



BAU-UNION GmbH & Co. Vereinigte Schotterwerke KG
BImSchG-Antrag auf Steinbrucherweiterung Eittenberg – Technische Planung

Anlagen

Anlage 4:

Prognose der Staubemissionen und-immissionen



Prognose der Staubemissionen und -immissionen durch die geplante Abbauerweiterung des Steinbruchs

- Auftraggeber / Betreiber : Bau-Union GmbH & Co. Vereinigte Schotterwerke KG
Flözingerstraße 37
D-78656 Zimmern ob Rottweil
- Standort : Steinbruch Horgen/Ettenberg
78658 Zimmern ob Rottweil (Baden-Württemberg)
- Art der Anlage : Steinbruch
Nr. 2.1.1 und 2.2
Nr. 8.11.2.2 und Nr. 8.12.2
Anlage gemäß Anhang zur 4. BImSchV
- Genehmigungsbehörde : Landratsamt Rottweil
- Projekt-Nr. : 555044392
- Durchgeführt von : DEKRA Automobil GmbH -
Industrie, Bau und Immobilien
Außenstelle Karlsruhe
Dipl.-Met. Corinna Humpert-Zerulla
Im Mittelfeld 1
D-76135 Karlsruhe
Telefon: 0721 / 98664-54
E-Mail: Corinna.Humpert-Zerulla@dekra.com
- Auftragsdatum : 23.10.2019
- Berichtsumfang : 36 Seiten Bericht + 33 Seiten Anhang
- Aufgabenstellung : Prognose der Staubemissionen und -immissionen
für den bestehenden Betrieb des Steinbruchs Etten-
berg incl. Schotterwerk, Transportbetonanlage und As-
phaltaufbereitungsanlage und die geplante Abbauer-
weiterung

Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Aufgabenstellung	3
2	Beauftragung	3
3	Beurteilungsgrundlagen	4
4	Beschreibung der Örtlichkeiten	6
5	Beschreibung der Anlage	7
5.1	Emissionsminderung	9
6	Ermittlung der Emissionen	10
6.1	Materialumschlag	10
6.2	Emissionsfaktoren für Umschlagvorgänge	11
6.3	Staubaufwirbelung durch Fahrvorgänge	14
6.4	Emissionen gefasste Quellen - Entstaubungsanlagen	16
6.5	Emissionen durch Winderosion	16
6.6	Emissionsmassenströme	17
7	Berechnungsansatz (Zusatzbelastung)	22
7.1	Quellgeometrien und Emissionsszenario	22
7.2	Meteorologische Daten	22
7.3	Rechengebiet und räumliche Auflösung	24
7.4	Bodenrauigkeit	24
7.5	Berücksichtigung der Bebauung	24
7.6	Berücksichtigung des Geländes	24
7.7	Statistische Sicherheit	26
8	Berechnungsergebnis (Immissionszusatzbelastung)	26
8.1	Beurteilungskriterien - Luftschadstoffe	26
8.2	Immissionszusatzbelastung	27
8.3	Vorbelastung	29
8.4	Gesamtbelastung	30
8.5	Qualität der Prognose	32
9	Zusammenfassung	33
10	Schlusswort	36

1 Aufgabenstellung

Die Bau-Union GmbH & Co. Vereinigte Schotterwerke KG betreibt am Standort 78658 Zimmern ob Rottweil den Steinbruch Horgen/Ettenberg mit Schotterwerk und eine Transportbetonanlage sowie eine Asphaltaufbereitungsanlage zwischen den Ortsteilen Horgen und Zimmern. Das im Steinbruch abgebaute Wertgestein (Kalkstein des Oberen Muschelkalks) wird im Schotterwerk gebrochen und in verschiedene Körnungen klassiert, gelagert und verladen. Es ist geplant, das Abbaugelände des Steinbruchs nach Osten zu erweitern.

Im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Änderungsgenehmigungsverfahrens für die Erweiterung des Steinbruchs ist eine Beurteilung der Staubemissionen und, falls der Bagatellmassenstrom für Staub nach Nr. 4.6 TA Luft Tab. 7 überschritten wäre, eine Prognose der Staubimmission erforderlich.

2 Beauftragung

Die DEKRA Automobil GmbH wurde von der Bau-Union GmbH & Co. Vereinigte Schotterwerke KG, 78656 Zimmern ob Rottweil mit Datum vom 23.10.2019 mit der Durchführung der Staubprognose und Erstellung des Gutachtens beauftragt.

3 Beurteilungsgrundlagen

- [1] Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) vom 17. Mai 2013
- [2] Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA – Luft) vom 24. Juli 2002
- [3] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutz-Gesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BImSchV vom 2. Mai 2013
- [4] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutz-Gesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) vom 2. August 2010
- [5] VDI 3945 Blatt 3 Atmosphärische Ausbreitungsmodelle, Partikelmodell, September 2000
- [6] VDI 3783, Bl. 13, Umweltmeteorologie, Qualitätssicherung in der Immissionsprognose, Anlagenbezogener Umweltschutz, Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft, Januar 2010
- [7] VDI-Richtlinie 3790, Blatt 1 "Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen - Grundlagen", Januar 2005
- [8] VDI-Richtlinie 3790, Blatt 2 "Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen - Deponien", Dezember 2000
- [9] VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 "Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen, Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern", Januar 2010
- [10] VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 "Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen, Fahrzeugbewegungen auf gewerblich-industriellem Betriebsgelände", September 2018
- [11] Bund-Länder-Kooperation VKoopUIS: „Elektronisches PRTR-Erfassungs- und Berichtssystem“ (ePRTR), Version 1.4, Stand 12.12.2013
- [12] Ermittlung von Staubemissionen und –immissionen in der Umgebung einer Anlage zur Lagerung, zum Umschlag und zur Aufbereitung von staubenden Gütern; F.J. Braun, C.-J. Richter N. van der Pütten; Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft, Juli/August 2007
- [13] Ermittlung des PM₁₀-Anteils an den Gesamtstaubemissionen von Bauschuttaufbereitungsanlagen, V. Kummer, N. Van der Pütten, H. Schnebele, R. Wagner, H.-J. Winkels, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, Nr. 11/12, 2010
- [14] AP42, Fifth Edition, Volume I, Chapter 13: Miscellaneous Sources, 13.2.1 Paved Roads, EPA Environmental Protection Agency; 2011
- [15] Staubemissionen durch Lkw-Verkehr auf befestigten Betriebsstraßen, LANUV-Fachbericht 45, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen 2013
- [16] GlobDEM50 Digitale Höhendaten, MetSoft GbR, 2006
- [17] Top25, Amtliche Topographische Karten 1:25.000

- [18] Synthetische repräsentative Windjahreszeitreihe AKTerm für den Standort; metsoft, Heilbronn, April 2020
- [19] Voruntersuchung 2006, Spotmessungen 2007, Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg LUBW, Karlsruhe, August 2006
- [20] Kenngrößen der Luftqualität, Jahresdaten 2017, 2018, 2019, Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), November 2020
- [21] Zeitreihen und Jahreskenngrößen der Landesanstalt für Umweltschutz, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), Stand: November 2020

Es wurden folgende Unterlagen vom Auftraggeber sowie dem Ingenieurbüro Dörr aus 70771 Leinfelden-Echterdingen zur Verfügung gestellt:

- [22] Lagepläne, Unterlagen und Höhendaten
- [23] Kenndatenkatalog „Abbau, Verfüllung“ Standort Horgen Fa. Bau-Union, 20.10.2019
- [24] Technische Daten Maschinen und Geräte
- [25] Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen an den Entstaubungsanlagen, DEKRA-Bericht-Nr. 1303/10469/LM-026608, 19.12.2005
- [26] Persönliche Mitteilungen

4 Beschreibung der Örtlichkeiten

Der Steinbruch mit Schotterwerk der Bau-Union GmbH & Co. Vereinigte Schotterwerke KG liegt westlich von Zimmern ob Rottweil auf ca. 700 m Höhe über NN (Landkreis Rottweil) (Abbildung 4.1).

Die Umgebung des Steinbruchs ist überwiegend landwirtschaftlich genutzt. Nordöstlich grenzt das ‚Interkommunale Industrie- und Gewerbegebiet Zimmern o.R. - Rottweil - INKOM Südwest‘ an. Das Gewerbegebiet soll in südlicher Richtung entlang der A 81 bis zur geplanten Osterweiterung des Steinbruchs erweitert werden (IP_5 bis IP_8). Die nächstgelegenen Wohnhäuser befinden sich nord- und südöstlich der geplanten Erweiterungsfläche am Römerweg (IP_1 und IP_2, IP_4).

Südwestlich des Steinbruchgeländes liegt die Gemeinde Horgen und nordwestlich die Gemeinde Flözlingen.

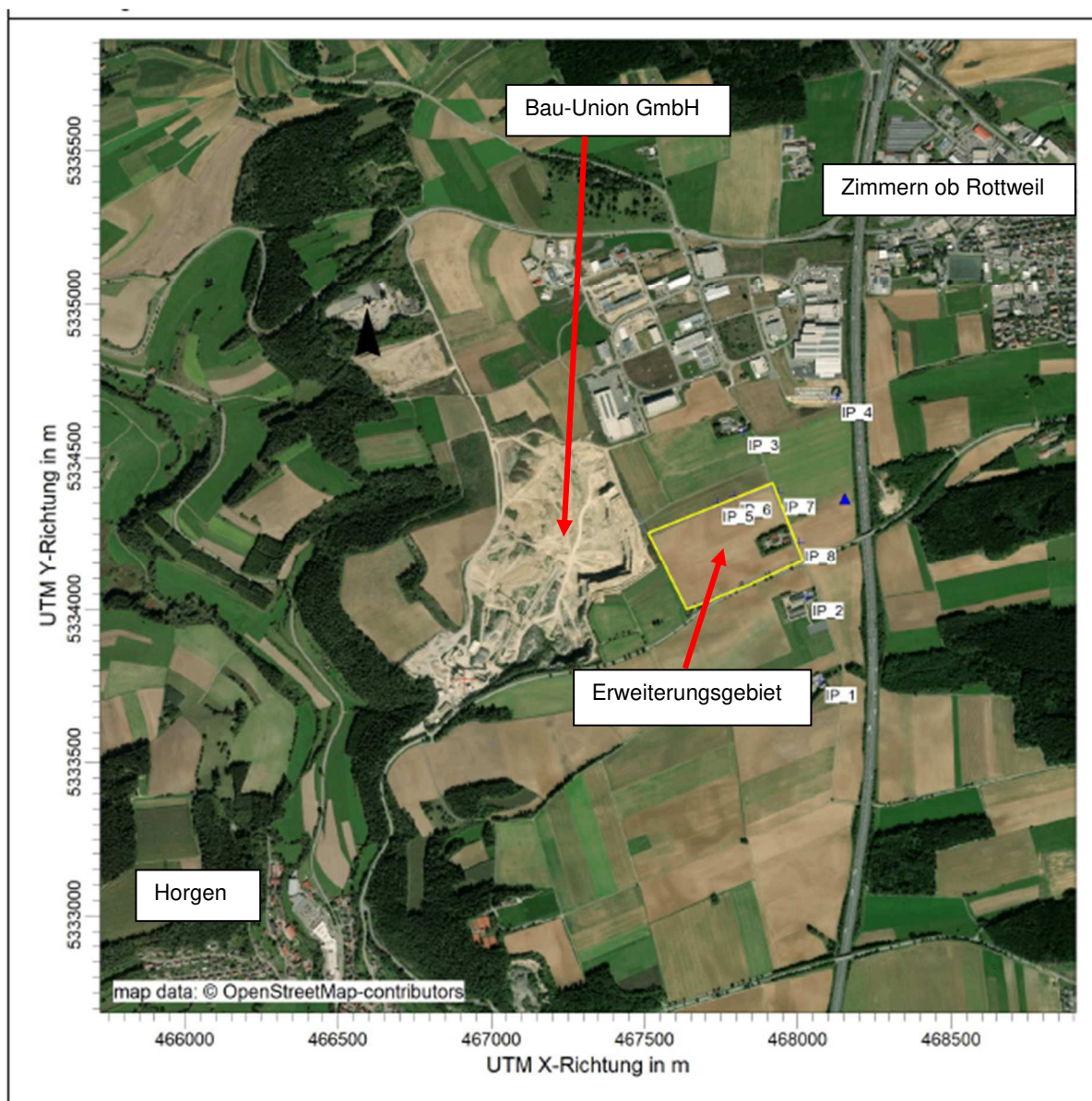


Abbildung 4.1: Luftbild mit Standort des Steinbruchs

5 Beschreibung der Anlage

Die Bau-Union GmbH & Co. Vereinigte Schotterwerke KG, betreibt am Standort 78658 Zimmern ob Rottweil einen Steinbruch mit Schotterwerk. Im Steinbruch wird Kalkstein des Oberen Muschelkalks abgebaut und im Werk zu Schotter, Splitt und Brechsand aufbereitet. Das Abbaugelände soll nach Südosten erweitert werden. Im westlichen Bereich des Geländes werden eine Betonmischanlage sowie eine Recyclinganlage zur Aufbereitung von Beton, Altasphalt und Bauschutt betrieben.

Die zu betrachtenden relevanten Anlagen und Betriebsabläufe im Steinbruch und im Schotterwerk sind wie folgt gegliedert [23]:

Zunächst wird mit dem Bagger der Oberboden und Abraum abgetragen. Der Abraum wird direkt mit einer mobilen Siebmaschine aufbereitet. Der "Feinanteil" geht zum Einbauort, der "Grobanteil" geht zum Vorbrecher. Der Radlader belädt den Muldenkipper (MK) mit dem aufbereiteten Abraum, dieser bringt ihn zum Einbauort. Der MK wirft den Abraum dann am Einbauort ab und eine Raupe verteilt den Abraum und modelliert das Gelände.

Der Kalkstein wird mit Sprengungen, bis zu 5 je Woche, einmal täglich oder mit Meißelbaggern während den Betriebszeiten gelöst. Ein Radlader wirft das Haufwerk von Sohle zu Sohle. Die Wandhöhe von Sohle zu Sohle beträgt maximal 20 m. Auf der untersten Sohle nimmt der Radlader das Haufwerk auf und kippt es in den Vorbrecher. Um die Fahrwege des Radladers kurz zu halten, soll der Vorbrecher und das angeschlossene Haldenband mit dem Abbau sukzessive verlegt werden. Über den Vorbrecher und die Bandanlage gelangt das gebrochene Material zum Schotterwerk. Hier wird das Material erneut gebrochen und in die einzelnen Körnungen gesiebt und gemischt. Bei rund 15% des gewonnenen Gesteins handelt es sich um nicht verwertbares Material, das zur parallel stattfindenden Verfüllung eingesetzt wird.

Das Schotterwerk verfügt über drei Entstaubungsanlagen. Die Produkte werden nach der Aufbereitung im Schotterwerk in Silos zwischengelagert, bis sie über Lkw abtransportiert werden.

Neben dem Schotterwerk wird eine Betonmischanlage mit Produkten aus dem Steinbruch betrieben. Jährlich werden rd. 71.000 t an Natursand und Kies sowie 15.000 t an weiteren Zuschlagstoffen für die Betonmischanlage zugekauft. Des Weiteren werden jährlich rd. 75.000 t an Natursand angeliefert, zwischengelagert und verkauft. Zusätzlich wird Fremdmaterial zur Rekultivierung, geplant 250.000 t/a, mit LKW angeliefert und am Einbauort abgekippt. Dort wird es von der Raupe verteilt. Die Rekultivierung findet sukzessive mit dem Abbau statt, je nach verfügbarem Verfüllraum. Insgesamt abgeschlossen werden kann die Rekultivierung aber erst nach Abbauende.

Im südwestlichen Teil des Geländes wird eine stationäre Aufbereitungsanlage für Recyclingmaterialien, wie Betonabbruch, Bauschutt und Altasphalt betrieben. Die Jahresumschlag- und behandlungsmenge liegt hier bei ca. 20.000 t im Jahr. Der Betrieb der Aufbereitungsanlage findet 3- bis 4-mal an jeweils 2 Wochen im Jahr statt.

Folgende Jahresumschlagmengen sind geplant:

Tabelle 5.1: Maximale Jahresmengen

	Jahr	Betriebszeiten	
Abraum zur Rekultivierung	75.360 t	1.000 h/a	
Abraum Aufbereitung mit Siebmaschine	75.360 t	240 h/a	
Abbaurrate Wertgestein durch Sprengungen und Meißelbagger	765.000 t	240 Tage Mo. – Fr. 6 – 19 Uhr 18 x Sa. 6 – 12 Uhr	
Verkaufsrate	650.000 t		
Steinbrucheigenes Material zur Rekultivierung	115.000 t		
Anlieferung (Fremdmaterial zur Rekultivierung)	250.000 t		
Zukauf Kies, Sande für Mischanlage	71.000 t		
Zuschlagstoffe Mischanlage	15.000 t		
Mischanlage Horgen Verkauf Beton	41.000 m ³		
Zukauf Natursand / Kabelsand	75.000 t		
Zufuhr von Beton, Asphalt, Bauschutt	16.900 t		
Aufbereitung von Beton, Asphalt, Bauschutt	16.900 t		300 h/a

Eingesetzte Geräte und Fahrzeuge

Siebanlage Abraum:	max. 700 t/h Durchsatzleistung
Vorbrecher:	600 t/h Durchsatzleistung
Recyclinganlage	200 t/h Durchsatzleistung

Lkw Schotterwerksbetrieb, Recyclingmaterial: 12 t Leergewicht, 18 t Zuladung

Lkw Anlieferung Natursand, usw.: 12 t Leergewicht, 25 t Zuladung

Dumper Abraum: 15 t Leergewicht, 35 t Zuladung

Dumper Werktransport: 25 t Leergewicht, 10 t Zuladung

Radlader (CAT 990): Leergewicht 71,4 t, 21,6 t Zuladung

Radlader Recycling: Leergewicht 20 t; 10,8 t Zuladung

Bagger, Abraum: 8,1 t Zuladung, 23 t Leergewicht

Meißelbagger: 70 t Gewicht

Raupe: 24 t Leergewicht

Betriebsflächen und Verkehrswege

Die Betriebsflächen und Fahrwege im Bereich des Steinbruchs und der Aufbereitungsanlagen sind unbefestigt. Der Fahrweg der Lkw zum Steinbruchgelände bis zu den Verladesilos und um die Betonmischanlage ist asphaltiert.

Zur Betrachtung des immissionsungünstigsten Falles werden getrennte Transportströme für die Abfuhr von Produkten und die Anlieferung von Fremdmaterial zur Rekultivierung angenommen. 80 % der Fahrzeuge fahren von Norden und 20 % fahren von Süden das Gelände an und wieder ab. Damit fahren täglich 146 Lkw leer das Gelände an und transportieren das Wertgestein ab. Für die Anlieferung von Natursand fahren im Mittel 24 Lkw und für die Zuschlagstoffe für das Betonmischwerk 14 Lkw das Gelände an und wieder ab. Für den Verkauf von Beton fahren 21 Betonmischer das Gelände leer an und voll wieder ab.

Zur Vorbereitung der Renaturierung bereits abgebauter Bereiche fahren im Mittel 56 Lkw täglich das Gelände mit geeignetem Material an und leer wieder ab. Die Zufuhr und Abfuhr von Recyclingmaterial erfolgt im Mittel mit jeweils bis zu 5 Lkw täglich.

Betriebszeiten

Anlieferung und Abholung: Montag – Freitag: max. von 6:00 Uhr bis 19:00 Uhr

Regelbetriebszeit, Verladung und Anlagenbetrieb: 6:00 Uhr bis 19:00 Uhr

18 Samstage im Jahr: 6:00 Uhr bis 12:00 Uhr

Bohren und Sprengen: 46 Wochen, 5-mal pro Woche

Der Betrieb erfolgt witterungsbedingt an ca. 258 Arbeitstagen im Jahr; Montag bis Freitag à 12 h/d und an 18 Samstagen à 6 h/d.

5.1 Emissionsminderung

Folgende Maßnahmen zur Emissionsminderung werden nach dem Stand der Technik auf dem Betriebsgelände durchgeführt:

Errichtung eines 8 m hohen Lärmschutzwalls entlang der Abbaugrenze des Erweiterungsgebiets.

Die private Zufahrtsstraße zum Steinbruch ist asphaltiert und wird je nach Bedarf, aber mindestens einmal pro Woche, feucht gereinigt.

Auf der Strecke vom Tor des Anlagengeländes bis zur Waage befinden sich mobile Sprinkleranlagen. Im Bereich der Hoffläche befindet sich eine Reifenwaschanlage für abfahrende LKW.

Die Wege im Gelände werden regelmäßig mit Tankwagen zur Staubbekämpfung befeuchtet.

Das Schotterwerk und die angeschlossenen Förderbänder sind vollständig eingehaust und werden über die Entstaubungsanlagen abgesaugt. Die Verladung der Produkte erfolgt über die Verladesilos. Beim Verladen wird das Material je nach Produktklasse mit mehr oder weniger Feuchtigkeit versetzt, was die Emissionen reduziert.

Die Fahrgeschwindigkeit der Lkw auf dem Betriebsgelände ist auf 20 km/h begrenzt.

Die ausführliche Beschreibung des Betriebsablaufs ist den Antragsunterlagen des Auftraggebers zu entnehmen.

6 Ermittlung der Emissionen

Zur Ermittlung der Belastung an Partikel PM₁₀, Partikel PM_{2,5} und Staubbiederschlag an der nächstgelegenen Wohnbebauung in der Umgebung des Steinbruchs werden die relevanten Betriebsvorgänge betrachtet:

- Bohren und Sprengungen, Lösen von Wertgestein mit Meißelbagger
- Fahrbewegungen bei Anlieferung / Abtransport
 - Lkw
 - Radlader, Planieraupe
- Umschlag
 - Aufnahme, Abkippen usw. durch Bagger, Radlader, Raupe
- Betrieb der Siebanlage für Abraum
- Betrieb der Vorbrecheranlage
- Betrieb der Aufbereitungsanlage für Recyclingstoffe
- Staubabwehungen von den Fahrwegen und von Halden durch Winderosion
- Entstaubungsanlagen Schotterwerk
- Staubbminderungsmaßnahmen

Bei den zu betrachtenden Staubquellen handelt es sich um diffuse Quellen, deren Emissionsmassenströme anhand von Erfahrungs- und Literaturwerten sowie Emissionsfaktoren abgeschätzt werden. Die Abschätzung der Staubbmissionen der diffusen Quellen erfolgt auf der Basis der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 "Emissionen von diffusen Quellen: Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern" [9], der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 "Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen, Fahrzeugbewegungen auf gewerblich-industriellem Betriebsgelände" [10] sowie Emissionsfaktoren [11] - [15] aus der Fachliteratur.

Liegen die maximalen Emissionsmassenströme der diffusen Quellen unter 10 von Hundert des Bagatellmassenstroms von 1 kg/h für gefasste Quellen, ist die Bestimmung der Immissionskenngößen im Genehmigungsverfahren für diese Schadstoffe nach 4.6.1.1 TA Luft in der Regel nicht erforderlich [2].

6.1 Materialumschlag

Bei der Aufnahme und beim Abkippen von Material entstehen an den Übergabestellen diffuse Staubbmissionen: Bagger-/ Radladerumschlag auf MK-/ Lkw; MK-/ Lkw-Abwurf auf Halde; Einbau Planieraupe; Sprengen; Abwerfen von Sohle zu Sohle.

Die Einschätzung der Staubneigung der umgeschlagenen Güter erfolgt nach der VDI 3790, Blatt 3 [9] (Anhang A).

Für das umgeschlagene Material wird der Staubneigungsfaktor a aus dem Mittelwert „nicht wahrnehmbar“ (Staubneigung 2) und „schwach staubend“ (Staubneigung 3) gebildet: $a = 2,5$.

6.2 Emissionsfaktoren für Umschlagvorgänge

Für die Berechnung der Emissionsfaktoren für die Umschlagvorgänge sind folgende mathematischen Beziehungen gem. Pkt. 7.2.2.1 bis 7.2.2.5 der VDI 3790 Blatt 3 [9] zu berücksichtigen. Die Angabe in Klammern hinter der jeweiligen Formel entspricht der Nummerierung in der VDI 3790 Blatt 3.

Individueller Emissionsfaktor für die Aufnahme von Schüttgütern (z. B.: Radladeraufnahme von Halde):

$$q_{Auf} = q_{norm} * \rho_S * k_U \left[\frac{g}{t_{Gut}} \right] (8)$$

Individueller Emissionsfaktor für den Abwurf von Schüttgütern:

$$q_{Ab} = q_{norm,korr} * \rho_S * k_U \left[\frac{g}{t_{Gut}} \right] (10)$$

mit

$$q_{norm,korr.} = q_{norm} * k_H * 0,5 * k_{Gerät} \left[\frac{g}{t_{Gut}} * \frac{m^3}{t} \right] (11)$$

Bei diskontinuierlichen Abwurfverfahren gilt:

$$q_{norm} \approx a * 2,7 * M^{-0,5} \left[\frac{g}{t_{Gut}} * \frac{m^3}{t} \right] (7b)$$

Bei kontinuierlichen Abwurfverfahren gilt:

$$q_{norm} \approx a * 83,3 * M^{-0,5} \left[\frac{g}{t_{Gut}} * \frac{m^3}{t} \right] (7a)$$

Die Emissionsmassenströme für die Umschlagvorgänge auf dem Gelände berechnen sich auf Basis der umgeschlagenen Jahresmengen (Tabelle 5.1) sowie der Emissionsfaktoren.

Die mittlere Schüttdichte des Abraums, des Wertgesteins, des Fremdmaterials zur Rekultivierung, der angelieferten Produkte (Kies, Natursand, Zuschlagstoffe Betonmischanlage) wird mit 1,8 t/m³ angenommen.

In nachfolgender Tabelle 6.1 sind die Parameter aufgeführt, die bei der Berechnung der Emissionsfaktoren berücksichtigt wurden.

Tabelle 6.1: Parameter zur Berechnung der Emissionsfaktoren [9]

Parameter	
q_{norm}	normierter Emissionsfaktor, berechnet oder aus Bild 7 [9] abgeleitet
a	Gewichtungsfaktor gem. Tabelle 3 [9] $\sqrt{10^{2,5}} = 17,8$ - Mittelwert aus 2: „nicht wahrnehmbar staubend“ und 3: „schwach staubend“
M	Abwurf- / Aufnahmemenge 18 / 25 t/Lkw; 25 / 35 t/ Muldenkipper; Bagger 8,1 t/Hub; Radlader 10,8 / 21,6 t/Hub
$q_{\text{norm, kor.}}$	auf die tatsächliche Abwurfhöhe und die Umschlagart korrigierter Emissionsfaktor q_{norm} , berechnet oder aus [9]
ρ_s	mittlere Schüttdichte: Wertgestein, Abraum, Fremdmaterial: $\rho_s = 1,8 \text{ t/m}^3$
k_H	Korrekturfaktor für die Abwurfhöhe Lkw (1,5 m) $k_H = 0,7$; Schüttrohr / Bagger / Radlader (1 m) $k_H = 0,42$; Sprengung (15 m) $k_H = 12,4$ aus $k_H = (H_{\text{frei}}/2)^{1,25}$ Gleichung (12) aus [9]
$k_{\text{Gerät}}$	Korrekturfaktor für das eingesetzte Gerät, [9] Tabelle 4 Lkw / Bagger / Radlader: $k_{\text{Gerät}} = 1,5$; Schüttrohr: $k_{\text{Gerät}} = 1$
k_U	Umfeldfaktor, [9] Tabelle 6 Lkw / Bagger / Radlader: $k_U = 0,9$ (Abwurf auf Halde)

Bohrungen und Sprengungen werden an ca. 5 Tagen pro Woche durchgeführt. Damit ergeben sich bei 46 Arbeitswochen im Jahr ca. 3.326 t an Gestein, die bei jeder Sprengung gelöst werden und zur Sohle abrutschen. Beim Bohrvorgang selbst entstehen nur sehr geringe Staubemissionen, die über die Absauganlage des Bohrgerätes erfasst werden und damit aus unserer Sicht vernachlässigbar sind.

Für Sprengungen von Gestein liegen keine gesicherten Erkenntnisse hinsichtlich Staubemissionsfaktoren vor. Es handelt sich hier nur um kurzzeitige Emissionsspitzen, die aber, aufgrund der Menge des freigesetzten Materials, nicht ganz vernachlässigt werden sollten. Nach Zündung der Sprengladung entwickelt sich durch die herabstürzenden Gesteinsmassen eine sichtbare Staubwolke, welche sich erfahrungsgemäß nach ca. 2 - 5 Minuten auszubreiten und verdünnen beginnt. Der staubende Vorgang bei einer Sprengung kann näherungsweise mit dem Abwurf von Material aus großer Höhe verglichen werden. Für den Steinbruch wird eine maximale Fallhöhe von 20 m bis zur Sohle angenommen, die tatsächliche Fallhöhe ist in der Regel geringer (im Mittel 15 m). Da nicht alles abgesprengte Material bis zur Sohle herunterfällt und deshalb zum Teil mit dem Radlader abgeworfen wird, wird in der Staubprognose die Emissionszeit auf 10 min verdoppelt.

Ein Teil des Gesteins kann statt durch Sprengungen durch Meißelbagger gelöst werden. Für die Berechnungen der Emissionen des „Nordabbaus“ werden die beiden Fälle nur Sprengungen und Lösen des Gesteins nur mit Meißelbaggern berücksichtigt.

Für das Brechen von festen, nassen bzw. festen, trockenen Stoffen können nach [10] Faktoren von 3 - 25 g/t angesetzt werden. Dieser Faktor berücksichtigt einen 5 bis 7-maligen Materialumschlag (Aufgabe mit dem Radlader / Bagger, Brechen, Sieben, Abgabe von Band auf Halde usw.). Für den Betrieb der mobilen Vorbrecheranlage wird ein Emissionsfaktor von 10 g/t angesetzt [12]. Darin sind auch die diffusen Emissionen, die an den jeweiligen Übergabestellen entstehen, enthalten.

In der Tabelle 6.2 sind die Parameter und die sich ergebenden Emissionsfaktoren für die Umschläge dargestellt. Für die Berechnung der Emissionen wird angenommen, dass die Beladung der Lkw ausschließlich mit dem Radlader erfolgt; unter Berücksichtigung eines Fahrwegs von 20 m je Hub.

Tabelle 6.2: Berechnung der Emissionsfaktoren

Vorgang	Schüttdichte	Aufnahme/ Abwurf	Verstaubungs- koeffizient a	Abwurfhöhe	k_H	$K_{Gerät}$	k_{Umfeld}	q_{norm}	$q_{norm,korr}$	$q_{Ab/Auf}$
	t/m ³	t/Abwurf		m				g/t·m ³ /t	g/t·m ³ /t	g/t
Sprengen (Nordabbau)	1,8	1.663	17,8	15,0	12,4	1,5	0,9	1,2	10,96	17,8
Sprengen (Südabbau)	1,8	3.326	17,8	15,0	12,4	1,5	0,9	0,8	7,75	12,6
Meißelbagger (Nordabbau)	1,8	10	17,8	2,0	1,0	1,5	0,9	7,12	7,12	11,5
Siebanlage Abraum	1,8	-	17,8 ²⁾	-	-	-	-	-	-	10
Vorbrecher	1,8	-	17,8 ²⁾	-	-	-	-	-	-	10
Schüttrohr Silo	1,8	18,0	17,8	1,5	0,70	1	0,9	11,32	3,95	6,4
Recyclinganlage	1,8	-	17,8 ²⁾	-	-	-	-	-	-	10
Muldenkipper Ab	1,8	35,0	17,8	1,5	0,70	1,5	0,9	8,1	4,25	6,9
Muldenkipper Ab	1,8	25,0	17,8	1,5	0,70	1,5	0,9	9,6	5,03	8,1
Lkw 1 Ab	1,8	25,0	17,8	1,5	0,70	1,5	0,9	9,60	5,03	8,1
Lkw 2 Ab	1,8	18,0	18	1,5	0,7	1,5	0,9	11,32	5,92	9,6
Radlader 1 ³⁾ Auf	1,8	100 ¹⁾	17,8	-	-	-	0,9	4,8	-	7,8
Radlader 1 ³⁾ Ab	1,8	21,6	17,8	1,0	0,42	1,5	0,8	10,3	3,26	4,7
Radlader 2 ⁴⁾ Auf	1,8	100 ¹⁾	17,8	-	-	-	0,9	4,8	-	7,8
Radlader 2 ⁴⁾ Ab	1,8	10,8	17,8	1,0	0,42	1,5	0,9	14,6	4,61	7,5
Bagger Auf	1,8	100 ¹⁾	17,8	-	-	-	0,9	4,8	-	7,8
Bagger Ab	1,8	8,1	17,8	1,0	0,42	1,5	0,9	16,9	5,32	8,6
Planierdrape eibnen	1,8	10,8	17,8	0,5	0,18	1,5	0,9	14,6	1,94	3,1

1) Aufnahmemenge nach VDI 3790 Blatt 3, Bild 7

2) Mittelwert Staubneigung „schwach staubend“ und „nicht wahrnehmbar staubend“

3) Radlader Steinbruch Vorbrecher

4) Radlader Recyclinganlage

6.3 Staubaufwirbelung durch Fahrvorgänge

Zu den Fahrvorgängen zählen die Fahrten auf dem Betriebsgelände, die durch den an- und abfahrenden Lkw-Verkehr und Muldenkipper- sowie Radladerbetrieb bedingt sind. Bis auf die asphaltierte Zufahrt von der Landstraße zur Waage sind sämtliche Fahrwege auf dem Gelände unbefestigt.

Unbefestigte Fahrwege

Entsprechend einer empirischen Gleichung (Gl. 1 nach [10]) für unbefestigte Fahrwege lassen sich, unter Berücksichtigung des jeweiligen Fahrzeuggewichts, des Feinkornanteils und der Anzahl der Regentage im Jahr, Emissionsfaktoren für PM_{2,5}, PM₁₀ und PM₃₀ für die Fahrzeuge berechnen.

$$q_{uF} = k_{Kgv} \cdot \left(\frac{s}{12}\right)^a \cdot \left(\frac{W}{2,7}\right)^b \cdot \left(1 - \frac{p}{365}\right) \cdot (1 - k_M) \quad (\text{Gl. 1 [10]})$$

mit

q_{uF} = g/(km Fzg.) Emissionsfaktor aufgrund von Fahrbewegungen

k_{Kgv} = PM_{2,5}: 0,15; PM₁₀: 0,62; PM₃₀: 3,23

Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung (Tabelle 1 [10])

a, b = Exponenten, siehe Tabelle 1 [10]

sL = 14,1 Feinkornanteil Steinbruch in %; siehe Tabelle 2 [10]

W = $(2 \times W_L + W_B)/2$ mittlere Masse der Fahrzeugflotte in t

W_L = Leergewicht Fahrzeuge

W_B = Gewicht voll beladenes Fahrzeug

p = 140, Anzahl der Regentage > 1,0 mm Niederschlag [10]

k_M = Kennzahl für die Wirksamkeit von Minderungsmaßnahmen; z.B. 0,2 – Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit von 30 km/h auf 20 km/h, 0,5 – für manuelle Befeuchtung (Befeuchtung mit Tankfahrzeug bzw. Vakuumfass von Betriebsbeginn bis Betriebsende mindestens alle drei Stunden mit $3 \ell/m^3$) und bis zu 0,8 für automatische Befeuchtungssysteme

Die Kennzahl k_M für Minderungsmaßnahmen auf den unbefestigten Fahrwegen wird mit $k_M = 0,3$ (Fahrgeschwindigkeit 15 km/h) berücksichtigt.

Asphaltierte Fahrwege

In der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 wird zur Ermittlung der Emissionen von Aufwirbelungen durch Fahrbewegungen auf eine Formel der EPA (Environmental Protection Agency; EPA, 2011) [14] verwiesen. Auf befestigten Fahrwegen kann die Staubemission (Aufwirbelung von Straßenbelag) nach folgender Formel berechnet werden [10]:

$$q_T = \left(k_{Kgv} \cdot sL^{0,91} \cdot (W \cdot 1,1)^{1,02}\right) \cdot \left(1 - \frac{p}{3 \cdot 365}\right) \cdot (1 - k_M) \quad (\text{Gl. 2 [11]})$$

mit

- q_T = g/(km Fzg.) Emissionsfaktor für die Staubaufwirbelung
 k_{Kgv} = PM2.5: 0,042; PM10: 0,422; PM30: 1,381
 Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung (Tabelle 1 [11])
 s_L = 0,03 g/m² - 400 g/m² Flächenbelastung des befestigten Fahrbahnwegs
 W = mittlere Masse der Fahrzeugflotte in t
 p = 140 Anzahl der Regentage > 1,0 mm Niederschlag [11]
 k_M = Kennzahl für die Wirksamkeit von Minderungsmaßnahmen; z.B. 0,2 – Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit von 30 km/h auf 20 km/h um 10 km/h, 0,5 – für manuelle Befeuchtung (Befeuchtung mit Tankfahrzeug bzw. Vakuumfass von Betriebsbeginn bis Betriebsende mindestens alle drei Stunden mit (3 l/m³) und bis zu 0,8 für automatische Befeuchtungssysteme

Die Fahrwege können bei Bedarf befeuchtet werden. Die Fahrgeschwindigkeit der Lkw auf den asphaltierten Fahrwegen ist auf max. 20 km/h begrenzt. In den nachfolgenden Betrachtungen wurde der Faktor $k_M = 0,25$ für die asphaltierten Fahrwege berücksichtigt. Bei beladener Fahrweise wird von der Maximalbelastung der Fahrzeuge ausgegangen.

Aufgrund der durchgeführten regelmäßigen Reinigung des asphaltierten Fahrwegs ist der Verschmutzungsgrad nur auf Bereichen, in denen Verschleppungen vorzufinden sind, höher als auf öffentlichen Fahrwegen. Von der EPA werden für öffentliche Fahrwege zwischen 0,03 und maximal 0,6 g/m² ([14], Tab. 13.2.1-2) für die Feinkornauflage angegeben. Für die asphaltierten Fahrwege auf dem Anlagengelände wird eine Schluffauflage von 20 g/m² angenommen (siehe auch Tabelle 4 [10]).

Aus den obigen Ansätzen errechnen sich die in Tabelle 6.3 angegebenen Emissionsfaktoren. Für die Berechnung der Emissionen werden die Emissionsfaktoren in g/(m Fahrzeug) und die Fahrbewegungen zugrunde gelegt (Tabelle 6.5). Die Emissionen durch das Fahren mit dem Bagger können aufgrund der geringen Fahrgeschwindigkeit vernachlässigt werden.

Tabelle 6.3: Emissionsfaktoren Fahrbewegungen

Fahrzeug	Regentage	Schluffauflage s_L / Feinkornanteil	Beladung	mittl. Gewicht W^*	Emissionsfaktor		
	Anzahl	g/m ² / %	t	t	PM 2.5	PM 10	PM 30
					kg/km Fz	kg/km Fz	kg/km Fz
Lkw 1 asphaltiert	140	20	25,0	27,5	0,065	0,268	1,393
Lkw 1 unbefestigt	140	14,1	25,0	27,5	0,060	0,599	1,896
Lkw 2 asphaltiert	140	20	18,0	21,0	0,049	0,203	1,058
Muldenkipper	140	14,1	35,0	32,5	0,064	0,645	2,044
Radlader 1	140	14,1	21,6	82,2	0,097	0,980	3,103
Radlader 2	140	20	10,8	25,4	0,060	0,247	1,285
Raupe	140	14,1	0	29,4	0,061	0,617	1,955

$$* W = (2 \times W_L + W_B) / 2$$

6.4 Emissionen gefasste Quellen - Entstaubungsanlagen

Die Förderbänder nach dem Vorbrecher, die Brecher- und Siebanlagenteile sind eingehaust und werden teilweise überschneidend über drei Entstaubungsanlagen abgesaugt. Die Emissionen werden jeweils in 22 m Höhe über Grund abgeleitet. Es ergeben sich folgende Emissionswerte für die Entstaubungslinien (Tabelle 6.4).

Tabelle 6.4: Emissionen Entstaubungsanlagen [24]

Betriebseinheit	Zweifach-Bruch Filter II	Einfach-Bruch Filter III	Nachbruch Aufgabe
Höhe ü. Grund [m]	22	22	22
Durchmesser	0,95	0,95	1,00
Abgastemperatur [°C]	-	-	-
Volumenstrom [Nm ³ /h]*	50.000	50.000	30.000
Emissionsgrenzwert [mg/m ³]	20	20	20
maximale Emission [kg/h]	1	1	0,6
maximale Emission [kg/a]	2.988	2.988	1.793

* bezogen auf Normzustand (273 K; 1013 hPa), trocken

Für die Staubprognose wird eine maximale Emission mit der maximalen Leistung der Ventilatoren und dem einzuhaltenden Emissionsgrenzwert von 20 mg/m³ für jede Quelle angenommen. Das ergibt einen maximalen Emissionsmassenstrom von 2,6 kg/h für die Entstaubungsanlagen.

6.5 Emissionen durch Winderosion

Der Wind kann hauptsächlich an Flächen angreifen, die nicht bewachsen, nicht befestigt und ungeschützt dem Wind ausgesetzt sind. Abhängig von Windgeschwindigkeit und Windrichtung sowie den Eigenschaften des abgelagerten Materials (Feuchte, Zusammensetzung) wird erodierbares Material abgetragen. Unterhalb von Windgeschwindigkeiten von 4 bis 5 m/s (gemessen in 10 m Höhe über Grund) ist der Anteil der Winderosion an der Gesamtemission von Staub vernachlässigbar gering [8]. Nennenswerte Emissionen von Haldenoberflächen treten erst bei deutlich höheren Windgeschwindigkeiten auf.

Windgeschwindigkeiten über 5 m/s, gemessen in 10 m Höhe, treten mit einer Häufigkeit von weniger als 9 % der Jahresstunden im Untersuchungsgebiet auf. Solche Windgeschwindigkeiten sind häufig mit Regen verbunden, die wiederum einen Staubaustrag verhindern.

Deshalb ist davon auszugehen, dass die Staubemissionen durch Winderosion vom Fahrweg und den Halden vernachlässigbar gering sind und bei der Staubprognose nicht berücksichtigt werden müssen.

6.6 Emissionsmassenströme

In den Tabellen 6.4 bis 6.6 sind die aus den Emissionsfaktoren, Umschlagmengen, Anzahl der Fahrzeuge und Fahrstrecken abgeleiteten Emissionsmassenströme bezogen auf die Stunde und die jährliche Betriebszeit für den Abbau und für die Rekultivierung dargestellt:

Bei Regen sind die Staubemissionen deutlich geringer. Die Anzahl der Regentage im Jahr, ca. 140 Tage/Jahr, werden in der weiteren Berechnung bei den Fahrbewegungen, aber nicht beim Schüttgutumschlag berücksichtigt.

Nach Abbauende sollen die Verfüllrate und damit der Anlieferverkehr erhöht werden, um das angestrebte Rekultivierungsende zu erreichen. Die höhere Verfüllrate bzw. der resultierende Anlieferverkehr wird aber unter der geplanten Verkaufsrate bzw. dem geplanten Fahrverkehr liegen, sodass die Staubemissionen während der abschließenden Rekultivierung sicher geringer als die während des geplanten Abbaus sein werden.

Beim Umschlag der Produkte ist davon auszugehen, dass ca. 75 % der Staubpartikelmasse als Grobstaub unbekannter Korngröße vorliegen [13]. Der Partikelanteil ($\leq 10 \mu\text{m}$ und $> 2,5 \mu\text{m}$) sowie $\leq 2,5 \mu\text{m}$ wird mit jeweils 12,5 % berücksichtigt. Für den Parameter Partikel $\text{PM}_{2.5}$ wird im Rechenprogramm AUSTAL 2000 nicht automatisch eine Ergebnisdatei erstellt. Ersatzweise wird die Berechnung mit der partikelförmigen Komponente XX-1, Stoffname unbekannt, durchgeführt.

Die ermittelten diffusen Emissionsmassenströme bei Betrachtung des Fahrverkehrs und der Umschläge auf dem Anlagengelände überschreiten in der Summe den Bagatellmassenstrom nach 4.6.1.1 der TA Luft [2] für diffuse Staubemissionen von 0,1 kg/h.

Bei einer Überschreitung der Bagatellgrenzen ist in der Regel die Bestimmung der Immissions-Kenngrößen im Genehmigungsverfahren für Schadstoffe, für die Immissionswerte in den Nummern 4.2 bis 4.5 festgelegt sind, erforderlich. Sie kann entfallen, wenn die Vorbelastung (nach Ziffer 4.6.2.1 TA Luft) gering ist oder die Zusatzbelastung (nach Ziffer 4.2.2, 4.4.1, 4.4.3 und 4.5.2 TA Luft) irrelevant ist.

Umschlagvorgänge

Tabelle 6.5: Ermittelte Staubemissionsmassenströme - Umschlagvorgänge

Quelle	$q_{Ab/Auf}$	Umschlag- menge	Emission *	
	g/t		t/a	kg/h
Sprengungen – 230 h/a				
Sprengen (Nordabbau)	12,6	765.000	6,960	1.601
Sprengen (Südabbau)	12,6	765.000	6,960	1.601
Abraum Siebanlage– 75.360 t/a, 240 h/a				
Bagger auf Siebanlage aufnehmen	7,8	75.360	2,442	586
Bagger auf Siebanlage aufgeben	7,7	75.360	2,405	577
Siebanlage Sieben	10,0	75.360	3,140	754
Siebanlage Motoremissionen	-	75.360	0,189	45
Bagger auf Dumper aufnehmen	7,8	75.360	0,582	586
Abraum zur Verfüllung – 75.360 t/a, 1.008 h/a				
Bagger auf Dumper abkippen	8,6	75.360	0,644	649
Dumper zur Verfüllung abkippen	6,9	75.360	0,515	519
Planierraupe einebnen	3,1	75.360	0,234	236
Abbau Wertgestein – 765.000 t/a, 2.988 h/a				
Meißelbagger (Nordabbau)	11,5	765.000	0,492	1.470
Radlader auf Vorbrecher aufnehmen	7,8	765.000	1,991	5.950
Radlader auf Vorbrecher aufgeben	4,7	765.000	1,201	3.589
Vorbrecher Brechen	10,0	765.000	2,560	7.650
Vorbrecher Motoremissionen	-	765.000	0,189	565
Nicht verwertbares Gestein zur Verfüllung– 115.000 t/a, 2.988 h/a				
Silo auf Muldenkipper aufgeben	8,1	115.000	0,313	936
Muldenkipper zur Verfüllung abkippen	8,1	115.000	0,313	936
Planierraupe einebnen wie abkippen	3,1	115.000	0,120	360
Entstaubung - gefasste Quellen – 2.988 h/a				
Schotterwerk Entstaubung	-	-	1,0	2.988
Schotterwerk Entstaubung	-	-	1,000	2.988
Verkauf von Silos – 650.000 t/a, 2.988 h/a				
auf Lkw	6,4	650.000	1,392	4.159
Annahme Verfüllung – 250.000 t/a, 2.988 h/a				
Lkw zum Einbau abkippen	8,1	250.000	0,681	2.036
Planierraupe einebnen wie abkippen	3,1	250.000	0,263	785

Tabelle 6.6: Ermittelte Staubemissionsmassenströme – Umschlagvorgänge - Fortsetzung

Quelle	$q_{Ab/Aufr}$	Umschlag- menge	Emission *	
	g/t		t/a	kg/h
Natursand - 75.000 t/a, 2.988 h/a				
Lkw auf Lagerfläche abkippen	8,1	75.000	0,204	611
Radlader aufnehmen auf Lkw	7,8	75.000	0,195	583
Radlader abkippen	7,5	75.000	0,187	560
Zuschlag Betonmischanlage – 86.000 t/a, 2.988 h/a				
Lkw auf Lagerfläche abkippen	14,3	86.000	0,412	1.230
Recyclingmaterial Transport – 20.000 t/a, 2.988 h/a				
Lkw abwerfen	9,6	20.000	0,064	192
Radlader aufnehmen	7,8	20.000	0,052	156
Radlader abkippen	7,5	20.000	0,050	149
Asphaltbrecher – 20.000 t/a, 300 h/a				
Radlader aufnehmen	7,8	20.000	0,519	156
Radlader zum Asphaltbrecher aufgeben	6,6	20.000	0,442	133
Asphaltbrecher Brechen	10,0	20.000	0,667	200
Asphaltbrecher Motoremissionen	-	20.000	0,189	57
Summe Emissionen Umschläge (aufgerundet)			30 kg/h	42,3 t/a

* pm-1 \leq 2,5 μm : 12,5 % Emissionsmassenstrom
 pm-2 $>$ 2,5 μm und \leq 10 μm : 12,5 % Emissionsmassenstrom
 pm-u $>$ 10 μm : 75 % Emissionsmassenstrom
 Alle Angaben können Rundungsdifferenzen beinhalten.

Fahrbewegungen

Tabelle 6.7: Berechnung der Staubemissionsmassenströme - Fahrbewegungen

Quelle	Fahrten		Strecke	Jahres- strecke	Emission *					
					pm-1	pm-2	pm-u	pm-1	pm-2	pm-u
	Fz/d	Fz/a	m	km/a	kg/h	kg/h	kg/h	kg/a	kg/a	kg/a
Boden , Abraum zur Rekultivierung –75.360 t/a, 1.008 h/a										
Muldenkipper	26	2.153	960	2.067	0,132	1,192	2,868	4.225	1.201	2.891
Raupe einebnen	82	6.926	20	139	0,008	0,076	0,184	271	77	185
Transport Radlader zu Vorbrecher – 765.000 t/a, 2.988 h/a										
Radlader	142	35.417	300	10.625	0,347	3,137	7,551	1.036	9.373	22.562
Nicht verwertbares Gestein zum Einbau – 115.000 t/a, 2.988 h/a										
Radlader aufgeben	42	10.569	20	211	0,003	0,029	0,071	10	88	212
LKW asphaltiert	18	4.600	740	3.404	0,074	0,231	1,282	220	691	3.832
Lkw geschottert	18	4.600	420	1.932	0,039	0,349	0,839	115	1.041	2.506
Zufahrt/Abfahrt Nord Verkauf von Silo – 520.000 t/a, 2.988 h/a										
LKW asphaltiert	116	28.889	1.665	48.100	0,791	2,484	13,762	2.364	7.421	41.120
Zufahrt/Abfahrt Süd Verkauf von Silo – 130.000 t/a, 2.988 h/a										
LKW asphaltiert	29	7.222	485	3.503	0,058	0,181	1,002	172	540	2.994
Zufahrt/Abfahrt Nord Betonmischanlage - 32.800 m³/a, 2.988 h/a										
LKW asphaltiert	16	4.100	1.665	6.827	0,112	0,352	1,953	336	1.053	5.836
Zufahrt/Abfahrt Süd Betonmischanlage – 8.200 m³/a, 2.988 h/a										
LKW asphaltiert	4	1.025	485	497	0,008	0,026	0,142	24	77	425
Zufahrt/Abfahrt Nord Anlieferung Fremdmaterial – 200.000 t/a, 2.988 h/a										
Lkw asphaltiert	32	8.000	300	2.400	0,052	0,163	0,904	155	487	2.702
Lkw geschottert	32	8.000	600	4.800	0,096	0,866	2,084	286	2.587	6.227
Raupe (250.000 t=	92	22.976	20	460	0,009	0,085	0,206	28	255	615
Zufahrt/Abfahrt Süd Anlieferung Fremdmaterial – 50.000 t/a, 2.988 h/a										
Lkw asphaltiert	8	2.000	1.570	3.140	0,068	0,213	1,183	203	638	3.534
Lkw geschottert	8	2.000	600	1.200	0,024	0,216	0,521	71	647	1.557

* pm-1: ≤ PM_{2,5}, pm-2: ≤ PM₁₀, pm-u :> PM₁₀

Alle Angaben können Rundungsdifferenzen beinhalten.

Tabelle 6.8: Berechnung der Staubemissionsmassenströme – Fahrbewegungen - Fortsetzung

Quelle	Fahrten		Strecke	Jahres- strecke	Emission *					
					pm-1	pm-2	pm-u	pm-1	pm-2	pm-u
	Fz/d	Fz/a	m	km/a	kg/h	kg/h	kg/h	kg/a	kg/a	kg/a
Zufahrt/Abfahrt Nord Natursand - 60.000 t/a, 2.988 h/a										
LKW asphaltiert	19	4.800	1.460	7.008	0,152	0,476	2,640	453	1.423	7.888
Radlader (75.000 t)	28	6.944	190	1.319	0,026	0,083	0,458	79	247	1.370
Zufahrt/Abfahrt Süd Natursand - 15.000 t/a, 2.988 h/a										
LKW asphaltiert	5	1.200	410	492	0,011	0,033	0,185	32	100	554
Zufahrt Nord Zuschlagstoffe Betonmischanlage – 68.800 t/a, 2.988 h/a										
LKW asphaltiert	11	2.752	1.295	3.564	0,077	0,242	1,343	231	724	4.012
Zufahrt Süd Zuschlagstoffe Betonmischanlage – 17.200 t/a, 2.988 h/a										
LKW asphaltiert	3	688	470	323	0,007	0,022	0,122	21	66	364
Zufahrt/Abfahrt Nord Recyclingmaterial - 16.000 t/a, 2.988 h/a										
LKW asphaltiert	7	1.778	1.620	2.880	0,047	0,149	0,824	142	444	2.462
Zufahrt / Abfahrt Süd Recyclingmaterial – 4.000 t/a, 2.988 h/a										
LKW asphaltiert	2	444	410	182	0,003	0,009	0,052	9	28	156
Radlader beschicken Recyclinganlage – 20.000 t/a, 300 h/a										
Radlader	74	1.852	40	74	0,015	0,046	0,256	4	14	77
Radlader Recyclingmaterial Lkw beladen 16.900 t/a, 2.988 h/a										
Radlader auf Lkw	7	1.852	20	37	0,001	0,002	0,013	2	7	38
Summe Emissionen Fahrbewegungen (aufgerundet)					56,4 kg/h			153 t/a		

* pm-1: ≤ PM_{2,5}, pm-2: ≤ PM₁₀, pm-u :> PM₁₀
 Alle Angaben können Rundungsdifferenzen beinhalten.

7 Berechnungsansatz (Zusatzbelastung)

Zur Berechnung der Zusatzbelastung an Partikeln PM₁₀, PM_{2.5} und Staubbiederschlag wurde eine Ausbreitungsrechnung auf Grundlage der Emissionsdaten (Kapitel 6) unter Einbeziehung einer Windjahreszeitreihe (AKTerm) durchgeführt. Damit soll zum einen die räumliche Verteilung der Zusatzbelastung als auch die Zusatzbelastung an den relevanten Immissionspunkten bestimmt werden.

Die Berechnungen erfolgten mit dem Ausbreitungsprogramm AUSTAL View der Firma Argusoft (Version 9.6.7), welches auf der Grundlage des Anhangs 3 der TA Luft mit dem Ausbreitungsmodell AUSTAL 2000, Version 2.6.11-WI-x, des Umweltbundesamtes arbeitet [5].

7.1 Quellgeometrien und Emissionsszenario

Die Emissionsmassenströme und die Emissionszeiten wurden entsprechend dem Anlagenbetrieb festgelegt. Die Emissionsmassenströme der Staubquellen sind in den Tabellen 6.4, 6.5 und 6.6 dargestellt. Die Liste der Quellparameter und –geometrien findet sich im Anhang (Austal-Protokolle).

Es wurden drei Varianten für den Abbau auf der Erweiterungsfläche berechnet:

- Abbau im Nordosten – nur Sprengungen
- Abbau im Nordosten – nur Meißelbagger
- Abbau im südlichen Bereich – nur Sprengungen

Für die Berechnung der Staubzusatzbelastung wurden die Betriebszeiten in Zeitszenarien berücksichtigt:

Sprengen:	230 Stunden/Jahr
Anlagenbetrieb:	2.998 Stunden/Jahr
Abraum abräumen:	1.008 Stunden/Jahr
Siebanlage Abraum:	240 Stunden/Jahr
Aufbereitungsanlage:	300 Stunden/Jahr

7.2 Meteorologische Daten

Für die Ausbreitung der Emissionen ist die Kenntnis der lokalen Windrichtungsverteilung in der Umgebung des Emittenten von Bedeutung. Sie bestimmt, welche Gebiete am häufigsten beaufschlagt werden und wie schnell die Emissionen abtransportiert und verdünnt werden. Dabei wird die Windgeschwindigkeit vom Gelände und der Landnutzung beeinflusst. Die großräumige Luftdruckverteilung bestimmt die mittlere Richtung des Höhenwindes in einer Region. Im Jahresmittel ergibt sich für Südwestdeutschland das Vorherrschen von westlichen bis südwestlichen Richtungen. Das Geländerelevierung kann eine Ablenkung oder Kanalisierung der Strömung bewirken, die sich sowohl in der Windgeschwindigkeit als auch in der Windrichtung zeigen. Des Weiteren wird die lokale Windgeschwindigkeit durch die Landnutzung infolge der unterschiedlichen Bodenrauigkeit beeinflusst.

Für den Standort des Steinbruchs Horgen wurde eine synthetische meteorologische Zeitreihe im Format AKTerm von metsoft GbR verwendet.

Folgende Parameter liegen der Ausbreitungsrechnung zu Grunde [18]:

Meteorologische Daten	
Datenquelle	Metsoft GbR: synthetische repräsentative AKTerm
Repräsentatives Jahr, Zeitraum	2010
Art	Ausbreitungszeitreihe AKTerm
Format	AKT
Anemometerposition	RW: 468153 m HW: 5334364 m 722 m ü. NN

Die Windsituation (Anhang: Windrichtungsverteilung) stellt sich folgendermaßen dar: Die Hauptwindrichtung ist Süd mit Nebenmaxima in nordnordöstlicher und nordwestlicher Richtung. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 3,1 m/s. Die am häufigsten vorhandene Ausbreitungsklasse ist III1 (mittelmäßiger vertikaler Luftaustausch nach Klug/Manier) mit 35 %. Höhere Windgeschwindigkeiten sind mit westlichen Windrichtungen, niedrige Windgeschwindigkeiten mit östlichen Windrichtungen verknüpft. Schwachwindlagen (Windgeschwindigkeiten <1,4 m/s) sind mit einer Häufigkeit von 11 % zu verzeichnen.

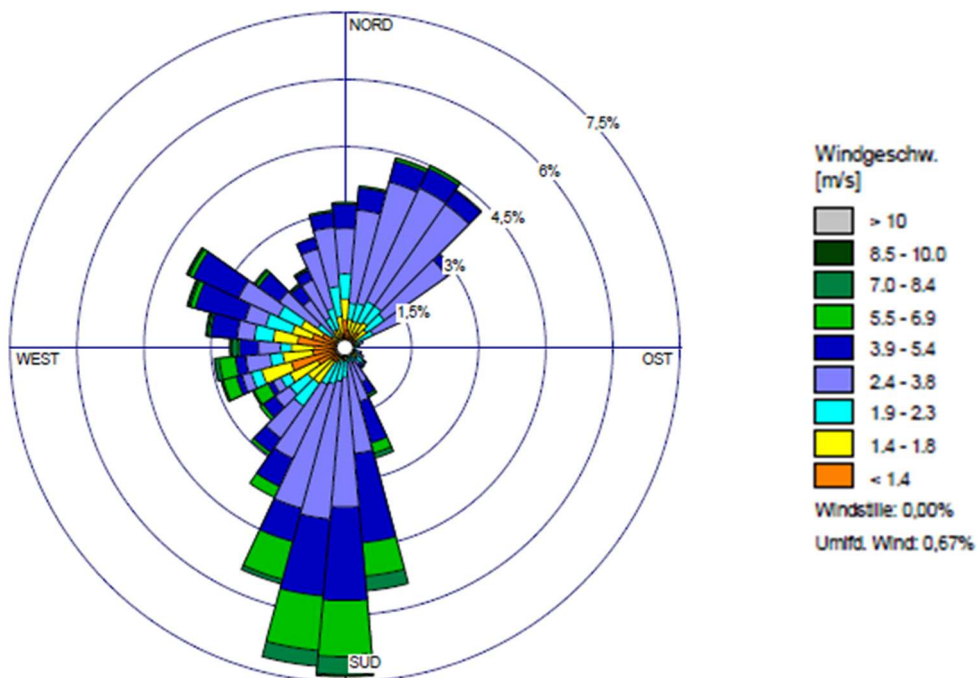


Abbildung 7.1: Synthetische Windrose, repräsentatives Jahr 2010 [19]

Zur Windfeldberechnung werden die aktuellen topografischen Gegebenheiten angesetzt. Hierzu werden digitale Geländedaten der Datenbank GlobDEM50 der Firma metSoft GbR [7] in das Ausbreitungsmodell integriert und mit dem im Programm implementierten diagnostischen Windfeldmodell das Strömungsfeld für den Standort der Anlage berechnet. Die notwendigen Informationen zur Anpassung der Bezugswindwerte an eventuell unterschiedliche mittlere aerodynamische Rauigkeiten zwischen dem Standort der Windmessung und der Ausbreitungsrechnung werden durch die Angabe von neun Anemometerhöhen in der AKTerm gegeben.

7.3 Rechengebiet und räumliche Auflösung

Das Raster zur Berechnung von Konzentration und Deposition soll so bemessen sein, dass Ort und Betrag der Immissionsmaxima mit hinreichender Sicherheit zu bestimmen sind.

Die berechnete Konzentration an den Aufpunkten bezieht sich i.d.R. auf eine Aufpunkthöhe von 1,5 m über Flur. Die Maschenweite des fünffach geschachtelten Gitters beträgt 4 m, 8 m, 16 m, 32 m und 64 m mit einer Gitterweite von 6.400 m x 5.632 m Größe.

7.4 Bodenrauigkeit

Die mittlere Rauigkeitslänge z_0 ist die Höhe über Grund, bei der die Windgeschwindigkeit theoretisch gleich Null ist. Sie ist als Mittelwert über ein Gebiet mit dem Radius der 10-fachen Quellhöhe definiert [2]. Variiert die Bodenrauigkeit innerhalb des betrachteten Gebietes sehr stark, ist der Einfluss des verwendeten Wertes der Rauigkeitslänge auf die berechneten Immissionsbeiträge zu prüfen.

Die mittlere Rauigkeitslänge wird über die Landnutzungsklassen des CORINE-Katasters vom Modell AUSTAL 2000 anhand der Gauß-Krüger Koordinaten den Flächen des Rechengitters zugeordnet. Der aus dem Kataster bestimmte Mittelwert von z_0 ist 0,1 m.

7.5 Berücksichtigung der Bebauung

Neben den Geländestrukturen können auch bauliche Hindernisse die Ausbreitung von Luftschadstoffen beeinflussen. Der Wirkungsbereich von Hindernissen wird in [2] mit dem 6-fachen der Quellhöhen bzw. Gebäudehöhen angegeben.

Der 8 m hohe Lärmschutzwall entlang der Abbaugrenze des Erweiterungsgebiets wurde berücksichtigt.

7.6 Berücksichtigung des Geländes

Geländeunebenheiten sind in ihrer Auswirkung auf die Ausbreitung von Luftverunreinigungen nur zu berücksichtigen, falls innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7-fachen der Schornsteinbauhöhe und Steigungen von mehr als 1 : 20 (= 0,05) auftreten.

Geländeunebenheiten können mit Austal2000 berücksichtigt werden, wenn die Steigung des Geländes 1 : 5 an den Immissionspunkten nicht überschreitet und keine besonderen lokalen Windsysteme (z.B. Kaltluftabflüsse) vorliegen.

Die maximale Geländesteigung im Modellgebiet ist größer 1 : 5 (Abbildung 7.2). Es wurde ein digitales Höhenmodell [16] verwendet, mit dem die Geländestruktur berücksichtigt und das Windfeld berechnet wurde. Das Kriterium „Geländesteigung“ wird an den Immissionspunkten eingehalten.

Kaltluftabflüsse und andere meteorologische Besonderheiten, die Einfluss auf die Immissionssituation haben könnten, können an den Immissionsorten ausgeschlossen werden.

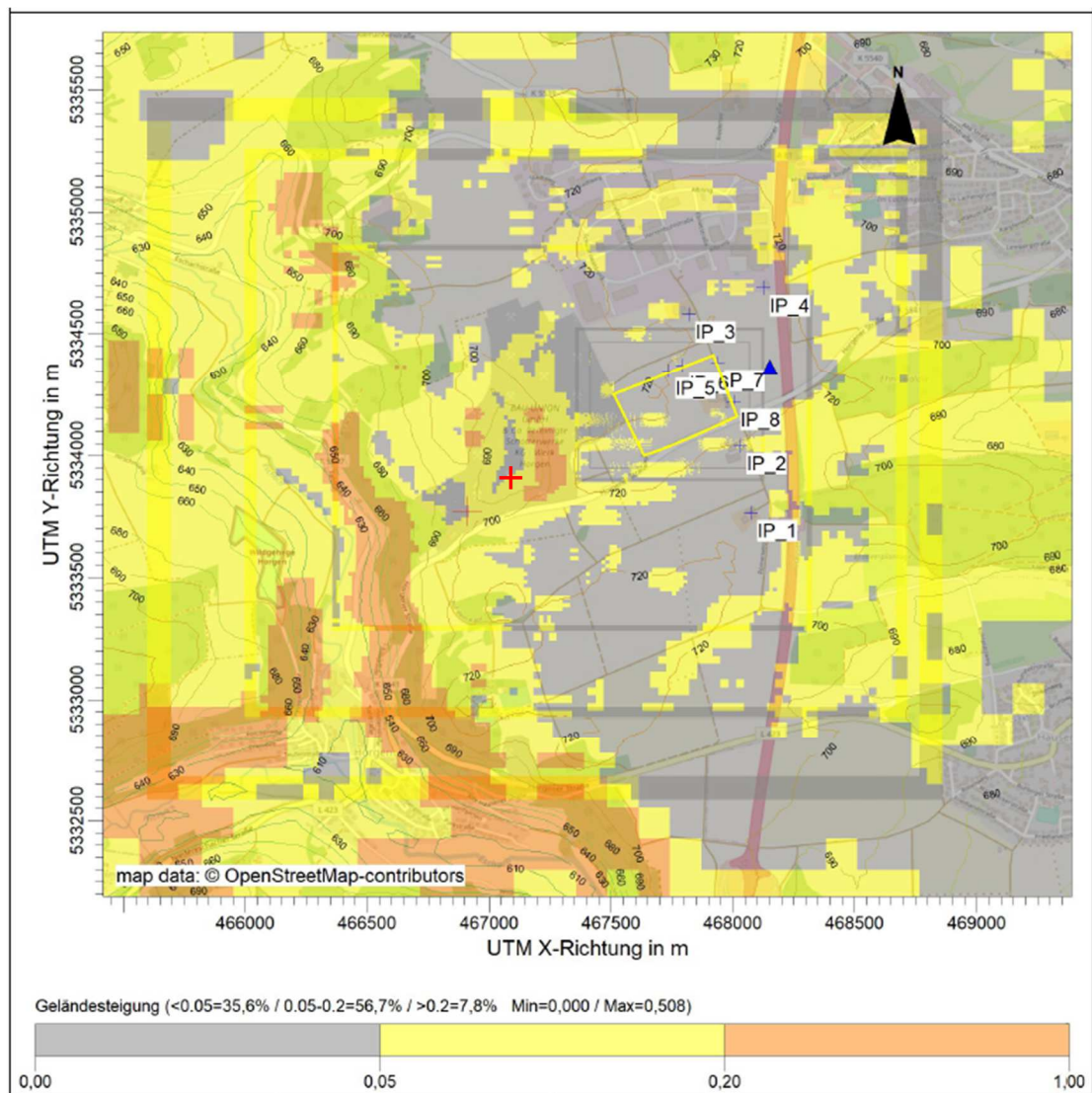


Abbildung 7.2: Geländesteigung mit Anlagenstandort (+) und Anemometerstandort (▲) sowie Immissionspunkte im Rechengebiet

7.7 Statistische Sicherheit

Die Konzentrationsberechnung im Partikelmodell basiert auf der Auszählung der Aufenthaltsdauer der Partikel in den einzelnen Zellen.

Werden sehr viele Partikel emittiert, so machen sich z.B. Hindernisse oder andere Zufälligkeiten in den Trajektorien der Partikel stärker bemerkbar, als wenn nur wenige Partikel gestartet werden. Die statistische Sicherheit (Zahl der Partikel) wird mit dem Parameter Qualitätsstufe (q_s) bestimmt und sollte in der Regel > 0 sein.

Die statistische Streuung des Jahresmittelwertes soll $< 3\%$ und die Streuung des Stunden-/Tagemittelwertes $< 30\%$ betragen [2].

Die Berechnungen wurden mit der Qualitätsstufe $q_s = 1$ durchgeführt.

8 Berechnungsergebnis (Immissionszusatzbelastung)

8.1 Beurteilungskriterien - Luftschadstoffe

Die TA Luft regelt die Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftschadstoffe. In Tabelle 8.1 sind die hier relevanten in der TA Luft festgelegten Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und vor erheblichen Belästigungen aufgeführt. In der 39. BImSchV ist des Weiteren für Partikel $PM_{2.5}$ ein Immissionswert zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt.

Bei der Beurteilung nach den Immissionswerten der TA Luft zum Schutz vor Gesundheitsgefahren muss bei Überschreitung der Irrelevanzschwelle die Gesamtbelastung beurteilt werden, welche zum einen die prognostizierte Zusatzbelastung durch die Anlage und zum anderen die Vorbelastung im Beurteilungsgebiet berücksichtigt.

Nach Ziffer 4.7 TA Luft sind die Immissionswerte für den jeweiligen Schadstoff eingehalten, wenn die Summe aus der Vorbelastung und der Zusatzbelastung an den relevanten Beurteilungspunkten kleiner oder gleich dem Immissionswert ist.

Die Bestimmung der Immissionskenngößen (Immissionsmessungen, Kenntnisse von vergleichbaren Standorten) kann entfallen, wenn

- die ermittelten Emissionen die in Ziffer 4.6.1.1 TA Luft festgelegten Bagatellmassenströme unterschreiten,
- die Vorbelastung nach Ziffer 4.6.2.1 TA Luft gering ist oder
- die Zusatzbelastung nach Ziffer 4.2.2, 4.4.1, 4.4.3 und 4.5.2 TA Luft irrelevant ist.

Ein Vorhaben ist genehmigungsfähig, wenn

- die Immissionsbelastung die Immissionswerte für die Gesamtbelastung sicher einhält.

oder

- die Zusatzbelastung durch das geplante Vorhaben 3% des Immissionsjahreswertes nicht überschreitet, d. h. irrelevant ist.

Die Gesamtbelastung im Jahresmittel wird aus der Vorbelastung und der Zusatzbelastung gebildet und den Immissionswerten der TA Luft gegenübergestellt.

Tabelle 8.1: Immissionswerte der TA Luft

Parameter	Immissionskonzentration in	Immissionswert nach TA Luft	Mittelungszeitraum nach TA Luft	Zulässige Überschreitungshäufigkeit im Jahr	Irrelevanzschwelle
Schutz der menschlichen Gesundheit (TA Luft Ziffer 4.2, 39. BImSchV)					
Partikel PM ₁₀	µg/m ³	40	Jahr	-	1,2
	µg/m ³	50	24 Stunden	35	-
Partikel PM _{2,5} *	µg/m ³	25	Jahr	-	0,75*
Schutz vor erheblichen Belästigungen (TA Luft Ziffer 4.3)					
Staubniederschlag	g/(m ² d) (Deposition)	0,35	Jahr	-	0,0105

* in Anlehnung an die geplante Anpassung der TA Luft vom 16. Juli 2018 und 39. BImSchV

Für die Tages- und Stundenmittelwerte sind in der TA Luft weitere Kriterien festgelegt. Der Immissions-Tageswert ist nach Ziffer 4.7.2 TA Luft auf jeden Fall eingehalten, wenn

a)

- die Kenngröße für die Vorbelastung IJV nicht größer als 90 % des Immissionswertes für das Jahr ist.
- die zulässige Überschreitungshäufigkeit des Immissions-Stundenwertes darf zu maximal 80 % in der Vorbelastung erreicht werden.
- sämtliche für alle Aufpunkte berechneten Tageswerte ITZ nicht größer sind, als es der Differenz zwischen dem Immissions-Tageswert (Konzentration) und dem Immissions-Jahreswert (10 µg/m³) entspricht.

b) Im Übrigen ist der Immissions-Tageswert eingehalten, wenn die Gesamtbelastung – ermittelt durch die Addition der Zusatzbelastung für das Jahr zu den Vorbelastungskonzentrationswerten für den Tag – an den jeweiligen Beurteilungspunkten kleiner oder gleich dem Immissionskonzentrationswert für 24 Stunden ist oder eine Auswertung ergibt, dass die zulässige Überschreitungshäufigkeit eingehalten ist. Zudem zeigen Partikel PM₁₀-Untersuchungen [16] der letzten Jahre, dass erst bei einem Tagesmittelwert zwischen 29 µg/m³ und 32 µg/m³ Überschreitungen des Kurzzeitwertes für das Tagesmittel (maximal 35 Überschreitungen des PM₁₀-Tageswertes von 50 µg/m³) zu erwarten sind.

8.2 Immissionszusatzbelastung

Die Untersuchung wurde als flächendeckende Berechnung und für Punkte an der nächsten Wohnbebauung, im bestehenden und geplanten Gewerbe-/Industriegebiet ‚INKOM Südwest‘ durchgeführt.

Die Lage der einzelnen Immissionsorte (Wohnbebauung und ‚INKOM Südwest‘) ist dem Lageplan in den Berichtsanlagen sowie der Abbildung 7.2 zu entnehmen:

Die Immissionsbeiträge an den Immissionspunkten für die Langzeitbelastung (Jahresmittelwert) und die Kurzzeitbelastung (24-Stundenwert) sowie der prozentuale Anteil am Immissionswert (Angabe in Klammern) sind für die Berechnungsvarianten in den nachfolgenden Tabellen dargestellt:

Tabelle 8.2: Abbau im Nordosten – nur Sprengungen

Tabelle 8.3: Abbau im Nordosten – Lösen nur mit Meißelbaggern

Tabelle 8.4: Abbau im südlichen Bereich

Tabelle 8.2: Abbau im Nordosten -Sprengung - Zusatzbelastung an den Beurteilungspunkten. In Klammern, Anteil am Jahresimmissionswert.

Immissionspunkte		Partikel PM ₁₀		Partikel PM _{2,5}	Staubniederschlag
		IJZ (J00) in µg/m ³	ITZ (T35) in µg/m ³	IJZ (J00) in µg/m ³	IJZ (J00) in g/(m ² ·d)
1	Römerweg 4	1,6 (4,0 %)	6,2 (12,4 %)	0,6 (2,5 %)	0,0058 (1,7 %)
2	Römerweg 2, Pferdepenion	4,4 (11,0 %)	18,6 (37,2 %)	1,4 (5,6 %)	0,0172 (4,9 %)
3	Römerweg 3	4,4 (11,0 %)	14,5 (29,0 %)	1,3 (5,2 %)	0,0281 (8,0 %)
4	Albring 81 Büro	1,6 (4,0 %)	6,3 (12,6 %)	0,6 (2,3 %)	0,0053 (1,5 %)
5	Geplantes GE/GI INKOMM	11,9 (29,8 %)	40,8 (81,6 %)	2,8 (11,2 %)	0,0928 (26,5 %)
6	Geplantes GE/GI INKOMM	13,3 (33,3 %)	42,2 (84,4 %)	3,4 (13,4 %)	0,1008 (28,8 %)
7	Geplantes GE/GI INKOMM	7,0 (17,5 %)	23,2 (46,4 %)	2,8 (11,2 %)	0,0384 (11,0 %)
8	Geplantes GE/GI INKOMM	7,8 (19,5 %)	33,1 (66,2 %)	2,9 (11,6 %)	0,0301 (8,6 %)
Immissionswert		40	50	25	0,350
Irrelevanzgrenze		1,2 (3 %)	-	0,75 (3 %)	0,0105 (3 %)
Mittelungszeitraum		1 Jahr	24 Stunden	1 Jahr	1 Jahr

IJZ (J00) = Immissions-Jahresmittelwert der Zusatzbelastung

ITZ (T35) = Immissions-Tagesmittelwert der Zusatzbelastung mit 35 Überschreitungen

Tabelle 8.3: Abbau im Nordosten -Meißelbagger - Zusatzbelastung an den Beurteilungspunkten. In Klammern, Anteil am Jahresimmissionswert.

Immissionspunkte		Partikel PM ₁₀		Partikel PM _{2,5}	Staubniederschlag
		IJZ (J00) in µg/m ³	ITZ (T35) in µg/m ³	IJZ (J00) in µg/m ³	IJZ (J00) in g/(m ² ·d)
1	Römerweg 4	1,9 (4,8 %)	7,7 (15,4 %)	0,8 (3,2 %)	0,0062 (1,8 %)
2	Römerweg 2, Pferdepenion	4,8 (12,0 %)	20,8 (41,6 %)	1,6 (6,6 %)	0,0169 (4,8 %)
3	Römerweg 3	4,7 (11,8 %)	15,5 (31,0 %)	1,5 (5,9 %)	0,0285 (8,1 %)
4	Albring 81 Büro	1,7 (4,3 %)	7,0 (14,0 %)	0,6 (2,5 %)	0,0052 (1,5 %)
5	Geplantes GE/GI INKOMM	12,4 (31,0 %)	38,5 (77,0 %)	3,1 (12,3 %)	0,0922 (26,3 %)
6	Geplantes GE/GI INKOMM	13,7 (34,3 %)	43,5 (87,0 %)	3,5 (13,9 %)	0,1029 (29,4 %)
7	Geplantes GE/GI INKOMM	7,8 (19,5 %)	26,2 (52,4 %)	3,2 (12,8 %)	0,0440 (12,6 %)
8	Geplantes GE/GI INKOMM	8,1 (20,3 %)	35,6 (71,2 %)	3,0 (11,8 %)	0,0309 (8,8 %)
Immissionswert		40	50	25	0,350
Irrelevanzgrenze		1,2 (3 %)	-	0,75 (3 %)	0,0105 (3 %)
Mittelungszeitraum		1 Jahr	24 Stunden	1 Jahr	1 Jahr

IJZ (J00) = Immissions-Jahresmittelwert der Zusatzbelastung

ITZ (T35) = Immissions-Tagesmittelwert der Zusatzbelastung mit 35 Überschreitungen

Tabelle 8.4: Abbau im Süden der Erweiterungsfläche - Zusatzbelastung an den Beurteilungspunkten. In Klammern, Anteil am Jahresimmissionswert.

Immissionspunkte		Partikel PM ₁₀		Partikel PM _{2,5}	Staubniederschlag
		IJZ (J00) in µg/m ³	ITZ (T35) in µg/m ³	IJZ (J00) in µg/m ³	IJZ (J00) in g/(m ² ·d)
1	Römerweg 4	1,6 (4,0 %)	6,1 (12,2 %)	0,6 (2,4 %)	0,0070 (2,0 %)
2	Römerweg 2, Pferdepension	6,7 (16,8 %)	24,8 (49,6 %)	2,0 (7,9 %)	0,0262 (7,5 %)
3	Römerweg 3	3,4 (8,5 %)	11,3 (22,6 %)	1,0 (3,8 %)	0,0195 (5,6 %)
4	Albring 81 Büro	1,3 (3,3 %)	5,6 (11,2 %)	0,4 (1,7 %)	0,0052 (1,5 %)
5	Geplantes GE/GI INKOMM	6,7 (16,8 %)	20,9 (41,8 %)	1,9 (7,4 %)	0,0429 (12,3 %)
6	Geplantes GE/GI INKOMM	7,7 (19,3 %)	24,2 (48,4 %)	1,8 (7,4 %)	0,0516 (14,7 %)
7	Geplantes GE/GI INKOMM	5,2 (13,0 %)	18,8 (37,6 %)	1,5 (6,0 %)	0,0291 (8,3 %)
8	Geplantes GE/GI INKOMM	8,8 (22,0 %)	31,0 (62,0 %)	3,2 (12,8 %)	0,0462 (13,2 %)
Immissionswert		40	50	25	0,350
Irrelevanzgrenze		1,2 (3 %)	-	0,75 (3 %)	0,0105 (3 %)
Mittelungszeitraum		1 Jahr	24 Stunden	1 Jahr	1 Jahr

IJZ (J00) = Immissions-Jahresmittelwert der Zusatzbelastung

ITZ (T35) = Immissions-Tagesmittelwert der Zusatzbelastung mit 35 Überschreitungen

An der nächsten Wohnbebauung und im geplanten Gewerbegebiet werden die Irrelevanzgrenzen (3 % des Immissions-Jahreswertes) gemäß Ziffer 4.2.2 TA Luft für Partikel PM₁₀, PM_{2,5} und Staubbiederschlag bei allen Berechnungsvarianten überschritten.

Deshalb sind die Immissionskenngrößen aus der Summe der Vorbelastung und der berechneten Zusatzbelastung zu bestimmen.

Ein Gesamtbild über die Immissionssituation und die Lage der Immissionspunkte vermitteln die grafischen Darstellungen im Anhang. Das Berechnungsprotokoll mit allen Eingangsgrößen und Ergebnissen ist dem Anhang beigelegt.

8.3 Vorbelastung

In der näheren Umgebung befindet sich keine Immissionsmessstation mit vergleichbarer Immissionssituation. Zur Abschätzung der vorhandenen mittleren Vorbelastung an Partikel PM₁₀ und PM_{2,5} in der weiteren Umgebung der Anlage werden Messwerte aus dem Luftmessnetz der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) der Jahre 2017, 2018 und 2019 herangezogen [20]. In Tabelle 8.5 sind Partikelkonzentrationen PM₁₀ und Überschreitungstage ausgewählter Messstationen aus dem Landesmessnetz aufgeführt. Dabei handelt es sich bei der Messstation Gärtringen um eine städtische Hintergrundstation; bei der Messstation Schwäbische Alb um eine ländliche Hintergrundstation.

Das Steinbruchgelände befindet sich in einem überwiegend ländlich geprägten Gebiet, das großteils von offenen landwirtschaftlichen Flächen mit gutem Luftaustausch umgeben ist. Die Vorbelastung an Partikel PM₁₀ und PM_{2,5} liegt demnach in einer Größenordnung der Konzentration an den ausgewählten Stationen.

Tabelle 8.5: Partikelkonzentration PM₁₀ ausgewählter Messstationen der Jahre 2017, 2018, 2019 [20], [21]

Station	Partikel PM ₁₀ Jahresmittewert in [µg/m ³]			Anzahl Tage mit Überschreitungen des Tagesmittelwertes von 50 µg/m ³			35. Wert IT (T35) (24h-Mittelwerte absteigend sortiert)		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Gärtringen	14	14	12	6	2	1	24	22	21
Schwäbische Alb	10	11	10	1	2	0	19	20	17

Aus den Jahresmittelwerten wird eine mittlere Vorbelastung für die Umgebung der Anlage von 14 µg/m³ an Partikel PM₁₀ im Jahresmittel abgeleitet.

An der Messstation Gärtringen wird der Parameter Partikel PM_{2.5} nicht gemessen. Deshalb werden konservativ die Messergebnisse für die städtische Hintergrundstation Tübingen und der ländlichen Hintergrundstation Schwäbische Alb herangezogen. In den Jahren 2017 bis 2019 wurde eine Belastung zwischen Schwäbische Alb: 7 µg/m³ und Tübingen: 11 µg/m³ im Jahresmittel gemessen. Für PM_{2.5} wird eine Vorbelastung von 9 µg/m³ angenommen.

Die Staubniederschlagsbelastung lag in Baden-Württemberg zwischen 36 mg/(m²·d) und 102 mg/(m²·d) [20]. Die Vorbelastung wird konservativ mit 110 mg/(m²·d) angenommen.

8.4 Gesamtbelastung

Zur Überprüfung, ob die Immissions-Jahreswerte eingehalten werden, werden zur Zusatzbelastung die Vorbelastungswerte addiert. In der nachfolgenden Tabelle 8.6 und in der Tabelle 8.8 ist die Gesamtbelastung an den Immissionspunkten (nächste Wohnbebauung) unter Berücksichtigung der großräumigen Vorbelastung für beide Abbaurichtungen dargestellt.

Auf die Darstellung der Gesamtbelastung „Abbau Nord nur Lösen mit Meißelbaggern“ wird verzichtet, da sich die Zusatzbelastungswerte nur gering von der Variante „Abbau Nord nur Sprengungen“ unterscheiden.

An allen Immissionspunkten werden in der ermittelten Gesamtbelastung die Immissionswerte im Jahresmittel für die Berechnungsvarianten – Abbau im Nordosten Sprengungen sowie Abbau im Nordosten nur Meißeln und Abbau im Süden Sprengungen der Erweiterungsfläche - eingehalten.

Tabelle 8.6: Abbau Nord Sprengung - Überprüfung auf Einhaltung der Immissionswerte gemäß den Vorgaben der Ziffer 4.7.1 (Immissions-Jahreswert und Tageswert) TA Luft

Immissionspunkte		Partikel PM ₁₀		Partikel PM _{2,5}	Staubniederschlag	Immissionswerte
		IJ (J00) in µg/m ³	IT (T35) in µg/m ³	IJ (J00) in µg/m ³	IJZ (J00) in g/(m ² ·d)	eingehalten
1	Römerweg 4	15,6	25,6	9,6	0,116	ja
2	Römerweg 2, Pferdepension	18,4	28,4	10,4	0,127	ja
3	Römerweg 3	18,4	28,4	10,3	0,138	ja
4	Albring 81 Büro	15,6	25,6	9,6	0,115	ja
5	Geplantes GE/GI INKOMM	25,9	35,9	11,8	0,203	ja
6	Geplantes GE/GI INKOMM	27,3	37,3	12,4	0,211	ja
7	Geplantes GE/GI INKOMM	21,0	31,0	11,8	0,148	ja
8	Geplantes GE/GI INKOMM	21,8	31,8	11,9	0,140	ja
<i>Vorbelastung LUBW</i>		<i>14</i>	<i>24</i>	<i>9</i>	<i>0,11</i>	-
TA Luft, 39. BImSchV						
Immissionswert		40	50	25	0,35	-
Irrelevanzwert		1,2 (3 %)		0,75 (3 %)	0,0105 (3 %)	-
Mittelungszeitraum		1 Jahr	24 Stunden	1 Jahr	1 Jahr	-

IJ (J00) = Immissions-Jahresmittelwert der Gesamtbelastung

IT (T35) = Immissions-Tagesmittelwert der Gesamtbelastung mit 35 Überschreitungen

Tabelle 8.7: Abbau im Nordosten -Meißelbagger - Überprüfung auf Einhaltung der Immissionswerte gemäß den Vorgaben der Ziffer 4.7.1 (Immissions-Jahreswert und Tageswert) TA Luft

Immissionspunkte		Partikel PM ₁₀		Partikel PM _{2,5}	Staubniederschlag	Immissionswerte
		IJ (J00) in µg/m ³	IT (T35) in µg/m ³	IJ (J00) in µg/m ³	IJZ (J00) in g/(m ² ·d)	eingehalten
1	Römerweg 4	15,9	25,9	9,8	0,116	ja
2	Römerweg 2, Pferdepension	18,8	28,8	10,6	0,127	ja
3	Römerweg 3	18,7	28,7	10,5	0,139	ja
4	Albring 81 Büro	15,7	25,7	9,6	0,115	ja
5	Geplantes GE/GI INKOMM	26,4	36,4	12,1	0,202	ja
6	Geplantes GE/GI INKOMM	27,7	37,7	12,5	0,213	ja
7	Geplantes GE/GI INKOMM	21,8	31,8	12,2	0,154	ja
8	Geplantes GE/GI INKOMM	22,1	32,1	12,0	0,141	ja
<i>Vorbelastung LUBW</i>		<i>14</i>	<i>24</i>	<i>9</i>	<i>0,11</i>	-
TA Luft, 39. BImSchV						
Immissionswert		40	50	25	0,35	-
Irrelevanzwert		1,2 (3 %)		0,75 (3 %)	0,0105 (3 %)	-
Mittelungszeitraum		1 Jahr	24 Stunden	1 Jahr	1 Jahr	-

IJ (J00) = Immissions-Jahresmittelwert der Gesamtbelastung

IT (T35) = Immissions-Tagesmittelwert der Gesamtbelastung mit 35 Überschreitungen

Tabelle 8.8: Abbau Süd der Erweiterungsfläche - Überprüfung auf Einhaltung der Immissionswerte gemäß den Vorgaben der Ziffer 4.7.1 (Immissions-Jahreswert und Tageswert) TA Luft

Immissionspunkte		Partikel PM ₁₀		Partikel PM _{2,5}	Staubniederschlag	Immissionswerte
		IJ (J00) in µg/m ³	IT (T35) in µg/m ³	IJ (J00) in µg/m ³	IJZ (J00) in g/(m ² ·d)	eingehalten
1	Römerweg 4	15,6	25,6	9,6	0,107	ja
2	Römerweg 2, Pferdeponson	20,7	30,7	11,0	0,126	ja
3	Römerweg 3	17,4	27,4	10,0	0,120	ja
4	Albring 81 Büro	15,3	25,3	9,4	0,105	ja
5	Geplantes GE/GI INKOMM	20,7	30,7	10,9	0,143	ja
6	Geplantes GE/GI INKOMM	21,7	31,7	10,8	0,152	ja
7	Geplantes GE/GI INKOMM	19,2	29,2	10,5	0,129	ja
8	Geplantes GE/GI INKOMM	22,8	32,8	12,2	0,146	ja
Vorbelastung LUBW		14	24	9	0,11	-
TA Luft, 39. BImSchV						
Immissionswert		40	50	25	0,35	-
Irrelevanzwert		1,2 (3 %)		0,75 (3 %)	0,0105 (3 %)	-
Mittelungszeitraum		1 Jahr	24 Stunden	1 Jahr	1 Jahr	-

IJ (J00) = Immissions-Jahresmittelwert der Gesamtbelastung

IT (T35) = Immissions-Tagesmittelwert der Gesamtbelastung mit 35 Überschreitungen

Die Gesamtbelastung an PM₁₀ liegt bei allen Abbauschritten unter dem Jahresmittelwert (29 µg/m³), ab dem nach [19] mit Überschreitungen der zulässigen Überschreitungshäufigkeit des PM₁₀ Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ zu rechnen ist.

Der Immissions-Tageswert ist nach Ziffer 4.7.2 TA Luft a) in diesen Fällen eingehalten:

- Die Immissionsvorbelastung im Jahresmittelwert von 14 µg/m³ liegt unter dem zulässigen Wert von 36 µg/m³ (30 % des Immissionswertes für das Jahr) und
- die Vorbelastung der Überschreitungshäufigkeit des Immissions-Tageswertes von maximal 6 Tagen im Jahr beträgt 17 % der zulässigen Überschreitungshäufigkeit von 35 Tagen im Jahr.

Die Gesamtbelastung für den 35. Tagesmittelwert liegt an allen Immissionspunkten (Tabelle 8.5 und 8.6: Spalte IT (T35)) unter dem Immissionstagesmittelwert von 50 µg/m³. Damit ist sichergestellt, dass die Anzahl der zulässigen Überschreitungstage (35 Tage im Jahr) eingehalten wird.

8.5 Qualität der Prognose

Das Gutachten wurde entsprechend der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 13 „Qualitätssicherung in der Immissionsprognose“ erstellt [6].

Die in TA Luft Anhang 3 geforderte statistische Streuung des Jahresmittelwertes soll < 3 % und die Streuung des Stunden-/Tagemittelwertes < 30 % betragen [2].

Dies wird bei den Berechnungsergebnissen bei allen Parametern eingehalten (Anhang Rechenprotokoll).

9 Zusammenfassung

Die Bau-Union GmbH & Co. Vereinigte Schotterwerke KG betreibt am Standort 78658 Zimmern ob Rottweil den Steinbruch Horgen/Ettenberg mit Schotterwerk und eine Transportbetonanlage sowie eine Asphaltaufbereitungsanlage zwischen den Ortsteilen Horgen und Zimmern. Das im Steinbruch abgebaute Wertgestein (Kalkstein des Oberen Muschelkalks) wird im Schotterwerk gebrochen und in verschiedene Körnungen klassiert, gelagert und verladen. Es ist geplant, das Abbaugelände des Steinbruchs nach Osten zu erweitern.

Im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Änderungsgenehmigungsverfahrens für die Erweiterung des Steinbruchs ist eine Beurteilung der Staubemissionen und, falls der Bagatellmassenstrom für Staub nach Nr. 4.6 TA Luft Tab. 7 überschritten wäre, eine Prognose der Staubimmission erforderlich.

Die DEKRA Automobil GmbH wurde von der Bau-Union GmbH & Co. Vereinigte Schotterwerke KG, 78656 Zimmern ob Rottweil mit Datum vom 23.10.2019 mit der Durchführung der Staubprognose und Erstellung des Gutachtens beauftragt.

Zur Emissionsabschätzung wurden maximale Materialdurchsätze bei voller Ausnutzung der Betriebszeit der Anlagen angenommen. Die abgeschätzten Emissionsmassenströme stellen somit einen konservativen Ansatz dar.

Die diffusen Emissionen an Gesamtstaub überschreiten den Bagatellmassenstrom von 0,1 kg/h, weshalb eine Prognose der Staubzusatzbelastung durchgeführt wird.

Die Ausbreitungsrechnung zur Ermittlung der Immissionszusatzbelastung wurde nach Anhang 3, TA Luft mit einer repräsentativen Windjahreszeitreihe AKTerm für den Standort durchgeführt. Die Berechnung wurde für drei Abbauschritte durchgeführt: Abbau im Nordosten nur Sprengungen, Abbau im Nordosten nur mit Meißelbagger und Abbau im Süden der Erweiterungsfläche.

Um die Erweiterungsfläche wird aus Schallschutzgründen ein Erdwall mit einer Höhe von 8 m vorgesehen. Die staubmindernde Wirkung wurde in der Prognose berücksichtigt.

An der nächsten Wohnbebauung und auf den Erweiterungsflächen des ‚INKOMM Südwest‘ werden die Irrelevanzgrenzen (3 % des Immissions-Jahreswertes) gemäß Ziffer 4.2.2 TA Luft für Partikel PM₁₀, PM_{2.5} und Staubbiederschlag überschritten (Tabelle 8.2). In diesem Fall sind die Immissionskenngrößen aus der Summe der Vorbelastung und der berechneten Zusatzbelastung zu bestimmen.

In den nachfolgenden Tabellen sind die Ergebnisse für diese Abbauschritte dargestellt:

Tabelle 8.2: Abbau im Nordosten – nur Sprengungen

Tabelle 8.3: Abbau im Nordosten – Lösen nur mit Meißelbaggern

Tabelle 8.4: Abbau im südlichen Bereich

Tabelle 9.1: Abbau Nordosten Sprengungen - Überprüfung auf Einhaltung der Immissionswerte gemäß den Vorgaben der Ziffer 4.7.1 (Immissions-Jahreswert und Tageswert) TA Luft

Immissionspunkte		Partikel PM ₁₀		Partikel PM _{2,5}	Staubniederschlag	Immissionswerte
		IJ (J00) in µg/m ³	IT (T35) in µg/m ³	IJ (J00) in µg/m ³	IJZ (J00) in g/(m ² ·d)	eingehalten
1	Römerweg 4	15,6	25,6	9,6	0,116	ja
2	Römerweg 2, Pferdepension	18,4	28,4	10,4	0,127	ja
3	Römerweg 3	18,4	28,4	10,3	0,138	ja
4	Albring 81 Büro	15,6	25,6	9,6	0,115	ja
5	Geplantes GE/GI INKOMM	25,9	35,9	11,8	0,203	ja
6	Geplantes GE/GI INKOMM	27,3	37,3	12,4	0,211	ja
7	Geplantes GE/GI INKOMM	21,0	31,0	11,8	0,148	ja
8	Geplantes GE/GI INKOMM	21,8	31,8	11,9	0,140	ja
Vorbelastung LUBW		14	24	9	0,11	-
TA Luft, 39. BImSchV						
Immissionswert		40	50	25	0,35	-
Irrelevanzwert		1,2 (3 %)		0,75 (3 %)	0,0105 (3 %)	-
Mittelungszeitraum		1 Jahr	24 Stunden	1 Jahr	1 Jahr	-

IJ (J00) = Immissions-Jahresmittelwert der Gesamtbelastung

IT (T35) = Immissions-Tagesmittelwert der Gesamtbelastung mit 35 Überschreitungen

Tabelle 9.2: Abbau im Nordosten -Meißelbagger - Überprüfung auf Einhaltung der Immissionswerte gemäß den Vorgaben der Ziffer 4.7.1 (Immissions-Jahreswert und Tageswert) TA Luft

Immissionspunkte		Partikel PM ₁₀		Partikel PM _{2,5}	Staubniederschlag	Immissionswerte
		IJ (J00) in µg/m ³	IT (T35) in µg/m ³	IJ (J00) in µg/m ³	IJZ (J00) in g/(m ² ·d)	eingehalten
1	Römerweg 4	15,9	25,9	9,8	0,116	ja
2	Römerweg 2, Pferdepension	18,8	28,8	10,6	0,127	ja
3	Römerweg 3	18,7	28,7	10,5	0,139	ja
4	Albring 81 Büro	15,7	25,7	9,6	0,115	ja
5	Geplantes GE/GI INKOMM	26,4	36,4	12,1	0,202	ja
6	Geplantes GE/GI INKOMM	27,7	37,7	12,5	0,213	ja
7	Geplantes GE/GI INKOMM	21,8	31,8	12,2	0,154	ja
8	Geplantes GE/GI INKOMM	22,1	32,1	12,0	0,141	ja
Vorbelastung LUBW		14	24	9	0,11	-
TA Luft, 39. BImSchV						
Immissionswert		40	50	25	0,35	-
Irrelevanzwert		1,2 (3 %)		0,75 (3 %)	0,0105 (3 %)	-
Mittelungszeitraum		1 Jahr	24 Stunden	1 Jahr	1 Jahr	-

IJ (J00) = Immissions-Jahresmittelwert der Gesamtbelastung

IT (T35) = Immissions-Tagesmittelwert der Gesamtbelastung mit 35 Überschreitungen

Tabelle 9.3: Abbau Süd - Überprüfung auf Einhaltung der Immissionswerte gemäß den Vorgaben der Ziffer 4.7.1 (Immissions-Jahreswert und Tageswert) TA Luft

Immissionspunkte		Partikel PM ₁₀		Partikel PM _{2.5}	Staubniederschlag	Immissionswerte
		IJ (J00) in µg/m ³	IT (T35) in µg/m ³	IJ (J00) in µg/m ³	IJZ (J00) in g/(m ² ·d)	eingehalten
1	Römerweg 4	15,6	25,6	9,6	0,107	ja
2	Römerweg 2, Pferdepenion	20,7	30,7	11,0	0,126	ja
3	Römerweg 3	17,4	27,4	10,0	0,120	ja
4	Albring 81 Büro	15,3	25,3	9,4	0,105	ja
5	Geplantes GE/GI INKOMM	20,7	30,7	10,9	0,143	ja
6	Geplantes GE/GI INKOMM	21,7	31,7	10,8	0,152	ja
7	Geplantes GE/GI INKOMM	19,2	29,2	10,5	0,129	ja
8	Geplantes GE/GI INKOMM	22,8	32,8	12,2	0,146	ja
<i>Vorbelastung LUBW</i>		<i>14</i>	<i>24</i>	<i>9</i>	<i>0,11</i>	-
TA Luft, 39. BImSchV						
Immissionswert		40	50	25	0,35	-
Irrelevanzwert		1,2 (3 %)		0,75 (3 %)	0,0105 (3 %)	-
Mittelungszeitraum		1 Jahr	24 Stunden	1 Jahr	1 Jahr	-

IJ (J00) = Immissions-Jahresmittelwert der Gesamtbelastung

IT (T35) = Immissions-Tagesmittelwert der Gesamtbelastung mit 35 Überschreitungen

In der ermittelten Gesamtbelastung (Tabelle 9.1, Tabelle 9.2 und Tabelle 9.3) werden unter Berücksichtigung der großräumigen Vorbelastung an allen Immissionspunkten die Immissionswerte für Partikel PM₁₀, PM_{2.5} und Staubniederschlag im Jahresmittel und im Tagesmittel bei allen Abbauschritten eingehalten.

Relevante schädliche Umwelteinwirkungen und damit eine Gefährdung der menschlichen Gesundheit oder erhebliche Belästigungen sind durch die Erweiterung des Steinbruchbetriebs nach Osten sowie der Rekultivierung bereits abgebauter Flächen mit Fremdmaterial nicht zu erwarten. Der Schutz für die menschliche Gesundheit ist damit sichergestellt.

10 Schlusswort

Eine abschließende immissionsschutzrechtliche Beurteilung bleibt der zuständigen Behörde vorbehalten.

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Anlagen.

Karlsruhe, den 21.06.2021

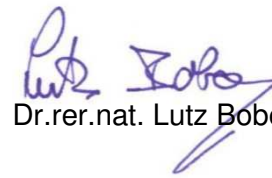
DEKRA Automobil GmbH
Industrie, Bau und Immobilien

Projektleiterin



Dipl.-Met. Corinna Humpert-Zerulla

Sachverständiger



A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Lutz Böberg".

Dr.rer.nat. Lutz Böberg