Bericht-Nr.: 555044249-B04 26.05.2021

Prognose der Staubemissionen und -immissionen durch den Betrieb des Steinbruchs Frommenhausen

Auftraggeber / Betreiber	:	Bau-Union GmbH & Co. Schotterwerke Heinz KG Rathausstraße 14 D-72820 Sonnenbühl
Standort		Steinbruch Frommenhausen 72108 Frommenhausen (Baden-Württemberg)
Art der Anlage	:	Steinbruch Nr. 2.1.1 und 2.2 Spalte 2 Anlage gemäß Anhang zur 4. BImSchV (2017-05-03)
Genehmigungsbehörde	:	Landratsamt Tübingen
Projekt-Nr.	:	555044249
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	:	09.08.2016
Berichtsumfang	:	34 Seiten Bericht + 20 Seiten Anhang
Aufgabenstellung	:	Prognose der Staubemissionen und -immissionen für die geplante Abbauerweiterung des Steinbruchs Frommenhausen

Inhaltsverzeichnis Seite

1	Aufgabenstellung	3
2	Beauftragung	3
3	Beurteilungsgrundlagen	4
4	Beschreibung der Örtlichkeiten	6
5	Beschreibung der Anlage	8
5.1	Emissionsminderung	10
6	Ermittlung der Emissionen	11
6.1	Materialumschlag	11
6.2	Emissionsfaktoren für Umschlagvorgänge	12
6.3	Staubaufwirbelung durch Fahrvorgänge	14
6.4	Emissionen über die Abluftschornsteine - Entstaubungsanlagen	16
6.5	Emissionen durch Winderosion	17
6.6	Emissionsmassenströme	18
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	25
7.7	Statistische Sicherheit	26
8	Berechnungsergebnis (Immissionszusatzbelastung)	26
8.1	Beurteilungskriterien - Luftschadstoffe	26
8.2	Immissionszusatzbelastung	28
8.3	Vorbelastung	29
8.4	Gesamtbelastung	30
8.5	Qualität der Prognose	32
9	Zusammenfassung	32
10	Schlusswort	34

1 Aufgabenstellung

Die Bau-Union GmbH & Co. Schotterwerke Heinz KG mit Sitz in 72780 Sonnenbühl, betreibt am Standort 72108 Frommenhausen einen Steinbruch mit Schotterwerk. Das im Steinbruch abgebaute Wertgestein wird im Schotterwerk gebrochen und in verschiedene Körnungen klassiert, gelagert und verladen. Es ist geplant das Abbaugebiet des Steinbruchs nach Süden zu erweitern.
Für den genehmigten Abbau wurde im Jahr 2010 eine Staubimmissionsprognose für den Steinbruch erstellt.
Im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Änderungsgenehmigungsverfahrens fordert die Genehmigungsbehörde eine Beurteilung der Staubemissionen und, falls der Bagatellmassenstrom für Staub nach Nr. 4.6 TA Luft Tab. 7 überschritten wäre, eine Prognose der Staubimmission.

2 Beauftragung

Die DEKRA Automobil GmbH wurde von der Bau-Union GmbH & Co. Schotterwerke Heinz KG, 72780 Sonnenbühl mit Datum vom 09.08.2016 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] Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleinere und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV) vom 26. Januar 2010

[4] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutz-Gesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BImSchV vom 2. Mai 2013

[5] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutz-Gesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) vom 2. August 2010

[6] VDI 3945 Blatt 3 Atmosphärische Ausbreitungsmodelle, Partikelmodell, September 2000

[7] VDI 3783, Bl. 13, Umweltmeteorologie, Qualitätssicherung in der Immissionsprognose, Anlagenbezogener Umweltschutz, Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft, Januar 2010

[8] VDI-Richtlinie 3790, Blatt 1 "Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen - Grundlagen", Januar 2005

[9] VDI-Richtlinie 3790, Blatt 2 "Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen - Deponien", Dezember 2000

[10] VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 "Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen, Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern", Januar 2010

[11] VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 "Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen, Fahrzeugbewegungen auf gewerblich-industriellem Betriebsgelände", September 2018

[12] Bund-Länder-Kooperation VKoopUIS: „Elektronisches PRTR-Erfassungs- und Berichtssystem“ (ePRTR), Version 1.4, Stand 12.12.2013

[13] 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

[14] Ermittlung des PM_{10}-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

[15] AP42, Fifth Edition, Volume I, Chapter 13: Miscellaneous Sources, 13.2.1 Paved Roads, EPA Enviromental Protection Agency; 2011

[16] Staubemissionen durch Lkw-Verkehr auf befestigten Betriebsstraßen, LANUV-Fachbericht 45, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen 2013

[17] GlobDEM50 Digitale Höhendaten, MetSoft GbR, 2006

[18] Top25, Amtliche Topographische Karten 1:25.000

[19] Prognose der Staubemissionen und – immisionen durch den Betrieb des Steinbruchs Frommenhausen, DEKRA-Bericht-NR. 555007156-k1, 02.05.2010

[20] Staubimmissionsprognose Bericht-Nr. 1303/10400 LI 5007156 vom 18.04.2006, Ergänzende Betrachtungen zu den Auswirkungen von Staubminderungsmaßnahmen für den Steinbruch Bietenhausen, DEKRA Umwelt GmbH, 25.10.2006

[21] Windjahreszeitreihe AKTerm für 2002 (repräsentatives Jahr) der Messstation Sindelfingen; QPR Deutscher Wetterdienst, AZ: 1752-05, 02.03.2006

[22] Voruntersuchung 2006, Spotmessungen 2007, Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg LUBW, Karlsruhe, August 2006

[23] Kenngrößen der Luftqualität, Jahresdaten 2018, 2019, 2020, Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), Stand: Mai 2021

[24] Zeitreihen und Jahreskenngrößen der Landesanstalt für Umweltschutz, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), Stand: Mai 2021

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

[25] Lagepläne, Unterlagen und Höhendaten (u.a. Befliegungshöhendaten vom Steinbruch mit Stand vom 08.02.2020)

[26] Kenndatenkatalog Abbau, Rekultivierung Gebr. Heinz - Schotterwerke GmbH & Co. KG Standort Frommenhausen 20.11.2019

[27] Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen, Berichts-Nr. 17/2798129, TÜV Süd Industrieservice GmbH, 80686 München, 12.12.2017

[28] Technische Daten Maschinen und Geräte

[29] Persönliche Mitteilungen

4 Beschreibung der Örtlichkeiten

Der Steinbruch mit Schotterwerk der Bau-Union GmbH & Co. Schotterwerke Heinz KG liegt am Osthang des Starzeltals auf ca. 410 m Höhe über NN und ca. 800 m südwestlich des Ortes Frommenhausen (Landkreis Tübingen) (Abbildung 4.1). Der Ort Frommenhausen liegt auf der Hochfläche über dem Starzeltal auf einer Höhe zwischen ca. 440 m und 490 m über NN.
Die Umgebung des Steinbruchs ist überwiegend landwirtschaftlich genutzt. Nördlich und westlich des Steinbruchs begrenzen Waldflächen das Steinbruchgelände. In ca. 350 m Entfernung in Richtung Nordwesten befindet sich die ca. 30 m tiefer liegende Burgmühle, die nächstgelegenen Wohnhäuser am Burgmühlenweg in Frommenhausen in ca. 450 m Höhe sind ca. 800 m entfernt.
Die Erweiterung ist in Richtung Süden geplant (Anhang: Planzustand).
Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Lage des Steinbruchs und die nächsten Ortschaften Frommenhausen im Nordosten, Hirrlingen im Südosten, Bietenhausen im Süden und Wachendorf im Westen (Abbildung 4.1).

Abbildung 4.1: Luftbild (Google Earth Pro) mit Standort des Steinbruchs

Das Schotterwerk liegt auf der Gemarkung der Gemeinde Frommenhausen. Die Gemeinde Frommenhausen, ein Stadtteil von Rottenburg am Neckar im Landkreis Tübingen, gehört naturräumlich zum Keuperbergland und ist zwischen den Gäuflächen und der Schwäbischen Alb gelegen. Der Steinbruch befindet sich am Osthang des von Nord nach Süd gerichteten Tal der Starzel, die im nördlich gelegenen Bieringen in den Neckar fließt (Abbildung 4-2). Links und rechts der Starzel steigen die Randhöhen von 380 m auf 500 m bzw. 470 m auf eine schwach wellige Hochflächenlandschaft an (Abbildung 4-3).

Abbildung 4-2: Lage des Steinbruchs und Schotterwerks [18]

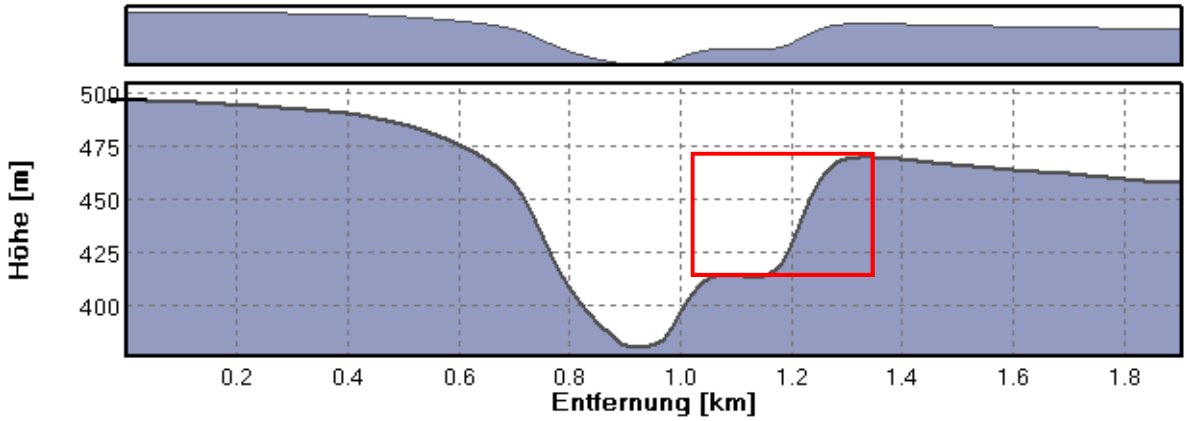


Abbildung 4-3: Höhenschnitt West–Ost und Lage des Steinbruchs [18]

5 Beschreibung der Anlage

Die Bau-Union GmbH & Co. Schotterwerke Heinz KG, betreibt am Standort 72108 Frommenhausen einen Steinbruch mit Schotterwerk. Im Steinbruch werden bislang Dolomit und Kalkstein des Oberen Muschelkalks abgebaut und im Werk zu Schotter aufbereitet. Zukünftig sollen auch die Kalke und Tonsteine des Unteren Keupers als Wertgestein abgebaut werden.

Die zu betrachtenden relevanten Anlagen und Betriebsabläufe im Steinbruch und im Schotterwerk sind wie folgt gegliedert [26]:
Zunächst werden mit der Raupe der Oberboden und der Abraum (Lößlehm) mit dem Radlader abgetragen. Der Bagger oder Radlader CAT 990 belädt den Muldenkipper oder andere Fahrzeuge mit dem Abraum. Entweder wird mit dem Muldenkipper (MK) der Abraum zum Einbauort am Standort gebracht oder der Abraum wird extern mit den Fahrzeugen abgefahren. Der MK wirft den Abraum dann am Einbauort ab und eine Raupe verteilt den Abraum und modelliert das Gelände.
Dolomit und Kalksteine werden mit Lockerungssprengungen, ca. 5 je Woche, einmal täglich, gelöst. Ein Radlader (CAT 990) wirft das Haufwerk von Sohle zu Sohle. Die Wandhöhe von Sohle zu Sohle beträgt maximal 30 m. Auf der untersten Sohle nimmt der Radlader (CAT 990) das Haufwerk auf und kippt es in den Vorbrecher. Der Bagger sortiert zu große Steine vorher aus. Über den Vorbrecher und die Bandanlage gelangt das gebrochene Material in die Vorsiebanlage. 20% des Vorsiebmaterials werden auf Halden per Band ausgetragen. Um die Fahrwege des Radladers kurz zu halten, soll der Vorbrecher mit dem Abbau sukzessive verlegt werden.
Weiter gelangt das übrige Material (ca. 80 %) über Puffer-Silos und den Nachbrecher in die Siebanlage. Hier wird das Material erneut gebrochen und die einzelnen Körnungen gesiebt und gemischt. Der mobile Dolomitbrecher dient dabei nur als Ersatzgerät. An die Entstaubungsanlage angeschlossen sind die Einheiten Vorbrecher, Vorsieb, Puffersilos, Sekundärbrecher, Siebanlage. Ein Radlader (Radlader Komatsu WA480) gibt zur Herstellung der Edelsplitte verschiedene Körnungen von den Außenhalden über zwei Einwurftrichter am Werksgebäude in die Anlage zu.
Aus der Siebanlage wird das Produkt über die Verladeanlage zu 50% auf Fahrzeuge (durchschnittliche Zuladung 19 t) direkt verladen. Die übrigen 50% werden auf MK geladen und auf Produkthalden (Außenhalden) vorgehalten. Von dort und von den Halden an der Vorsiebanlage werden die Produkte per Radlader auf die Fahrzeuge verladen.
Die Keuper-Tonsteine werden mit dem Radlader gelöst und mittels MK zur Lagerung und Verladung am Werk transportiert.
Fremdmaterial zur Rekultivierung wird mit Fahrzeugen angeliefert und am Einbauort abgekippt. Dort wird es von der Raupe verteilt. Die Rekultivierung findet sukzessive mit dem Abbau statt, je nach verfügbarem Verfüllraum. Abgeschlossen werden kann die Rekultivierung aber erst nach Abbauende.

Dann soll die Verfüllrate erhöht werden, um das Rekultivierungsende zu erreichen. Durch den gleichzeitigen Wegfall der Produktionsprozesse werden die Immissionen dadurch jedoch nicht erhöht.

Folgende Jahresmengen sind im Abbauzeitraum geplant:

Tabelle 5.1: Maximale Jahresmengen

Jahresmengen	t/Jahr
Abbaurate Wertgestein durch Sprengungen	700.000
Verkaufsrate	650.000
Steinbrucheigenes Material zur Rekultivierung	50.000
Abraum	96.000
Anlieferung (Fremdmaterial zur Rekultivierung)	150.000
Anlieferung und Abholung Handelsware	9.000

Eingesetzte Geräte und Fahrzeuge

Vorbrecher (Schlagwalzenbrecher): 500 t/h Durchsatzleistung
Förderband zum Brecher: 600 t/h Durchsatzleistung
Prallbrecher (Nachbrecher): 250 t/h Durchsatzleistung
Siebanlage: 200 t/h Durchsatzleistung

Entstaubung 41: Hazemag AP-PH 1013, S 72 kW, BJ 1994,
Prallbrecher Siebanlage;
2x 0,332 m² Austrittsfläche, Stahl, Austrittshöhe 20 m über Grund;

Entstaubung 12: Bräuer Bananensieb, 2 x 16,8 kW, BJ 1997
Siebmaschine Edelsplittanlage;
0,498 m² Austrittsfläche, Stahl, Austrittshöhe 20 m über Grund

Entstaubung 24: Klöckner Becorit SB 1215 und Hazemag AP-PMH 1313
Schlagwalzenbrecher, Prallbrecher, Vorsieb, Silos; gesamt 50 kW
Klöckner: BJ 1990; Hazemag: BJ 1998;
beide gemeinsam: 0,621 m² Austrittsfläche; Stahl, Austrittshöhe 20 m über Grund

Fahrzeuge: 20 t Leergewicht, 19 t Zuladung
Dumper für Fahrten zum Lager: 35 t Leergewicht, 40 t Zuladung
Radlader (CAT 990): Leergewicht 77 t, 16 t Zuladung
Radlader (Komatsu WA480): Leergewicht 27 t; 8,6 t Zuladung
Radlader (Komatsu 500): Leergewicht 27 t; 9,54 t Zuladung
Bagger, beladen Abraum: 2,7 t Zuladung, 33 t Leergewicht
Raupe: 23 t Leergewicht
Sprengbohrlochgerät: 5 Tage die Woche, 4 h/d

Betriebsflächen und Verkehrswege

Die Betriebsflächen und Fahrwege im Bereich des Steinbruchs nach den Aufbereitungsanlagen und der Siloverladung sind unbefestigt. Der Zufahrtsweg vom Tor bis zur Waage und weiter entlang der Aufbereitungsanlage, dort herum und wieder zurück zur Siloverladung bis wieder zurück zur Waage ist asphaltiert.

Zur Betrachtung des immissionsungünstigsten Falles werden getrennte Transportströme für die Abfuhr von Produkten und die Anlieferung von Fremdmaterial zur Rekultivierung angenommen. Damit fahren rechnerisch im Jahresmittel 131 Fahrzeuge leer das Gelände an und transportieren das Wertgestein ab. Zur Vorbereitung der Renaturierung bereits abgebauter Bereiche fahren rechnerisch im Jahresmittel ca. 30 Fahrzeuge täglich das Gelände mit Fremdmaterial an und leer wieder ab. Ggf. sollen auch Teile des Abraums verkauft werden; dafür fahren rechnerisch während des Abräumens des Geländes im Mittel zusätzlich 59 Fahrzeuge das Gelände leer an und voll wieder ab. In diesen Zeiten sind es dann insgesamt 222 Fahrzeuge, die das Gelände an- und abfahren.

Betriebszeiten

Montag – Freitag:	max. von 6:00 Uhr bis 19:00 Uhr
40 Samstage im Jahr:	7:00 Uhr bis 11:00 Uhr

Bohren und Sprengen: 50 Wochen, 5-mal pro Woche

Der Betrieb erfolgt an ca. 50 Wochen im Jahr (ca. 290 Arbeitstage).

5.1 Emissionsminderung

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

Die asphaltierten Fahrwege werden je nach Bedarf, aber mindestens einmal pro Woche, feucht gereinigt, ebenso wie die Landstraße in den Ort Frommenhausen auf einer Strecke von ca. 700 m.

Auf der Strecke vom Tor des Anlagengeländes bis zur Waage (ca. 250 m) befinden sich Sprinkleranlagen. Zwischen der Waage und der Ausfahrt befindet sich eine Reifenwaschanlage für alle abfahrenden Fahrzeuge.

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

Die Aufbereitungsanlagen sind vollständig eingehaust und werden über Entstaubungsanlagen abgesaugt. Beim Verladen wird das Material je nach Produktklasse mit mehr oder weniger Feuchtigkeit versetzt, was die Emissionen reduziert.

Sowohl die Förderbänder als auch die Übergabestellen sind überdacht und werden ebenfalls über die Entstaubungsanlagen abgesaugt.

Die Fahrgeschwindigkeit der Fahrzeuge 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 PM_{10}, Partikel $PM_{2.5}$ und Staubniederschlag an der nächstgelegenen Wohnbebauung in der Umgebung des Steinbruchs werden die relevanten Betriebsvorgänge betrachtet:

- Bohren und Sprengungen
- Fahrbewegungen bei Anlieferung / Abtransport
  - Fahrzeuge (mittlere Zuladung 19 t)
  - Radlader, Planierraupe
- Umschlag
  - Aufnahme, Abkippen usw. durch Bagger, Radlader, Raupe
- Staubabwehungen von den Fahrwegen und von Halden durch Winderosion
- Staubminderungsanlagen

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 Staubemissionen der diffusen Quellen erfolgt auf der Basis der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 "Emissionen von diffusen Quellen: Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern" [10], der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 "Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen, Fahrzeugbewegungen auf gewerblich-industriellem Betriebsgelände" [11] sowie Emissionsfaktoren [12] - [16] aus der Fachliteratur.

Liegen die maximalen Emissionsmassenströme der diffusen Quellen unter 10 von Hundert des Bagatellmassenstroms von 1 kg/h, ist die Bestimmung der Immissionskenngrößen 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 Staubemissionen: Bagger-/ Radladerumschlag auf MK-/ Fahrzeuge; MK-/ Fahrzeuge-Abwurf auf Halde; Einbau Planierraupe; Sprengen; Abwerfen von Sohle zu Sohle.

Die Einschätzung der Staubneigung der umgeschlagenen Güter erfolgt nach der VDI 3790, Blatt 3 [10] (Anhang A).
Das Wertgestein kann bei der Übergabe zum Förderband „schwach staubende“ Fraktionen enthalten. Für alle folgenden Umschlagvorgänge des Materials wird von "nicht wahrnehmbar staubenden" Materialien ausgegangen, da das Material während der Bearbeitung über die Entstaubungsanlagen abgesaugt wird und das Verkaufsmaterial dann nahezu staubfrei ist. Das abgesprengte Material und der angelieferte Erdaushub für die Rekultivierung können als erdfeuchtes Material betrachtet und als „nicht wahrnehmbar staubend" eingestuft werden.

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 [10] 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 sowie des Fremdmaterials zur Rekultivierung 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 [10]

Parameter	
q_{norm}	normierter Emissionsfaktor, berechnet oder aus Bild 7 [10] abgeleitet
a	Gewichtungsfaktor gem. Tabelle 3 [10] $\sqrt{10^{2,5}}$ =17,8 - Mittelwert aus 2: „nicht wahrnehmbar staubend“ und 3: „schwach staubend“
M	Abwurf- / Aufnahmemenge 19 t/Fahrzeug; 40 t/ Muldenkipper; Bagger 2,7 t/Hub; Radlader 16 t/Hub, Radlader 8,6 t/Hub
$q_{norm, korr.}$	auf die tatsächliche Abwurfhöhe und die Umschlagart korrigierter Emissionsfaktor q_{norm}, berechnet oder aus [10]
ρ_S	mittlere Schüttdichte: Wertgestein, Abraum, Fremdmaterial: ρ_S = 1,8 t/m³
k_H	Korrekturfaktor für die Abwurfhöhe Fahrzeug (1,5 m) K_H = 0,7; Schüttrohr / Bagger / Radlader (1 m) K_H = 0,42; Sprengung (30 m) k_H = 29,5 aus $k_H = (H_{frei}/2)^{1,25}$ Gleichung (12) aus [10]
$k_{Gerät}$	Korrekturfaktor für das eingesetzte Gerät, [10] Tabelle 4 Fahrzeug / Bagger / Radlader: $k_{Gerät}$ = 1,5; Schüttrohr: $k_{Gerät}$ = 1
k_U	Umfeldfaktor, [10] Tabelle 6 Fahrzeug / Bagger / Radlader: k_U = 0,9 (Abwurf auf Halde)

Bohrungen und Sprengungen werden an ca. 5 Tagen pro Woche durchgeführt. Damit ergeben sich bei 50 Arbeitswochen im Jahr ca. 2.800 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 kurzeitige 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 Frommenhausen wird eine maximale Fallhöhe von 30 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.

Für das Brechen von festen, nassen bzw. festen, trockenen Stoffen können nach [11] 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 [13]. 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 Fahrzeuge 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}	$q_{norm,korr}$	$q_{Ab/Aufr}$
	t/m³	t/Abwurf		m				g/t·m³/t	g/t·m³/t	g/t
Fahrzeug Ab	1,8	19	17,8 [2)]	1,5	0,70	1,5	0,9	11,02	5,77	9,3
Muldenkipper Ab	1,8	40	17,8 [2)]	1,5	0,70	1,5	0,9	7,6	3,97	6,4
Radlader [3), 4)] Auf	1,8	100 [1)]	17,8 [2)]	-	-	-	0,9	4,8	-	7,8
Radlader [3)] Ab	1,8	16	17,8 [2)]	1,0	0,42	1,5	0,9	12,0	3,79	6,1
Radlader [4)] Ab	1,8	8,6	17,8 [2)]	1,0	0,42	1,5	0,9	16,33	5,15	8,3
Bagger Auf	1,8	100 [1)]	17,8 [2)]	-	-	-	0,9	4,8	-	7,8
Bagger Ab	1,8	2,7	17,8 [2)]	1,0	0,42	1,5	0,9	29,2	9,21	14,9
Sprengen	1,8	2.800	17,8 [2)]	15,0	12,4	1,5	0,9	0,9	8,45	13,7
Schüttrohr Silo	1,8	19	17,8 [2)]	1,0	0,42	1	0,9	11,02	2,32	3,8
Vorbrecher	1,8	-	17,8 [2)]	-	-	-	-	-	-	10

1) Aufnahmemenge nach VDI 3790 Blatt 3, Bild 7
2) Mittelwert Staubneigung „schwach staubend“ und „nicht wahrnehmbar staubend“
3) Radlader CAT 990
4) Radlader Komatsu WA 480 / 500

6.3 Staubaufwirbelung durch Fahrvorgänge

Zu den Fahrvorgängen zählen die Fahrten auf dem Betriebsgelände, die durch den an- und abfahrenden Fahrzeugverkehr und Muldenkipper- sowie Radladerbetrieb bedingt sind. Die Betriebsflächen und Fahrwege im Bereich des Steinbruchs nach den Aufbereitungsanlagen und der Siloverladung sind unbefestigt. Der Zufahrtsweg vom Tor bis zur Waage und weiter entlang der Aufbereitungsanlage, dort herum und wieder zurück zur Siloverladung bis wieder zurück zur Waage ist asphaltiert.

Unbefestigte Fahrwege

Entsprechend einer empirischen Gleichung (Gl. 1 nach [11]) für unbefestigte Fahrwege lassen sich, unter Berücksichtigung des jeweiligen Fahrzeuggewichts, des Feinkornanteils und der Anzahl der Regentage im Jahr, Emissionsfaktoren für $PM_{2,5}$, PM_{10} und PM_{30} für die Fahrzeuge berechnen.

$$q_{uF} = k_{Kgv} \cdot \left(\frac{s}{12}\right)^{a} \cdot \left(\frac{W}{2,7}\right)^{b} \cdot \left(1 - \frac{p}{365}\right) \cdot (1 - k_M) \quad \text{(Gl. 1 [11])}$$

mit

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

k_{Kgv} = $PM_{2.5}$: 0,042; PM_{10}: 0,422; PM_{30}: 1,381
Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung (Tabelle 1 [11])

a, b = Exponenten, siehe Tabelle 1 [11]

s = 10 %, Feinkornanteil Steinbruch Werkstraße in %; siehe Tabelle 2 [11]

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 [11]

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 ℓ/m³) und bis zu 0,8 für automatische Befeuchtungssysteme

Die Kennzahl k_M für Minderungsmaßnahmen auf dem Fahrweg wird mit k_M = 0,2 (Fahrgeschwindigkeit 20 km/h) berücksichtigt. Der Feinkornanteil auf den geschotterten Fahrwegen im Steinbruch wird entsprechend der VDI 3790 Blatt 4, Tabelle 2 mit 10 % berücksichtigt.

Asphaltierte Fahrwege

In der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 wird zur Ermittlung der Emissionen von Aufwirbelungen durch Fahrbewegungen auf eine Formel der EPA (Enviromental Protection Agency; EPA, 2011) [15] verwiesen. Auf befestigten Fahrwegen kann die Staubemission (Aufwirbelung von Straßenbelag) nach folgender Formel berechnet werden [11]:

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

mit

q_T = g/(km Fzg.) Emissionsfaktor für die Staubaufwirbelung

k_{Kgv} = $PM_{2.5}$: 0,15; PM_{10}: 0,62; PM_{30}: 3,23
Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung (Tabelle 1 [11])

s_L = 0,03 g/m² - 400 g/m² Flächenbeladung 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 auf dem Betriebsgelände ist, auch aufgrund des Geländes, auf max. 20 km/h begrenzt. In den nachfolgenden Betrachtungen wurde der Faktor k_M = 0,2 für die asphaltierten Fahrwege berücksichtigt. Bei beladener Fahrweise wird von der Maximalbeladung 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 ([15], Tab. 13.2.1-2) für die Feinkornauflage angegeben. Für den asphaltierten Fahrweg vom Anlagengelände zur Landstraße wird eine Schluffauflage von 10 g/m² angenommen (siehe auch Tabelle 4 [11].

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 sL / Feinkornanteil	Beladung	mittl. Gewicht W*	Emissionsfaktor		
					PM 2.5	PM 10	PM 30
	Anzahl	g/m² / %	T	t	kg/km Fz	kg/km Fz	kg/km Fz
Fz. asphaltiert	140	10,0	19	29,5	0,030	0,122	0,637
Fz. unbefestigt	140	10,0	19	29,5	0,052	0,518	1,758
Muldenkipper	140	10,0	40	55,0	0,068	0,686	2,327
Radlader CAT 990	140	10,0	16	85,0	0,083	0,834	2,831
Radlader Komatsu WA 480	140	10,0	8,6	31,3	0,053	0,532	1,806
Raupe	140	10,0	0	23,0	0,046	0,463	1,572

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

6.4 Emissionen über die Abluftschornsteine - Entstaubungsanlagen

Die Brecher- und Siebanlagenteile sowie Förderbänder sind eingehaust und werden über drei Entstaubungslinien (12, 24, 41) teilweise überschneidend abgesaugt. Die Entstaubungsanlage 12 hat zwei Emissionsquellen. Die Emissionen werden über vier Kamine in ca. 20 m Höhe über Grund abgeleitet.

Nach dem Emissionsmessbericht [27] ergeben sich folgende Emissionswerte für die drei Entstaubungslinien (Tabelle 6.4).

Tabelle 6.4: Messergebnisse Entstaubungsanlage [27]

Betriebseinheit	**Entstaubung 12**		**Entstaubung 41**	**Entstaubung 24**
Anlagenteil	Schlag-walzen-brecher	Prall-brecher Siebanlage	Prallbrecher Siebanlage	Siebmaschine
Höhe ü. Grund	ca. 20 m			
Durchmesser [m]	0,65	0,65	1,2	0,79
Abgastemperatur [°C]	26	28	15	18
Volumenstrom [Nm³/h]*	9.480	15.300	44.200	43.300
Gesamtstaub maximaler Messwert [mg/m³]	8,0	10,0	6,2	1,8
Emissionsgrenzwert [mg/m³]	20			
maximale Emission [kg/h]	0,190	0,306	0,884	0,866
maximale Emission [kg/a]	646	1.043	3.014	2.952

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

Für die Staubprognose wird eine maximale Emission mit dem einzuhaltenden Emissionsgrenzwert von 20 mg/m³ für jede Quelle angenommen. Das ergibt einen maximalen Emissionsmassenstrom von rd. 2,25 kg/h für die gesamten 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 [9]. 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 10 %der Jahresstunden im Untersuchungsgebiet auf. Solche Windgeschwindigkeiten sind häufig mit Regen verbunden, die wiederum einen Staubaustrag verhindern.
Das geplante Erweiterungsgebiets des Steinbruchs liegt bis ca. 90 m unter der östlich anschließenden Hochfläche. Nach Westen und Norden ist das Steinbruchgelände von Wald umgeben.
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 [14]. Der Partikelanteil (≤ 10 µm und > 2,5 µm) sowie ≤ 2,5 µm wird mit jeweils 12,5 % berücksichtigt. Für den Parameter Partikel $PM_{2.5}$ 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	$q_{Ab/Aufr}$	Umschlag-menge	Emission *	
	g/t	t/a	kg/h	kg/a
Sprengungen – 250 h/a				
Sprengen	13,7	700.000	6,385	9.578
Abraum zur Rekultivierung – 1.105 h/a				
Bagger aufnehmen	7,8	96.000	0,676	747
Bagger auf Muldenkipper abgeben	14,9	96.000	1,297	1.433
Muldenkipper zur Rekultivierung	6,4	96.000	0,559	618
Verkauf Abraum – 1.105 h/a				
Radlader auf Fz. aufnehmen	7,8	96.000	0,219	747
Radlader auf Fz. abkippen	8,3	96.000	0,235	801
Steinbrucheigenes Material zur Rekultivierung – 3.406 h/a				
Radlader aufnehmen	7,8	50.000	0,114	389
Radlader auf Muldenkipper abkippen	6,1	50.000	0,090	307
Muldenkipper zur Rekultivierung	6,4	50.000	0,094	322
Abbau Wertgestein – 3. 406 h/a				
Radlader zum Vorbrecher aufnehmen	7,8	700.000	1,597	5.445
Vorbrecher Brechen	10,0	700.000	2,053	7.000
Entstaubung - gefasste Quellen –3.406 h/a				
41: Prallbrecher Siebanlage	Volumenstrom	44.200	0,884	3.011
12L: Schlagwalzenbrecher	Volumenstrom	9.480	0,190	646
12R: Prallbrecher Siebanlage	Volumenstrom	15.300	0,306	1.042
24: Siebmaschine Siebanlage	Volumenstrom	43.300	0,866	2.950
Verladeanlage – 3.406 h/a				
auf Fz. / Dumper	3,8	650.000	0,716	2.438
Verkauf von Rohstoffhalde – 3.406 h/a				
Muldenkipper auf Rohstoffhalde	6,4	325.000	0,614	2.092
Radlader aufnehmen	7,8	325.000	0,742	2.528
Radlader auf Fz. abkippen	8,3	325.000	0,796	2.712
Rekultivierung Fremdmaterial – 3.406 h/a				
Fz. abwerfen	9,3	150.000	0,411	1.401

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

Tabelle 6.6: Ermittelte Staubemissionsmassenströme - Umschlagvorgänge

Quelle	$q_{Ab/Aufr}$	Umschlag-menge	Emission *	
	g/t	t/a	kg/h	kg/a
Handelsware Anlieferung und Abholung – 3.406 h/a				
Fz. auf Halde abkippen	9,3	9.000	0,025	84
Radlader aufnehmen	7,8	9.000	0,021	70
Radlader Muldenkipper abkippen	8,3	9.000	0,022	75
Summe Emissionen Umschläge (aufgerundet)			**20 kg/h****	**46,5 t/a**

* pm-1 ≤ 2,5 µm: 12,5 % Emissionsmassenstrom
pm-2 > 2,5 µm und ≤ 10 µm: 12,5 % Emissionsmassenstrom
pm-u > 10 µm: 75 % Emissionsmassenstrom
** Unter der Annahme, dass alle Arbeitsschritte gleichzeitig stattfinden.
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
Abraum Bagger auf Muldenkipper zur Rekultivierung – 96.000 t/a, 1.105 h/a										
Muldenkipper	28	2.400	2.620	6.288	0,388	3,513	9,340	429	3.882	10.321
Raupe einebnen	71	6.000	20	120	0,005	0,045	0,120	6	50	133
Abtransport von Abraum – 96.000 t/a, 1.105 h/a										
Radlader aufgeben	131	11.111	20	222	0,011	0,096	0,256	12	106	283
Fz. geschottert	59	5.053	980	4.952	0,231	2,090	5,557	255	2310	6.141
Fz. asphaltiert	59	5.053	510	2.577	0,069	0,216	1,201	76	239	1.327
Steinbrucheigenes Material mit Muldenkipper zur Rekultivierung – 50.000 t/a, 3.406 h/a										
Radlader aufgeben	12	3.125	20	63	0,002	0,014	0,037	5	47	125
Muldenkipper	5	1.250	1.320	1.650	0,033	0,299	0,795	113	1.019	2.708
Raupe einebnen	12	3.125	20	63	0,001	0,008	0,020	3	26	69
Transport Radlader zu Vorbrecher – 700.000 t/a, 3.406 h/a										
Radlader aufgeben	167	43.750	100	4.375	0,107	0,965	2,565	363	3.286	8.735
Transport von Silo zu Halden – 325.000 t/a, 3.406 h/a										
Muldenkipper	31	8.125	180	1.463	0,029	0,265	0,705	100	903	2.401

Tabelle 6.8: 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
Abtransport von Silo und Halden – je 325.000 t/a, 3.406 h/a										
Radlader aufgeben	144	37.616	20	752	0,012	0,106	0,281	40	361	958
Fz. geschottert	131	34.211	260	8.895	0,135	1,218	3,239	459	4.149	11.031
Fz. asphaltiert	131	34.211	510	17.447	0,152	0,475	2,638	516	1.618	8.984
Anlieferung Fremdmaterial zur Verfüllung – 150.000 t/a, 3.406 h/a										
Fz. asphaltiert	30	7.895	510	4.026	0,035	0,110	0,609	119	373	2.073
Fz. geschottert	30	7.895	1.320	10.421	0,158	1,427	3,794	537	4.861	12.923
Raupe einebnen	66	17.361	20	347	0,006	0,051	0,135	19	173	461
Anlieferung Handelsware – 9.000 t/a, 3406 h/a"										
Fz. asphaltiert	2	474	510	242	0,002	0,007	0,037	7	22	124
Fz. geschottert	2	474	260	123	0,002	0,017	0,045	6	57	153
Radlader aufgeben	4	1.042	20	21	0,000	0,003	0,008	1	10	27
Summe Emissionen Fahrbewegungen (aufgerundet)					**43,7 kg/h ****			**96 t/a**		

* pm-1: ≤ $PM_{2.5}$, pm-2: ≤ PM_{10}, pm-u :> PM_{10}
** Unter der Annahme, dass alle Arbeitsschritte gleichzeitig stattfinden.
Alle Angaben können Rundungsdifferenzen beinhalten.

7 Berechnungsansatz (Zusatzbelastung)

Zur Berechnung der Zusatzbelastung an Partikeln PM_{10}, $PM_{2.5}$ und Staubniederschlag 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 9.6.3), welches auf der Grundlage des Anhangs 3 der TA Luft mit dem Ausbreitungsmodell AUSTAL 2000, Version 2.6.11-WI-x, des Umweltbundesamtes arbeitet [6].

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).

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

Anlagenbetrieb:	262 Tage,	13 h/d,	3.406 Stunden/Jahr
Abraumabtrag:	85 Tage	13 h/d	1.105 Stunden/Jahr
Sprengen:	250 Tage	1 h/d	250 Stunden/Jahr

Die beschriebenen Aktivitäten wurden in etwa gleichmäßig über die Betriebszeiten verteilt. Dass bei einem realistischen Betriebsablauf Tage und Stunden mit vermehrten Aktivitäten Zeiten mit geringeren Aktivitäten gegenüber stehen, hat auf die ermittelten Ergebnisse keinen Einfluss, da es sich in erster Linie um Jahresmittelwerte handelt.

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 Geländerelief 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 Frommenhausen wurde eine vom DWD bereitgestellte meteorologische Zeitreihe im Format AKTerm, basierend auf Daten der DEKRA-Messstation Sindelfingen und den Bewölkungsdaten der DWD Station Stuttgart-Flughafen, verwendet. Diese Windjahreszeitreihe wurde für die Prognose im Jahr 2010 eingesetzt.
Die Auswahl des repräsentativen Jahres wurde unter Berücksichtigung des Geländes aus einer 10-jährigen Messreihe (1997-2004) ermittelt. Für den Standort wurde aus der oben genannten Bezugsperiode und nach den aufgeführten Kriterien das Jahr 2002 vom Deutschen Wetterdienst (DWD) als repräsentativ ausgewählt. Die Daten der Messstation Sindelfingen sind auf Grund der Windverteilung, Rauigkeitslänge und Windgeschwindigkeit auf die Umgebung des Steinbruchs in Frommenhausen übertragbar (QPR DWD, [21]).

Folgende Parameter liegen der Ausbreitungsrechnung zu Grunde [21]:

Meteorologische Daten	
Datenquelle	DEKRA Messstation Sindelfingen DWD-Station Stuttgart-Flughafen, Bewölkung
Repräsentatives Jahr, Zeitraum	2002, 1997-2004
Art	Ausbreitungszeitreihe AKTerm
Format	AKT
Anemometerposition	RW: 34 90 580 m HW: 53 64 700 m 474 m ü. NN

Die Windsituation (Anhang: Windrichtungsverteilung) stellt sich folgendermaßen dar: Die Hauptwindrichtung ist Westsüdwest. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 2,8 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 22 % zu verzeichnen.

Zur Windfeldberechnung werden die aktuellen topografischen Gegebenheiten angesetzt. Hierzu werden digitale Geländedaten der Datenbank GlobDEM50 der Firma metSoft GbR [8] 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.

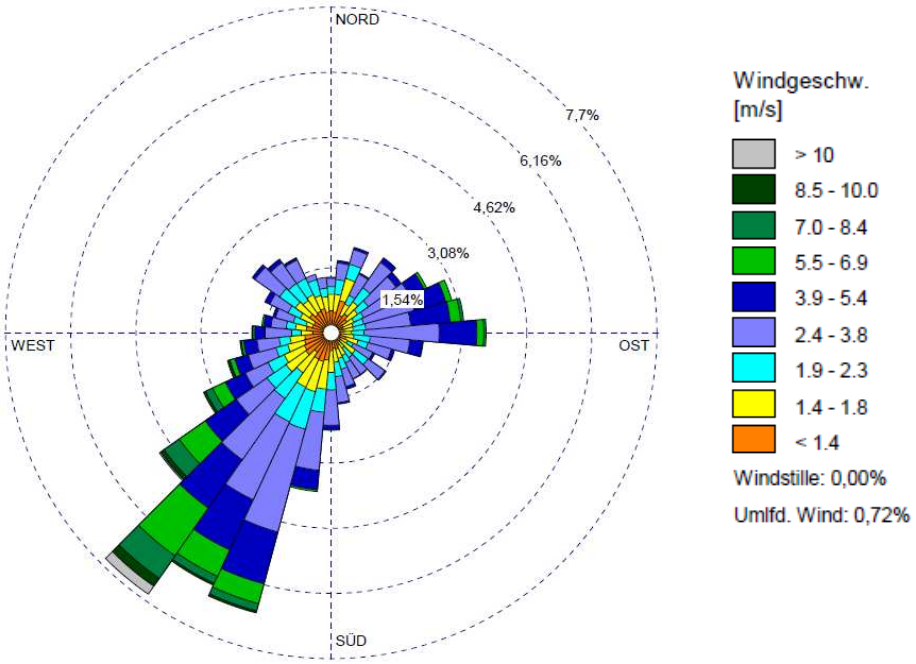


Abbildung 7.1: Windrose, repräsentatives Jahr 2002 [19]

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 internen dreifach geschachtelten Gitters beträgt 16 m, 32 m und 64 m.

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 0,02 m (Deponien und Abraumhalden, Wiesen und Weiden).

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.
Bauliche Hindernisse wurden nicht 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 nicht überschreitet und keine besonderen lokalen Windsysteme (z.B. Kaltluftabflüsse) vorliegen.

Die maximale Geländesteigung im Modellgebiet ist größer 1 : 5 (Abbildung 7.2). Das Kriterium „Geländesteigung“ wird an den Immissionspunkten eingehalten. Es wurde ein digitales Höhenmodell [17] verwendet, mit dem die Geländestruktur berücksichtigt und das Windfeld berechnet wurde.

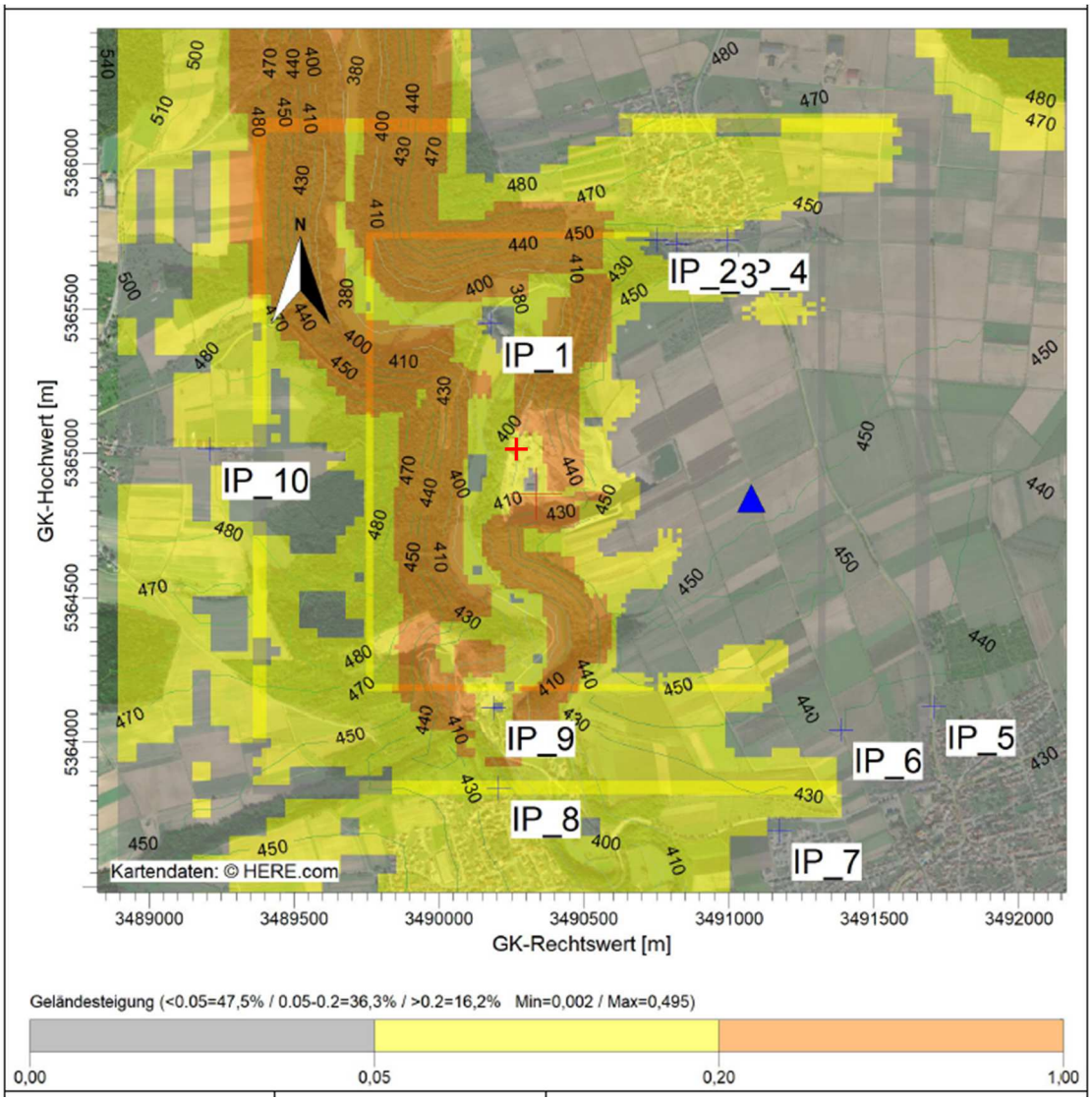


Abbildung 7.2: Geländesteigung mit Anlagenstandort (+) und Anemometerstandort (▲) sowie Immissionspunkte im Rechengebiet

Das Kriterium „Geländesteigung“, Steigung des Geländes kleiner als 1 : 5, wird am Steinbruchrand nicht eingehalten. Das Ausbreitungsmodell AUSTAL 2000 kann an steilen Geländekanten das Abreißen der Strömung nicht nachbilden. Die Störung durch Geländesteigungen > 1:5 wirkt sich aber nur in den nächsten benachbarten Gitterzellen des Rechengitters aus. Die Steinbruchkante liegt im ersten Rechennetz mit einer Maschenweite von 16 m. In weiterer Entfernung ist die Rauigkeit des Geländes für die Ausbreitung bestimmend. Da die relevanten Aufpunkte für die Bestimmung der Zusatzbelastung sich zum einen westlich des Steinbruchs (Burgmühle) und ca. 500 m nordöstlich des Steinbruchs und somit nicht am Steinbruchrand befinden, kann damit das Ausbreitungsmodell AUSTAL 2000 eingesetzt werden. Kaltluftabflüsse und andere meteorologische Besonderheiten, die Einfluss auf die Immissionssituation haben könnten, können im betrachteten Gelände ebenfalls ausgeschlossen werden.

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 Immissionskenngrößen (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/m³ µg/m³	40 50	Jahr 24 Stunden	- 35	1,2 -
Partikel $PM_{2.5}$ *	µg/m³	25	Jahr	-	0,75*
Schutz vor erheblichen Belästigungen (TA Luft Ziffer 4.3)					
Staub-niederschlag	g/(m²d) (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 PM_{10}-Untersuchungen [17] der letzten Jahre, dass bei erst 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 unter der Annahme, dass der Abbau und die Rekultivierung über ein Jahr in diesen Bereichen erfolgt, als flächendeckende Berechnung und für Punkte an der nächsten Wohnbebauung durchgeführt.

Die Lage der einzelnen Immissionsorte (Wohnbebauung) ist dem Lageplan in den Berichtsanlagen sowie der Abbildung 7.2 zu entnehmen:
Die Immissionsbeiträge am Immissionspunkt für die Langzeitbelastung (Jahresmittelwert) und die Kurzzeitbelastung (24-Stundenwert) sowie der prozentuale Anteil am Immissionswert (Angabe in Klammern) sind der nachfolgenden Tabelle 8.2 zu entnehmen.
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.

Tabelle 8.2: Zusatzbelastung an den Beurteilungspunkten
In Klammern, Anteil am Jahresimmissionswert.

Immissionspunkte		Partikel PM_{10}		Partikel $PM_{2.5}$	Staub-niederschlag
		IJZ (J00) in µg/m³	ITZ (T35) in µg/m³	IJZ (J00) in µg/m³	IJZ (J00) in g/(m²·d)
1	Burgmühle, Frommenhauserstr.	6,3 (15,8 %)	20,8 (41,6 %)	2,7 (10,9 %)	0,0129 (3,7 %)
2	Burgmühlenweg 33, Frommenhausen	3,2 (8,0 %)	10,5 (21,0 %)	1,3 (5,4 %)	0,0084 (2,4 %)
3	Burgmühlenweg 15, Frommenhausen	2,9 (7,3 %)	8,9 (17,8 %)	1,1 (4,6 %)	0,0084 (2,4 %)
4	Raiffeisenstraße 43, Frommenhausen	2,3 (5,8 %)	7,8 (15,6 %)	0,8 (3,4 %)	0,0078 (2,2 %)
5	Frommenhausener Str. 34, Hirrlingen	0,5 (1,3 %)	1,8 (3,6 %)	0,2 (0,8 %)	0,0010 (0,3 %)
6	WA geplant, Hirrlingen	0,8 (2,0 %)	2,5 (5,0 %)	0,3 (1,2 %)	0,0018 (0,5 %)
7	Am Bibis 42, Hirrlingen	0,6 (1,5 %)	1,4 (2,8 %)	0,2 (0,9 %)	0,0011 (0,3 %)
8	Holunderweg 5, Bietenhausen	1,1 (2,8 %)	3,8 (7,6 %)	0,4 (1,7 %)	0,0023 (0,7 %)
9	Obere Mühle 2, Bietenhausen	1,3 (3,3 %)	5,0 (10,0 %)	0,5 (2,1 %)	0,0036 (1,0 %)
10	Oberer Mühleweg 45, W-dorf	0,6 (1,5 %)	2,8 (5,6 %)	0,2 (1,0 %)	0,0018 (0,5 %)
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 werden die Irrelevanzgrenzen (3 % des Immissions-Jahreswertes) gemäß Ziffer 4.2.2 TA Luft für Partikel PM_{10}, $PM_{2.5}$ und Staubniederschlag überschritten.

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

8.3 Vorbelastung

In der näheren Umgebung befindet sich keine Immissionsmessstation mit vergleichbarer Immissionssituation. Zur Abschätzung der vorhandenen mittleren Vorbelastung an Partikel PM_{10} und $PM_{2.5}$ in der weiteren Umgebung der Anlage werden Messwerte aus dem Luftmessnetz der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) der Jahre 2018, 2019 und 2020 herangezogen [23]. In Tabelle 8.3 sind Partikelkonzentrationen PM_{10} 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 ländlich geprägten Gebiet, das von offenen landwirtschaftlichen Flächen und Waldflächen mit gutem Luftaustausch umgeben ist. Die Vorbelastung an Partikel PM_{10} und $PM_{2.5}$ liegt demnach maximal in einer Größenordnung der mittleren Konzentration an den ausgewählten Stationen.

Tabelle 8.3: Partikelkonzentration PM_{10} ausgewählter Messstationen der Jahre 2017, 2018, 2019 [21], [22]

Station	Partikel PM_{10} Jahresmittewert in [µg/m³]			Anzahl Tage mit Überschreitungen des Tagesmittelwertes von 50 µg/m³			35. Wert IT (T35) (24h-Mittelwerte absteigend sortiert)		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Gärtringen	14	12	12	2	1	1	22	21	22
Schwäbische Alb	11	10	9	2	0	1	20	17	18

Aus den Jahresmittelwerten wird eine mittlere Vorbelastung für die Umgebung der Anlage von 12 µg/m³ an Partikel PM_{10} im Jahresmittel (ländlicher Hintergrund, ohne Verkehr) abgeleitet. Die Vorbelastung an PM_{10} liegt damit unter dem Jahresmittelwert (29 µg/m³), ab dem nach [22] mit Überschreitungen der zulässigen Überschreitungshäufigkeit des PM_{10} Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ zu rechnen ist.

An der Messstationen Gärtringen wird der Parameter Partikel $PM_{2.5}$ nicht gemessen. Deshalb werden die Messergebnisse für die städtische Hintergrundstation Tübingen und die ländliche Hintergrundstation Schwäbische Alb herangezogen. In den Jahren 2018 bis 2020 wurde eine Belastung zwischen Schwäbische Alb: 5 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) [21]. Die Vorbelastung wird konservativ mit 100 mg/(m²·d) angenommen.

Südwestlich befindet sich der Steinbruch Bietenhausen der Bau-Union GmbH & Co. Schotterwerke Heinz KG. Im Jahr 2006 wurde eine Prognose der Zusatzbelastung für den Steinbruch Bietenhausen erstellt [20]. Die Zusatzbelastung an den nächstgelegenen Immissionsorten ist in der nachfolgenden Tabelle 8.4 dargestellt. Für die Zusatzbelastung an Partikel $PM_{2.5}$ wird von einem Anteil von 50 % an Partikel PM_{10} ausgegangen.
Die Vorbelastung durch den Betrieb des Steinbruchs Bietenhausen [20] muss an den Immissionspunkten in Hirrlingen Mühle 2 und Holunderweg 5 in der Gesamtbelastung mitberücksichtigt werden, da hier die Zusatzbelastung über den Irrelevanzgrenzen liegt.

Tabelle 8.4: Zusatzbelastung Betrieb Steinbruch Bietenhausen an den nächstgelegenen Immissionsorten – Prognose 2006 [20]

Immissionspunkte		Partikel PM_{10}		Partikel $PM_{2.5}$	Staub-niederschlag
		IJZ (J00) in µg/m³	ITZ (T35) in µg/m³	IJZ (J00) in µg/m³	IJZ (J00) in g/(m²·d)
1	Hirrlinger Mühle 2	9,9	33,0	4,5	0,078
2	Hirrlinger Mühle 1	4,2	12,9	2,1	0,029
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

8.4 Gesamtbelastung

Zur Überprüfung, ob die Immissions-Jahreswerte eingehalten werden, werden zur Zusatzbelastung die Vorbelastungswerte addiert. In der nachfolgenden Tabelle 8.5 ist die Gesamtbelastung an den Immissionspunkten (nächste Wohnbebauung) unter Berücksichtigung der großräumigen Vorbelastung dargestellt.

An allen Immissionspunkten werden in der ermittelten Gesamtbelastung die Immissionswerte im Jahresmittel eingehalten.

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

- Die Immissionsvorbelastung im Jahresmittelwert von 12 µg/m³ liegt unter dem zulässigen Wert von 36 µg/m³ (30 % des Immissionswertes für das Jahr).
- Die Vorbelastung der Überschreitungshäufigkeit des Immissions-Tageswertes von maximal 2 Tagen im Jahr beträgt 6 % der zulässigen Überschreitungshäufigkeit von 35 Tagen im Jahr.

Tabelle 8.5: Überprüfung auf Einhaltung der Immissionswerte gemäß den Vorgaben der Ziffer 4.7.1 (Immissions-Jahreswert und Tageswert) TA Luft

Immissionspunkte		Partikel PM_{10}		Partikel $PM_{2.5}$	Staub-niederschlag	Immissions-werte
		IJ (J00) in µg/m³	IT (T35) in µg/m³	IJ (J00) in µg/m³	IJZ (J00) in g/(m²·d)	ein-gehalten
1	Burgmühle, Frommenhauserstr.	18,3	28,3	11,7	0,113	ja
2	Burgmühlenweg 33, Frommenhausen	15,2	27,2	10,3	0,108	ja
3	Burgmühlenweg 15, Frommenhausen	14,9	26,9	10,1	0,108	ja
4	Raiffeisenstraße 43, Frommenhausen	14,3	26,3	9,8	0,108	ja
5	Frommenhausener Str. 34, Hirrlingen	12,5	24,5	9,2	0,101	ja
6	WA geplant, Hirrlingen	12,8	24,8	9,3	0,102	ja
7	Am Bibis 42, Hirrlingen	16,8	28,8	11,3	0,130	ja
8	Holunderweg 5, Bietenhausen	23,0	35,0	13,9	0,180	ja
9	Obere Mühle 2, Bietenhausen	13,3	25,3	9,5	0,104	ja
10	Oberer Mühleweg 45, W-dorf	12,6	12,6	9,0	0,102	ja
Vorbelastung LUBW		*12*	*22*	*9*	*0,10*	-
Vorbelastung durch Steinbruch Bietenhausen am IP 7 / IP 8		*4,2 / 9,9*	*4,2 / 9,9*	*2,1 / 4,5*	*0,029 / 0,078*	-
TA Luft, 39. BImSchV						
Immissionswert		**40**	**50**	**25**	**0,35**	**-**
Irrelevanzwert		1,2 (3 %)	-	0,75 (3 %)	0,0105 (3 %)	-
Mittelungszeitraum		1 Jahr	24 Stun-den	1 Jahr	1 Jahr	-

IJ (J00) = Immissions-Jahresmittelwert der Gesamtbelastung
IT (T35) = Immissions-Tagesmittelwert der Gesamtbelastung mit 35 Überschreitungen
* incl. Vorbelastung Steinbruch Bietenhausen (Tabelle 8.4, IP 2) [20]
** incl. Vorbelastung Steinbruch Bietenhausen (Tabelle 8.4, IP 1) [20]

Die Gesamtbelastung im Jahr an Partikel PM_{10} an den Immissionspunkten liegt unter dem Jahresmittelwert (29 µg/m³ - 32 µg/m³), ab dem nach [22] mit Überschreitungen der zulässigen Überschreitungshäufigkeit des PM_{10} Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ zu rechnen ist. Des Weiteren liegt die Gesamtbelastung für den 35. Tagesmittelwert an allen Immissionspunkten (Tabelle 8.5: Spalte IT (T35)) unter dem Immissionstagesmittelwert von 50 µg/m³. Für den Immissionspunkt IP_8 mit der höchsten Gesamtbelastung im Jahresmittel ergeben sich unter Berücksichtigung der jeweiligen Vorbelastung 2018 fünf Überschreitungstage, 2019 ein Tag und für das Jahr 2020 3 Tage mit Überschreitungen des Tagesmittelwertes von 50 µg/m³. Damit ist sichergestellt, dass die Anzahl der zulässigen Überschreitungstage (max. 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 [7].
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, bis auf den Tagesmittelwert aufgrund der geringen Werte, bei allen Parametern eingehalten (Anhang Rechenprotokoll).

9 Zusammenfassung

Die Bau-Union GmbH & Co. Schotterwerke Heinz KG mit Sitz in 72780 Sonnenbühl, betreibt am Standort 72108 Frommenhausen einen Steinbruch mit Schotterwerk. Das im Steinbruch abgebaute Wertgestein wird im Schotterwerk gebrochen und in verschiedene Körnungen klassiert, gelagert und verladen. Es ist geplant das Abbaugebiet des Steinbruchs nach Süden zu erweitern.
Für den genehmigten Abbau wurde im Jahr 2010 eine Staubimmissionsprognose für den Steinbruch erstellt.
Im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Änderungsgenehmigungsverfahrens fordert die Genehmigungsbehörde eine Beurteilung der Staubemissionen und falls der Bagatellmassenstrom für Staub nach Nr. 4.6 TA Luft Tab. 7 überschritten wäre, eine Prognose der Staubimmission.

Die DEKRA Automobil GmbH wurde von der Bau-Union GmbH & Co. Schotterwerke Heinz KG, 72780 Sonnenbühl mit Datum vom 09.08.2016 mit der Durchführung der Staubprognose und Erstellung des Gutachtens beauftragt.

Zur Emissionsabschätzung wurden maximale Materialdurchsätze bei voller Ausnutzung der Betriebszeit der Anlagen angenommen. Es wurde konservativ angenommen, dass der gesamte Abraum extern abgefahren wird. 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 Emissionsquellen im Erweiterungsgebiet wurden auf der Geländeoberfläche ohne Berücksichtigung der geplanten Abbautiefe festgelegt (konservativer Ansatz).

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

Immissionspunkte		Partikel PM_{10}		Partikel $PM_{2.5}$	Staub-nieder-schlag	Immissions-werte
		IJ (J00) in µg/m³	IT (T35) in µg/m³	IJ (J00) in µg/m³	IJZ (J00) in g/(m²·d)	eingehalten
1	Burgmühle, Frommenhauserstr.	18,3	28,3	11,7	0,113	ja
2	Burgmühlenweg 33, Frommenhausen	15,2	27,2	10,3	0,108	ja
3	Burgmühlenweg 15, Frommenhausen	14,9	26,9	10,1	0,108	ja
4	Raiffeisenstraße 43, Frommenhausen	14,3	26,3	9,8	0,108	ja
5	Frommenhausener Str. 34, Hirrlingen	12,5	24,5	9,2	0,101	ja
6	WA geplant, Hirrlingen	12,8	24,8	9,3	0,102	ja
7	Am Bibis 42, Hirrlingen	16,8	28,8	11,3	0,130	ja
8	Holunderweg 5, Bietenhausen	23,0	35,0	13,9	0,180	ja
9	Obere Mühle 2, Bietenhausen	13,3	25,3	9,5	0,104	ja
10	Oberer Mühleweg 45, W-dorf	12,6	12,6	9,0	0,102	ja
Vorbelastung LUBW		*12*	*22*	*9*	*0,10*	-
Vorbelastung durch Steinbruch Bietenhausen am IP 8 / IP 9		*4,2 / 9,9*	*4,2 / 9,9*	*2,1 / 4,5*	*0,029 / 0,078*	-
TA Luft, 39. BImSchV						
Immissionswert		**40**	**50**	**25**	**0,35**	**-**
Irrelevanzwert		1,2 (3 %)		0,75 (3 %)	0,0105 (3 %)	-
Mittelungszeitraum		1 Jahr	24 Stun-den	1 Jahr	1 Jahr	-

IJ (J00) = Immissions-Jahresmittelwert der Gesamtbelastung
IT (T35) = Immissions-Tagesmittelwert der Gesamtbelastung mit 35 Überschreitungen
* incl. Vorbelastung Steinbruch Bietenhausen (Tabelle 8.4, IP 2) [20]
** incl. Vorbelastung Steinbruch Bietenhausen (Tabelle 8.4, IP 1) [20]

An der nächsten Wohnbebauung werden die Irrelevanzgrenzen (3 % des Immissions-Jahreswertes) gemäß Ziffer 4.2.2 TA Luft für Partikel PM_{10}, $PM_{2.5}$ und Staubniederschlag überschritten (Tabelle 8.2). In diesem Fall sind die Immissionskenngrößen aus der Summe der Vorbelastung und der berechneten Zusatzbelastung zu bestimmen.

In der ermittelten Gesamtbelastung (Tabelle 9.1) werden unter Berücksichtigung der großräumigen Vorbelastung sowie der Vorbelastung durch den Betrieb des Steinbruchs Bietenhausen an allen Immissionspunkten die Immissionswerte für Partikel PM_{10}, $PM_{2.5}$ und Staubniederschlag im Jahresmittel und im Tagesmittel eingehalten.

Relevante schädliche Umwelteinwirkungen und damit eine Gefährdung der menschlichen Gesundheit oder erhebliche Belästigungen sind durch den Steinbruchbetrieb sowie die Rekultivierung 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 26.05.2021

DEKRA Automobil GmbH
Industrie, Bau und Immobilien

Projektleiterin	Stellvertr. fachlich Verantwortlicher
Dipl.-Met. Corinna Humpert-Zerulla	Dipl.-Ing. Ralf Gauger

Anhang zum DEKRA Bericht
Bericht-Nr.: 555044249-B04

Lageplan

Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung

- Lage der Quellen
- Partikel PM_{10}: Jahresmittel der Zusatzbelastung
  höchstes Tagesmittel mit 35 Überschreitungen
- Partikel $PM_{2.5}$: Jahresmittel der Zusatzbelastung
- Staubdeposition: Jahresmittel der Zusatzbelastung
- Protokolldatei des Rechenlaufs AUSTAL 2000 (3 Seiten)
- Variable Emissionen (5 Seiten)

Windrose

Legende

- Genehmigungsgrenze Entscheidung vom 28.09.2012
- Erweiterungsgrenze
- Gemarkungsgrenze
- Höhenlinien Bestand 08.02.2020
- 225 — Flurstücke Bestand
- 260 — Flurstücke Erweiterungsgebiet
- 261 — Flurstücke außerhalb Erweiterung und Bestand

Datenquellen:

- Orthomosaik und Topographie Bestand: Ingenieurbüro Dörr (Befliegungsdatum: 08.02.2020)
- Topographie Umgebung: DGM 1m, LGL 2012
- Flurkarte: LGL Baden-Württemberg, 13.05.2015
- umgebende Orthofotos: LGL Baden-Württemberg: 26.05.2017

Hinweis:

In Bereichen mit Bewuchs (z.B. Feldern, Hecken, o.ä.) spiegeln die Höhenlinien aufgrund der Wuchshöhe der Vegetation nicht zwingend die tatsächliche Geländehöhe wider. Dies gilt insbesondere für Befliegungen im Sommerhalbjahr. Im Bereich von Wald geben die Höhenlinien wegen erforderlicher Interpolationen in der Regel nicht den tatsächlichen Verlauf der Geländeoberfläche wider.

Maßstab:

0 m — 200 m

N / W / O / S

DÖRR INGENIEURBÜRO
Siebenmühlenstraße 36, 70771 Leinfelden-Echterdingen
Tel. 07 11 - 99 760 7-60, Fax. 07 11 - 99 760 7-80
EMail: info@doerrib.de

Bau-Union GmbH & Co. Schotterwerke Heinz KG
Rathausstraße 14, 72820 Sonnenbühl

Maßstab: 1 : 2.000 (DIN A2)

Steinbruch Frommenhausen
BImSch-Antrag Erweiterung

Flurkarte

a	
b	
c	
d	
e	
f	

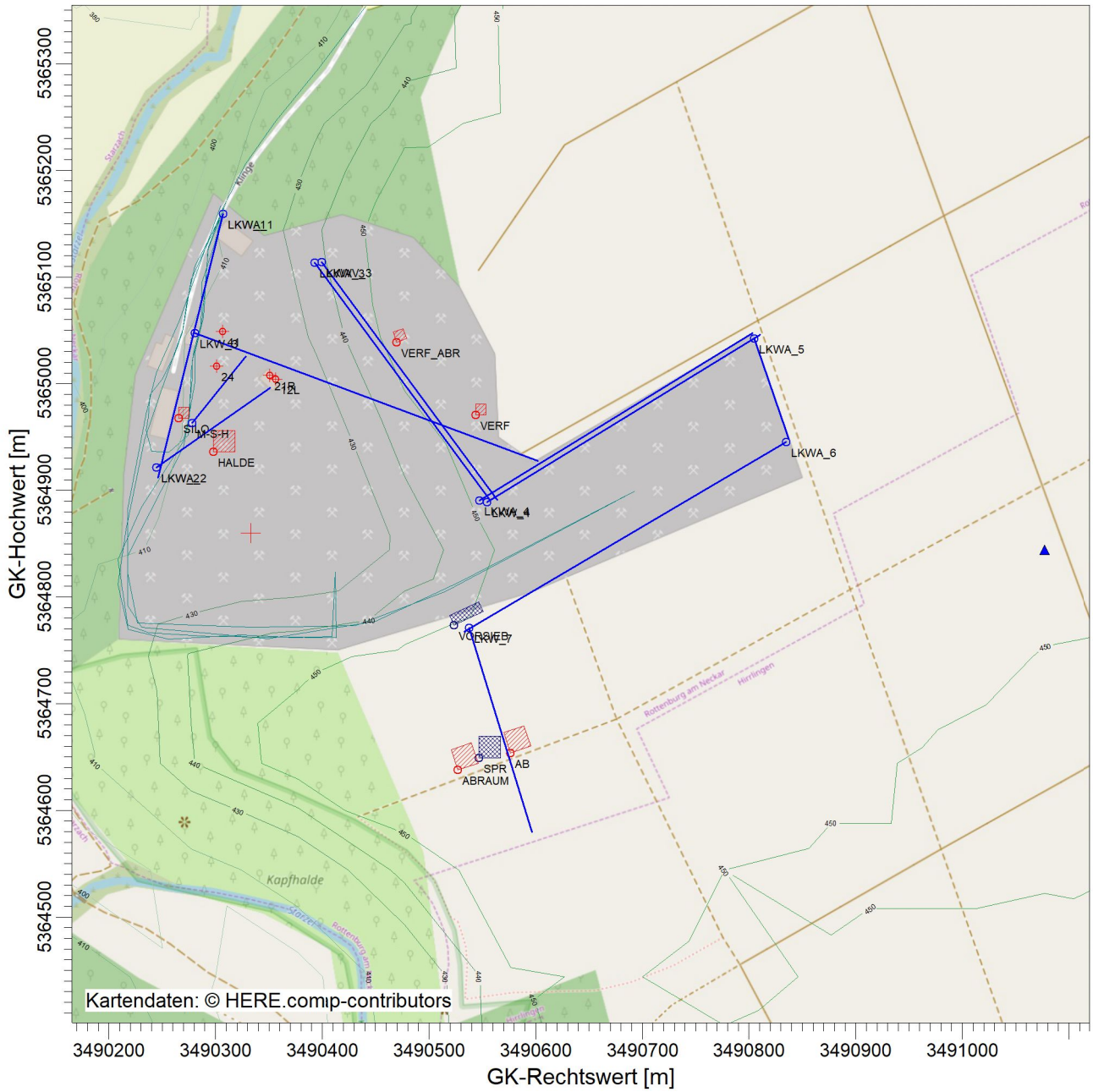
gezeichnet: J. Harsch, 22.04.2020

gesehen:

Plannummer: T18-0301/2

PROJEKT-TITEL:

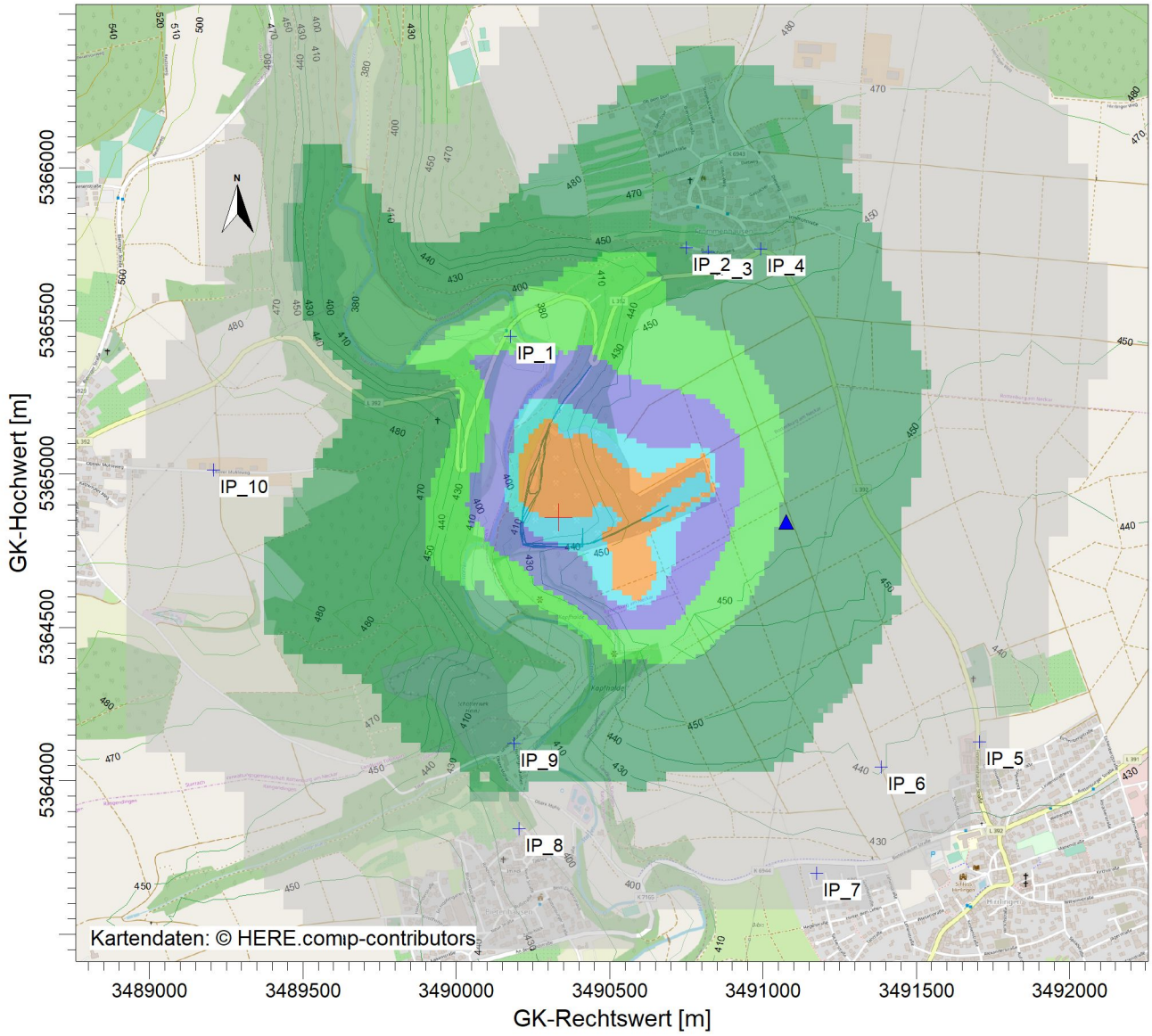
555044249_Heinz_Frommenhausen
Steinbrucherweiterung nach Süden



BEMERKUNGEN:	STOFF:		FIRMENNAME:	
Lage der Quellen und Anemometerstandort	**PM**		**DEKRA**	
	MAX: **1234,9**	EINHEITEN: **µg/m³**	BEARBEITER: **Dipl.-Met. Corinna Humpert-Zerulla**	DEKRA
	QUELLEN: **25**		MAßSTAB: 1:6.000 — 0 — 0,1 km	
	AUSGABE-TYP: **PM J00**		DATUM: **26.05.2021**	PROJEKT-NR.: **555044249**

PROJEKT-TITEL:

555044249_Heinz_Frommenhausen
Steinbrucherweiterung nach Süden



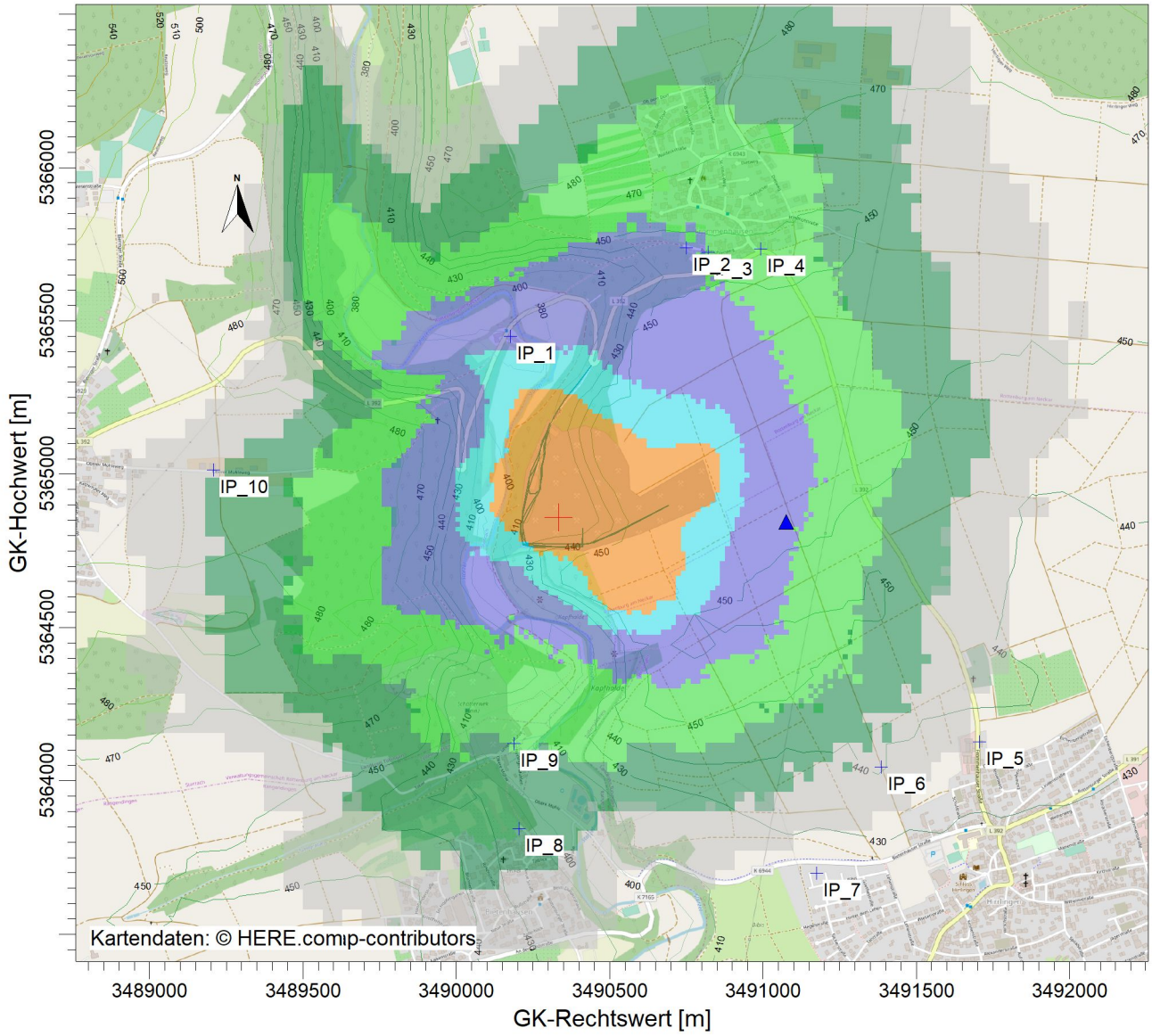
PM / J00z: Jahresmittel der Konzentration / 0 - 3m µg/m³

0,5 – 1,2	1,2 – 4,0	4,0 – 8,0	8,0 – 20,0	20,0 – 40,0	40,0 – 1234,9

BEMERKUNGEN:	STOFF:		FIRMENNAME:	
Zusatzbelastung PM10 Immissionsjahreswert 40 µg/m³ Irrelevanz 1,2 µg/m³	**PM**		**DEKRA**	
	MAX: **1234,9**	EINHEITEN: **µg/m³**	BEARBEITER: **Dipl.-Met. Corinna Humpert-Zerulla**	DEKRA
	QUELLEN: **25**		MAßSTAB: 1:22.000 0 – 0,5 km	
	AUSGABE-TYP: **PM J00**		DATUM: **26.05.2021**	PROJEKT-NR.: **555044249**

PROJEKT-TITEL:

555044249_Heinz_Frommenhausen
Steinbrucherweiterung nach Süden



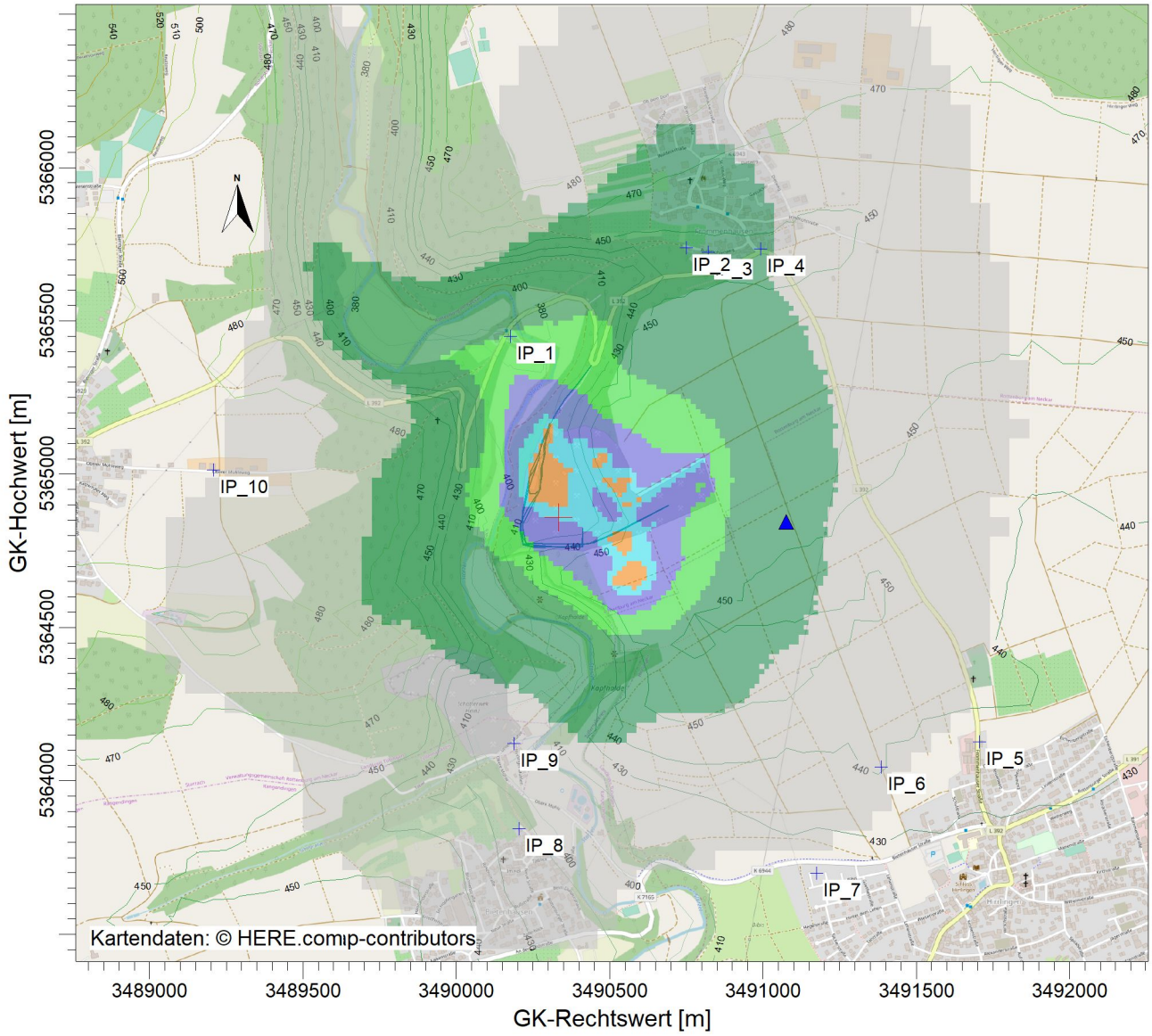
PM / T35z: höchstes Tagesmittel mit 35 Überschreitungen / 0 - 3m µg/m³

2 | 3 | 5 | 10 | 25 | 50 | 2600

BEMERKUNGEN:	STOFF:		FIRMENNAME:	
Zusatzbelastung PM10 Immissionstageswert 50 µg/m³ mit 35 Überschreitungstagen	**PM**		**DEKRA**	
	MAX: **2600**	EINHEITEN: **µg/m³**	BEARBEITER: **Dipl.-Met. Corinna Humpert-Zerulla**	DEKRA
	QUELLEN: **25**		MAßSTAB: 1:22.000 0 0,5 km	
	AUSGABE-TYP: **PM T35**		DATUM: **26.05.2021**	PROJEKT-NR.: **555044249**

PROJEKT-TITEL:

555044249_Heinz_Frommenhausen
Steinbrucherweiterung nach Süden



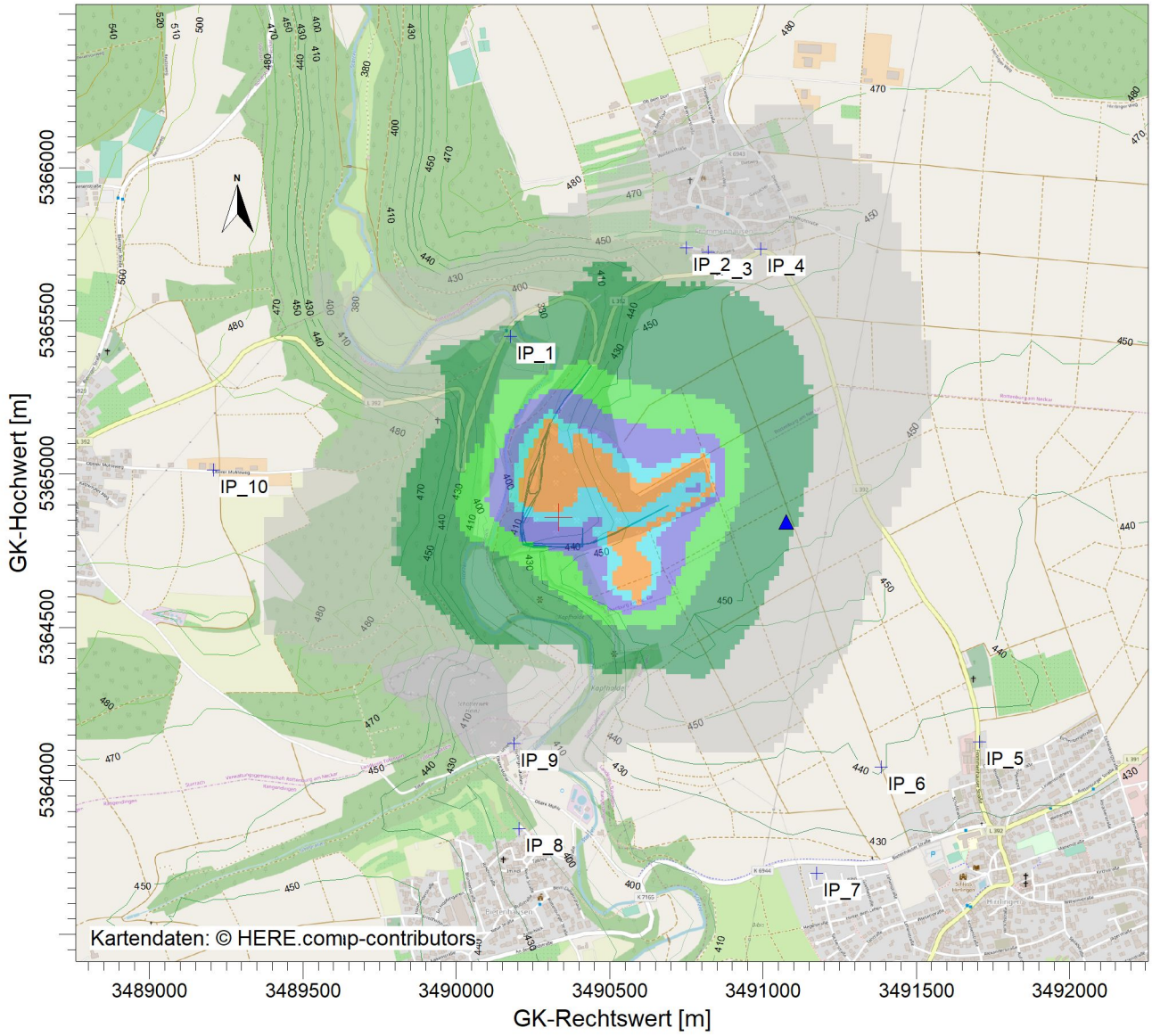
PM2.5 / J00z: Jahresmittel der Konzentration / 0 - 3m µg/m³

0,25 | 0,75 | 2,50 | 5,00 | 12,00 | 25,00 | 409,00

BEMERKUNGEN:	STOFF:		FIRMENNAME:	
Zusatzbelastung PM2.5 Immissionsjahreswert 25 µg/m³	**PM2.5**		**DEKRA**	
	MAX: **409,00**	EINHEITEN: **µg/m³**	BEARBEITER: **Dipl.-Met. Corinna Humpert-Zerulla**	DEKRA
	QUELLEN: **25**		MAßSTAB: 1:22.000 0 0,5 km	
	AUSGABE-TYP: **PM2.5 J00**		DATUM: **26.05.2021**	PROJEKT-NR.: **555044249**

PROJEKT-TITEL:

555044249_Heinz_Frommenhausen
Steinbrucherweiterung nach Süden



PM / DEPz: Jahresmittel der Deposition / 0 - 3m — g/(m²*d)

0,0035	0,0105	0,0350	0,0700	0,1750	0,3500	25,0581

BEMERKUNGEN:	STOFF:		FIRMENNAME:	
Zusatzbelastung Staubniederschlag Immissionsjahreswert 0,35 g/(m²d) Irrelevanz 0,0105 g/(m²d)	**PM**		**DEKRA**	
	MAX: **25,0581**	EINHEITEN: **g/(m²*d)**	BEARBEITER: **Dipl.-Met. Corinna Humpert-Zerulla**	DEKRA
	QUELLEN: **25**		MAßSTAB: 1:22.000 — 0 — 0,5 km	
	AUSGABE-TYP: **PM DEP**		DATUM: **26.05.2021**	PROJEKT-NR.: **555044249**

```
2021-05-21 15:49:56 AUSTAL2000 gestartet


   Ausbreitungsmodell AUSTAL2000, Version 2.6.11-WI-x
   Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2014
   Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2014

   ==============================================
   Modified by Petersen+Kade Software , 2014-09-09
   ==============================================

   Arbeitsverzeichnis: F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004

Erstellungsdatum des Programms: 2014-09-10 09:06:28
Das Programm läuft auf dem Rechner "W00085000078184".

============================ Beginn der Eingabe ============================
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL View\Models\austal2000.settings"
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL View\Models\austal2000.settings"
> ti "555044249_Heinz_Frommenhausen"          'Projekt-Titel
> gx 3490333                                  'x-Koordinate des Bezugspunktes
> gy 5364860                                  'y-Koordinate des Bezugspunktes
> z0 1.00                                     'Rauigkeitslänge
> qs 1                                        'Qualitätsstufe
> az "akterm_sindelfingen_02"                 'AKT-Datei
> xa 744.00                                   'x-Koordinate des Anemometers
> ya -16.00                                   'y-Koordinate des Anemometers
> dd 16           32           64             'Zellengröße (m)
> x0 -576         -960         -1408          'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 98           72           50             'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -672         -1024        -1408          'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 98           72           48             'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 19           19           19             'Anzahl Gitterzellen in Z-Richtung
> os +NOSTANDARD
> 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 "555044249_Heinz_Frommenhausen-2020.grid" 'Gelände-Datei
> xq 23.34       17.47       -31.96      -26.70      243.46      194.14      -34.93      -26.14      -88.31      -52.62
221.56      -67.84      213.96      210.58      190.64      -54.74      136.82      60.09       214.40      472.04
501.60      -26.14      -88.31      204.44      66.52
> yq 144.15      147.63      156.61      189.19      -206.10     -222.01     76.23       299.45      61.23       187.25
28.91       107.89      -210.60     110.88      -86.19      103.29      178.99      253.49      30.66       182.59      85.29
      299.45      61.23       -89.10      254.03
> hq 20.00       20.00       20.00       20.00       0.00        1.50        1.50        1.50        1.50        1.50
1.50        3.00        10.00       1.50        0.00        1.50        1.50        1.50        1.50        1.50        1.50
      1.50        1.50        0.00        1.50
> aq 0.00        0.00        0.00        0.00        20.00       20.00       20.00       255.00      130.00      343.43
300.00      10.00       20.00       10.00       30.00       80.00       10.00       276.89      300.00      100.00
350.00      255.00      130.00      200.00      276.89
> bq 0.00        0.00        0.00        0.00        20.00       20.00       20.00       0.00        0.00        0.00
0.00        10.00       20.00       10.00       10.00       0.00        10.00       0.00        0.00        0.00        0.00
      0.00        0.00        0.00        0.00
> cq 0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00
0.00        0.00        30.00       0.00        3.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00
      0.00        0.00        0.00        0.00
> wq 0.00        0.00        0.00        0.00        18.43       18.43       0.00        256.17      35.15       339.57
31.51       0.00        0.00        0.00        24.23       51.37       19.44       306.42      31.46       288.95
210.50      256.17      35.15       287.19      306.42
> vq 0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00
0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00
      0.00        0.00        0.00        0.00
> dq 1.20        0.65        0.65        0.80        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00
0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00
      0.00        0.00        0.00        0.00
> qq 0.000       0.000       0.000       0.000       0.000       0.000       0.000       0.000       0.000       0.000
0.000       0.000       0.000       0.000       0.000       0.000       0.000       0.000       0.000       0.000       0.000
      0.000       0.000       0.000       0.000
> sq 0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00
0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00
      0.00        0.00        0.00        0.00
> lq 0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000
0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000
0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000
> rq 0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00
0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00
      0.00        0.00        0.00        0.00
> tq 0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00
0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00
      0.00        0.00        0.00        0.00
> pm-1 ?          ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?
 ?          ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?
       ?           ?           ?           ?
> pm-2 ?          ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?
 ?          ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?
```

```
       ?           ?           ?           ?
> pm-u ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?
 ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?
       ?           ?           ?           ?
> xx-1 ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?
 ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?
       ?           ?           ?           ?
> xp -156.41     416.76      488.11      660.05      1373.32     1052.78     842.01      -127.97     -144.53     -1124.31
> yp 589.98      877.72      863.91      875.67      -733.09     -814.69     -1161.84    -1016.50    -738.00     153.98
> hp 1.50        1.50        1.50        1.50        1.50        1.50        1.50        1.50        1.50        1.50
> LIBPATH "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/lib"
============================= Ende der Eingabe ============================

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

Anzahl CPUs: 4
Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 6 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 7 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 8 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 9 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 10 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 11 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 12 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 14 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 15 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 16 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 17 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 18 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 19 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 20 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 21 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 22 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 23 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 24 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 25 beträgt weniger als 10 m.
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.48 (0.48).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.49 (0.49).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.55 (0.49).
Die Zeitreihen-Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/zeitreihe.dmna" wird verwendet.
Es wird die Anemometerhöhe ha=41.0 m verwendet.
Die Angabe "az akterm_sindelfingen_02" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL   524c519f
Prüfsumme TALDIA   6a50af80
Prüfsumme VDISP    3d55c8b9
Prüfsumme SETTINGS fdd2774f
Prüfsumme SERIES   8f7a3517

============================================================================

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 8)
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-j00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-j00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-t35z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-t35s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-t35i01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-t00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-t00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-t00i01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-depz01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-deps01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-j00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-j00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-t35z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-t35s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-t35i02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-t00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-t00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-t00i02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-depz02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-deps02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-j00z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-j00s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-t35z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-t35s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-t35i03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-t00z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-t00s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-t00i03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-depz03" ausgeschrieben.
```

```
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-deps03" ausgeschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "xx"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 8)
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/xx-j00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/xx-j00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/xx-depz01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/xx-deps01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/xx-j00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/xx-j00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/xx-depz02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/xx-deps02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/xx-j00z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/xx-j00s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/xx-depz03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/xx-deps03" ausgeschrieben.
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL2000_2.6.11-WI-x.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm"
TMO: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-zbpz" ausgeschrieben.
TMO: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/pm-zbps" ausgeschrieben.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "xx"
TMO: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/xx-zbpz" ausgeschrieben.
TMO: Datei "F:/2021/555044249_Heinz_Frommenhausen_2021/erg0004/xx-zbps" ausgeschrieben.
==============================================================================

Auswertung der Ergebnisse:
==========================

     DEP: Jahresmittel der Deposition
     J00: Jahresmittel der Konzentration/Geruchsstundenhäufigkeit
     Tnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen
     Snn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

WARNUNG: Eine oder mehrere Quellen sind niedriger als 10 m.
         Die im folgenden ausgewiesenen Maximalwerte sind daher
         möglicherweise nicht relevant für eine Beurteilung!

Maximalwerte, Deposition
========================
PM       DEP : 25.0581 g/(m²*d) (+/-  0.1%) bei x=  248 m, y= -200 m (1: 52, 30)
XX       DEP : 4.215e-002 g/(m²*d) (+/-  0.1%) bei x=  248 m, y= -200 m (1: 52, 30)
==============================================================================

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m
=======================================
PM       J00 : 1234.9 µg/m³ (+/-  0.1%) bei x=  248 m, y= -200 m (1: 52, 30)
PM       T35 : 2600.4 µg/m³ (+/-  1.2%) bei x=  248 m, y= -200 m (1: 52, 30)
PM       T00 : 5393.1 µg/m³ (+/-  0.6%) bei x=  248 m, y= -200 m (1: 52, 30)
XX       J00 : 4.090e-004 g/m³  (+/-  0.1%) bei x=  -24 m, y=   88 m (1: 35, 48)
==============================================================================

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung
======================================================
PUNKT                        01                02                03                04                05                06
          07                08                09                10
xp                        -156               417               488               660              1373              1053
         842              -128              -145             -1124
yp                         590               878               864               876              -733              -815
       -1162             -1017              -738               154
hp                         1.5               1.5               1.5               1.5               1.5               1.5
         1.5                1.5               1.5               1.5
-------------+-----------------+-----------------+-----------------+-----------------+-----------------+-----------------+----
-------------+-----------------+-----------------+-----------------
PM       DEP      0.0129  1.9%      0.0084  1.9%      0.0084  1.9%      0.0078  1.9%      0.0010  2.3%      0.0018  2.5%
0.0011  2.6%      0.0023  2.2%      0.0036  1.8%      0.0018  1.9%  g/(m²*d)
PM       J00         6.3  1.1%         3.2  0.7%         2.9  1.3%         2.3  0.7%         0.5  1.7%         0.8  1.6%
   0.6  1.7%         1.1  0.7%         1.3  1.3%         0.6  1.3%  µg/m³
PM       T35        20.8 10.4%        10.5  8.4%         8.9 14.6%         7.8 11.1%         1.8 14.4%         2.5 26.1%
   1.4 20.4%         3.8  7.1%         5.0 13.0%         2.8 10.9%  µg/m³
PM       T00        72.6  8.9%        22.3  5.0%        21.1  9.4%        20.0  5.1%         9.3  8.8%        13.9  7.7%
  16.3  6.0%        19.1  4.2%        16.6  7.9%         9.3  5.6%  µg/m³
XX       DEP  2.362e-004  1.5%  1.286e-004  1.8%  9.812e-005  2.1%  7.621e-005  2.0%  1.864e-005  2.2%  2.519e-005  2.1%
1.803e-005  2.1%  3.822e-005  1.8%  4.556e-005  1.8%  2.117e-005  1.6%  g/(m²*d)
XX       J00  2.721e-006  1.1%  1.348e-006  0.7%  1.138e-006  1.4%  8.436e-007  0.8%  2.081e-007  1.8%  2.912e-007  1.7%
2.142e-007  1.7%  4.311e-007  0.7%  5.319e-007  1.4%  2.485e-007  1.4%  g/m³
==============================================================================

==============================================================================

2021-05-21 18:44:02 AUSTAL2000 beendet.
```

Variable Emissionen

Projekt: 555044249_Heinz_Frommenhausen

Quellen: 12L (Schlagwalzbrecher Entstaubung)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abbau	pm-1	3.412	9,480E-2	3,235E+2
Abbau	pm-2	3.412	9,480E-2	3,235E+2
Abbau	pm-u	3.412	0,000E+0	0,000E+0
Abbau	xx-1	3.412	9,480E-2	3,235E+2

Quellen: 21R (Prallbrecher, Siebanlage Entstaubung)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abbau	pm-1	3.412	1,530E-1	5,220E+2
Abbau	pm-2	3.412	1,530E-1	5,220E+2
Abbau	pm-u	3.412	0,000E+0	0,000E+0
Abbau	xx-1	3.412	1,530E-1	5,220E+2

Quellen: 24 (Siebmaschine Edelsplitanlage Entstaubung)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abbau	pm-1	3.412	4,330E-1	1,477E+3
Abbau	pm-2	3.412	4,330E-1	1,477E+3
Abbau	pm-u	3.412	0,000E+0	0,000E+0
Abbau	xx-1	3.412	4,330E-1	1,477E+3

Variable Emissionen

Projekt: 555044249_Heinz_Frommenhausen

Quellen: 41 (Edelsplitanlage Entstaubungsanlage)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abbau	pm-1	3.412	4,420E-1	1,508E+3
Abbau	pm-2	3.412	4,420E-1	1,508E+3
Abbau	pm-u	3.412	0,000E+0	0,000E+0
Abbau	xx-1	3.412	4,420E-1	1,508E+3

Quellen: AB (Abbau Radlader auf Vorsieb)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abbau	pm-1	3.412	3,335E-1	1,138E+3
Abbau	pm-2	3.412	1,204E+0	4,107E+3
Abbau	pm-u	3.412	3,953E+0	1,349E+4
Abbau	xx-1	3.412	3,335E-1	1,138E+3

Quellen: ABRAUM (Muldenkipper mit Radlader beladen)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum	pm-1	1.112	2,466E-1	2,742E+2
Abraum	pm-2	1.112	2,466E-1	2,742E+2
Abraum	pm-u	1.112	1,479E+0	1,645E+3
Abraum	xx-1	1.112	2,466E-1	2,742E+2

Variable Emissionen

Projekt: 555044249_Heinz_Frommenhausen

Quellen: HALDE (Halde Lkw aufladen)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abbau	pm-1	3.412	3,012E-1	1,028E+3
Abbau	pm-2	3.412	4,921E-1	1,679E+3
Abbau	pm-u	3.412	2,236E+0	7,628E+3
Abbau	xx-1	3.412	3,012E-1	1,028E+3

Quellen: LKW_1 (LKW_1 asphaltiert - 255 m)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abbau	pm-1	3.412	1,887E-1	6,438E+2
Abbau	pm-2	3.412	5,912E-1	2,017E+3
Abbau	pm-u	3.412	3,283E+0	1,120E+4
Abbau	xx-1	3.412	1,887E-1	6,438E+2

Quellen: LKW_2 (Lkw 2 130 m)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abbau	pm-1	3.412	1,365E-1	4,657E+2
Abbau	pm-2	3.412	1,235E+0	4,214E+3
Abbau	pm-u	3.412	3,283E+0	1,120E+4
Abbau	xx-1	3.412	1,365E-1	4,657E+2

Variable Emissionen

Projekt: 555044249_Heinz_Frommenhausen

Quellen: LKW_3 (Lkw 3 - 360 m Anlieferung Fremdmaterial zur Verfüllung)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abbau	pm-1	3.412	8,604E-2	2,936E+2
Abbau	pm-2	3.412	7,785E-1	2,656E+3
Abbau	pm-u	3.412	2,070E+0	7,062E+3
Abbau	xx-1	3.412	8,604E-2	2,936E+2

Quellen: LKW_4 (Lkw 4 300 m)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abbau	pm-1	3.412	8,673E-2	2,959E+2
Abbau	pm-2	3.412	7,847E-1	2,677E+3
Abbau	pm-u	3.412	2,086E+0	7,118E+3
Abbau	xx-1	3.412	8,673E-2	2,959E+2

Quellen: SILO (Silo auf Lkw)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abbau	pm-1	3.412	8,949E-2	3,053E+2
Abbau	pm-2	3.412	8,949E-2	3,053E+2
Abbau	pm-u	3.412	5,369E-1	1,832E+3
Abbau	xx-1	3.412	8,949E-2	3,053E+2

Variable Emissionen

Projekt: 555044249_Heinz_Frommenhausen

Quellen: SPR (Sprengung)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Sprengen+Bohren	pm-1	250	7,982E-1	1,995E+2
Sprengen+Bohren	pm-2	250	7,982E-1	1,995E+2
Sprengen+Bohren	pm-u	250	4,789E+0	1,197E+3
Sprengen+Bohren	xx-1	250	7,982E-1	1,995E+2

Quellen: VERF (Verfüllung Abraum + ext. Material, Lkw ab, Raupe einbauen)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abbau	pm-1	3.412	6,971E-2	2,378E+2
Abbau	pm-2	3.412	1,218E-1	4,156E+2
Abbau	pm-u	3.412	5,351E-1	1,826E+3
Abbau	xx-1	3.412	6,971E-2	2,378E+2

Quellen: VORSIEB (Vorbrecher, Abwurf auf Bandanlage)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abbau	pm-1	3.412	2,569E-1	8,765E+2
Abbau	pm-2	3.412	2,569E-1	8,765E+2
Abbau	pm-u	3.412	1,541E+0	5,259E+3
Abbau	xx-1	3.412	2,569E-1	8,765E+2

Variable Emissionen

Projekt: 555044249_Heinz_Frommenhausen

Quellen: M-S-H (Muldenkipper von Silo zur Halde - 180 m geschottert)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abbau	pm-1	3.412	2,930E-2	9,997E+1
Abbau	pm-2	3.412	2,651E-1	9,045E+2
Abbau	pm-u	3.412	7,048E-1	2,405E+3
Abbau	xx-1	3.412	2,930E-2	9,997E+1

Quellen: VERF_ABR (Verfüllung Abraum)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum	pm-1	1.112	2,607E-1	2,898E+2
Abraum	pm-2	1.112	3,867E-1	4,300E+2
Abraum	pm-u	1.112	1,847E+0	2,053E+3
Abraum	xx-1	1.112	2,607E-1	2,898E+2

Quellen: LKWA_3 (Lkw 3 Abraum - 360 m, 1.105 h/a)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum	pm-1	1.112	2,764E-1	3,074E+2
Abraum	pm-2	1.112	2,501E+0	2,781E+3
Abraum	pm-u	1.112	6,650E+0	7,394E+3
Abraum	xx-1	1.112	2,764E-1	3,074E+2

Variable Emissionen

Projekt: 555044249_Heinz_Frommenhausen

Quellen: LKWA_4 (Lkw 4 Abraum 300 m)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum	pm-1	1.112	8,892E-2	9,888E+1
Abraum	pm-2	1.112	8,045E-1	8,947E+2
Abraum	pm-u	1.112	2,139E+0	2,379E+3
Abraum	xx-1	1.112	8,892E-2	9,888E+1

Quellen: LKWA_5 (Lkw 5 Abraum - 100 m)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum	pm-1	1.112	2,964E-2	3,296E+1
Abraum	pm-2	1.112	2,682E-1	2,982E+2
Abraum	pm-u	1.112	7,130E-1	7,929E+2
Abraum	xx-1	1.112	2,964E-2	3,296E+1

Quellen: LKWA_6 (Lkw 6 Abraum 350 m)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum	pm-1	1.112	1,037E-1	1,154E+2
Abraum	pm-2	1.112	9,386E-1	1,044E+3
Abraum	pm-u	1.112	2,496E+0	2,775E+3
Abraum	xx-1	1.112	1,037E-1	1,154E+2

Variable Emissionen

Projekt: 555044249_Heinz_Frommenhausen

Quellen: LKWA_1 (LKW_1 asphaltiert - 255 m)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum	pm-1	1.112	6,901E-2	7,674E+1
Abraum	pm-2	1.112	2,162E-1	2,405E+2
Abraum	pm-u	1.112	1,201E+0	1,335E+3
Abraum	xx-1	1.112	6,901E-2	7,674E+1

Quellen: LKWA_2 (Lkw 2 130 m)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum	pm-1	1.112	6,129E-2	6,816E+1
Abraum	pm-2	1.112	5,545E-1	6,167E+2
Abraum	pm-u	1.112	1,474E+0	1,639E+3
Abraum	xx-1	1.112	6,129E-2	6,816E+1

Quellen: LKW_7 (Lkw 7 - Abraum 200 m)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum	pm-1	1.112	5,928E-2	6,592E+1
Abraum	pm-2	1.112	5,364E-1	5,964E+2
Abraum	pm-u	1.112	1,426E+0	1,586E+3
Abraum	xx-1	1.112	5,928E-2	6,592E+1

Variable Emissionen

Projekt: 555044249_Heinz_Frommenhausen

Quellen: LKWV_3 (Lkw 3 - 360 m, Verfüllung eigenes Material)

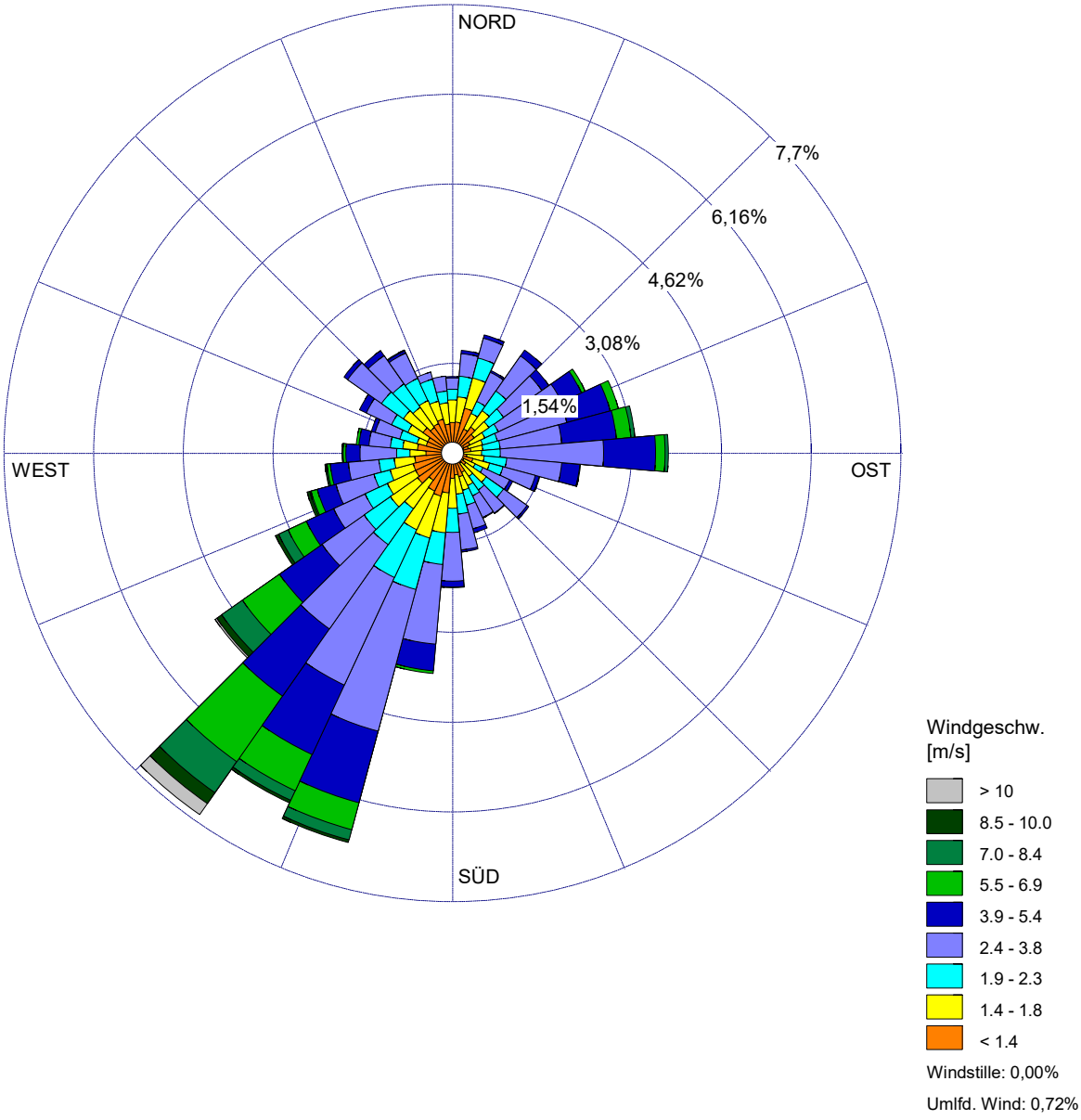
Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abbau	pm-1	3.412	1,803E-2	6,152E+1
Abbau	pm-2	3.412	1,631E-1	5,566E+2
Abbau	pm-u	3.412	4,337E-1	1,480E+3
Abbau	xx-1	3.412	1,803E-2	6,152E+1

WINDROSEN-PLOT:

Windjahreszeitreihe für den Standort - DWD Station Sindelfingen Nr. 10738
Repräsentatives Jahr 2002

ANZEIGE:

Windgeschwindigkeit
Windrichtung (aus Richtung)



BEMERKUNGEN:	DATEN-ZEITRAUM:	FIRMENNAME:	
	Start-Datum: 01.01.2002 - 00:00 **End-Datum: 31.12.2002 - 23:00**	**DEKRA Automobil GmbH**	
		BEARBEITER: **Dipl.-Met. Corinna Humpert-Zerulla**	DEKRA
	WINDSTILLE: **0,00%**	GESAMTANZAHL: **8075 Std.**	
	MITTLERE WINDGESCHWINDIGKEIT: **2,77 m/s**	DATUM: **26.05.2021**	PROJEKT-NR.: **555044446**

Meteo View - Lakes Environmental Software & ArguSoft