

## **Gutachtliche Stellungnahme**

### **zu den Staubemissionen und -immissionen im Zuge der Westerweiterung des Kalksteinbruchs in Arns- berg-Holzen**

Auftraggeber: Calcit Edelsplitt Produktions GmbH & Co. KG  
Deinstrop 1  
59757 Arnsberg

Betreiber: Calcit Edelsplitt Produktions GmbH & Co. KG

Standort: Gemarkung: Holzen  
Flur: 8, 10

TÜV-Auftrags-Nr.: 8000680558 / 822IPG005

Umfang des Berichtes: 54 Seiten, 1 Anlage

Bearbeiter: M.Sc. Daniel Schwab  
Tel.: +49 201 825 3365  
E-Mail: [daschwab@tuev-nord.de](mailto:daschwab@tuev-nord.de)

M.Sc. Merle Pyttlik  
Tel.: +49 511 998 62196  
E-Mail: [mpyttlik@tuev-nord.de](mailto:mpyttlik@tuev-nord.de)

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Zusammenfassung.....	4
2 Aufgabenstellung .....	6
3 Beurteilungsgrundlage .....	7
4 Örtliche Verhältnisse .....	9
4.1 Umgebung und Nutzungsstruktur .....	9
4.2 Immissionsorte .....	10
5 Betriebsbeschreibung.....	12
5.1 Anlagenbetrieb allgemein .....	12
5.2 Betriebs- und Emissionszeiten.....	13
6 Emissionen .....	14
6.1 Allgemeines zur Emissionsermittlung .....	14
6.2 Berechnung der Staubemissionen.....	14
6.2.1 Emissionsminderungsmaßnahmen.....	14
6.2.2 Staubemissionen durch Umschlag.....	15
6.2.3 Staubemissionen durch Fahrbewegungen.....	20
6.2.4 Staubemissionen durch Behandlung .....	26
6.2.5 Staubemissionen durch Abwehung.....	27
7 Immissionen.....	30
7.1 Ausbreitungsrechnung.....	30
7.1.1 Ausbreitungsmodell .....	30
7.1.2 Rechengitter .....	30
7.1.3 Berücksichtigung von Gebäudeeinflüssen .....	31
7.1.4 Berücksichtigung von Geländeeinflüssen .....	31
7.1.5 Rauigkeitslänge.....	32
7.1.6 Genauigkeitsklasse .....	32
7.1.7 Korngrößenverteilung .....	33
7.1.8 Quellkonfiguration.....	34
7.2 Meteorologische Daten.....	35
7.3 Ergebnisse der Immissionsprognose.....	39
7.3.1 Immissionszusatzbelastung im Bereich der Immissionsorte.....	39
7.4 Hintergrundbelastung .....	44
7.5 Gesamtbelastung Staub - Jahresmittelwerte .....	45
7.6 Diskussion und Bewertung der Ergebnisse.....	48
7.7 Statistische Unsicherheit .....	49
7.8 Protokolldateien.....	49
8 Quellenverzeichnis.....	50

## Anhang 1 Protokolldateien Austal

## Verzeichnis der Tabellen

<b>Tabelle 3-1:</b> Immissionswerte Luftschadstoffimmissionen (TA Luft /3/, 39. BImSchV /4/)	8
<b>Tabelle 4-1:</b> Immissionsorte	10
<b>Tabelle 6-1:</b> Gewichtungsfaktoren (a) nach VDI 3790 Blatt 3 /5/	15
<b>Tabelle 6-2:</b> Mengenverteilung und Materialeigenschaften der gehandhabten Materialien	16
<b>Tabelle 6-3:</b> Emissionen beim Umschlag (Gesamt-Staub)	18
<b>Tabelle 6-4:</b> Verkehrsaufkommen Transportfahrten	21
<b>Tabelle 6-5:</b> Verkehrsaufkommen und Fahrwege Radlader	22
<b>Tabelle 6-6:</b> Ermittlung der verkehrsbedingten Emissionsfaktoren für die LKW (befestigt)	23
<b>Tabelle 6-7:</b> Ermittlung der verkehrsbedingten Emissionsfaktoren für die LKW (befestigt und befeuchtet)	24
<b>Tabelle 6-8:</b> Ermittlung der verkehrsbedingten Emissionsfaktoren für die LKW (unbefestigt)	24
<b>Tabelle 6-9:</b> Ermittlung der verkehrsbedingten Emissionsfaktoren für die SKW (unbefestigt)	25
<b>Tabelle 6-10:</b> Ermittlung der verkehrsbedingten Emissionsfaktoren für die Radlader (unbefestigt)	25
<b>Tabelle 6-11:</b> Staubemissionen durch Fahrbewegungen bei 4.160 Betriebsstunden	26
<b>Tabelle 6-12:</b> Emissionen Behandlungsaggregate	27
<b>Tabelle 6-13:</b> Emissionen Entstaubung der Behandlungsanlagen	27
<b>Tabelle 6-14:</b> Abwehngsfaktoren in Abhängigkeit der Staubneigung	28
<b>Tabelle 6-15:</b> Staubemissionen durch Abwehungen	29
<b>Tabelle 7-1:</b> Rechengitter	31
<b>Tabelle 7-2:</b> Korngrößenverteilung der Staubemissionen	33
<b>Tabelle 7-3:</b> Ergebnisse Gesamtzusatzbelastung	39
<b>Tabelle 7-4:</b> Jahreswerte PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> und Staubniederschlag – Messdaten des LANUV	44
<b>Tabelle 7-5:</b> Gesamtbelastung Staub	45

## Verzeichnis der Abbildungen

<b>Abbildung 4-1:</b> Örtliche Lage des Betriebsgeländes (ohne Maßstab)	9
<b>Abbildung 7-1:</b> Quellkonfiguration	34
<b>Abbildung 7-2:</b> Quellenplan – Gesamt	35
<b>Abbildung 7-3:</b> Windrose der Windrichtungshäufigkeit und -stärke an der Station Arnsberg für das Jahr 2014	37
<b>Abbildung 7-4:</b> Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeits- und Ausbreitungsklassen der Station Arnsberg für das Jahr 2012	38
<b>Abbildung 7-5:</b> Gesamtzusatzbelastung PM <sub>10</sub> -Konzentration [µg/m <sup>3</sup> ]	41
<b>Abbildung 7-6:</b> Gesamtzusatzbelastung Staubdeposition [g/(m <sup>2</sup> *d)]	42
<b>Abbildung 7-7:</b> Zusatzbelastung PM <sub>2,5</sub> -Konzentration [µg/m <sup>3</sup> ]	43

## 1 Zusammenfassung

Die Calcit Edelsplitt Produktions GmbH & Co. KG betreibt einen Steinbruch zur Gewinnung von Splitten und Tragschicht-Materialien aus Kalkstein in der Gemarkung Holzen, Flur 8 und 10. Staubemissionen sind durch den Abbauvorgang, den Betrieb von Behandlungsanlagen, durch Umschlagvorgänge, den Transport bzw. Fahrverkehr sowie durch Windabwehungen während der Lagerung in Haldenform zu erwarten.

Der Rohstoff Kalkstein wird im Sprengverfahren gewonnen und durch eine Brecher-, Klassier- und Verladeanlage behandelt. Der genehmigte Abgrabungsbereich beträgt 388.600 m<sup>2</sup>. Aufgrund der hohen Produktnachfrage, sowie der geologischen Verhältnisse wird eine Erweiterung der Abbaufäche um 160.730 m<sup>2</sup> angestrebt. Die nutzbare (Sicherheitsabstand, Betriebs- und Lagerflächen) bereits genehmigte Fläche beträgt 253.740m<sup>2</sup>, von der Erweiterungsfläche sind bis zu 119.690 m<sup>2</sup> nutzbar. Im Rahmen der Änderungsgenehmigung soll in einer gutachtlichen Stellungnahme die Realisierbarkeit des Vorhabens im Hinblick auf die Gesamtzusatzbelastung durch Stäube überprüft werden.

Die TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG ist von der Calcit Edelsplitt Produktions GmbH & Co. KG beauftragt worden, die zu erwartenden Emissionen und Immissionen an Staub durch den geplanten Anlagenbetrieb prognostisch zu ermitteln und zu bewerten. Mit der Betrachtung soll nachgewiesen werden, dass die immissionsschutzrechtlichen Anforderungen bezüglich Staubbiederschlag und Schwebstaubkonzentration erfüllt sind. Für die Beurteilung werden die relevanten gesetzlichen Regelwerke (BImSchG /1/, TA Luft /2/, /3/, 39. BImSchV /4/, etc.) herangezogen.

Die Staubemissionen werden mit Hilfe von Emissionsfaktoren berechnet, die auf der Grundlage der VDI-Richtlinien 3790 Blatt 2 /7/, 3 /5/ und 4 /12/ für die einzelnen staubverursachenden Vorgänge zu bestimmen sind. Außerdem wurden aktuelle Untersuchungen zur Einschätzung von Staubemissionen /10/ insbesondere aus Steinbrüchen /11/ berücksichtigt. Für die Untersuchung und Beurteilung ist grundsätzlich der für die Luftreinhaltung ungünstigste bestimmungsgemäße Betrieb zu berücksichtigen. Zugleich ist für die Ermittlung von Immissions-Jahreskenngößen ein Jahresszenario der Staubemissionen zu erstellen.

Für die Immissionsprognose wird das Rechenprogramm AUSTAL in der aktuellen Version 3.1.2 vom 09.08.2021 eingesetzt. Der Immissionsprognose wurden nach Überprüfung auf Repräsentativität durch die ifu GmbH, die meteorologischen Daten (Häufigkeitsverteilung der Parameter Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklasse) der Station des Deutschen Wetterdienstes „Arnsberg-Müschede“ zugrunde gelegt.

### Ergebnisse

Im Bereich der nächstgelegenen Wohn- und Gewerbenutzungen sowie dem angrenzenden FFH-Gebiet wurden Beurteilungspunkte festgelegt. Für einige Beurteilungspunkte ist festzustellen, dass durch die Immissions-Zusatzbelastung die Irrelevanzschwellen hinsichtlich PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> und Staubbiederschlag überschritten sind. Damit ist auch die Bestimmung von weiteren Immissionskenngößen (Vorbelastung, Gesamtbelastung) bzw. die Betrachtung der Kurzzeitgrenzwerte für die Partikelkonzentration PM<sub>10</sub>, gemäß Nr. 4.1 TA Luft durchzuführen.

Um die lokale Belastungssituation wiederzugeben, wird auf Hintergrundmesswerte zurückgegriffen. Es berechnet sich die Gesamtbelastung an den am höchstbelasteten Beurteilungspunkten „FFH-1“ und „FFH-2“ wie folgt:

28,0 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>10</sub>- Partikelkonzentration (Immissionswert 40 µg/m<sup>3</sup>) (FFH-1)

13,8 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>2,5</sub>- Partikel (Immissionswert 25 µg/m<sup>3</sup>) (FFH-2)

0,3295 g/(m<sup>2</sup>\*d) Staubdeposition (Immissionswert 0,35 g/(m<sup>2</sup>\*d)). (FFH-1)

Es kann für alle betrachteten Immissionsorte festgestellt werden, dass die Immissionswerte der TA Luft für die Partikel-Konzentration PM<sub>10</sub> von 40 µg/m<sup>3</sup>, die Partikel-Konzentration PM<sub>2,5</sub> von 25 µg/m<sup>3</sup> und für den Staubbiederschlag von 0,35 g/(m<sup>2</sup>\*d) unterschritten werden. Die zulässige Anzahl von 35 Überschreitungen des Tagesmittelwertes von 50 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub> kann bei der berechneten Gesamtbelastung von maximal 28,0 µg/m<sup>3</sup> eingehalten werden.

Die zu Grunde gelegten Staubemissionen stellen jahresdurchschnittliche Stundenmittelwerte für eine Vielzahl von verschiedenen Arbeitsvorgängen dar. In Abhängigkeit des tatsächlichen Anlagenbetriebes sowie der jeweils vorliegenden meteorologischen Verhältnisse können die ausgewiesenen Werte sowohl über- als auch unterschritten werden. Insbesondere im unmittelbaren Umfeld um die Emissionsquellen könnte es zudem zu sichtbarem Staubbiederschlag kommen, ohne dass eine Überschreitung des zulässigen Immissionswertes vorliegen muss.

Unter Berücksichtigung der verwendeten konservativen Berechnungsansätze kann festgestellt werden, dass der Schutz der menschlichen Gesundheit sowie der Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen sicher gegeben sind.

M.Sc. Merle Pyttlik

Sachverständige der TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG

## 2 Aufgabenstellung

Die Calcit Edelsplitt Produktions GmbH & Co. KG betreibt einen Steinbruch zur Gewinnung von Splitten und Tragschicht-Materialien aus Kalkstein in der Gemarkung Holzen, Flur 8 und 10. Staubemissionen sind durch den Abbauvorgang, den Betrieb von Behandlungsanlagen, durch Umschlagvorgänge, den Transport bzw. Fahrverkehr sowie durch Windabwehungen während der Halten-Lagerung zu erwarten. Der Rohstoff Kalkstein wird im Sprengverfahren gewonnen und durch eine Brecher-, Klassier- und Verladeanlage verarbeitet. Der genehmigte Abbaubereich beträgt 388.600 m<sup>2</sup>. Aufgrund der hohen Produktnachfrage an Kalkstein, sowie der geologischen Verhältnisse wird eine Erweiterung der Abbaufäche um 160.730 m<sup>2</sup> angestrebt. Die nutzbare (abzüglich Sicherheitsabstand, Betriebs- und Lagerflächen) bereits genehmigte Fläche beträgt 253.740m<sup>2</sup>, von der Fläche der Erweiterung sind bis zu 119.690 m<sup>2</sup> nutzbar. Im Rahmen der Änderungsgenehmigung soll in einer gutachtlichen Stellungnahme die Realisierbarkeit des Vorhabens im Hinblick auf die Gesamtzusatzbelastung durch Stäube überprüft werden.

Die TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG ist von der Calcit Edelsplitt Produktions GmbH & Co. KG beauftragt worden, die zu erwartenden Emissionen und Immissionen an Staub durch den geplanten Anlagenbetrieb prognostisch zu ermitteln und zu bewerten. Mit der Betrachtung soll nachgewiesen werden, dass die immissionsschutzrechtlichen Anforderungen bezüglich Staubbiederschlag und Schwebstaubkonzentration erfüllt sind. Für die Beurteilung werden die relevanten gesetzlichen Regelwerke (BImSchG /6/, TA Luft /2/, /3/, 39. BImSchV /4/,etc.) herangezogen.

Für die genannte Aufgabenstellung wird entsprechend der folgenden Schritte vorgegangen:

- Grundlage der Berechnung sind die zur Verfügung gestellten Planungsunterlagen sowie Betriebsbeschreibungen des Anlagenbetreibers.
- Für die Ermittlung der Staubemissionen durch Abbau, Umschlag, Lagerung und Transport staubender Güter werden Emissionsfaktoren der VDI-Richtlinien 3790 Bl. 2 /7/, Bl. 3 /5/ und Blatt 4 /12/ sowie der amerikanischen Umweltschutzbehörde (EPA) /14/ verwendet.
- Die Einschätzung der Staubemissionen durch einen Steinbruchbetrieb erfolgte unter Verwendung von aktuellen Untersuchungsergebnissen /10/, /11/.
- Auf Basis dieser Datenlage erfolgen Ausbreitungsrechnungen zur Ermittlung des Immissionsbeitrages der geplanten Anlage (Gesamtzusatzbelastung) durch Staub im Bereich der nächstgelegenen Immissionsorte mithilfe des Ausbreitungsmodells gemäß des Anhangs 2 der TA Luft /3/.
- Zur Beschreibung der meteorologischen Situation wird auf durch den Deutschen Wetterdienst (DWD) für die Station Arnsberg-Müschede erhobene Daten zurückgegriffen, deren Repräsentativität überprüft wurde /8/.
- Im Rahmen der Ausbreitungsrechnung wird ein diagnostisches Windfeld verwendet. Die Topographie des Steinbruchs, inklusive der steilen Abbruchwände, bleibt unberücksichtigt. Dies entspricht einer sehr konservativen Vorgehensweise.

- Aussagen zur Gesamtbelastung durch Staub erfolgen unter Verwendung von Messdaten zur Hintergrundbelastung aus dem Messnetz des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV).
- Die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen werden anhand der Bewertungsmaßstäbe der TA Luft /3/ bewertet.

*Die in // gestellten Zahlen beziehen sich auf das Quellenverzeichnis (Seite 50).*

### **3 Beurteilungsgrundlage**

In dieser Untersuchung wird die Zusatzbelastung durch Partikel und Staubbiederschlag durch die Anlage im geplanten Umfang ermittelt. Die Beurteilung der Belastung für diese Stoffe erfolgt auf Grundlage der bestehenden Grenzwerte der 39. BImSchV /4/ für Partikel der Größenklassen PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>, mit der die EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG /9/ in deutsches Recht umgesetzt wurde. Zusätzlich wird der Immissionswert der TA Luft Ziffer 4.3 /3/ für den Staubbiederschlag herangezogen. Der Grenzwert der 39. BImSchV für PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> ist dabei deckungsgleich mit den Vorgaben der TA Luft /3/. Es wird die Neufassung der TA Luft vom 18. August 2021 angewendet.

Partikel der Größenklasse PM<sub>10</sub> („PM“ ist hierbei die Abkürzung für „particulate matter“) sind Partikel, die einen grössenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm einen Abscheidegrad von 50 % aufweist (39. BImSchV). Sie können im menschlichen Körper über die Atemwege bis in den oberen Bereich der Lunge gelangen (thorakaler Schwebstaub). Partikel der Größenklasse PM<sub>2,5</sub> sind kleiner als 2,5 µm. Sie können im menschlichen Körper tief in die Atemwege bis zu den Bronchiolen der Lunge eindringen (alveolengängiger Schwebstaub).

Partikel entstammen einer Vielzahl von Quellen, so z. B. aus der Landwirtschaft, dem Umschlag staubender Güter oder auch Industrie- und Kleinf Feuerungsanlagen. Im Straßenverkehr spielen neben den Emissionen aus dem Auspuff von Fahrzeugen auch der Abrieb von Bremsen und die Aufwirbelung von Staub durch die Fahrzeuge eine Rolle.

Anmerkung:

TA Luft Nr. 2.2. /3/: Die Vorbelastung ist die vorhandene Belastung durch einen Schadstoff. Die Zusatzbelastung ist der Immissionsbeitrag des Vorhabens. Im Fall einer Änderungsgenehmigung kann der Immissionsbeitrag des Vorhabens negativ sein. Die Gesamtbelastung ergibt sich aus der Vorbelastung und der Zusatzbelastung durch die Anlagenänderung. Die Gesamtzusatzbelastung ist der Immissionsbeitrag, der durch die gesamte Anlage im Planzustand hervorgerufen wird. Bei Neugenehmigungen entspricht die Zusatzbelastung der Gesamtzusatzbelastung.

#### **Irrelevanz der Gesamtzusatzbelastung**

Für die in der TA Luft /3/ mit Immissionswerten geregelten Stoffe sind im Abschnitt 4.2.2 der TA Luft Irrelevanzschwellen für die Gesamtzusatzbelastung festgelegt. Sie betragen für Partikel PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> jeweils 3 % des Immissionswertes. Wenn die Gesamtzusatzbelastung die Irrelevanzschwelle

eines Luftschadstoffes nicht überschreitet, kann nach TA Luft davon ausgegangen werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können und die Ermittlung weiterer Kenngrößen wie die Vor- und Gesamtbelastung sind nicht erforderlich /3/. Es sei denn, es liegen im Einzelfall hinreichende Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung nach Nummer 4.8 der TA Luft vor.

Hinsichtlich Staubdeposition (Staubniederschlag ohne Inhaltsstoffe) ist in der TA Luft 4.3 ein Immissionswert zum Schutz vor erheblichen Belästigungen und Nachteilen von 0,35 g/(m<sup>2</sup>\*d) festgelegt. Die Irrelevanzschwelle beträgt 0,0119 g/(m<sup>2</sup>\*d), dies entspricht 3 % des Immissionswertes.

Hinsichtlich der in der TA Luft genannten Tagesmittelwerte für PM<sub>10</sub> ist zusätzlich zu den Immissionswerten für den Jahresmittelwert eine bestimmte Anzahl von Überschreitungen pro Jahr zulässig, die in **Tabelle 3-1** dargestellt ist.

Werden die Irrelevanzwerte durch das beantragte Vorhaben an allen relevanten Immissionsorten nicht überschritten, darf eine Genehmigung aufgrund der Staubbelastung nicht versagt werden.

**Tabelle 3-1:** Immissionswerte Luftschadstoffimmissionen (TA Luft /3/, 39. BImSchV /4/)

Schadstoff	Zeitbezug	Immissions-(grenz)wert	Zulässige Überschreitungen pro Jahr	Irrelevanz der Zusatzbelastung	Bemerkung
Partikel PM <sub>10</sub>	24 Stunden	50 µg/m <sup>3</sup>	35 <sup>1)</sup>	--	TA Luft
	Jahresmittel	40 µg/m <sup>3</sup>	--	1,36 µg/m <sup>3</sup>	39. BImSchV
Partikel PM <sub>2,5</sub>	Jahresmittel	25 µg/m <sup>3</sup>	--	0,85 µg/m <sup>3</sup>	TA Luft 39. BImSchV
Staubniederschlag	Jahresmittel	0,35 g/(m <sup>2</sup> *d)	--	0,0119 g/(m <sup>2</sup> *d)	TA Luft

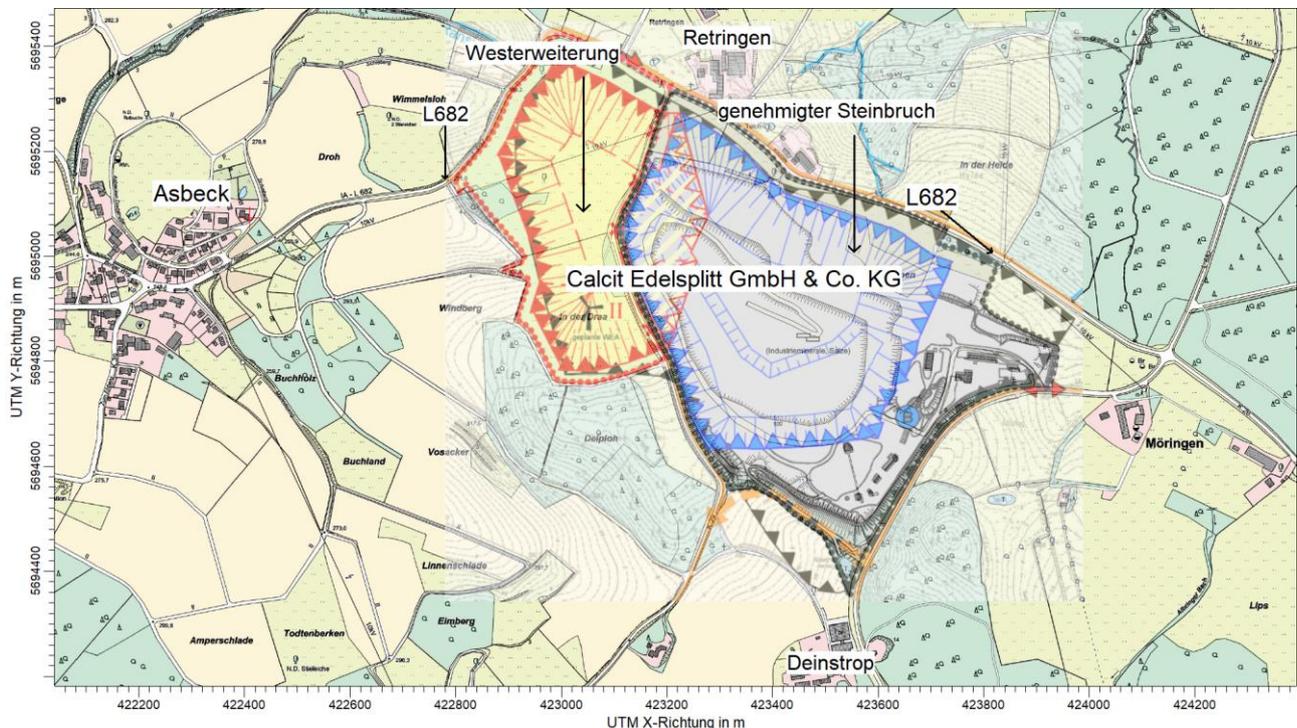
1) Bei einem Jahreswert von unter 28 µg/m<sup>3</sup> kann der auf 24 Stunden bezogene Immissionswert als eingehalten gelten.

## 4 Örtliche Verhältnisse

### 4.1 Umgebung und Nutzungsstruktur

Der genehmigte Kalksteinbruch befindet sich östlich der Ortslage Asbeck, einem Teil der Stadt Menden (Sauerland) im Märkischer Kreis. Der Steinbruch gehört zur Stadt Arnsberg und zählt zum Hochsauerlandkreis. Die örtliche Lage ist in **Abbildung 4-1** dargestellt.

Der Steinbruch liegt auf einer Höhe von ungefähr 302 m über NHN. Die Umgebung ist orographisch deutlicher gegliedert. Naturräumlich wird der Standort des Steinbruchs dem *Niedersauerland* zugeordnet. Das Niedersauerland zeigt im Wesentlichen einen stufenförmigen Aufbau in Form West-Ost-verlaufender Gürtel zwischen etwa 160 und 400 m über NHN. Nach drei Seiten wird es von höherliegenden Gebieten begrenzt, nur nach Norden zum Ruhrtal hin ist es offen. Der niedrigste Teil ist die Mendener Platte, eine wenig bewegte lehm-bedeckte Ebene, die sich beckenartig in die höher gelegenen Teile der Landschaft einlagert. Diese wiederum steigen nach Süden bzw. Südosten stellenweise bis auf über 400 m über NHN an (Hachener Kuppenland) und werden mit zunehmender Höhe auch stärker durch Hügel und Kuppen zerschnitten. Dabei liegen die den Untereinheiten namensgebenden Ortschaften Menden 7,5 km nordwestlich und Hachen 6,4 km südöstlich des Standortes. Die Ruhr selbst fließt 7,8 km nordöstlich des Standortes, im Arnsberger Stadtteil Hüsten, auf einem Niveau vom 164 m über NHN. In Standortnähe erhebt sich der Ebberg, ein 390,2 m über NHN hoher Berg im Sauerland, 1,6 km südwestlich, er sei als Beispiel des kuppig reliefierten, bewegten Geländes der Umgebung angeführt.



**Abbildung 4-1:** Örtliche Lage des Betriebsgeländes (ohne Maßstab)

Die geplante Erweiterung schließt im Westen an den bestehenden genehmigten Abbaubereich des Kalksteinbruchs an. Im Norden und Westen wird die Erweiterung von der Landstraße L682 begrenzt, sowie im Süden durch ein Waldstück.

#### 4.2 Immissionsorte

Maßgebende Immissionsorte für das Schutzgut Mensch sind nach TA Luft grundsätzlich alle Bereiche, in denen sich Menschen nicht nur vorübergehend aufhalten. Die Beurteilung von Schadstoffeinwirkungen hat im Beurteilungsgebiet an festzulegenden Beurteilungspunkten zu erfolgen. Beurteilungspunkte sind sie nach Maßgabe von Nr. 4.6.2.6 TA Luft so festzulegen, dass eine Beurteilung an den Punkten mit mutmaßlich höchster Belastung für dort nicht nur vorübergehend exponierte Schutzgüter ermöglicht wird.

Zusätzlich wird die Betrachtung des nahegelegenen FFH-Gebietes „Luerwald und Bieberbach“ als Immissionsort gefordert.

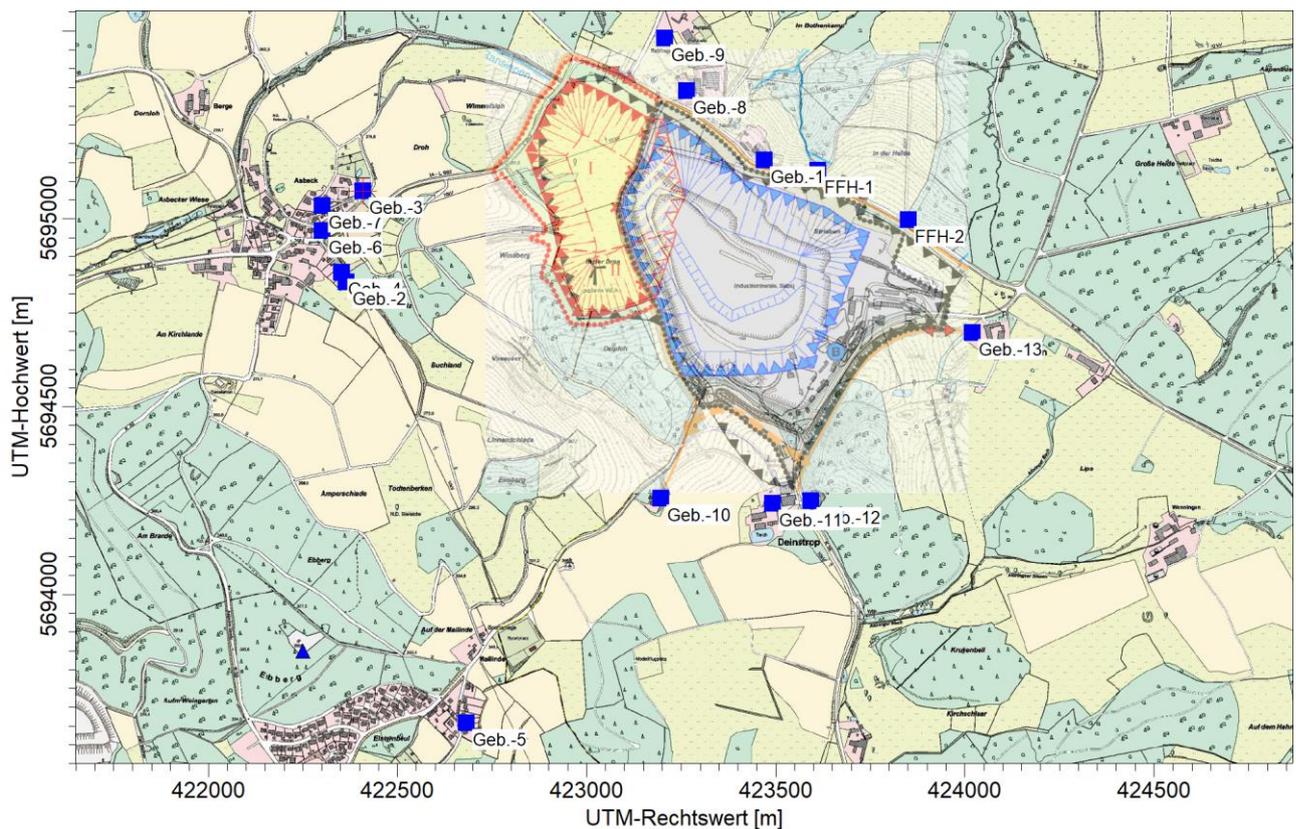
Die Staubemissionen bei dem betrachteten Steinbruchbetrieb erfolgten diffus und bodennah. Mit den höchsten Immissionen ist aus diesem Grund in unmittelbarer Nähe zu den Emissionsquellen zu rechnen, mit größerer Entfernung nimmt die Immissionsbelastung immer mehr ab. Um die Immissionssituation einschätzen zu können, werden Beurteilungspunkte demzufolge im Bereich der nächstgelegenen Nutzungen festgelegt.

In der **Tabelle 4-1** sowie **Abbildung 4-1** werden die Beurteilungspunkte bzw. Immissionsorte aufgeführt.

**Tabelle 4-1:** Immissionsorte

Immissionsort	Lage	Beschreibung
Geb.-1	Arnsberg, Retringen 1	Wohnnutzung
FFH-1	FFH „Luerwald und Bieberbach“ (Norden)	Flora-Fauna-Habitat
FFH-2	FFH „Luerwald und Bieberbach“ (Nordost)	Flora-Fauna-Habitat
Geb.-2	Menden, Mailindeweg 10	Wohnnutzung
Geb.-3	Menden, Schieberg 37 / 37a	Wohnnutzung
Geb.-4	Menden, Mailindeweg 8	Wohnnutzung
Geb.-5	Balve, Zur Mailinde 16a	Wohnnutzung
Geb.-6	Menden, Asbecker Dorfstraße 3	Wohnnutzung

Geb.-7	Menden, Schieberg 4	Wohnnutzung
Geb.-8	Arnsberg, Retringen 2a	Wohnnutzung
Geb.-9	Arnsberg, Retringen 2	Wohnnutzung
Geb.-10	Arnsberg, Ströppkenweg 4 (früher 3)	Wohnnutzung
Geb.-11	Arnsberg, Deinstrop 1	Wohnnutzung
Geb.-12	Arnsberg, Deinstrop 2	Wohnnutzung
Geb.-13	Arnsberg, Möringen 1	Wohnnutzung



© Geobasis NRW 2021

**Abbildung 4-1:** Lageplan der Beurteilungspunkte

## 5 Betriebsbeschreibung

### 5.1 Anlagenbetrieb allgemein

Die Calcit Edelsplitt Produktions GmbH & Co. KG betreibt einen Steinbruch zur Gewinnung von Splitten und Tragschicht-Materialien aus Kalkstein. Der derzeitige Abbaubetrieb erfolgt ausschließlich im Sprengverfahren und hat eine Größe von etwa 253.740 m<sup>2</sup>.

Der Steinbruch kann grob in einen nördlichen und südlichen Bereich aufgeteilt werden. Im Norden erfolgt die Zufahrt zum Steinbruch über die Straße Möringen. Im Einfahrtsbereich, direkt angrenzend an die Straße Möringen, befinden sich betriebliche Einrichtungen, sowie ein paar wenige Halden. Westlich der Betriebsgebäude befindet sich eine große Lagerfläche, auf der verschiedene Endprodukte wie Splittgemisch, Brechsand, Schotter in Haldenform gelagert werden. Im Nordwesten befindet sich die terrassierte aktive Abbaufäche, mit nahezu senkrechten Abbruchwänden.

Im südlichen Teil des Kalksteinbruchs befindet sich die Aufbereitungsanlage (Brecher etc.), sowie weitere Lagerflächen für verschiedene Endprodukte.

Es ist geplant den Steinbruch auf eine Abbaufäche von insgesamt 373.430 m<sup>2</sup> zu erweitern. Die derzeitig genehmigte jährliche Abbauleistung von 750.000 t Rohgestein wird durch die Erweiterung nicht erhöht. Für die zukünftige Ausrichtung des Betriebes sind entsprechend dem Genehmigungsantrag folgende Änderungsvorhaben geplant:

- Erweiterung in Richtung Westen begrenzt durch die L682 auf insgesamt 549.330 m<sup>2</sup> Abgrabungsbereich
  - Vertikale Erweiterung dabei 2.297.600 m<sup>3</sup> Kalkstein
  - Horizontale Erweiterung dabei 7.344.200 m<sup>3</sup> Kalkstein

Die Rohgesteinsgewinnung erfolgt bei neuen Abbaufächen in 3 Arbeitsschritten. Der erste Arbeitsschritt umfasst alle vorbereitenden Maßnahmen, die notwendig sind um Sprengungen vorzubereiten. Dazu zählen die Gehölzrodung, der Oberbodenabtrag und der Abraumabtrag. Nach der Gehölzrodung wird eine 0,2 m mächtige Oberbodenschicht abgetragen und in die am Randbereich anzulegenden Schutzwälle wieder eingebaut. Der Abraumabtrag umfasst eine circa 3 m bis 15 m tiefe Schicht, bestehend aus nicht verwertbaren Hanglehmen und verwitterten Alaunschiefern. Infolge von Verwitterungsvorgängen liegt diese Schicht aufgelockert vor und wird komplett abgetragen und ebenfalls als Material für Schutzwälle verwendet. Abtransportiert wird das Material per Muldenkipper.

Sobald die obersten Schichten durch die Vorbehandlung abgetragen wurden, kann das Verfahren zur Gesteinsgewinnung angewendet werden. Nach Abmessen der Hanglage werden passende Bohrlöcher in das Gestein per Imloch- oder Außenhammerbohrgerät gesetzt. Die Bohrlöcher werden dabei in der Regel 6 m tief gebohrt, sodass auch die Bruchwände nach der Sprengung eine Höhe von circa 6 m pro Wandsegment aufweisen.

Nach Bestückung der Bohrlöcher mit der passenden Sprengstoffmenge, wird das Material kontrolliert gesprengt. Sprengungen erfolgen i.d.R. 1 bis 2 Mal die Woche. Das Materialvolumen beläuft sich auf 2.500 m<sup>3</sup> bis 5.000 m<sup>3</sup>. (maximal 315.976 m<sup>3</sup> pro Jahr.) Gesteinsbrocken, die zu groß sind,

um in der Brecher-Anlage weiterverarbeitet zu werden, werden durch Felsmeißel oder Fallkugel vor Ort zerkleinert.

Im letzten Arbeitsschritt der Rohgesteinsgewinnung wird das Material nach der Sprengung durch hydraulische Bagger auf Muldenkipper aufgeladen. Diese fahren das Material zur südlich gelegenen Brecheranlage.

In der Brecher- und Sortieranlage durchläuft der Rohstoff mehrere Brech- und Siebvorgänge. Zunächst wird das Material im Vorbrecher auf 0/150 mm große Fragmente aufgebrochen. Im Anschluss wird das vorgebrochene Material auf 0/45 mm und auf 45/150 mm abgesiebt. In einer zweiten Zerkleinerungsstufe wird das 45/150 mm große Material auf 0/56 mm gebrochen. Im Anschluss wird das Produkt auf diverse Endprodukte abgesiebt.

Zur Aufbereitung des Gewinnungsmaterials werden ausschließlich die vorhandenen und genehmigten Geräte und Anlagen auf dem bereits bestehenden Betriebsgelände genutzt. Eine Änderung der Lage, der Beschaffenheit oder Betriebes dieser Anlagen ist nicht vorgesehen.

Das Gesamtabbauvolumen der geplanten Westerweiterung setzt sich aus der nördlichen Lagerstätte mit 7.071.700 m<sup>3</sup> Kalkstein und der südlichen Lagerstätte mit 2.570.100 m<sup>3</sup> Kalkstein zusammen. Das Gesamtvolumen der Erweiterung beträgt 9.641.800 m<sup>3</sup>. Bei einer mittleren Dichte des Kalksteins von 2,7 t/m<sup>3</sup> beträgt die gesamte Abbaumasse 26.030.000 t. Der Abbau wird dabei in 2 Phasen eingeteilt. In der ersten Phase wird der nördliche Teil der Erweiterung abgebaut. Sobald die Lagerstätte erschöpft ist, beginnt die zweite Phase des Abbaus. Dabei wird die südliche geplante Windenergieanlage wie vertraglich vereinbart, zurückgebaut, um den Zugriff auf die südliche Lagerstätte zu ermöglichen. Der Abbauzeitraum der Westerweiterung wird dabei mit einem jährlichen Abbauvolumen von 750.000 t auf insgesamt 34 Jahre kalkuliert.

## **5.2 Betriebs- und Emissionszeiten**

Die allgemeine Betriebszeit der Anlage ist werktags von 6:00 bis 22:00 Uhr (16 h/d). Nach Mitteilung der Calcit Edelsplitt soll der samstägliche Betrieb auf 10 Tage im Jahr und mit einer Betriebszeit von 7:00 bis 17:00 reduziert werden.

Da die Beurteilung der Staubimmissionen im Wesentlichen auf Jahreskenngröße beruht, ist es i.d.R. nicht erforderlich die Emissionszeiten der einzelnen Arbeitsvorgänge mit einer exakten Stunden- oder Tagesverteilung wiederzugeben. Es ist zudem anzunehmen, dass die Transport- oder Arbeitsvorgänge in dem vorgenannten Zeitfenster tatsächlich über eine kürzere Zeitdauer erfolgen und nach Bedarf stark variieren können.

Für die Emissionsprognose wird aus diesem Grund vereinfacht davon ausgegangen, dass ein Betrieb von Montag bis Freitag (06:00 bis 22:00 Uhr) vorliegt und sich die durch die Abbautätigkeiten, Umschlagvorgänge sowie Transportvorgänge (Fahrverkehr der Anliefer- und Abholfahrzeuge) verursachten Staubemissionen gleichmäßig über 260 Tage im Jahr bzw. 4.160 Stunden im Jahr verteilen.

## 6 Emissionen

### 6.1 Allgemeines zur Emissionsermittlung

Stäube sind Verteilungen fester Stoffe in Gasen mit einem Durchmesser bis ca. 500 µm. Staubemissionen können durch feste Stoffe aufgrund ihrer Dichte, Korngrößenverteilung, Kornform, Oberflächenbeschaffenheit, Abriebfestigkeit, Scher- und Bruchfestigkeit, Zusammensetzung oder ihres geringen Feuchtegehaltes beim Be- oder Entladen, Förderung, Transport, Bearbeitung, Aufbereitung oder Lagerung entstehen. Die Einflussgrößen zur technischen Staubentstehung lassen sich in die folgenden Gruppen unterteilen:

- Materialeigenschaften, insbesondere Korngrößenverteilung und Feuchte
- Umgebungsbedingungen und Meteorologie, z. B. Windgeschwindigkeit
- Anlageneinflüsse, z. B. Abwurfhöhe und Umschlagsleistung
- Minderungsmaßnahmen, z. B. Befeuchtung und Abdeckung

Grundsätzlich kommen folgende Bereiche für staubförmige Emissionen in Betracht:

- Umschlag und Abbauvorgänge durch Sprengung, Radlader und Bagger
- Fahrwegemissionen durch LKW oder Radlader
- Windabwehungen von verschmutzten Betriebsflächen oder Zwischenlagerhalten
- Emissionen durch den Betrieb von Aufbereitungsaggregaten (Brecher, Sieb)

Die Staubemissionen werden mit Hilfe von Emissionsfaktoren berechnet, die auf der Grundlage der VDI-Richtlinie 3790, Bl. 3 /5/ für die einzelnen staubverursachenden Vorgänge zu bestimmen sind. Die Fahrwegemissionen werden nach VDI 3790, Bl. 4 /12/ bestimmt. Darüber hinaus die Erkenntnisse aktueller Untersuchungen zu Emissionsfaktoren herangezogen /10/.

Die Bezugsgröße ist die umgeschlagene Materialmenge bzw. bei Abwehungen die Größe der offenen Oberfläche. Dazu kommen verschiedene Einflussgrößen wie das Staubverhalten des Stoffes sowie die Art und bauliche Ausführung des Umschlaggerätes.

Für die Untersuchung und Beurteilung ist grundsätzlich der für die Luftreinhaltung ungünstigste bestimmungsgemäße Betrieb zu berücksichtigen. Der ungünstigste Betriebszustand wird durch die angegebenen maximalen Lager-, Umschlag- und Behandlungsmengen beschrieben.

### 6.2 Berechnung der Staubemissionen

#### 6.2.1 Emissionsminderungsmaßnahmen

Maßnahmen zur Minderung der Staubemissionen erfolgen durch betriebliche Regelungen und technische Einrichtungen. Nachfolgend sind die Minderungsmaßnahmen genannt, die für die Emissionsprognose berücksichtigt werden.

- Auf dem Betriebsgelände befindet sich eine Reifenwaschanlage, für den Streckenabschnitt dieser Anlage setzen wir eine verringerte Flächenbeladung (sL) von 1 g/m<sup>2</sup> an.
- Im Bereich des Betriebsgeländes wird für alle Fahrzeuge eine maximale Fahrgeschwindigkeit von 20 km/h (Maßnahmenwirksamkeit kM = 0,2) angesetzt.

Darüber hinaus im Betrieb stattfindende Staubminderungsmaßnahmen, wie beispielsweise die Verringerung von Abwurfhöhen, zusätzliche Befeuchtung des Materials oder der Fahrwege und weitere Reinigung der Fahrwege, bleiben im Rahmen der Emissionsprognose unberücksichtigt.

## 6.2.2 Staubemissionen durch Umschlag

### Gehandhabte Materialien

Die Staubemissionen beim Umschlag von staubenden Gütern werden in Genehmigungsverfahren in der Regel nach der VDI-Richtlinie 3790 Blatt 3 /5/ ermittelt. Hierbei ist die optische Staubneigung ein wichtiges Kriterium. Allerdings ist bei Abwurf eines Schüttgutes z. B. mit einem Greifer die Staubfreisetzung stoßartig und optisch oft eindrucksvoll, während bei kontinuierlichen Absetzverfahren weniger stark wahrnehmbare Staubemissionen ständig entstehen. Die Staubneigung eines Gutes ist also unabhängig von der Umschlagsmethode zu bestimmen.

Die Staubneigung wird in fünf Stufen unterteilt. In der **Tabelle 6-1** sind die dazugehörigen Gewichtungsfaktoren (a) für die Rechenansätze nach /5/ aufgeführt. Der Unterschied zwischen schwach und mittel staubend bedeutet ungefähr eine Verdreifachung der Staubemissionen.

**Tabelle 6-1:** Gewichtungsfaktoren (a) nach VDI 3790 Blatt 3 /5/

Materialeigenschaft Staubneigung	a
stark staubend	$\sqrt{10^5} = 316$
(mittel) staubend	$\sqrt{10^4} = 100$
schwach staubend	$\sqrt{10^3} = 31,6$
Staub nicht wahrnehmbar	$\sqrt{10^2} = 10$
außergewöhnlich feuchtes / staubarmes Gut	$\sqrt{10^0} = 1$

Im Anhang A und B der VDI 3790 Blatt 3 /5/ finden sich für eine Vielzahl von Schüttgütern Angaben zur optischen Staubneigung, jedoch nicht für alle staubenden Schüttgüter. Auch wird bei den aufgeführten Einstufungen von eher geringen Korngrößen ausgegangen, wie sie beim Schüttgutumschlag üblich sind. Eine Übertragung auf den vorliegenden Anwendungsfall ist somit ohne weiteres nicht möglich.

Im Rahmen eines Forschungsvorhabens wurden in der Steine- und Erden-Industrie ermittelt und mit den gemäß VDI 3490 Blatt 3 berechneten Emissionsfaktoren verglichen /11/. Grundlage dafür bildeten rund 9.000 Einzelmessungen für verschiedene Betriebsvorgänge in u.a. Kalksteinbrüchen. Demnach wurde bei Abbau und Umschlagvorgängen eine sehr starke Überschätzung der Emissionen bei Anwendung der Berechnungsmethode nach VDI 3790 Blatt 3 festgestellt.

Die VDI-Richtlinie 3790 Blatt 3 /5/ nennt für kleinstückigen Kalkstein eine mittlere Staubneigung, was einem Gewichtungsfaktor a von 10 entspricht. Um eine angepasste Abschätzung zu ermöglichen, wird für alle Umschlagvorgänge bei der Verwendung von Kalkstein grundsätzlich jedoch nur von einer Staubneigung entsprechend dem Gewichtungsfaktor  $a = 10$  ausgegangen.

Für die insgesamt 750.000 t/a an abgebauten Kalkstein kann die Schüttdichte je nach Zerkleinerungsgrad zwischen etwa 1,6 und 1,8 t/m<sup>3</sup> variieren. Es wird für die verschiedenen Bearbeitungsschritte einheitlich von einer Schüttdichte von 1,7 t/m<sup>3</sup> ausgegangen.

Für die Abbauplanung wurde angegeben, dass für das gesamte Vorhaben etwa 23.800 m<sup>3</sup> Oberboden und etwa 593.000 m<sup>3</sup> Abraum anfallen. Für Oberboden ist auf Grund des höheren Feuchtegehaltes und der organischen Anteile eine sehr geringe Staubneigung zu unterstellen. Auch für den sonstigen Abraum (Erdaushub) kann eine erhöhte Materialfeuchte angenommen werden, so dass auch hier eine geringe Staubneigung vorliegt. Beide Materialien werden auf Grund der im Hinblick auf die Staubemissionen, ähnlichen Eigenschaften zusammengefasst betrachtet. Es wird im Sinne der VDI 3790 Blatt 3 von einer „nicht wahrnehmbaren“ Staubneigung ausgegangen ( $a = 10$ ). Die Schüttdichte wird im Mittel mit etwa 1,6 t/m<sup>3</sup> abgeschätzt. Mit der angesetzten Schüttdichte ergibt sich unter Annahme des Abbauezeitraumes von 34 Jahren eine Masse von rund 29.000 t Oberboden und Abraum pro Jahr.

**Tabelle 6-2:** Mengenverteilung und Materialeigenschaften der gehandhabten Materialien

Bezeichnung	gehandhabte Menge [t/a]	Schüttdichte [t/m <sup>3</sup> ]	Staubneigung (gemäß VDI 3790-3) <i>a</i>
Oberboden + Abraum	29.000	1,6	10
Kalkstein	750.000	1,7	10

### Sonstige Randbedingungen

Für die Abbauvorgänge werden Mobil-Bagger eingesetzt, es wird von einem Schaufelvolumen von 3,3 m<sup>3</sup> ausgegangen. Für die Umschlagstätigkeiten (Verladevorgänge, Aufsetzen von Halden, Beschickung der Aufbereitungsaggregate, etc.) werden Radlader eingesetzt werden. Für die eingesetzten Radlader wird von einem mittleren Gewicht von 25,8 t und einem Schaufelvolumen von 4,7 m<sup>3</sup> ausgegangen. Die jeweilige Transportmasse berechnet sich dann unter Berücksichtigung des Schaufelvolumens sowie der Schüttdichte des gehandhabten Materials.

Die emissionsverursachenden Arbeitsvorgänge im Bereich der Anlage finden über den Tag verteilt an verschiedenen Orten zu verschiedenen Zeitpunkten statt. Vereinfachend wird in der Emissionsprognose bei allen anzusetzenden Emissionsquellen von einer kontinuierlichen Emission ausgegangen, die sich gleichmäßig über die tägliche Betriebszeit verteilt (4.160 h/a).

Zur Berücksichtigung der Abwurfhöhen von Material bei Umschlagvorgängen auf LKW wird vereinfachend von einer Höhe von 1 m ausgegangen.

Für die Umschlagvorgänge im Freien wird grundsätzlich ein *Umfeldfaktor*  $k_U$  von 0,9 angesetzt. Ausführliche Erklärungen zur der Bedeutung der aufgeführten Berechnungsgrößen wie „*Umfeldfaktor*“ und „*Gerätefaktor*“ sind in der VDI 3790 Bl. 3 /5/ enthalten.

## Arbeitsvorgänge

Der Oberboden und Abraum werden mittels Raupe vollständig abgeschoben und zur Herstellung von Schutzwällen genutzt. Für den Einsatz von Raupen existieren keine Berechnungsmethoden zur Beschreibung der Staubemissionen. Ersatzweise wird hier ebenfalls vom Einsatz eines Radladers ausgegangen, mit aufeinanderfolgenden Aufnahme- und Abwurfvorgängen. Überschüssige Massen des Abraums werden im bestehenden Steinbruch entsprechend der bestehenden Genehmigung verfüllt. Im Rahmen der Ausbreitungsrechnung gehen wir konservativ davon aus, dass der gesamte Oberboden und Abraum in unmittelbarer Nähe zum nächstgelegenen Immissionsort abgeschoben und zur Herstellung von Schutzwällen genutzt wird.

Der Abbau des anstehenden Kalksteins erfolgt im Sprengverfahren. Es finden i.d.R. zwei Sprengungen pro Woche statt, die Fallhöhe beträgt dabei maximal 6 m, für die Emissionsprognose wird eine mittlere Fallhöhe von 3 m angenommen. Je Sprengung werden 2.500 m<sup>3</sup> bis 5.000 m<sup>3</sup> Material freigesetzt, konservativ gehen wir von 3.000 m<sup>3</sup> Material je Sprengvorgang aus. Die Berechnungsmethodik der VDI 3790 Blatt 3 geht hierbei von Schüttgut mit geringer Körnung aus. Oft werden größere Blöcke aus der Wand gelöst, die nur zu einer geringen Staubentwicklung führen – dieser Umstand wird jedoch nicht berücksichtigt.

Der vorgenannte Abbauvorgang wird für die gesamte Jahresabbaumenge von 750.000 t/a angesetzt.

Das herausgesprengte Material wird vor Ort vollständig mittels Bagger auf SKW (Zuladung 63 t) zum Abtransport verladen.

Das gesamte Abbaumaterial wird einer Behandlung zugeführt (750.000 t/a), wobei das Material direkt vom SKW in den tieferliegenden Aufnahmetrichter des Vorbrechers gekippt wird. Es wird insgesamt etwa 30-40 % des Materials einfach gebrochen, etwa 50 % doppelt gebrochen und 10 % dreifach gebrochen. Sowohl der erste als auch der zweite Brecher mit den dazugehörigen Siebanlagen sind vollständig eingehaust und mit Entstaubungsanlagen ausgestattet. In der Ausbreitungsrechnung wird als Emission für diese Behandlungsquellen der Grenzwert der TA Luft in Höhe von 20 mg/m<sup>3</sup> angesetzt /3/, die realen Emissionen sind gemäß der uns vorliegenden Messberichte deutlich niedriger. Für den dritten Brecher und die dritte Siebanlage (75.000 t/a) ist keine Entstaubungsanlage vorhanden, auch diese Anlagenteile sind aber vollständig eingehaust. Für die Emissionsprognose gehen wir von einer Staubminderung entsprechend dem Umfeldfaktor für Umschlagvorgänge in geschlossenen Hallen mit natürlicher Entlüftung (0,06 /5/) aus.

Das behandelte Material wird mittels Bändern transportiert und auf Halden zwischengelagert. Ein Teil des Materials (100.000 t/a) wird von diesen Zwischenhalden per Radlader auf LKW verladen und direkt abtransportiert. Das restliche Material (650.000 t/a) wird intern mittels SKW in den nördlichen Haldenbereich transportiert und dort auf Halden gelagert. Rund 180.000 t Material werden darüber hinaus intern ein weiteres Mal umgeschlagen.

In der **Tabelle 6-3** erfolgt die Darstellung der Staubberechnung für die vorgenannten Arbeitsvorgänge.

**Tabelle 6-3:** Emissionen beim Umschlag (Gesamt-Staub)

Beschreibung Tätigkeit	Quelle-Nr	Gerätfaktor KG	Umfeldfaktor kU	Staubneigung A	Konti-Faktor	Masse M [t/h]	Fallhöhe H [m]	Schüttdichte rho_s	Emissionsfaktor EF [g/ tGut]	Umschlagsmenge [tGut/a]	Emission [kg/a]	Betriebs-Stunden [h/a]	Emission pro Betriebsstunde [g/h]
Aufnahme Oberboden	UMS_1	2,0	0,9	10,0	2,7	7,5		1,6	3,89	29000	113	4160	27
Abwurf Oberboden	UMS_1	1,5	0,9	10,0	2,7	7,5	1	1,6	4,48	29000	130	4160	31
Sprengung (wie Abwurf)	UMS_1	1,5	0,9	10,0	2,7	5100,0	3	1,7	0,72	750000	540	4160	130
Aufnahme Bagger Abbaubort	UMS_1	2,0	0,9	10,0	2,7	5,6		1,7	4,13	750000	3098	4160	745
Abwurf Bagger auf SKW	UMS_1	1,5	0,9	10,0	2,7	5,6	1	1,7	5,50	750000	4125	4160	992
Abwurf SKW zu Brecher	UMS_2	1,5	0,06	10,0	2,7	63,0	1	1,7	0,11	750000	82	4160	20
Abwurf Band auf Halde nach 2. Sieb	UMS_3	1,0	0,9	10,0	83,3	100,0	3	1,7	105,78	675000	71404	4160	17164
Aufnahme RL	UMS_3	2,0	0,9	10,0	2,7	8,0		1,7	4,13	675000	2788	4160	670
Abwurf RL auf LKW	UMS_3	1,5	0,9	10,0	2,7	8,0	1	1,7	4,61	675000	3111	4160	748
Abwurf Band auf 3. Brecher	UMS_3 b	1,0	0,06	10	83,3	100,0	1	1,7	1,79	75000	134	4160	32
Abwurf 3. Brecher auf Band	UMS_3 b	1,0	0,06	10	83,3	100,0	1	1,7	1,79	75000	134	4160	32
Abwurf Band auf 3. Sieb	UMS_3 b	1,0	0,06	10	83,3	100,0	1	1,7	1,79	75000	134	4160	32

Abwurf 3. Sieb auf Band	UMS_3 b	1,0	0,06	10	83,3	100,0	1	1,7	1,79	75000	134	4160	32
Abwurf Band auf Halde nach 3. Sieb	UMS_3 b	1,0	0,9	10	83,3	100,0	2	1,7	63,72	75000	4779	4160	1149
Aufnahme RL	UMS_3 b	2,0	0,9	10	2,7	8,0		1,7	4,13	75000	310	4160	74
Abwurf RL auf LKW	UMS_3 b	1,5	0,9	10	2,7	8,0	1	1,7	4,61	75000	346	4160	83
Abwurf LKW auf Halde	Ab- weh_2	1,5	0,9	10	2,7	63,0	1	1,7	1,64	650000	1067	4160	256
Aufnahme RL	Ab- weh_2	2,0	0,9	10	2,7	8,0		1,7	4,13	180000	744	4160	179
Abwurf RL	Ab- weh_2	1,5	0,9	10	2,7	8,0	1	1,7	4,61	180000	830	4160	199
Aufnahme RL	Ab- weh_2	2,0	0,9	10	2,7	8,0		1,7	4,13	650000	2685	4160	645
Abwurf RL auf LKW	Ab- weh_2	1,5	0,9	10	2,7	8,0	1	1,7	4,61	650000	2995	4160	720

### 6.2.3 Staubemissionen durch Fahrbewegungen

Fahrzeugbewegungen stellen grundsätzlich eine Emissionsquelle für Staub dar. Die Fahrwege der LKW und Radlader sind als Quellen zu sehen, da die Fahrbewegungen auf dem Boden liegende Staubpartikel aufwirbeln. Staubemissionen durch Bremsen- und Reifenabrieb sowie Partikel im Motorenabgas spielen ebenfalls eine Rolle.

Für die Festlegung eines Emissionsfaktors bezüglich der Aufwirbelung werden die empirischen Formeln der VDI Richtlinie 3790, Blatt 4 /12/ verwendet. Die Richtlinie ist für Industriebereiche in denen üblicherweise größere Fahrwege auf verunreinigten Wegen vorkommen, wie Eisen- und Stahlproduktion, Sand- und Kiesverarbeitung, Steinbrüche, Großbaustellen, Siedlungsabfalldeponien, etc. entwickelt. In Abhängigkeit der Beschaffenheit des Fahrbahnuntergrundes kommen zwei verschiedene Berechnungsansätze zum Tragen. Es wird hierbei in „unbefestigte“ oder „befestigte“ Fahrwege unterschieden.

Die in der VDI 3790 Blatt 4 angegebenen Formeln geben in Abhängigkeit der Staubbelastung des Fahrweges bzw. des Feinkornanteils im Fahrbahnbelag und des mittleren Gewichts der Fahrzeugflotte die Emissions-Faktoren für die Klassen PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub> und PM<sub>30</sub> aus. Außerdem geht die Anzahl der Regentage ein, da Niederschlag eine Reduzierung der Staubemission bedeutet. Die Fahrzeuggeschwindigkeit als emissionsbestimmender Faktor wird nicht direkt berücksichtigt. Die Wirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen kann über eine Erweiterung der Formel berücksichtigt werden.

Berechnungsansatz für „**befestigte Fahrwege**“ /12/:

$$q_{bF} = k_{Kgv} * (sL)^{0,91} * (W*1,1)^{1,02} * (1 - p/(3*365))*(1-k_m)$$

mit:

$q_{bF}$  = Emissionsfaktor in g/(km\*Fahrzeug)

$k_{Kgv}$  = korngößenabhängiger Faktor zur Berücksichtigung der Korngößenverteilung

$sL$  = Flächenbelastung des befestigten Fahrwegs in g/m<sup>2</sup>

$W$  = mittlere Masse der Fahrzeugflotte in t

$p$  = Anzahl der Tage pro Jahr mit mindestens 1 mm natürlichem Niederschlag

$k_m$  = Kennzahl für Wirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen

Berechnungsansatz für „**unbefestigte Fahrwege**“ /12/:

$$q_{bF} = k_{Kgv} * (s/12)^a * (W/2,7)^b * (1 - p/(365))*(1-k_m)$$

mit:

$q_{bF}$  = Emissionsfaktor in g/(km\*Fahrzeug)

$k_{Kgv}$  = korngößenabhängiger Faktor auf Grund von Fahrbewegungen

$a, b$  = Exponenten zur Berücksichtigung der Korngößenverteilung

**s** = Feinkornanteil des Straßenmaterials in %

**W** = mittlere Masse der Fahrzeugflotte in t

**p** = Anzahl der Tage pro Jahr mit mindestens 1 mm natürlichem Niederschlag

**k<sub>m</sub>** = Kennzahl für Wirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen

In Deutschland ist über die drei o.g. Staubklassen hinaus für den Staubbiederschlag auch der Schwebstaub bis 500 µm zu betrachten. Ausgehend von eigenen Korngrößenanalysen an Staubbeklag und mineralischen Schüttgütern setzen wir ein Verhältnis PM<sub>10</sub> zu PM<sub>500</sub> von 10 % an. Dem entsprechend setzen wir die Korngrößenklassen 1, 2 und 3 der TA-Luft gemäß EPA-Ergebnis an und kalkulieren für die die TA-Luft Klasse 4 die Differenz zwischen PM<sub>30</sub> und PM<sub>500</sub>.

Die Partikel-Emissionen im Abgas von schweren Nutzfahrzeugen betragen gemäß Handbuch Emissionsfaktoren (HBEFA) /13/ für die ungünstigste Verkehrssituation „Stop&Go“ 0,0004 g/(m\*FZ). Die Korngröße der Abgas-Emissionen liegt unter 2,5 µm und ist damit der Korngröße 1 gemäß TA Luft zuzurechnen. Im Vergleich zu den Emissionen durch die Aufwirbelung sind die Abgas-Emissionen vernachlässigbar und werden daher in den Berechnungen nicht explizit berücksichtigt.

### Fahrzeugcharakteristik und Verkehrsaufkommen Transportfahrten

Der Transport der gehandhabten Materialien erfolgt mittels Containerfahrzeugen, Sattelzügen, Kippfahrzeugen, usw. Unter Berücksichtigung einer durchschnittlichen Zuladung von 25 t je LKW und 63 t je SKW sowie einem Leergewicht von ca. 15 t je LKW und 50,2 t je SKW kann ein mittleres Fahrzeuggewicht **W** von etwa 32,5 t je LKW und 81,7 t je SKW abgeschätzt werden.

Die Anzahl der notwendigen Transportfahrten berechnet sich aus dem jeweiligen Materialaufkommen und der mittleren Zuladung. Entsprechend ist im Jahr mit etwa 52.223 Transportfahrten zu rechnen, siehe **Tabelle 6-4**. Dabei wird unterstellt, dass je Transport immer eine Leerfahrt und eine Vollfahrt erfolgt. Der LKW ist also beispielsweise beim Abtransport von Kalkstein auf den Hinweg zum Steinbruch leer und nur auf dem Rückweg vom Steinbruch beladen.

**Tabelle 6-4:** Verkehrsaufkommen Transportfahrten

Transportaufgabe	Materialaufkommen	Fahrzeugart	Fahrzeugaufkommen
	[t/a]		[Fahrzeuge/a]
Abtransport Kalkstein	750.000	SKW	11.905
Interner Transport	650.000	SKW	10.318
Abtransport durch Kunden	750.000	LKW	30.000
<b>Summe</b>			<b>52.223</b>

Für den gesamten Abtransport des Kalksteins wird ein Fahrweg im Norden des Steinbruchs angesetzt, da dieser in Bezug auf die Lage der Immissionsorte zu den höchsten Immissionen führt.

## Fahrzeugcharakteristik und Verkehrsaufkommen Radlader und Bagger

Zum Aufladen des Kalksteins am Abbauort werden Bagger eingesetzt. Da diese im Bereich des jeweiligen Einsatzortes quasistationär betrieben werden, sind hier keine Fahrwegemissionen zu berücksichtigen. Hingegen fallen beim Einsatz von Radladern für den internen Materialtransport oder zum Aufsetzen von Schüttgut-Halden Fahrwegemissionen an. Bei den Vorgängen, insbesondere beim Verladen des Materials werden nur kurze Strecken zurückgelegt, konservativ wird für jede Fahrt des Radladers eine Wegstrecke von 50 m angesetzt.

Für den Radlader wird durchgehend von einem Einsatzgewicht ca. 31,6 t und einem Schaufelvolumen von 4,7 m<sup>3</sup> ausgegangen. Die Anzahl der Fahrbewegungen erfolgt unter Berücksichtigung der Transportmasse je Fahrt, die sich wiederum aus den jeweiligen Schüttdichten berechnen. Die Schüttdichte von Kalkstein wird mit 1,7 t/m<sup>3</sup> abgeschätzt, die Schüttdichte von Abraum incl. Oberboden wird mit 1,6 t/m<sup>3</sup> abgeschätzt. Demnach ergeben sich für den Radlader Transportmassen von 8,0 t bzw. 7,5 t.

**Tabelle 6-5:** Verkehrsaufkommen und Fahrwege Radlader

Transportaufgabe	Material- aufkommen [t/a]	Transport- masse [t/Fahrt]	Fahrstrecke [m/Fahrt]	Fahrzeug- aufkommen [Fahrten/a]
Transport/Aufhalden Kalkstein (Nord)	830.000	8,0	50	207.760
Transport/Aufhalden Kalkstein (Süd)	100.000	8,0	50	25.031
Abschieben Oberboden/Abraum	29.000	7,5	50	7.700
<b>Summe</b>				<b>240.491</b>

## Fahrwegemissionen

Mit Ausnahme eines Abschnittes im Zufahrtsbereich des Steinbruchs (ca. 345 m) sind sämtliche Fahrstrecken als unbefestigt im Sinne der VDI 3790 Blatt 4 zu betrachten. Für die unbefestigten Transportwege kann ein Feinkornanteil **s** von 8,3 % abgeschätzt werden /12/. Die befestigte Wegstrecke grenzt direkt an die öffentliche Straße „Möringen“. Eine Verschmutzung dieses Wegabschnittes ist nur durch eine Verschleppung von Feinkornanteilen aus dem Bereich der unbefestigten Wegstrecken möglich, wobei der Verschmutzungsgrad bis zur öffentlichen Straße abnimmt. Es wird somit im Mittel von einer „mäßigen“ Verschmutzung ausgegangen und eine Flächenbeladung **sL** von 5 g/m<sup>2</sup> abgeschätzt /12/. Im südlichen Abschnitt der befestigten Fahrwege befindet sich auf einer Länge von rund 175 m eine kontinuierlich betriebene Reifenwaschanlage. In diesem Abschnitt wird durch die durchgängige Befeuchtung eine reduzierte Flächenbeladung **sL** von 1 g/m<sup>2</sup> angesetzt /12/.

Bei der Staubaufwirbelung spielt es eine erhebliche Rolle, ob die überfahrene Strecke trocken oder durch Niederschlagsereignisse feucht ist. Dies geht in die Betrachtungen über die Regentage ein, für die es in der VDI 3790, Blatt 4 /12/ regionsbezogene Angaben gibt. Die *Anzahl der Regentage* **p** (Tage pro Jahr mit mindestens 1 mm Niederschlag) beträgt im Bereich Arnsberg-Holzen nach der

Kartendarstellung der VDI-Richtlinie zwischen 151 und 160 /12/. Angesetzt werden 155 Regentage im Jahr.

Als sehr effektive Emissions-Minderungsmaßnahme gilt die Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit. Dies kann durch die Wahl eines entsprechenden Wertes für die *Maßnahmenwirksamkeit*  $k_m$  rechnerisch berücksichtigt werden. Im Bereich des Betriebsgeländes sind wegen der Platzverhältnisse nur geringe Fahrgeschwindigkeiten zu erwarten. Die Berechnungsansätze gehen jedoch von einer mittleren Fahrgeschwindigkeit von etwa 30 km/h aus. Die VDI 3790 Blatt 4 stellt hierbei fest, dass eine Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit von 30 km/h auf 20 km/h mit einer *Maßnahmenwirksamkeit*  $k_m$  von 0,2 (also 20%) zu berücksichtigen ist. Eine weitere Reduzierung auf 10 km/h bedingt den Ansatz eines Wertes der *Maßnahmenwirksamkeit*  $k_m$  von 0,4. Für die Emissionsprognose setzen wir eine mittlere Fahrgeschwindigkeit von 20 km/h an.

Für die Fahrwege sind als zusätzliche Maßnahme zur Emissionsminderung manuelle Befeuchtungen durch z.B. Tankwagen vorgesehen. Die Befeuchtungsmaßnahmen erfolgen regelmäßig bei Trockenwetter bzw. nach Bedarf. Gemäß VDI 3790 Blatt 4 kann für manuelle Befeuchtungen eine *Maßnahmenwirksamkeit*  $k_m$  von 0,5 angesetzt werden. Eine rechnerische Kombination von Minderungsmaßnahmen wird nicht durchgeführt, um mögliche Abweichungen von den Vorgaben (z.B. Tage ohne Befeuchtung, Übertretung der Höchstgeschwindigkeit, etc.) zu berücksichtigen.

Es berechnen sich die in den nachfolgenden Tabellen angegebenen verkehrsbedingten Emissionsfaktoren. Unter Berücksichtigung der jeweiligen Wegstrecke und der Betriebszeit (4.160 h/a) können für die einzelnen Korngrößenklassen die Fahrwegemissionen berechnet werden.

**Tabelle 6-6:** Ermittlung der verkehrsbedingten Emissionsfaktoren für die LKW (befestigt)

		VDI 3940 Blatt 4			TNU
	Eingabegrößen	PM2.5	PM10	PM30	Gesamtstaub
k	Faktor Korngrößenverteilung	0.15	0.62	3.23	Gesamtstaub = 10*PM10
sL	PM75 - Fraktion im Belag [g/m <sup>2</sup> ]	5	5	5	
W	Gewicht des Fahrzeugs [t]	32,5	32,5	32,5	
p	Anzahl Regentage	155	155	155	
EF	Emissionsfaktor [g/m <sup>3</sup> *FZ]	0,021	0,089	0,462	0,887
Emissionsfaktoren Ausbreitungsrechnung		pm-1	pm-2	pm-3	pm-4
		0,021	0,067	0,373	0,425
Korngrößenverteilung		2%	8%	42%	48%

**Tabelle 6-7:** Ermittlung der verkehrsbedingten Emissionsfaktoren für die LKW (befestigt und befeuchtet)

		VDI 3940 Blatt 4			TNU
	Eingabegrößen	PM2.5	PM10	PM30	Gesamtstaub
k	Faktor Korngrößenverteilung	0.15	0.62	3.23	Gesamtstaub = 10*PM10
sL	PM75 - Fraktion im Belag [g/m <sup>2</sup> ]	5	5	5	
W	Gewicht des Fahrzeugs [t]	32,5	32,5	32,5	
p	Anzahl Regentage	155	155	155	
EF	Emissionsfaktor [g/m*FZ]	0,005	0,020	0,107	0,205
Emissionsfaktoren Ausbreitungsrechnung					
		<b>pm-1</b>	<b>pm-2</b>	<b>pm-3</b>	<b>pm-4</b>
		0,005	0,016	0,086	0,098
Korngrößenverteilung		2%	8%	42%	48%

**Tabelle 6-8:** Ermittlung der verkehrsbedingten Emissionsfaktoren für die LKW (unbefestigt)

		VDI 3940 Blatt 4			TNU
	Eingabegrößen	PM2.5	PM10	PM30	Gesamtstaub
k	Faktor Korngrößenverteilung	0,042	0,42	1,38	Gesamtstaub = 10*PM10
sL	PM75 - Fraktion im Belag [%]	8,3	8,3	8,3	
W	Gewicht des Fahrzeugs [t]	32,5	32,5	32,5	
p	Anzahl Regentage	155	155	155	
a	Exponent	0,9	0,9	0,7	
b	Exponent	0,45	0,45	0,45	
EF	Emissionsfaktor [g/m*FZ]	0,053	0,5313	1,879	5,313
Emissionsfaktoren Ausbreitungsrechnung					
		<b>pm-1</b>	<b>pm-2</b>	<b>pm-3</b>	<b>pm-4</b>
		0,05313	0,478	1,348	3,434
Korngrößenverteilung		1%	9%	25%	65%

**Tabelle 6-9:** Ermittlung der verkehrsbedingten Emissionsfaktoren für die SKW (unbefestigt)

		VDI 3940 Blatt 4			TNU
	Eingabegrößen	PM2.5	PM10	PM30	Gesamtstaub
k	Faktor Korngrößenverteilung	0,042	0,42	1,38	Gesamtstaub = 10*PM10
sL	PM75 - Fraktion im Belag [%]	8,3	8,3	8,3	
W	Gewicht des Fahrzeugs [t]	81,7	81,7	81,7	
p	Anzahl Regentage	155	155	155	
a	Exponent	0,9	0,9	0,7	
b	Exponent	0,45	0,45	0,45	
EF	Emissionsfaktor [g/m*FZ]	0,080	0,8044	2,845	8,044
Emissionsfaktoren Ausbreitungsrechnung		<b>pm-1</b>	<b>pm-2</b>	<b>pm-3</b>	<b>pm-4</b>
		0,08044	0,724	2,041	5,199
Korngrößenverteilung		1%	9%	25%	65%

**Tabelle 6-10:** Ermittlung der verkehrsbedingten Emissionsfaktoren für die Radlader (unbefestigt)

		VDI 3940 Blatt 4			TNU
	Eingabegrößen	PM2.5	PM10	PM30	Gesamtstaub
k	Faktor Korngrößenverteilung	0,042	0,42	1,38	Gesamtstaub = 10*PM10
sL	PM75 - Fraktion im Belag [%]	8,3	8,3	8,3	
W	Gewicht des Fahrzeugs [t]	31,6	31,6	31,6	
p	Anzahl Regentage	155	155	155	
a	Exponent	0,9	0,9	0,7	
b	Exponent	0,45	0,45	0,45	
EF	Emissionsfaktor [g/m*FZ]	0,052	0,5246	1,856	5,246
Emissionsfaktoren Ausbreitungsrechnung		<b>pm-1</b>	<b>pm-2</b>	<b>pm-3</b>	<b>pm-4</b>
		0,05246	0,472	1,331	3,390
Korngrößenverteilung		1%	9%	25%	65%

Die Emissionen durch Fahrbewegungen sind in der folgenden **Tabelle 6-11** zusammengefasst aufgeführt.

**Tabelle 6-11: Staubemissionen durch Fahrbewegungen bei 4.160 Betriebsstunden**

				Emissionen (unter Berücksichtigung von $K_M = 0,2$ )			
	Länge (Hin- und Rückfahrt)		Anzahl	pm-1	pm-2	pm-3	pm-4
Beschreibung Fahr- weg	m	Fahr- zeug	N	g/s	g/s	g/s	g/s
SKW Abholung von Sprengort zu Brecher	800	SKW	23.810	8,197E-02	7,366E-01	2,077E+00	5,290E+00
SKW Abholung von Sprengort zu Brecher	340	SKW	23.810	3,484E-02	3,131E-01	8,825E-01	2,248E+00
Radlader Halden nördlich Umverteilung	50	Radlader	207.760	2,918E-02	2,620E-01	7,386E-01	1,881E+00
Radlader Halden südlich Umverteilung	50	Radlader	25.031	3,515E-03	3,157E-02	8,899E-02	2,267E-01
Abholung Kunden LKW nördlich + südlich (befestigt)	170	LKW	60.000	2,767E-03	8,466E-03	4,701E-02	5,349E-02
Abholung Kunden LKW südlich (befestigt)	175	LKW	8.000	3,798E-04	1,162E-03	6,452E-03	7,342E-03
Interner Materialtransport 650.000 t	175	SKW	20.635	2,472E-03	7,674E-03	4,262E-02	4,850E-02
Abholung Kunden LKW südlich (unbefestigt)	150	LKW	8.000	3,413E-03	3,065E-02	8,640E-02	2,201E-01
Interner Materialtransport 650.000 t	150	SKW	20.635	1,332E-02	1,197E-01	3,374E-01	8,596E-01
Abholung Kunden LKW nördlich (unbefestigt)	50	LKW	52.000	7,395E-03	6,641E-02	1,872E-01	4,769E-01
Interner Materialtransport 650.000 t	50	SKW	20.635	4,440E-03	3,990E-02	1,125E-01	2,865E-01
Abschieben Oberboden / Abraum	50	Radlader	7.700	1,081E-03	9,710E-03	2,737E-02	6,973E-02

#### 6.2.4 Staubemissionen durch Behandlung

Betrachtet werden an dieser Stelle die Staubemissionen bei der Behandlung der Einsatzstoffe durch stationäre Zerkleinerungsaggregate sowie stationäre Siebanlagen. Die Staubemissionen entstehen hierbei bei der Aufgabe der Inputstoffe, dem eigentlichen Behandlungsvorgang sowie dem Abwurf des Behandlungsgutes auf Halde bzw. durch Bandübergänge.

Der Ansatz der Staubemissionen aus Brechen und Sieben beruht auf Untersuchungen der EPA (Umweltschutzbehörde der USA) für die Aufbereitung von Steinen /14/.

Für das Brechen wird ein Emissionsfaktor von 0,0012 kg  $PM_{10}$  je Tonne gebrochenen Gutes genannt. Für das Sieben bzw. Klassieren von trockenem Material ist ein  $PM_{10}$ -Emissionsfaktor von 0,0043 kg/t aufgeführt. Für Gesamtstaub werden die entsprechenden Emissionsfaktoren in Höhe von 0,0027 kg/t für Brechvorgänge und von 0,0125 kg/t für Siebvorgänge angesetzt.

Es ist vorgesehen, jährlich 750.000 t Kalkstein zu behandeln. Es wird davon ausgegangen, dass das gesamte zur Behandlung vorgesehene Material sowohl zerkleinert als auch gesiebt wird. Der Materialübergang erfolgt hierbei mittels Förderbändern. Die Gesamtanlage besteht aus insgesamt

drei Brecher- und Siebanlagen, die Abluft der ersten beiden Brech- und Siebanlagen wird je einer Entstaubungsanlage zugeführt und über Dach abgeleitet. Alle Behandlungsanlagen sind vollständig eingehaust.

Für die Emissionsprognose wird davon ausgegangen, dass die Behandlungsvorgänge kontinuierlich über die gesamte Betriebszeit stattfinden.

In der **Tabelle 6-12** und **Tabelle 6-13** die entsprechend den vorgenannten Randbedingungen berechneten Staubemissionen durch Behandlungsvorgänge aufgeführt.

**Tabelle 6-12:** Emissionen Behandlungsaggregate

Beschreibung Tätigkeit		Masse	Emis-sions-faktor	Emis-sion	Betriebs-Stunden	Emission pro Betriebs-stunde
		M	EF Gesamtstaub			
		[t/a]	[kg/t]	[kg/a]	[h/a]	[g/h]
Brecheranlage 3	Gesamtstaub	75000	0,0027	202,5	4160	49
Brecheranlage 3	PM <sub>10</sub>	75000	0,0012	90	4160	22
Siebanlage 3	Gesamtstaub	75000	0,0125	937,5	4160	225
Siebanlage 3	PM <sub>10</sub>	75000	0,0043	322,5	4160	78

**Tabelle 6-13:** Emissionen Entstaubung der Behandlungsanlagen

	Emissionswert	Abluftvolumen, trocken	Massenstrom	Ableithöhe
	[mg/m <sup>3</sup> ]	[Nm <sup>3</sup> /h]	[kg/h]	[m]
Entstaubung 1	20	ca. 16.950	0,339	8
Entstaubung 2	20	ca. 28.580	0,572	16

### 6.2.5 Staubemissionen durch Abwehung

Weitere Staubemissionen können durch Abwehungen an freien Oberflächen entstehen. Die Staubemissionen durch Abwehungen werden durch Materialeigenschaften und meteorologische Einflüsse bestimmt. Wesentlich sind dabei:

- die Korngröße des Materials,
- der Feuchtegehalt der obersten Materialschicht,
- die Windgeschwindigkeit,
- die Größe und Form der Oberfläche,
- das Staub-“Angebot” an der Oberfläche, das bei einer hohen Umschlagsrate ( $\geq 10/a$ ) und durch Befahren ständig “erneuert” wird.

Im Auftrag der VGB PowerTech e.V. wurden an Steinkohlehalden umfangreiche Messungen durchgeführt /15/. Die Ergebnisse zeigen, dass die PM<sub>10</sub>-Immissionen durchweg gering sind. Relevante Abwehungen finden ab Windgeschwindigkeiten von ca. 2,5 m/s statt.

Die Staubneigung für feuchte Steinkohle wird in der VDI 3790 Blatt 3 als „nicht wahrnehmbar“ eingestuft. Für weitere Schüttgüter kann mit den Einstufungen nach Anhang A und B der VDI 3790 Blatt 3 die Haldenabwehungen abgeschätzt werden. Hierbei sind die folgenden Abwehungs-faktoren nach der jeweiligen Staubneigung anzusetzen. Die Abstufungen erfolgen gemäß **Tabelle 6-14**.

**Tabelle 6-14:** Abwehungs-faktoren in Abhängigkeit der Staubneigung

Materialeigenschaft optische Staubneigung	Abwehungs-faktor in g/(m <sup>2</sup> h)
stark staubend	0,443
(mittel) staubend	0,140
schwach staubend	0,044
Staub nicht wahrnehmbar	0,014

Gemäß der Klassifizierung der behandelten Materialien können Kalkstein oder die mineralischen Bauabfälle als „schwach staubend“ eingestuft werden. Demnach würde sich für die Abwehung ein PM<sub>10</sub>-Emissionsfaktor von 0,044 g/(m<sup>2</sup>\*h) ergeben. Aktuelle Messungen in Kalksteinbrüchen zeigen jedoch für PM<sub>10</sub> Emissionsfaktoren zwischen 0,007 g/(m<sup>2</sup>\*h) und 0,009 g/(m<sup>2</sup>\*h). Für die Emissionsprognose erfolgt aus diesem Grund die Festlegung eines Emissionsfaktors von 0,014 g/(m<sup>2</sup>\*h) für PM<sub>10</sub>.

Relevante Windabwehungen finden nur statt, wenn entsprechend abwehungs-fähiges Material zur Verfügung steht. Bei der Windabwehung handelt es sich zudem um einen zeitlich instationären Vorgang, da im Falle eines relevanten Windeinflusses der abwehbare Materialanteil weggeblasen wird und die Emissionsrate dann absinkt. So geht man z.B. davon aus, dass bei Schüttgut-Lagerhalden mindestens 10 Umschläge im Jahr stattfinden müssen, um eine relevante Staubemission durch Abwehung zu bewirken /10/. Flächen mit Bewuchs oder offene aber brachliegende Flächen ohne mechanische Einwirkung sind somit nicht emissionsrelevant.

Konservativ wird die gesamte Grundfläche aller Halden von ca. 5.480 m<sup>2</sup> im Norden und 4.225 m<sup>2</sup> im Süden als aktiv genutzte Fläche betrachtet.

Eine Befeuchtung durch Niederschläge mindert die Staubfreisetzung. Es wird unter Berücksichtigung der Tage mit relevanten Niederschlägen mit verminderter Staubemission an 155 Tagen im Jahr ausgegangen. Der Emissionsfaktor wird entsprechend korrigiert.

Unterhalb einer Windgeschwindigkeit von ca. 4 m/s bis 5 m/s (gemessen in 10 m Höhe) kommt es praktisch zu keinen Abwehungen. Bei Jahresmittelwerten der Windgeschwindigkeit von weniger als 2 m/s bis 3 m/s kann der Anteil von Staubabwehungen an der Gesamtstaubemission in der Regel vernachlässigt werden /7/, /15/.

Gemäß der verwendeten Windstatistik ist am Standort in etwa 72 % der Jahresstunden mit Windgeschwindigkeiten > 2,4 m/s zu rechnen (siehe **Abbildung 7-4**). Die Emissionen werden für die Ausbreitungsrechnung über eine entsprechende „Meteo-Matrix“ wiedergegeben, d.h. nur in den zeitlichen Abschnitten mit Windgeschwindigkeiten ab 2,4 m/s werden die ausgewiesenen Emissionen berücksichtigt.

Es ergeben sich die in **Tabelle 6-15** aufgeführten Staubemissionen, die zu jeweils 50 % auf die beiden Korngrößenklassen 1 und 2 aufgeteilt werden.

**Tabelle 6-15:** Staubemissionen durch Abwehungen

Beschreibung	Relevante Oberfläche Halde [m <sup>2</sup> ]	Tage mit Regen [d]	Emissions-Faktor [g/(m <sup>2</sup> *h) ]	Emission [g/h]	Staub Klasse 1 [g/s]	Staub Klasse 2 [g/s]
Abwehung Nord	5.446	155	0,014	59	0,01059	0,01059
Abwehung Süd	4.225	155	0,014	76	0,00822	0,00822

## 7 Immissionen

### 7.1 Ausbreitungsrechnung

#### 7.1.1 Ausbreitungsmodell

Die Ausbreitungsrechnungen wurden mit dem Programmsystem AUSTAL durchgeführt. Es wurde die Programmversion 3.1.2-WI-X vom 09.08.2021 verwendet. Das Modell berechnet die Ausbreitung von Spurenstoffen in der Atmosphäre, indem für eine Gruppe repräsentativer Stoffteilchen der Transport und die turbulente Diffusion auf dem Computer simuliert wird (Lagrange-Simulation). Es stellt das offizielle Referenzmodell der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) dar. Die verwendete AUSTAL-Programmversion 3 bezieht sich auf die TA Luft 2021 /3/ und ist Nachfolger von AUSTAL2000, welche sich noch auf die TA Luft 2002 /2/ bezieht.

#### 7.1.2 Rechengitter

Gemäß Nr. 8 des Anhangs 2 der TA Luft /3/ umfasst das Rechengebiet das Innere eines Kreises um den Ort der Quelle, dessen Radius das 50fache der Schornsteinbauhöhe ist. Als kleinster Radius ist 1 km zu wählen. Tragen mehrere Quellen zur Zusatzbelastung bei, dann besteht das Rechengebiet aus der Vereinigung der Rechengebiete der einzelnen Quellen. Das Immissionsmaximum muss im Rechengebiet enthalten sein. Das Raster zur Berechnung von Konzentration und Deposition ist so zu wählen, dass Ort und Betrag der Immissionsmaxima mit hinreichender Sicherheit bestimmt werden können. Dies ist in der Regel der Fall, wenn die horizontale Maschenweite die Schornsteinbauhöhe nicht überschreitet. In Quellentfernungen größer als das 10fache der Schornsteinbauhöhe kann die horizontale Maschenweite proportional größer gewählt werden.

Im vorliegenden Fall sind auf Grund der bodennahen diffusen Emissionen die höchsten Immissionen in der näheren Umgebung der Anlage zu erwarten. Daraus folgt ein Beurteilungsgebiet mit einem Radius von mindestens 1.000 m. Das gewählte Rechengitter beinhaltet das Untersuchungsgebiet sowie alle relevanten Quellen und Immissionsorte sowie den Ort des Immissionsmaximums. Das so erstellte Rechengitter hat die in **Tabelle 7-1** dargestellten Ausmaße.

**Tabelle 7-1: Rechengitter**

Rechengitter (Stufe)			1	2	3
Maschenweite	dd	[m]	16	32	64
westlicher Rand	x0	[m]	32422665	32422281	32422025
südlicher Rand	y0	[m]	5694114	5693730	5693410
Anzahl Zellen in x-Richtung	nx		102	74	44
Anzahl Zellen in y-Richtung	ny		108	78	50
Ausdehnung in x-Richtung		[m]	1632	2368	2816
Ausdehnung in y-Richtung		[m]	1728	2496	3200

(Koordinatenangaben UTM, WGS84)

### 7.1.3 Berücksichtigung von Gebäudeeinflüssen

Gebäude können die Luftströmung beeinflussen. Beim Anströmen eines Hindernisses wird die Luft nach oben und zur Seite abgedrängt. Bei der Umströmung bildet sich vor dem Hindernis ein Stauwirbel und hinter dem Hindernis ein Rezirkulationsgebiet. Wenn Abgase in diesen Bereichen emittiert werden oder auf dem Ausbreitungsweg in diesen Bereich gelangen, werden sie in Richtung Erdboden transportiert, was zu einer Erhöhung der Konzentration von Luftbeimengungen in Bodennähe führen kann.

Einflüsse von Bebauung auf die Immissionen im Rechengelände sind gemäß TA Luft, Anhang 2 Nr. 11 /3/ zu berücksichtigen. Maßgeblich für die Wahl der Vorgehensweise zur Berücksichtigung der Bebauung sind alle Gebäude, deren Abstand von der Emissionsquelle geringer ist als das 6fache der Schornsteinbauhöhe.

Im Bereich der Emissionsquellen des Steinbruchs sind keine relevanten Einflüsse durch Gebäude vorhanden. Die Einflüsse des umgebenden Bewuchses werden durch die Wahl einer entsprechenden Rauigkeitslänge wiedergegeben.

### 7.1.4 Berücksichtigung von Geländeeinflüssen

Über horizontal homogenem Gelände ohne Hindernisse und mit einheitlicher Rauigkeit stellt sich ein vertikales Windprofil ein, das von der Strömungsrichtung und Strömungsgeschwindigkeit oberhalb der planetaren Grenzschicht (500 m bis 2.000 m Höhe), der Bodenrauigkeit und der Stabilität der Schichtung abhängt. Die Windgeschwindigkeit nimmt im Allgemeinen mit der Höhe zu, und der Wind dreht nach rechts. Durch Hindernisse kann diese Strömung beträchtlich modifiziert werden. Durch Wechselwirkungen entstehen bei weniger einfachen oder mehreren Hindernissen bis hin zu Stadtgebieten oder Industrieanlagen sehr komplexe Strömungsmuster.

Entsprechend TA Luft, Anhang 2 Nr. 12 /3/ sind Geländeunebenheiten zu berücksichtigen, falls innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7fachen der Schornsteinbauhöhe und Steigungen von mehr als 1:20 (0,05) auftreten. Ein mesoskaliges diagnostisches Windfeldmodell (z.B. TALdia) kann i.d.R. eingesetzt werden, wenn die Steigung des Geländes den Wert 1:5 (0,20) nicht überschreitet und wesentliche Einflüsse von lokalen Windsystemen oder anderen meteorologischen Besonderheiten ausgeschlossen werden können.

Im vorliegenden Fall liegen auf Grund der Abbruchwände Bereiche mit einer sehr hohen Steigung vor, welche das Steigungskriterium der TA Luft deutlich überschreiten. Konservativ werden die Abbruchwände vernachlässigt und das Gebiet des Steinbruchs als eben angesehen. Die umliegende Topographie wird mittels des in AUSTAL implementierten, diagnostischen Windfeldmodells TALdia berücksichtigt. Es kann davon ausgegangen werden, dass aufgrund dieser Vorgehensweise die Immissionen an den Beurteilungspunkten deutlich überschätzt werden.

### **7.1.5 Rauigkeitslänge**

Die Bodenrauigkeit des Geländes wird durch eine mittlere Rauigkeitslänge  $z_0$  beschrieben. Sie ist nach Tabelle 15 in Anhang 2 der TA Luft /3/ aus den Landnutzungsklassen des Landbedeckungsmodells Deutschland (LBM-DE) für ein kreisförmiges Gebiet um den Schornstein zu bestimmen, dessen Radius das 10fache der Bauhöhe des Schornsteins beträgt. Als Mindestradius wird 200 m empfohlen. Bei diffusen Quellen ist gemäß VDI 3783, Bl. 13 /16/ eine Bauhöhe von mindestens 10 m anzusetzen. Sofern Gebäude modellhaft berücksichtigt werden (siehe nachfolgendes Kapitel) sollten diese nicht für die Bestimmung der Rauigkeitslänge einbezogen werden. Die gemäß den „Landnutzungsklassen des Landbedeckungsmodells Deutschland“ festgelegten Werte sind entsprechend zu korrigieren.

Die offenen Bereiche des Steinbruchs weisen eine geringe Rauigkeitslänge auf, gemäß den Landnutzungsklassen ist hierbei eine Rauigkeitslänge von 0,05 m zu berücksichtigen. Rings um den derzeitigen Abbaubereich herum befinden sich landwirtschaftlich genutzt Flächen für die eine Rauigkeitslänge von 0,1 m anzusetzen ist. Vereinzelt sowie in etwas größerem Abstand befinden sich Misch- und Laubwälder mit einer Rauigkeitslänge von 1,5 m bzw. 2,0 m in der Umgebung des Steinbruchs. Im Mittel beträgt die umliegende Rauigkeitslänge rund 0,5 m. Da die steilen Abbruchwände des Steinbruchs in der Ausbreitungsrechnung unberücksichtigt bleiben, wird eine Rauigkeitslänge von 1,0 m in der Ausbreitungsrechnung angesetzt.

### **7.1.6 Genauigkeitsklasse**

Die mittels Ausbreitungsrechnung mit Lagrange'schen Partikelmodellen ermittelten Immissionskenngrößen besitzen eine statistische Unsicherheit, die in direktem Zusammenhang mit der angesetzten Partikelzahl steht. Die berechneten Immissionswerte sind – mit Ausnahme der Maximalwerte – um diese statistische Unsicherheit zu erhöhen. Gemäß Anhang 2, Nr. 10 der TA Luft ist außerdem sicherzustellen, dass die statistische Unsicherheit 3,0 von Hundert des Immissionsjahreswertes nicht überschreitet.

Der höchste statistische Stichprobenfehler, der vom Modellsystem AUSTAL ausgewiesen wird, liegt bei 100 % des jeweiligen Rechenwertes. Wenn bei Stoffen mit einer Irrelevanz von 3 vom Hundert des Jahres-Immissionswertes die Irrelevanzkriterien eingehalten sind, ist die maximal mögliche statistische Unsicherheit daher ebenfalls kleiner als 3 vom Hundert des Jahres-Immissionswert. Die Anforderungen des Anhang 2, Nr. 10 der TA Luft sind also (bei Stoffen mit einer Irrelevanz von 3 vom Hundert) bei irrelevanter Zusatzbelastung eingehalten.

Die Partikelzahl wird über die Wahl der Qualitätsstufe der Ausbreitungsrechnung bestimmt. Als Genauigkeitsklasse wird der Wert **qs = 1** gewählt. Dies ist aufgrund der Verteilung und der Anzahl der Quellen im Untersuchungsgebiet sachgerecht. Die Vorgaben zur statistischen Unsicherheit werden eingehalten (vgl. Kapitel 7.7).

### 7.1.7 Korngrößenverteilung

Der Anteil der Partikel < 10 µm (PM<sub>10</sub>) bei Schüttgütern wie sie hier betrachtet werden, beträgt an den Gesamtstaubemissionen lt. dem Hintergrundpapier zum Thema Staub/Feinstaub für den Schüttgutumschlag vom Umweltbundesamt allgemein 20 % /17/. Der PM<sub>10</sub>-Anteil liegt in der Praxis bei Schüttgütern die hier in Rede stehen nach unserer Erfahrung deutlich darunter. Nachfolgend wird der Anteil an PM<sub>10</sub> als Annahme zur sicheren Seite mit 20 % angesetzt. Für die Klassierung nach TA Luft Anhang 2 Nr. 4 werden die Korngrößenklasse *unbekannt* - mit 80 % und die Korngrößenklassen 1 und 2 mit jeweils 10 % angenommen.

Zum Ansatz der Korngrößenverteilung bei Fahremissionen oder bei Behandlungsvorgängen wird auf die entsprechenden Kapitel verwiesen (s. Kapitel 6.2.3 bzw. 6.2.4).

**Tabelle 7-2:** Korngrößenverteilung der Staubemissionen

Korngrößenklasse	pm-1	pm-2	pm-3	pm-4	pm-u
Bereich Korngröße in µm	< 2,5	2,5 – 10	10 – 50	> 50	-
Depositionsgeschwindigkeit <sup>1)</sup> in m/s	0,001	0,01	0,05	0,2	0,07
Sedimentationsgeschwindigkeit <sup>2)</sup> in m/s	0,00	0,00	0,04	0,15	0,06
Einheit	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Umschlagvorgänge	10%	10%	-	-	80%
Behandlung	12,5%	12,5%	-	-	75%
Verkehr	2%	8%	42%	48%	-
Windabwehungen	50%	50%	-	-	-

<sup>1)</sup> Die Depositionsgeschwindigkeit beschreibt die Widerstände der Aerodynamik (Turbulenz in der Grenzschicht), des Transportes unmittelbar oberhalb der Oberfläche und den der Oberfläche (Absorptionsverhalten Oberfläche und Spurenstoff)

<sup>2)</sup> Absinkgeschwindigkeit infolge der Schwerkraft

### 7.1.8 Quellkonfiguration

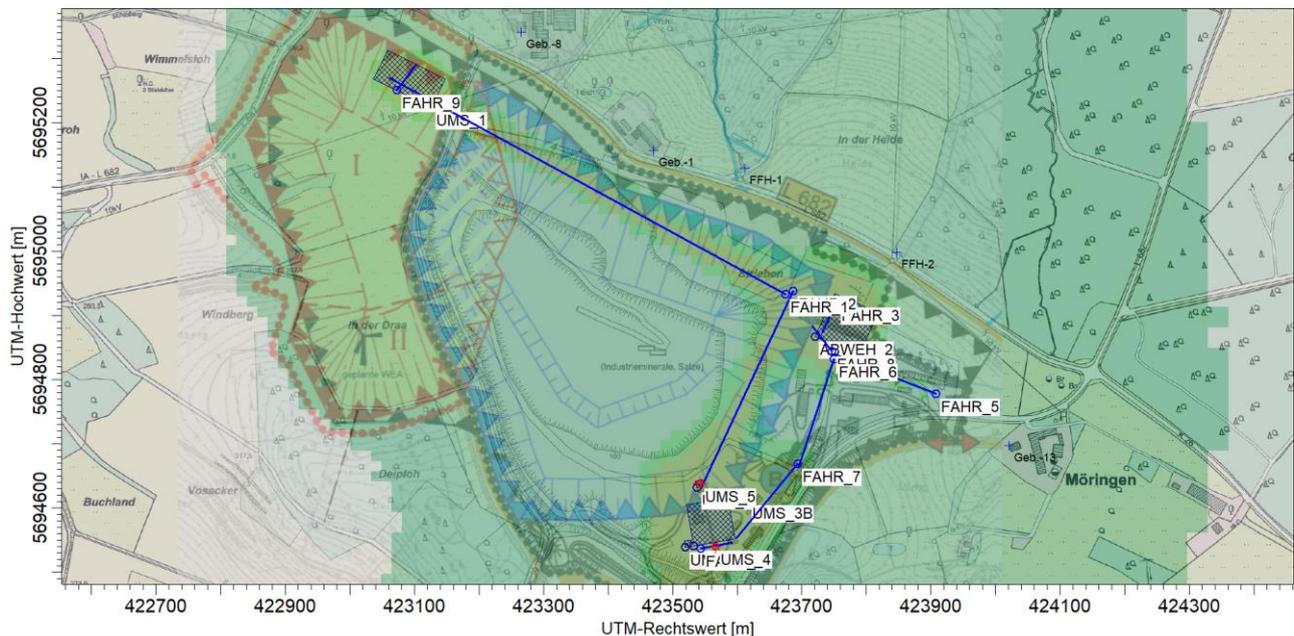
Die Festlegung der Quellgeometrie ist Grundlage für die Modellierung und Implementierung der Emissionsquellen in das Ausbreitungsmodell sowie für die Interpretation der Ergebnisse der Immissionsprognose. Die Quellgeometrie beeinflusst signifikant das Ausbreitungsverhalten von Emissionen in der Atmosphäre. Hierbei werden die in der Praxis vorkommenden Quellformen, wie z.B. geführte Quellen in Form von Kaminen, nicht geführte Quellen in Form von Halden, Fahrwegen oder anderen flächenhaft ausgeprägten Quellen, in Punkt-, Linien-, Flächen oder Volumenquellen umgesetzt. Folgende Konfiguration wurde angesetzt.

Die Lage der Emissionsquellen wurde konservativ festgelegt, sie stellen im Umfang der Betriebstätigkeit sowie der Nähe zu den Immissionsorten die im Sinne der Immissionsbelastung ungünstigste Betriebssituation dar.

Die Fahrwege für den Transportverkehr werden als Linienquellen mit einer Höhe von 1,5 m über Grund dargestellt, die Entstaubungsanlagen der Behandlung werden als Punktquellen mit ihrer realen Höhe angesetzt. Alle weiteren Emissionsquellen werden als Volumenquellen umgesetzt.

Quellen-Liste				
Nr.	Aktiv	Quelle ID	Quellentyp	Beschreibung
1	<input checked="" type="checkbox"/>	FAHR_1	LINE	Fahrweg_Steinbruch_Muldenfahrzeuge
2	<input checked="" type="checkbox"/>	FAHR_2	LINE	Fahrweg_Brecher
3	<input checked="" type="checkbox"/>	UMS_1	VOLUMEN	Sprengung, Aufnahme von Bagger, Abwurf von Bagger auf LKW
4	<input checked="" type="checkbox"/>	UMS_2	VOLUMEN	Dumper Abwurf auf Brecher, alle Brechvorgänge, alle Siebvorgänge in Anlage
5	<input checked="" type="checkbox"/>	UMS_3	VOLUMEN	Abwurf Band auf Halde doppelt gebrochen + Umschlagvorgänge
6	<input checked="" type="checkbox"/>	FAHR_3	LINE	Fahrweg Abholung von Haldenmaterial nördlich
7	<input checked="" type="checkbox"/>	FAHR_4	LINE	Fahrweg Abholung Material südlich
8	<input checked="" type="checkbox"/>	ABWEH_2	VOLUMEN	Abwehung der nördlichen Halden
9	<input checked="" type="checkbox"/>	ABWEH_1	VOLUMEN	Abwehung der südlichen Halden
10	<input checked="" type="checkbox"/>	UMS_4	PUNKT	Nachbrecher
11	<input checked="" type="checkbox"/>	UMS_5	PUNKT	Vorbrecher
12	<input checked="" type="checkbox"/>	FAHR_5	LINE	Abholung durch Kunde nördlich + südlich
13	<input checked="" type="checkbox"/>	FAHR_6	LINE	Abholung durch Kunde südliche Halden (befestigt)
14	<input checked="" type="checkbox"/>	FAHR_7	LINE	Abholung durch Kunden südliche Halden
15	<input checked="" type="checkbox"/>	FAHR_8	LINE	Abholung durch Kunde nördlich Halden (unbefestigt)
16	<input checked="" type="checkbox"/>	FAHR_9	LINE	Fahrweg abschieben
17	<input checked="" type="checkbox"/>	UMS_3B	VOLUMEN	Abwurf 3fach gebrochen + Umschlagvorgänge
18	<input checked="" type="checkbox"/>	UMS_6	VOLUMEN	Abwehung der nördlichen Halden

**Abbildung 7-1:** Quellkonfiguration



**Abbildung 7-2:** Quellenplan – Gesamt

## 7.2 Meteorologische Daten

Für die Berechnung der Immissionen werden meteorologische Daten benötigt, die für den Standort ausreichend repräsentativ sind. Diese Daten enthalten Angaben über die Häufigkeit der Ausbreitungsverhältnisse in den unteren Luftschichten, die durch Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der Atmosphäre definiert sind. Die Ausbreitungsrechnungen erfordern diese Daten als Jahreszeitreihe oder als Auswertung einer mehrjährigen Datenreihe.

Für den Bereich des betrachteten Anlagenstandortes selbst liegen solche Daten nicht vor. Die Anforderungen der TA Luft sehen für diesen Fall die Verwendung der meteorologischen Daten einer geeigneten Station vor. Dafür ist die Übertragbarkeit der Daten auf den Standort der Anlage dahingehend zu prüfen, ob die Daten für diesen Standort charakteristisch sind.

Im Auftrag der TÜV Nord Umweltschutz GmbH & Co. KG erfolgte durch die ifU GmbH eine detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft /8/. Im Ergebnis ist festzustellen, dass die Messdaten der Station des Deutschen Wetterdienstes (DWD) in Arnshausen nach den geprüften Kriterien am ehesten geeignet sind, die Windverhältnisse am Standort des Steinbruchs wiederzugeben.

Die Wetterstation Arnshausen liegt etwa 8 km nordöstlich des Anlagenstandortes und befindet sich auf einem Höhenzug zwischen dem Röhrtal zur Linken und dem Ruhrtal zur Rechten.

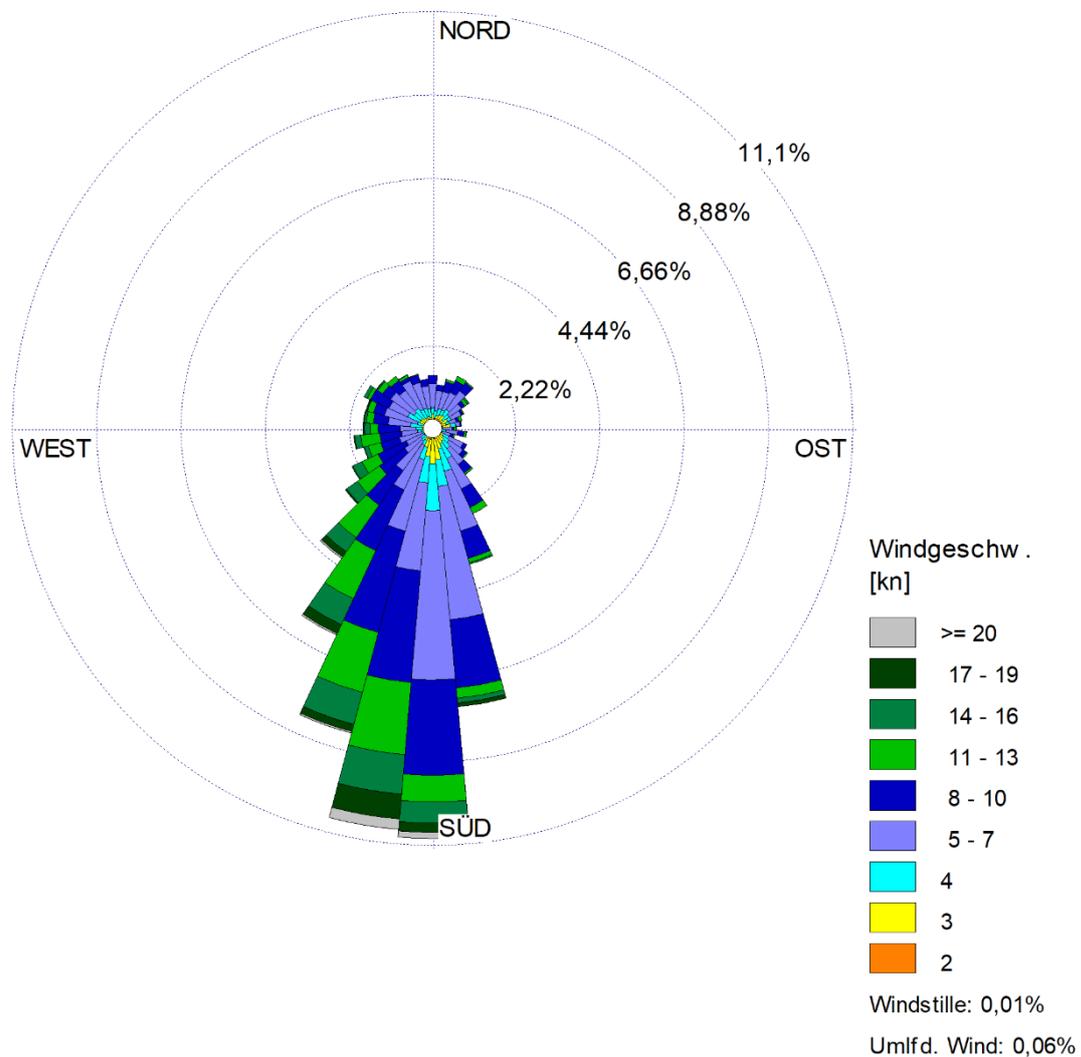
Im Auftrag der TÜV Nord Umweltschutz GmbH & Co. KG erfolgte ebenfalls durch die ifU GmbH die Ermittlung des repräsentativen Jahres für die ausgewählte Station /8/. Es wurde der Gesamtzeitraum vom 01.01.2006 bis zu 31.12.2015 betrachtet. Gemäß TA Luft ist neben der trockenen Deposition auch die feuchte Deposition (Staubniederschlag) zu bestimmen, in dem auf einen Datensatz des Umweltbundesamtes zur stündlichen Niederschlagsmenge zurückgegriffen wird (RESTNI-

Datensatz). Die durch das Umweltbundesamt zur Verfügung gestellten Daten umfassen nur den Zeiträume 2006 bis 2015, so dass die Ermittlung des repräsentativen Jahres sich auch nur auf den Gesamtzeitraum vom 01.01.2006 bis zum 31.12.2015 erstreckt.

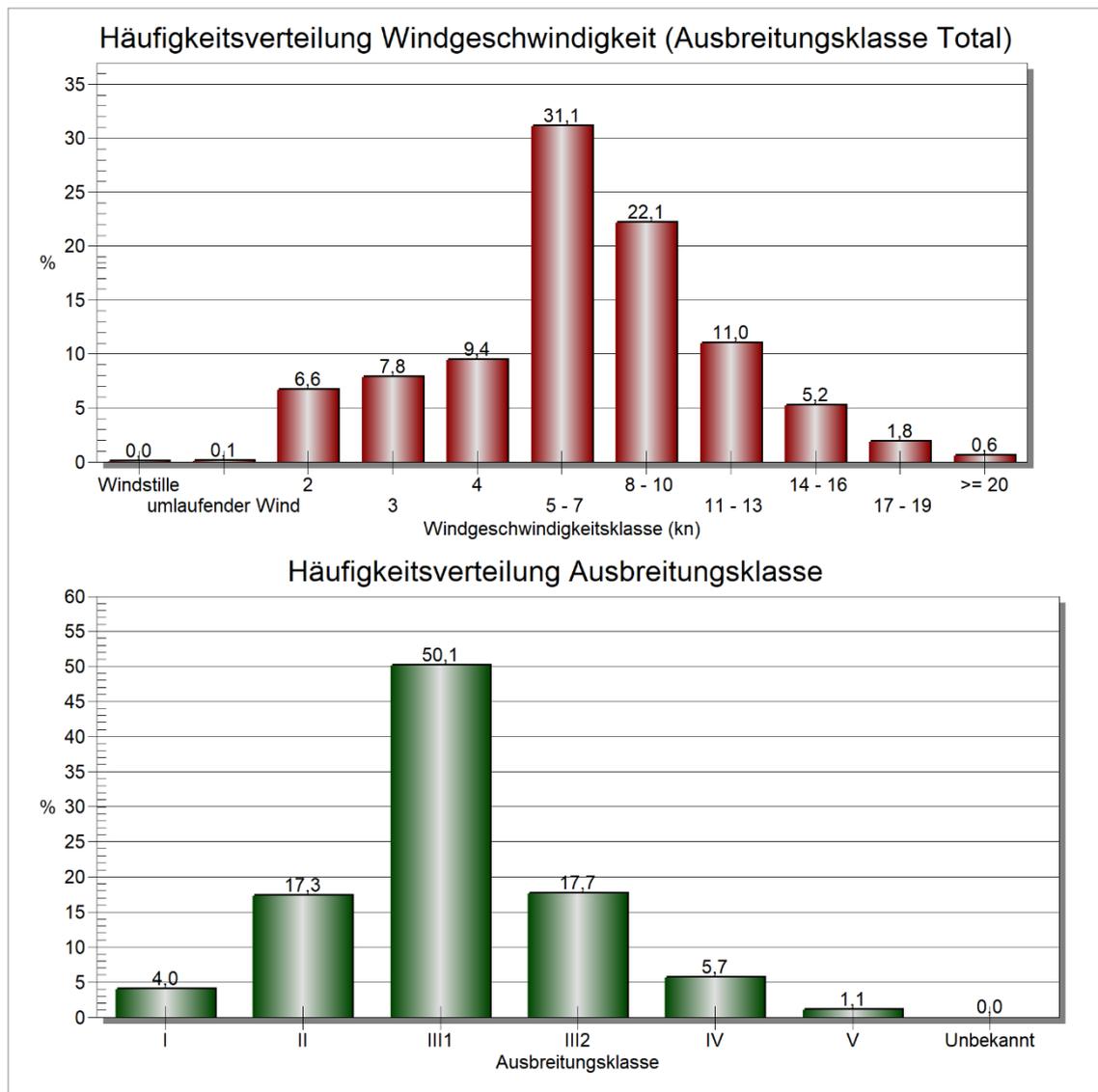
Als repräsentatives Jahr wurde der Zeitraum 01.01.2014 bis zum 31.12.2014 bestimmt. Die Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen ist in **Abbildung 7-3** wiedergegeben, die Häufigkeitsverteilung von Windgeschwindigkeiten und Ausbreitungsklassen in **Abbildung 7-4**.

Zur Wiedergabe der Niederschläge wird auf die regionalisierten Niederschlagsmengen für den Standort 32478563 und 5719472 im RESTNI-Datensatz zurückgegriffen. Für den ausgewählten Jahreszeitraum beträgt die Niederschlagsmenge des Standortes 1.064 mm. Um für die Jahreszeitreihe eine langjährige zeitliche Repräsentativität zu gewährleisten, wird jede gemessene stündliche Niederschlagsmenge mit einem Skalierungsfaktor von 1,046 multipliziert. Damit wird erreicht, dass die bereitgestellte Jahreszeitreihe in Summe die gleiche Niederschlagsmenge wie der langjährige Durchschnitt aufweist, die Niederschlagsereignisse aber dennoch stundengenau angesetzt werden können.

Es erfolgt eine Festlegung eines Ersatzanemometerstandortes etwa 1,4 km südwestlich des Steinbruchs auf der Kuppe des Ebbergs mit einer Höhe von rund 390 m ü. NN. ( $x_a$ : 422250,  $y_a$ : 5693850). Für diesen Bereich ist auf Grund der Hügellage von einer ungestörten Anströmung auszugehen. Strömungshindernisse wurden modellhaft nicht dargestellt.



**Abbildung 7-3:** Windrose der Windrichtungshäufigkeit und -stärke an der Station Arnsberg für das Jahr 2014



**Abbildung 7-4:** Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeits- und Ausbreitungsklassen der Station Arnsberg für das Jahr 2012

Die Ausbildung von lokalen bodennahen Windsystemen (Kaltluftströmungen) im Umfeld des Anlagenstandortes ist auf Grund der Topografie möglich. Kaltluftströmungen haben jedoch für Staubausbreitungen nur eine untergeordnete Bedeutung. Zudem sind die Zeiträume für das Auftreten von Kaltluftströmungen (Nacht) und die Betriebszeiten nicht deckungsgleich.

## 7.3 Ergebnisse der Immissionsprognose

### 7.3.1 Immissionszusatzbelastung im Bereich der Immissionsorte

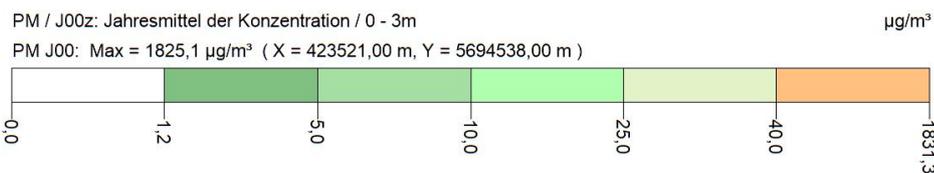
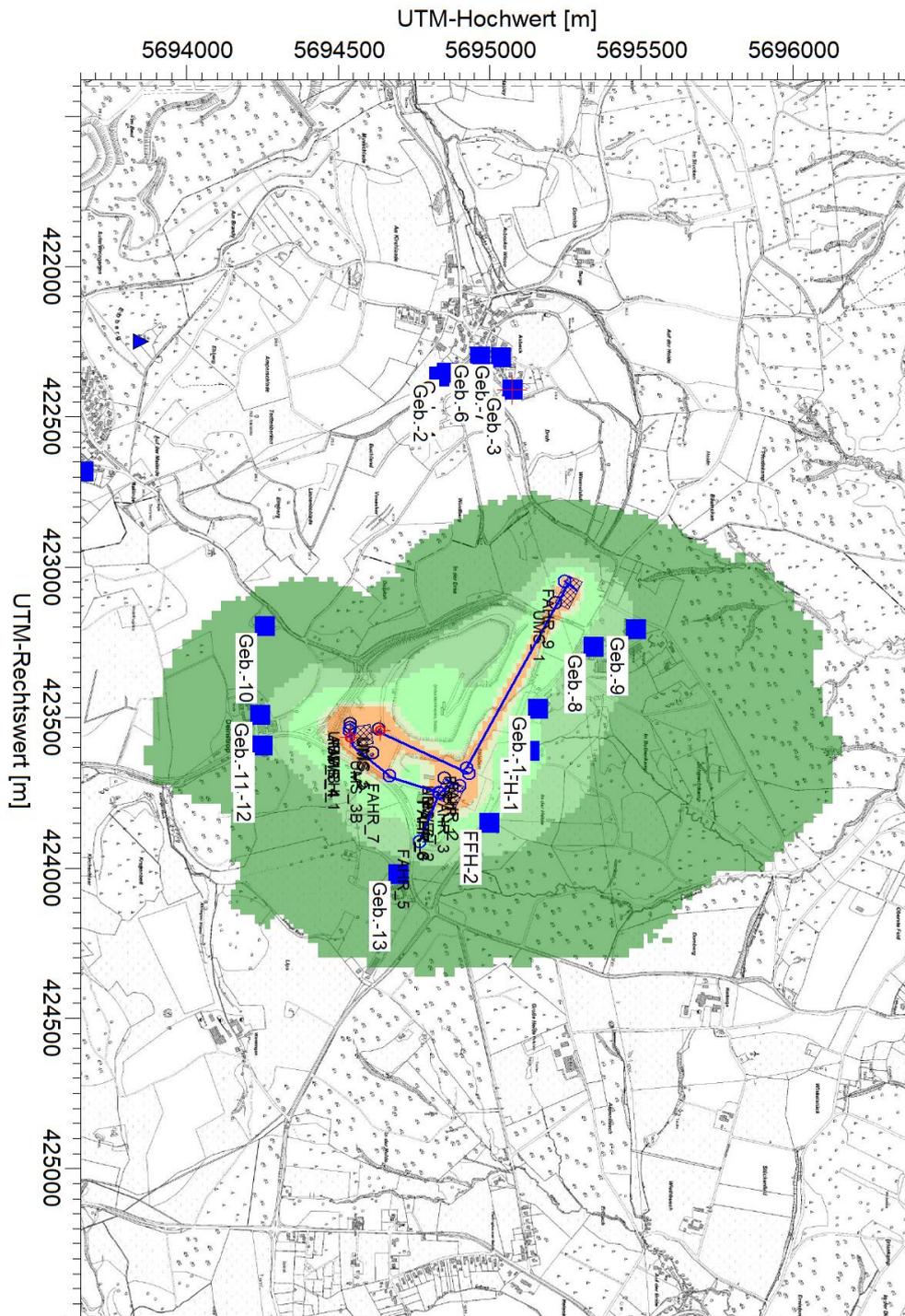
Auf Basis der Berechnungsansätze für die Staubemissionen der Anlage erfolgten Ausbreitungsrechnungen mit dem Programm AUSTAL. Die räumliche Verteilung der Immissionszusatzbelastung (Immissionsbeitrag der geplanten Anlage) ist in den nachfolgenden Abbildungen dokumentiert. Das Maximum der Immissionen tritt hierbei im unmittelbaren Nahbereich der Quellen auf. Die Gesamtzusatzbelastungen am Immissionsort sind in der tabellarischen Darstellung der nachfolgenden Bewertung aufgeführt. Zur Beurteilung der Gesamtzusatzbelastung erfolgt eine Gegenüberstellung der Immissionen an den gemäß Kapitel 4.2 festgelegten Immissionsorten mit den Immissionswerten aus Kapitel 3.

**Tabelle 7-3:** Ergebnisse Gesamtzusatzbelastung

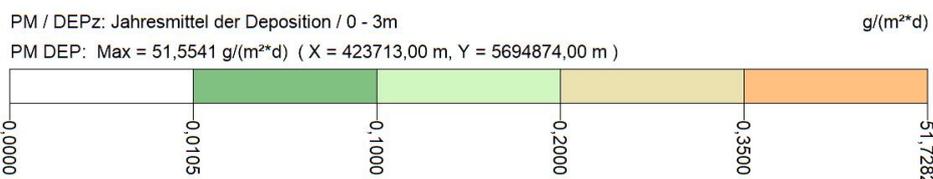
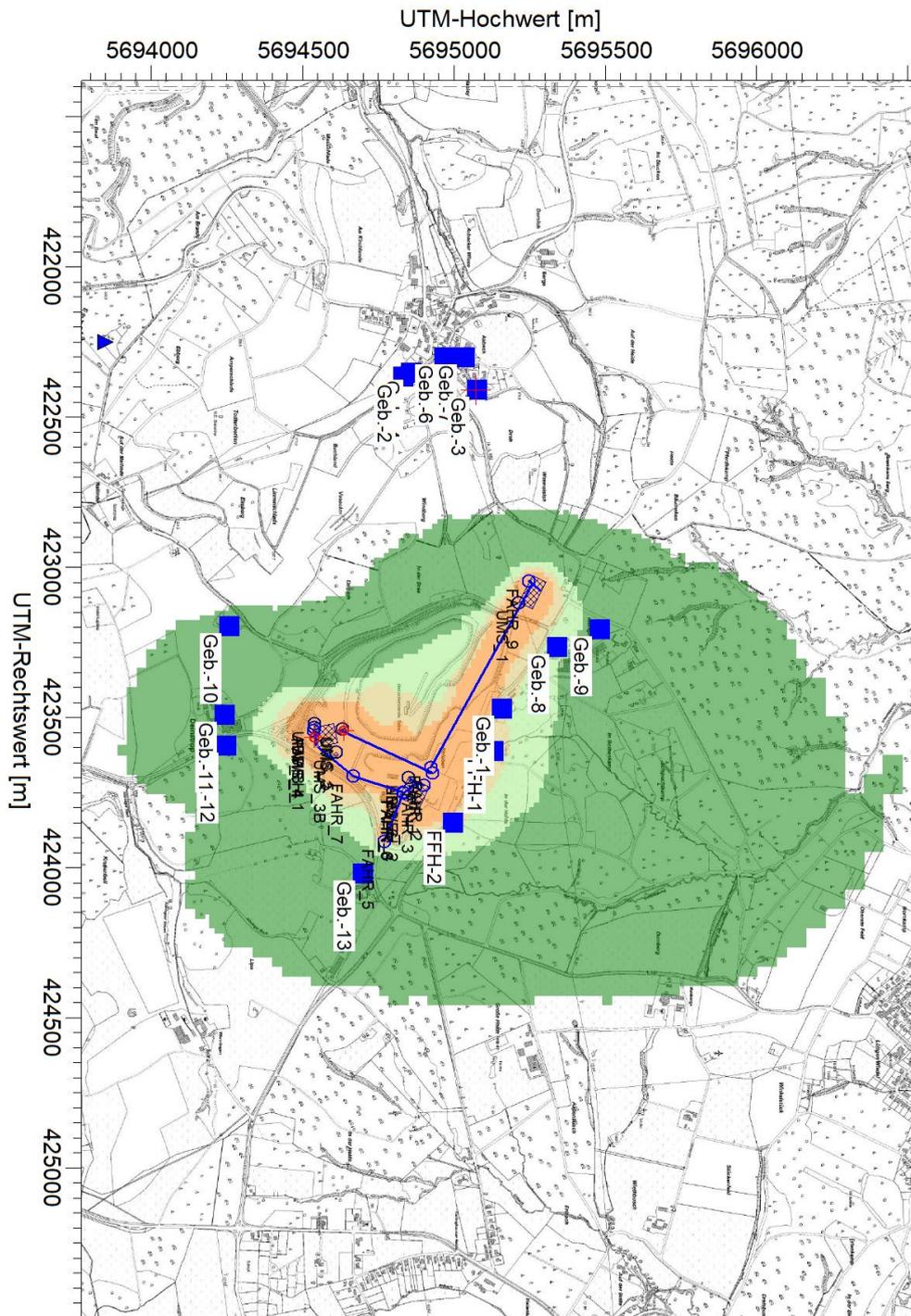
Schwebstaub PM <sub>10</sub>	Beurteilungswert (Irrelevanzwert) [µg/m <sup>3</sup> ]	Gesamtzusatzbelastung [µg/m <sup>3</sup> ]	Schwebstaub PM <sub>2,5</sub>	Beurteilungswert (Irrelevanzwert) [µg/m <sup>3</sup> ]	Gesamtzusatzbelastung [µg/m <sup>3</sup> ]
Geb.-1	40 (1,36)	<b>11,3</b>	Geb.-1	25 (0,85)	<b>3,2</b>
FFH-1		<b>12,0</b>	FFH-1		<b>3,7</b>
FFH-2		<b>10,9</b>	FFH-2		<b>3,8</b>
Geb.-2		0,3	Geb.-2		0,1
Geb.-3		0,5	Geb.-3		0,2
Geb.-4		0,3	Geb.-4		0,1
Geb.-5		0,3	Geb.-5		0,2
Geb.-6		0,3	Geb.-6		0,1
Geb.-7		0,4	Geb.-7		0,1
Geb.-8		<b>7,7</b>	Geb.-8		<b>2,4</b>
Geb.-9		<b>4,6</b>	Geb.-9		<b>1,7</b>
Geb.-10		<b>1,9</b>	Geb.-10		<b>1,0</b>
Geb.-11		<b>5,2</b>	Geb.-11		<b>2,9</b>
Geb.-12	<b>5,3</b>	Geb.-12	<b>3,0</b>		
Geb.-13	<b>3,7</b>	Geb.-13	<b>1,6</b>		

<b>Staubdeposition</b>	Beurteilungswert (Irrelevanzwert) [g/m <sup>2</sup> *d]	Gesamtzusatzbelastung [µg/m <sup>3</sup> ]
Geb.-1	0,35 (0,0119)	<b>0,2545</b>
FFH-1		<b>0,2575</b>
FFH-2		<b>0,2269</b>
Geb.-2		0,0016
Geb.-3		0,0030
Geb.-4		0,0017
Geb.-5		0,0021
Geb.-6		0,0016
Geb.-7		0,0019
Geb.-8		<b>0,1419</b>
Geb.-9		<b>0,0651</b>
Geb.-10		<b>0,0150</b>
Geb.-11		<b>0,0483</b>
Geb.-12	<b>0,0487</b>	
Geb.-13	<b>0,0492</b>	

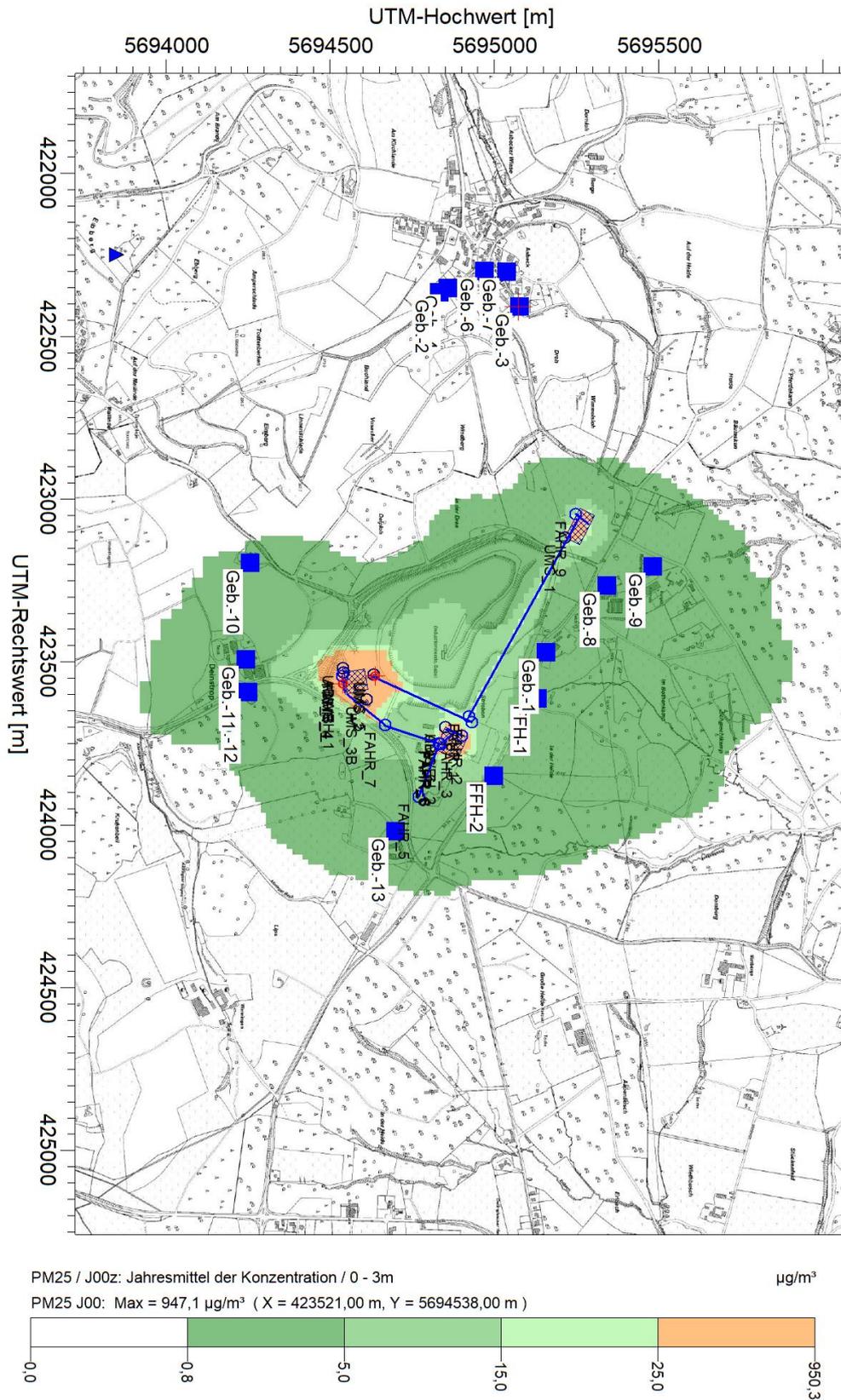
Für den Immissionsbeitrag des Steinbruchs (Gesamtzusatzbelastung) ist festzustellen, dass an einigen Immissionsorten die anzusetzenden Irrelevanzwerte für Partikelkonzentrationen PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> als auch für die Staubdeposition überschritten sind. Es müssen demnach zusätzlich Aussagen zur Vor- und Gesamtbelastung erfolgen.



**Abbildung 7-5: Gesamtzusatzbelastung PM<sub>10</sub>-Konzentration [µg/m<sup>3</sup>]**



**Abbildung 7-6: Gesamtzusatzbelastung Staubdeposition [ $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ]**



**Abbildung 7-7: Zusatzbelastung PM<sub>2,5</sub>-Konzentration [µg/m<sup>3</sup>]**

## 7.4 Hintergrundbelastung

Im Bereich Holzen und Umgebung existiert keine kontinuierlich arbeitende Messstation für Staub. Um dennoch eine Hintergrundkonzentration der luftgetragenen Stäube der Größenklassen PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> sowie des Staubniederschlags ansetzen zu können, wird auf Messdaten anderer Messstationen des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) zurückgegriffen, die sich in der Nähe des Betriebsstandorts befinden und einen vergleichbaren Gebietscharakter aufweisen. Da aber auch in der weiteren umliegenden Umgebung keine Stationen existieren, die wie der Standort des Steinbruchs einen ländlichen Gebietscharakter aufweisen, wird bewusst im Sinne einer pessimalen Abschätzung die städtische Station Schwerte (Hintergrundstation, Stations-ID: SHW2) gewählt. Diese befindet sich circa 23 km nordwestlich vom Standort der Calcit Edelsplitt GmbH & Co. KG. Es werden die Messdaten der letzten 5 Jahre berücksichtigt (2017-2021).

Auch für Staubniederschlagsdaten gibt es keine Station in der direkten Umgebung des Betriebsstandortes, jedoch gibt es auch hier eine Station in Schwerte (Stations-ID: SCHW006), die ebenso mit dem Ziel einer pessimalen Abschätzung gewählt wird. Für die Bestimmung der Hintergrundbelastung werden die Daten der letzten verfügbaren 5 Jahre verwendet (2015-2019).

Als Beurteilungswert dient das Jahresmittel, als Hintergrundkonzentration bzw. Deposition wird der Mittelwert über den vollen Datensatz gebildet (5 Jahre).

Die Jahresmittelwerte der PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen sowie des Staubniederschlags sind in **Tabelle 7-4** dargestellt.

**Tabelle 7-4:** Jahreswerte PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> und Staubniederschlag – Messdaten des LANUV

PM <sub>10</sub>	Jahresmittelwert in µg/m <sup>3</sup>					
	2021	2020	2019	2018	2017	Mittelwert
Schwerte (SHW2)	14	14	15	18	18	<b>16</b>
PM <sub>2,5</sub>	Jahresmittelwert in µg/m <sup>3</sup>					
	2021	2020	2019	2018	2017	Mittelwert
Schwerte (SHW2)	9	8	11	12	12	<b>10</b>
Staubniederschlag	Jahresmittelwert in g/(m <sup>2</sup> *d)					
	2019	2018	2017	2016	2015	Mittelwert
Schwerte (SCHW006)	0,064	0,080	0,066	0,070	0,113	<b>0,072</b>

\* berechnet aus Messungen für die Monate April bis Dezember

Die daraus abgeleitete Hintergrundkonzentration von PM<sub>10</sub> liegt bei 16 µg/m<sup>3</sup>. Es wird darüber hinaus eine Hintergrundkonzentration von 10 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>2,5</sub> und von 0,072 g/(m<sup>2</sup>\*d) für den Staubniederschlag angesetzt.

### 7.5 Gesamtbelastung Staub - Jahresmittelwerte

Die für die Immissionsorte ermittelte Gesamtbelastung ist in der nachfolgenden **Tabelle 7-5** den jeweiligen Immissionsgrenzwerten gegenübergestellt. Für jeden Immissionsort ist die höchste Zusatzbelastungskenngröße genannt.

**Tabelle 7-5:** Gesamtbelastung Staub

Schwebstaub PM <sub>10</sub>	Beurteilungswert (Irrelevanzwert) [µg/m <sup>3</sup> ]	Gesamtzusatzbelastung [µg/m <sup>3</sup> ]	Hintergrundbelastung [µg/m <sup>3</sup> ]	Gesamtbelastung [µg/m <sup>3</sup> ]
Geb.-1	40 (1,36)	11,3	16	27,3
FFH-1		12,0	16	28,0
FFH-2		10,9	16	26,9
Geb.-2		0,3	16	16,3
Geb.-3		0,5	16	16,5
Geb.-4		0,3	16	16,3
Geb.-5		0,3	16	16,3
Geb.-6		0,3	16	16,3
Geb.-7		0,4	16	16,4
Geb.-8		7,7	16	23,7
Geb.-9		4,6	16	20,6
Geb.-10		1,9	16	17,9
Geb.-11		5,2	16	21,2
Geb.-12	5,3	16	21,3	
Geb.-13	3,7	16	19,7	

Schwebstaub PM <sub>2,5</sub>	Beurteilungswert (Irrelevanzwert) [µg/m <sup>3</sup> ]	Zusatzbelastung [µg/m <sup>3</sup> ]	Hintergrundbelastung [µg/m <sup>3</sup> ]	Gesamtbelastung [µg/m <sup>3</sup> ]
Geb.-1	25 (0,85)	3,2	10	13,2
FFH-1		3,7	10	13,7
FFH-2		3,8	10	13,8
Geb.-2		0,1	10	10,1
Geb.-3		0,2	10	10,2
Geb.-4		0,1	10	10,1
Geb.-5		0,2	10	10,2
Geb.-6		0,1	10	10,1
Geb.-7		0,1	10	10,1
Geb.-8		2,4	10	12,4
Geb.-9		1,7	10	11,7
Geb.-10		1,0	10	11,0
Geb.-11		2,9	10	12,9
Geb.-12	3,0	10	13,0	
Geb.-13	1,6	10	11,6	

<b>Staubdeposition</b>	Beurteilungswert (Irrelevanzwert) [g/m <sup>2</sup> *d]	Gesamtzusatzbelastung [g/m <sup>2</sup> *d]	Hintergrundbelastung [g/m <sup>2</sup> *d]	Gesamtbelastung [g/m <sup>2</sup> *d]
Geb.-1	0,35 (0,0119)	0,2545	0,072	0,3265
FFH-1		0,2575	0,072	0,3295
FFH-2		0,2269	0,072	0,2989
Geb.-2		0,0016	0,072	0,0736
Geb.-3		0,0030	0,072	0,0750
Geb.-4		0,0017	0,072	0,0737
Geb.-5		0,0021	0,072	0,0741
Geb.-6		0,0016	0,072	0,0736
Geb.-7		0,0019	0,072	0,0739
Geb.-8		0,1419	0,072	0,2139
Geb.-9		0,0651	0,072	0,1371
Geb.-10		0,0150	0,072	0,0870
Geb.-11		0,0483	0,072	0,1203
Geb.-12		0,0487	0,072	0,1207
Geb.-13	0,0492	0,072	0,1212	

## 7.6 Diskussion und Bewertung der Ergebnisse

Grundlage der Bewertung der Gesamtzusatzbelastungen ist der Anteil an den jeweiligen Immissionswerten. Für Partikel  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  und die Gesamtstaub-Deposition ist in der TA Luft ein Irrelevanzkriterium festgelegt. Es beträgt 3 % des Immissionsjahreswertes. Dies entspricht einer  $PM_{10}$ -Konzentration von  $1,36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , einer  $PM_{2,5}$ -Konzentration von  $0,85 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und einer Staub-Deposition von  $0,0119 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ .

Im Bereich der nächstgelegenen Wohn- und Gewerbenutzungen wurden Beurteilungspunkte festgelegt. Für einige der Beurteilungspunkte ist festzustellen, dass durch die Immissions-Zusatzbelastung die Irrelevanzschwellen hinsichtlich  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  und Staubbiederschlag überschritten sind. Damit ist auch die Bestimmung von weiteren Immissionskenngrößen (Vorbelastung, Gesamtbelastung) bzw. die Betrachtung der Kurzzeitgrenzwerte für die Partikelkonzentration  $PM_{10}$ , gemäß Nr. 4.1 TA Luft durchzuführen.

Um die lokale Belastungssituation wiederzugeben, wird auf Hintergrundmesswerte zurückgegriffen. Es berechnet sich die Gesamtbelastung an den am höchstbelasteten Beurteilungspunkten „FFH-1“ und „FFH-2“ wie folgt:

$28,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$   $PM_{10}$ - Partikelkonzentration (Immissionswert  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (FFH-1)

$13,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$   $PM_{2,5}$ - Partikel (Immissionswert  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (FFH-2)

$0,3295 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$  Staube deposition (Immissionswert  $0,35 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ). (FFH-1)

Es kann für alle betrachteten Immissionsorte festgestellt werden, dass die Immissionswerte der TA Luft für die Partikel-Konzentration  $PM_{10}$  von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , die Partikel-Konzentration  $PM_{2,5}$  von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und für den Staubbiederschlag von  $0,35 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$  unterschritten werden. Die zulässige Anzahl von 35 Überschreitungen des Tagesmittelwertes von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $PM_{10}$  kann bei der berechneten Gesamtbelastung von maximal  $28,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eingehalten werden.

Die zu Grunde gelegten Staube missionen stellen jahresdurchschnittliche Stundenmittelwerte für eine Vielzahl von verschiedenen Arbeitsvorgängen dar. In Abhängigkeit des tatsächlichen Anlagenbetriebes sowie der jeweils vorliegenden meteorologischen Verhältnisse können die ausgewiesenen Werte sowohl über- als auch unterschritten werden. Insbesondere im unmittelbaren Umfeld um die Emissionsquellen könnte es zudem zu sichtbaren Staubbiederschlag kommen, ohne dass eine Überschreitung des zulässigen Immissionswertes vorliegen muss.

Unter Berücksichtigung der verwendeten konservativen Berechnungsansätze kann festgestellt werden, dass der Schutz der menschlichen Gesundheit sowie der Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen sicher gegeben sind.

### **7.7 Statistische Unsicherheit**

Die berechneten Konzentrationswerte besitzen einen Stichprobenfehler, der beim Jahres-Immissionskennwert nach den Vorgaben der Nr. 9 des Anhangs 3 der TA Luft /3/ 3 Prozent des Jahres-Immissionswertes nicht überschreitet. Diese Aussage gilt für das gesamte Rechengebiet und außerhalb des Bereiches der Emissionsquellen.

### **7.8 Protokolldateien**

Die Protokolldatei des Rechenlaufes des genutzten Ausbreitungsmodells AUSTAL sind im Anhang 1 dargestellt.

Die Zeitreihe kann bei Bedarf bereitgestellt werden. Alle Dateien können auf Wunsch auch elektronisch zur Verfügung gestellt werden.

## 8 Quellenverzeichnis

- /1/ Bundes-Immissionsschutzgesetz, Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013, BGBl. I S. 1274, zuletzt geändert am 24. September 2021, (BGBl. I S. 123)
- /2/ Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz; (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) - TA-Luft vom 24.07.2002
- /3/ Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), 18.08.2021
- /4/ 39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065).
- /5/ VDI-Richtlinie 3790 Blatt 3: Umweltmeteorologie, Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen, Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern. Düsseldorf, Januar 2010.
- /6/ Bundes-Immissionsschutzgesetz, Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013, BGBl. I S. 1274, zuletzt geändert am 24. September 2021, (BGBl. I S. 123)
- /7/ VDI-Richtlinie 3790 Blatt 2: Umweltmeteorologie, Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen, Deponien. Düsseldorf, Juni 2017.
- /8/ ifU GmbH: „Detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten nach VDI 3783 Blatt 20 für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft an einem Anlagenstandort in Arnstberg“, 28.02.2022
- /9/ Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa.
- /10/ Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW): „Ermittlung von Emissionsfaktoren diffuser Stäube - Bereitstellung einer Arbeitshilfe für die Immissionsschutzbehörden in Baden-Württemberg“, 03.04.2020
- /11/ TU Clausthal, Lehrstuhl für Tagebau und internationaler Bergbau, „Erfassung repräsentativer Staubemissionsfaktoren in Betrieben der Gesteinsindustrie“, IGF-Vorhaben 17771 N, 24.08.2016
- /12/ VDI-Richtlinie 3790 Blatt 4: Umweltmeteorologie, Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen, Staubemissionen durch Fahrzeugbewegungen auf gewerblichem/industriellem Betriebsgelände. Düsseldorf, September 2018.
- /13/ INFRAS (2010): HBEFA 3.1 Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Bern, 30. Januar 2010.
- /14/ U.S. Environmental Protection Agency (EPA): AP 42, Fifth Edition, Volume I, Chapter 10: Wood Products Industry, Chapter 11: Mineral Products Industry, 11.19.2: Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing  
<https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch11/index.html>
- /15/ Ermittlung von Emissionsfaktoren für die Lagerung und den Umschlag von Kohle: Steinkohle vom 28. Juni 2011, VGB PowerTech e. V., Projekt- Nr.: 09-04\_07-FR
- /16/ VDI-Richtlinie 3783 Blatt 13: Umweltmeteorologie, Qualitätssicherung in der Immissionsprognose, Anlagenbezogener Immissionsschutz, Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft. Düsseldorf, Januar 2010.
- /17/ Umweltbundesamt (UBA), Hintergrundpapier zum Thema Staub/Feinstaub (PM), Berlin, März 2005

# Anhang 1 – Protokolldatei Austal

## Protokolldatei austal.log (Auszüge)

2022-06-28 12:44:55 -----  
 TalServer:\

Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.1.2-WI-x  
 Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2021  
 Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2021

Arbeitsverzeichnis: ./

Erstellungsdatum des Programms: 2021-08-09 08:20:41  
 Das Programm läuft auf dem Rechner "H02TNUTS".

```
===== Beginn der Eingabe =====
> ti "Calcit_Edelsplitt_neu"      'Projekt-Titel
> ux 32422409                    'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5695074                     'y-Koordinate des Bezugspunktes
> z0 1.00                        'Rauigkeitslänge
> qs 1                           'Qualitätsstufe
> az "D:\Projekte_R\IPG_2022\MPyttlik\Calcit\Lauf4_groesseres_Gitter_FINAL\Eingabedaten\Arnsberg.akterm" 'AKT-Datei
> xa -159.00                     'x-Koordinate des Anemometers
> ya -1224.00                    'y-Koordinate des Anemometers
> ri ?
> dd 16      32      64      'Zellengröße (m)
> x0 256     -128     -384     'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 102      74      44      'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -960    -1344   -1664   'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 108      78      50      '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 "Calcit_Edelsplitt_neu.grid" 'Gelände-Datei
> xq 1257.34 1275.56 707.71 1128.77 1110.47 1317.57 1134.68 1291.24 1123.42 1157.20 1133.69
1503.66 1340.06 1284.66 1342.13 637.19 1206.44 1291.24
> yq -150.85 -143.55 141.14 -441.97 -535.66 -173.83 -537.64 -223.62 -533.77 -534.59 -435.98 -
304.63 -242.55 -405.51 -238.48 172.87 -461.94 -223.63
> hq 1.50 1.50 1.00 1.00 1.00 1.00 1.50 1.50 1.00 1.00 16.00 8.00 1.50 1.50
1.50 1.50 1.50 1.00 1.00
> aq 700.00 340.00 50.00 10.00 10.00 50.00 50.00 74.00 65.00 0.00 0.00 170.00
175.00 150.00 50.00 50.00 10.00 74.00
> bq 0.00 0.00 100.00 10.00 10.00 0.00 0.00 74.00 65.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 10.00 74.00
> cq 0.00 0.00 0.00 3.00 3.00 6.00 0.00 0.00 2.67 2.67 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 3.00 2.67
> wq 151.16 245.16 63.40 11.45 7.31 244.98 10.56 335.73 9.91 0.00 0.00 158.72
252.20 230.79 127.91 53.12 311.19 335.73
> dq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.95 0.55 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> vq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 12.50 22.00 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 18.00 17.00 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
> rq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.40 1.60 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> zq 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
> sq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> pm-1 ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
? ? ?
```

```

> pm-2 ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
? ? ?
> pm-3 ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
? ? ?
> pm-4 ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
? ? ?
> pm-u ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
? ? ?
> pm25-1 ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
? ? ?
> xp 1061.56 1202.77 1442.06 -43.69 0.19 -55.84 274.05 -107.92 -107.34 856.22 798.31
786.99 1083.40 1184.51 1611.52
> yp 82.87 54.85 -77.22 -242.28 0.82 -217.36 -1416.58 -106.27 -38.47 266.58 407.16 -817.32
-831.71 -825.75 -376.81
> hp 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50
1.50 1.50
===== Ende der Eingabe =====

```

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

Die Höhe hq der Quelle 1 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 6 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 7 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 8 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 9 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 11 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 12 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 13 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 14 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 15 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 16 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 17 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 18 beträgt weniger als 10 m.  
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.54 (0.54).  
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.53 (0.46).  
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.41 (0.35).  
 Existierende Geländedateien zg0\*.dmna werden verwendet.  
 Die Zeitreihen-Datei "./zeitreihe.dmna" wird verwendet.  
 Es wird die Anemometerhöhe ha=16.7 m verwendet.  
 Die Angabe "az D:\Projekte\_R\IPG\_2022\MPyttlik\Calcit\Lauf4\_groesseres\_Gitter\_FINAL\Eingabedaten\Arnsberg.akterm" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 5a45c4ae  
 Prüfsumme TALDIA abbd92e1  
 Prüfsumme SETTINGS d0929e1c  
 Prüfsumme SERIES cb95698b  
 Gesamtniederschlag 1067 mm in 908 h.

11016 times wdep>1

```

=====
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm"
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 14)
TMT: Datei "./pm-j00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "./pm-j00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "./pm-t35z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "./pm-t35s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "./pm-t35i01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "./pm-t00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "./pm-t00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "./pm-t00i01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "./pm-depz01" ausgeschrieben.

```

TMT: Datei "./pm-deps01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-wetz01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-wets01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-dryz01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-drys01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-j00z02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-j00s02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-t35z02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-t35s02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-t35i02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-t00z02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-t00s02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-t00i02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-depz02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-deps02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-wetz02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-wets02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-dryz02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-drys02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-j00z03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-j00s03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-t35z03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-t35s03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-t35i03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-t00z03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-t00s03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-t00i03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-depz03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-deps03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-wetz03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-wets03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-dryz03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm-drys03" ausgeschrieben.  
 TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm25"  
 TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 14)  
 TMT: Datei "./pm25-j00z01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm25-j00s01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm25-j00z02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm25-j00s02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm25-j00z03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./pm25-j00s03" ausgeschrieben.  
 TMT: Dateien erstellt von AUSTAL\_3.1.2-WI-x.  
 TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm"  
 TMO: Datei "./pm-zbpz" ausgeschrieben.  
 TMO: Datei "./pm-zbps" ausgeschrieben.  
 TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm25"  
 TMO: Datei "./pm25-zbpz" ausgeschrieben.  
 TMO: Datei "./pm25-zbps" ausgeschrieben.

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

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

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

Maximalwerte, Deposition  
 =====

PM DEP : 51.5541 g/(m<sup>2</sup>\*d) (+/- 0.1%) bei x= 1304 m, y= -200 m (1: 66, 48)  
 PM DRY : 51.4611 g/(m<sup>2</sup>\*d) (+/- 0.1%) bei x= 1304 m, y= -200 m (1: 66, 48)

PM WET : 0.2223 g/(m<sup>2</sup>\*d) (+/- 0.1%) bei x= 1112 m, y= -536 m (1: 54, 27)

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

PM J00 : 1825.1 µg/m<sup>3</sup> (+/- 0.0%) bei x= 1112 m, y= -536 m (1: 54, 27)  
 PM T35 : 4233.6 µg/m<sup>3</sup> (+/- 0.6%) bei x= 1112 m, y= -536 m (1: 54, 27)  
 PM T00 : 8598.3 µg/m<sup>3</sup> (+/- 0.6%) bei x= 1112 m, y= -536 m (1: 54, 27)  
 PM25 J00 : 947.1 µg/m<sup>3</sup> (+/- 0.0%) bei x= 1112 m, y= -536 m (1: 54, 27)

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

PUNKT	01	02	03	04	05	06	07	08	09
10	11	12	13	14	15				
xp	1062	1203	1442	-44	0	-56	274	-108	-107
856	798	787	1083	1185	1612				
yp	83	55	-77	-242	1	-217	-1417	-106	-38
267	407	-817	-832	-826	-377				
hp	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5				
PM DEP	0.2545	0.2575	0.2269	0.0016	0.0030	0.0017	0.0021	0.0021	0.0021
1.7%	0.0016	0.0019	0.1419	0.0651	0.0150	0.0483	0.0487	0.0487	0.0487
0.0492	1.0%	g/(m <sup>2</sup> *d)							
PM DRY	0.2514	0.2542	0.2222	0.0014	0.0029	0.0016	0.0028	0.0020	0.0020
1.8%	0.0015	0.0018	0.1402	0.0643	0.0146	0.0469	0.0471	0.0471	0.0471
0.0470	1.0%	g/(m <sup>2</sup> *d)							
PM WET	0.0031	0.0034	0.0046	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
1.0%	0.0001	0.0001	0.0016	0.0008	0.0004	0.0014	0.0014	0.0016	0.0016
0.0022	0.4%	g/(m <sup>2</sup> *d)							
PM J00	11.3	12.0	10.9	0.3	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3
0.3	1.5%	0.4	7.7	4.6	1.9	5.2	5.3	3.7	3.7
1.1	13.6%	1.2	12.1%	18.1	8.8%	12.2	10.9%	7.6	11.0%
19.4	8.1%	18.8	10.0%	12.6	6.8%				
µg/m <sup>3</sup>									
PM T00	63.2	62.8	76.6	4.4	8.8	3.7	7.0	7.0	8.6%
6.8	7.4%	6.6	5.9%	33.9	7.3%	27.6	7.9%	34.2	8.7%
98.0	5.6%	68.1	5.4%	38.7	7.3%	µg/m <sup>3</sup>			
PM25 J00	3.2	3.7	3.8	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1
1.7%	0.1	1.5%	2.4	0.8%	1.7	0.9%	1.0	1.5%	2.9
0.9%	3.0	0.9%	1.6	1.0%	µg/m <sup>3</sup>				

2022-06-29 11:13:05 AUSTAL beendet.