

Müller-BBM GmbH
Niederlassung Karlsruhe
Nördliche Hildapromenade 6
76133 Karlsruhe

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

www.MuellerBBM.de

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

26. September 2018
M135812/03 RLG/WLR

Erweiterung Steinbruch Enzberg Mühlacker

**Staubimmissionsprognose
Steinbruch inkl. Schotterwerk**

Bericht Nr. M135812/03

Auftraggeber:	Natursteinwerke im Nordschwarzwald NSN GmbH & Co. KG Brettener Straße 80 75417 Mühlacker
Bearbeitet von:	Dipl.-Met. Axel Rühling M.Sc. Katharina Braunmiller
Berichtsumfang:	Insgesamt 47 Seiten, davon 44 Seiten Textteil, 3 Seiten Anhang

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

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk, Dr. Alexander Ropertz,
Stefan Schierer, Elmar Schröder

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Situation und Aufgabenstellung	5
2 Beurteilungsgrundlagen	6
2.1 Immissionswerte nach TA Luft	6
2.2 Immissionswerte nach 39. BImSchV	7
3 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse	8
4 Meteorologische Daten	10
5 Emissionen	13
5.1 Beschreibung der Anlage und des Betriebs	13
5.2 Ermittlung der Staubemissionen	14
5.3 Partikelgrößenverteilung der Staubemissionen	24
5.4 Beurteilung der Emissionen	26
5.5 Zeitliche Charakteristik der Emissionen	26
5.6 Überhöhung	26
5.7 Emissionsquellen	26
6 Weitere Eingangsgrößen	29
6.1 Rechengebiet und räumliche Auflösung	29
6.2 Rauigkeitslänge	30
6.3 Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit	30
6.4 Berücksichtigung von Bebauung und Gelände	30
6.5 Verwendetes Ausbreitungsmodell	32
7 Ergebnisse	33
7.1 Immissionsorte	33
7.2 Zusatzbelastung durch den Steinbruchbetrieb nach Erweiterung	34
7.3 Vor- und Gesamtbelastung	39
8 Grundlagen und Literatur	42
Anhang: austal2000.log-Datei des Rechenlaufs (Auszug)	45

Zusammenfassung

Die Natursteinwerke im Nordschwarzwald NSN GmbH & Co. KG plant die Erweiterung ihres Steinbruchs Enzberg in Mühlacker.

Gegenstand der geplanten Beantragung ist der Gesteinsabbau auf der vorgesehenen Erweiterungsfläche durch Bohren und Sprengen im Osten der bisherigen Abbaufläche sowie die Verbringung des Rohmaterials zu der Aufbereitungsanlage. Dem Abbau vorausgehend muss jeweils der anstehende Oberboden abgeschoben und umgelagert werden. Im Anschluss an die Abbauphase sollen wie bisher die jeweils vollständig abgebauten Teilflächen, ggf. nach vorübergehender Nutzung für sonstige betriebliche Zwecke, vollständig mit Aushub wiederverfüllt und rekultiviert werden.

Die vorhandenen Betriebsanlagen zur Aufbereitung des Rohmaterials sind über eine gesonderte immissionsschutzrechtliche Entscheidung genehmigt und sollen nicht verändert werden. Auch die jährliche Abbaurrate und das damit verbundene Verkehrsaufkommen werden sich gegenüber dem Ist-Zustand nicht maßgeblich verändern. Zu berücksichtigen sind somit die innerbetrieblichen Fahrwege.

Vor diesem Hintergrund soll auf der Grundlage einer Emissionsabschätzung eine Ausbreitungsrechnung mit einem Lagrange-Partikelmodell unter Berücksichtigung der standortspezifischen meteorologischen Gegebenheiten durchgeführt werden und die Ergebnisse anhand der TA Luft bzw. der 39. BImSchV bewertet werden.

Das Ergebnis der Untersuchung lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- Die diffusen Staubemissionen überschreiten den Bagatellmassenstrom der TA Luft nach 4.1 Buchstabe a) i. V. mit 4.6.1.1 Buchstabe b) der TA Luft. Deshalb wurde die zu erwartende Zusatzbelastung durch den Steinbruchbetrieb inkl. Schotterwerk ermittelt.
- Die zu erwartende Zusatzbelastung durch Schwebstaub PM₁₀ liegt an den nächstgelegenen dauerhaften Wohnnutzungen oberhalb der Irrelevanzschwelle der TA Luft. Eine Bestimmung der Immissionskenngrößen nach Nr. 4.1 c) ist daher erforderlich.
Unter Berücksichtigung der Vorbelastungssituation wird bzgl. Schwebstaub PM₁₀ eine Unterschreitung der jeweiligen Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit prognostiziert.
- Die zu erwartende Zusatzbelastung durch Schwebstaub PM_{2,5} liegt an den nächstgelegenen dauerhaften Wohnnutzungen oberhalb der Irrelevanzschwelle analog zu Referentenentwurf TA Luft 20xx. Eine Bestimmung der Immissionskenngrößen ist für Schwebstaub PM_{2,5} daher erforderlich.
Unter Berücksichtigung der Vorbelastungssituation wird bzgl. Schwebstaub PM_{2,5} eine Unterschreitung der jeweiligen Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit prognostiziert.

- Die zu erwartende Zusatzbelastung durch Staubniederschlag liegt an den nächstgelegenen dauerhaften Wohnnutzungen oberhalb der Irrelevanzschwelle der TA Luft. Eine Bestimmung der Immissionskenngößen nach Nr. 4.1 c) der TA Luft ist für Staubniederschlag daher erforderlich.
Unter Berücksichtigung der Vorbelastungssituation wird bzgl. Staubniederschlag eine Unterschreitung der jeweiligen Immissionswerte vor erheblichen Nachteilen und erheblichen Belästigungen prognostiziert.

Es bestehen aus lufthygienischer Sicht keine Anhaltspunkte dafür, dass bei bestimmungsgemäßem Betrieb der Anlage schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft durch die betrachteten Staubemissionen hervorgerufen werden können.



Dipl.-Met. Axel Rühling



M. Sc. Katharina Braunmiller

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Natursteinwerke im Nordschwarzwald NSN GmbH & Co. KG plant die Erweiterung ihres Steinbruchs Enzberg in Mühlacker.

Gegenstand der geplanten Beantragung ist der Gesteinsabbau auf der vorgesehenen Erweiterungsfläche durch Bohren und Sprengen im Osten der bisherigen Abbaufläche sowie die Verbringung des Rohmaterials zu der Aufbereitungsanlage. Dem Abbau vorausgehend muss jeweils der anstehende Oberboden abgeschoben und umgelagert werden. Im Anschluss an die Abbauphase sollen wie bisher die jeweils vollständig abgebauten Teilflächen, ggf. nach vorübergehender Nutzung für sonstige betriebliche Zwecke, vollständig mit Aushub wiederverfüllt und rekultiviert werden.

Die vorhandenen Betriebsanlagen zur Aufbereitung des Rohmaterials sind über eine gesonderte immissionsschutzrechtliche Entscheidung genehmigt und sollen nicht verändert werden. Auch die jährliche Abbaurrate und das damit verbundene Verkehrsaufkommen werden sich gegenüber dem Ist-Zustand nicht maßgeblich verändern. Zu berücksichtigen sind somit die innerbetrieblichen Fahrwege.

Vor diesem Hintergrund soll auf der Grundlage einer Emissionsabschätzung eine Ausbreitungsrechnung mit einem Lagrange-Partikelmodell unter Berücksichtigung der standortspezifischen meteorologischen Gegebenheiten durchgeführt werden und die Ergebnisse anhand der TA Luft bzw. der 39. BImSchV bewertet werden.

2 Beurteilungsgrundlagen

Im vorliegenden Fall sind als mögliche luftverunreinigende Stoffe Schwebstaub PM_{10} ¹ und $PM_{2,5}$ ² sowie Staubbiederschlag zu betrachten.

2.1 Immissionswerte nach TA Luft

Grundlage der Beurteilung ist die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft, [1]).

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

- a) bei geringen Emissionsmassenströmen (Nr. 4.6.1.1 TA Luft),
- b) bei einer geringen Vorbelastung (Nr. 4.6.2.1 TA Luft) oder
- c) bei irrelevanten Zusatzbelastungen (Nr. 4.2.2 und 4.3.2 TA Luft).

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

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

Tabelle 1. Bagatellmassenstrom für Staub (ohne Berücksichtigung von Staubinhaltsstoffen).

Komponente	Bagatellmassenstrom, Nr. 4.6.1.1 TA Luft
Gesamtstaub (diffuse Emissionen)	0,1 kg/h

Tabelle 2. Immissionswerte (Mittelungszeitraum 1 Jahr) und Irrelevanzschwellen nach TA Luft.

Immissionswerte gem. Nr.	Irrelevanzschwellen gem. Nr.	Komponenten	Immissionswerte IJW	Irrelevanzschwellen
4.2.1	4.2.2	Schwebstaub (PM_{10})	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3,0 % des IJW
4.3.1	4.3.2	Staubbiederschlag (nicht gefährdender Staub)	0,35 $\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$	10,5 $\text{mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$

¹ PM_{10} : Particulate Matter < 10 μm ; Staubteilchen mit einem aerodynamischen Durchmesser d_{50} < 10 μm .

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

Tabelle 3. Immissionswerte (Mittelungszeitraum 24 Stunden) nach TA Luft.

Immissions- werte gem. Nr.	Irrelevanz- schwellen gem. Nr.	Komponenten	Immissions- werte IJW	zulässige Über- schreitungs- häufigkeit im Jahr
4.2.1	-	Schwebstaub (PM ₁₀)	50 µg/m ³	35

2.2 Immissionswerte nach 39. BImSchV

Die Immissionswerte der EU-Luftqualitätsrichtlinie sind mit der 39. BImSchV [6] in nationales Recht überführt worden. Mehrheitlich sind die entsprechenden Beurteilungsmaßstäbe auch in die TA Luft 2002 [1] (hier: Schwebstaub PM₁₀) bzw. in den Referentenentwurf der TA Luft 20xx [2] (hier: Schwebstaub PM₁₀ sowie PM_{2,5}) übernommen worden, so dass immissionsseitig sowohl mit als auch ohne Anlagenbezug eine im Wesentlichen homogene Beurteilungsgrundlage existiert.

Die derzeit gültigen nationalen und europäischen Grenz- und Zielwerte, bezogen auf den Schutz der menschlichen Gesundheit, sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

In der vorliegenden Untersuchung werden die Feinstaubpartikel PM₁₀ und PM_{2,5} behandelt.

Tabelle 4. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit [6].

Schadstoffkomponente Bezugszeitraum	Konzentration [µg/m ³]	Zulässige Überschreitungen im Kalenderjahr
Feinstaub PM₁₀		
Jahresmittel	40	-
Tagesmittel	50	35
Feinstaub PM_{2,5}		
Jahresmittel	25	-

Vorgeschlagene Irrelevanzschwelle

Eine Irrelevanzschwelle ist in der 39. BImSchV nicht festgelegt. Für die Aufpunkte mit Bewertung nach 39. BImSchV wird analog Referentenentwurf der TA Luft 20xx eine Irrelevanzschwelle von 3,0 % des Immissionswertes für PM_{2,5} vorgeschlagen.

3 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse

Der von der Firma Natursteinwerke im Nordschwarzwald NSN GmbH & Co. KG betriebene Steinbruch befindet sich ca. 400 m nordwestlich von Enzberg und ca. 1 km südwestlich von Ötisheim. Die geplante Erweiterungsfläche schließt östlich an den bestehenden Steinbruch an. Der Steinbruch ist von landwirtschaftlichen Nutzflächen umgeben.

Im Umgriff um den Steinbruch ist das Gelände gegliedert. Aufgrund der Geländestruktur wird für die vorliegende Untersuchung unebenes Gelände angenommen.

Ein Auszug aus der topographischen Karte und ein Luftbild der Umgebung mit Lageplan des Steinbruchs sind in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt.

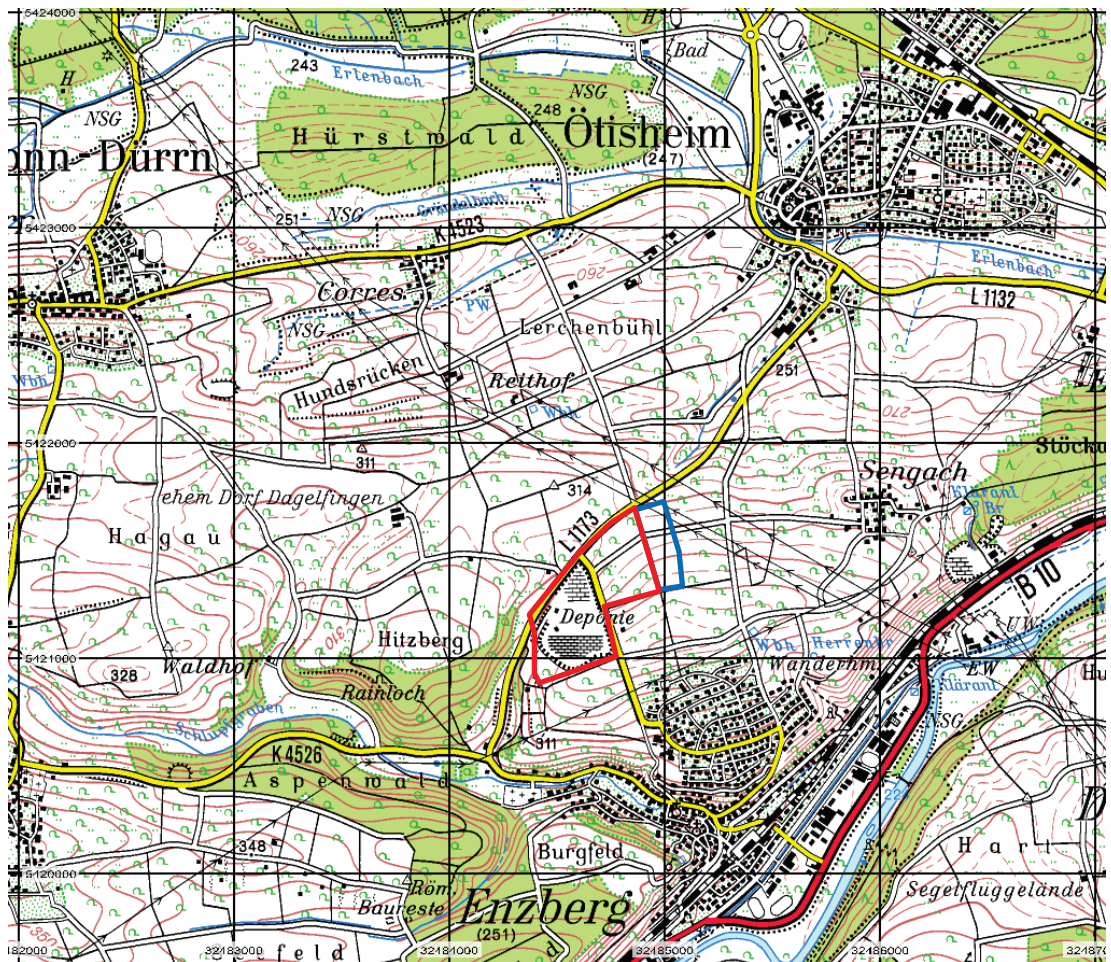


Abbildung 1. Auszug aus der topographischen Karte im Bereich des Steinbruchs (rot umrandet) und der geplanten Erweiterung (blau umrandet) [35].

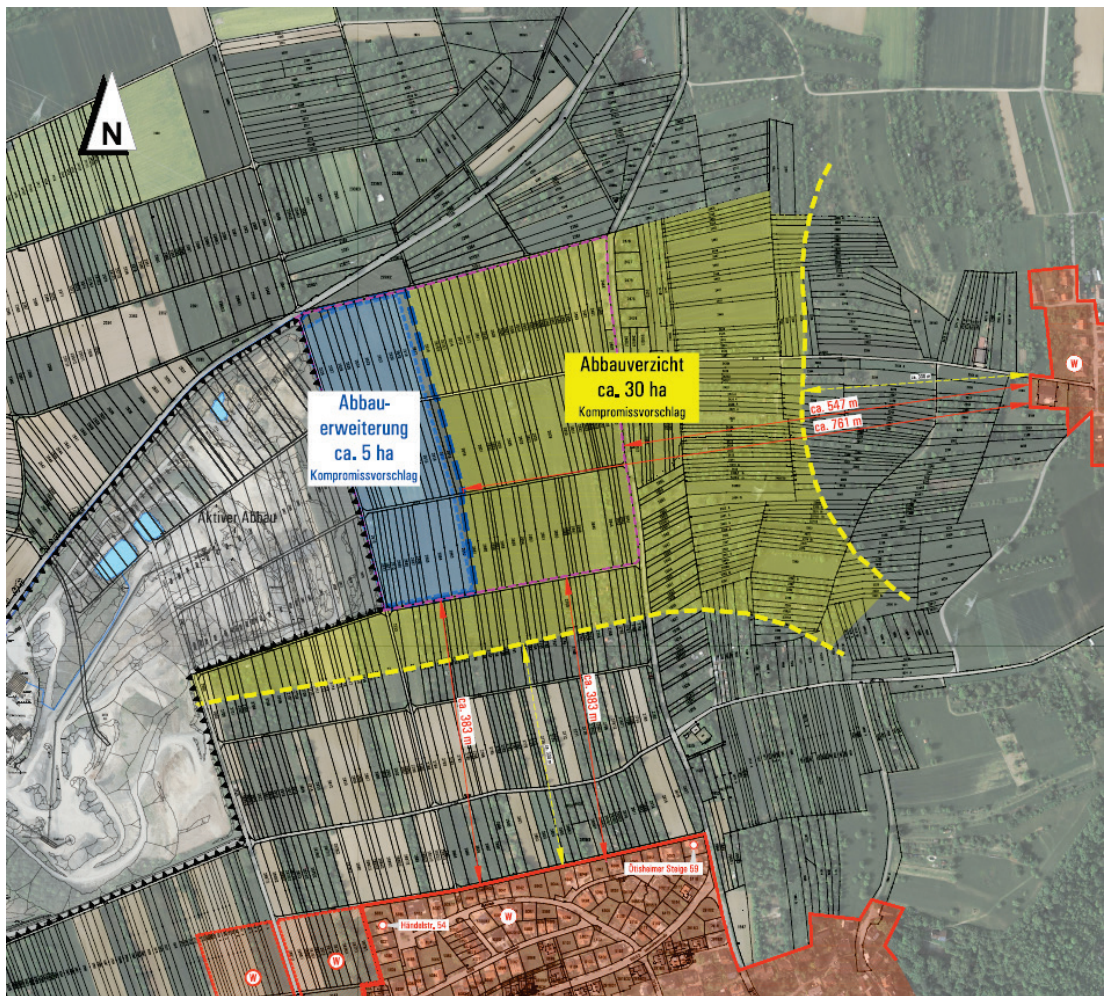


Abbildung 2. Übersichtskarte (Auszug) [31].

\\S-kar-fs01\allefirmen\MProj\135\M135812\M135812_03_Ber_3D.DOCX:31. 10. 2018

4 Meteorologische Daten

Die Windrichtungsverteilung an einem Standort wird primär durch die großräumige Druckverteilung geprägt. Die Strömung in der vom Boden unbeeinflussten Atmosphäre (ab ca. 1.500 m über Grund) hat daher in Mitteleuropa ein Maximum bei südwestlichen bis westlichen Richtungen. Ein zweites Maximum, das vor allem durch die Luftdruckverteilung in Hochdruckgebieten bestimmt wird, ist bei Winden aus Ost bis Nordost vorherrschend. In Bodennähe, wo sich der Hauptteil der lokalen Ausbreitung von Schadstoffen abspielt, kann die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung jedoch durch die topographischen Strukturen modifiziert sein. Im Bereich des Standorts ist eine kleinräumige Modifikation der Hauptwindrichtung vorhanden, da unebenes Gelände vorliegt.

Gemäß den Anforderungen des Anhang 3 TA Luft sind für Ausbreitungsrechnungen meteorologische Daten zu verwenden, die für den Standort charakteristisch sind. Sofern keine Messdaten am Anlagenstandort vorliegen, sind Daten einer geeigneten und entsprechend ausgerüsteten Station zu verwenden. Dabei ist die Übertragbarkeit der Daten zu prüfen. Nach Anhang 3, Nr. 12 TA Luft kann prinzipiell, in Abhängigkeit der Häufigkeit von Schwachwindsituationen, entweder eine meteorologische Zeitreihe (AKTerm) oder eine Ausbreitungsklassenstatistik (AKS) verwendet werden.

Im vorliegenden Fall kann mit der meteorologischen Zeitreihe AKTERM der DWD-Station Pforzheim-Ispringen für das repräsentative Jahr 2009 (Bezugszeitraum 2007-2016) gerechnet werden, die ca. 7 km westnordwestlich des Anlagengeländes liegt. Die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit beträgt ca. 3,0 m/s.

Mit ca. 53 % Anteil an der Häufigkeit aller Ausbreitungsklassen sind die indifferenten Ausbreitungssituationen der Klassen III/1 und III/2 am häufigsten. Stabile Ausbreitungssituationen der Klassen I und II, zu denen unter anderem die Inversionswetterlagen zu rechnen sind, treten in etwa 35 % der Jahresstunden auf.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Windrichtungshäufigkeitsverteilung und die Windgeschwindigkeitsverteilung, sowie die Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen und der Ausbreitungsklassen.

Im Rechengebiet wurde das Anemometer an den Punkt UTM x-Koordinate 32 485 100 und UTM y-Koordinate 54 21 150 positioniert.

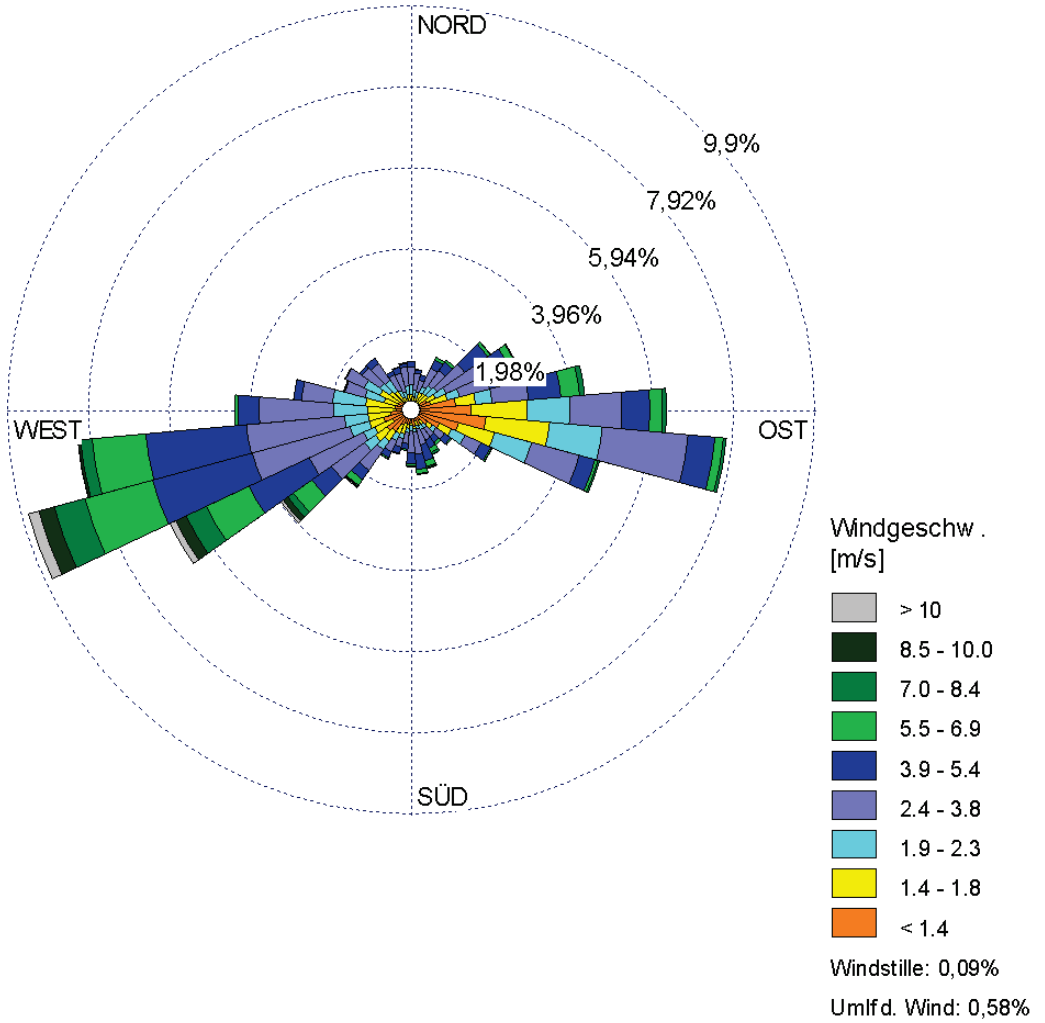


Abbildung 3. Windrichtungshäufigkeitsverteilung Pforzheim-Ispringen 2009 [22].

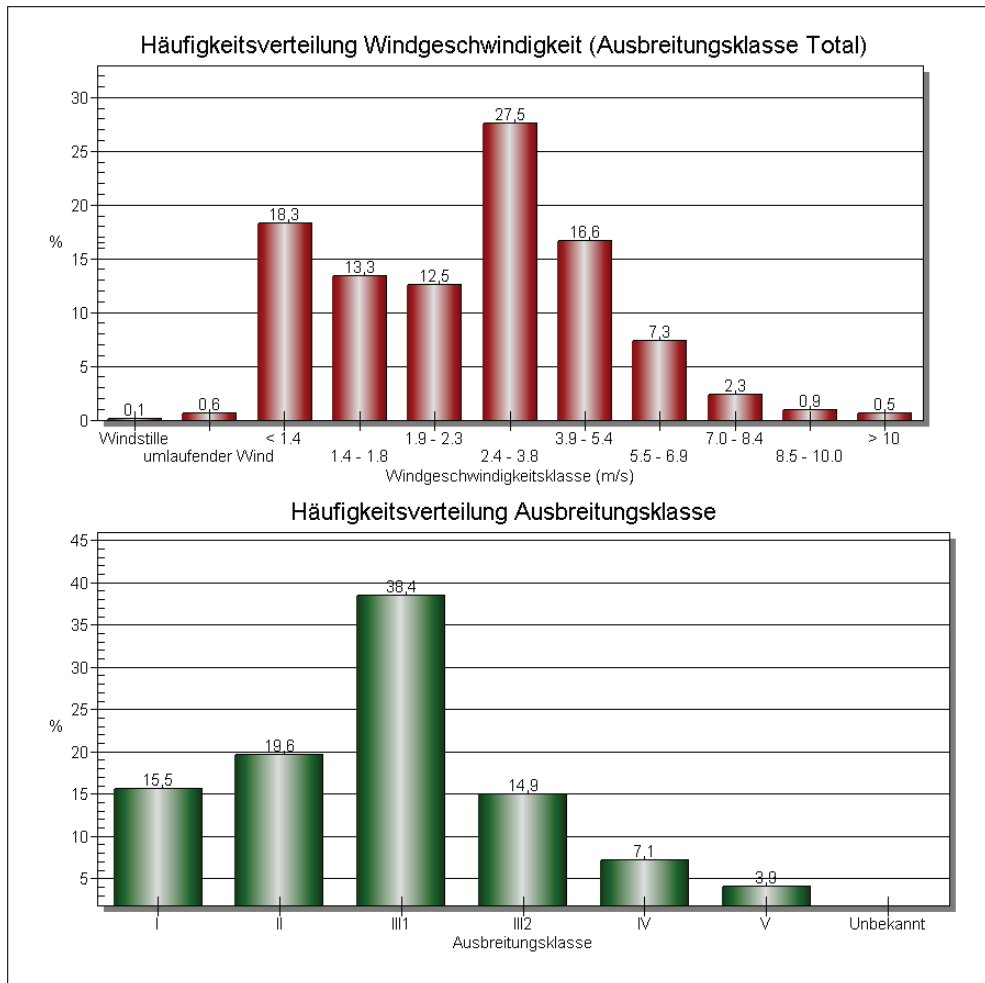


Abbildung 4. Häufigkeitsverteilung Windgeschwindigkeit (oben) und Ausbreitungsklasse (unten) Pforzheim-Ispringen 2009 [22].

Die vom Partikelmodell benötigten meteorologischen Grenzschichtprofile und die hierzu benötigten Größen

- Windrichtung in Anemometerhöhe
- Monin-Obukhov-Länge
- Mischungsschichthöhe
- Rauigkeitslänge
- Verdrängungshöhe

wurden gemäß Richtlinie VDI 3783 Blatt 8 und entsprechend den in Anhang 3 der TA Luft festgelegten Konventionen bestimmt.

5 Emissionen

5.1 Beschreibung der Anlage und des Betriebs

Steinbruch

Die Herauslösung des Gesteins aus der Abbauwand erfolgt durch Sprengung. Das so gewonnene Rohmaterial wird mittels Radlader zum Verarbeitungsbetrieb gebracht. Insgesamt sollen jährlich ca. 250.000 m³ (bzw. 625.000 t bei einer Dichte von 2,5 t/m³) Gestein abgebaut werden.

Vor Beginn der Gesteinsgewinnung werden die Boden- und Abraumschichten mittels Raupe bzw. Bagger abgetragen. Diese werden direkt in den Verfüllbereich per Muldenfahrzeuge transportiert. Die Geländeauffüllung zur Rekultivierung erfolgt mit Eigenmaterial, d. h. Abraum und Produktionsabfällen sowie mit vorwiegend erdfeuchtem Boden, der per LKW angeliefert wird.

Die Gesteinsgewinnung erfolgt anschließend mittels Bohren und Sprengen. Das gewonnene Rohmaterial wird von der oberen Sohle über eine Stosse mit dem Radlader auf die untere Sohle verstürzt, von der unteren Sohle mit dem Radlader aufgenommen, mit diesen zum Vorbrecher transportiert und in den Aufgabetrichter abgekippt.

Der Steinbruchbetrieb inklusive Abraamtätigkeiten und Sprengbohrungen findet nach Angaben des Planers an ca. 250 Tagen im Jahr statt von Montag bis Freitag zwischen 07:00 Uhr (Winter) bzw. 06:00 Uhr (Sommer) bis i. d. R. 17:00 Uhr.

Der Abbau erfolgt innerhalb eines Jahres ungefähr gleichmäßig an der oberen und unteren Stosse.³ [31]

Nach Beendigung der Abbautätigkeit werden die Rekultivierungsmaßnahmen verstärkt durchgeführt. Da bei der Rekultivierung Material mit vergleichsweise geringerem Staubpotential umgeschlagen wird und wesentliche emissionsverursachende Betriebsvorgänge, wie Sprengungen in diesem Zeitraum entfallen werden, sind geringere Emissionen und somit Immissionen zu erwarten. In dem Rekultivierungsbereich werden bei Bedarf temporär geringe Mengen ($\leq 2,5$ m Höhe) an Mutterboden zwischengelagert. Eine Betrachtung des späteren alleinigen Rekultivierungsbetriebes kann daher entfallen, zumal schon heute parallel zum Abbaubetrieb rekultiviert wird. Die Verdichtung mittels Raupe und Vibrationswalze erfolgt in der Regel am selben Tag.

Schotterwerk

Nach der Materialaufgabe auf den Vorbrecher und dessen Grobzerkleinerung im Vorbrecher wird das Material via Förderband ins Schotterwerk transportiert. Dort wird es auf die gewünschten Korngrößen gebrochen und mittels Nachbrecher zu Schotter und Splitten weiterverarbeitet. Die Produkte werden durch Bandabwurf auf LKWs verladen und abtransportiert bzw. bis zur Abholung in entsprechenden Siloanlagen und auf Halde zwischengelagert.

³ Annahme: 60 % Abbau bei oberer Stosse

Die technischen Einrichtungen des Schotterwerkes wie Vor- und Nachbrecher sind eingehaust. Die Bandübergaben, die sich nicht im Bereich der Einhausungen befinden, sind v. a. durch Halbschalen überdacht.

Der Betrieb des Schotterwerkes findet nach Angaben des Betreibers [31] zu den gleichen Zeiten wie der Steinbruch statt.

5.2 Ermittlung der Staubemissionen

Die Staubemissionen der einzelnen Arbeits- und Verfahrensschritte werden im Folgenden diskutiert.

In Summe sind die folgenden potentiell emissionsrelevanten Vorgänge zu betrachten.

Rohstoffgewinnung

- 1 Sprengen
- 2 Aufnahme Gesteinsbruch mit Radlader

Transport des Gesteins zur Verarbeitungsanlage

- 3 Abwurf Gesteinsbruch über Strosse
- 4 Aufnahme Gesteinsbruch mit Radlader
- 5 Fahrweg Radlader bei Strosse/Vorbrecher (Hin- und Rückfahrt)
- 6 Abwurf Gesteinsbruch von Radlader auf Vorbrecher

Bodenabtrag/Verfüllung

- 7 Aufnahme Boden/Abraum mit Raupe/Bagger
- 8 Abwurf Boden/Abraum auf Muldenfahrzeug
- 9 Fahrweg Muldenfahrzeug zum Verfüllbereich (Hin- und Rückfahrt)
- 10 Abwurf Boden/Abraum in Verfüllbereich
- 11 Fahrweg LKW zum Verfüllbereich (Hin- und Rückfahrt)
- 12 Abwurf Verfüllmaterial von LKW in Verfüllbereich

Rohstoffaufbereitung

- 13 Brechen Gesteinsbruch (Vorbrecher)
- 14 Abwurf Gesteinsbruch von Vorbrecher auf Band
- 15 Abwurf Gesteinsbruch (dreifache Bandübergabe) [Halbschalen]
- 16 Abwurf Gesteinsbruch von Band auf Sieb [Einhausung]
- 17 Sieben Gesteinsbruch [Einhausung]
- 18 Abwurf Gesteinsbruch von Sieb auf Band [Einhausung]

- 19 Abwurf Gesteinsbruch von Band auf Sieb (70 % des Materials)
[Einhausung]
- 20 Sieben Gesteinsbruch (70 % des Materials) [Einhausung]
- 21 Abwurf Gesteinsbruch von Sieb auf Band (70 % des Materials)
[Einhausung]
- 22 Bandübergabe (30 % des Materials)
- 23 Abwurf Gesteinsbruch auf Halde (30 % des Materials)
- 24 Lagerung Gesteinsbruch auf Halde (30 % des Materials)
- [Einhausung mit Absaugung: u. a. Brechen Gesteinsbruch (Nachbrecher; 70 %
des Materials)]
- 25 Abwurf Gesteinsbruch von Band auf Elevator (70 % des Materials)
[Einhausung]
- 26 Abwurf Gesteinsbruch von Elevator auf Band (70 % des Materials)
[Einhausung]
- [Einhausung mit Absaugung: u. a. Sieben Gesteinsbruch (70 % des Materials)]

Abholung/Anlieferung von Schotterwerk

- 27 Aufnahme Gesteinsbruch mit Radlader (30 % des Materials)
- 28 Fahrbewegungen Verladung Radlader (30 % des Materials)
- 29 Abwurf Gesteinsbruch auf LKW mit Radlader (30 % des Materials)
- 30 Abtransport Gesteinsbruch mit LKW (30 % des Materials; Hin- und
Rückfahrt)
- 31 Abwurf von Band auf LKW (70 % des Materials)
- 32 Abtransport Gesteinsbruch mit LKW (70 % des Materials; Hin- und
Rückfahrt)
- 33 Befüllung Silofahrzeug aus Staubsilo
- 34 Abholung Filterstaub mit Silofahrzeug (Hin- und Rückfahrt)
- 35 Anlieferung Rheinsand mit LKW (Hin- und Rückfahrt)
- 36 Abwurf Rheinsand von LKW
- 37 Aufnahme Rheinsand mit Radlader
- 38 Fahrbewegungen Verladung Radlader
- 39 Abwurf Rheinsand auf LKW
- 40 Abholung Rheinsand u. a. mit Kleintransportern (Hin- und Rückfahrt)

Im Folgenden wird die Gesamtstaubemission im Wesentlichen auf Grundlage der Richtlinien VDI 3790 Blatt 3 und 4 bestimmt. Die Größenordnung der Gesamtstaubemission, die mit der Methode nach Richtlinie VDI 3790 Blatt 3 ermittelt wird, ist als konservativ anzusehen. Neuere Untersuchungen (z. B. in [10], [14], [15], [16]), die in

Österreich zu einer Modifikation der Berechnungsmethode der Richtlinie VDI 3790 Blatt 3 führten, weisen darauf hin, dass Überschätzungen der Gesamtstaubfracht bzw. der Staubfracht einzelner Betriebsvorgänge um den Faktor 2 bis 10 vorliegen können.

5.2.1 Staubemissionen beim Umschlag

Zur Abschätzung der Staubemissionen beim Umschlag von Schüttgütern kann die VDI-Richtlinie 3790 Blatt 3 [7] verwendet werden. Für die diskontinuierliche Materialaufnahme (Vorgänge 2, 4 und 7) wird dort Gleichung (1) angegeben:

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

Es bedeuten:

q_{Auf}	Emissionsfaktor in g/t _{Gut}
$a = \sqrt{10^n}$	dimensionsloser Gewichtungsfaktor, der die Neigung des Schüttgutes zur Staubentwicklung berücksichtigt; $n = 0, 2, 3, 4$ oder 5^4
M'	abhängig von der Verfahrensweise; hier: 100 (Aufnahme Bagger / Radlader)
ρ_S	Schüttdichte
k_U	dimensionsloser Umfeldfaktor; hier 0,9 (Aufnahme von Halde)

Für den diskontinuierlichen Abwurf des Materials (Vorgänge 3, 6, 8, 10 und 12) gilt Gleichung (2):

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

Es bedeuten:

q_{Ab}	Emissionsfaktor in g/t _{Gut}
$a = \sqrt{10^n}$	wie Gleichung (1)
M	Masse pro Abwurf in t; hier: ca. 13 t (Radlader), ca. 6 t (Raupe/Bagger), ca. 40 t (Muldenfzg.) und ca. 18 t (LKW)

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

H_{frei}	freie Fallhöhe in m; hier: 1,0 m (Radlader auf Brecher; Raupe/Bagger auf Muldenfzg./in Verfüllbereich) bzw. 1,5 m (LKW in Verfüllbereich), 12,4 m (von oberer Sohle; mittlere Abwurfhöhe) ⁵
$k_{\text{Gerät}}$	dimensionsloser empirischer Korrekturfaktor; hier: 1,5 für diskontinuierliche Abwurfverfahren (z. B. Abkippen vom Radlader, Raupe, Bagger, Muldenfzg., LKW)
ρ_S	wie in Gleichung (1)
k_U	dimensionsloser Umfeldfaktor; hier: 0,9 (Abwurf auf Halde), 0,8 (Abwurf in Vorbrecher)

Für den kontinuierlichen Abwurf des Materials (Vorgänge 14 bis 16, 18, 19, 21 bis 23, 25, 26, 31 und 33) wird dort Gleichung (3) angegeben:

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

Es bedeuten:

q_{Ab}	Emissionsfaktor in g/t _{Gut}
$a = \sqrt{10^n}$	wie Gleichung (1)
\dot{M}	Massenstrom bei kontinuierlicher Abgabe
H_{frei}	freie Fallhöhe in m
$k_{\text{Gerät}}$	empirischer Korrekturfaktor (dimensionslos); hier: 1 für kontinuierliche Abwurfverfahren (Abwurf von Förderband)
ρ_S	Schüttdichte in t/m ³ ; hier: 1,7 t/m ³ (Gestein)
k_U	Umfeldfaktor (dimensionslos); hier: 0,9 (Band, LKW) bzw. 0,5 (Silofahrzeug ohne Absaugung, Band mit Einhausung/Halbschale ohne Absaugung)

In den Gleichungen (1), (2) und (3) muss noch der Faktor $a = \sqrt{10^n}$ bestimmt werden. Dieser wird entsprechend dem optischen Erscheinungsbild beim Umschlag des Schüttgutes festgelegt, wobei die Tabellen im Anhang B der VDI-Richtlinie 3790 eine Orientierungshilfe geben. Im vorliegenden Fall war nach Augenscheinnahe beim Ortstermin Staubentwicklung beim Gesteinsumschlag festzustellen, so dass $n = 3$ (schwach staubend) angesetzt wird. Für die Vorgänge im Schotterwerk wird aufgrund der Befeuchtung im Vorbrecher, der Lagerung in Silos sowie der Befeuchtung bei der Abholung an der Splittanlage $n = 2$ (Staub nicht wahrnehmbar) angenommen. Für das auf Halde gelagerte Material wird aufgrund zunehmender Austrocknung $n = 3$ (schwach staubend) angesetzt.

⁵ Die Abschlagshöhe soll auf der Erweiterungsfläche in der Regel zwischen 23,5 m und 26 m betragen. Durch die Bildung eines Schüttkegels auf der unteren Sohle verringert sich dynamisch die Abwurfhöhe. Für den Vorgang wird daher eine mittlere Höhe angesetzt.

Gemäß [18] werden bei dem Einsatz von Muschelkalk v. a. die Bandübergaben bei Berechnung nach VDI-Richtlinie 3790 Blatt 3 [7] um zwei Größenordnungen überschätzt. Bei einer Abwurfhöhe von 1 m wurde ein Emissionsfaktor von ca. 0,7 g/t für PM₁₀ messtechnisch ermittelt. Nimmt man einen PM₁₀-Anteil von 25 % an ([10] Seite 19 sowie [18] Seite 82, für Baurestmassen), ergibt sich demnach für Gesamtstaub (Faktor 4) ein Emissionsfaktor von 2,8 g/t (aufgerundet 3 g/t). Aufgrund der hier durch die Befeuchtung geringeren Staubbungsneigung und die nur geringfügig höheren Fallhöhen von 1,2 m ist dieser Ansatz als konservativ anzusehen. Für die Bandabwürfe mit Einhausung wird – entsprechend eines Umfeldfaktors von 0,06 für Halle mit natürlicher Entlüftung – ein Emissionsfaktor von 0,2 g/t angesetzt.

Damit können die Emissionsfaktoren nach den Gleichungen (1), (2) und (3) sowie [18] berechnet werden. Es ergeben sich die in der folgenden Tabelle 5 aufgeführten Emissionen.

Tabelle 5. Abschätzung der Staubemissionen durch Umschlagvorgänge.

Ort der Vorgang Emission	M bzw. M (t)	ρ_s (t/m ³)	k_U	$k_{Gerät}$	H_{frei} (m)	q/a (g/t)	n	a	Umschlag (t/a)	Emission (kg/a)
Umschlagvorgänge										
<i>Aufnahme Gesteinsbruch (diskontinuierlich)</i>										
mit Radlader (2) Abbau	100	1,7	0,9	--	--	0,41	3	32	625.000	8.165
mit Radlader unterhalb Strosse (4) Abbau	100	1,7	0,9	--	--	0,41	3	32	625.000	8.165
mit Radlader (27) Schotterw. Halde	100	1,7	0,9	--	--	0,41	3	32	187.500	2.449
<i>Aufnahme Boden/Abraum (diskontinuierlich)</i>										
mit Raupe/Bagger (7) Abbau	100	1,6	0,9	--	--	0,39	0	1	275.000	107
<i>Aufnahme Rheinsand (diskontinuierlich)</i>										
mit Radlader (37) Schotterw. Mitte	100	1,6	0,9	--	--	0,39	2	10	2.000	8
<i>Abwurf Gesteinsbruch (diskontinuierlich)</i>										
von Strosse (3) Abbau	13	1,7	0,9	1,5	12,4	8,47	3	32	375.000	100.412
von Radlader auf Vorbrecher (6) Vorbrecher	13	1,7	0,8	1,5	1,0	0,32	3	32	375.000	3.845
von Radlader auf LKW (29) Schotterw. Halde	13	1,7	0,9	1,5	1,0	0,36	3	32	375.000	4.326
<i>Abwurf Boden/Abraum (diskontinuierlich)</i>										
von Raupe/Bagger auf Muldenfzg. (8) Abbau	6	1,6	0,9	1,5	1,0	0,50	0	1	125.000	63
von Muldenfzg. in Verfüllbereich (10) Abbau	40	1,6	0,9	1,5	1,0	0,19	0	1	125.000	24
von LKW in Verfüllbereich (12) Abbau	18	1,6	0,9	1,5	1,5	0,48	0	1	125.000	60
<i>Abwurf Rheinsand (diskontinuierlich)</i>										
von LKW auf Halde (36) Schotterw. Mitte	18	1,6	0,9	1,5	1,5	0,48	2	10	2.000	10
von Radlader auf LKW (39) Schotterw. Mitte	12	1,6	0,9	1,5	1,0	0,35	2	10	2.000	7
<i>Abwurf Gesteinsbruch (kontinuierlich)</i>										
von Vorbrecher auf Band (14) Vorbrecher	500	1,7	0,9	1	1,0	1,20	2	10	625.000	7.489
Bandübergabe (einfach) (15) Vorbrecher						3,00			625.000	1.875
Bandübergabe (zweifach) (15) Fahrweg Nord a						3,00			1.250.000	3.750
von Band auf Sieb (16) Schotterw. Halde	500	1,7	0,1	1	1,0	0,08	2	10	625.000	499
von Sieb auf Band (18) Schotterw. Halde	500	1,7	0,1	1	1,0	0,08	2	10	625.000	499
von Band auf Sieb (19) Schotterw. Halde	500	1,7	0,1	1	1,0	0,08	2	10	437.500	349
von Sieb auf Band (21) Schotterw. Halde	500	1,7	0,1	1	1,0	0,08	2	10	437.500	349
Bandübergabe (22) Schotterw. Halde						0,20			187.500	38
von Band auf Halde (23) Schotterw. Halde	500	1,7	0,9	1	2,5	3,77	2	10	187.500	7.063
von Band auf Elevator (25) Schotterw. Mitte	230	1,7	0,1	1	1,0	0,12	2	10	437.500	515
von Elevator auf Band (26) Schotterw. Mitte	230	1,7	0,1	1	1,0	0,12	2	10	437.500	515
von Band auf LKW (31) Schotterw. Nord	230	1,7	0,9	1	2,0	4,20	2	10	437.500	18.383
<i>Abwurf Filterstaub (kontinuierlich)</i>										
Befüllung Silofahrzeug (33) Schotterw. Mitte	100	1,3	0,5	1	1,0	1,14	4	100	16.000	1.821
									Gesamtemission in kg/a:	170.787
									durchschnittliche Emission in kg/Jahresstunde:	19,50

\\S-kar-fs01\alfirmen\MPProj\135\135812\135812\03_Ber_3D.DOCX:31. 10. 2018

5.2.2 Sprengung

Niederbringung der Sprengbohrungen

Zur Vorbereitung einer Sprengung ist das Niederbringen von Bohrlöchern erforderlich. Die erforderliche Anzahl von Sprengbohrungen ist je nach den Anforderungen der vorzunehmenden Sprengung verschieden. Es ist davon auszugehen, dass während der Betriebszeit des Steinbruchs an 10 % der Betriebszeit Bohrarbeiten durchgeführt werden.

Hierfür wird ein Bohrgerät verwendet. Das Gerät ist mit einer Absaugung direkt über dem Bohrloch versehen. Auf diese Weise werden entstehende Staubemissionen erfasst und einem Gewebefilter zur Entstaubung zugeführt.

Sofern durch regelmäßige Kontrolle und Wartung die Wirksamkeit der Staubabscheidung sichergestellt ist, sind bei dieser Vorgehensweise keine relevanten Staubemissionen zu berücksichtigen.

Sprengvorgang

Die Abschlaghöhe soll auf der Erweiterungsfläche in der Regel zwischen 23,5 m und 26 m betragen. Das abgesprengte Gesteinsvolumen beträgt pro Sprengung im Mittel 6.500 m³ (5.500 m³ bis 7.500 m³) [31]. Dieser Menge liegt ein Jahresleistungsvolumen von ca. 625.000 t zugrunde, das mit ca. 50 Sprengungen im Jahr freigelegt wird.

Die Staubentwicklung beim Sprengen tritt erst beim Zusammenstürzen der Gesteinswand ein.

Der Vorgang ist damit prinzipiell z. B. dem Abkippen von Gesteinsbruch von der Ladefläche eines Transporters vergleichbar, nur dass die Fallhöhe und die Gesteinsmenge jeweils wesentlich größer sind. Zur Abschätzung der Staubemissionen bei der Sprengung wird Gleichung (3) aus [10] herangezogen.

$$Q_{S,P,M} = 0,75 \cdot k_{U,PM} \cdot a \cdot H_{ges} \cdot \rho \cdot \sqrt{M_S} \quad (4)$$

Es bedeuten:

$Q_{S,PM}$	Emissionsmassenstrom einer Partikelfraktion [g]
$k_{U,PM}$	Anteil einer Partikelfraktion am Gesamtstaub; TSP (PM ₃₀) = 1, PM ₁₀ = 0,25, PM _{2,5} = 0,053
a	Gewichtungsfaktor der Staubbungsneigung; hier: Faktor 10 (u. a. Kalkstein)
H_{ges}	Höhe der Etage (Bruchwand) oder der Gebäudestruktur [m]; hier: 24,8 m (Mittelwert)
ρ	Schüttdichte des Haufwerks oder Sprengschutts [t/m ³]; hier: 1,7 t/m ³
M_S	Gesteinsmasse pro Abschlag oder Gebäudemasse [t]; hier: 12.500 t (bei 50 Abschlägen)

Es ergeben sich in Summe daraus insgesamt 1.764 kg/a an Gesamtstaub.

5.2.3 Behandlung

Der Brechvorgang am Vorbrecher erfolgt in einem weitgehend geschlossenen Aggregat, so dass hierbei Staubemissionen nur bei Undichtigkeiten und an den Übergabestellen auftreten können. Weiterhin wird das Material an der Walze, d. h. beim Brechvorgang befeuchtet. Der Nachbrecher wird in einer Einhausung mit Absaugung betrieben, daher sind aus dessen Betrieb keine Emissionen explizit zu berücksichtigen.

Die Siebvorgänge finden alle in Einhausungen statt. Im Bereich ohne Absaugung sind Emissionen aus diesen anteilig zu berücksichtigen.

Die Größenordnung der durch mechanische Aufbereitungsanlagen (hier: Brechen und Sieben) verursachten Staubemissionen hängt stark von der Staubungsneigung des Gutes, von der Durchfeuchtung sowie der Art des Verfahrens ab. Für diese Vorgänge stehen nach VDI-Richtlinie 3790 Blatt 3 keine Berechnungs- oder Schätzmethoden wie für Lagerung, Umschlag und Fahrverkehr zur Verfügung, so dass hier eine Emissionsmodellierung mit Emissionsfaktoren erfolgt.

In [10] wird für „Manipulation durch Sieben und Brechen“ bei Einsatz eines Prallbrechers ein Emissionsfaktor von 14 – 16 g/t (PM₁₀) für Bauschutt mit einer Staubungsneigung von „stark staubend“⁶ angegeben ([10], Seite 22, Tabelle 12 Emissionsfaktoren). Korrigiert auf „leicht bis deutlich staubend“ (Faktor 3) bzw. „schwach bis nicht wahrnehmbar staubend“ (Faktor 1) [10] ergeben sich Emissionsfaktoren von 5 g/t bzw. 1,5 g/t für PM₁₀. Nimmt man einen PM₁₀-Anteil von 25 % wie für Baurestmassen an ([10] Seite 19), ergibt sich demnach für Gesamtstaub (Faktor 4) ein Emissionsfaktor von 20 g/t bzw. 6 g/t.

Für das Brechen des befeuchteten Materials am Vorbrecher wird ein Emissionsfaktor von 6 g/t für Gesamtstaub inklusive Motoremissionen verwendet. Für das Sieben des befeuchteten Materials in der Einhausung wird – entsprechend eines Umfeldfaktors von 0,06 für Halle mit natürlicher Entlüftung – ein Emissionsfaktor von 0,4 g/t angenommen.

Tabelle 6. Abschätzung der Staubemissionen durch mechanische Aufbereitung.

EBV	Quelle	Emissionsfaktor (g/t)	Umschlag (t/a)	Emission (kg/a)
(13) Brechen Vorbrecher	Vorbrecher	6	625.000	3.750
(17) Sieben	Schotterw. Halde	0,4	625.000	250
(20) Sieben	Schotterw. Halde	0,4	437.500	175
Gesamtemission in kg/a:				4.175
durchschnittliche Emission in kg/Jahresstunde:				0,5

⁶ „stark staubend“: Faktor 10
 „leicht bis deutlich staubend“: Faktor 3,2
 „schwach bis nicht wahrnehmbar staubend“: Faktor 1

5.2.4 Fahrverkehr

Beim Fahrverkehr im Steinbruch können grundsätzlich Emissionen durch Staubaufwirbelungen entstehen. Zur Abschätzung von Staubaufwirbelungen durch Fahrbewegungen sind die Radlader-, die Muldenfahrzeug-, sowie die LKW-Fahrten zu betrachten (Vorgänge 5, 9 und 11).

Die Fahrbewegungen des Kettenbaggers im Abbaubereich sind aufgrund der geringen Fahrgeschwindigkeit (keine Aufwirbelung) und der kurzen Fahrstrecken nicht emissionsrelevant.

Die Fahrwege auf dem Steinbruchgelände werden als unbefestigt und die Fahrwege im Bereich des Schotterwerkes entsprechend der Befestigung in Asphaltbauweise als befestigt modelliert.

Die Staubemissionen auf **unbefestigten** Fahrwegen, die durch die Fahrbewegungen verursacht werden, können gemäß der VDI-Richtlinie 3790 Bl. 3 [7] wie folgt abgeschätzt werden:

$$q_T = k_{Kgv} \cdot \left(\frac{S}{12}\right)^a \cdot \left(\frac{W}{2,7}\right)^b \cdot \left(1 - \frac{p_{unbefestigt}}{365}\right) \tag{5}$$

Es bedeuten:

- q_T Emissionsfaktor in g/m und Fahrzeug
- k_{Kgv} dimensionsloser Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung, siehe Tabelle 7
- S Feinkornanteil <75 µm des Straßenmaterials in %; hier: 10 % für Werksstraßen in Steinbrüchen
- a korngößenabhängiger Exponent, siehe Tabelle 7
- b Exponent, siehe Tabelle 7
- W Mittlere Masse der Fahrzeugflotte in t.
- $p_{unbefestigt}$ Anzahl der Tage pro Jahr mit mindestens 0,3 mm Regenniederschlag; hier: 160 Tage

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

Korngröße [µm]	PM _{2,5}	PM ₁₀	PM ₃₀
k_{Kgv}	0,042	0,42	1,38
a	0,9	0,9	0,7
b	0,45	0,45	0,45

Für unbefestigte Werkstraßen in Steinbrüchen ist in [7] der Feinkornanteil des Straßenmaterials S mit 10 % als Anhaltswert angegeben. In [10] wird für unbefestigte Fahrwege ein Wert von 5,2 % genannt. Diese Angaben beziehen sich jeweils auf trockene Fahrstrecken mit entsprechendem Emissionspotenzial.

Die Staubaufwirbelungen durch die Fahrbewegungen auf **befestigten** Fahrwegen können für bestimmte Industriebetriebe, entsprechend der Empfehlung der VDI 3790 Bl. 3 [7], nach [12] hergeleitet werden. Die Herleitung erfolgt hierbei für Niederschlagsdaten auf Tagesbasis nach Gleichung (4).

Für die Berechnung von Staubemissionen durch Aufwirbelung durch den Fahrverkehr auf befestigten Straßen und Fahrwegen wird in [12] die folgende Gleichung angegeben:

$$q_T = \left[k_{Kgv} \times (S_L)^{0,91} \times (W \times 1,1)^{1,02} \right] \times (1 - p/4 \times 365) \quad (6)$$

In Gleichung (6) bedeuten:

q_T	Emissionsfaktor in g/(m × Fahrzeug)
k_{Kgv}	Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung, s. Tabelle 8
S_L	Staubbelastung der Straße in g/m ²
W	mittleres Gewicht der Fahrzeugflotte in t
p	Anzahl der Tage pro Jahr > 0,3 mm Niederschlag, hier: ca. 160.

Tabelle 8. Faktor k_{Kgv} zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung auf befestigten Fahrwegen [12].

Korngröße [µm]	PM _{2,5}	PM ₁₀	PM ₃₀
k_{Kgv} [g/(km x Fahrzeug)]	0,15	0,62	3,23

Gemäß der Technischen Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen [10] können für Betriebsstraßen mit nicht staubendem Belag und starker Verschmutzung, die durch Kehren, Wässern etc. beeinflusst werden kann, Staubbelastungen von 1 – 10 g/m² angenommen werden.

Für den Bereich des Schotterwerkes wird aufgrund der Bewässerung der Fahrwege durch den Betrieb einer fest installierten Anlage im Bereich des Schotterwerkes sowie eines Wagens und des bedarfsgerechten Einsatzes einer Kehrmaschine erreicht, dass keine sichtbaren Staubaufwirbelungen auftreten. In Anlehnung an [10] und [11] kann daher ein Siltload sL von 1 g/m² angesetzt werden. Im vorliegenden Fall wird in konservativer Herangehensweise ein Siltload sL von 2 g/m² angesetzt.

An der Station Keltern-Ellmendingen des DWD liegt die Zahl der Regentage mit mindestens 0,3 mm Niederschlag im Mittel der Jahre 1994 bis 2003 bei 161 [19]. Bei den Berechnungen wird von 160 Tagen mit mindestens 0,3 mm Niederschlagshöhe ausgegangen.

Die entsprechenden Abschätzungen der Staubemissionen durch Fahrbewegungen auf unbefestigten und befestigten Straßen sind in Tabelle 9 und Tabelle 10 dargestellt.

Tabelle 9. Abschätzung der Emissionen durch Staubaufwirbelungen bei Fahrbewegungen auf unbefestigten Fahrwegen innerhalb des Betriebsgeländes.

	EBV	Ort der Emission	S (%)	W (t)	$p_{unbef.}$ --	Fahrten pro Jahr	Fahrweg (einfach) (m)	Emission $PM_{2,5}$ (kg/a)	Emission PM_{10} (kg/a)	Emission PM_{30} (kg/a)
Strecke 1 (Radlader Gesteinsbruch bei Strosse/Vorbrecher, hin u. zurück)	(5)	Abbau	10	57	160	98.039	100	777	7.765	26.462
Strecke 2a (Muldenfzg. zum Knotenpunkt, hin u. zurück)	(9)	Fahrweg Nord a	10	50	160	13.750	700	717	7.166	24.419
Strecke 2b (Muldenfzg. zum Knotenpunkt, hin u. zurück)	(9)	Fahrweg Nord b	10	50	160	13.750	250	256	2.559	8.721
Strecke 3 (LKW Nachbrecher zum Knotenpunkt, hin u. zurück)	(11,30)	Schotterw. Süd	10	24	160	44.444	90	216	2.159	7.358
Strecke 6 (Muldenfzg., LKW vom Knotenpunkt zum Verfüllbereich, hin u. zurück)	(9,11)	Fahrweg Süd	10	39	160	24.375	800	1.293	12.932	44.069
Strecke 7 (Radlader Gesteinsbruch bei Halde, hin u. zurück)	(28)	Schotterw. Halde	10	57	160	29.412	5	12	116	397
Gesamtemission in kg/a:								1.493	14.931	111.427
durchschnittliche Emission in kg/Jahresstunde:								0,17	1,70	12,72

Hinweis: Zur Beschreibung der Fahrstrecken auf dem Betriebsgelände von Steinbruch und Schotterwerk wurde ein Knotenpunkt auf Höhe des Siebhauses definiert.

Tabelle 10. Abschätzung der Emissionen durch Staubaufwirbelungen bei Fahrbewegungen auf befestigten Fahrwegen innerhalb des Betriebsgeländes.

	EBV		S_L (g/m ²)	W (t)	$p_{bef.}$	Fahrten pro Jahr	Fahrweg (einfach) (m)	Emission $PM_{2,5}$ (kg/a)	Emission PM_{10} (kg/a)	Emission PM_{30} (kg/a)
Strecke 4 (LKW Verladung zum Nachbrecher, hin u. zurück)	(11,30)	Schotterw. Mitte	2	25	160	85.350	150	93	386	2.012
Strecke 5 (LKW Einfahrt zur Verladung, hin u. zurück)	(11,30,32,34,35,40)	Schotterw. Nord	2	25	160	86.050	125	78	324	1.687
Strecke 8 (Radlader Gesteinsbruch bei Halde Rheinsand, hin u. zurück)	(38)	Schotterw. Halde	2	57	160	314	5	0	0	1
Gesamtemission in kg/a:								172	710	3.700
durchschnittliche Emission in kg/Jahresstunde:								0,02	0,08	0,42

Der Beitrag der Motoremissionen an den gesamten verkehrsbedingten Staubemissionen liegt auch bei konservativen Annahmen um mehrere Größenordnungen unter dem der verkehrsbedingten Staubaufwirbelungen auf den Fahrwegen des untersuchten Betriebs und können daher vernachlässigt werden.

5.2.5 Lagerung

Im Bereich der geplanten Erweiterungsfläche ist keine Haldenlagerung von Gesteinsbruch vorgesehen. Im Verfüllbereich wird vorwiegend erdfeuchtes Material verwendet, das in der Regel am Tag der Anlieferung verdichtet wird, womit zwischenzeitlich nicht mit relevanten Staubemissionen durch Abwehungen zu rechnen ist. Emissionen durch Abwehungen können somit vernachlässigt werden.

Aus der Haldenlagerung von Gesteinsbruch und Rheinsand im Bereich des Schotterwerkes können Staubemissionen nicht vollkommen ausgeschlossen werden. In [18] werden für die messtechnische Ermittlung der PM₁₀-Emissionen aus der Haldenlagerung für Muschelkalk 6,9 mg/(m² × h) und für Quarzsand 2,8 mg/(m² × h) angegeben. Durch Abwehungen werden vorwiegend geringe Korngrößen emittiert. Dies wird durch die genannte Messung bestätigt, bei der PM_{2,5}-Anteil an PM₁₀ ca. 90 % bzw. 80 % entspricht. Zu berücksichtigende Anteile größer PM₁₀ sind daher nicht zu erwarten. Für die Lagerung von Gesteinsbruch wird eine Fläche von 1.500 m² im südöstlichen Bereich des Schotterwerkes und für Rheinsand von 500 m² im Bereich der Verladung angenommen. Unter diesen Annahmen ergeben sich im Vergleich zu der Gesamtanlage vernachlässigbare Emissionen von ca. 100 kg/a.

5.2.6 Staubemissionen aus gefassten Quellen

Emissionen aus gefassten Quellen liegen im Bereich der vier Entstaubungsanlagen vor.

Die Jahresemissionen aus dem Betrieb der Entstaubungsanlagen werden mit dem Emissionsgrenzwert von jeweils 20 mg/m³ Gesamtstaub, den Volumenströmen von 35.000 m³/h (i.N.tr.) [Kost], 37.800 m³/h (i.N.tr.) [Lühr], 21.300 m³/h (i.N.tr.) [Vollert] und 21.300 m³/h (i.N.tr.) [Abmagerung] berechnet; es ergibt sich bei 2.871 Betriebsstunden (vgl. Kapitel 5.5) eine Jahresemission von in Summe 6.626 kg⁷.

5.3 Partikelgrößenverteilung der Staubemissionen

Die ermittelten diffusen Staubemissionen aus Umschlagvorgängen sind als Gesamtstaub angegeben. Die Emissionen aus Fahrbewegungen sind bereits auf die einzelnen Korngrößenklassen aufgeteilt. Für die Ausbreitungsrechnung ist die Verteilung der diffusen Gesamtstaubemissionen aus Umschlagvorgängen auf die einzelnen Korngrößenklassen anzugeben.

In der Veröffentlichung *Technische Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen 2013, Revision 1* [10] wird für mineralische Rohstoffe in Tabelle 10 auf Seite 19 ein korngößenabhängiger Faktor von 0,25 (25 %) für PM₁₀ und von 0,053 (5,3 %) für PM_{2,5} angegeben, bezogen auf TSP⁸ oder PM₃₀.

⁷ 2.010 kg/a + 2.170 kg/a + 1.223 kg/a + 1.223 kg/a = 6.626 kg/a

⁸ TSP Total Suspended Particles, ggf. durch PM₇₅ oder PM₃₀ repräsentiert (vgl. Fußnote zu Tabelle 20 [10])

In Anlehnung an [10] können daher folgende Korngrößenverteilungen angenommen werden:

Tabelle 11. Angesetzte Partikelgrößenverteilung der diffusen Emissionen.

Partikelgröße	Klassifizierung	Anteil
$\leq 2,5 \mu\text{m}$	PM _{2,5}	5 %
$\leq 10 \mu\text{m}$	PM ₁₀	25 %
$> 10 \mu\text{m}$	$> \text{PM}_{10}$	75 %

Nach Anhang 3 der TA Luft entspricht dieses den folgenden Staubklassen.

Tabelle 12. Staubklassenzuordnung nach Anhang 3 der TA Luft.

Staubklasse nach TA Luft Anhang 3	Partikelgröße	Bezeichnung	Anteil
1	$\leq 2,5 \mu\text{m}$	pm-1	5 %
2	$> 2,5 \mu\text{m}, \leq 10 \mu\text{m}$	pm-2	20 %
3, 4	$> 10 \mu\text{m}$	pm-u	75 %

Bei Bandübergaben wird gemäß den Messdaten [18] ein PM_{2,5}- bzw. pm-1-Anteil von ca. 75 % an PM₁₀ und entsprechend von ca. 20 % an Gesamtstaub angenommen. Der pm-2-Anteil reduziert sich entsprechend auf 5 % an Gesamtstaub.

Partikelgrößenverteilung gefasste Quellen

Für die Emissionen aus den Entstaubungsanlagen kann davon ausgegangen werden, dass die Anteile an Schwebstaub PM₁₀ maßgeblich sind. In Anlehnung an [17] wird ein PM₁₀-Anteil von 90 % und ein PM_{2,5}-Anteil von 35 % angesetzt.

Die Korngrößenverteilung wurde in der Ausbreitungsrechnung durch die Sedimentations- (v_s) und Depositionsgeschwindigkeiten (v_d) nach Anhang 3 der TA Luft abgebildet. Es gilt für:

- pm-1: $v_s = 0 \text{ m/s}$ und $v_d = 0,001 \text{ m/s}$,
- pm-2: $v_s = 0 \text{ m/s}$ und $v_d = 0,01 \text{ m/s}$,
- pm-u: $v_s = 0,06 \text{ m/s}$ und $v_d = 0,07 \text{ m/s}$.

5.4 Beurteilung der Emissionen

Der Emissionsmassenstrom liegt während der durchschnittlichen Jahresstunde mit ca. 33 kg/h über dem Bagatellmassenstrom nach Nr. 4.6.1.1 der TA Luft von 0,1 kg/h für diffuse Staubemissionen.

Daher ist eine Betrachtung der Zusatzbelastung durch den Betrieb des Steinbruchs erforderlich, um zu prüfen, ob die Irrelevanzkriterien bzw. die Immissionswerte der TA Luft eingehalten werden.

5.5 Zeitliche Charakteristik der Emissionen

Die Emissionen werden nur während der Betriebszeiten freigesetzt. Im Modell werden die freigesetzten Jahresemissionen mit Ausnahme der Sprengung gleichmäßig auf 2.871 Jahresstunden (5 Tage pro Woche, 06:00 bis 17:00 Uhr) verteilt.

Die Verteilung der Emissionen aus den Sprengungen erfolgt zufällig auf 50 Stunden im Jahr.

5.6 Überhöhung

Für die ausschließlich diffusen Emissionen sowie für die Kamine der Entstaubungsanlagen wird keine Überhöhung berücksichtigt.

5.7 Emissionsquellen

Die Emissionen aus dem Steinbruchbetrieb und Schotterwerk werden vorwiegend diffus freigesetzt. In den Ausbreitungsrechnungen werden diese als bodennahe Emissionsquellen (Volumenquellen) beschrieben. Die Kamine der Entstaubungsanlagen werden als Punktquellen modelliert.

Die in der Ausbreitungsrechnung angesetzte Lage der Emissionsquellen ist in Abbildung 5 dargestellt. Detailangaben zu den Emissionsquellen können der Austal.log-Datei im Anhang entnommen werden.

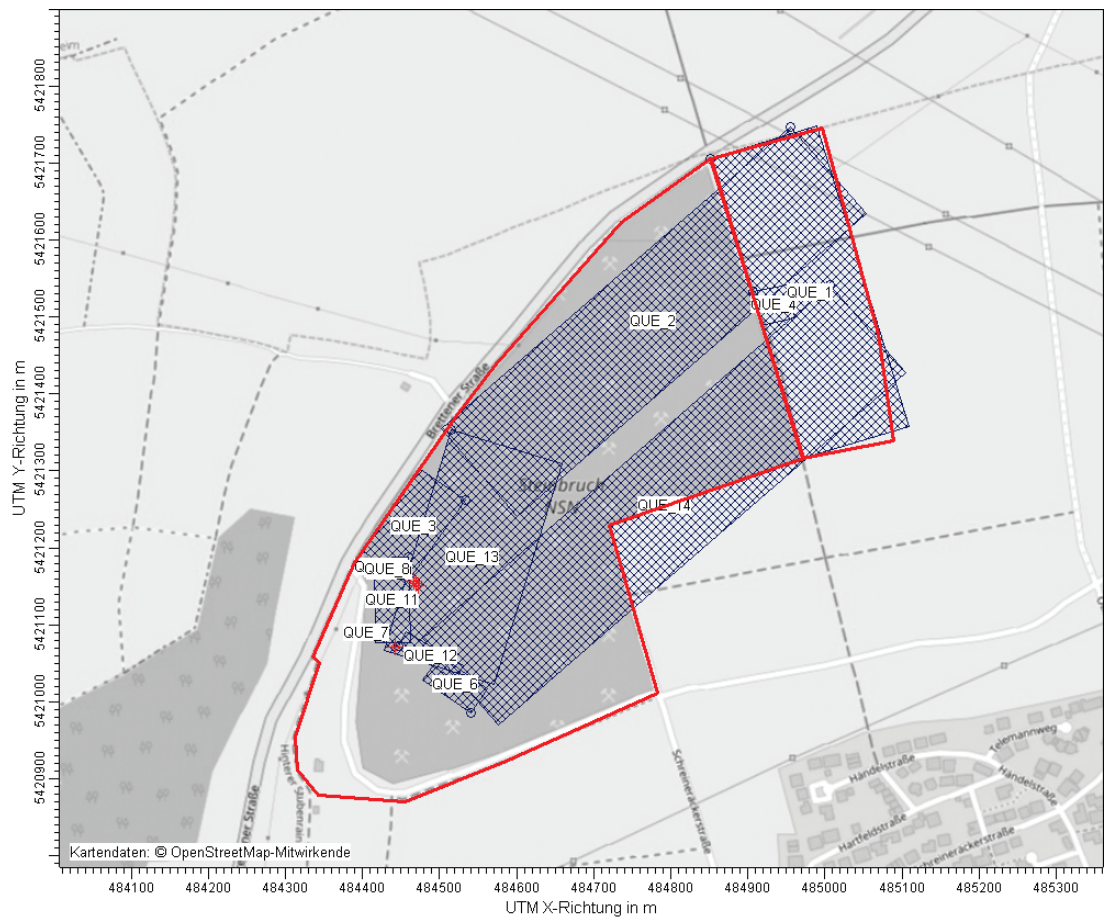


Abbildung 5. Lageplan der Emissionsquellen.

Aufgrund der unspezifischen Position der Entstehung diffuser Staubemissionen im Abbau- und Verfüllungsbereich wird hierfür je eine Volumenquelle modelliert. Die auf den Abbau- und Verfüllflächen stattfindenden Betriebsvorgänge werden entsprechend zugeordnet. Auch der Emissionsort am Vorbrecher wird als Volumenquelle modelliert, da die Emissionen diffus in einem größeren Raumvolumen freigesetzt werden. Die Fahrwege werden aufgrund der Aufwirbelung hinter den Fahrzeugen als Volumenquellen beschrieben.

Tabelle 13. Zuordnung der Emissionsquellen.

id	xq	yq	hq	aq	bq	cq	wq	ds
QUE_1	484852	5421706	0	408	144	5	287	Abbau
QUE_2	484955	5421747	0	600	150	3	-139	Fahrweg Nord a
QUE_3	484533	5421262	0	70	130	3	145	Schotterwerk Nord
QUE_4	484907	5421532	0	45	45	5	283	Vorbrecher
QUE_5	484852	5421706	0	408	144	5	287	Sprengung
QUE_6	484540	5420986	0	38	75	5	55	Schotterwerk Halde
QUE_7	484442	5421071	22	0	0	0	0	Kost
QUE_8	484469	5421154	25	0	0	0	0	Lühr
QUE_9	484472	5421150	23	0	0	0	0	Vollert
QUE_10	484466	5421157	23	0	0	0	0	Abmagerung
QUE_11	484460	5421187	0	45	110	3	-179	Schotterwerk Mitte
QUE_12	484447	5421073	0	86	21	3	329	Schotterwerk Süd
QUE_13	484515	5421353	0	300	150	3	-107	Fahrweg Nord b
QUE_14	485007	5421541	0	700	150	3	-139	Fahrweg Süd

Quellen-Parameter

- id = Quelle Nr.
- xq = X-Koordinate der Quelle
- yq = Y-Koordinate der Quelle
- aq = Länge in X-Richtung [m]
- bq = Länge in Y-Richtung [m]
- cq = Länge in Z-Richtung [m]
- wq = Drehwinkel der Quelle [Grad]
- ds = Beschreibung

6 Weitere Eingangsgrößen

6.1 Rechengebiet und räumliche Auflösung

Als Rechengebiet wurde ein Rechteck mit Kantenlängen von 4.096 m × 4.096 m festgelegt (Abbildung 6). Es genügt damit den Anforderungen der Nr. 4.6.2.5 der TA Luft, wonach das Rechengebiet bei niedrigen Quellen mindestens einen Radius von 1 km um den Emissionsschwerpunkt haben soll.

Es wurde ein vierfach geschachteltes Rechengitter mit Gitterweiten von 16 m, 32 m, 64 m und 128 m verwendet. Ort und Betrag der Immissionsmaxima und die Höhe der Zusatzbelastungen an den relevanten Immissionsorten können bei diesem Ansatz mit hinreichender Sicherheit bestimmt werden.

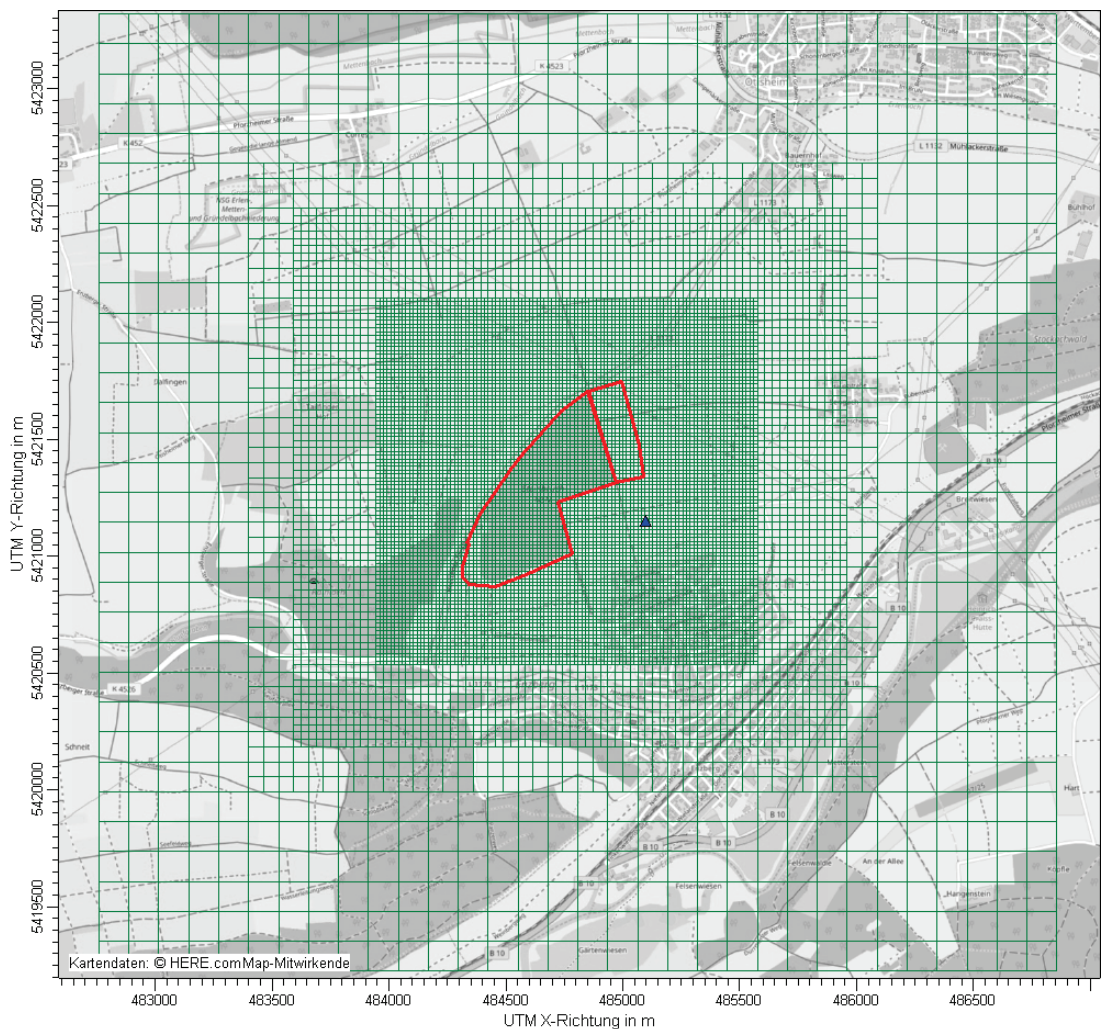


Abbildung 6. Rechengebiet und Rechengitter der Ausbreitungsrechnung; Anemometerposition blaues Dreieck.

Tabelle 14. Kantenlängen des geschachtelten Rechengitters.

Gitterweite [m]	Kantenlänge [m]	
	X-Richtung	Y-Richtung
16	1.632	1.568
32	2.368	2.304
64	2.688	2.688
128	4.096	4.096

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

6.2 Rauigkeitslänge

Die Bodenrauigkeit des Geländes wird durch eine mittlere Rauigkeitslänge z_0 beschrieben. Sie ist nach Tabelle 14 in Anhang 3 der TA Luft aus den Landnutzungsklassen des CORINE-Katasters für ein kreisförmiges Gebiet um den Schornstein zu bestimmen, dessen Radius das 10fache der Bauhöhe des Schornsteins beträgt, bei diffusen Quellen ausgehend von einer Schornsteinhöhe von 20 m.

Die auf der Basis von Geländenutzungsdaten errechnete und auf den nächstgelegenen Tabellenwert gerundete Bodenrauigkeit ergibt sich zu $z_0 = 0,2$ m.

Die Verdrängungshöhe d_0 ergibt sich nach Nr. 8.6 in Anhang 3 der TA Luft aus $d_0 = z_0 \times 6$.

6.3 Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit

Durch Wahl einer ausreichenden Partikelzahl (Qualitätsstufe 2) bei der Ausbreitungsrechnung wurde darauf geachtet, dass die modellbedingte statistische Unsicherheit des Berechnungsverfahrens, berechnet als statistische Streuung des berechneten Wertes, beim Immissions-Jahres-Wert (IJW) weniger als 3 vom Hundert des Immissions-Jahreswertes betragen hat.

6.4 Berücksichtigung von Bebauung und Gelände

Bebauung

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

Eine relevante Bebauung liegt im Bereich des Schotterwerkes bei den Gebäuden im Bereich der Kamine der Entstaubungsanlagen vor. Das Gebäude des Splittwerkes wurde im Mittel mit einer Höhe von 23 m und die Silos beim Nachbrecher mit Höhen von 23 m und 20 m berücksichtigt.

Gelände

Neben der Bebauung müssen gemäß TA Luft, Anhang 3, Nr. 10 die zusätzlichen Geländeunebenheiten berücksichtigt werden, wenn die resultierenden Steigungen den Wert von 0,05 überschreiten. Dies ist im vorliegenden Rechengitter der Fall. Die Bereiche umfassen ca. 67 % des Rechengebietes.

Die Geländesteigungen im vorliegenden Untersuchungsgebiet sind in der folgenden Abbildung dargestellt. Im Rechengebiet nach TA Luft sind außerdem Steigungen von mehr als 1:5 (orange Markierung in Abbildung 7) vorhanden. Die Anwendbarkeit eines mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodells ist daher nicht von vornherein gegeben.

Das formale Anwendungskriterium der Geländesteigung in der TA Luft spiegelt nicht gleichzeitig die fachliche Anwendungsgrenze des diagnostische Windfeldmodells wider. Zur Prüfung der fachlichen Anwendbarkeit wird bei der Berechnung der Windfelder in der Protokolldatei ein maximaler Divergenzfehler ausgewiesen. Übersteigt dieser den Wert von 0,2 so ist das Windfeld im Allgemeinen nicht verwendbar (Richtlinie VDI 3783 Blatt 13). Da im vorliegenden Fall der Divergenzfehler bei maximal 0,019 liegt, ist aus fachlicher Sicht kein Ausschlusskriterium für das diagnostische Windfeldmodell gegeben. Darüber hinaus befinden sich große Flächenanteile mit Steigungen von mehr als 1:5 außerhalb des eigentlichen Beurteilungsgebiets nach TA Luft sowie der Transmissionsstrecken zu den maßgeblichen Beurteilungspunkten im Osten und Süden des Steinbruches (vgl. Kapitel 7.1).

Aus Gründen der Verhältnismäßigkeit wurde daher auf die Anwendung eines prognostischen Windfeldmodells verzichtet und mit dem in AUSTAL2000 implementierten diagnostischen Modell TALdia gearbeitet.

Zur Berücksichtigung der Orografie bei der Berechnung des Windfeldes wurden die Höhendaten im Rechengebiet in Form eines Digitalen Geländemodells (DGM) in einer Rasterauflösung von 50 m zugrunde gelegt. Eine Anpassung des Geländes im geplanten Abbaubereich wurde nicht vorgenommen.

In der Ausbreitungsrechnung werden alle Staubemissionen auf Geländeoberkante freigesetzt. Dies ist ein sehr konservativer Ansatz, da die Stäube sofort mit dem Windfeld abtransportiert werden und auch geringere Transportwege aufweisen als in Wirklichkeit. Die immissionsseitige Staubminderung durch stärkere Sedimentations- und Depositionsprozesse im Steinbruch (niedrigere Windgeschwindigkeiten und damit längere Aufenthaltszeiten der staubbeladenen Luft im Steinbruch als außerhalb des Steinbruchs) wird nicht berücksichtigt.

Austauschprozesse zwischen Steinbruch und Umgebung finden hauptsächlich bei labilen Schichtungen durch konvektive Thermikprozesse im Steinbruchareal statt, zu diesen Zeiten ist aber die Verdünnung beim Transport außerhalb des Steinbruchs sehr gut.

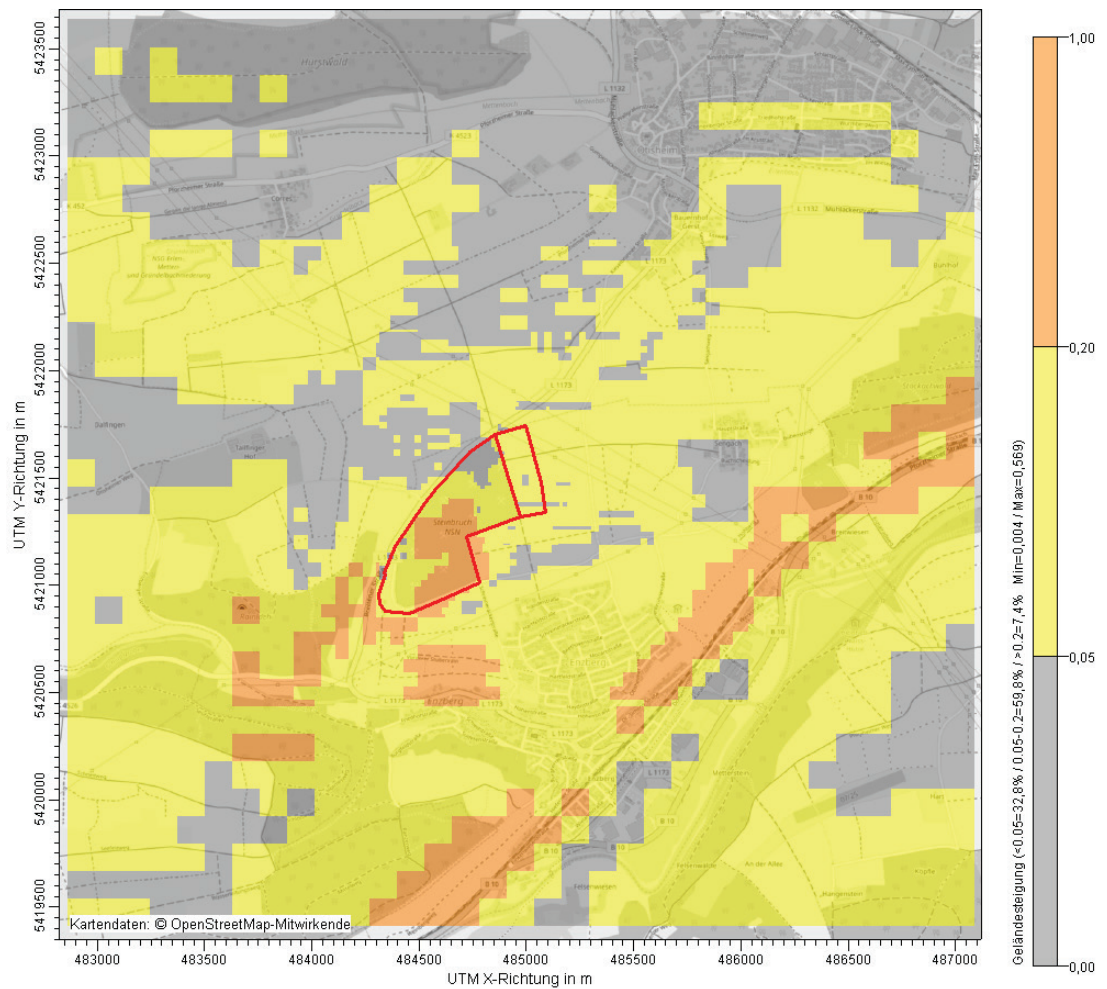


Abbildung 7. Geländesteigungen im Untersuchungsgebiet. Steinbruch- und Erweiterungsgelände rot markiert.

6.5 Verwendetes Ausbreitungsmodell

Es wurde mit dem Programm AUSTAL2000 [23] gearbeitet, welches den Anforderungen der TA Luft (Anhang 3) sowie der VDI Richtlinie 3945 Bl. 3 genügt.

7 Ergebnisse

7.1 Immissionsorte

Die Belastung durch Schwebstaub und Staubbiederschlag ist ausschließlich außerhalb der Werksgrenzen zu untersuchen, da im Bereich des Betriebsgeländes die arbeitsschutzrechtlichen Anforderungen maßgebend sind. Ferner ist gemäß Nr. 4.6.2.6 der TA Luft das Umfeld des Steinbruchs nur an den Orten für die Beurteilung relevant, an denen das entsprechende Schutzgut (bei Schwebstaub: Schutzgut Mensch, bei Staubbiederschlag: Schutzgut Nutzbarkeit von Sachgütern) nicht nur vorübergehend exponiert ist.

Als maßgebliche Immissionsorte wurden die nächstgelegenen bestehenden bzw. geplanten Wohnhäuser der umliegenden Ortschaften (Enzberg, 1a und 1b; Sengach, 4a und 4b) und zwei Reiterhöfe (5, 6) sowie ein Bauernhof (8) im Außenbereich festgelegt.

In der Umgebung des Steinbruches mit Schottwerk liegen Gartenhausgebiete und ein Vereinsheim. Bei diesen ist von keinem dauerhaften Aufenthalt auszugehen, daher werden diese hier nur informativ betrachtet:

Das Vereinsheim (Ziegelhütte – Obst- und Gartenbauverein, 3) östlich des geplanten Erweiterungsbereiches liegt innerhalb des Geltungsbereichs eines Bebauungsplanes. Weiterhin sind westlich sowie südwestlich des Anlagengeländes Gartenhausgebiete in Bebauungsplänen ausgewiesen, denen am Rand jeweils ein exemplarischer Monitorpunkt zugewiesen wird (7, 9) [33]. Nordöstlich von Enzberg ist im Flächennutzungsplan (FNP) 2025 [34] eine Sonderbaufläche (Gartenhausgebiet) vermerkt. Auf Höhe des nördlichen Randes der eingezeichneten Fläche wird exemplarisch ein Monitorpunkt gesetzt (2).

Die Lage dieser Immissionsorte ist in Abbildung 8 dargestellt.

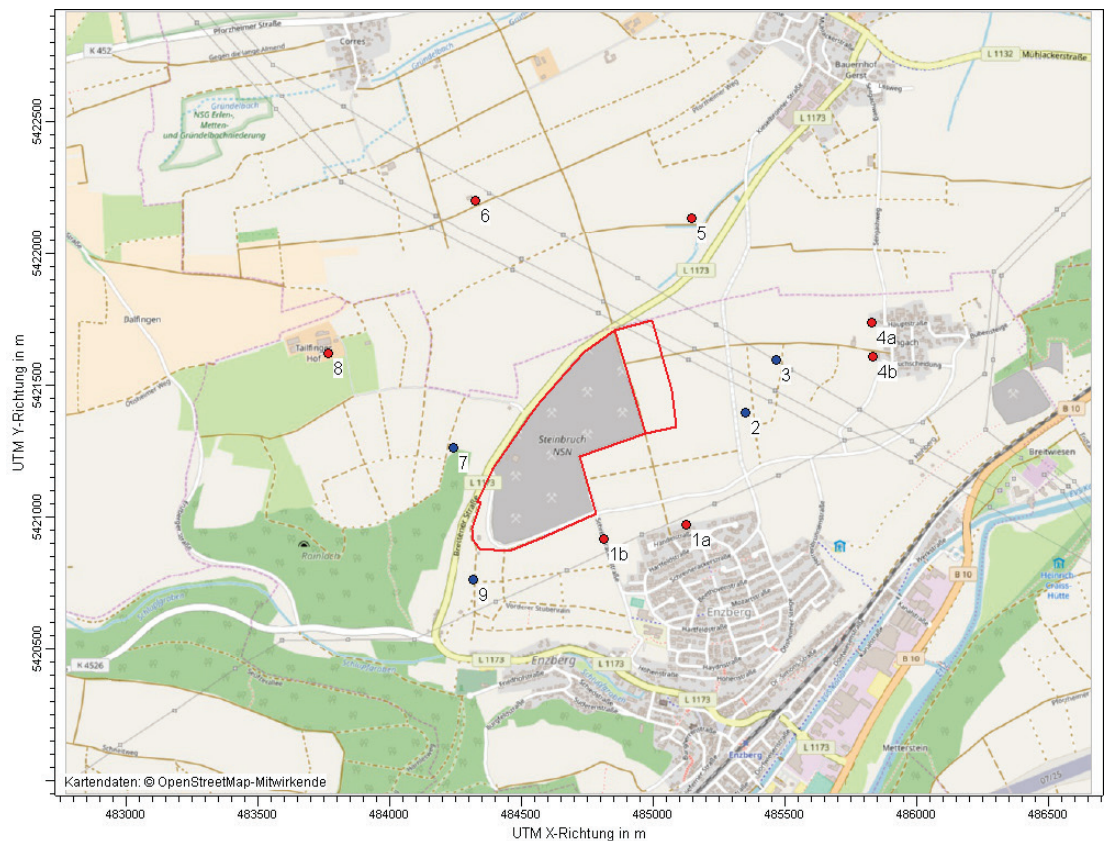


Abbildung 8. Lage der Immissionsorte (roter Punkt) und der informativ betrachteten Orte (blauer Punkt).

7.2 Zusatzbelastung durch den Steinbruchbetrieb nach Erweiterung

Die Zusatzbelastungen durch die dem Steinbruch zugeordneten Quellen wurden mittels Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft prognostiziert. Es wurde mit dem Programm AUSTAL2000 [23] gearbeitet, welches den Anforderungen der TA Luft [1], Anhang 3 bzw. der VDI Richtlinie 3945 Bl. 3 [21] genügt.

Schwabstaub PM_{10}

In Abbildung 9 ist die räumliche Verteilung der Zusatzbelastung an Schwabstaub PM_{10} im Jahresmittel dargestellt. Die Farbgebung in den folgenden Abbildungen beginnt jeweils beim Irrelevanzwert nach TA Luft.

Das Immissionsmaximum tritt auf dem Steinbruchgelände im Bereich des Abbaubereiches auf. Mit zunehmender Entfernung von den Quellen nimmt die Immissionszusatzbelastung rasch ab.

Die Zusatzbelastung inklusive Berücksichtigung der modellbedingten Unsicherheit durch Schwabstaub PM_{10} an den Immissionsorten 1 bis 5 und 7 bis 9 liegt zwischen $2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $13,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. An dem weiteren Immissionsort 6 ist eine Zusatzbelastung kleiner $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu erwarten. Die Zusatzbelastung an dem Immissionsort 6 überschreitet damit nicht die 3,0 %-Irrelevanzschwelle (entspricht $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und ist somit irrelevant im Sinne der Nr. 4.1 Buchstabe c) der TA Luft.

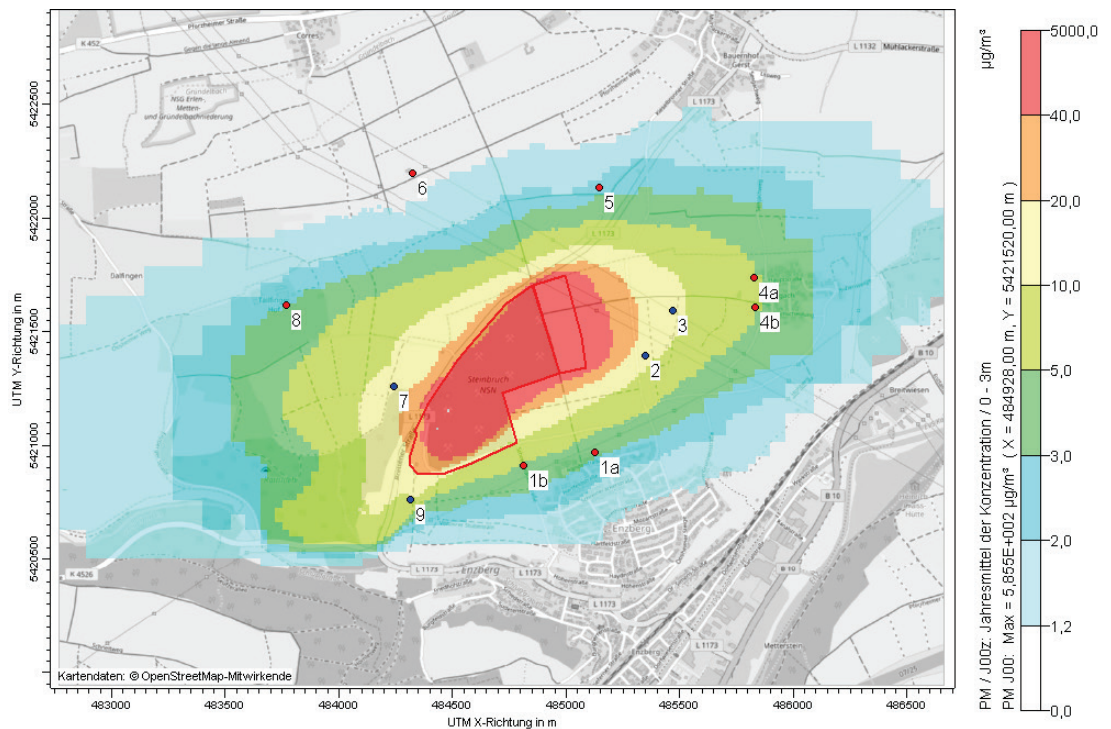


Abbildung 9. Zusatzbelastung durch Schwebstaub PM_{10} im Jahresmittel für die Erweiterungsfläche. Die Irrelevanzschwelle gemäß TA Luft beträgt 3,0 % des Immissionsjahreswertes (entspricht ca. $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Auf farblich nicht hinterlegten Flächen ist die Zusatzbelastung irrelevant im Sinne der Nr. 4.2.2 TA Luft. Die roten Punkte markieren die Lage der Immissionsorte. Die blauen Punkte markieren die Lage der informativ betrachteten Orte.

Tabelle 15. Immissions-Jahreszusatzbelastung durch Schwebstaub (PM_{10}) an den Immissionsorten; informative Immissionsorte sind grau hinterlegt; relevante Immissionen sind rot hinterlegt.

IO	IW	IJZ	Unsicherheit s		IJZ + s	Anteil IJZ + s am IW
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%
1a	40	3,3	1,4	0,0	3,3	8,3
1b	40	4,7	1,1	0,1	4,7	11,9
2	40	13,1	0,7	0,1	13,2	33,0
3	40	12,0	0,7	0,1	12,0	30,1
4a	40	5,4	0,6	0,0	5,4	13,6
4b	40	5,2	0,7	0,0	5,2	13,0
5	40	2,5	1,7	0,0	2,6	6,5
6	40	1,0	1,8	0,0	1,0	2,6
7	40	13,8	0,7	0,1	13,9	34,7
8	40	3,1	1,1	0,0	3,1	7,8
9	40	8,0	1,2	0,1	8,1	20,3

Schwebstaub $PM_{2,5}$

In Abbildung 10 ist die räumliche Verteilung der Zusatzbelastung an Schwebstaub PM_{10} im Jahresmittel dargestellt. Die Farbgebung in den folgenden Abbildungen beginnt jeweils beim dem analog nach TA Luft vorgeschlagenem Irrelevanzwert.

Das Immissionsmaximum tritt auf dem Steinbruchgelände im Bereich des Abbaugeländes auf. Mit zunehmender Entfernung von den Quellen nimmt die Immissionszusatzbelastung rasch ab.

Die Zusatzbelastung inklusive Berücksichtigung der modellbedingten Unsicherheit durch Schwebstaub $PM_{2,5}$ an den Immissionsorten 1 bis 5 und 7 bis 9 liegt zwischen $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $4,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. An dem weiteren Immissionsort 6 ist eine Zusatzbelastung kleiner $0,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu erwarten. Die Zusatzbelastung an dem Immissionsort 6 überschreitet damit nicht die vorgeschlagene 3,0 %-Irrelevanzschwelle (entspricht $0,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und ist somit irrelevant im Sinne der Nr. 4.1 Buchstabe c) der TA Luft.

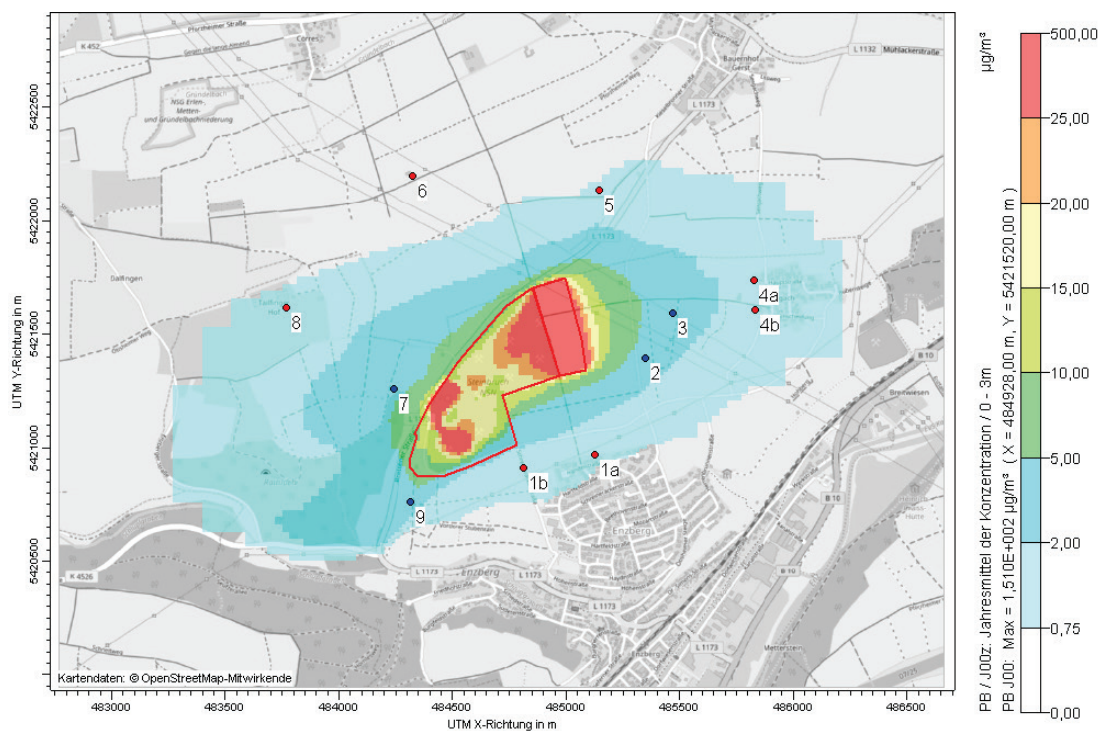


Abbildung 10. Zusatzbelastung durch Schwebstaub $PM_{2,5}$ im Jahresmittel für die Erweiterungsfläche. Die Irrelevanzschwelle analog TA Luft beträgt 3,0 % des Immissionsjahreswertes (entspricht ca. $0,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Auf farblich nicht hinterlegten Flächen ist die Zusatzbelastung irrelevant im Sinne der Nr. 4.2.2 TA Luft. Die roten Punkte markieren die Lage der Immissionsorte. Die blauen Punkte markieren die Lage der informativ betrachteten Orte.

Tabelle 16. Immissions-Jahreszusatzbelastung durch Schwebstaub (PM_{2,5}) an den Immissionsorten; informative Immissionsorte sind grau hinterlegt; relevante Immissionen sind rot hinterlegt.

IO	IW ¹⁾	IJZ	Unsicherheit s	IJZ + s	Anteil IJZ + s am IW
	µg/m ³	µg/m ³	%	µg/m ³	%
1a	25	0,9	1,4	0,0	3,8
1b	25	1,3	1,1	0,0	5,2
2	25	3,3	0,7	0,0	13,4
3	25	3,2	0,7	0,0	12,8
4a	25	1,5	0,6	0,0	5,9
4b	25	1,4	0,7	0,0	5,8
5	25	1,0	1,5	0,0	4,0
6	25	0,4	1,7	0,0	1,5
7	25	4,0	0,7	0,0	16,2
8	25	1,0	1,0	0,0	4,2
9	25	3,1	1,1	0,0	12,7

¹⁾ Immissionswert nach 39. BImSchV zum Schutz der menschlichen Gesundheit

Staubniederschlag

Auch für Staubniederschlag ergibt sich eine ähnliche Verteilung der Zusatzbelastung (siehe Abbildung 11). Auch hier tritt das Maximum der Zusatzbelastung auf dem Steinbruchgelände auf.

Die Zusatzbelastung inklusive Berücksichtigung der modellbedingten Unsicherheit durch Staubniederschlag beträgt an den Immissionsorten 1 bis 4 sowie 7 und 9 zwischen 10,7 mg/(m² × d) und 61,4 mg/(m² × d). An den weiteren Immissionsorten liegt diese bei maximal 6,2 mg/(m² × d) und unterschreitet den Irrelevanzwert von 10,5 mg/(m² × d). Die Zusatzbelastung durch Staubniederschlag ist an diesen IO damit irrelevant im Sinne der Nr. 4.1 Buchstabe c) der TA Luft.

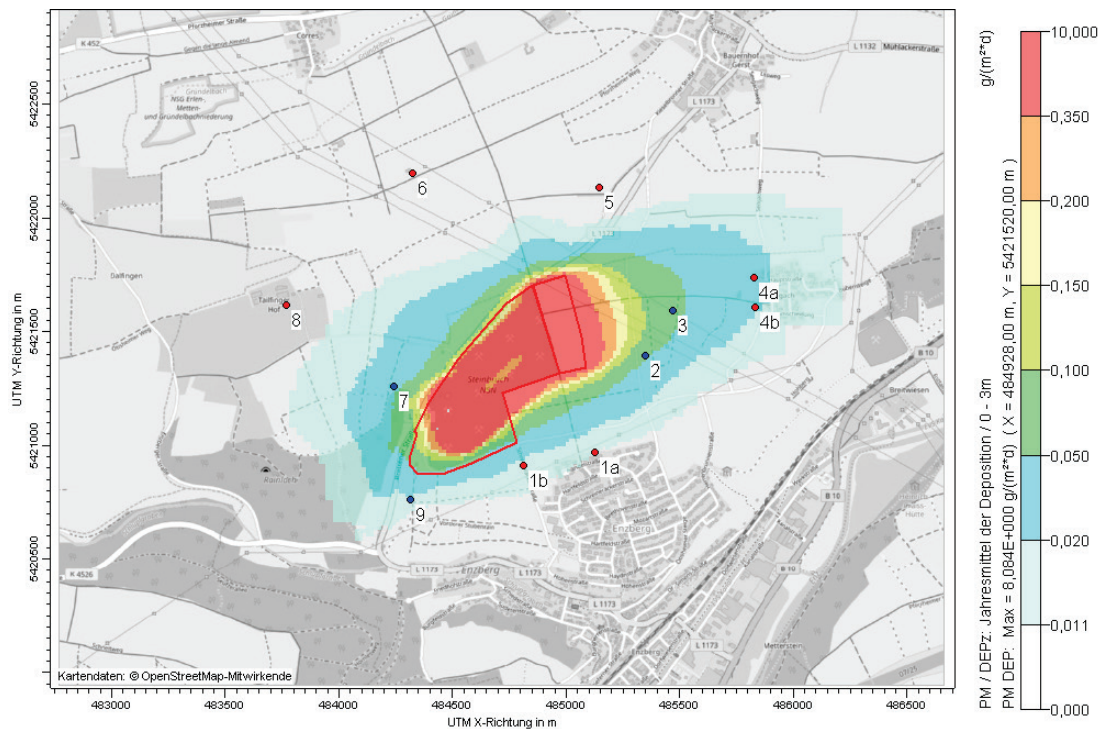


Abbildung 11. Zusatzbelastung durch Staubniederschlag im Jahresmittel in $\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ für die Erweiterungsfläche. Die Irrelevanzschwelle gemäß TA Luft beträgt $10,5 \text{ mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$. Auf farblich nicht hinterlegten Flächen ist die Zusatzbelastung irrelevant im Sinne der Nr. 4.2.2 TA Luft. Die roten Punkte markieren die Lage der Immissionsorte. Die blauen Punkte markieren die Lage der informativ betrachteten Orte.

Tabelle 17. Immissions-Jahreszusatzbelastung durch Staubniederschlag (nicht gefährdender Staub) an den Immissionsorten; informative Immissionsorte sind grau hinterlegt; relevante Immissionen sind rot hinterlegt.

IO	IW	IJZ	Unsicherheit s	IJZ + s		Anteil IJZ + s am IW
				$\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$	$\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$	
1a	0,35	0,0104	2,7	0,0003	0,0107	3,0
1b	0,35	0,0168	2,2	0,0004	0,0171	4,9
2	0,35	0,0583	1,1	0,0006	0,0590	16,8
3	0,35	0,0608	1,0	0,0006	0,0614	17,5
4a	0,35	0,0252	0,9	0,0002	0,0255	7,3
4b	0,35	0,0212	1,0	0,0002	0,0214	6,1
5	0,35	0,0042	2,2	0,0001	0,0043	1,2
6	0,35	0,0023	2,9	0,0001	0,0024	0,7
7	0,35	0,0396	1,3	0,0005	0,0401	11,4
8	0,35	0,0061	1,9	0,0001	0,0062	1,8
9	0,35	0,0160	2,2	0,0004	0,0163	4,7

7.3 Vor- und Gesamtbelastung

Die Vorbelastung setzt sich grundsätzlich zusammen aus

- dem großräumigem Hintergrund,
- vorhandenen benachbarten relevanten Gewerbebetriebe,
- evtl. relevanter Fahrzeugverkehr auf naheliegenden Straßen.

In der Umgebung der Immissionsorte sind keine vielbefahrenen Straßen oder Betriebe vorhanden, die z. B. durch den Umschlag staubender Güter immissionsrelevante Staubemissionen hervorrufen könnten.

Die nächstgelegenen Messstationen des LUBW, an denen die Komponenten PM₁₀ und teilweise PM_{2,5} gemessen werden, liegen ca. 11 km (Pforzheim; städtisch, Verkehr), ca. 32 km (Eggenstein; vorstädtisch, Hintergrund) bzw. ca. 34 km (Gärtringen; vorstädtisch, Hintergrund) entfernt. [27]

Tabelle 18. Jahresmittelwerte (PM₁₀, PM_{2,5}) und Überschreitungshäufigkeiten (PM₁₀) der Messstationen „Pforzheim“, „Eggenstein“ und „Gärtringen“ [27].

Station	Jahr	PM _{2,5}	PM ₁₀	PM ₁₀ -TM>50	Betreiber-Klassifizierung
		[µg/m ³]	[µg/m ³]	[-]	
Pforzheim	2014	11	16	5	städtisch, Hintergrund
	2015	12	17	4	
	2016	11	15	1	
	2017	10	16	10	
Eggenstein	2014	--	17	7	vorstädtisch, Hintergrund
	2015	--	17	3	
	2016	--	16	1	
	2017	--	17	7	
Gärtringen	2014	--	14	2	vorstädtisch, Hintergrund
	2015	--	14	1	
	2016	--	13	6	
	2017	--	14	6	

Für den eher ländlich bis vorstädtisch geprägten Standort sind die Messungen an den nächstgelegenen Messorten als tendenziell überschätzend anzusehen. Dies betrifft insbesondere den Messwert für PM_{2,5} an dem städtischen Verkehrsmessort. Der Messstandort in Pforzheim ist städtisch und in Eggenstein vorstädtisch sowie in unmittelbarer Nähe zu einer vielbefahrenen Straße (B 36). Die räumliche Struktur sowie die Lage passt daher am besten mit dem vorstädtischen Messstandort in Gärtringen überein.

Immissions-Jahreswert

Auf dieser Basis werden folgende Vorbelastungen angenommen:

- PM₁₀: 14 µg/m³
- PM_{2,5}: 10 µg/m³

An den nächstgelegenen Hintergrundstationen für den Staubniederschlag (Pforzheim, Stadt/Verkehr; Eppingen, Stadt/Verkehr) werden im Mittel Depositionswerte von 0,07 g/(m² × d) gemessen (2014 bis 2016) [27]. Im Folgenden wird daher eine Vorbelastung von konservativ 0,07 g/(m² × d) angesetzt.

Tabelle 19. Immissions-Jahresvorbelastung (IJV), Immissions-Jahreszusatzbelastung (IJZ + s) und berechnete Immissions-Jahresgesamtbelastung (IJG) durch Schwebstaub (PM₁₀) an den nicht irrelevanten Immissionsorten; informative Immissionsorte sind grau hinterlegt.

IO	Immissions-Jahreswert	IJV	IJZ	IJG
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
1a	40	14	3,3	17,3
1b	40	14	4,7	18,7
2	40	14	13,2	27,2
3	40	14	12,0	26,0
4a	40	14	5,4	19,4
4b	40	14	5,2	19,2
5	40	14	2,6	16,6
7	40	14	13,9	27,9
8	40	14	3,1	17,1
9	40	14	8,1	22,1

Tabelle 20. Immissions-Jahresvorbelastung (IJV), Immissions-Jahreszusatzbelastung (IJZ + s) und berechnete Immissions-Jahresgesamtbelastung (IJG) durch Schwebstaub (PM_{2,5}) an den nicht irrelevanten Immissionsorten; informative Immissionsorte sind grau hinterlegt.

IO	Immissions-Jahreswert	IJV	IJZ	IJG
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
1a	25	10	1,0	11,0
1b	25	10	1,3	11,3
2	25	10	3,3	13,3
3	25	10	3,2	13,2
4a	25	10	1,5	11,5
4b	25	10	1,4	11,4
5	25	10	1,0	11,0
7	25	10	4,1	14,1
8	25	10	1,1	11,1
9	25	10	3,2	13,2

Tabelle 21. Immissions-Jahresvorbelastung (IJV), Immissions-Jahreszusatzbelastung (IJZ + s) und berechnete Immissions-Jahresgesamtbelastung (IJG) durch Staubbiederschlag an den nicht irrelevanten Immissionsorten; informative Immissionsorte sind grau hinterlegt.

IO	Immissions- Jahreswert	IJV	IJZ	IJG
	g/(m ² × d)	g/(m ² × d)	g/(m ² × d)	g/(m ² × d)
1a	0,35	0,07	0,0107	0,08
1b	0,35	0,07	0,0171	0,09
2	0,35	0,07	0,0590	0,13
3	0,35	0,07	0,0614	0,13
4a	0,35	0,07	0,0255	0,10
4b	0,35	0,07	0,0214	0,09
7	0,35	0,07	0,0401	0,11
9	0,35	0,07	0,0163	0,09

Immissions-Tageswert

Nr. 4.7.2 a) TA Luft trifft nicht zu, da nicht sämtliche für alle Immissionsorte berechneten Tageswerte kleiner sind als die Differenz zwischen Immissions-Tageswert und Immissions-Jahreswert, d. h. für Schwebstaub 10 µg/m³.

Der Immissions-Tageswert ist nach Nr. 4.7.2 Buchstabe b) TA Luft eingehalten, wenn die Gesamtbelastung – ermittelt durch die Addition der Zusatzbelastung für das Jahr zu den Vorbelastungskonzentrationswerten für den Tag – an den jeweiligen Immissionsorten kleiner oder gleich dem Immissionskonzentrationswert für 24 Stunden ist oder eine Auswertung ergibt, dass die zulässige Überschreitungshäufigkeit eingehalten ist, es sei denn, dass durch besondere Umstände des Einzelfalls, z. B. selten auftretende hohe Emissionen, eine abweichende Beurteilung geboten ist. Im vorliegenden Fall eines zwar in Bezug auf einzelne Prozesse (z. B. Sprengung, Umschlag) unregelmäßigen, aufgrund der Vielzahl zeitlich jedoch nicht kongruenter emissionsverursachender Betriebsvorgänge allerdings doch relativ regelmäßigen Betriebszeit der untersuchten Anlage trifft letzteres nicht zu.

Nach einem Ansatz des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz LANUV von Nordrhein-Westfalen wird bei einem PM₁₀-Jahresmittelwert zwischen 29 µg/m³ und 32 µg/m³ die zulässige Anzahl von Überschreitungen des Tagesmittelwertes möglicherweise nicht eingehalten [28]. Nach [30] kann davon ausgegangen werden, dass der PM₁₀-Tagesmittelgrenzwert eingehalten wird, wenn der PM₁₀-Jahresmittelwert nicht mehr als 27 bis 30 µg/m³ beträgt. Weiterhin ist diesbezüglich in dem Referentenentwurf der TA Luft (Stand 16.07.2018) [2] ein Jahresmittel von 28 µg/m³ genannt.

Eine Bewertung der ermittelten Gesamtbelastung am maximal beaufschlagten, beurteilungsrelevanten Immissionsort mit dauerhaftem Aufenthalt (4a) von im Jahresmittel 19,4 µg/m³ mit Hilfe des dargestellten Zusammenhangs ergibt, dass die zulässige Überschreitungshäufigkeit des Immissions-Tageswerts unterschritten wird.

Gleiches gilt für die informativ betrachteten Orte (2, 3, 7 und 9), bei denen von keinem dauerhaftem Aufenthalt auszugehen ist und im Jahresmittel max. 27,9 µg/m³ prognostiziert wird.

8 Grundlagen und Literatur

Für das Gutachten wurden folgende Unterlagen zugrunde gelegt:

Immissionsschutzrecht

- [1] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), GMBI Nr. 25-29 S. 511 vom 30. Juli 2002.
- [2] Referentenentwurf zur Anpassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), Entwurf Stand 16.07.2018.
- [3] Begründung zum Referentenentwurf der TA Luft, Entwurf Stand 16.07.2018.
- [4] Bundes-Immissionsschutzgesetz - Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (BImSchG) vom 17. Mai 2013 (BGBl. I, Nr. 25, S. 1274) in der aktuellen Fassung.
- [5] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BImSchV) vom 2. Mai 2013 (BGBl. I Nr. 21, S. 973), in der aktuellen Fassung.
- [6] 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I Nr. 40, S. 1065), zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 18. Juli 2018 (BGBl. I S. 1222).

Emissionsberechnung

- [7] VDI-Richtlinie 3790 Blatt 3 „Umweltmeteorologie; Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern“, Januar 2010.
- [8] VDI-Richtlinie 3790 Blatt 2 „Umweltmeteorologie; Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Deponien“, Dezember 2000, inhaltlich überprüft und weiterhin gültig, Januar 2007.
- [9] Untersuchung über die Emission diffuser Staubquellen, insbesondere Halden und Schüttgutanlagen und Möglichkeiten der Emissionsminderung, Jockel, Hartje, Forschungsbericht 83-104 03 106 im Auftrag des Umweltbundesamtes, 1983.
- [10] Technische Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen, 2013. Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Österreich.
- [11] VDI 3790 Blatt 4 (Entwurf): Umweltmeteorologie – Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen – Fahrzeugbewegungen auf gewerblich-industriellem Betriebsgelände, Mai 2017.
- [12] Environmental Protection Agency (EPA): AP 42, 5th edition, Vol. 1, Chapter 13: Miscellaneous Sources, Chapter 13.2.1: Parved Roads, November 2006.

- [13] Pregger, T. (2006): Ermittlung und Analyse der Emissionen und Potenziale zur Minderung primärer anthropogener Feinstäube in Deutschland. Dissertation, Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung (IER), Universität Stuttgart.
- [14] Strobl A., Kuntner M. (2014): Österreichische Technische Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen. Teil 1: Diffuse Staubemissionen beim Schüttgutumschlag mineralischer Rohstoffe und Baurestmassen. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 74 (2014) Nr. 11/12.
- [15] Nachtnebel M., Öttl D., Pongratz T. (2015): Österreichische Technische Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen. Teil 2: Diffuse Staubemissionen durch Aufwirbelung bei Fahrbewegungen und Winderosion. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 75 (2015) Nr. 1/2.
- [16] Moldenhauer A. et al. (2014): PM₁₀ –Emissionen aus einem Steinbruch. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 74 (2015) Nr. 1/2.
- [17] Bericht „Grundsatzuntersuchung über die Ermittlung der Korngrößenverteilung im Abgas verschiedener Emittenten (< PM 2,5 und < PM 10)“, Projekt I: Anlagen der Zement-, Glas-, Keramik- und Metallindustrie, Asphaltmischanlagen, Schwerölfeuerungsanlagen, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Dezember 2000.
- [18] Tudeshki H., (2015): Erfassung repräsentativer Emissionsfaktoren für Staubimmissionsprognosen in der Steine- und Erden-Industrie, Lehrstuhl für Tagebau und Internationaler Bergbau an der TU Clausthal, Dezember 2015.
- [19] Zeitreihe „Tageswerte der DWD-Station Keltern-Eilmendingen“ (u. a. Niederschlag) für die Jahre 1994 – 2013; Download von <http://www.dwd.de>.

Immissionsprognose

- [20] VDI-Richtlinie 3783 Bl. 13, Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz – Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft, Januar 2010.
- [21] VDI-Richtlinie 3945 Blatt 3, Umweltmeteorologie, Atmosphärische Ausbreitungsmodelle, Partikelmodell, September 2000.
- [22] Meteorologische Zeitreihe der Station Pforzheim-Ispringen für das Jahr 2009.
- [23] Programm AUSTAL2000, Version 2.6.11, Ingenieurbüro Janicke, Dunum (Referenzprogramm des Umweltbundesamtes).
- [24] Janicke, L.; Janicke, U. (2004): Weiterentwicklung eines diagnostischen Windfeldmodells für den anlagenbezogenen Immissionsschutz (TA Luft), UFOPLAN Förderkennzeichen 203 43 256, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin.
- [25] Bahmann, W.; Schmonsees, N.; Janicke, L. (2006): Studie zur Anwendbarkeit des Ausbreitungsmodells AUSTAL2000 mit Windfeldmodell TALdia im Hinblick auf die Gebäudeeffekte bei Ableitung von Rauchgasen über Kühltürme und Schornsteine, VGB-Forschungsprojekt Nr. 262 (Stand: 16. Januar 2006).

- [26] ArguSoft GmbH (2009): 3. Austal View Anwender-Workshop. 21. und 22. September 2009 in Köln.
- [27] Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), Kenngrößen der Luftqualität Jahresdaten 2014 bis 2017, Daten für Schwebstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) der Messstationen „Pforzheim“, „Eggenstein“ und „Gärtringen“ sowie für Staubniederschlag der Messstationen „Pforzheim“ und „Eppingen“.
- [28] LUA NRW Jahresbericht 2005, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, seit 01.01.2007 Landesamt für Umwelt, Natur und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW), Februar 2006, www.lanuv.nrw.de.
- [29] Daten- und Kartendienst der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (<http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/>).
- [30] Rabl, P., 2003: Ermittlung der Vorbelastung bei der Anwendung der TA-Luft, Bayer. Landesamt für Umweltschutz (Veranst.), TA Luft 2002 – Ausbreitungsrechnung, Allgemeine Anforderungen, Augsburg 2003.

Angaben zum Vorhaben

- [31] Betriebsdaten für die Erstellung der Immissionsgutachten.
- [32] Ortsbesichtigung am 11.07.2017.
- [33] Bebauungsplanübersicht – Stadtteil Enzberg, Planungs- und Baurechtsamt, Stand Februar 2017;
<https://www.muehlacker.de/stadt/bauen-wirtschaft-verkehr/bauen/bebauungsplan.php>, zuletzt Zugriff am 04.01.2018.
- [34] Flächennutzungsplan 2025, Verwaltungsgemeinschaft Mühlacker / Ötisheim, Stand 31.01.2013 inkl. Entscheidung vom 29.08.2013;
<https://www.muehlacker.de/stadt/bauen-wirtschaft-verkehr/bauen/flaechennutzungsplan.php>, zuletzt Zugriff am 04.01.2018.

Sonstiges

- [35] Topografische Karte Baden-Württemberg, CD-Version, M 1 : 50.000.

Anhang: austal2000.log-Datei des Rechenlaufs (Auszug)

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

Arbeitsverzeichnis: C:/Austal/P4_20526_2018-08-17_bra_m135812_r9_SW_

Erstellungsdatum des Programms: 2014-09-02 09:08:52
 Das Programm läuft auf dem Rechner "W3000".

```

===== Beginn der Eingabe =====
> ti "r1"                'Projekt-Titel
> ux 32484680            'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5421400            'y-Koordinate des Bezugspunktes
> qs 2                  'Qualitätsstufe
> az "wind-pforzheim-ispringen_2009.akt" 'AKT-Datei
> xa 420.00             'x-Koordinate des Anemometers
> ya -250.00           'y-Koordinate des Anemometers
> dd 16      32      64      128      'Zellengröße (m)
> x0 -736      -1088      -1280      -1920      'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 102      74      42      32      'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -864      -1216      -1408      -2176      'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 98      72      42      32      'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
> os +SCINOTAT
> gh "Enzberg.a2k"      'Gelände-Datei
> xq 171.89  275.11  -147.01  227.31  171.89  -139.79  -237.82  -210.91  -208.05  -213.73  -
220.28  -233.46  -164.98  327.17
> yq 305.89  347.10  -138.11  132.36  305.89  -414.05  -328.73  -246.12  -249.64  -242.63  -
212.57  -327.02  -46.77  141.11
> hq 0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  22.00  25.00  23.00  23.00  0.00  0.00
0.00  0.00
> aq 408.00  600.00  70.00  45.00  408.00  37.85  0.00  0.00  0.00  0.00  45.00
86.02  300.00  700.00
> bq 144.00  150.00  130.00  45.00  144.00  75.21  0.00  0.00  0.00  0.00  110.00
20.73  150.00  150.00
> cq 5.00  3.00  3.00  5.00  5.00  5.00  0.00  0.00  0.00  0.00  3.00  3.00
3.00  3.00
> wq 287.00  -139.09  145.10  282.53  287.00  55.14  0.00  0.00  0.00  0.00  -178.64
329.24  -106.96  -139.11
> vq 0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00
0.00  0.00
> dq 0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00
0.00  0.00
> qq 0.000  0.000  0.000  0.000  0.000  0.000  0.000  0.000  0.000  0.000  0.000
0.000  0.000  0.000
> 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
> 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
> rq 0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00
0.00  0.00
> tq 0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00
0.00  0.00
> pm-1 ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?
> pm-2 ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?
> pm-u ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?
> pb-1 ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?
> xp 787.85  1065.54  464.32  -355.28  -437.04  -912.33  131.39  443.92  -364.92  668.82
> yp 193.37  247.29  731.23  797.28  -140.10  218.57  -486.87  -432.77  -640.26  -8.08
> hp 1.50  1.50  1.50  1.50  1.50  1.50  1.50  1.50  1.50  1.50
> rb "poly_raster.dmna" 'Gebäude-Rasterdatei
===== Ende der Eingabe =====
    
```

Die Höhe hq der Quelle 1 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.

\\S-kar-fs01\alfefirmen\MP\Proj\135\135812\M135812_03_Ber_3D.DOCX:31.10.2018

Die Höhe h_q der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 6 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 11 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 12 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 13 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 14 beträgt weniger als 10 m.
 Die maximale Gebäudehöhe beträgt 23.0 m.
 >>> Die Höhe der Quelle 3 liegt unter dem 1.2-fachen der Gebäudehöhe für i=34, j=39.
 >>> Dazu noch 17 weitere Fälle.

Festlegung des Vertikalrasters:

```

0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0
30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 49.0 55.0 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
  
```

Festlegung des Rechennetzes:

```

dd 16 32 64 128
x0 -736 -1088 -1280 -1920
nx 102 74 42 32
y0 -864 -1216 -1408 -2176
ny 98 72 42 32
nz 16 30 30 30
  
```

Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.68 (0.68).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.71 (0.57).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.45 (0.36).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.41 (0.36).
 Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.

Standard-Kataster z0-utm.dmna (7e0adae7) wird verwendet.
 Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 0.154 m.
 Der Wert von z0 wird auf 0.20 m gerundet.
 Die Zeitreihen-Datei "C:/Austal/P4_20526_2018-08-17_bra_m135812_r9_SW_/zeitreihe.dmna" wird verwendet.
 Es wird die Anemometerhöhe ha=12.0 m verwendet.
 Die Angabe "az wind-pforzheim-ispringen_2009.akt" wird ignoriert.

```

Prüfsumme AUSTAL 524c519f
Prüfsumme TALDIA 6a50af80
Prüfsumme VDISP 3d55c8b9
Prüfsumme SETTINGS fdd2774f
Prüfsumme SERIES 1f549fd8
  
```

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

```

=====
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "C:/Austal/P4_20526_2018-08-17_bra_m135812_r9_SW_/pm-j00z01" ausgeschrieben.
[...]
TMT: Datei "C:/Austal/P4_20526_2018-08-17_bra_m135812_r9_SW_/pm-deps04" ausgeschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pb"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "C:/Austal/P4_20526_2018-08-17_bra_m135812_r9_SW_/pb-j00z01" ausgeschrieben.
[...]
TMT: Datei "C:/Austal/P4_20526_2018-08-17_bra_m135812_r9_SW_/pb-deps04" ausgeschrieben.
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL2000_2.6.11-WI-x.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm"
TMO: Datei "C:/Austal/P4_20526_2018-08-17_bra_m135812_r9_SW_/pm-zbpz" ausgeschrieben.
TMO: Datei "C:/Austal/P4_20526_2018-08-17_bra_m135812_r9_SW_/pm-zbps" ausgeschrieben.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pb"
TMO: Datei "C:/Austal/P4_20526_2018-08-17_bra_m135812_r9_SW_/pb-zbpz" ausgeschrieben.
  
```

TMO: Datei "C:/Austal/P4_20526_2018-08-17_bra_m135812_r9_SW_/pb-zbpps" ausgeschrieben.

Auswertung der Ergebnisse:

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

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

Maximalwerte, Deposition

PM DEP : 8.084e+000 g/(m²*d) (+/- 0.1%) bei x= 248 m, y= 120 m (1: 62, 62)
 PB DEP : 1.428e+004 µg/(m²*d) (+/- 0.2%) bei x= 248 m, y= 120 m (1: 62, 62)

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

PM J00 : 5.855e+002 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= 248 m, y= 120 m (1: 62, 62)
 PM T35 : 1.428e+003 µg/m³ (+/- 1.7%) bei x= 248 m, y= 104 m (1: 62, 61)
 PM T00 : 2.604e+003 µg/m³ (+/- 1.5%) bei x= 232 m, y= 104 m (1: 61, 61)
 PB J00 : 1.510e+002 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= 248 m, y= 120 m (1: 62, 62)

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

PUNKT	01	02	03	04	05	06	07	08
09	10							
xp	788	1066	464	-355	-437	-912	131	444
-365	669							
yp	193	247	731	797	-140	219	-487	-433
-640	-8							
hp	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
1.5	1.5							

PM DEP 6.077e-002 1.0% 2.783e-002 0.8% 4.189e-003 2.2% 2.287e-003 2.9% 3.955e-002 1.3% 6.083e-003 1.9% 1.675e-002 2.2% 1.039e-002 2.7% 1.597e-002 2.2% 5.832e-002 1.1% g/(m²*d)
 PM J00 1.195e+001 0.7% 6.273e+000 0.6% 2.544e+000 1.7% 1.021e+000 1.8% 1.379e+001 0.7% 3.087e+000 1.1% 4.692e+000 1.1% 3.264e+000 1.4% 8.014e+000 1.2% 1.310e+001 0.7% µg/m³
 PM T35 4.172e+001 5.2% 2.318e+001 5.1% 6.729e+000 15.1% 3.723e+000 26.7% 4.624e+001 7.4% 1.056e+001 14.7% 1.846e+001 8.2% 1.235e+001 9.3% 3.003e+001 14.3% 4.264e+001 7.4% µg/m³
 PM T00 7.422e+001 6.7% 4.375e+001 7.8% 7.084e+001 8.8% 2.044e+001 8.4% 9.511e+001 5.0% 4.353e+001 7.8% 5.854e+001 6.3% 1.104e+002 4.9% 1.034e+002 6.3% 1.448e+002 4.3% µg/m³
 PB DEP 2.638e+002 1.3% 1.425e+002 1.0% 7.974e+001 2.1% 3.038e+001 2.9% 3.520e+002 1.3% 8.684e+001 1.6% 1.097e+002 2.0% 7.801e+001 2.7% 2.829e+002 1.8% 2.800e+002 1.3% µg/(m²*d)
 PB J00 3.181e+000 0.7% 1.721e+000 0.6% 9.863e-001 1.5% 3.691e-001 1.7% 4.029e+000 0.7% 1.041e+000 1.0% 1.283e+000 1.1% 9.431e-001 1.4% 3.141e+000 1.1% 3.322e+000 0.7% µg/m³

2018-08-18 02:49:20 AUSTAL2000 beendet.