Der überwiegende Anteil der Abfälle umfasst mineralische Stoffe, die teilweise gesiebt, gebrochen und gemischt werden sollen.

Die Inputmenge wird mit 17.500 t/a beantragt. Davon sollen maximal 8.750 t/a t/a aufbereitet werden.

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens nach § 16 BImSchG wurden die Staubemissionen und -immissionen der geplanten Anlage ermittelt. Hierbei wurden konservative Annahmen getroffen, so dass tatsächlich von geringeren Emissionen und Immissionen auszugehen ist.

Die Berechnungen zeigen, dass die Emissionsmassenströme von PM_{2,5}, PM₁₀ und Gesamtstaub die Bagatellmassenströme nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft (2021) überschreiten. Somit waren die Immissionen für PM_{2,5}, PM₁₀ und Gesamtstaub zu ermitteln.

Die PM₁₀-, PM_{2,5}- und Staubniederschlags- Immissionsbeiträge unterschreiten die Irrelevanzschwelle nach Nr. 4.1 der TA Luft (2021), so dass davon ausgegangen werden kann, dass von diesen Stoffen keine schädlichen Umwelteinwirkungen hervorgerufen werden.

Die Vorbelastung wurde konservativ abgeschätzt. Die Gesamtbelastung hält die Immissionswerte an den Beurteilungspunkten ein.

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

Der vorgesehene Wall an der Ost-, Nord- und dem oberen Teil der Westseite (vgl. Abbildung 3-1) des Betriebsgeländes führt zu einer Verringerung der Immissionsbeiträge. Wir empfehlen, den

Wall mit einheimischen Büschen und Bäumen zu bepflanzen. Durch die Reduktion der Windgeschwindigkeit innerhalb des Bewuchses setzen sich die Stäube auf den Blättern ab, so dass die Bepflanzung die Grobstäube zurückhält. Bei Regen werden die Stäube wieder von den Blättern abgewaschen. Es sollten einige immergrüne Büsche eingestreut werden, um auch während der kalten Jahreszeit einen entsprechenden Schutz zu gewähren.

Auf die konservativen Ansätze, die der Emissions- und Immissionsprognose zugrunde liegen, weisen wir hin. Tatsächlich ist von geringeren Emissionen und Immissionen auszugehen.

Die verwaltungsrechtliche Beurteilung bleibt der Genehmigungsbehörde vorbehalten.

Für den Inhalt



Dr. Thorsten Wittemeier
Diplom-Meteorologe
Projektleiter, Sachverständiger



Claus-Jürgen Richter
Diplom-Meteorologe
Geschäftsführer

Dieser Bericht wurde nach den Anforderungen unseres Qualitätsmanagementsystems nach DIN 17025 erstellt. Der Bericht oder Teile daraus dürfen nur für das vorliegende Projekt vervielfältigt oder weitergegeben werden.

Freiburg, den 11.03.2026

Literatur

- 4. BImSchV (2024):** Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Mai 2017 (BGBl. I S. 1440), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. November 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 355) geändert worden ist.
- ABA-VwV (2022):** Allgemeine Verwaltungsvorschrift Abfallbehandlungsanlagen (ABA-VwV) vom 20. Januar 2022 (GMBI. Nr. 4, S. 78) in Kraft getreten am 16. Februar 2022.
- BImSchG (2025):** Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 12. August 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 189) geändert worden ist.
- BMWFJ, B. für W., Familie und Jugend (2013):** Technische Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen.
- BVT (2018):** Durchführungsbeschluss (EU) 2018/1147 der Kommission vom 10. August 2018 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates für die Abfallbehandlung (Bekannt gegeben unter Aktenzeichen C (2018) 5070).
- 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):** EMEP/EEA Air pollutant emission inventory guidebook 2016. European Environment Agency.
- EPA (2011):** AP42, Fifth Edition, Volume I, Chapter 13: Miscellaneous Sources: 13.2.1 Paved Roads. EPA's Office of Mobile Sources, Ann Arbor
- HBEFA (2019):** Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs Version 4.1.
- Janicke, U. (2024):** AUSTAL – Programmbeschreibung zu Version 3.3. Stand 2024-03-22. Ingenieurbüro Janicke (Umweltbundesamt, Dessau).
- Kummer, V., N. van der Pütten, H. Schneble, R. Wagner & H.-J. Winkels (2010):** Ermittlung des PM10-Anteils an den Gesamtstaubemissionen von Bauschutttaufbereitungsanlagen. (Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft)70 Nr. 11/12: 478–482.
- Leuthold, S. (2011):** Minderung diffuser Staubemissionen bei mobilen Brechern. Ergebnisse eines Projektes im Rahmen des Umweltforschungsplans. . VDI-Bericht, 123–132S.
- LUBW (2021):** Ermittlung von Emissionsfaktoren diffuser Stäube. Bereitstellung einer Arbeitshilfe für die Immissionsschutzbehörden in Baden-Württemberg. <https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/10150>.

- Rühling, A., L. Krempl, K. Henkenhaf & M. Kortner (2022):** Diffuse Staubemissionen – Vergleich der Emissionsberechnung für Umschlagvorgänge nach VDI 3790 Blatt 3 mit anderen Berechnungsmethoden. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft (82): 247–252.
- Strobl, A. & M. Kuntner (2014):** Österreichische Technische Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen. Teil 1: Diffuse Staubemissionen beim Schüttgutumschlag mineralischer Rohstoffe und Baurestmassen. (11/12)74: 501–504.
- TA Luft (2021):** Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 18. August 2021.
- VDI-Richtlinie 2095, Blatt 1 (2011):** Emissionsminderung - Behandlung von mineralischen Bau- und Abbruchabfällen - Stationäre und mobile Bauschuttzubereitungsanlagen. VDI-Richtlinie 2095, Blatt 1:2011-03.
- VDI-Richtlinie 2095, Blatt 2 (2014):** Emissionsminderung - Lagerung, Umschlag und Behandlung von gemischten Bau- und Abbruchabfällen (auch gemeinsam mit Sperrmüll, sowie Gewerbeabfällen). VDI-Richtlinie 2095, Blatt 2:2014-07.
- VDI-Richtlinie 2095, Blatt 3 (2019):** Emissionsminderung - Abfallbehandlung - Anlagen zur Behandlung von Abfallgemischen aus der haushaltsnahen Wertstoffeffassung und von gemischten Gewerbeabfällen. VDI-Richtlinie 2095, Blatt 3:2019-03.
- VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13 (2010):** Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz - Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft. VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13.
- VDI-Richtlinie 3790, Blatt 2 (2000):** Umweltmeteorologie - Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen Deponien. VDI-Richtlinie 3790, Blatt 2:2000-12.
- VDI-Richtlinie 3790, Blatt 2 (2017):** Umweltmeteorologie - Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen Deponien. VDI-Richtlinie 3790, Blatt 2:2017-06.
- VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 (2010):** Umweltmeteorologie - Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen - Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern. VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3:2010-01.
- VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 (2018):** Umweltmeteorologie - Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen - Staubemissionen durch Fahrzeugbewegungen auf gewerblich/industriellem Betriebsgelände. VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4:2018-09.

Anhang:

Anhang 1: Abbildungen

Anhang 2: Grundlagen zur Ermittlung der Emissionen

Anhang 3: Emissionsmassenströme

Anhang 4: Ausbreitungsrechnungen

Anhang 5: Ermittlung des repräsentativen Jahres

Anhang 6: Protokolldateien

Anhang 1: Abbildungen

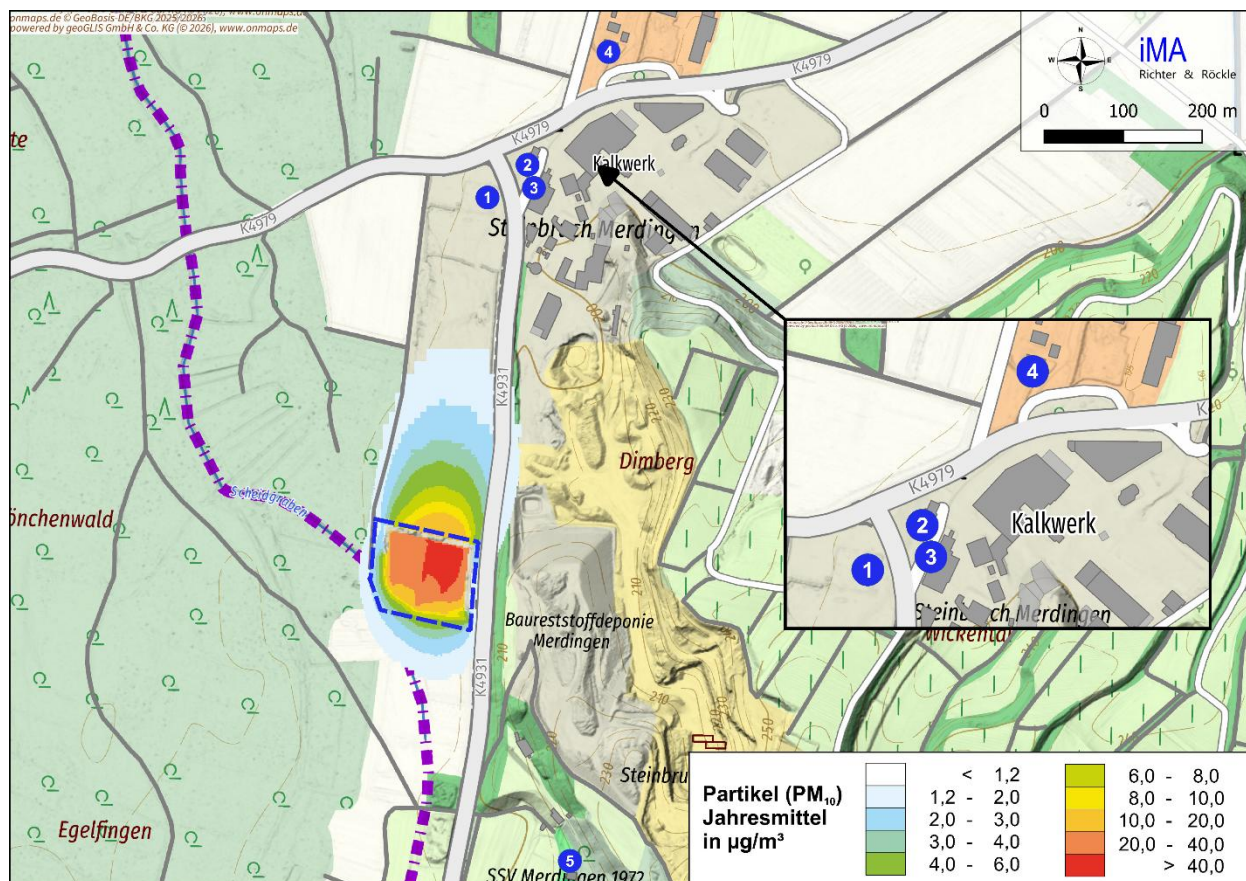


Abbildung A1-1: PM₁₀-Immissionsbeitrag der Anlage.

Jahresmittelwerte in µg/m³. Die Beurteilungspunkte sind durch blaue Kreise dargestellt.

Immissionswert: 40 µg/m³; Irrelevanzschwelle: 1,2 µg/m³

(Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2026)

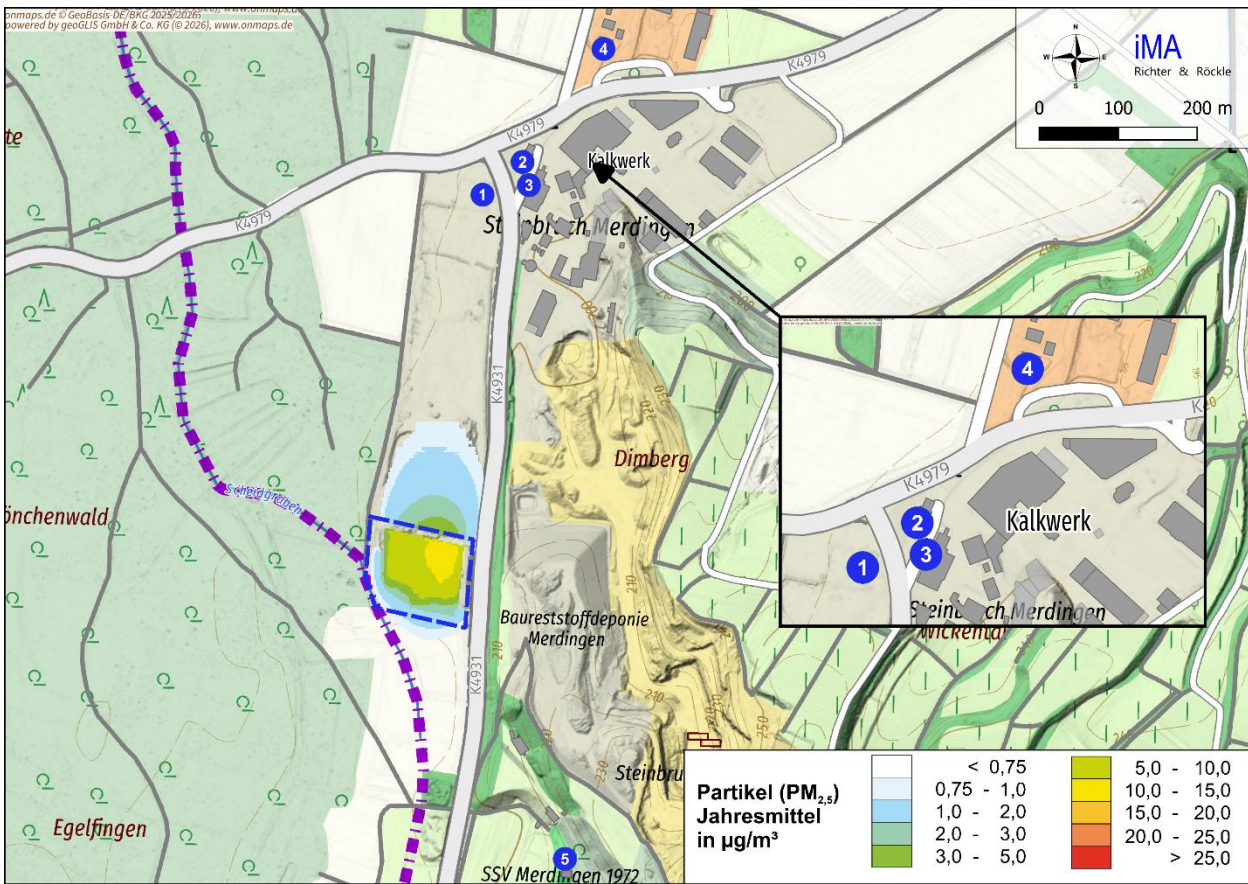


Abbildung A1-2: PM_{2,5}-Immissionsbeitrag der Anlage.

Jahresmittelwerte in µg/m³. Die Beurteilungspunkte sind durch blaue Kreise dargestellt.

Immissionswert: 25 µg/m³; Irrelevanzschwelle: 0,75 µg/m³

(Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2026)

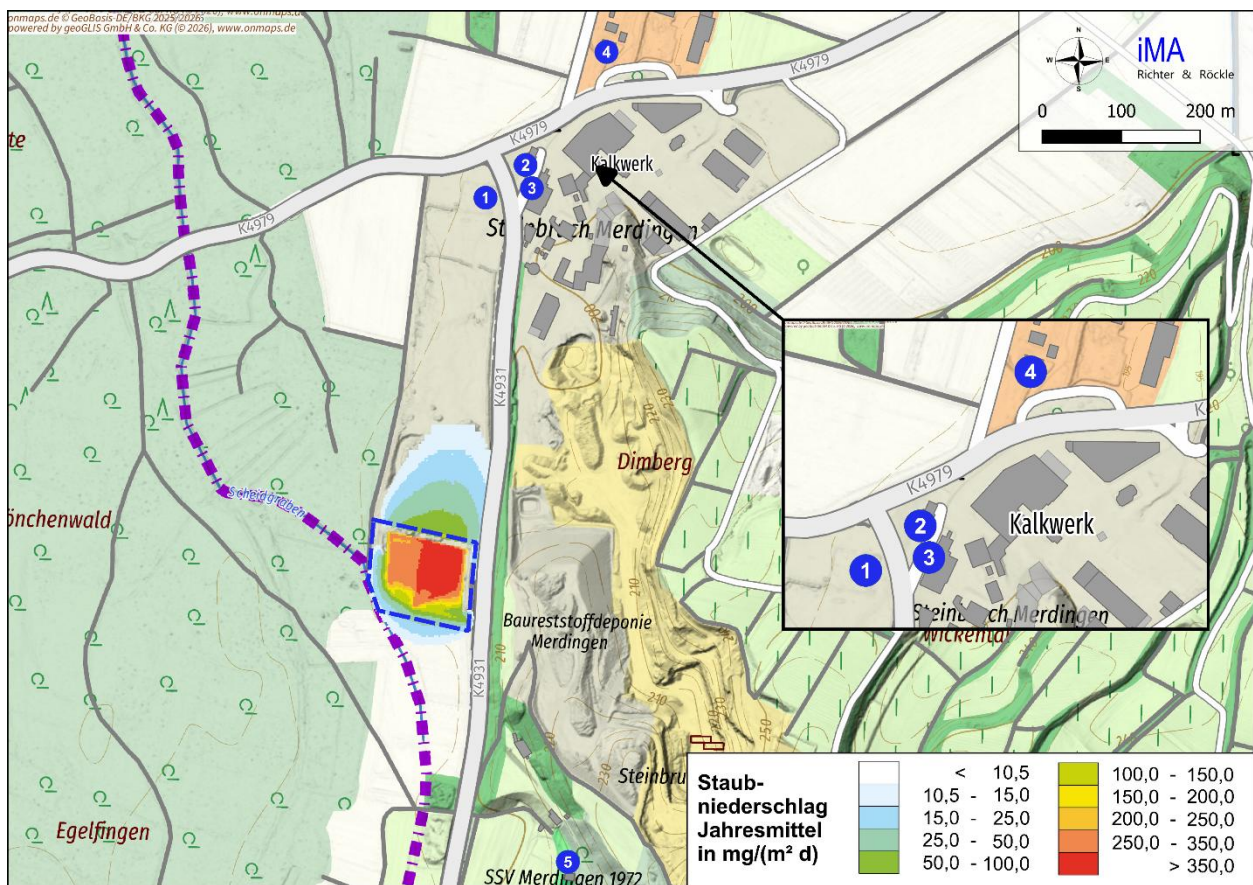


Abbildung A1-3: Staubniederschlags-Immissionsbeitrag der Anlage. Die Beurteilungspunkte sind durch blaue Kreise dargestellt.

Jahresmittelwerte in $g/(m^2 \cdot d)$

Immissionswert: $0,35 g/(m^2 \cdot d)$; Irrelevanzschwelle: $10,5 mg/(m^2 \cdot d)$

(Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2026)

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 (2010), 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 (2010) 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 (2010), 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 $[\text{g}/\text{t}_{Gut} \cdot \text{m}^3/\text{t}_{Gut}]$

ρ_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 (2010), 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.

ρ_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

Zur Berechnung der Emissionsmassenströme durch Umschlagvorgänge werden folgende Ansätze getroffen:

Staubneigungsklasse:

Die Staubneigung der umgeschlagenen Materialien wird in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 (2010) festgelegt. Als weitere Informationsquelle wird ein Bericht der LUBW (2021) herangezogen, in dem die Staubneigungsklassen für unterschiedliche Materialien angegeben sind.

- Mineralischen Materialien (bestehend aus z. B. Bauschutt, Kies, Geröll, Sande, Steine und weitere mineralische Stoffe) werden in der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 in der Regel Staubneigungen zwischen 2 ('nicht wahrnehmbar') und 3 ('schwach staubend') zugeordnet. Die Staubneigung 3 wird konservativ für Bauschutt angesetzt.
- Bei den angelieferten Abfällen der Materialgruppe Böden/Mineralik handelt es sich um Erdaushub in erdfeuchtem Zustand, der direkt von Baustellen angeliefert wird. Für erdfeuchtes Material sieht die VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 die Staubneigungsklasse 2 vor, die entsprechend für das frisch angelieferte Material angesetzt wird. Die Lagerung der Böden in den Inputhalden kann zu einer oberflächlichen Abtrocknung und damit zu einer Erhöhung der Staubneigung führen. Bei trockenem Wetter ist ggf. durch Befeuchtungsmaßnahmen ein erdfeuchter Zustand herzustellen, insbesondere vor Umschlagvorgängen (vgl. Nr. 9 in Kapitel 4).
- Die weiteren Abfallarten weisen ebenfalls größtenteils Staubneigungen zwischen 2 ('nicht wahrnehmbar') und 3 ('schwach staubend') auf und müssen aufgrund der konservativen Ansätze nicht gesondert betrachtet werden.

Die angesetzte Staubneigungsklasse sowie weitere Materialparameter sind in den folgenden Tabellen zusammengefasst:

Tabelle A2-2: Durchsatzmengen und Materialparameter

Material	Schütt- dichte	Umschlag- menge	Bemerkung	Staubnei- gung
	t/m ³	t/a		
Bauschutt	1,8	8.750	<ul style="list-style-type: none"> • Brechen • Sieben 	3
Boden und Steine	1,6	8.750		2
Summe		17.500		

Umfeldfaktor:

Über den Umfeldfaktor k_U wird entsprechend VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 (2010) die emissionsmindernde Wirkung von Bauwerken, Halden usw. berücksichtigt. So ist gemäß VDI 3790, Blatt 3

- $k_U = 1$ in hindernisfreier Umgebung,
- $k_U = 0,9$ bei einer Schüttguthalde und
- $k_U = 0,8$ bei einer Lagerbox

anzusetzen.

Befeuchtungsmaßnahmen:

- Aufgrund der eingesetzten Befeuchtungsmaßnahmen am mobilen Brecher bzw. Sieb wird eine Emissionsminderung von 70 % angesetzt. Untersuchungen des Umweltbundesamtes (Leuthold (2011)) zeigen, dass durch Befeuchtungsmaßnahmen an Brechern für Bauschutt eine Minderung von 80 % bis 90 % erreicht wird.

Abwurfhöhen:

- Die Abwurfhöhe der anliefernden Lkw wird mit einem Mittelwert von 1 m angesetzt.
- Die Abwurfhöhe der Radlader beim Aufhalden wird mit einem Mittelwert von 0,5 m angesetzt.
- Die Abwurfhöhe der Radlader bzw. Bagger auf Halde, in Lkw oder in den Aufgabetrichter wird mit einem Mittelwert von 1 m angesetzt.
- Die Abwurfhöhe zwischen den Förderbändern wird mit einem Mittelwert von 0,5 m angesetzt.
- Die Abwurfhöhe aus den Austragsbändern der Aufbereitungsaggregate (Sieb) wird mit einem Mittelwert von 1,5 m angesetzt.

Weitere Ansätze:

- Der PM_{10} -Anteil (Staubkorngrößen kleiner als $10 \mu m$) 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.

A2.2 *Fahrbewegungen auf befestigtem Untergrund*

Die Fahrbewegungen erfolgen im Eingangsbereich auf asphaltierten oder vergleichbar befestigten Fahrwegen. Für derartige 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 korngößenabhängige Parameter.

Die **Anzahl der Fahrbewegungen** wird gemäß VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 anhand der durchschnittlichen Zuladungen der Lkw entsprechend Tabelle A2-3 berechnet.

Tabelle A2-3: Berechnung der Anzahl der Fahrbewegungen

Material	Umschlagmenge (t/a)	Zuladung (t)		Anzahl Fahrten/a	
		Input	Output	Input	Output
Bauschutt	8.750	26	26	337	337
Boden und Steine	8.750	26	26	337	337
Durchschnitt bzw. Summe		26,0	26,0	673	673
		26,0		1.346	

Die **Fahrweglänge** der Lkw je Anlieferung bzw. je Abholung wird gemäß Tabelle A2-4 ermittelt. Der erste Fahrweg-Teilabschnitt im asphaltierten Eingangsbereich wird auf dem Hin- und Rückweg befahren und werden daher doppelt berücksichtigt.

Die Länge der zurückgelegten Fahrwege wird über die digitalisierten Teilabschnitte der Quellen (siehe Kapitel A4.7 in Anhang 4) ermittelt.

Um zusätzliche innerbetriebliche Fahrten zu berücksichtigen, 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.

Tabelle A2-4: Länge der Fahrstrecken zum Transport der unterschiedlichen Abfallsorten. Die digitalisierten Flächenquellen können Tabelle A4-4 auf S. 56 entnommen werden. Alle Werte in m.

Quellname	Länge	Fahrten Input	Fahrten Output	Fahrten befestigt
LKW-Teilstrecke 1	71,3			143 (2x)
LKW-Teilstrecke 2	85,2	85	85	
LKW-Teilstrecke 3	53,0	53		
LKW-Teilstrecke 4	56,5	56		

Quellname	Länge	Fahrten Input	Fahrten Output	Fahrten befestigt
LKW-Teilstrecke 5	24,6	25		
LKW-Teilstrecke 6	33,5	34		
LKW-Teilstrecke 7	34,5		69 (2x)	
LKW-Teilstrecke 8	57,1		114 (2x)	
Zwischensumme		252,8	268,5	142,5
Zuschlag 10 %		25,3	26,9	14,3
Zuschlag 20 m		20,0	20,0	20,0
Summe		298,1	315,4	176,8
Ansatz Gutachten		300	320	180

Die **Weglängen der Radladerfahrbewegungen** werden individuell auf die jeweiligen Anwendungszwecke festgelegt. Die gewählten Fahrweglängen können Anhang 3 entnommen werden.

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/m² angegeben. Die Fahrwege auf dem Betriebsgelände werden regelmäßig gereinigt.

Für Fahrten mit einer 'mäßigen' Staubbeladung mit sichtbarer Staubeentwicklung kann nach Angaben von Strobl & Kuntner (2014) eine Feinkornauflage von 5 g/m² angesetzt werden. Dabei sind noch keine Emissionsminderungsmaßnahmen berücksichtigt.

Die Radladerfahrten erfolgen auf dem geschotterten Teil des Geländes und werden als 'unbefestigt' angesetzt (siehe Kapitel A2.3).

Als **Emissionsminderungsmaßnahme** wird für Lkw-Fahrten gemäß VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 die Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit von 30 km/h auf 10 km/h über eine Kennzahl zur Maßnahmenwirksamkeit von 0,4 berücksichtigt (siehe auch LUBW (2021)).

Die mittleren **Fahrzeuggewichte** sind in Tabelle A2-5 aufgeführt.

Tabelle A2-5: Durchschnittliche Gewichte der eingesetzten Fahrzeuge in t

Fahrzeug	Leergewicht	Zuladung	Gesamtgewicht	mittleres Gewicht
LKW	14	26	40	27
Radlader (z. B. Liebherr L 580)	28	4	32	30

Die Anzahl der **Niederschlagstage** (Tage mit täglichen Niederschlagsmengen über 1 mm) liegt entsprechend VDI-Richtlinie 3790 Blatt 4 Bild A1 zwischen 121 und 130 Niederschlagstagen pro Jahr. Für die Prognose werden konservativ 130 Niederschlagstage angesetzt.

Damit berechnet sich die Staubemission auf den asphaltierten Fahrwegen (Aufwirbelung von

aufliegendem Feinkorn) gemäß VDI 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_{Kgv}	Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung (siehe Tabelle A2-6)
sL in g/m ²	Schluff-Auflage des Fahrbahnbelags
W in t	Mittlere Masse der Fahrzeugflotte
p	Anzahl der Tage pro Jahr mit mindestens 1 mm natürlicher Niederschlag
k_M	Kennzahl für Maßnahmenwirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen

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

Tabelle A2-6: Korngrößenabhängige Exponenten.

Bezeichnung	PM-2.5	PM-10	PM-30
k_{Kgv}	0,15	0,62	3,23

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

Tabelle A2-7: Berechnung des Emissionsfaktors für befestigte Fahrwege je Fahrzeug nach VDI 3790, Blatt 4.

Bezeichnung	Lkw
Leergewicht, Flottenmittel (t)	14,0
Zuladung, Flottenmittel (t)	26,0
mittleres Gewicht W (t)	27,0
Anzahl der Regentage mit Regenmenge > 1 mm p	120
Schluff-Auflage des Fahrbahnbelags sL (g/m ²)	5
Längenbezogene Emissionsfaktoren (g/km) E	
	PM _{2,5} : 18
	PM ₁₀ : 76
	PM ₃₀ : 395
Emissionen (g/km)	
	pm-1: 18
	pm-2: 58

Bezeichnung		Lkw
	pm-u:	320
Zwischensumme:		395
k_M für Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit		0,4
Emissionen (g/km)	pm-1:	11
	pm-2:	35
	pm-u:	192
Summe:		237

b.) Dieselmotoremissionen

Die Lkw-bedingten Abgasemissionen werden anhand der Emissionsfaktoren des 'HBEFA' (Handbuch Emissionsfaktoren 4.1, HBEFA (2019)) 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_{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 (2016)) verwendet:

Tabelle A2-8: 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	0,0777
Straßenabrieb	0,0205	0,0175	0,0380	0,0760

Emissionsquelle	Korngrößenklasse			Gesamt
	< 2,5 µm	2,5 bis 10 µm	> 10 µm	
Summe:	0,052	0,045	0,057	0,154

d.) Zusammenfassende Darstellung der Emissionsfaktoren

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

Tabelle A2-9: 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)	11,02	34,52	191,72	237,26
Motoremissionen (HBEFA, 2017)	0,340	-	-	0,340
Abriebe (EMEP/EEA, 2016)	0,052	0,045	0,057	0,154
Gesamt	11,4	34,6	191,8	237,8

A2.3 Fahrbewegungen auf unbefestigten Fahrwegen

Der Fahrweg auf dem überwiegenden Teil des Betriebsgeländes ist geschottert und wird im Sinne der Staubaubreitung als unbefestigt betrachtet (siehe Abbildung 3-1 auf S. 9). Für solche Fahrwege sind in der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 unter Nr. 7.1 Berechnungsformeln zur Ermittlung der Staubemissionen angegeben.

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

Eingangsgrößen für die Berechnung sind:

- der Feinkornanteil des Straßenmaterials,
- das mittlere Gewicht der Fahrzeugflotte,
- die Anzahl der Niederschlagstage,
- Emissionsminderungsmaßnahmen

sowie empirische korngrößenabhängige Parameter.

Ein Einflussparameter zur Berechnung der Emissionen unbefestigter Fahrwege ist der prozentuale **Feinkornanteil** des Fahrbahnbelags ('Schluffanteil' s). In der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 sind verschiedene Beispiele für Feinkornanteile aufgeführt. Als Konventionswert wird ein Feinkornanteil von 5,2 % genannt. Der gewichtete Mittelwert über alle Einzelwerte beträgt 7,4 %. Für die Prognose wird konservativ ein Wert von 8 % angesetzt.

Die **Fahrzeuggewichte** sind bereits in Tabelle A2-5 aufgeführt.

Die Anzahl der **Niederschlagstage** (Tage mit täglichen Niederschlagsmengen über 1 mm) wurde in Abschnitt A2.2 erläutert.

Als **Emissionsminderungsmaßnahme** ist gemäß VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 die Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit zu berücksichtigen. Entsprechend LUBW (2021) kann für eine Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit auf 10 km/h eine Maßnahmenwirksamkeit von 0,4 angesetzt werden.

Die Staubemission wird nach Nr. 7.3.1 der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 folgendermaßen berechnet werden:

$$E = k_{Kgv} \cdot \left(\frac{s}{12}\right)^a \cdot \left(\frac{W}{2,7}\right)^b \cdot \left(1 - \frac{p}{365}\right) \cdot (1 - k_M)$$

E in g/(m · Fzg)	Emissionsfaktor für die Staubaufwirbelung aufgrund von Fahrbewegungen
k_{Kgv}	Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung (siehe Tabelle A2-10)
a, b	Korngrößenabhängige Exponenten (siehe Tabelle A2-10)
s in %	Feinkornanteil des Straßenmaterials < 75 µm (bezogen auf Gesamtstaubbelastung)
W in t	Mittleres Gewicht der Fahrzeugflotte
p	Anzahl der Tage pro Jahr mit mindestens 1 mm natürlicher Niederschlag
k_M	Kennzahl für Maßnahmenwirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen

Tabelle A2-10: 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

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 A2-11: Parameter zur Berechnung des Emissionsfaktors

Bezeichnung	LKW	Radlader
Leergewicht (t)	14,0	28,0
Zuladung (t)	26,0	4,3
mittleres Gewicht W (t)	27,0	30,1
Anzahl der Regentage mit Regenmenge > 0,1 mm p	120	120
Feinkornanteil des Straßenmaterials sL (%)	8,0	8,0
Längenbezogene Emissionsfaktoren (g/km) q_T		
PM _{2,5} :	55	58
PM ₁₀ :	554	582
PM ₃₀ :	1.967	2.066
Emissionen ohne k_M (g/km)		
pm-1:	55	58
pm-2:	499	524
pm-u:	1.413	1.484
k_M für Befeuchtung	0	0
k_M für Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit	0,4	0,4
Emissionen (g/km)		
pm-1:	33	35
pm-2:	299	314
pm-u:	848	890
Summe (g/km)	1.180	1.239

b.) Dieselmotoremissionen

Die LKW-bedingten Abgasemissionen wurden bereits in Abschnitt A2.2 b.) (S. 43) erläutert.

c.) Emissionen durch Abrieb

Die Emissionen durch Abriebe (Reifenabrieb, Straßenabrieb, Bremsabrieb) wurden bereits in Abschnitt A2.2 c.) (S. 43) erläutert.

d.) Zusammenfassende Darstellung der Emissionsfaktoren

Aus den oben dargestellten Berechnungsansätzen berechnen sich die folgenden Emissionsfaktoren:

Tabelle A2-12: 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)	33,10	299,45	847,65	1180,20
Motoremissionen (UBA, 2010)	0,340	-	-	0,340
Abriebe (EMEP/EEA, 2016)	0,052	0,045	0,057	0,154
Gesamt	33,5	299,5	847,7	1180,7

Tabelle A2-13: Emissionsfaktoren der Radlader in g/(LKW·km).

Emissionsquelle	Korngrößenklasse			Gesamt
	< 2,5 µm	2,5 bis 10 µm	> 10 µm	
Aufwirbelungen (VDI 3790 Blatt 4)	34,76	314,46	890,14	1239,35
Motoremissionen (UBA, 2010)	0,340	-	-	0,340
Abriebe (EMEP/EEA, 2016)	0,052	0,045	0,057	0,154
Gesamt	35,1	314,5	890,2	1239,8

Anhang 3: Emissionsmassenströme

Umschlag:

Umschlag Inputbereich

Stoff	Volumen	Menge	Staubneigung	Verstaubungskoeffizient a	Abwurfhöhe	K _H	K _{Gerät}	K _{umfeld}	Schüttdichte	Minderung	Emissionsfaktor	Umschlagmenge	Emission
	m ³	t			m				t/m ³		g/t	t/a	kg/a

Abwurf aus LKW:

Bauschutt	14	26	3	32	1	0,42	1,5	1,00	1,80	0%	9,5	8.750	83
Boden und Steine	16	26	2	10	1	0,42	1,5	1,00	1,60	0%	2,7	8.750	23

Aufnahme Radlader zum Aufhalten:

Bauschutt		100*	3	32	-	-	-	0,90	1,80	0%	13,8	4.375	61
Boden und Steine		100*	2	10	-	-	-	0,90	1,60	0%	3,9	4.375	17

Abwurf Radlader (Aufhalten):

Bauschutt	3,5	6,3	3	32	0,5	0,18	1,5	0,90	1,80	0%	7,3	4.375	32
Boden und Steine	3,5	5,6	2	10	0,5	0,18	1,5	0,90	1,60	0%	2,2	4.375	10

Aufnahme Bagger-Greifer für Behandlung:

Bauschutt		700**	3	32	-	-	-	0,90	1,80	0%	5,2	8.750	46
-----------	--	-------	---	----	---	---	---	------	------	----	-----	-------	----

Input **Summe: 271**
Quelle: IN1 **Summe: 136**
Quelle: IN2 **Summe: 136**

Umschlag Outputbereich

Stoff	Volumen	Menge	Staubneigung	Verstaubungskoeffizient a	Abwurfhöhe	K _H	K _{Gerät}	K _{umfeld}	Schüttdichte	Minderung	Emissionsfaktor	Umschlagmenge	Emission
	m ³	t			m				t/m ³		g/t	t/a	kg/a

-> BEHANDLUNG ->

Abwurf Radlader auf Halde:

Bauschutt	3,5	6,3	3	32	1	0,42	1,5	0,70	1,80	0%	13,5	8.750	118
-----------	-----	-----	---	----	---	------	-----	------	------	----	------	-------	-----

Aufnahme Radlader:

Bauschutt		100*	3	32	-	-	-	0,70	1,80	0%	10,8	8.750	94
Boden und Steine		100*	2	10	-	-	-	0,70	1,60	0%	3,0	8.750	26

Abwurf Radlader in LKW:

Bauschutt	3,5	6,3	3	32	1	0,42	1,5	0,70	1,80	0%	13,5	8.750	118
Boden und Steine	3,5	5,6	2	10	1	0,42	1,5	0,70	1,60	0%	4,0	8.750	35

Output **Summe: 392**
Quelle: OUT1 **Summe: 196**
Quelle: OUT2 **Summe: 196**

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
Abwurf Bagger-Greifer in Brecher:													
Bauschutt	2,5	4,5	3	32	1	0,42	2,0	0,90	1,80	70%***	8,2	8.750	72
10 % Rücklauf Überkorn in Brecher:													
Bauschutt		20	3	32	0,5	0,18	1,0	0,90	1,80	70%***	25,3	875	22
Brechvorgang/-austrag (wie Abwurf):													
Bauschutt		200	3	32	0,5	0,18	1,0	0,90	1,80	70%***	8,0	8.750	70
Bauschutt		200	3	32	0,5	0,18	1,0	0,90	1,80	70%***	8,0	875	7
Bandübergabe von Brecher in Sieb:													
Bauschutt		200	3	32	0,5	0,18	1,0	0,90	1,80	70%***	8,0	8.750	70
Bauschutt		200	3	32	0,5	0,18	1,0	0,90	1,80	70%***	8,0	875	7
Siebung/-austrag (wie Abwurf):													
Bauschutt		200	3	32	0,5	0,18	1,0	0,90	1,80	70%***	8,0	8.750	70
Bauschutt		200	3	32	0,5	0,18	1,0	0,90	1,80	70%***	8,0	875	7
Bandabwurf Siebfraktionen:													
Bauschutt	70%	140	3	32	1,5	0,70	1,0	0,90	1,80	70%***	37,8	6.125	231
Bauschutt	30%	60	3	32	1,5	0,70	1,0	0,90	1,80	70%***	57,7	2.625	151
Aufnahme Radlader:													
Bauschutt		100*	3	32	-	-	-	0,90	1,80	70%***	4,1	8.750	36

 *** Befeuchtung **Quelle: AUFBER** **Summe: 744**

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

** für den Vorgang 'Aufnahme ohne Zutrimmung' wird nach VDI 3790, Blatt 3, Bild 7 700 t/Vorgang angesetzt.

Fahrbewegungen Radlader:

Umschlag Inputbereich

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

Aufnahme Radlader zum Aufhalten:

Mauschutt	4.375	Radlader_unbef	6,3	694	10	7	1	1.240	9
Boden und Steine	4.375	Radlader_unbef	5,6	781	10	8	1	1.240	10

Quelle: Input
IN1 Summe: 18
Quelle: IN2 Summe: 9

Umschlag Outputbereich

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

Abwurf Radlader auf Halde:

Mauschutt	8.750	Radlader_unbef	6,3	1.389	80	111	1	1.240	138
-----------	-------	----------------	-----	-------	----	-----	---	-------	-----

Abwurf Radlader in LKW:

Mauschutt	8.750	Radlader_unbef	6,3	1.389	20	28	1	1.240	34
Boden und Steine	8.750	Radlader_unbef	5,6	1.563	20	31	1	1.240	39

Quelle: Output
OUT1 Summe: 211
Quelle: OUT2 Summe: 105

Fahrbewegungen Lkw:

Umschlag Inputbereich

	Fahrtstrecke	Rtg.	Umschlag- menge t/a	Fzg.-Typ	Menge t	Fahrten	Gesamt- strecke m/Fahrt	Jahres- strecke km/a	K _{umfeld}	Emissions- faktor g/(Fzg km)	Emission kg/a
--	--------------	------	---------------------------	----------	------------	---------	-------------------------------	----------------------------	---------------------	------------------------------------	------------------

Anlieferung:

	Fahrten befestigt	i	8.750	LKW_bef	26	337	180	61	1	238	14
	Fahrten Input		8.750	LKW_unbef	26	337	300	101	1	1.181	119
Steine	Fahrten befestigt	i	8.750	LKW_bef	26	337	180	61	1	238	14
Steine	Fahrten Input		8.750	LKW_unbef	26	337	300	101	1	1.181	119

Summe: 267

Umschlag Outputbereich

	Fahrtstrecke	Rtg.	Umschlag- menge t/a	Fzg.-Typ	Menge t	Fahrten	Gesamt- strecke m/Fahrt	Jahres- strecke km/a	K _{umfeld}	Emissions- faktor g/(Fzg km)	Emission kg/a
--	--------------	------	---------------------------	----------	------------	---------	-------------------------------	----------------------------	---------------------	------------------------------------	------------------

Abtransport:

	Fahrten befestigt	o	8.750	LKW_bef	26	337	180	61	1	238	14
	Fahrten Output		8.750	LKW_unbef	26	337	320	108	1	1.181	127
Steine	Fahrten befestigt	o	8.750	LKW_bef	26	337	180	61	1	238	14
Steine	Fahrten Output		8.750	LKW_unbef	26	337	320	108	1	1.181	127

Summe: 283

Rtg.: Fahrtrichtung
i - Input
o - Output
t - Transfer

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 7)
- Der Geländeeinfluss (vgl. Kapitel A4.5)
- Die Lage der Gebäude und die Gebäudehöhen (vgl. Kapitel A4.6).
- Die Lage der Quellen und die Quellhöhen (vgl. Kapitel A4.7)

Die Emissionen werden im Zeitraum zwischen 6:00 und 22:00 Uhr MEZ freigesetzt. Staubemissionen durch Windabwehrung werden ganztags an Stunden mit einer mittleren Windgeschwindigkeit ≥ 5 m/s freigesetzt.

Zur Ermittlung der Staubimmissionen sind gemäß Nummer 4 des Anhangs 2 der TA Luft (2021) die trockene und nasse Deposition und die Sedimentation zu berücksichtigen. Die Berechnung ist für die in Tabelle 14 des Anhangs 2 der TA Luft angegebenen Größenklassen der Korngrößenverteilung der Stäube durchzuführen, wobei jeweils die angegebenen Werte von Depositionsgeschwindigkeit, Sedimentationsgeschwindigkeit, Auswaschfaktor und Auswaschexponent zu verwenden sind. Die entsprechenden Werte sind in Tabelle A4-1 zusammengefasst.

Tabelle A4-1: Korngrößenabhängige Depositions- und Sedimentationsgeschwindigkeit sowie Auswaschfaktor und Auswaschexponent

	< 2,5 μm	2,5 bis 10 μm	> 10 μm
Staub-Klasse nach Anhang 2 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
Auswaschfaktor in 1/s	$0,3 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$4,4 \cdot 10^{-4}$
Auswaschexponent	0,8	0,8	0,8

Zur Berechnung des Staubniederschlags werden die für jede Korngrößenklasse berechneten Depositionen addiert. Die PM_{10} -Konzentration wird durch Summierung der Konzentrationen der Korngrößenklassen pm-1 und pm-2 ermittelt.

A4.2 Verwendetes Ausbreitungsmodell

Die Ausbreitungsrechnungen werden mit dem Ausbreitungsmodell „AUSTAL“ (Janicke (2024)), Version 3.3.0-WI-x vom 22.03.2024, durchgeführt. Dieses Modell entspricht den Anforderungen des Anhangs 2 der TA Luft (2021).

Das Ausbreitungsmodell wird mit der Qualitätsstufe +1 betrieben.

A4.3 Rechengebiet

Die Ausbreitungsrechnung wird für ein Rechengebiet von 5,2 km x 3,9 km durchgeführt. Das Rechengebiet wurde so gewählt, dass die Windmessstation sowie die für die Ausbreitung wesentlichen topografischen Gegebenheiten enthalten sind.

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

Die Gebietsgröße der einzelnen Gitter wird entsprechend den Anforderungen des Anhangs 2 der TA Luft erzeugt. Die Dimensionierung der Rechengitter ist in Tabelle A4-2 aufgeführt.

Tabelle A4-2: Dimensionierung der Modellgitter.

Gitter	Maschenweite	Gebietsgröße	Gitterpunkte
1	2 m	240 m x 268 m	120 x 134
2	4 m	376 m x 376 m	94 x 94
3	8 m	816 m x 528 m	102 x 66
4	16 m	1984 m x 1312 m	124 x 82
5	32 m	4096 m x 2816 m	128 x 88
6	64 m	5248 m x 3904 m	82 x 61

A4.4 Rauigkeitslänge

Als Maß für den Einfluss der Oberflächenbeschaffenheit auf das bodennahe Windprofil wird die Rauigkeitslänge z_0 verwendet. Es handelt sich um eine Größe, die im Wesentlichen durch die Landnutzung bestimmt wird. Im Rahmen der Ausbreitungsrechnung nach TA Luft ist die Rauigkeitslänge entsprechend Anhang 2, Tabelle 15 der TA Luft aus Landnutzungsklassen des Landbedeckungsmodells Deutschland (LBM-DE) des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie zu bestimmen.

Im vorliegenden Fall wird sie im Mittel mit $z_0 = 0,625$ m bestimmt und auf $z_0 = 0,5$ m gerundet. Die Bebauung auf dem Betriebsgelände und in der unmittelbaren Nachbarschaft wird im Ausbreitungsmodell explizit berücksichtigt (siehe Kapitel A4.6). Unter Berücksichtigung der expliziten

Modellierung der Gebäude stimmt die automatisch bestimmte Rauigkeit mit den Verhältnissen vor Ort überein.

A4.5 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten

Nach Nr. 12, Anhang 2 der TA Luft (2021) müssen in der Ausbreitungsrechnung die Geländestrukturen berücksichtigt werden, falls innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7-fachen der Schornsteinbauhöhe (hier: Quellhöhe) und Steigungen von mehr als 1:20 auftreten.

Dieses Kriterium wird im Beurteilungsgebiet erfüllt, so dass der Geländeeinfluss zu berücksichtigen ist.

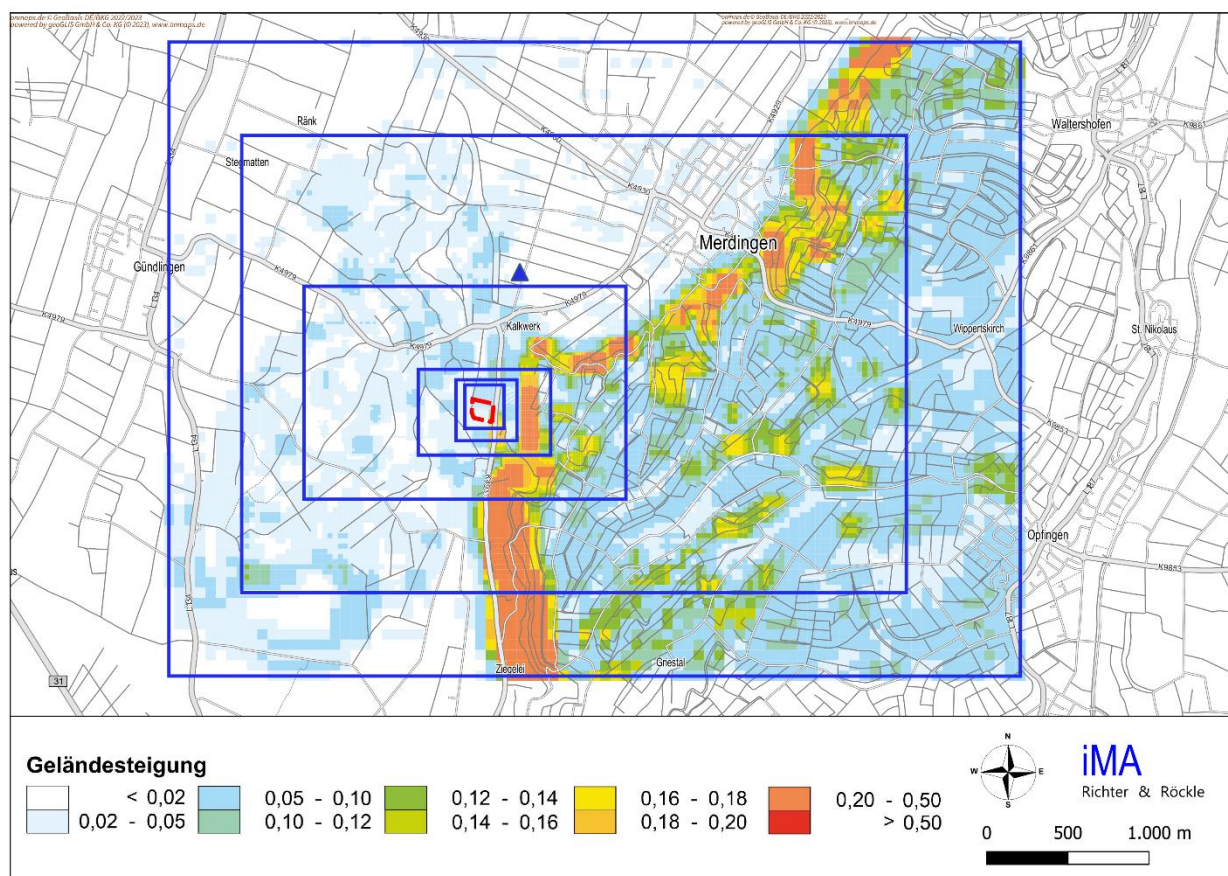


Abbildung A4-1: Geländesteigung und Lage der Rechengitter im Simulationsgebiet.
(Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2022/2023)

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

Gemäß Nr. 12, Anhang 2 der TA Luft (2021) können Geländeunebenheiten mit Hilfe des in AU-STAL integrierten mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodells berücksichtigt werden, wenn die Steigung des Geländes den Wert 1:5 (0,20) nicht überschreitet.

Die Geländesteigungen sind in Abbildung A4-1 dargestellt und in der Protokolldatei 'taldia.log' (siehe Anhang 6) dokumentiert.

Nur am Westrand des Tunibergs wird das Kriterium überschritten. Diese Bereiche liegen in hinreichend großer Distanz von den Emissionsquellen, den Beurteilungspunkten und der Anemometerposition, so dass die Überschreitung des Kriteriums keinen Einfluss auf das Windfeld hat.

Somit kann das diagnostische Windfeldmodell verwendet werden.

Die vom Windfeldmodell ausgewiesene maximale Restdivergenz gibt 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 (VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13 (2010)). Im vorliegenden Fall wird für das Rechengebiet eine maximale Restdivergenz von 0,100 ausgegeben (siehe Anhang 6), so dass kein Indiz vorliegt, dass das berechnete Windfeld für Ausbreitungsrechnungen ungeeignet ist.

A4.6 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 Nr. 11, Anhang 2 TA Luft (2021) 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 und geringer als das 6-fache der Quellhöhe. Gebäude, für die diese Kriterien zutreffen, sind in der folgenden Abbildung dargestellt. Diese wurden digitalisiert. Die Koordinaten und Abmessungen der digitalisierten Gebäude sind in Tabelle A4-3 zusammengefasst.

Tabelle A4-3: Gebäudedimensionen, relativ zum Koordinatenursprung bei Ostwert 32400785 und Nordwert 5318310 (UTM-32)

Gebäude	Ursprung [m]		Ausdehnung [m]			Drehwinkel [°]
			horizontal		vertikal	
	x-Wert	y-Wert	a	b	c	
GEB_1	-97,44	-324,01	35	5,38	2,4	84,82
GEB_2	-99,33	-292,83	112	5,89	2,4	347,17
GEB_3	6,01	-311,27	85	6,01	2,4	265,24

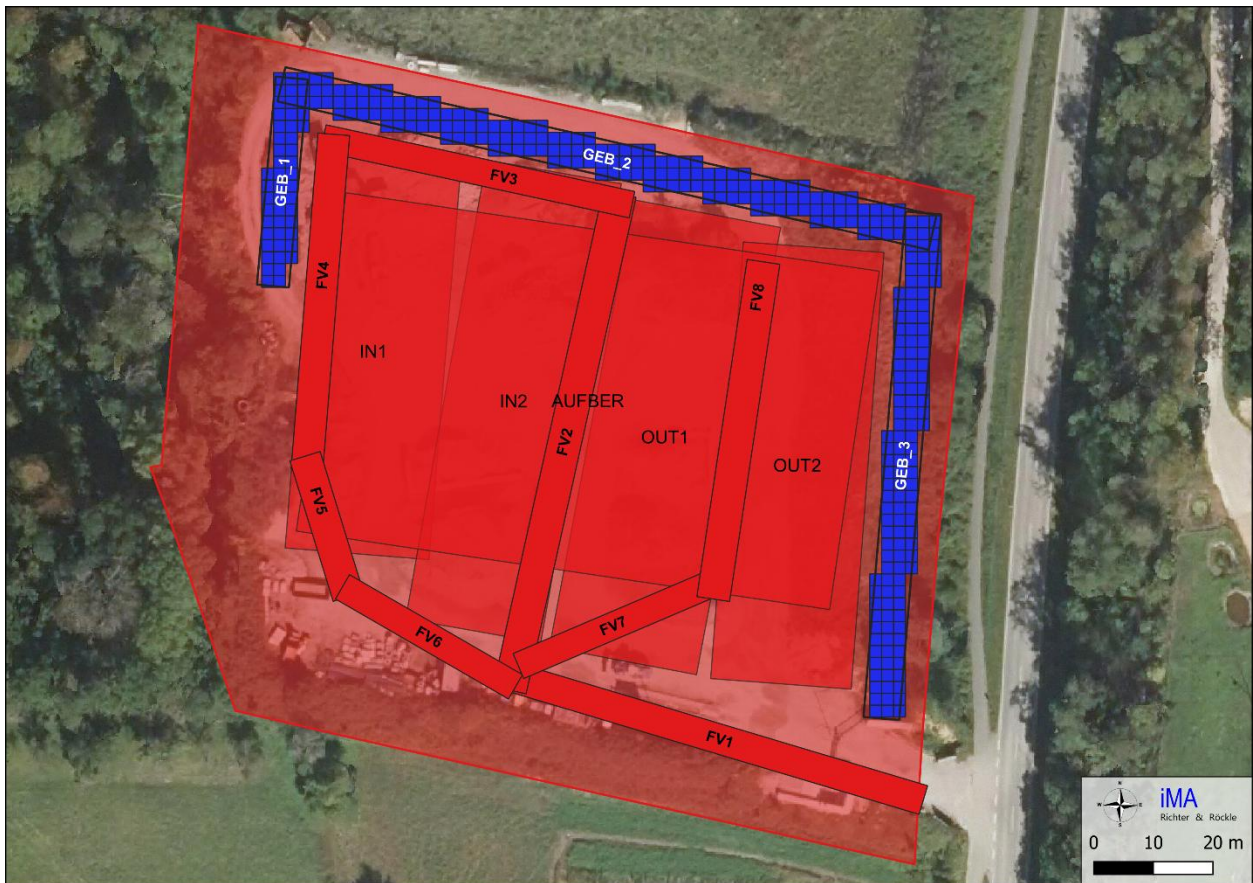


Abbildung A4-2: Digitalisierte Gebäude (blau) und die Lage der digitalisierten Quellen (rot).
(Luftbildgrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2026 © Hexagon)

Die Verwendung des diagnostischen Windfeldmodells entspricht der Vorgabe des Anhangs 2 der TA Luft (2021). Dort wird unter Nr. 11 folgendes ausgeführt: *"Befinden sich die immissionsseitig relevanten Aufpunkte außerhalb des unmittelbaren Einflussbereiches der quellnahen Gebäude (beispielsweise außerhalb der Rezirkulationszonen, siehe Richtlinie VDI 3781 Blatt 4), können die Einflüsse der Bebauung auf das Windfeld und die Turbulenzstruktur mit Hilfe des im Abschlussbericht zum UFOPLAN Vorhaben FKZ 203 43 256 (Janicke et al., 2004) dokumentierten diagnostischen Windfeldmodells für Gebäudeströmung berücksichtigt werden. [...]"*

Im vorliegenden Fall befinden sich die relevanten Aufpunkte nicht im unmittelbaren Einflussbereich der quellnahen Gebäude, so dass das zum Programmsystem AUSTAL gehörende diagnostischen Windfeldmodell TALdia angewendet werden kann.

A4.7 Quellen

Die Lage der Emissionsquellen ist in Abbildung A4-2 dargestellt. Die Quellkoordinaten sind in Tabelle A4-4 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.

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 Ostwert 32400785 und Nordwert 5318310 (UTM-32)

Quelle	Ursprung [m]		Höhe Unterkante [m]	Ausdehnung [m]			Drehwinkel [°]
	x-Wert	y-Wert		horizontal		vertikal	
				a	b	c	
Umschlag, Radladerfahrten, Dieseemissionen:							
IN1	-68,43	-301,85	0	24,21	67,99	3	175,35
IN2	-64,31	-302,64	0	78,07	23,00	3	260,02
OUT1	-39,60	-309,31	0	76,26	25,10	3	259,33
OUT2	-21,20	-316,37	0	73,38	23,65	3	265,71
AUFBER	-96,19	-364,83	0	90,42	57,31	3	351,64
Windabwehung:							
WIND1	-68,43	-301,85	0	24,21	67,99	3	175,35
WIND2	-64,31	-302,64	0	78,07	23,00	3	260,02
WIND3	-39,60	-309,31	0	76,26	25,10	3	259,33
WIND4	-21,20	-316,37	0	73,38	23,65	3	265,71
Lkw-Fahrwege:							
Lkw-Teilstrecke 1	9,71	-407,50	0	71,25	5,01	3	163,36
Lkw-Teilstrecke 2	-57,64	-392,10	0	85,20	5,64	3	77,50
Lkw-Teilstrecke 3	-39,40	-307,93	0	52,98	4,52	3	167,82
Lkw-Teilstrecke 4	-92,56	-298,13	0	56,48	5,33	3	265,42
Lkw-Teilstrecke 5	-97,27	-353,06	0	24,64	5,31	3	287,14
Lkw-Teilstrecke 6	-89,62	-376,21	0	33,51	4,70	3	330,00
Lkw-Teilstrecke 7	-58,04	-389,55	0	34,54	4,56	3	23,07
Lkw-Teilstrecke 8	-23,51	-376,63	0	57,13	5,55	3	81,51

A4.8 Statistische Unsicherheit des Ausbreitungsmodells

Die statistische Streuung der Berechnungsergebnisse hält an den Beurteilungspunkten die in Nr. 10, Anhang 2 TA Luft (2021) definierte Bedingung von höchstens 3 von Hundert des Jahresimmissionswerts höchstens 30 von Hundert des Tagesimmissionswerts ein.

Die statistische Unsicherheit kann der Protokolldatei 'austal.log' in Anhang 6 entnommen werden. Sie liegt an den Aufpunkten in folgendem Bereich:

- PM_{10} : 0,7 % bis 4,2 % (maximal $0,0036 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. 0,009 % des Immissionswerts)
- $PM_{2,5}$: 0,6 % bis 4,2 % (maximal $0,001 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. 0,004 % des Immissionswerts)
- Staubdeposition: 1 % bis 8,3 % (maximal $0,015 \text{ mg}/(\text{m}^2 \text{ d})$ bzw. 0,004 % des Immissionswerts)

Die ausgewiesenen Immissionen wurden um den Beitrag der statistischen Unsicherheit erhöht.

A4.9 Abgasfahnenüberhöhung

Da nur diffuse Quellen vorhanden sind, wird keine Abgasfahnenüberhöhung berücksichtigt.

Anhang 5: Ermittlung des repräsentativen Jahres

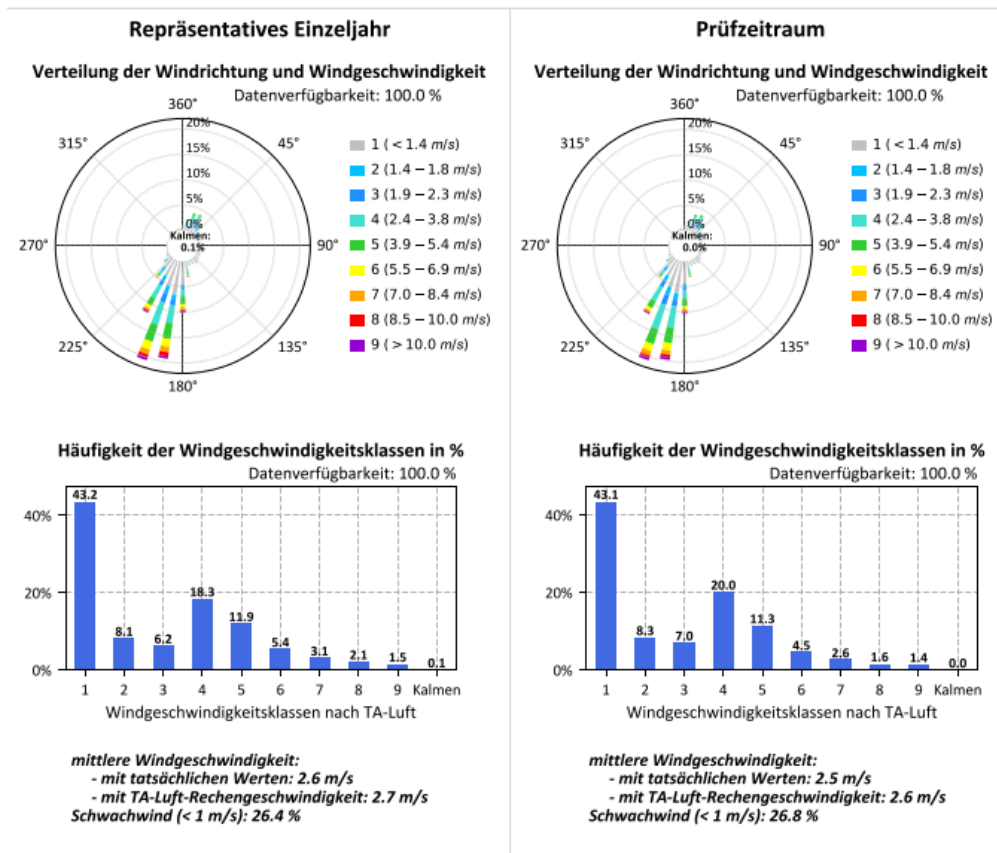
Von der Fa. metsoft, die im Auftrag der LUBW die synthetischen Ausbreitungsklassenzeitreihen erstellt, wurde uns der nachfolgende Text geliefert:

Auswahl eines repräsentativen Jahres nach VDI 3783 Blatt 20 (Ausgabe März 2017) - Prüfbescheinigung -



Standortbezeichnung: *Merdingen*
Produkt: *SynAKTerm*
Zeitraum: *01.01.2014 - 31.12.2023* Dateiname: *E32400500-N5318000_Merdingen_2014-2023_Syn.akt*
Prüfzeitraum: *01.01.2019 - 31.12.2019* *E32400500-N5318000_Merdingen_2019_Syn.akt*

Das repräsentative Jahr wurde auf Basis der in VDI 3783 Blatt 20 Anhang A3 beschriebenen objektiven Auswahlverfahren mit dem Programm AKRep bestimmt. Das AKRep-Rechenprotokoll ist Bestandteil dieser Prüfbescheinigung. In Einzelfällen führen die objektiven Auswahlverfahren zu keinen eindeutigen Ergebnissen. Dann erfolgt die Auswahl des repräsentativen Jahres unter Einbeziehung weiterer Prüfkriterien, insbesondere aus dem Vergleich der unten protokollierten Kenngrößen je Einzeljahr und Verfahren sowie der ebenfalls protokollierten Datenverfügbarkeit je Einzeljahr.



SynAKTerm: E32400500-N5318000_Merdingen_2019_Syn.akt
Repräsentatives Einzeljahr 2019 aus dem Zeitraum 2014-2023 nach VDI 3783 Bl.20 (März 2017)

AKRep: Prüfung des zeitlich repräsentativen Jahres nach VDI 3783 Blatt 20 (Ausgabe 2017-03)	2016	0	0	0
	Summe	0	0	0
	Summe2	0	0	0
AKRep-Version: 03.00	2017	0	0	0
Programmstart: 02.03.2026 at 14:06	Summe	0	0	0
Standortbezeichnung: Merdingen_SynAKTerm_2014...	Summe2	0	0	0
geographische Länge, Breite ('): 7.66677 48.00847	2018	0	0	0
Auswertzeitraum (Jahre): 2014 - 2023	Summe	0	0	0
Ausgewertete Dateien: E32400500-N5318000_2014-2023_Syn.akt	Summe2	0	0	0
Daten enthalten Jahre und Datensätze: (=Jahresstunden)	2019	0	0	0
Jahr 2014 - 8760 Datensätze (=Jahresstunden)	Summe	0	0	0
Jahr 2015 - 8760 Datensätze (=Jahresstunden)	Summe2	0	0	0
Jahr 2016 - 8784 Datensätze (=Jahresstunden)	2020	0	0	0
Jahr 2017 - 8760 Datensätze (=Jahresstunden)	Summe	0	0	0
Jahr 2018 - 8760 Datensätze (=Jahresstunden)	Summe2	0	0	0
Jahr 2019 - 8760 Datensätze (=Jahresstunden)	2021	0	0	0
Jahr 2020 - 8784 Datensätze (=Jahresstunden)	Summe	0	0	0
Jahr 2021 - 8760 Datensätze (=Jahresstunden)	Summe2	0	0	0
Jahr 2022 - 8760 Datensätze (=Jahresstunden)	2022	0	0	0
Jahr 2023 - 8760 Datensätze (=Jahresstunden)	Summe	0	0	0
*****	Summe2	0	0	0
Unzulässige Datenlücken [Std] nach TA Luft (>2 Stunden): (max. 10 Lücken pro Jahr werden gelistet)	2023	0	0	0
	Summe	0	0	0
	Summe2	0	0	0
	2023	0	0	0
	Summe	0	0	0
	Summe2	0	0	0
	2015	0	0	0
	Summe	0	0	0
	Summe2	0	0	0

Ergebnisse nach VDI 3783 Blatt 20 - A3.1 (Verfahren A):

metSoft GmbH
Bottwarbahnstraße 4 * 74081 Heilbronn * Telefon: +49 (0) 7131 39070 90
www.metssoft.de * E-Mail: vertrieb@metssoft.de

Erzeugt am: 02.03.2026
Datenblatt Version 2.4
© Copyright: metSoft GmbH 2026

SynAKTerm: E32400500-N5318000_Merdingen_2019_Syn.akt
Repräsentatives Einzeljahr 2019 aus dem Zeitraum 2014-2023 nach VDI 3783 Bl.20 (März 2017)

Jahr	Chi (A2)	Rang	TQ(A4)	Rang	2015	1.9	1
2014	5.8	5	4.8	8	2016	21.2	7
2015	4.3	2	6.9	2	2017	21.2	8
2016	20.0	7	4.4	9	2018	34.6	9
2017	21.5	8	5.2	6	2019	3.7	3
2018	34.0	9	3.6	10	2020	11.0	6
2019	3.5	1	8.3	1	2021	3.0	2
2020	11.5	6	6.6	4	2022	4.8	4
2021	5.1	3	5.8	5	2023	35.8	10
2022	5.3	4	6.8	3	==> Repräsentatives Jahr gemäß Verfahren A (DWD): 2015		
2023	48.6	10	4.8	7	=====		

==> Repräsentatives Jahr gemäß Verfahren A: 2019

Ergebnisse nach VDI 3783 Blatt 20 - A3.2 (Verfahren B):

Jahr	A_1,n	A_2,n	BG_n	ff(m/s)	Rang
2014	352	469	381	2.27	4
2015	141	100	131	2.49	1
2016	655	2720	1171	2.26	7
2017	2774	801	2281	2.61	9
2018	2304	3611	2631	2.23	10
2019	100	307	152	2.64	2
2020	371	1527	660	2.76	6
2021	255	204	242	2.46	3
2022	662	283	567	2.48	5
2023	576	5602	1832	3.09	8

Vieljähriger Jahresmittelwert: 2.53 m/s
==> Repräsentatives Jahr gemäß Verfahren B: 2015

Ergebnisse nach VDI 3783 Blatt 20 - A3.1 (Verfahren A):
Wichtung Chi nach früherer DWD-Methodik:

Jahr	Chi (A2)	Rang
2014	5.3	5

metSoft GmbH
Bottwarbahnstraße 4 * 74081 Heilbronn * Telefon: +49 (0) 7131 39070 90
www.metssoft.de * E-Mail: vertrieb@metssoft.de

Erzeugt am: 02.03.2026
Datenblatt Version 2.4
© Copyright: metSoft GmbH 2026

Anhang 6: Protokolldateien

Windfeldberechnung (Datei 'taldia.log'; Ausschnitt):

```

2026-03-04 09:14:20 TALdia 3.3.0-WI-x: Berechnung von Windfeldbibliotheken.
Erstellungsdatum des Programms: 2023-08-15 15:36:12
Das Programm läuft auf dem Rechner "THAMES".
===== Beginn der Eingabe =====
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings"
> ti "schleith" 'Projekt-Titel
> ux 32400785 'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5318310 'y-Koordinate des Bezugspunktes
> qs 1 'Qualitätsstufe
> az "F:\26-02-04-FR-Schleith-Merdingen\4-Meteorologie\E32400500-N5318000_Merdingen_2019_Syn.akt"
'AKT-Datei
> xa -285.00 'x-Koordinate des Anemometers
> ya -310.00 'y-Koordinate des Anemometers
> ri ?
> dd 2.0 4.0 8.0 16.0 32.0 64.0 'Zellengröße
(m)
> x0 -160.0 -216.0 -448.0 -1152.0 -1536.0 -1984.0 'x-Koordinate
der l.u. Ecke des Gitters
> nx 120 94 102 124 128 82 'Anzahl
Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -460.0 -536.0 -624.0 -896.0 -1472.0 -1984.0 'y-Koordinate
der l.u. Ecke des Gitters
> ny 134 94 66 82 88 61 'Anzahl
Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 25 25 25 25 25 25 'Anzahl
Gitterzellen in Z-Richtung
> os +NOSTANDARD+SCINOTAT
> hh 0 3.0 5.0 7.0 9.0 11.0 13.0 15.0 17.0 19.0 21.0 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
> gh "schleith.grid" 'Gelände-Datei
> xq -68.43 -64.31 -39.60 -21.20 -96.19 9.71
-57.64 -39.40 -92.56 -97.27 -89.62 -58.04
-23.51 -68.43 -64.31 -39.60 -21.20
> yq -301.85 -302.64 -309.31 -316.37 -364.83 -
407.50 -392.10 -307.93 -298.13 -353.06 -376.21
-389.55 -376.63 -301.85 -302.64 -309.31 -316.37
> hq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> aq 24.21 78.07 76.26 73.38 90.42 71.25
85.20 52.98 56.48 24.64 33.51 34.54
57.13 24.21 78.07 76.26 73.38
> bq 67.99 23.00 25.10 23.65 57.31 5.01
5.64 4.52 5.33 5.31 4.70 4.56
5.55 67.99 23.00 25.10 23.65
> cq 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00
3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00
3.00 3.00 3.00 3.00 3.00
> wq 175.35 260.02 259.33 265.71 351.64 163.36
77.50 167.82 265.42 287.14 330.00 23.07
81.51 175.35 260.02 259.33 265.71
> dq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

```

```

> vq 0.00          0.00          0.00          0.00          0.00          0.00
0.00              0.00              0.00              0.00              0.00              0.00
0.00              0.00              0.00              0.00              0.00
> tq 0.00          0.00          0.00          0.00          0.00          0.00
0.00              0.00              0.00              0.00              0.00              0.00
0.00              0.00              0.00              0.00              0.00
> lq 0.0000        0.0000        0.0000        0.0000        0.0000        0.0000
0.0000           0.0000           0.0000           0.0000           0.0000           0.0000
0.0000           0.0000           0.0000           0.0000           0.0000
> rq 0.00          0.00          0.00          0.00          0.00          0.00
0.00              0.00              0.00              0.00              0.00              0.00
0.00              0.00              0.00              0.00              0.00
> zq 0.0000        0.0000        0.0000        0.0000        0.0000        0.0000
0.0000           0.0000           0.0000           0.0000           0.0000           0.0000
0.0000           0.0000           0.0000           0.0000           0.0000
> sq 0.00          0.00          0.00          0.00          0.00          0.00
0.00              0.00              0.00              0.00              0.00              0.00
0.00              0.00              0.00              0.00              0.00
> rf 1.0000        1.0000        1.0000        1.0000        1.0000        1.0000
1.0000           1.0000           1.0000           1.0000           1.0000           1.0000
1.0000           1.0000           1.0000           1.0000           1.0000
> pm-1 ?          ?          ?          ?          ?          ?
?                ?                ?                ?                ?                ?
?                ?                ?                ?                ?                ?
> pm-2 ?          ?          ?          ?          ?          ?
?                ?                ?                ?                ?                ?
?                ?                ?                ?                ?                ?
> pm-u ?          ?          ?          ?          ?          ?
?                ?                ?                ?                ?                ?
?                ?                ?                ?                ?                ?
> pm25-1 ?        ?          ?          ?          ?          ?
?                ?                ?                ?                ?                ?
?                ?                ?                ?                ?                ?
> xp 29.23         79.98         88.03         182.53        133.56
> yp 127.63        169.11        139.71        312.15        -713.11
> hp 1.50          1.50          1.50          1.50          1.50
> xb -97.44        -99.33        6.01
> yb -324.01       -292.83       -311.27
> ab 35.00         112.00        85.00
> bb 5.38          5.89          6.01
> cb 2.40          2.40          2.40
> wb 84.82         347.17        265.24
===== Ende der Eingabe =====

```

>>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Anzahl CPUs: 1

Die Höhe hq der Quelle 1 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 6 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 7 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 8 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 9 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 10 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 11 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe h_q der Quelle 12 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 13 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 14 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 15 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 16 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 17 beträgt weniger als 10 m.
 Die maximale Gebäudehöhe beträgt 2.4 m.
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.18 (0.18).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.20 (0.20).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.28 (0.28).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.34 (0.34).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.37 (0.37).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 6 ist 0.39 (0.34).

Standard-Kataster z0-utm.dmna (e9ea3bcd) wird verwendet.
 Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 0.625 m.
 Der Wert von z0 wird auf 0.50 m gerundet.
 Die Zeitreihen-Datei "F:/26-02-04-FR-Schleith-Merdingen/5-Simulation/Ausbreitung/Fall10/erg0016/zeitreihe.dmna" wird verwendet.
 Es wird die Anemometerhöhe ha=9.3 m verwendet.
 Die Angabe "az F:\26-02-04-FR-Schleith-Merdingen\4-Meteorologie\E32400500-N5318000_Merdingen_2019_Syn.akt" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 4b33f663
 Prüfsumme TALDIA adcc659c
 Prüfsumme SETTINGS b853d6c4
 Prüfsumme SERIES 8143a583

Eine Windfelddbibliothek für 14 Situationen wurde erstellt.
 Der maximale Divergenzfehler ist 0.100 (1026).
 2026-03-04 09:47:20 TALdia ohne Fehler beendet.

Ausbreitungsrechnung (Datei 'AUSTAL.log'):

2026-03-04 09:47:21 AUSTAL gestartet

Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.3.0-WI-x
 Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2024
 Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2024

=====
 Modified by Petersen+Kade Software , 2024-03-28
 =====

Arbeitsverzeichnis: F:/26-02-04-FR-Schleith-Merdingen/5-Simulation/Ausbreitung/Fall10/erg0016

Erstellungsdatum des Programms: 2024-03-28 12:47:12
 Das Programm läuft auf dem Rechner "THAMES".

=====
 Beginn der Eingabe
 > settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings"
 > settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings"
 > ti "schleith" 'Projekt-Titel
 > ux 32400785 'x-Koordinate des Bezugspunktes
 > uy 5318310 'y-Koordinate des Bezugspunktes
 > qs 1 'Qualitätsstufe

```

> az "F:\26-02-04-FR-Schleith-Merdingen\4-Meteorologie\E32400500-N5318000_Merdingen_2019_Syn.akt"
'AKT-Datei
> xa -285.00          'x-Koordinate des Anemometers
> ya -310.00          'y-Koordinate des Anemometers
> ri ?
> dd 2.0            4.0            8.0            16.0            32.0            64.0            'Zellengröße
(m)
> x0 -160.0         -216.0         -448.0         -1152.0         -1536.0         -1984.0         'x-Koordinate
der l.u. Ecke des Gitters
> nx 120           94            102           124            128            82             'Anzahl
Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -460.0         -536.0         -624.0         -896.0         -1472.0         -1984.0         'y-Koordinate
der l.u. Ecke des Gitters
> ny 134           94            66            82            88            61             'Anzahl
Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 25            25            25            25            25            25             'Anzahl
Gitterzellen in Z-Richtung
> os +NOSTANDARD+SCINOTAT
> hh 0 3.0 5.0 7.0 9.0 11.0 13.0 15.0 17.0 19.0 21.0 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
> gh "schleith.grid"          'Gelände-Datei
> xq -68.43          -64.31          -39.60          -21.20          -96.19          9.71
-57.64             -39.40          -92.56          -97.27          -89.62          -58.04
-23.51             -68.43          -64.31          -39.60          -21.20
> yq -301.85         -302.64         -309.31         -316.37         -364.83         -
407.50             -392.10         -307.93         -298.13         -353.06         -376.21
-389.55           -376.63         -301.85         -302.64         -309.31         -316.37
> hq 0.00           0.00           0.00           0.00           0.00           0.00
0.00              0.00           0.00           0.00           0.00           0.00
0.00              0.00           0.00           0.00           0.00
> aq 24.21          78.07          76.26          73.38          90.42          71.25
85.20             52.98          56.48          24.64          33.51          34.54
57.13             24.21          78.07          76.26          73.38
> bq 67.99          23.00          25.10          23.65          57.31          5.01
5.64              4.52           5.33           5.31           4.70           4.56
5.55             67.99          23.00          25.10          23.65
> cq 3.00           3.00           3.00           3.00           3.00           3.00
3.00              3.00           3.00           3.00           3.00           3.00
3.00             3.00           3.00
> wq 175.35         260.02         259.33         265.71         351.64         163.36
77.50             167.82         265.42         287.14         330.00         23.07
81.51             175.35         260.02         259.33         265.71
> dq 0.00           0.00           0.00           0.00           0.00           0.00
0.00              0.00           0.00           0.00           0.00           0.00
0.00              0.00           0.00           0.00           0.00
> vq 0.00           0.00           0.00           0.00           0.00           0.00
0.00              0.00           0.00           0.00           0.00           0.00
0.00              0.00           0.00           0.00           0.00
> tq 0.00           0.00           0.00           0.00           0.00           0.00
0.00              0.00           0.00           0.00           0.00           0.00
0.00              0.00           0.00           0.00           0.00
> lq 0.0000         0.0000         0.0000         0.0000         0.0000         0.0000
0.0000           0.0000         0.0000         0.0000         0.0000         0.0000
0.0000           0.0000         0.0000         0.0000         0.0000
> rq 0.00           0.00           0.00           0.00           0.00           0.00
0.00              0.00           0.00           0.00           0.00           0.00
0.00              0.00           0.00           0.00           0.00

```

```

> zq 0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000
0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000
0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000
> sq 0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
> rf 1.0000      1.0000      1.0000      1.0000      1.0000      1.0000
1.0000      1.0000      1.0000      1.0000      1.0000      1.0000
1.0000      1.0000      1.0000      1.0000      1.0000      1.0000
> pm-1 ?      ?      ?      ?      ?      ?
?      ?      ?      ?      ?      ?
?      ?      ?      ?      ?      ?
> pm-2 ?      ?      ?      ?      ?      ?
?      ?      ?      ?      ?      ?
?      ?      ?      ?      ?      ?
> pm-u ?      ?      ?      ?      ?      ?
?      ?      ?      ?      ?      ?
?      ?      ?      ?      ?      ?
> pm25-1 ?      ?      ?      ?      ?      ?
?      ?      ?      ?      ?      ?
?      ?      ?      ?      ?      ?
> xp 29.23      79.98      88.03      182.53      133.56
> yp 127.63      169.11      139.71      312.15      -713.11
> hp 1.50      1.50      1.50      1.50      1.50
> xb -97.44      -99.33      6.01
> yb -324.01      -292.83      -311.27
> ab 35.00      112.00      85.00
> bb 5.38      5.89      6.01
> cb 2.40      2.40      2.40
> wb 84.82      347.17      265.24
> LIBPATH "F:/26-02-04-FR-Schleith-Merdingen/5-Simulation/Ausbreitung/Fall0/lib"
===== Ende der Eingabe =====

```

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.
>>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Anzahl CPUs: 16

Die Höhe hq der Quelle 1 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 6 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 7 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 8 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 9 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 10 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 11 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 12 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 13 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 14 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 15 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 16 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 17 beträgt weniger als 10 m.
Die maximale Gebäudehöhe beträgt 2.4 m.
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.20 (0.20).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.20 (0.20).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.29 (0.28).

Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.34 (0.34).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.37 (0.37).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 6 ist 0.39 (0.34).
Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.

Standard-Kataster z0-utm.dmna (e9ea3bcd) wird verwendet.
Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 0.625 m.
Der Wert von z0 wird auf 0.50 m gerundet.

Die Zeitreihen-Datei "F:/26-02-04-FR-Schleith-Merdingen/5-Simulation/Ausbreitung/Fall0/erg0016/zeitreihe.dmna" wird verwendet.

Es wird die Anemometerhöhe ha=9.3 m verwendet.

Die Angabe "az F:\26-02-04-FR-Schleith-Merdingen\4-Meteorologie\E32400500-N5318000_Merdingen_2019_Syn.akt" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 4b33f663
Prüfsumme TALDIA adcc659c
Prüfsumme SETTINGS b853d6c4
Prüfsumme SERIES 8143a583
Gesamtniederschlag 771 mm in 893 h.

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

=====

Auswertung der Ergebnisse:

=====

DEP: Jahresmittel der Deposition
DRY: Jahresmittel der trockenen Deposition
WET: Jahresmittel der nassen 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 : 6.816e-001 g/(m²*d) (+/- 0.3%) bei x= -19 m, y= -325 m (1: 71, 68)
PM DRY : 6.803e-001 g/(m²*d) (+/- 0.3%) bei x= -19 m, y= -325 m (1: 71, 68)
PM WET : 1.368e-003 g/(m²*d) (+/- 0.4%) bei x= -19 m, y= -321 m (1: 71, 70)

=====

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

=====

PM J00 : 6.277e+001 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= -19 m, y= -325 m (1: 71, 68)
PM T35 : 1.062e+002 µg/m³ (+/- 2.1%) bei x= -19 m, y= -323 m (1: 71, 69)
PM T00 : 1.575e+002 µg/m³ (+/- 2.0%) bei x= -17 m, y= -325 m (1: 72, 68)
PM25 J00 : 1.388e+001 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= -19 m, y= -323 m (1: 71, 69)

=====

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

=====

PUNKT	01	02	03	04	05
xp	29	80	88	183	134

		128		169		140		312		-
yp										
713										
hp		1.5		1.5		1.5		1.5		1.5
-----+-----+-----+-----+-----+-----										
PM	DEP	1.478e-003	1.0%	1.223e-003	1.1%	1.317e-003	1.1%	5.983e-004	1.5%	2.535e-005
8.3%	g/(m²*d)									
PM	DRY	1.440e-003	1.0%	1.188e-003	1.1%	1.280e-003	1.1%	5.753e-004	1.6%	2.525e-005
8.3%	g/(m²*d)									
PM	WET	3.751e-005	0.5%	3.470e-005	0.5%	3.696e-005	0.5%	2.297e-005	0.6%	1.043e-007
9.2%	g/(m²*d)									
PM	J00	5.098e-001	0.7%	3.900e-001	0.7%	4.291e-001	0.7%	1.973e-001	1.1%	2.164e-002
4.2%	µg/m³									
PM	T35	1.017e+000	7.6%	7.373e-001	13.0%	8.218e-001	9.9%	3.901e-001	10.9%	4.140e-002
38.8%	µg/m³									
PM	T00	2.038e+000	7.4%	1.465e+000	8.1%	1.683e+000	8.4%	1.002e+000	13.8%	8.224e-001
16.0%	µg/m³									
PM25	J00	1.605e-001	0.6%	1.229e-001	0.7%	1.329e-001	0.7%	6.542e-002	1.1%	7.856e-003
4.2%	µg/m³									

2026-03-04 15:03:36 AUSTAL beendet.