

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Niederlassung Karlsruhe
Nördliche Hildapromenade 6
76133 Karlsruhe

Telefon +49(721)504379 0
Telefax +49(721)504379 11

www.mbbm-ind.com

Dipl.-Met. Axel Rühling
Telefon +49(721)504379 16
axel.ruehling@mbbm-ind.com

11. März 2025
M178998/05 Version 1 RLG/SCS

Erweiterung Steinbruch Rüblingen

Staubimmissionsprognose

Bericht Nr. M178998/05

Auftraggeber: Paul Kleinknecht GmbH & Co. KG
Schotter- und Splitterwerke
Langenburger Straße 51
74635 Kupferzell

Bearbeitet von: Dipl.-Met. Axel Rühling
Dipl.- Met. Sarah Schmitz

Berichtsumfang: Insgesamt 41 Seiten, davon
37 Seiten Textteil,
4 Seiten Anhang.

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Niederlassung Karlsruhe
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner,
Manuel Männel,
Dr. Alexander Ropertz

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Situation und Aufgabenstellung | 5 |
| 2 | Beurteilungsgrundlagen | 6 |
| 2.1 | Allgemein | 6 |
| 2.2 | Abgrenzung der zu betrachtenden Stoffe | 6 |
| 2.3 | Immissionswerte nach TA Luft 2021 | 6 |
| 2.4 | Immissionsgrenzwerte nach 39. BImSchV | 8 |
| 3 | Örtliche Situation | 9 |
| 4 | Emission | 11 |
| 4.1 | Emissionen und Ableitbedingungen | 11 |
| 4.2 | Angesetzte Betriebszeiten und Betriebszustände | 20 |
| 4.3 | Beurteilung der Emissionen anhand der Bagatellmassenströme | 20 |
| 4.4 | Modellierung der Emissionsquellen | 20 |
| 4.5 | Partikelgrößenverteilung der Staubemissionen | 21 |
| 5 | Meteorologische Eingangsdaten | 23 |
| 5.1 | Auswahlkriterien und Eignung | 23 |
| 5.2 | Beschreibung der meteorologischen Eingangsdaten | 23 |
| 6 | Weitere Eingangsgrößen | 26 |
| 6.1 | Rechengebiet und räumliche Auflösung | 26 |
| 6.2 | Rauigkeitslänge | 27 |
| 6.3 | Berücksichtigung von Bebauung und Gelände | 27 |
| 6.4 | Verwendetes Ausbreitungsmodell | 29 |
| 6.5 | Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit | 29 |
| 6.6 | Depositionsgeschwindigkeiten und Auswaschraten | 29 |
| 7 | Immissionen | 31 |
| 7.1 | Beurteilungsrelevante Nutzungen/Beurteilungspunkte | 31 |
| 7.2 | Immissions-Gesamtzusatzbelastung durch den Steinbruchbetrieb nach der geplanten Erweiterung | 31 |
| 8 | Grundlagen des Berichts (Literatur) | 35 |
| | Anhang: Rechenlaufprotokoll | 38 |

Zusammenfassung

Die Paul Kleinknecht GmbH & Co. KG plant am Standort Kupferzell-Rüblingen die Erweiterung ihres bestehenden Muschelkalksteinbruchs um knapp 15,6 ha. Diese Erweiterung stellt im Sinne von §16 BImSchG eine genehmigungspflichtige Änderung einer bestehenden Anlage dar. Daher ist im Zuge dieses Vorhabens eine Prognose der zu erwartenden Staubemissionen und –immissionen zu erstellen.

Im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens für die geplante Erweiterung des Steinbruchs wurde die Müller-BBM Industry Solutions GmbH mit der Erstellung einer Immissionsprognose für Staub nach TA Luft 2021 in Verbindung mit VDI 3783 Blatt 13 beauftragt

Die hierzu nachfolgend dokumentierte Immissionsprognose basiert auf den Anforderungen der TA Luft 2021 sowie der VDI 3783 Blatt 13 zur Qualitätssicherung bei Immissionsprognosen im anlagenbezogenen Immissionsschutz. Ausbreitungsrechnungen gemäß TA Luft unter Anwendung der VDI 3783 Blatt 13 sind Bestandteil des Akkreditierungsumfangs der Müller-BBM Industry Solutions GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025 im Prüfbereich Umweltmeteorologische Gutachten.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Immissions-Gesamtzusatzbelastung an Partikel PM_{10} sowie Partikel $PM_{2,5}$ und Staubbiederschlag durch den Steinbruchbetrieb nach der geplanten Erweiterung ist an den nächstgelegenen Immissionsorten (Wohnnutzungen in Rüblingen, Döttingen und Steinkirchen) irrelevant gemäß TA Luft.

In Bezug auf den hier untersuchten Umfang bestehen aus Sicht der Gutachter keine Anhaltspunkte dafür, dass durch den Betrieb der Anlage nach der geplanten Erweiterung schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft hervorgehoben werden können.

Dipl.-Met. Sarah Schmitz
+49 (721) 507379-18

Dipl.-Met. Axel Rühling
+49 (721) 507379-16

Dieser Bericht darf nur in seiner Gesamtheit, einschließlich aller Anlagen, vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung von Auszügen bedarf der schriftlichen Genehmigung durch Müller-BBM. Die Ergebnisse in diesem Gutachten beziehen sich auf die für diese Untersuchung zur Verfügung gestellten Angaben und Planunterlagen.



Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018
akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt nur für den in der
Urkundenanlage aufgeführten Akkreditierungsumfang.

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Paul Kleinknecht GmbH & Co. KG plant am Standort Kupferzell-Rüblingen die Erweiterung ihres bestehenden Muschelkalksteinbruchs, der sich südöstlich der Ortslage von Rüblingen befindet. Die vorgesehene Abbauerweiterung um knapp 15,6 ha schließt unmittelbar nördlich an die genehmigte Steinbruchfläche an und liegt auf den Flurstücken 267/3, 268, 277,290 und 302 der Gemarkung Feßbach.

Die geplante Erweiterung des Steinbruchs stellt im Sinne von §16 BImSchG eine genehmigungspflichtige Änderung einer bestehenden Anlage dar. Daher ist im Zuge dieses Vorhabens eine Prognose der zu erwartenden Staubemissionen und –immissionen zu erstellen. Von der zuständigen Behörde wird eine Betrachtung des gesamten Steinbruchbetriebs, inklusive der auf dem Steinbruchgelände vorhandenen Aufbereitungsanlagen (Schotterwerk und Baustoffbehandlungsanlage) gefordert.

Im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens für die geplante Erweiterung des Steinbruchs wurde die Müller-BBM Industry Solutions GmbH mit der Erstellung einer Immissionsprognose für Staub nach TA Luft 2021 in Verbindung mit VDI 3783 Blatt 13 beauftragt.

Das vorliegende Gutachten enthält alle Angaben zu den spezifischen Quellen- und Ausbreitungsdaten, die der Berechnung zugrunde liegen, sowie eine Darstellung der aus der Anlage resultierenden Immissionen.

2 Beurteilungsgrundlagen

2.1 Allgemein

Grundlage der Beurteilung ist die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft [4]).

Eine Betrachtung von Immissionskenngrößen ist nach Nr. 4.1 der TA Luft 2021 nicht erforderlich

- a) bei geringen Emissionsmassenströmen (Nr. 4.6.1.1 TA Luft 2021),
- b) bei einer geringen Vorbelastung (Nr. 4.6.2.1 TA Luft 2021) oder
- c) bei irrelevanten Gesamtzusatzbelastungen.

In diesen Fällen kann davon ausgegangen werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können, es sei denn, trotz geringer Massenströme nach Buchstabe a) oder geringer Vorbelastung nach Buchstabe b) liegen hinreichende Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung nach Nummer 4.8 vor.

2.2 Abgrenzung der zu betrachtenden Stoffe

Im vorliegenden Fall sind als mögliche luftverunreinigende Stoffe (Staub-)Partikel (PM_{10} , $PM_{2,5}$)¹ und Staubbiederschlag zu betrachten.

2.3 Immissionswerte nach TA Luft 2021

Grundlage der Beurteilung ist die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft 2021 [4]).

Eine Betrachtung von Immissionskenngrößen ist nach Nr. 4.1 der TA Luft 2021 nicht erforderlich

- a) bei geringen Emissionsmassenströmen (Nr. 4.6.1.1 TA Luft 2021),
- b) bei einer geringen Vorbelastung (Nr. 4.6.2.1 TA Luft 2021) oder
- c) bei irrelevanten Gesamtzusatzbelastungen.

In diesen Fällen kann davon ausgegangen werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können, es sei denn, trotz geringer Massenströme nach Buchstabe a) oder geringer Vorbelastung nach Buchstabe b) liegen hinreichende Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung nach Nummer 4.8 vor.

Eine irrelevante Gesamtzusatzbelastung nach Buchstabe c) liegt im Hinblick auf die vorliegend untersuchten Stoffe dann vor, wenn diese in Bezug auf Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und auf Staubbiederschlag drei Prozent des Immissionswertes nicht überschreitet.

Neben den auf die Gesamtzusatzbelastung (d. h. die Immissionsbeiträge der Gesamtanlage) zu beziehenden Irrelevanzkriterien der Nr. 4.1 TA Luft 2021, bei denen

¹ PM_{10} : Particulate Matter <10 μm ; Staubteilchen mit einem aerodynamischen Durchmesser d_{50} <10 μm ; $PM_{2,5}$ analog.

die Ermittlung von Immissionskenngrößen nicht erforderlich ist, sind in Nrn. 4.2.2, 4.3.1.2, 4.4.3, 4.5.2 TA Luft 2021 Irrelevanzkriterien für die Zusatzbelastung (d. h. die vorhabenbedingte Änderung der Immission) gegeben, bei denen ein Vorhaben auch bei Überschreitung der Immissionswerte durch die Gesamtbelastung zulässig ist.

Die Bestimmung der Immissionskenngrößen ist im Genehmigungsverfahren für den jeweils emittierten Schadstoff nicht erforderlich, wenn

- a) die nach Nummer 5.5 abgeleiteten Emissionsmassenströme die in Tabelle 7 der TA Luft 2021 festgelegten Bagatellmassenströme nicht überschreiten (s. Tabelle 1) und
- b) die nicht nach Nummer 5.5 abgeleiteten Emissionen (diffuse Emissionen) 10 Prozent der in Tabelle 7 der TA Luft 2021 festgelegten Bagatellmassenströme nicht überschreiten (s. Tabelle 2),

soweit sich nicht wegen der besonderen örtlichen Lage oder besonderer Umstände etwas anderes ergibt.

Die Massenströme nach Buchstabe a) ergeben sich aus der Mittelung über die Betriebsstunden einer Kalenderwoche mit dem bei bestimmungsgemäßem Betrieb für die Luftreinhaltung ungünstigsten Betriebsbedingungen. Bei der Ermittlung der Massenströme nach den Buchstaben a) und b) sind Emissionen der gesamten Anlage einzubeziehen.

Bei einer Änderungsgenehmigung kann darüber hinaus von der Bestimmung der Immissionskenngrößen für die Gesamtzusatzbelastung abgesehen werden, wenn sich die Emissionen an einem Stoff durch die Änderung der Anlage nicht ändern oder sinken und keine Anhaltspunkte dafür vorliegen, dass sich durch die Änderung die Immissionen erhöhen oder die Ermittlung der Zusatzbelastung ergibt, dass sich durch die Änderung die Immissionen nicht erhöhen (vernachlässigbare Zusatzbelastung).

Die im Sinne dieser Regelung zur Beurteilung potentiell zu Grunde zu legenden Emissions- und Immissionswerte sind in den folgenden Tabellen zusammengefasst.

Tabelle 1. Bagatellmassenströme nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft 2021, Tabelle 7.

| Stoff/Stoffgruppe | Bagatellmassenstrom [kg/h] |
|--|----------------------------|
| Gesamtstaub (nach Nr. 5.5 TA Luft 2021 abgeleitete Emissionen) | 1,0 |
| Partikel (PM ₁₀) (nach Nr. 5.5 TA Luft 2021 abgeleitete Emissionen) | 0,8 |
| Partikel (PM _{2,5}) (nach Nr. 5.5 TA Luft 2021 abgeleitete Emissionen) | 0,5 |

Tabelle 2. Bagatellmassenströme für nicht nach Nr. 5.5 TA Luft 2021 abgeleitete Emissionen.

| Stoff/Stoffgruppe | Bagatellmassenstrom [kg/h] |
|--|----------------------------|
| Staub (nicht nach Nr. 5.5 TA Luft 2021 abgeleitete Emissionen) | 0,10 |
| Partikel (PM ₁₀) (nicht nach Nr. 5.5 TA Luft 2021 abgeleitete Emissionen) | 0,08 |
| Partikel (PM _{2,5}) (nicht nach Nr. 5.5 TA Luft 2021 abgeleitete Emissionen) | 0,05 |

Tabelle 3. Immissionswerte (Mittelung über 1 Jahr) und Irrelevanzkriterien nach TA Luft 2021.

| Immissionswert gem. Nr. | Stoff/Stoffgruppe | Immissionswert IJW | Irrelevanzkriterium gem. Nr. 4.1 TA Luft, Gesamtzusatzbelastung | Kriterium gem. Nrn. 4.2.2 bzw. 4.3.1.2 TA Luft für Genehmigungsfähigkeit bei Überschreitung, Zusatzbelastung |
|-------------------------|--|-----------------------------|---|--|
| 4.2.1 | Partikel (PM ₁₀) | 40 µg/m ³ | 3 % des IJW | 3,0 % des IJW |
| 4.2.1 | Partikel (PM _{2,5}) | 25 µg/m ³ | 3 % des IJW | 3,0 % des IJW |
| 4.3.1.1 | Staubniederschlag (nicht gefährdender Staub) | 0,35 g/(m ² × d) | 3 % des IJW | 10,5 mg/(m ² × d) |

Neben den Jahresmittelwerten sind in der TA Luft 2021 für Partikel (PM₁₀) zudem Kurzzeitwerte mit maximal zulässigen Überschreitungshäufigkeiten festgelegt:

Tabelle 4. Immissionswerte (Mittelung über 24 Stunden) nach TA Luft 2021.

| Immissionswert gem. Nr. | Stoff/Stoffgruppe | Immissionswert ITW | zulässige Überschreitungshäufigkeit im Jahr | Irrelevanzkriterium gem. Nr. |
|-------------------------|------------------------------|----------------------|---|------------------------------|
| 4.2.1 | Partikel (PM ₁₀) | 50 µg/m ³ | 35 ¹⁾ | - |

¹⁾ Bei einem Jahreswert von unter 28 µg/m³ gilt der auf 24 Stunden bezogene Immissionswert als eingehalten.

Damit gilt gemäß Fußnote zur Tabelle 1 der TA Luft 2021, dass die zulässige Überschreitungshäufigkeit für Partikel (PM₁₀) eingehalten ist, wenn ein Jahreswert von 28 µg/m³ in der Gesamtbelastung unterschritten wird.

2.4 Immissionsgrenzwerte nach 39. BImSchV

Die Immissionswerte der EU-Luftqualitätsrichtlinie sind mit der 39. BImSchV [3] in nationales Recht überführt worden. Mehrheitlich sind die entsprechenden Beurteilungsmaßstäbe auch in die TA Luft 2021 [4] (hier: Partikel PM₁₀ sowie PM_{2,5}) übernommen worden, so dass immissionsseitig sowohl mit als auch ohne Anlagenbezug eine im Wesentlichen homogene Beurteilungsgrundlage existiert.

3 Örtliche Situation

Das Steinbruchgelände befindet sich südöstlich von Rüblingen, einem Teilort der Gemeinde Kupferzell im Nordosten von Baden-Württemberg im Hohenlohekreis. Im Süden und Osten grenzt der Steinbruch an Waldflächen und nördlich an landwirtschaftlich genutzte Flächen. Der Steinbruch befindet sich in der Hohenloher Ebene, einer flachen bis flachhügeligen Ebene von etwa 300 bis 400 m ü. NHN, die durch einzelne Flusstäler durchzogen ist. In der Umgebung des Steinbruchgeländes ist das Gelände sowohl nach Norden und Nordwesten hin wenig gegliedert. Südwestlich befindet sich der Taleinschnitt des Rüblinger Bachs, welcher 300 m südlich des Steinbruchgeländes in den Eschentaler Bach mündet. Ungefähr 1,5 km östlich des Steinbruchgeländes mündet der Eschentaler Bach in den Kocher. Das Kochertal hat in der Umgebung des Steinbruchs eine Nord-Süd-Ausrichtung und eine Höhe von etwas mehr als 200 m ü. NHN.

Die örtlichen Verhältnisse wurden bei einem Ortstermin am 24.02.2024 erfasst. Der Standort sowie die Umgebung des Steinbruchs sind der nachfolgenden Abbildung zu entnehmen.



Abbildung 1. Auszug aus der Karte im Bereich des Steinbruchgeländes. Der Standort des Steinbruchs ist rot markiert, die geplanten Erweiterungsflächen blau. Kartengrundlage: © OpenStreetMap [35].

4 Emission

4.1 Emissionen und Ableitbedingungen

4.1.1 Beschreibung der Anlage und des Betriebs

Vor Beginn der Gesteinsgewinnung werden im Bereich neuer Abbaufelder zunächst die aufliegenden Boden- und Abraumschichten mittels Bagger abgetragen. Der anfallende Abraum wird vom Bagger auf Muldenfahrzeuge verladen, welche es dann in den Verfüllbereich transportieren.

Die Herauslösung des Gesteins aus der Abbauwand erfolgt durch Sprengungen (ca. 120 pro Jahr). Das so gewonnene Material wird mittels Radlader auf SKW verladen, mit diesen zum Vorbrecher transportiert und in den Aufgabetrichter gekippt. Zwei Drittel der SKW fährt leer zurück, ein Drittel der SKW nehmen noch Siebschutt auf.

Die Verarbeitungsanlagen ab dem Vorbrecher sind der gesondert nach BImSchG genehmigten Aufbereitungsanlage (Schotterwerk) zugeordnet und nicht dem Steinbruch. Somit zählen das Brechen des Materials, die Verladung der Aufbereitungsabgänge sowie die Verladung und der Abtransport der Schotterwerksprodukte nicht zu den Betriebsvorgängen des Steinbruches.

Ein Teil des in den Vorbrecher eingebrachten Materials ist nicht verwertbar. Dieses Material (Siebschutt) wird über eine Bandstraße auf eine Halde transportiert und dort mittels Radlader auf SKW verladen². Diese transportieren den Siebschutt dann zum Verfüllbereich.

Darüber hinaus wird zum Zweck der Verfüllung auch Fremdmaterial per Lkw angeliefert und in den Verfüllbereich eingebracht.

4.1.2 Emissionsverursachende Betriebsvorgänge

Die emissionsverursachenden Betriebsvorgänge (EBV) sind im Folgenden aufgeführt.

Beseitigung Deckschicht (315.000 t/a)

- 1 Aufnahme Abraum mit Bagger
- 2 Abwurf Abraum vom Bagger auf SKW
- 3 Transport Abraum mit SKW zum Verfüllbereich (Hin- und Rückfahrt)
- 4 Abkippen Abraum vom SKW in Verfüllbereich

Sprengung (825.000 t/a)

- 5 Sprengung

² Alternativ kann das Material auch über die Bandstraße in ein Vorsiebsilo transportiert werden und von dort mittels Dosierband auf die SKW verladen werden. Diese Variante ist emissionsseitig günstiger als der Haldenabwurf und die Radladerverladung, daher wird nachfolgend in der Emissionsberechnung der Haldenabwurf berücksichtigt.

Transport des gelösten Muschelkalks zum Vorbrecher (825.000 t/a)

- 6 Aufnahme Muschelkalk mit Radlader
- 7 Abwurf Muschelkalk von Radlader auf SKW
- 8 Transport Muschelkalk mit SKW zum Vorbrecher (eine Richtung)
- 9 Abkippen Muschelkalk von SKW in Vorbrecher
- 10 Rückfahrt leerer SKW vom Vorbrecher (2/3 der SKW fahren leer zurück, 1/3 transportiert noch Siebschutt (EBV 14))

Verfüllung Siebschutt (275.000 t/a)

- 11 Bandabwurf Siebschutt auf Halde
- 12 Aufnahme Siebschutt mit Radlader
- 13 Abwurf Siebschutt von Radlader auf SKW
- 14 Transport Siebschutt mit SKW zum Verfüllbereich (eine Richtung)
- 15 Abkippen Siebschutt von SKW in Verfüllbereich

Anlieferung Fremdmaterial zur Verfüllung (220.000 t/a)

- 16 Anlieferung Fremdmaterial zur Verfüllung mit LKW (befestigte Strecke, Hin- und Rückfahrt)
- 17 Anlieferung Fremdmaterial zur Verfüllung mit LKW (unbefestigte Strecke, Hin- und Rückfahrt)
- 18 Abkippen Fremdmaterial von LKW in Verfüllbereich

4.1.3 Berechnungsgrundlagen

Als Berechnungsgrundlage für diffuse Staubemissionen können die Richtlinien VDI 3790 Blatt 2: Umweltmeteorologie; Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Deponien [6], VDI 3790 Blatt 3: Umweltmeteorologie; Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern [7] sowie VDI 3790 Blatt 4: Umweltmeteorologie; Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Staubemissionen durch Fahrzeugbewegungen auf gewerblichem/industriellem Betriebsgelände [8] herangezogen werden.

Berechnet wird dabei die Emissionskomponente Gesamtstaub, welche nach VDI 3790 Blatt 1 [5] als „Partikel festen Aggregatzustands mit einer Sinkgeschwindigkeit von ≤ 10 cm/s“ definiert ist und aus Stäuben mit einem Durchmesser von bis zu 500 μm bestehen kann. Konservativ wird der berechnete Gesamtstaub in Anlehnung an die VDI 3790 Blatt 4 [8] komplett der Fraktion < 75 μm zugeordnet.

4.1.4 Emissionen aus Umschlagvorgängen

Aufnahmevorgänge

Für die Materialaufnahme wird in der Richtlinie VDI 3790 Blatt 3 [7] Gleichung (1) angegeben:

$$q_{\text{Auf}} = a \cdot 2,7 \cdot \frac{1}{\sqrt{M'}} \cdot \rho_s \cdot k_U \quad (1)$$

Es bedeuten:

| | |
|-------------------|--|
| q_{Auf} | Emissionsfaktor in g/t _{Gut} |
| $a = \sqrt{10^n}$ | dimensionsloser Gewichtungsfaktor, der die Neigung des Schüttgutes zur Staubentwicklung berücksichtigt; $n = 0$ (staubarmes Gut), 2, 3, 4 oder 5 (stark staubend) ³ . |
| M' | abhängig von der Verfahrensweise (Aufnahme mit Schaufel: 100) |
| ρ_s | Schüttdichte in t/m ³ |
| k_U | Umfeldfaktor (dimensionslos) (hier 0,9: Aufnahme von Halde) |

Abwurfvorgänge

Die Staubemission beim diskontinuierlichen Abkippen eines Schüttgutes lässt sich mit Hilfe der Richtlinie VDI 3790 Blatt 3 rechnerisch wie folgt abschätzen:

$$q_{\text{Ab}} = a \cdot 2,7 \cdot \frac{1}{\sqrt{M}} \cdot \left(\frac{H_{\text{frei}}}{2} \right)^{1,25} \cdot 0,5 \cdot k_{\text{Gerät}} \cdot \rho_s \cdot k_U \quad (2)$$

Es bedeuten:

| | |
|--------------------|--|
| q_{Ab} | Emissionsfaktor in g/t _{Gut} |
| $a = \sqrt{10^n}$ | wie Gleichung (1) |
| M | Abwurfmenge in t/Abwurf |
| H_{frei} | freie Fallhöhe in m (hier: 1 m gemäß [16]) |
| $k_{\text{Gerät}}$ | empirischer Korrekturfaktor (dimensionslos) (Abwurf von LKW/Radlader/SKW: 1,5) |
| ρ_s | wie Gleichung (1) |
| k_U | Umfeldfaktor (dimensionslos) (hier: 0,7, Abwurf in dreiseitig eingehausten Trichter mit hohen Seitenwänden ohne Absaugung und 0,9, Abwurf auf Halde) |

³ außergewöhnlich feuchtes/staubarmes Gut ($n = 0$), Staub nicht wahrnehmbar ($n = 2$), schwach staubend ($n = 3$), (mittel) staubend ($n = 4$), stark staubend ($n = 5$); der Exponent n wird entsprechend dem optischen Erscheinungsbild beim Umschlag des Schüttgutes festgelegt, wobei die Tabellen im Anhang B der Richtlinie VDI 3790 eine Orientierungshilfe geben.

Für den kontinuierlichen Abwurf des Materials z. B. von den Förderbändern gilt Gleichung (3):

$$q_{Ab} = a \cdot 83,3 \cdot \frac{1}{\sqrt{\dot{M}}} \cdot \left(\frac{H_{frei}}{2} \right)^{1,25} \cdot 0,5 \cdot k_{Gerät} \cdot \rho_S \cdot k_U \quad (3)$$

Es bedeuten:

| | |
|-------------------|--|
| q_{Ab} | Emissionsfaktor in g/t _{Gut} |
| $a = \sqrt{10^n}$ | wie Gleichung (1) |
| \dot{M} | Massenstrom bei kontinuierlicher Abgabe in t/h |
| H_{frei} | freie Fallhöhe in m |
| $k_{Gerät}$ | empirischer Korrekturfaktor (dimensionslos) |
| ρ_S, k_U | wie Gleichung (1) |

Staubungsneigung

Auf Basis der Ortseinsicht sowie von Erfahrungswerten wird für das Material der abgetragenen Deckschicht eine Staubungsneigung $n = 2$ angegeben. Das gleiche wurde für den gewonnenen Muschelkalk und das angelieferte Fremdmaterial angesetzt. Für den Siebschutt wird eine Staubungsneigung $n = 3$ angegeben.

Hinweis:

Es kann im Allgemeinen davon ausgegangen werden, dass die Emissionsberechnung gemäß VDI 3790 Blatt 3 (auch mit den im dortigen Anhang aufgeführten Staubneigungsklassen) als sehr konservativ einzustufen ist. Die Methode wurde ursprünglich für den Schüttgutumschlag in Häfen entwickelt und zielt im Wesentlichen auf organische und anorganische Massenschüttgüter ab mit weitestgehend homogenen Eigenschaften bzgl. Stückigkeit, Schüttdichte etc. Aufgrund fehlender Berechnungsvorschriften wird diese Richtlinie auch bei Materialien mit anderen Eigenschaften bzgl. Staubungsneigung und Stückigkeit angewendet. Meist kommt es bei der Übertragung auf andere Materialien also zu einer deutlichen Überschätzung der Emissionen. Die Materialien sind teilweise selbst nicht staubemittierend und es handelt sich häufig auch nicht um durchgängig „loses Fördergut in schüttbarer Form“, sondern – vor allem vor einer potentiellen Verarbeitung – um grobe Brocken, Blöcke und Steine.

Für die in Kapitel 4.1.2 aufgeführten emissionsverursachenden Betriebsvorgänge (EBV) ergeben sich in Verbindung mit den o. g. Berechnungsgrundlagen und Materialeigenschaften Emissionen aus Umschlagvorgängen von ca. 27.750 kg/a.

Tabelle 5. Emissionsmodellierung (nach VDI 3790 Blatt 3) Umschlagvorgänge.

| | EBV | Quelle | M, M, \dot{M} (t), (t/Abwurf), (t/h) | ρ_s (t/m ³) | k_U | $k_{Gerät}$ | H_{ref} (m) | n | a | q_{Auf}, q_{Ab} (g/t) | Umschlag (t/a) | Emission (kg/a) |
|---|------|--------|---|---------------------------------|-------|-------------|------------------|-----|-----|----------------------------|-------------------------|--------------------|
| Umschlagvorgänge | | | | | | | | | | | | |
| <i>Aufnahme</i> | | | | | | | | | | | | |
| Aufnahme Bagger Abraum | (1) | 1 | 100 | 1,8 | 0,9 | -- | -- | 2 | 10 | 4,37 | 315.000 | 1.378 |
| Aufnahme Radlader Muschelkalk | (6) | 1 | 100 | 1,5 | 0,9 | -- | -- | 2 | 10 | 3,65 | 825.000 | 3.007 |
| Aufnahme Radlader Siebschutt von Halde | (12) | 8 | 100 | 1,7 | 0,9 | -- | -- | 3 | 32 | 13,06 | 275.000 | 3.592 |
| <i>Abwurf (diskontinuierlich)</i> | | | | | | | | | | | | |
| Abwurf (disk.) Bagger Abraum auf SKW | (2) | 1 | 10,8 | 1,8 | 0,9 | 1,5 | 1 | 2 | 10 | 4,20 | 315.000 | 1.322 |
| Abwurf (disk.) SKW Abraum in Verfüllbereich | (4) | 4 | 53,0 | 1,8 | 0,9 | 1,5 | 1 | 2 | 10 | 1,89 | 315.000 | 597 |
| Abwurf (disk.) Radlader Muschelkalk auf SKW | (7) | 1 | 13,0 | 1,5 | 0,9 | 1,5 | 1 | 2 | 10 | 3,19 | 825.000 | 2.630 |
| Abwurf (disk.) SKW Muschelkalk in Aufgabetrichter Vorberecher | (9) | 7 | 53,0 | 1,5 | 0,7 | 1,5 | 2 | 2 | 10 | 2,92 | 825.000 | 2.410 |
| Abwurf (disk.) Radlader Siebschutt auf SKW | (13) | 8 | 13,0 | 1,7 | 0,9 | 1,5 | 1 | 3 | 32 | 11,43 | 275.000 | 3.142 |
| Abwurf (disk.) SKW Siebschutt in Verfüllbereich | (15) | 4 | 53,0 | 1,7 | 0,9 | 1,5 | 1 | 3 | 32 | 5,66 | 275.000 | 1.556 |
| Abwurf (disk.) LKW Fremdmaterial in Verfüllbereich | (18) | 4 | 20,0 | 1,8 | 0,9 | 1,5 | 1 | 2 | 10 | 3,08 | 220.000 | 679 |
| <i>Abwurf (kontinuierlich)</i> | | | | | | | | | | | | |
| Abwurf (kont.) Bandabwurf Siebschutt auf Halde | (11) | 8 | 110 | 1,7 | 0,9 | 1 | 1 | 3 | 32 | 80,78 | 92.000 | 7.432 |
| | | | | | | | | | | | Gesamtemission in kg/a: | 27.744 |

4.1.5 Sprengungen

Zur Vorbereitung einer Sprengung ist das Abteufen von Bohrlöchern erforderlich. Hierfür wird ein Außenlochhammerbohrgerät mit Staubabsaugung verwendet. Sofern durch regelmäßige Kontrolle und Wartung die Wirksamkeit der Staubabscheidung sichergestellt ist, sind bei dieser Vorgehensweise keine relevanten Staubemissionen zu berücksichtigen.

Die Abschlaghöhe je Sprengvorgang soll auf der Erweiterungsfläche maximal 24 m betragen. Das abgesprengte Gesteinsvolumen beträgt pro Sprengung im Mittel ca. 8.000 t [38]. Dieser Menge liegt ein Jahresleistungsvolumen von ca. 825.000 Tonnen zugrunde, das mit einer Sprengung am Tag, zweimal pro Woche gelöst wird.

Zur Abschätzung der Staubemissionen aus Sprengvorgängen wird [15] als Berechnungsgrundlage herangezogen. Die zu beobachtende Staubeentwicklung ist im Wesentlichen auf Grobstaub zurückzuführen, die entstehende Staubwolke verbleibt demnach hauptsächlich innerhalb des Steinbruches [17]. Hier wird $n = 2$ angesetzt. Der aus den Sprenglöchern ausgeblasene Staub wird hierunter subsummiert. In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse dargestellt.

Tabelle 6. Abschätzung der Staubemissionen durch Sprengvorgänge.

| | EBV Quelle | M (t/Sprengung) | ρ_s (t/m ³) | n -- | a -- | H_{ges} (m) | Anzahl Sprengungen -- | $PM_{2,5}$ (kg/a) | PM_{10} (kg/a) | PM_{30} (kg/a) | |
|--------------------|------------|----------------------|---------------------------------|-----------|-----------|------------------|--------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-------|
| Sprengungen | | | | | | | | | | | |
| Sprengung | (5) | 2 | 8000 | 1,5 | 2 | 10 | 24,0 | 104 | 133 | 628 | 2.512 |

4.1.6 Emissionen aus Lagervorgängen

Wichtige Einflussfaktoren für die Emissionen aus der Lagerung von Einsatzmaterialien bedingt durch Winderosion sind die bodennahe Windgeschwindigkeit und Windrichtung, die Häufigkeit bestimmter Windgeschwindigkeiten, die Größe der dem Windangriff ausgesetzten Fläche, die Korngröße und Korngrößenverteilung und die Eigenschaften des abgelagerten Materials (u. a. Feuchte, Konsistenz). Aufgrund der Instationarität der Emission (bei einem Starkwindereignis wird der abwehbare Materialanteil ausgeblasen und die Emissionsrate sinkt dann schnell ab) ist die jährliche Staubemission stark von der standorttypischen Windgeschwindigkeitsverteilung abhängig.

Bei der Berechnung werden windgeschwindigkeitsabhängige Emissionsraten mit der Auftrittshäufigkeit der Windgeschwindigkeitsklassen kombiniert. Beträgt die momentane Windgeschwindigkeit weniger als 4 - 5 m/s (in 10 m Höhe) findet keine Abweh-ung statt [6]. Bei Standorten mit Jahresmitteln der Windgeschwindigkeit unter 3 m/s (in 10 m Höhe), wie hier vorliegend (siehe Kapitel 5), kann die Emission durch Winderosion vernachlässigt werden [6]. Außerdem ist zu beachten, dass Ereignisse mit starkem Wind häufig mit Regen verbunden sind, der die Menge abwehbaren Materials wieder verringert.

4.1.7 Emissionen aus Transportvorgängen

Unbefestigte Fahrwege

Die Staubemissionen, die durch die Fahrbewegungen auf unbefestigten Fahrwegen verursacht werden, können gemäß der Richtlinie VDI 3790 Blatt 4 [8] wie folgt abgeschätzt werden:

$$q_{uF} = k_{Kgv} \cdot \left(\frac{s}{12}\right)^a \cdot \left(\frac{W}{2,7}\right)^b \cdot \left(1 - \frac{p}{365}\right) \cdot (1 - k_M) \quad (4)$$

Es bedeuten:

| | |
|-----------|---|
| q_{uF} | Emissionsfaktor in g/(km × Fahrzeug) |
| k_{Kgv} | Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung, s. Tabelle 7 |
| a, b | Exponenten, siehe Tabelle 7 |
| s | Feinkornanteil des Straßenmaterials in % |
| W | mittlere Masse der Fahrzeugflotte in t |
| p | Anzahl der Tage pro Jahr mit mindestens 1,0 mm natürlichem Niederschlag |
| k_M | Kennzahl für die Wirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen |

Die nachfolgende Tabelle 7 enthält Berechnungsgrößen zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung nach VDI 3790 Blatt 4 für Transportvorgänge.

Tabelle 7. Faktor k_{Kgv} und Exponenten a und b zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung für unbefestigte Fahrwege [8].

| Korngröße [µm] | PM _{2,5} | PM ₁₀ | PM ₃₀ |
|----------------|-------------------|------------------|------------------|
| k_{Kgv} | 42 | 422 | 1.381 |
| a | 0,9 | 0,9 | 0,7 |
| b | 0,45 | 0,45 | 0,45 |

Der Feinkornanteil des Straßenmaterials S wird nach [15] mit $S = 5\%$ angesetzt.

Befestigte Fahrwege

Die Staubemissionen, die durch die Fahrbewegungen auf befestigten Fahrwegen verursacht werden, können gemäß der Richtlinie VDI 3790 Blatt 4 [8] wie folgt abgeschätzt werden:

$$q_{bF} = k_{Kgv} \cdot (sL)^{0,91} \cdot (W \cdot 1,1)^{1,02} \cdot \left(1 - \frac{p}{3 \cdot 365}\right) \cdot (1 - k_M) \quad (5)$$

Es bedeuten:

| | |
|----------|--------------------------------------|
| q_{bF} | Emissionsfaktor in g/(km × Fahrzeug) |
|----------|--------------------------------------|

| | |
|-----------|---|
| k_{Kgv} | Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung, s. Tabelle 8 |
| sL | Flächenbeladung des Fahrwegs in g/m^2 (hier $5 g/m^2$ für mäßig verschmutzte Oberflächen) |
| W | mittlere Masse der Fahrzeugflotte in t |
| p | Anzahl der Tage pro Jahr mit mindestens 1,0 mm natürlichem Niederschlag |
| k_M | Kennzahl für die Wirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen |

Die nachfolgende Tabelle 8 enthält Berechnungsgrößen zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung nach VDI 3790 Blatt 4.

Tabelle 8. Faktor k_{Kgv} zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung für befestigte Fahrwege [8].

| Korngröße [μm] | PM _{2,5} | PM ₁₀ | PM ₃₀ |
|-----------------------|-------------------|------------------|------------------|
| k_{Kgv} | 0,15 | 0,62 | 3,23 |

Fahrgeschwindigkeit

Die Gleichung (4) der VDI 3790 Blatt 4 [8] für unbefestigte Fahrwege bezieht sich auf eine Fahrgeschwindigkeit von 50 km/h [9]. Für unbefestigte Fahrwege wird aus [10] eine Abnahme von ca. 15 % für eine jeweils um 10 km/h reduzierte Geschwindigkeit abgeleitet. Bezogen auf 50 km/h werden analog die Emissionen bei einer Geschwindigkeit von 30 km/h um ca. 30 % (entspricht $k_M = 0,3$), von 20 km/h um ca. 40 % (entspricht $k_M = 0,4$) und von 10 km/h ca. 50 % (entspricht $k_M = 0,5$) verringert.

Die Gleichung (5) der VDI 3790 Blatt 4 für befestigte Fahrwege bezieht sich auf eine Fahrgeschwindigkeit von ca. 30 km/h [8]. Weiterhin wird für befestigte Fahrwege angegeben, dass bei einer Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit um jeweils ca. 10 km/h eine Kennzahl zur Maßnahmenwirksamkeit k_M von 0,2 angesetzt werden kann. Bezogen auf 30 km/h werden entsprechend die Emissionen bei einer Geschwindigkeit von 20 km/h mit $k_M = 0,2$ um 20 % und von 10 km/h mit $k_M = 0,4$ um 40 % verringert.

Niederschlag

Nach Bild A1 der VDI 3790 Blatt 4 [8] beträgt die mittlere Anzahl der Regentage mit mindestens 1,0 mm Niederschlag 131 - 140 Tage/Jahr. In den Formeln wurde ein Wert von 135 Tagen/Jahr angesetzt.

Motoremissionen

Die Immissionsbeiträge der von den laufenden Motoren ausgehenden Partikelemissionen der eingesetzten Maschinen sind aus lufthygienischer Sicht im Vergleich zu den Aufwirbelungsemissionen vernachlässigbar.

Für die in Kapitel 4.1.2 aufgeführten emissionsverursachenden Transportvorgänge (EBV) ergeben sich, auf Basis der in Kapitel 4.1.7 erläuterten Berechnungsgrundlagen, Emissionen von ca. 59.400 kg/a auf dem Anlagengelände.

4.2 Angesezte Betriebszeiten und Betriebszustände

Die Emissionen werden während der Betriebszeiten freigesetzt. Der Steinbruchbetrieb findet von Montag bis Freitag zwischen 7 und 18 Uhr statt. In Ausnahmefällen auch mal länger, aber nie vor 6 Uhr oder nach 22 Uhr. Bei ca. 250 Arbeitstagen pro Jahr ergibt sich in der Regel eine Betriebszeit von 2.500 h/a.

4.3 Beurteilung der Emissionen anhand der Bagatellmassenströme

Der Emissionsmassenstrom liegt schon während der durchschnittlichen Jahrestunde mit ca. 10 kg/h deutlich über dem Bagatellmassenstrom der TA Luft von 0,1 kg/h für diffuse Staubemissionen.

Da keine geringen Emissionsmassenströme bzgl. der Staubemissionen vorliegen, ist es gemäß Nr. 4.6.1.1 TA Luft 2021 erforderlich, die Immissions-Kenngrößen für Staub durch den Steinbruchbetrieb nach der geplanten Erweiterung zu bestimmen.

4.4 Modellierung der Emissionsquellen

In den nachfolgenden Tabellen sind die Eingabedaten der Quellen für die Ausbreitungsberechnung zusammengefasst.

Tabelle 10. Eingabedaten diffuse Quelle für die Ausbreitungsrechnung.

| id | xq | yq | hq | aq | bq | cq | wq | ds |
|--------|----------|---------|----|-----|-----|----|------|------------------------|
| QUE_1 | 554709 | 5453654 | 0 | 305 | 164 | 4 | 355 | Abbaubereich |
| QUE_2 | 554721 | 5453744 | 0 | 303 | 66 | 2 | 356 | Sprengungen |
| QUE_3 | 554941,1 | 5453757 | 0 | 330 | 10 | 3 | 265 | Fahrweg 1 unbefestigt |
| QUE_4 | 554695,6 | 5453471 | 0 | 149 | 262 | 4 | 296 | Verfüllbereich |
| QUE_5 | 554909,5 | 5453428 | 0 | 298 | 7 | 3 | -107 | Fahrweg 2 unbefestigt |
| QUE_6 | 554613 | 5453001 | 0 | 254 | 12 | 3 | 32 | Fahrweg 3 unbefestigt |
| QUE_7 | 554579,2 | 5453012 | 0 | 38 | 44 | 4 | 298 | Aufgabe in Vorberecher |
| QUE_8 | 554748,6 | 5453045 | 0 | 81 | 39 | 4 | 293 | Vorsiebhalde |
| QUE_9 | 554800,5 | 5453011 | 0 | 122 | 13 | 3 | 80 | Fahrweg 4 unbefestigt |
| QUE_10 | 554170,6 | 5452937 | 0 | 152 | 7 | 3 | 48 | Fahrweg 5 befestigt |
| QUE_11 | 554267,2 | 5453052 | 0 | 41 | 7 | 3 | 320 | Fahrweg 6 befestigt |
| QUE_12 | 554300,9 | 5453021 | 0 | 295 | 8 | 3 | 356 | Fahrweg 7 befestigt |

- id = Quelle Nr.
- xq = x-Koordinate der Quelle (m) im Koordinatensystem UTM 32U
- yq = y-Koordinate der Quelle (m) im Koordinatensystem UTM 32U
- hq = Höhe der Quelle (m)
- aq = Länge in X-Richtung (m)
- bq = Länge in Y-Richtung (m)
- cq = Länge in Z-Richtung (m)
- wq = Drehwinkel der Quelle (Grad)
- ds = Beschreibung

Detailangaben zu den Emissionsquellen können der Austal.log-Datei im Anhang entnommen werden.

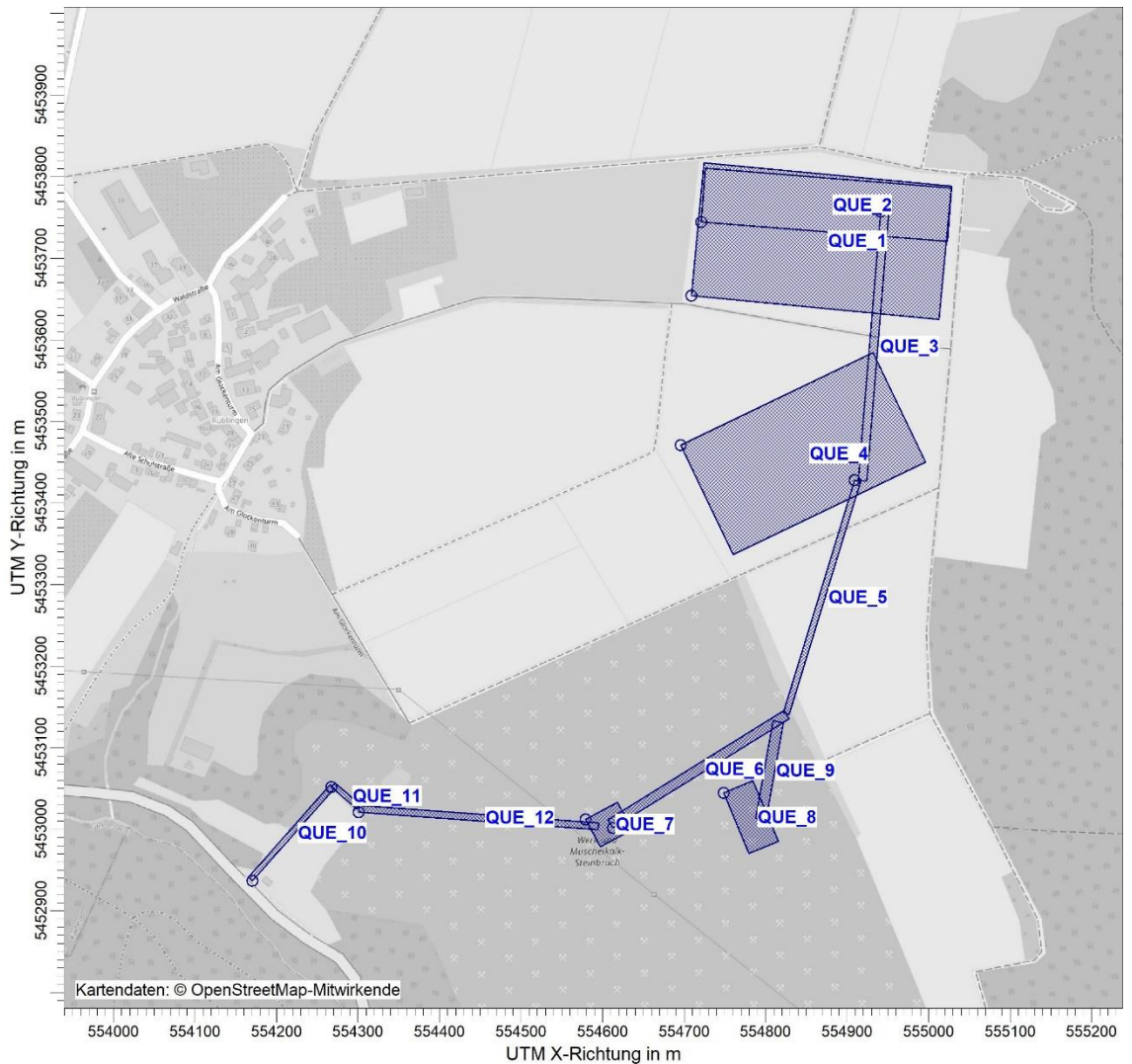


Abbildung 3. Emissionsquellen im Bereich des Steinbruchgeländes. Hintergrundkarte: © OpenStreetMap [35].

4.5 Partikelgrößenverteilung der Staubemissionen

Die ermittelten diffusen Staubemissionen aus Sprengung und Umschlagvorgängen sind als Gesamtstaub angegeben. Für die Ausbreitungsrechnung ist die Verteilung auf die einzelnen Korngrößenklassen anzugeben. In Anlehnung an [18] werden folgende Korngrößenverteilungen angenommen:

Tabelle 11. Angesetzte Partikelgrößenverteilung der diffusen Emissionen

| Partikelgröße | Klassifizierung | Anteil |
|---------------|--------------------|--------|
| ≤ 2,5 µm | PM _{2,5} | 5 % |
| ≤ 10 µm | PM ₁₀ | 25 % |
| > 10 µm | > PM ₁₀ | 75 % |

Nach Anhang 2 der TA Luft entspricht dieses den folgenden Staubklassen:

Tabelle 12. Staubklassenzuordnung nach Anhang 2 TA Luft

| Staubklasse nach TA Luft Anhang 2 | Bezeichnung | Anteil |
|---|-------------|--------|
| 1 | pm-1 | 5 % |
| 2 | pm-2 | 20 % |
| 3, 4 | pm-u | 75 % |

5 Meteorologische Eingangsdaten

5.1 Auswahlkriterien und Eignung

Zur Durchführung der Ausbreitungsrechnung ist nach Anhang 2, Nr. 9 TA Luft 2021 eine meteorologische Zeitreihe (AKTerm) mit einer stündlichen Auflösung zu verwenden, die für den Ort im Rechengebiet, an dem die meteorologischen Eingangsdaten für die Berechnung der meteorologischen Grenzschichtprofile vorgegeben werden, charakteristisch ist. Die Daten sollen für ein mehrjährigen Zeitraum repräsentativ sein.

Sofern im Rechengebiet keine nach Richtlinie VDI 3783 Blatt 21 (Ausgabe März 2017) geeignete Messstation vorliegt, sind nach Anhang 2, Nr. 9 TA Luft 2021 andere geeignete Daten zu verwenden:

- a) Daten einer Messstation des Deutschen Wetterdienstes oder einer anderen nach der Richtlinie VDI 3783 Blatt 21 (Ausgabe März 2017) ausgerüsteten und betriebenen Messstation, deren Übertragbarkeit auf den festgelegten Ort der meteorologischen Eingangsdaten nach Richtlinie VDI 3783 Blatt 20 (Ausgabe März 2017) geprüft wurde,
- oder
- a) Daten, die mit Hilfe von Modellen erzeugt wurden. Die Eignung und Qualität der eingesetzten Modelle sowie die Repräsentativität des Datensatzes für den festgelegten Ort der meteorologischen Eingangsdaten sind nachzuweisen.

Zur Durchführung der Ausbreitungsrechnung wird entsprechend den Anforderungen des Anhangs 2 der TA Luft 2021 eine meteorologische Zeitreihe (AKTerm) mit einer stündlichen Auflösung verwendet.

Die meteorologischen Daten der Station Öhringen (DWD 3761) sind im vorliegenden Fall nach der durchgeführten Übertragbarkeitsprüfung [28] am besten für die Übertragung zum Zwecke einer Immissionsprognose für das Steinbruchgelände der Paul Kleinknecht GmbH & Co. KG bei Rüblingen geeignet.

Aus gutachtlicher Sicht ist der verwendete Datensatz für das aktuelle repräsentative Jahr 2016 (Bezugszeitraum: 2015-2022 [29]) in Verbindung mit der diagnostischen Windfeldbibliothek eine geeignete Datenbasis für die vorliegende gutachtliche Untersuchung.

5.2 Beschreibung der meteorologischen Eingangsdaten

Abbildung 4 zeigt die Windrichtungshäufigkeitsverteilung der DWD-Station Öhringen. Die Windrose weist ein Primärmaximum bei Wind aus Westen und ein Sekundärmaximum bei Wind aus östlichen bis ostnordöstlichen Richtungen auf. Höhere Windgeschwindigkeiten sind zum überwiegenden Teil an die westlichen Windrichtungen gekoppelt. Die durchschnittliche Windgeschwindigkeit im repräsentativen Jahr beträgt ca. 2,7 m/s.

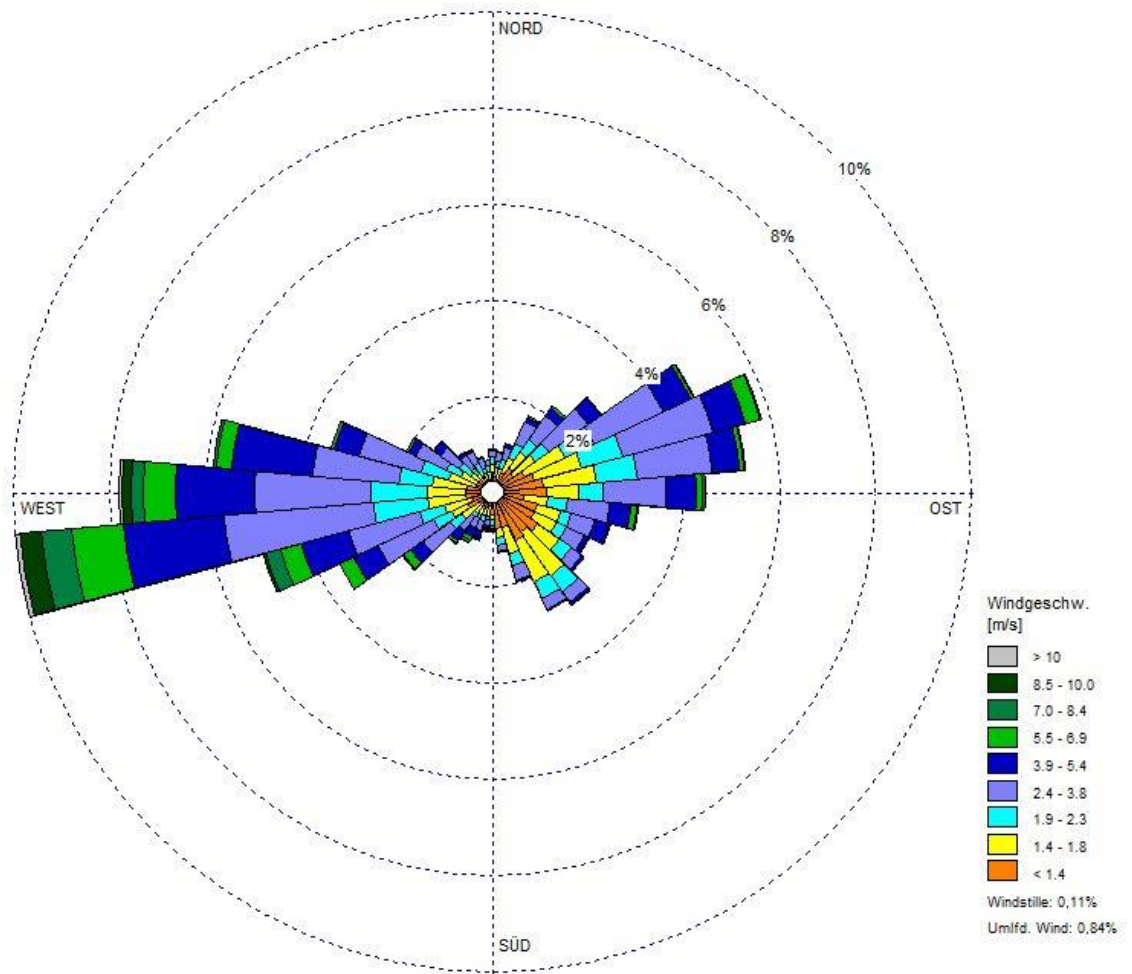


Abbildung 4. Windrichtungshäufigkeitsverteilung der DWD-Station Öhringen für das repräsentative Jahr 2016 [30].

Abbildung 5 zeigt die Windgeschwindigkeitsverteilung sowie die Häufigkeit der Ausbreitungsklassen nach TA Luft 2021 für das Jahr 2016. Windschwache Lagen mit Windgeschwindigkeiten $< 1,4$ m/s kommen zu ca. 22 % der Jahresstunden vor. Mit ca. 54 % Anteil an der Häufigkeit aller Ausbreitungsklassen sind die indifferenten Ausbreitungssituationen der Klassen III/1 und III/2 am häufigsten.

Stabile Ausbreitungssituationen der Klassen I und II, zu denen unter anderem die Inversionswetterlagen zu rechnen sind, treten an etwa 36 % der Jahresstunden auf.

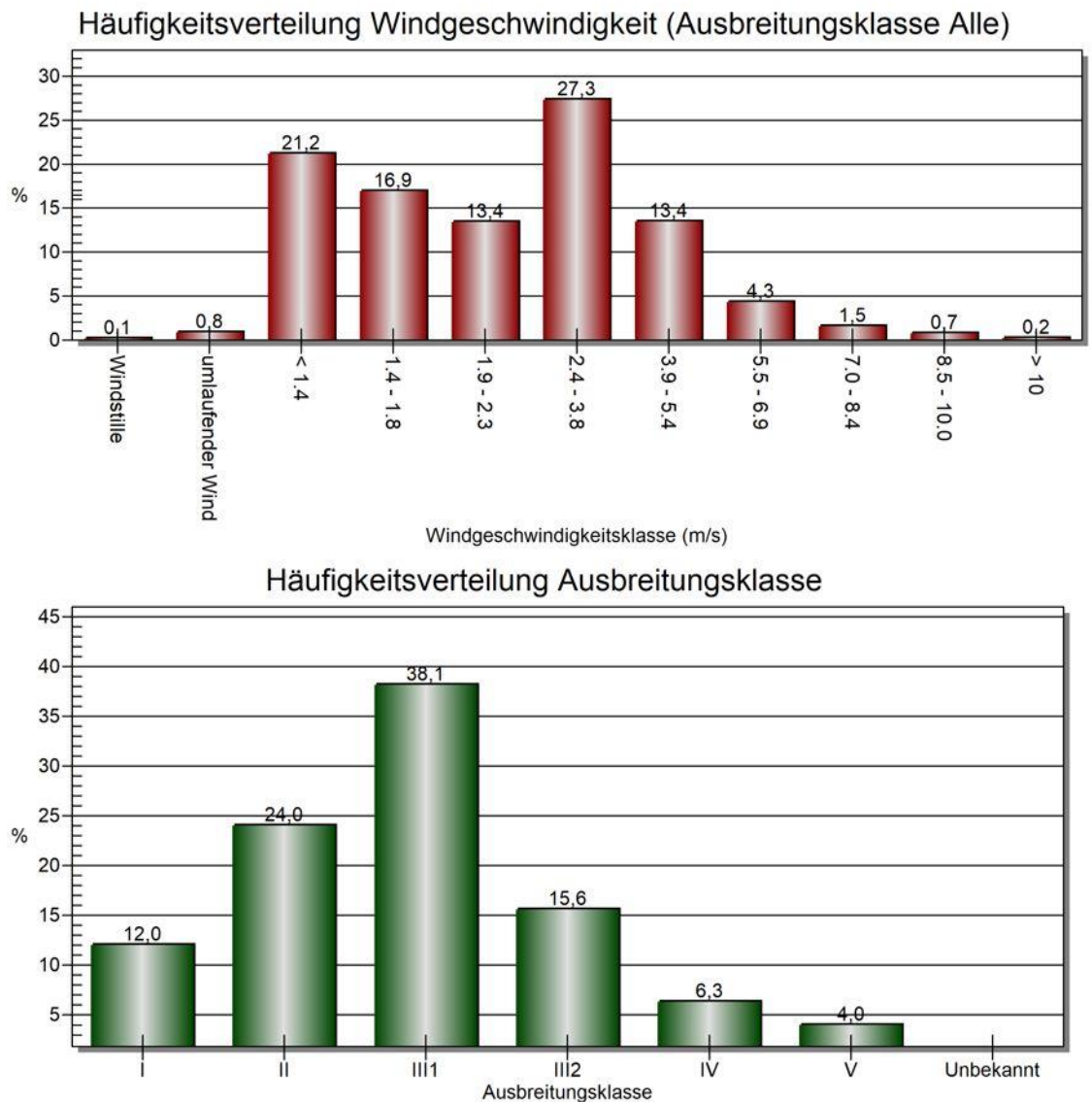


Abbildung 5. Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten und der Ausbreitungsklassen, der DWD-Station Öhringen für das repräsentative Jahr 2016 [30].

Die Anemometerposition wurde auf die folgenden Koordinaten platziert:

x-Koordinate: 32U 553 203, y-Koordinate: 54 53 307.

Niederschlagsdaten

Für die Berechnung der „nassen“ Deposition wurde die Niederschlagszeitreihe der Messstation Öhringen für das repräsentative Jahr 2016 gewählt und auf das langjährige Mittel am Anlagenstandort von 816 mm (P in mm/a) skaliert.

6 Weitere Eingangsgrößen

6.1 Rechengebiet und räumliche Auflösung

Als Rechengebiet wurde ein Rechteck mit Kantenlängen von 3.264 m × 3.392 m festgelegt. Es genügt damit den Anforderungen der TA Luft 2021, wonach das Rechengebiet mindestens einen Radius vom 50-fachen der Schornsteinhöhe haben muss. Bei Quellhöhen <20 m empfiehlt sich ein Radius entsprechend der Mindestgröße des Beurteilungsgebiets und damit nach Nr. 4.6.2.5 der TA Luft 2021 von mindestens 1 km.

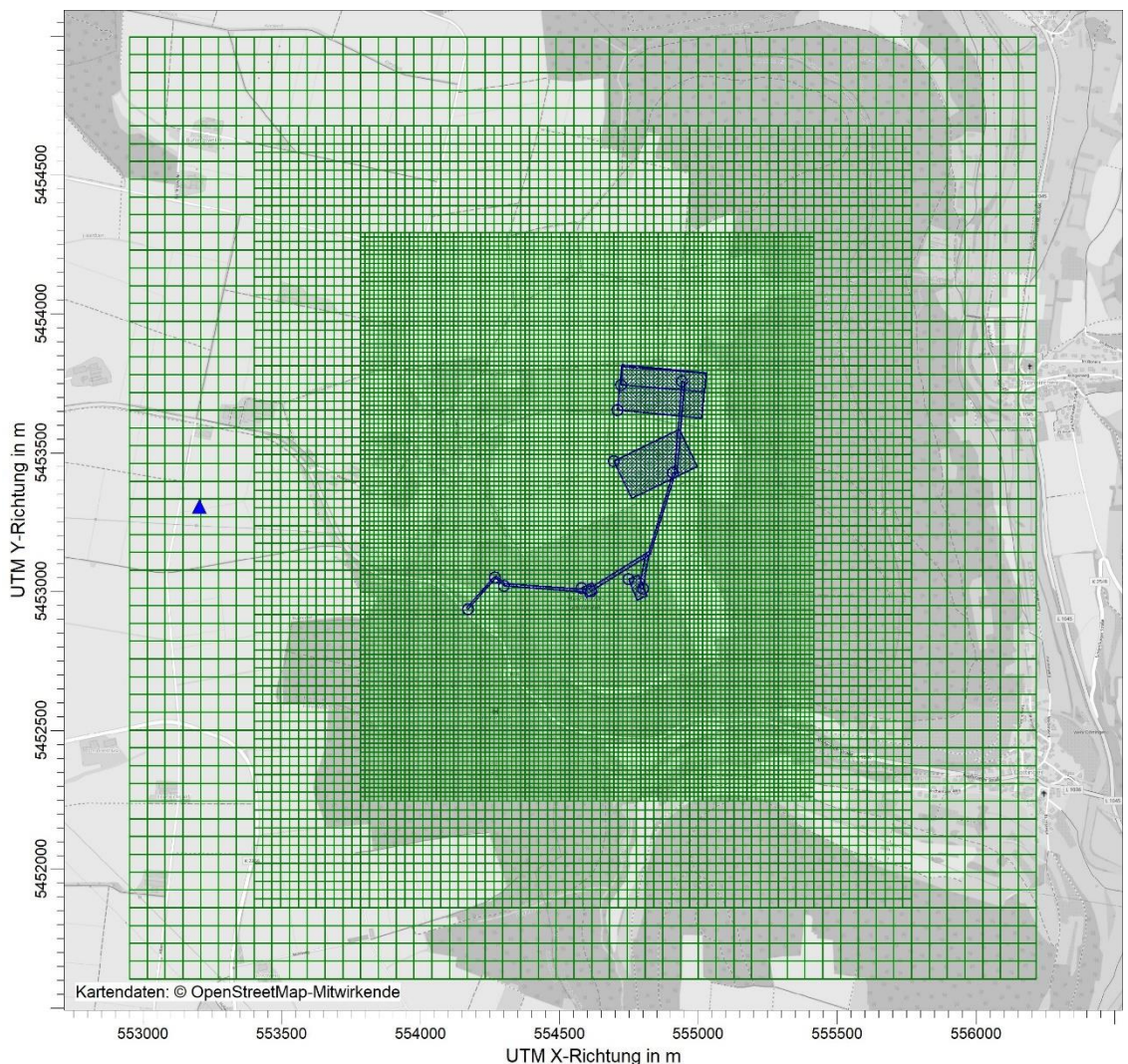


Abbildung 6. Rechengitter der Ausbreitungsrechnung; Anemometerposition blaues Dreieck. Hintergrundkarte: © OpenStreetMap [35].

Es wurde ein 3fach geschichtetes Rechengitter mit Gitterweiten von 16 m bis 64 m verwendet. Ort und Betrag der Immissionsmaxima und die Höhe der Zusatzbelastungen an den relevanten Immissionsorten können bei diesem Ansatz mit hinreichender Sicherheit bestimmt werden.

Die Konzentration an den Aufpunkten wurde als Mittelwert über ein vertikales Intervall vom Erdboden bis 3 m Höhe über dem Erdboden berechnet; sie ist damit repräsentativ für eine Aufpunkthöhe von 1,5 m über Flur. Die so für ein Volumen bzw. eine Fläche des Rechengitters berechneten Mittelwerte gelten als Punktwerte für die darin enthaltenen Aufpunkte.

6.2 Rauigkeitslänge

Die Bodenrauigkeit des Geländes wird durch eine mittlere Rauigkeitslänge z_0 beschrieben. Sie ist nach Tabelle 15 in Anhang 2 der TA Luft 2021 mit dem Landbedeckungsmodell Deutschland (LBM-DE) zu bestimmen.

Die Rauigkeitslänge wurde gemäß TA Luft 2021 automatisch durch das Modell AUSTAL zu $z_0 = 0,50$ m (gerundet auf den nächstgelegenen Tabellenwert) ermittelt. Eine wesentliche Änderung in der Landnutzung gegenüber der Erhebung des Katasters kann nicht festgestellt werden.

6.3 Berücksichtigung von Bebauung und Gelände

6.3.1 Bebauung

Die Regelungen in Nr. 10 in Anhang 3 der TA Luft nehmen Bezug auf eine Schornsteinhöhe. Für diffuse Emissionen (ohne Schornstein) sind diese Regelungen daher nicht bzw. nur sinngemäß unter sachgerechten Aspekten anwendbar.

Eine relevante Bebauung liegt im Bereich des Abbau- und Verfüllbereich des Steinbruchs nicht vor. Es ist daher ausreichend, mit der mittleren Rauigkeitslänge zu arbeiten.

6.3.2 Gelände

Einflüsse von Geländeunebenheiten auf die Ausbreitungsbedingungen sind gemäß TA Luft 2021 (Anhang 2, Nr. 12) zu berücksichtigen, wenn im Rechengelände Geländesteigungen von mehr als 1 : 20 und Höhendifferenzen von mehr als der 0,7fachen Schornsteinbauhöhe auftreten. Hierzu kann i. d. R. das im Abschlussbericht zum UFOPLAN Vorhaben FKZ 200 43 256 [27] dokumentierte mesoskalige diagnostische Windfeldmodell eingesetzt werden, solange die Steigungen Werte von 1 : 5 nicht überschreiten und Einflüsse von lokalen Windsystemen oder anderen meteorologischen Besonderheiten ausgeschlossen werden können. Sind die genannten Bedingungen nicht erfüllt, können die Geländeunebenheiten in der Regel mit Hilfe eines prognostischen mesoskaligen Windfeldmodells berücksichtigt werden, das den Anforderungen der Richtlinie VDI 3783 Blatt 7 (Ausgabe Mai 2017) entspricht. Dabei sind die Verfahrensregeln der Richtlinie VDI 3783 Blatt 16 (Ausgabe Juni 2015) zu beachten.

Im gesamten Rechengelände dominieren geringe (weniger als 1 : 20) und moderate Steigungen zwischen 1 : 20 und 1 : 5 (ca. 70 % der Gesamtfläche). Stärkere Steigungen über 1 : 5 treten auf insgesamt ca. 30 % der Fläche auf (im Wesentlichen in den umliegenden Tälern und im Steinbruchgelände). Die Anwendbarkeit eines

mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodells ist aufgrund der vorhandenen Steigungen nicht von vornherein gegeben.

Aus diesem Grund werden die Restdivergenzen der berechneten Windfelder geprüft: Bei der Berechnung der Windfelder wird in der Protokolldatei ein maximaler Divergenzfehler ausgewiesen. Übersteigt dieser den Wert von 0,2, so ist das Windfeld im Allgemeinen nicht verwendbar, ein Wert von unter 0,05 sollte angestrebt werden (Richtlinie VDI 3783 Blatt 13). Da im vorliegenden Fall der Divergenzfehler bei maximal 0,022 liegt, ist in diesem kein Ausschlusskriterium für das diagnostische Windfeldmodell gegeben.

Aus Gründen der Verhältnismäßigkeit und in Abstimmung mit der zuständigen Genehmigungs-/Fachbehörde wurde daher auf die Anwendung eines prognostischen Windfeldmodells verzichtet und mit dem in AUSTAL implementierten diagnostischen Modell TALdia gearbeitet.

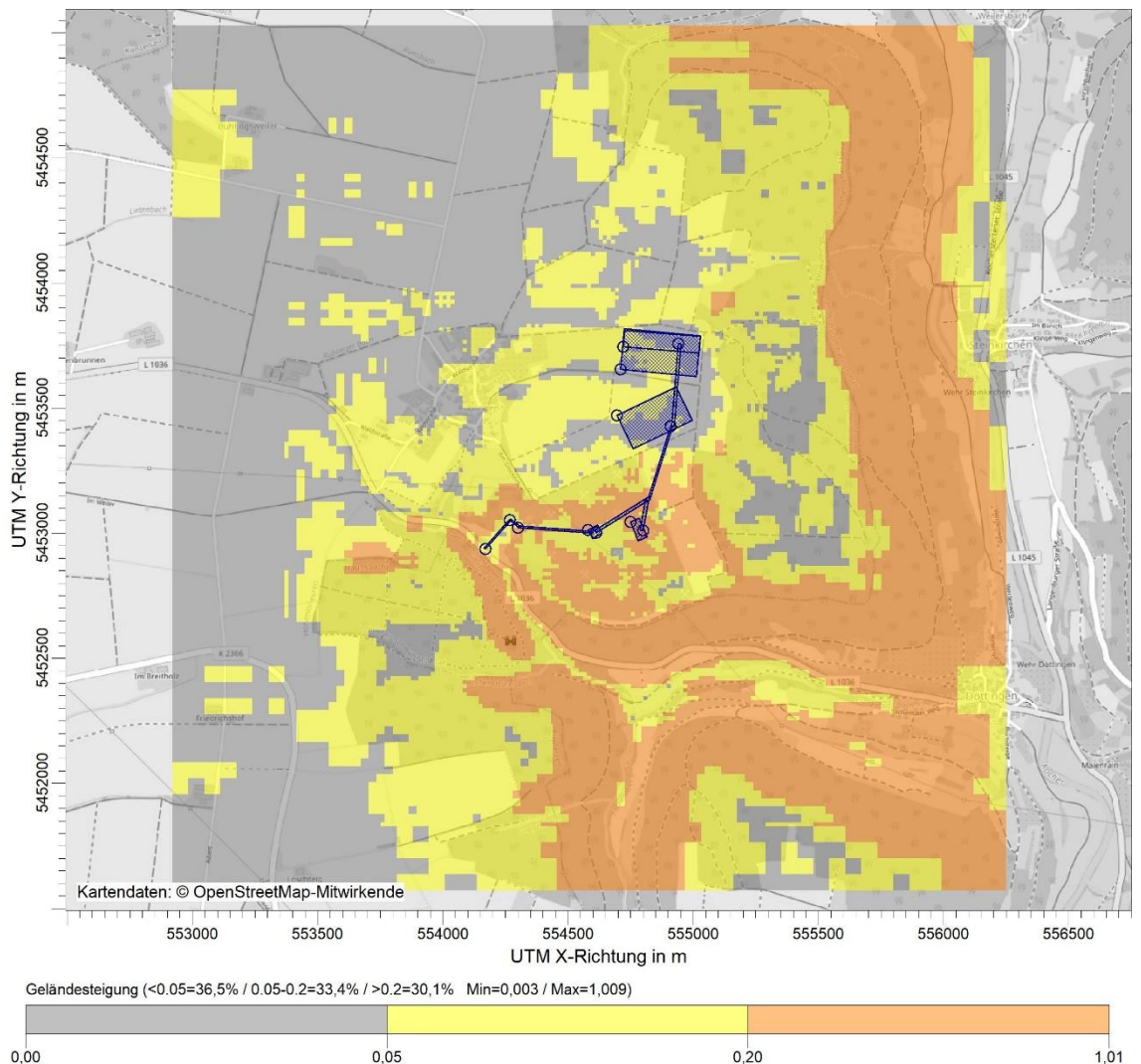


Abbildung 7. Geländesteigungen im Rechengebiet auf Basis von [37]. Hintergrundkarte: © OpenStreetMap [35].

6.4 Verwendetes Ausbreitungsmodell

Es wurde mit dem Programm AUSTAL [24] gearbeitet, welches den Anforderungen der TA Luft 2021 (Anhang 2) [4] sowie der Richtlinie VDI 3945 Blatt 3 [23] genügt.

6.5 Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit

Mit der Wahl der Qualitätsstufe 2 (entspricht einer Teilchenrate = 8 s^{-1}) bei der Ausbreitungsrechnung wurde sichergestellt, dass im beurteilungsrelevanten Gebiet außerhalb des Werksgeländes die modellbedingte statistische Unsicherheit des Berechnungsverfahrens, berechnet als statistische Streuung des berechneten Wertes, beim Immissions-Jahreskennwert weniger als 3 Prozent des Immissions-Jahreswertes betragen hat.

6.6 Depositionsgeschwindigkeiten und Auswaschraten

Bei der Ausbreitungsrechnung für Stäube sind die trockene Deposition (= Anhaften eines Staubteilchens, sobald es eine Oberfläche berührt) und ggf. Sedimentation (= Absinken der Staubteilchen aufgrund der Schwerkraft) zu berücksichtigen sowie ferner die nasse Deposition aufgrund der Auswaschung durch Regenniederschlag.

Auch gasförmige Luftschadstoffe können der trockenen (durch verschiedene Wechselwirkungen mit der Oberfläche) und nassen Deposition unterliegen.

Die Auswaschrates Λ wird wie folgt parametrisiert:

$$\Lambda = \lambda \times \left(\frac{I}{I_0} \right)^\kappa \quad (6)$$

Es bedeuten:

| | |
|-----------|--|
| Λ | Auswaschrates |
| λ | Auswaschfaktor |
| $I; I_0$ | Niederschlagsintensität; I_0 gleich 1 mm/h |
| κ | Auswaschexponent |

Zur Berechnung der resultierenden Depositionen sowie Stoffeinträge werden entsprechend der TA Luft 2021 die folgenden stoffspezifischen Parametrisierungen und Eingangsdaten angesetzt:

Tabelle 13. Stoffspezifische Parametrisierungen des trockenen Depositions-, Sedimentations- und Auswaschverhaltens in der Ausbreitungsrechnung.

| Stoff | Auswasch- faktor | Auswasch- exponent | Depositions- geschwindigkeit | Sedimentations- geschwindigkeit |
|----------------|----------------------|-----------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| | λ in 1/s | κ | v_d in m/s | v_s in m/s |
| Staub Klasse 1 | $0,3 \times 10^{-4}$ | 0,8 | 0,001 | 0,00 |
| Staub Klasse 2 | $1,5 \times 10^{-4}$ | 0,8 | 0,01 | 0,00 |
| Staub Klasse 3 | $4,4 \times 10^{-4}$ | 0,8 | 0,05 | 0,04 |
| Staub Klasse 4 | $4,4 \times 10^{-4}$ | 0,8 | 0,20 | 0,15 |

Für Staub mit einem aerodynamischen Durchmesser größer als $10 \mu\text{m}$ ist – sofern die Korngrößenverteilung nicht näher bekannt ist – für v_s der Wert $0,06 \text{ m/s}$, für v_d der Wert $0,07 \text{ m/s}$, für λ der Wert $4,4 \times 10^{-4} \text{ 1/s}$ und für κ der Wert $0,8$ zu verwenden.

7 Immissionen

7.1 Beurteilungsrelevante Nutzungen/Beurteilungspunkte

Die Belastung durch Partikel PM₁₀ und PM_{2,5} und Staubbiederschlag ist ausschließlich außerhalb der Anlagengrenzen zu untersuchen, da im Bereich des Betriebsgeländes die arbeitsschutzrechtlichen Anforderungen maßgebend sind. Ferner ist das Umfeld der Anlage nur an den Orten für die Beurteilung relevant, an denen das entsprechende Schutzgut nicht nur vorübergehend exponiert ist.

Im vorliegenden Fall sind die nächstgelegenen Wohnhäuser der umliegenden Orte Rüblingen, Döttingen und Steinkirchen als Immissionsorte zu berücksichtigen.

7.2 Immissions-Gesamtzusatzbelastung durch den Steinbruchbetrieb nach der geplanten Erweiterung

In der nachfolgenden Abbildung 8. ist die räumliche Verteilung der Immissions-Gesamtzusatzbelastung an Partikel PM₁₀ im Jahresmittel durch den Steinbruchbetrieb nach der geplanten Erweiterung dargestellt. Für Partikel PM_{2,5} ist die Immissions-Gesamtzusatzbelastung in Abbildung 9. und für Staubbiederschlag in Abbildung 10. dargestellt. Die Farbgebung beginnt jeweils beim Überschreiten des Irrelevanzwertes nach TA Luft (siehe Tabelle 3).

Aus den Abbildungen wird ersichtlich, dass die Belastung für Partikel PM₁₀, für Partikel PM_{2,5} und Staubbiederschlag durch den Steinbruchbetrieb nach der geplanten Erweiterung an den nächstgelegenen Wohnnutzungen in Rüblingen, Döttingen und Steinkirchen irrelevant gemäß TA Luft ist.

Aufgrund der größeren Entfernung der Orte Döttingen und Steinkirchen zum Steinbruch im Vergleich zu Rüblingen, liegen diese weit außerhalb der Bereiche mit Staubbilastungen oberhalb der Irrelevanzschwellen. Daher wurde in allen nachfolgenden Abbildungen auf einen Ausschnitt verzichtet, in dem alle umliegenden Orte zu sehen sind.

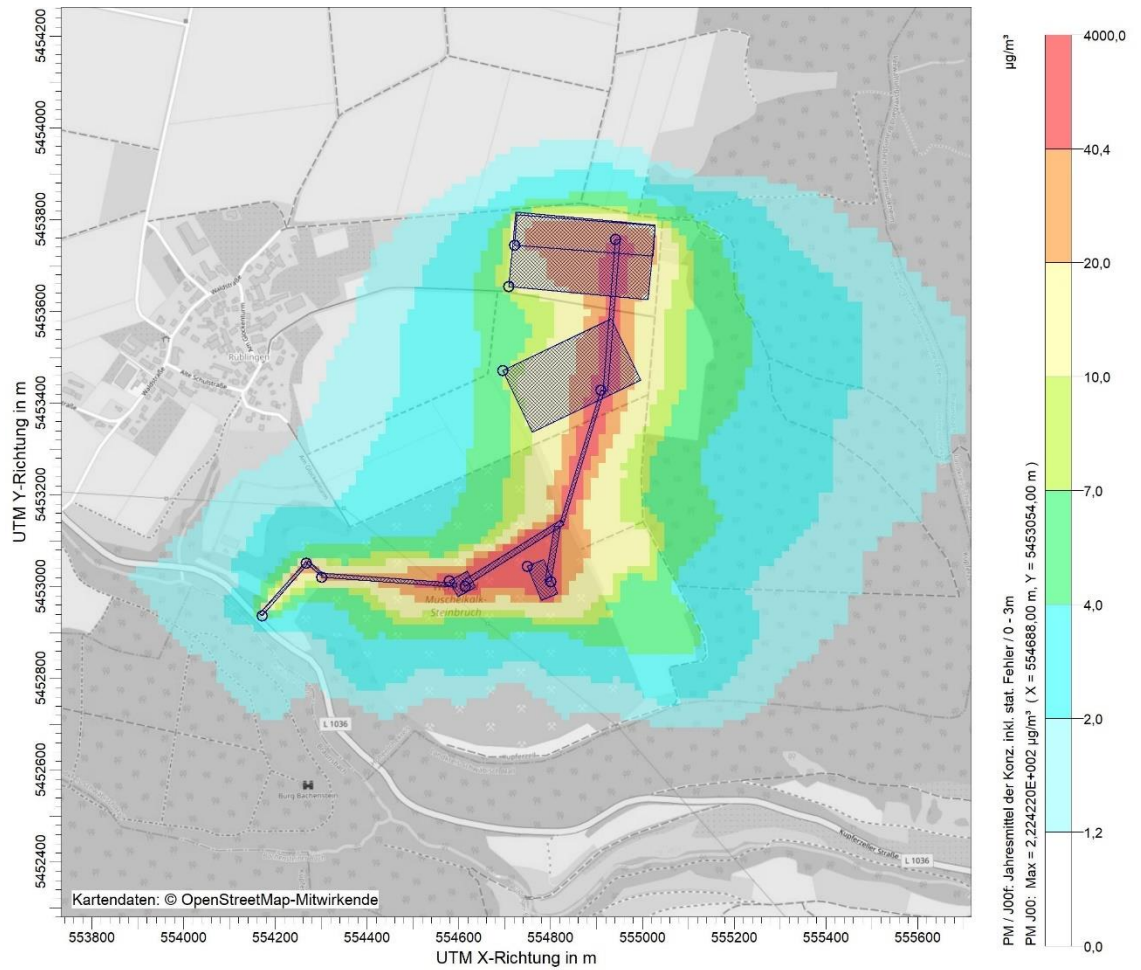


Abbildung 8. Immissions-Gesamtzusatzbelastung durch Partikel PM₁₀ im Jahresmittel durch den Steinbruchbetrieb nach der geplanten Erweiterung. (Irrelevanzkriterium der TA Luft: 3 % des Immissions-Jahreswertes, ohne Rundungsregel entspricht dies ca. 1,2 µg/m³ = niedrigster Wert der Legende). Hintergrundkarte: © OpenStreetMap [35].

\\S-muc-fs01\allefirmen\W\Proj\178M178998M178998_05_Ber_1D.DOCX:12. 03. 2025

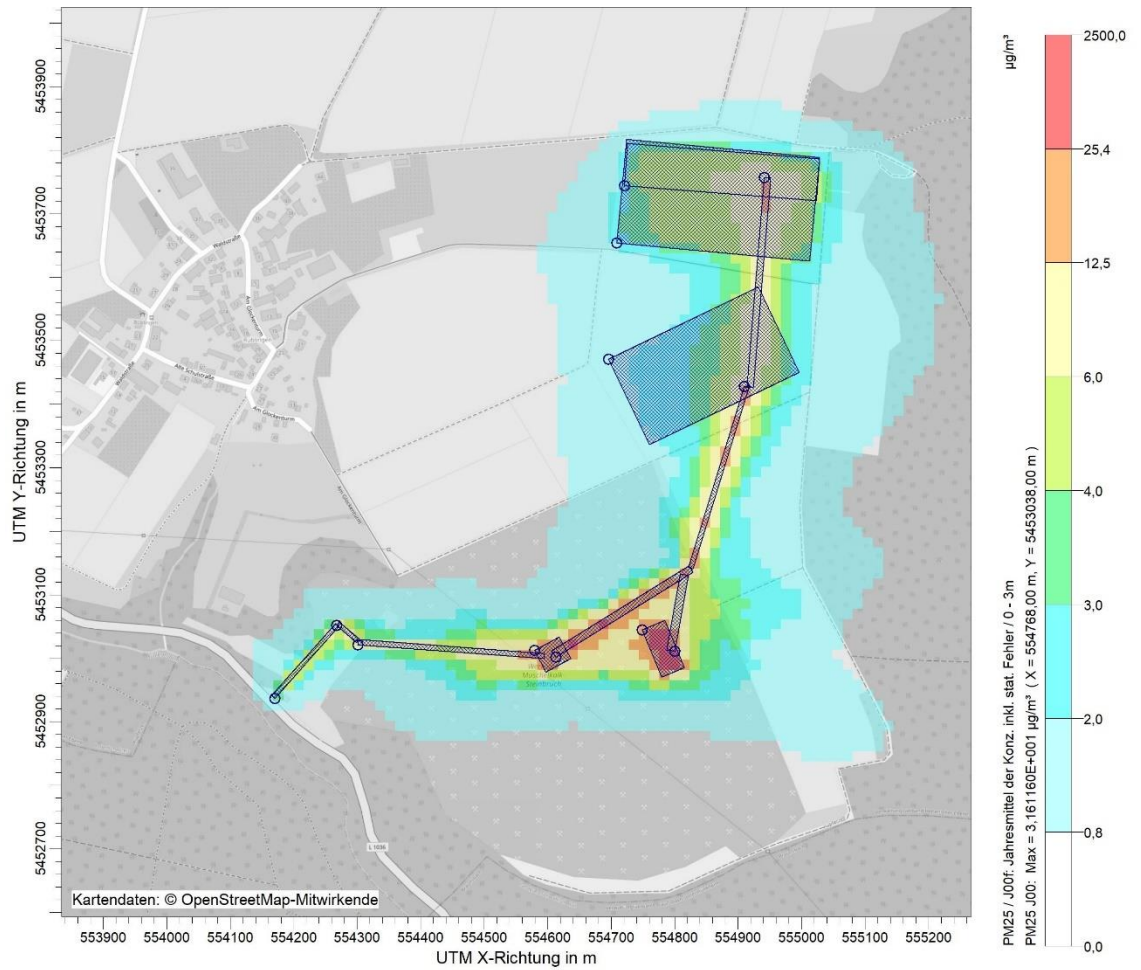


Abbildung 9. Immissions-Gesamtzusatzbelastung durch Partikel PM_{2,5} im Jahresmittel durch den Steinbruchbetrieb nach der geplanten Erweiterung. (Irrelevanzkriterium der TA Luft: 3 % des Immissions-Jahreswertes, ohne Rundungsregel entspricht dies ca. 0,75 µg/m³ = niedrigster Wert der Legende). Hintergrundkarte: © OpenStreetMap [35].

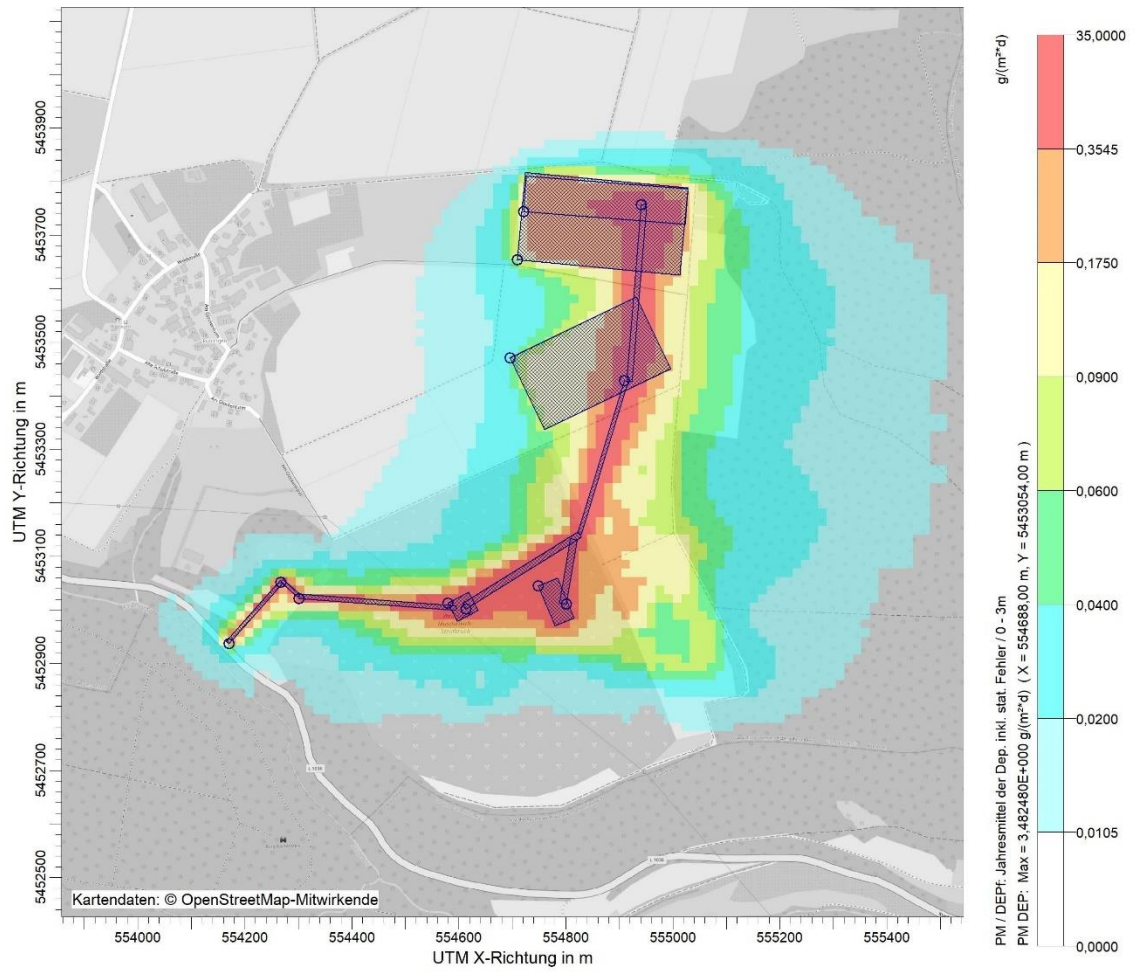


Abbildung 10. Immissions-Gesamtzusatzbelastung durch Staubbiederschlag im Jahresmittel durch den Steinbruchbetrieb nach der geplanten Erweiterung. (Irrelevanzkriterium der TA Luft: $10,5 \text{ mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ = niedrigster Wert der Legende). Hintergrundkarte: © OpenStreetMap [35].

8 Grundlagen des Berichts (Literatur)

Bei der Erstellung des Gutachtens wurden die folgenden Unterlagen verwendet:

Immissionsschutzrecht

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge – Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) in der aktuellen Fassung.
- [2] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BImSchV) in der aktuellen Fassung.
- [3] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen 39. BImSchV) in der aktuellen Fassung.
- [4] Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), GMBI Nr. 48-54, S. 1049; vom 14. September 2021.

Emissionsberechnung

- [5] VDI 3790 Blatt 1: Umweltmeteorologie – Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Grundlagen. 2015-07.
- [6] VDI 3790 Blatt 2: Umweltmeteorologie – Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Deponien. 2017-06.
- [7] VDI 3790 Blatt 3: Umweltmeteorologie – Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern. 2010-01.
- [8] VDI 3790 Blatt 4 „Umweltmeteorologie – Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Staubemissionen durch Fahrzeugbewegungen auf gewerblichem/industriellem Betriebsgelände. 2018-09.
- [9] Emission Factor Documentation for AP-42 Section 13.2.2 – Unpaved Roads – Final Report, U. S. Environmental Protection Agency. Office of Air Quality Planning and Standards Emission Factor and Inventory Group, September 1998.
- [10] Kühn, G. (2002): Experimentelle Untersuchungen zur Entstehung und Ausbreitung von Staubfahnen hinter Kraftfahrzeugen. Dissertation, Fachbereich Physik der Universität Hannover.
- [11] UMEG (2005): Emissionsfaktoren-Handbuch Emissionserklärung 2004 Baden-Württemberg. Bericht Nr. 4-02/2005, Zentrum für Umweltmessungen, Umwelterhebungen und Gerätesicherheit Baden-Württemberg.

- [12] Umweltbundesamt (2009): Innovative Techniken: Beste verfügbare Techniken (BVT) in industriellen Bereichen – Minderung diffuser Staubemissionen bei mobilen Brechern (Schlussbericht) – Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Steffen Richter, November 2009.
- [13] Umweltbundesamt (2005): BVT-Merkblatt über die besten verfügbaren Techniken zur Lagerung gefährlicher Substanzen und staubender Güter (mit ausgewählten Kapiteln in deutscher Übersetzung). Januar 2005.
- [14] LAI (2011): Möglichkeiten der Minderung diffuser Staubemissionen aus Anlagen. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, Juni 2011.
- [15] Technische Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen 2013, Revision 1, Bundesministerium Digitalisierung und Wirtschaftsstandort, Österreich.
- [16] LUBW (2021): Ermittlung von Emissionsfaktoren diffuser Stäube – Bereitstellung einer Arbeitshilfe für die Immissionsschutzbehörden in Baden-Württemberg.
- [17] Gronewäller, L (2009).: Diffuse Emissionen aus Steinbrüchen – Messung diffuser Staubemissionen und Emissionsmodellierung einer Sprengung im Steinbruch. VDI-Berichte Nr. 2072.
- [18] Tudeshki, H. (2017): Erfassung repräsentativer Staubemissionsfaktoren in der Natursteinindustrie. 7. VDI-Fachtagung Diffuse Emissionen 2017, Frankfurt am Main.

Immissionsprognose

- [19] VDI 3782 Blatt 1: Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Gaußsches Fahnenmodell zur Bestimmung von Immissionskenngrößen. 2016-01.
- [20] VDI 3782 Blatt 5: Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Depositionsparameter. 2006-04.
- [21] VDI 3783 Blatt 8: Umweltmeteorologie – Messwertgestützte Turbulenzparametrisierung für Ausbreitungsmodelle. 2017-04.
- [22] VDI 3783 Blatt 13: Umweltmeteorologie – Qualitätssicherung in der Immissionsprognose – Anlagenbezogener Immissionsschutz – Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft. 2010-01.
- [23] VDI 3945 Blatt 3: Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Partikelmodell. 2000-09.
- [24] Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.2.1.
- [25] AUSTAL, Programmbeschreibung zu Version 3.1, Ing.-Büro Janicke im Auftrag des Umweltbundesamtes, 9. August 2021.
- [26] AUSTALView (TG): Benutzeroberfläche für das Ausbreitungsmodell AUSTAL (TA Luft), ArguSoft GmbH & Co KG, (Version 10.3.0).

- [27] Janicke, L.; Janicke, U. (2004): Weiterentwicklung eines diagnostischen Windfeldmodells für den anlagenbezogenen Immissionsschutz (TA Luft), UFOPLAN Förderkennzeichen 203 43 256, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin.

Meteorologie Anlagenstandort

- [28] Müller-BBM (2024): Erweiterung Steinbruch Rüblingen – Ermittlung einer räumlich übertragbaren meteorologischen Datenbasis für eine Immissionsprognose nach Anhang 2 der TA Luft 2021, Müller-BBM Industry Solutions GmbH, Bericht Nr. M178998/03, vom 13.03.2024.
- [29] Ermittlung des repräsentativen Jahres der DWD-Station Öhringen im Bezugszeitraum 2015-2022, Bericht Nr. M178998/01, vom 20.02.2024.
- [30] Meteorologische Zeitreihe (AKTerm) der DWD-Station Öhringen im Zeitraum 01.01.2016 - 31.12.2016. Erstellt durch Müller-BBM auf Basis von Eingangsdaten (Winddaten, Bedeckungsgraddaten) des Deutschen Wetterdiensts (DWD), Download über Climate Data Center.
- [31] Deutscher Wetterdienst DWD, Offenbach: Statistisches Windfeldmodell; https://www.dwd.de/DE/leistungen/windkarten/deutschland_und_bundeslaender.html.
- [32] DWD, Merkblatt Bestimmung der in Austal2000 anzugebenden Anemometerhöhe, Manyslo, 15.10.2014.
- [33] Deutscher Wetterdienst DWD, Offenbach: Stationsdaten; ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/CDC/observations_germany/climate/hourly/.
- [34] Geodaten © OpenStreetMap und Mitwirkende, <https://www.openstreetmap.de/karte.html>; Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0 (<https://www.govdata.de/dl-de/by-2-0>).

Sonstiges

- [35] OpenStreetMap, © OpenStreetMap-Mitwirkende. Creative-Commons-Lizenz - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 2.0 (CC BY-SA) – www.openstreetmap.org/copyright.
- [36] OpenTopoMap, © OpenStreetMap-Mitwirkende. Kartendarstellung © OpenTopoMap. Creative-Commons-Lizenz – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 2.0 (CC BY-SA) - www.opentopomap.org/about.
- [37] SRTM 1 Arc-Second Global (30 m) Version 3, U. S. Geological Survey (USGS) Earth Resources Observation and Science (EROS) Center.
- [38] Daten und Karten des Auftraggebers bzw. Betreibers.

Anhang: Rechenlaufprotokoll

Staub – Steinbruchbetrieb nach der geplanten Erweiterung

2024-11-07 22:17:06 -----
 TalServer:C:\Austal\P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch

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

Arbeitsverzeichnis: C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch

Erstellungsdatum des Programms: 2024-03-22 08:43:21
 Das Programm läuft auf dem Rechner "S-AUSTAL01".

```
===== Beginn der Eingabe =====
> ti "r1"                'Projekt-Titel
> ux 32554680            'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5452950            'y-Koordinate des Bezugspunktes
> qs 2                  'Qualitätsstufe
> az "Oehringen_ID_03761_2016_rr.akt" 'AKT-Datei
> xa -1477.00           'x-Koordinate des Anemometers
> ya 357.00             'y-Koordinate des Anemometers
> ri ?
> dd 16.0    32.0    64.0    'Zellengröße (m)
> x0 -896.0  -1280.0 -1728.0  'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 102     74      51      'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -704.0  -1088.0 -1344.0  'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 128     88      53      'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 19      19      19      'Anzahl Gitterzellen in Z-Richtung
> os +NOSTANDARD+SCINOTAT+WETDRIFT
> hh 0 3.0 6.0 10.0 16.0 25.0 40.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0
1500.0
> gh "test-50m.grid"    'Gelände-Datei
> xq 28.98    40.96    261.09    15.59    229.49    -67.00    -100.84    68.64
120.48    -509.38    -412.78    -379.08
> yq 704.20    794.44    807.03    520.77    478.29    51.47    62.45    94.83
60.97    -13.10    101.64    71.13
> 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
> aq 305.23    303.10    330.44    148.81    298.41    254.33    38.41    80.71
121.60    151.69    41.28    294.54
> bq 163.60    66.04    10.00    262.26    7.46    12.08    44.31    38.93
12.87    6.89    6.88    8.41
> cq 4.00    2.00    3.00    4.00    3.00    3.00    4.00    4.00    3.00
3.00    3.00    3.00
> wq 354.57    355.50    265.29    295.69    -107.11    31.82    298.07    292.50
80.01    48.40    319.64    355.77
> 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
> 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
> 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
> 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
> 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
> 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
> 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
```

\\S-muc-fs01\allefirmen\WP\Proj\178M\178998M\178998_05_Ber_1D.DOCX:12. 03. 2025

```

> 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
> pm-1 ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?
?      ?
> pm-2 ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?
?      ?
> pm-u ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?
?      ?
> pm25-1 ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?
?      ?      ?

```

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

>>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

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 maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 1.01 (1.01).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 1.01 (0.74).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.59 (0.54).
 Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.

Standard-Kataster z0-utm.dmna (e9ea3bcd) wird verwendet.
 Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 0.224 m.
 Der Wert von z0 wird auf 0.20 m gerundet.
 Die Zeitreihen-Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/zeitreihe.dmna" wird verwendet.
 Es wird die Anemometerhöhe ha=6.8 m verwendet.
 Die Angabe "az Oehringen_ID_03761_2016_rr.akt" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 4b33f663
 Prüfsumme TALDIA adcc659c
 Prüfsumme SETTINGS b853d6c4
 Prüfsumme SERIES cc0268de
 Gesamtniederschlag 813 mm in 1005 h.

=====

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm".
 TMT: 366 Mittel (davon ungültig: 0).
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-j00z01" geschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-j00s01" geschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-t35z01" geschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-t35s01" geschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-t35i01" geschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-t00z01" geschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-t00s01" geschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-t00i01" geschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-depz01" geschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-deps01" geschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-wetz01" geschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-wets01" geschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-dryz01" geschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-drys01" geschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-j00z02" geschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-j00s02" geschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-t35z02" geschrieben.

\\S-muc-fs01\allefirmen\WP\Proj\178\178998\M178998_05_Ber_1D.DOCX:12. 03. 2025

TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-t35s02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-t35i02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-t00z02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-t00s02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-t00i02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-depz02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-deps02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-wetz02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-wets02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-dryz02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-drys02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-j00z03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-j00s03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-t35z03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-t35s03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-t35i03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-t00z03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-t00s03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-t00i03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-depz03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-deps03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-wetz03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-wets03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-dryz03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm-drys03" ausgeschrieben.
 TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm25".
 TMT: 366 Mittel (davon ungültig: 0).
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm25-j00z01" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm25-j00s01" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm25-j00z02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm25-j00s02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm25-j00z03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/Austal/P4_34097_2024-11-07_scs_m178998_r4-Staub_nur_Steinbruch/pm25-j00s03" ausgeschrieben.
 TMT: Dateien erstellt von AUSTAL_3.3.0-WI-x.

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 : 3.479e+00 g/(m²d) (+/- 0.1%) bei x= 8 m, y= 104 m (1: 57, 51)
 PM DRY : 3.472e+00 g/(m²d) (+/- 0.1%) bei x= 8 m, y= 104 m (1: 57, 51)
 PM WET : 7.425e-03 g/(m²d) (+/- 0.3%) bei x= 40 m, y= 120 m (1: 59, 52)

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

PM J00 : 2.222e+02 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= 8 m, y= 104 m (1: 57, 51)

PM T35 : 5.518e+02 µg/m³ (+/- 1.3%) bei x= 8 m, y= 104 m (1: 57, 51)
PM T00 : 1.127e+03 µg/m³ (+/- 1.5%) bei x= 88 m, y= 152 m (1: 62, 54)
PM25 J00 : 3.158e+01 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= 88 m, y= 88 m (1: 62, 50)

=====

2024-11-08 05:55:46 AUSTAL beendet.