

**Antragsunterlagen für das wasserrechtliche
Planfeststellungsverfahren gemäß § 68 WHG zur
Erweiterung des Granitsteinbruchs
Gehrenberg der RÖHRIGgranit® GmbH**

**Kapitel XXV
Staubgutachten**

Antragsteller:



RÖHRIGgranit® GmbH
Werkstraße Röhrig 1
64646 Heppenheim

Bearbeitet von:



Prof. Dr.-Ing. Stoll & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH
Charlottenburger Allee 39
52068 Aachen
Dipl.-Ing. M. Buschmann
Dr. M. Schmitz, M. Sc.

Projekt-Nr.: 1604501

August 2020

Müller-BBM GmbH
Niederlassung Frankfurt
Kleinbahnweg 4
63589 Linsengericht

Telefon +49(6051)6183 0
Telefax +49(6051)6183 11

www.MuellerBBM.de

Dipl.-Geoökol. Michael Kortner
Telefon +49(6051)6183 26
Michael.Kortner@mbbm.com

27. Juni 2019
M147295/02 KTN/MSB

Röhrig granit GmbH

Staubimmissionsprognose für die Erweiterung der Abbaufäche des Steinbruchs Gehrenberg

Bericht Nr. M147295/02

Auftraggeber:	Röhrig granit GmbH Werkstraße Röhrig 1 64646 Heppenheim-Sonderbach
Bearbeitet von:	M. Sc. Katharina Braunmiller Dipl.-Geoökol. Michael Kortner
Berichtsumfang:	61 Seiten

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

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

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
1 Situation und Aufgabenstellung	6
2 Beurteilungsgrundlagen	7
2.1 Immissionswerte nach TA Luft	7
2.2 Immissionswerte nach 39. BImSchV	8
2.3 Immissionswerte für Arbeitsplätze benachbarter gewerblicher Nutzungen	9
3 Örtliche Situation	13
4 Anlagen- und Verfahrensbeschreibung	15
4.1 Anlagenabgrenzung zwischen Steinbruch und Edelsplittwerk	15
4.2 Allgemeine Betriebsbeschreibung	16
5 Emissionsdaten	17
5.1 Emissionsrelevante Betriebsvorgänge	17
5.2 Berechnungsgrundlagen	19
5.3 Gehandhabte Stoffe und Materialeigenschaften	24
5.4 Prognose der Emissionen	25
5.5 Beurteilung der Emissionen anhand der Bagatellmassenströme	31
5.6 Angesezte Betriebszeiten und Betriebszustände	31
5.7 Modellierung der Emissionsquellen	32
5.8 Partikelgrößenverteilung der Staubemissionen	33
5.9 Überhöhung	34
6 Meteorologische Eingangsdaten	35
6.1 Auswahlkriterien und Eignung	35
6.2 Beschreibung der meteorologischen Eingangsdaten	35
7 Weitere Eingangsgrößen der Ausbreitungsrechnung	39
7.1 Rechengebiet und räumliche Auflösung	39
7.2 Rauigkeitslänge	41
7.3 Berücksichtigung von Bebauung und Gelände	41
7.4 Verwendetes Ausbreitungsmodell	44
7.5 Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit	44
8 Darstellung der Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung	45
8.1 Beurteilungspunkte	45

8.2	Immissions-Zusatzbelastung	47
9	Vor- und Gesamtbelastung	53
9.1	Vorbelastung	53
9.2	Gesamtbelastung	54
10	Grundlagen des Berichts (Literatur)	55
11	Anhang: Auszug Rechenlaufprotokoll (austal.log)	59

Zusammenfassung

Die Fa. Röhrig granit GmbH betreibt an ihrem Standort in 64646 Heppenheim-Sonderbach einen immissionsschutzrechtlich genehmigten Granit-Steinbruch (Steinbruch Gehrenberg, (Anlage nach Nr. 2.1 des Anhangs 1 der 4. BImSchV, Verfahrensart G) sowie eine Brech- und Klassieranlage (Edelsplittwerk) zur Aufbereitung des im Steinbruch gewonnenen Granits (Anlage nach Nr. 2.2 des Anhangs 1 der 4. BImSchV, Verfahrensart V).

Die Röhrig granit GmbH plant derzeit eine Erweiterung des Steinbruchs Gehrenberg in Sonderbach um 6,2 ha in südlicher Richtung.

Im Zuge des hierfür erforderlichen Genehmigungsverfahrens soll eine Staubimmissionsprognose für den erweiterten Steinbruch erstellt werden. In diesem Zusammenhang waren beim Betrieb des Steinbruchs Staubemissionen aus Sprengung, Umschlag, Aufbereitung, Freilagerung staubender Materialien und aus dem Fahrverkehr zu betrachten.

Auf der Grundlage der Emissionsabschätzung wurde eine Ausbreitungsrechnung mit einem Lagrange-Partikelmodell unter Berücksichtigung der standortspezifischen meteorologischen Gegebenheiten durchgeführt. Die Ergebnisse in Bezug auf Staubniederschlag und Schwebstaub wurden anhand der Immissionswerte der TA Luft beurteilt.

Das Ergebnis der Untersuchung lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- Die diffusen Staubemissionen überschreiten den Bagatellmassenstrom nach 4.1 Buchstabe a) i. V. mit 4.6.1.1 Buchstabe b) der TA Luft. Deshalb wurde die zu erwartende Zusatzbelastung durch die Anlage ermittelt.
- Die an den Beurteilungspunkten mit Bewertung nach TA Luft prognostizierten Zusatzbelastungen durch Schwebstaub PM_{10} sind nicht durchgehend irrelevant im Sinne der Nr. 4.2.2 TA Luft. Daher ist für PM_{10} eine Bestimmung weiterer Kenngrößen (Vorbelastung und Gesamtbelastung) erforderlich.
- Die an den Beurteilungspunkten mit Bewertung nach TA Luft prognostizierten Zusatzbelastungen durch Schwebstaub $PM_{2,5}$ und durch Staubniederschlag sind irrelevant im Sinne der Nr. 4.2.2 TA Luft. Daher ist für $PM_{2,5}$ und Staubdeposition eine Bestimmung weiterer Kenngrößen (Vorbelastung und Gesamtbelastung) nicht erforderlich.
- Die an dem Beurteilungspunkt mit Bewertung nach Arbeitsplatzgrenzwerten (AGW) prognostizierte Zusatzbelastung durch die einatembare und alveolengängige Staubfraktion (E- bzw. A-Staub) ist irrelevant im Sinne der Nr. 4.2.2 TA Luft. Daher ist für E- und A-Staub eine Bestimmung weiterer Kenngrößen (Vorbelastung und Gesamtbelastung) nicht erforderlich.



M. Sc. Katharina Braunmiller



Dipl.-Geoökol. Michael Kortner

Dieser Bericht darf nur in seiner Gesamtheit vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung von Auszügen bedarf der schriftlichen Genehmigung durch Müller-BBM. Die Ergebnisse in diesem Gutachten beziehen sich auf die für diese Untersuchung zur Verfügung gestellten Angaben und Planunterlagen. Im Bericht abgebildete Pläne, Karten und Fotografien/Bilder unterliegen möglicherweise dem Urheberrecht. Dies ist bei Veröffentlichung und Vervielfältigung zu berücksichtigen.

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Fa. Röhrig granit GmbH betreibt an ihrem Standort in 64646 Heppenheim-Sonderbach einen immissionsschutzrechtlich genehmigten Granit-Steinbruch (Steinbruch Gehrenberg, (Anlage nach Nr. 2.1 des Anhangs 1 der 4. BImSchV, Verfahrensart G) sowie eine Brech- und Klassieranlage (Edelsplittwerk) zur Aufbereitung des im Steinbruch gewonnenen Granits (Anlage nach Nr. 2.2 des Anhangs 1 der 4. BImSchV, Verfahrensart V).

Die Röhrig granit GmbH plant derzeit eine Erweiterung des Steinbruchs Gehrenberg in Sonderbach um 6,2 ha in südlicher Richtung.

Im Zuge des hierfür erforderlichen Genehmigungsverfahrens soll eine Staubimmissionsprognose für den erweiterten Steinbruch erstellt werden. In diesem Zusammenhang sind beim Betrieb des Steinbruchs Staubemissionen aus Sprengung, Umschlag, Aufbereitung, Freilagerung staubender Materialien und aus dem Fahrverkehr zu betrachten.

Auf der Grundlage der Emissionsabschätzung wird bei Überschreitung des Bagatellmassenstroms nach 4.1 Buchstabe a) i. V. mit 4.6.1.1 Buchstabe b) der TA Luft [4] eine Ausbreitungsrechnung mit einem Lagrange-Partikelmodell unter Berücksichtigung der standortspezifischen meteorologischen Gegebenheiten durchgeführt. Die Ergebnisse in Bezug auf Staubbiederschlag und Schwebstaub werden anhand der Immissionswerte der TA Luft beurteilt.

2 Beurteilungsgrundlagen

Im vorliegenden Fall sind als mögliche luftverunreinigende Stoffe Schwebstaub (PM₁₀, PM_{2,5})¹ und Staubniederschlag zu betrachten.

2.1 Immissionswerte nach TA Luft

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

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

- bei geringen Emissionsmassenströmen (Nr. 4.6.1.1 TA Luft),
- bei einer geringen Vorbelastung (Nr. 4.6.2.1 TA Luft) oder
- bei irrelevanten Zusatzbelastungen (Nr. 4.2.2 und 4.3.2 TA Luft)².

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

Komponente	Bagatellmassenstrom [kg/h]
Staub (nach Nr. 5.5 TA Luft abgeleitete Emissionen)	1
Staub (nicht nach Nr. 5.5 TA Luft abgeleitete Emissionen)	0,1

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

Immissionswerte gem. Nr.	Irrelevanzschwellen gem. Nr.	Komponente	Immissionswerte IJW	Irrelevanzschwellen
4.2.1	4.2.2	Schwebstaub (PM ₁₀)	40 µg/m ³	3,0 % des IJW
4.3.1	4.3.2	Staubniederschlag (nicht gefährdender Staub)	0,35 g/(m ² × d)	10,5 mg/(m ² × d)

¹ PM₁₀: Particulate Matter <10 µm; Staubteilchen mit einem aerodynamischen Durchmesser d₅₀ <10 µm; PM_{2,5} analog.

² Überschreitet die Gesamtbelastung die Immissionswerte, ist die Einhaltung der Irrelevanz für die Genehmigungsfähigkeit alleine nicht ausreichend. Nach Nrn. 4.2.2 und Nr. 4.3.2 der TA Luft sind in diesem Fall zusätzliche Anforderungen zu erfüllen.

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

Tabelle 3. Immissionswerte (Mittelung über 24 Stunden) nach TA Luft.

Immissionswerte gem. Nr.	Irrelevanzschwelle gem. Nr.	Komponente	Immissionswerte IJW	zulässige Überschreitungshäufigkeit 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 [3] in nationales Recht überführt worden. Mehrheitlich sind die entsprechenden Beurteilungsmaßstäbe auch in die TA Luft 2002 [4] (hier: Schwebstaub PM₁₀) bzw. in den Referentenentwurf der TA Luft 20xx [5] (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. Immissionswerte der 39. BImSchV.

Komponente	Mittelungszeitraum	Konzentration [µg/m ³]	Zul. Anzahl Überschreitungen pro Jahr
Schwebstaub (PM ₁₀)	Jahr	40	--
	Tag	50	35
Schwebstaub (PM _{2,5})	Jahr	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.

2.3 Immissionswerte für Arbeitsplätze benachbarter gewerblicher Nutzungen

Für die Beurteilung benachbarter gewerblicher Nutzungen im Hinblick auf luftgetragene Immissionen gibt es derzeit keine bundeseinheitliche Praxis. Durch das BImSchG und die diesbezüglichen Verordnungen sowie durch die TA Luft als einschlägiger Verwaltungsvorschrift ist der Schutz von Arbeitsplätzen in der Nachbarschaft nicht verbindlich geregelt.

Durch die 39. BImSchV [3] wurde erstmalig die Definition von Luft gemäß EU-Richtlinie 96/62/EG „Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität“ in deutsches Recht umgesetzt:

39. BImSchV § 1 Nr. 20:

„Luft“ ist die Außenluft in der Troposphäre mit Ausnahme von Arbeitsstätten im Sinne der Richtlinie 89/654/EWG des Rates vom 30. November 1989 über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz in Arbeitsstätten (ABl. L 393 vom 30.12.1989, S. 1), die durch die Richtlinie 2007/30/EG (ABl. L 165 vom 27.06.2007, S. 21) geändert worden ist; an diesen Arbeitsstätten, zu denen die Öffentlichkeit normalerweise keinen Zugang hat, gelten die Bestimmungen für Gesundheitsschutz und Sicherheit am Arbeitsplatz.

Demnach sind Arbeitsplätze gewerblicher Nachbarn grundsätzlich nach *Arbeitsplatzgrenzwerten (AGW)* zu bewerten.

Industriegebiete

Für Gebiete mit Festsetzungen als Industriegebiet ist davon auszugehen, dass die Öffentlichkeit normalerweise keinen Zugang hat (vgl. § 9 BauNVO).

Gewerbegebiete

Für Gewerbegebiete sind dagegen auch u. a. Geschäfts-, Büro-, und Verwaltungsgebäude (§ 8 Abs. 2 Nr. 2 BauNVO) zulässig.

In der 39. BImSchV (§ 1 Nr. 20) wird dargelegt, dass an „Arbeitsstätten, zu denen die Öffentlichkeit normalerweise keinen Zugang hat“ die Bestimmungen für Gesundheitsschutz und Sicherheit am Arbeitsplatz gelten. Unabhängig hiervon ist insbesondere in Gewerbegebieten eine Einzelfallbetrachtung in Bezug auf die Zugänglichkeit durch die Öffentlichkeit und die Tätigkeit von Arbeitnehmern in Bezug auf Staubexposition durchzuführen. Dabei ist für die Arbeitnehmer, die im Rahmen ihrer Tätigkeit in der Regel keinen Staubeinwirkungen unterliegen (z. B. Bürotätigkeit) im Einzelfall zu prüfen, welche Beurteilungsgrundlage heranzuziehen ist.

Hausmeisterwohnungen

Nicht abschließend geregelt sind die anzuwendenden Bewertungskriterien z. B. für Hausmeisterwohnungen o. ä. in Gewerbe- oder Industriegebieten. Aufgrund des Schutzziels des BImSchG und der TA Luft wird davon ausgegangen, dass diese nach den i. d. R. schärferen Immissionswerten der TA Luft bzw. 39. BImSchV zu bewerten sind.

Arbeitsplatzgrenzwerte

Für die einatembare (E-Staub) und die alveolengängige Fraktion (A-Staub) am Staub finden sich in der TRGS 900 [25] folgende Arbeitsplatzgrenzwerte:

Tabelle 5. *Arbeitsplatzgrenzwerte* (Allgemeiner Staubgrenzwert) nach TRGS 900 [25].

Bezeichnung	Arbeitsplatzgrenzwert	Spitzenbegrenzung/ Überschreitungsfaktor	Bemerkung
Allgemeiner Staubgrenzwert: Einatembare Fraktion (E-Staub)	10 mg/m ³	2 (II)	AGS
Allgemeiner Staubgrenzwert: Alveolengängige Fraktion (A-Staub)	1,25 mg/m ³	2 (II)	AGS

AGS = Ausschuss für Gefahrstoffe

Überschreitungsfaktor Kategorie II:

Als Basiswert (15-Minuten-Mittelwert) wird ein Überschreitungsfaktor von 2 festgelegt, der stoffspezifisch angepasst werden kann (bis max. 8). Die betriebliche Überwachung soll durch messtechnische Mittelwertbildung über 15 Minuten erfolgen, z. B. durch eine 15 minütige Probenahme. Bei Stoffen der Kurzzeitwert-Kategorie II sind auch längere Überschreitungsdauern zulässig, solange das Produkt aus Überschreitungsfaktor (ÜF) und Überschreitungsdauer eingehalten wird (Beispiel: Bei einem ÜF von 8 ist auch ein ÜF 4 über 30 min oder ein ÜF 2 über 60 min möglich).

Angesetzte Korrekturfaktoren zur Umrechnung von PM_{10} auf AGW

Die für Aufpunkte auf Betriebsgeländen benachbarter Betriebe berechnete Zusatzbelastung IJZ an *Schwebstaub* (PM_{10}) kann nicht unmittelbar mit den obigen Arbeitsplatzgrenzwerten verglichen werden, da

- die berechnete Zusatzbelastung IJZ für *Schwebstaub* (PM_{10}) gilt, der AGW für die einatembare (E-Staub) bzw. die alveolengängige Fraktion (A-Staub).
- der Arbeitsplatzgrenzwert AGW nach Ziffer 1 Absatz 2 TRGS 900 als *Schicht-Mittelwert bei in der Regel achtstündiger Exposition an 5 Tagen die Woche während der Lebensarbeitszeit* definiert ist.

Die Partikelgrößenverteilungen für die einatembare und alveolengängige Fraktion sind definiert in der DIN EN 481 [26] bzw. DIN ISO 7708 [27]. A-Staub ist dabei eine Teilmenge von PM_{10} . Verwiesen wird in diesem Zusammenhang auf den Vergleich der Begriffsbestimmungen nach [28].

Um diese systematischen Abweichungen zu berücksichtigen, wird die berechnete Zusatzbelastung IJZ für Schwebstaub (PM₁₀)

- für die Bestimmung von **A-Staub** in konservativer Näherung mit diesem gleichgesetzt (Umrechnungsfaktor 1; tatsächlich ist nach DIN EN 481 bzw. DIN ISO 7708 A-Staub eine Teilmenge an PM₁₀).
- für die Bestimmung von **E-Staub** mit einem Faktor 3,7 multipliziert (Hierdurch erfolgt eine Rückrechnung von Schwebstaub (PM₁₀) auf Gesamtstaub; entsprechend im Mittel ca. 27 % Schwebstaubanteil der diffusen, bodennahen Emissionen; konservativ wird dabei Gesamtstaub als E-Staub interpretiert³).
- mit dem Faktor 3,9 multipliziert. Dies ist wie folgt begründet: Das Ergebnis der Immissionsprognose ist ein **Jahresmittelwert** der Zusatzbelastung. Dieser wird durch Berücksichtigung der tatsächlichen Emissionszeiträume, die in etwa mit der Anwesenheit der Beschäftigten am hier betrachteten Ort übereinstimmen, korrigiert:
 1. 365 Jahrestage zu (angenommen) 280 Betriebstagen der Anlage = Faktor 1,30,
 2. Die Immissionsjahreszusatzbelastung wird für 24 h prognostiziert, der AGW gilt für eine 8 Stunden-Schicht, = Faktor 3
 3. Aus 1. und 2. resultiert ein Gesamt-Korrekturfaktor von $1,30 \times 3 = 3,90$. Mit diesem Faktor müssen die Ergebnisse der Immissionsprognose nach TA Luft multipliziert werden, um sie vom **Zeitbezug** her mit den AGW vergleichbar zu machen.
- Insgesamt ergibt sich somit im vorliegenden Einzelfall ein Korrekturfaktor zum Vergleich von PM₁₀ (als IJZ) und E-Staub (als AGW) von 3,7 (Umrechnung PM₁₀ in E-Staub) \times 3,9 (Korrektur aufgrund unterschiedlicher Zeitbezüge des berechneten PM₁₀-Wertes und des AGW) = 14,4 (aufgerundet 15). Für A-Staub ergibt sich analog ein Umrechnungsfaktor von 3,9 (aufgerundet 4). In der nachfolgenden Tabelle sind die Korrekturfaktoren zusammengestellt:

Tabelle 6. Vorgeschlagene Korrekturfaktoren.

Bezeichnung	Korrekturfaktor Umrechnung aus PM ₁₀	Korrekturfaktor Zeitbezug im vorliegenden Einzelfall	Korrekturfaktor insgesamt
Einatembare Fraktion (E-Staub)	3,7 ¹⁾	3,9 ³⁾	15 (14,4)
Alveolengängige Fraktion (A-Staub)	1 ²⁾	3,9 ³⁾	4 (3,9)

- 1) Rückrechnung auf die Emission an Gesamtstaub aus dem angesetzten Schwebstaubanteil von im Mittel 29 %
- 2) Konservative Näherung; tatsächlich ist A-Staub eine Teilmenge an PM₁₀ (vgl. [27], [28])
- 3) Gilt im vorliegenden Einzelfall unter Berücksichtigung der Betriebstage und Betriebszeiten der Anlage

³ Bis zur Neudefinition der Staubfraktionen mit der TRGS 900 1994 wurde der bis dahin verwendete Begriff Gesamtstaub umbenannt in die einatembare Fraktion (E-Staub).

Als Ausgangsgröße wird dabei die berechnete Zusatzbelastung IJZ für Schwebstaub (PM₁₀) verwendet. Eine Verwendung der Immissions-Tages-Zusatzbelastung (ITZ) erfolgt nicht, da nach der o. a. Definition des Schichtmittelwertes (...*während der Lebensarbeitszeit*) von Langzeitexpositionen auszugehen ist.

Vorgeschlagene Irrelevanzschwelle

Eine Irrelevanzschwelle für Arbeitsplatzgrenzwerte ist in der TRGS 900 [25] nicht festgelegt. Für die Aufpunkte mit Bewertung nach AGW wird analog TA Luft eine Irrelevanzschwelle von 3,0 % des AGW vorgeschlagen.

Bewertung im Einzelfall

Auch eine grundsätzliche Anwendbarkeit der Arbeitsplatzgrenzwerte AGW bedeutet nicht, dass benachbarte Betriebe durch ihre Tätigkeiten diese Werte ausschöpfen dürfen.

Eine abschließende Bewertung im Einzelfall obliegt der Genehmigungsbehörde.

3 Örtliche Situation

Das Bestandsgelände liegt südlich des Stadtteils Sonderbach der Stadt Heppenheim (Bergstraße) in Hessen. Die geplante Erweiterung grenzt südlich bzw. östlich an das Bestandsgelände an (64646 Heppenheim, Gemarkung Sonderbach, Teilbereiche Flur 3, Flurstück 2/15 und Flur 4, Flurstück 1/11).

Die Anlage ist mittelbar über die Landstraße L3120 an die Bundesstraße B3 sowie weiterhin an die Bundesautobahnen A5 und A67 angebunden.

Der Standort sowie die Umgebung der Anlagen sind aus der nachfolgenden topografischen Karte zu entnehmen.

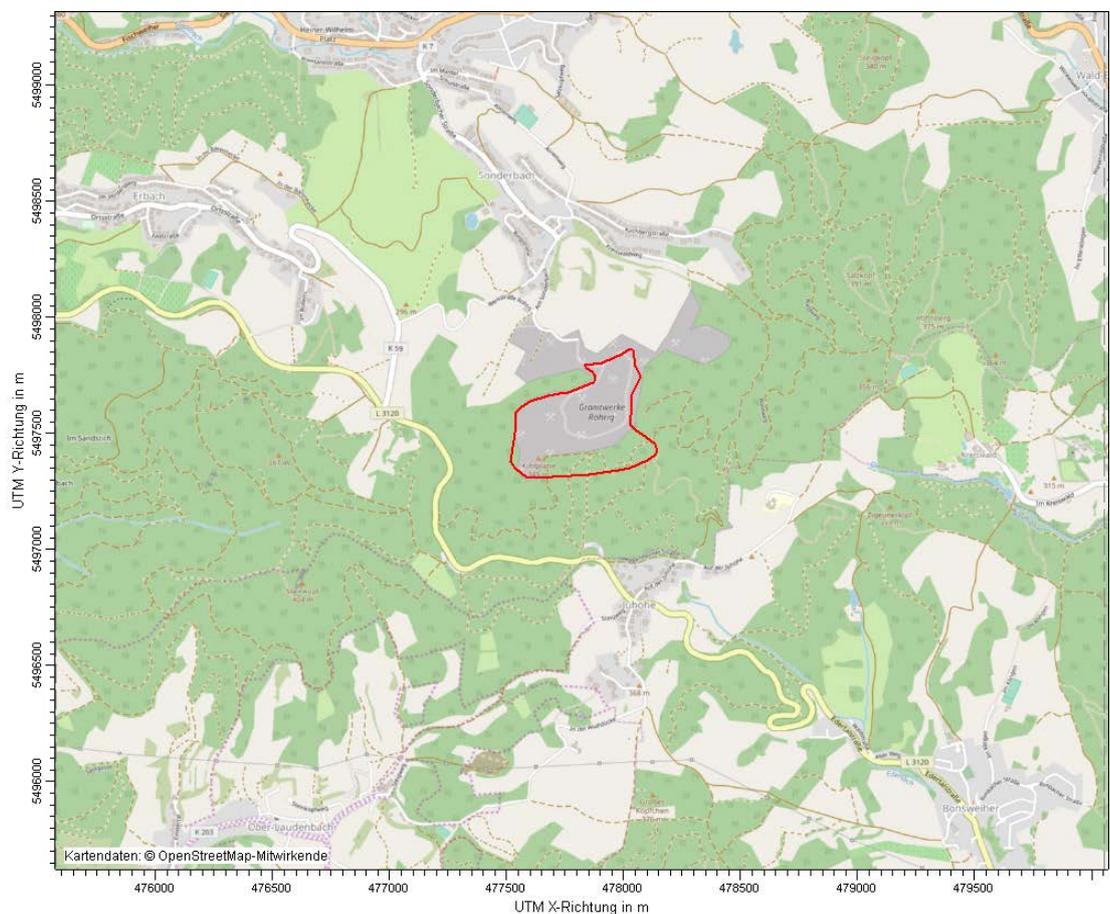


Abbildung 1. Karte mit der Umgebung des Steinbruchs (rot umrandet). Hintergrundkarte: © OpenStreetMap.

Die nächstgelegene vorhandene Wohnbebauung liegt nördlich des Standorts am Rand des Stadtteils Sonderbach der Stadt Heppenheim (Bergstraße) und reicht bis ca. 0,3 km an den Steinbruch heran.

In der Umgebung der Anlage befinden sich unmittelbar nördlich das Edelsplittwerk der Fa. Röhrig sowie nordwestlich eine Asphaltmisanlage.

Das Gelände um den Steinbruch ist fast vollständig bewaldet. Die Freiflächen nordwestlich bis nördlich der Anlage werden überwiegend landwirtschaftlich genutzt.

Das stark strukturierte Gelände des Untersuchungsgebietes liegt am Westrand des Odenwaldes (Vorderer Odenwald) in Geo-Naturpark Bergstraße-Odenwald. Der Bereich der Anlage befindet sich in leichter Hanglage, wobei sich die geplante Abbaukante auf einer Geländehöhe von 308 m über NN bis 345 m über NN befindet und die Vertiefung bis 198,5 m geplant ist.

In der Umgebung der Anlage fällt das Gelände nach Norden in Richtung des Ortsteiles Sonderbach ab. Die Wohnbebauung beginnt ab einer Höhe von 230 m über NN. Insbesondere in Richtung Süden steigt das Gelände zur „Kohlplatte“ auf Höhen bis zu ca. 380 m über NN und in Richtung Osten auf Höhen bis zu ca. 391 m über NN („Salzkopf“) stark an.

4 Anlagen- und Verfahrensbeschreibung

4.1 Anlagenabgrenzung zwischen Steinbruch und Edelsplittwerk

Im Rahmen der vorliegenden Immissionsprognose ist der Steinbruch (als Anlage nach Nr. 2.1 des Anhangs der 4. BImSchV) zu betrachten, in Abgrenzung vom Edelsplittwerk (als Anlage nach Nr. 2.2 des Anhangs der 4. BImSchV).

Dem – zu betrachtenden - Steinbruch werden zugeordnet:

- Steinbruch Gehrenberg
- Die im Steinbruchbereich betriebenen drei mobilen Siebanlagen

sowie

- Werksverkehr (SKW, Produktionsbagger, Radlader)⁴
- Zwischenlager für Granit-Gestein
- Abholverkehr (LKW, Silofahrzeuge) von Gesteinssplitten
- Lagerfläche Endprodukte

Dem – ggf. als Vorbelastung zu berücksichtigenden – Edelsplittwerk als Anlage zum Brechen und Klassieren werden zugeordnet:

- Vorbrechanlage (Betriebseinheit A)
- Nachbrechanlagen (Betriebseinheit B)
- Böhlinger Anlage (Betriebseinheit C)
- Krupp Anlage (Betriebseinheit D)
- GAR Anlage (Betriebseinheit E)
- FSA Anlage (Betriebseinheit F)
- FSA II Anlage (Betriebseinheit G)
- Anlage zum Entstauben (Betriebseinheit H)

sowie

- die Transportbänder zwischen Vorbrechanlage und dem Hauptgebäude des Edelsplittwerks (Betriebseinheit B - H),
- und die zugeordneten Entstaubungsanlagen.

⁴ Dumper und Radlader werden nur ungeordnet einsetzen.

4.2 Allgemeine Betriebsbeschreibung

Die Herauslösung des Gesteins aus der Abbauwand erfolgt durch Sprengung. Das so gewonnene Rohmaterial wird zum Verarbeitungsbetrieb gebracht. Insgesamt sollen jährlich ca. 500.000 t Gestein abgebaut werden.

Vor Beginn der Gesteinsgewinnung werden die Boden- und Abraumschichten mittels Bagger abgetragen. Diese werden teilweise durch Sieben aufbereitet und bis zum Abverkauf in der Regel auf dem Steinbruchgelände gelagert. Eine Geländeauffüllung erfolgt nicht.

Die Gesteinsgewinnung erfolgt anschließend mittels Bohren und Sprengen. Das gewonnene Rohmaterial wird mittels Bagger auf SKW verladen, mit diesen zum Vorbrecher transportiert und in den Aufgabetrichter abgekippt.

Der Betrieb des genehmigten Steinbruches inklusive Abraamtätigkeiten und Sprengbohrungen findet nach Angaben des Betreibers [33] an ca. 280 Tagen bzw. 2.100 Stunden im Jahr statt zwischen 06:00 Uhr und 22:00 Uhr.

5 Emissionsdaten

5.1 Emissionsrelevante Betriebsvorgänge

Die Staubemissionen der einzelnen Arbeits- und Verfahrensschritte werden im Folgenden diskutiert. In Summe sind die folgenden potenziell emissionsrelevanten Betriebsvorgänge (EBV) zu betrachten:

Rohstoffgewinnung / Aufbereitung

- 1 Aufnahme Abraum⁵ mit Bagger (140.000 t/a)
- 2 Abwurf Abraum auf SKW (140.000 t/a)
- 3 Fahrweg SKW für Abraum (100.000 t/a) zum Zwischenlager (Hin- und Rückfahrt)
- 4 Abwurf Abraum von SKW auf Zwischenlager (100.000 t/a)
- 5 Fahrweg SKW für Abraum (40.000 t/a) zum Sieb (Hin- und Rückfahrt)
- 6 Abwurf Abraum von SKW bei Siebanlage (40.000 t/a)
- 7 Aufnahme Abraum mit Bagger (40.000 t/a)
- 8 Abwurf Abraum von Bagger auf Siebanlage (40.000 t/a)
- 9 Sieben Abraum (Erstabsiebung; 40.000 t/a)
- 10 Abwurf Abraum von Sieb (40.000 t/a)
- 11 Aufnahme Abraum mit Bagger (40.000 t/a)
- 12 Abwurf Abraum auf SKW (40.000 t/a)
- 13 Fahrweg SKW für Abraum (40.000 t/a) zum Zwischenlager (Hin- und Rückfahrt)
- 14 Fahrweg SKW für Abraum (20.000 t/a) zum Sieb (Hin- und Rückfahrt)
- 15 Abwurf Abraum von SKW bei Siebanlage (20.000 t/a)
- 16 Aufnahme Abraum mit Bagger (20.000 t/a)
- 17 Abwurf Abraum von Bagger auf Siebanlage (20.000 t/a)
- 18 Sieben Abraum (Nachsiebung; 20.000 t/a)
- 19 Abwurf Abraum von Sieb (20.000 t/a)
- 20 Aufnahme Abraum mit Bagger (20.000 t/a)
- 21 Abwurf Abraum auf SKW (20.000 t/a)
- 22 Fahrweg SKW für Abraum (20.000 t/a) zum Sieb (Hin- und Rückfahrt)
- 23 Abwurf Abraum von SKW bei Siebanlage (20.000 t/a)
- 24 Aufnahme Abraum mit Bagger (20.000 t/a)

⁵ Der Begriff „Abraum“ umfasst hier vereinfacht Oberboden und Felsenkies.

- 25 Abwurf Abraum von Bagger auf Siebanlage (20.000 t/a)
- 26 Sieben Abraum (Veredelung; 20.000 t/a)
- 27 Abwurf Abraum von Sieb (20.000 t/a)
- 28 Aufnahme Abraum mit Bagger (20.000 t/a)
- 29 Abwurf Abraum auf SKW (20.000 t/a)
- 30 Fahrweg SKW für Abraum (20.000 t/a) zum Zwischenlager (Hin- und Rückfahrt)
- 31 Lagerung Abraum (140.000 t/a)
- 32 Sprengen (500.000 t/a)
- 33 Aufnahme Gesteinsbruch mit Bagger (500.000 t/a)
- 34 Abwurf Gesteinsbruch von Bagger auf SKW (500.000 t/a)

Lagerung vor Edelsplittwerk / Transport zu Edelsplittwerk

- 35 Fahrweg SKW für Gesteinsbruch (500.000 t/a) zu Vorbrecher (Hin- und Rückfahrt)
- 36 Abwurf Gesteinsbruch von SKW auf Zwischenlagerfläche (56.000 t/a)
- 37 Lagerung Gesteinsbruch (56.000 t/a)
- 38 Aufnahme Gesteinsbruch mit Radlader (56.000 t/a)
- 39 Abwurf Gesteinsbruch von Radlader auf Vorbrecher (56.000 t/a)
- 40 Abwurf Gesteinsbruch von SKW auf Vorbrecher (444.000 t/a)

Lagerung nach Edelsplittwerk / Transport nach Extern

- 41 Fahrweg SKW für Splitte/Sande (476.000 t/a) zu Lager (Hin- und Rückfahrt)
- 42 Abwurf Splitte/Sande von SKW auf Lagerfläche (476.000 t/a)
- 43 Lager Splitte/Sande (Endprodukte) (476.000 t/a)
- 44 Aufnahme Splitte/Sande mit Radlader (476.000 t/a)
- 45 Abwurf Splitte/Sande von Radlader auf LKW (476.000 t/a)
- 46 Fahrweg LKW/Silofahrzeuge (Abholverkehr) für Splitte/Sande (500.000 t/a; Hin- und Rückfahrt)
- 47 Aufnahme Abraum mit Radlader (140.000 t/a)
- 48 Abwurf Abraum von Radlader auf LKW (140.000 t/a)
- 49 Fahrweg LKW/Silofahrzeuge (Abholverkehr) für Abraum (140.000 t/a; Hin- und Rückfahrt)

5.2 Berechnungsgrundlagen

Berechnungsgrundlage für diffuse Staubemissionen sind die Richtlinien VDI 3790 Blatt 3: Umweltmeteorologie; Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern [9] sowie VDI 3790 Blatt 4: Umweltmeteorologie; Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Staubemissionen durch Fahrzeugbewegungen auf gewerblichem/industriellem Betriebsgelände [10].

5.2.1 Umschlagvorgänge

5.2.1.1 Materialaufnahme

Für die Materialaufnahme ist in VDI-Richtlinie 3790 Blatt 3 Gleichung (1) angegeben:

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

Es bedeuten:

q_{Auf} Emissionsfaktor in g/t_{Gut}

$a = \sqrt{10^n}$ dimensionsloser Gewichtungsfaktor, der die Neigung des Schüttgutes zur Staubentwicklung berücksichtigt; $n = 0$ (staubarmes Gut), 2, 3, 4 oder 5 (stark staubend)⁶.

M' abhängig von der Verfahrensweise (z. B. 100 t bei Aufnahme mit Radlader)

ρ_S Schüttdichte in t/m^3

k_U Umfeldfaktor (dimensionslos) (z. B. 0,9 bei Aufnahme von Halde)

⁶ außergewöhnlich feuchtes/staubarmes Gut ($n=0$), Staub nicht wahrnehmbar ($n=2$), schwach staubend ($n=3$), (mittel) staubend ($n=4$), stark staubend ($n=5$); Der Exponent n wird entsprechend dem optischen Erscheinungsbild beim Umschlag des Schüttgutes festgelegt, wobei die Tabellen im Anhang B der VDI-Richtlinie 3790 eine Orientierungshilfe geben.

5.2.1.2 Materialabwurf

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

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

Es bedeuten:

q_{Ab}	Emissionsfaktor in $\text{g}/\text{t}_{\text{Gut}}$
$a = \sqrt{10^n}$	wie Gleichung (1)
M	Abwurfmenge in t/Abwurf
H_{frei}	freie Fallhöhe in m
$k_{\text{Gerät}}$	empirischer Korrekturfaktor (dimensionslos) (z. B. 1,5 bei Abwurf von Lkw oder Radlader)
ρ_{S}	wie Gleichung (1)
k_{U}	Umfeldfaktor (dimensionslos) (z. B. 0,9 bei Abwurf auf Halde)

5.2.2 Lagerung

Der Staubabtrag bei der offenen Lagerung von Schüttgütern kann ebenfalls mit Hilfe der VDI-Richtlinie 3790 Blatt 3 berechnet werden:

$$\bar{q}_{\text{L}} = \sum_{i=1}^n 5 \cdot \left(0,1 \cdot \frac{v_{\text{Wi}}^2}{d_{50} \cdot \rho_{\text{K}} \cdot k_{\text{f}} \cdot \tan \alpha} - 1 \right)^{1,60} \cdot \frac{\omega_i}{100} \quad (3)$$

Es bedeuten:

\bar{q}_{L}	Jahresmittelwert des flächenbezogenen Emissionsfaktors in $\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{h})$
v_{Wi}	Windgeschwindigkeit in m/s mit der Häufigkeit ω_i in %
d_{50}	mittlere Korngröße im mm
ρ_{K}	Korndichte in g/cm^3
k_{f}	Korrekturfaktor für die Materialfeuchte zwischen $k = 1$ (trocken) und $k = 3$ (Feuchtigkeit > 3 %)
α	Böschungswinkel der Schüttung in °

5.2.3 Fahrbewegungen

Unbefestigte Fahrwege

Die Staubemissionen, die durch die Fahrbewegungen auf *unbefestigten* Fahrwegen verursacht werden, können gemäß der VDI-Richtlinie 3790 Bl. 4 [10] wie folgt abgeschätzt werden:

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

Es bedeuten:

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

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

Tabelle 7. Faktor k_{Kgv} und Exponenten a und b zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung für unbefestigte Fahrwege [10].

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

Befestigte Fahrwege

Die Staubemissionen, die durch die Fahrbewegungen auf befestigten Fahrwegen verursacht werden, können gemäß der VDI-Richtlinie 3790 Blatt 4 [10] wie folgt abgeschätzt werden:

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

Es bedeuten:

q_{bF}	Emissionsfaktor in g/(km × Fahrzeug)
k_{Kgv}	Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung, s. Tabelle 8
sL	Flächenbeladung des Fahrwegs in g/m ²
W	mittlere Masse der Fahrzeugflotte in t
p	Anzahl der Tage pro Jahr mit mindestens 1 mm natürlichem Niederschlag
k_M	Kennzahl für die Wirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen

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

Tabelle 8. Faktor k_{Kgv} zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung für befestigte Fahrwege [10].

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

Niederschlag oder Befeuchtung

Erfolgt eine Befeuchtung von unbefestigten Fahrwegen, kann gemäß VDI 3790 Blatt 4 [10] eine Kennzahl zur Maßnahmenwirksamkeit k_M von 0,5 für manuelle Befeuchtung (z. B. mit Tankfahrzeug mind. alle 3 Stunden mit 3 l/m²) und bis zu 0,8 für automatische Befeuchtungssysteme, die eine dauerhafte und gleichmäßige Befeuchtung der Fahrwege sicherstellen, angegeben werden. Auf Basis von Angaben des Betreibers zur Bewässerung werden bei Trockenheit die relevanten unbefestigten Fahrwege mittels Wasserwagen stündlich mit ca. 1 l/m² befeuchtet. Entsprechend kann eine Kennzahl zur Maßnahmenwirksamkeit k_M von 0,5 angesetzt werden.

Gemäß VDI 3790 Blatt 4 [10] ist die Befeuchtung von befestigten Fahrwegen primär als Maßnahme zur Reduzierung der Flächenbeladung sL anzusehen und kann entsprechend über diese berücksichtigt werden. Die Befeuchtungsmaßnahmen der befestigten Fahrwege werden im vorliegenden Fall über die Flächenbeladung berücksichtigt.

Fahrgeschwindigkeit

Die Gleichung (4) der VDI 3790 Blatt 4 [10] für unbefestigte Fahrwege bezieht sich auf eine Fahrgeschwindigkeit von 50 km/h [12]. Für unbefestigte Fahrwege lässt sich aus [13] eine Abnahme von ca. 15 % für eine jeweils um 10 km/h reduzierte Geschwindigkeit ableiten. Bezogen auf 50 km/h werden analog die Emissionen bei einer Geschwindigkeit von 30 km/h mit $k_M = 0,3$ um ca. 30 %, von 20 km/h mit $k_M = 0,4$ um ca. 40 % und von 10 km/h mit $k_M = 0,5$ um ca. 50 % verringert. Auf Basis von Angaben des Betreibers ist auf dem Werksgelände die Fahrgeschwindigkeit auf 20 km/h begrenzt. Konservativ wird im vorliegenden Fall jedoch von einer maximalen Geschwindigkeit von 30 km/h ausgegangen. Entsprechend kann eine Kennzahl zur Maßnahmenwirksamkeit k_M von 0,3 angesetzt werden.

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

Kehren

Durch Abkehren von befestigten Fahrwegen wird die Straßenverschmutzung dauerhaft entfernt. Gemäß VDI 3790 Blatt 4 [10] kann diese Maßnahme daher über die Reduzierung der Flächenbelastung sL berücksichtigt werden.

Aufgrund der regelmäßigen Reinigung der befestigten Fahrwege kann von mäßiger Verschmutzung der Fahrwege ausgegangen und entsprechend für die Flächenbelastung sL ein Konventionswert von 5 g/m² gemäß Tabelle 4 in VDI 3790 Blatt 4 [10] angenommen werden. In Verbindung mit der bedarfsgerechten Befeuchtung zur Verhinderung sichtbarer Staubaufwirbelungen kann ein Konventionswert von 1 g/m² angesetzt werden.

Niederschlag

An den Stationen Mannheim und Beerfelden des DWD liegt die Zahl der Regentage mit mindestens 1,0 mm Niederschlag im Mittel der Jahre 2009 bis 2018 bei 111 bzw. 130⁷ [16].

Nach Bild A1 der VDI 3790 Blatt 4 [10] nehmen die Regentage von Mannheim in Richtung Osten zu. In dem Übergangsbereich beträgt die mittlere Anzahl der Regentage mit mindestens 1,0 mm Niederschlag ca. 120 Tage.

⁷ Aufgrund der geringen Datenverfügbarkeit an der DWD-Station Beerfelden im Jahr 2016 (ca. 80 %) wurde dieses Jahr aus der Mittelung ausgenommen.

Motorbedingte Emissionen

Für die während der Fahrbewegungen von den Motoren ausgehenden Partikelemis-sionen wurde ein Emissionsfaktor von 0,05 g/(km x Fahrzeug) für LKW angenom-men. Dieser entspricht den Angaben des *Handbuch Emissionsfaktoren des Straßen-verkehrs 3.3 (HBEFA)* für das Jahr 2019 für den schweren Nutzverkehr in innerört-lichen Stop-and-go-Situationen und ebenem Gelände [14]. Innerörtliche Stop-and-go-Situationen stellen das vom HBEFA vorgesehene worst-case-Verkehrs-Szenario dar; die so berechnete Staubemission kann damit als konservative Abschätzung ange-sehen werden. Der Beitrag der Motoremissionen aller Fahrbewegungen liegt bei die-ser Annahme um mehrere Größenordnungen unter dem der verkehrsbedingten Staubaufwirbelungen und kann daher vernachlässigt werden.

5.2.4 Sonstiges

Bei der Sprengung tritt die Staubentwicklung vor allem beim Zusammenstürzen der Gesteinshalde ein. Der Vorgang ist damit z. B. dem Abkippen von Gesteinsbruch von der Ladefläche eines Transporters prinzipiell vergleichbar, nur dass die Fallhöhe und die Gesteinsmenge jeweils wesentlich größer sind. Zur Abschätzung der Staubemis-sionen bei der Sprengung wird Gleichung (3) aus [11] herangezogen.

$$Q_{S,P,M} = 0,75 \cdot k_{U,PM} \cdot a \cdot H_{ges} \cdot \rho \cdot \sqrt{M_S} \quad (6)$$

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 Staubungsneigung
H_{ges}	Höhe der Etage (Bruchwand) oder der Gebäudestruktur [m]
ρ	Schüttdichte des Haufwerks oder Sprengschutts [t/m ³]
M_S	Gesteinsmasse pro Abschlag oder Gebäudemasse [t]

5.3 Gehandhabte Stoffe und Materialeigenschaften

In den Gleichungen (1) und (2) 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 Blatt 3 eine Orientierungshilfe geben.

Im vorliegenden Fall ist nach Augenscheinnahme beim Umschlag von Gesteinsbruch – teilweise aufgrund von Befeuchtung bei der Lagerung – keine bis schwache Staubentwicklung festzustellen, so dass $n = 2,5$ als Zwischenwert von $n = 2$ (Staub nicht wahrnehmbar) und $n = 3$ (schwach staubend) angesetzt werden kann. Aufgrund der Befeuchtungsmaßnahmen während der Lagerung der Produkte im Bereich des Edelsplittwerkes kann für die Umschlagvorgänge vor der Abholung $n = 2$ (schwach stau-bend) angesetzt werden.

Beim Oberboden handelt es sich um konstant feuchtes Material, weshalb für diesen Teil des Abraums $n = 1$ als Zwischenwert von $n = 0$ (staubarmes Gut) und $n = 2$ (Staub nicht wahrnehmbar) angenommen werden kann. Aufgrund der Abraumhöhe von bis zu 20 m [33] kann nicht für den gesamten Abraum von einer konstanten Feuchte ausgegangen werden. Entsprechend wird für den Abraum $n = 2$ (Staub nicht wahrnehmbar) angesetzt.

Für den Sprengvorgang wird dem Gesteinsbruch ein konservativer Gewichtungsfaktor gemäß [11] von $a = 10$ (stark staubend) zugeordnet.

5.4 Prognose der Emissionen

5.4.1 Umschlagvorgänge

Die freien Fallhöhen H_{frei} werden für den Abwurf vom Bagger und vom Radlader mit jeweils 1,0 m angesetzt. Da das Abkippen vom SKW auf Haufwerke erfolgt, kann trotz der in der Regel höheren Ladekante der SKW ebenfalls von einer mittleren Abkipphöhe H_{frei} von 1,0 m ausgegangen werden (Ausnahme: Abwurf in Siebe und Vorbrecher $H_{frei} = 1,5$ m sowie von Sieben auf Halde $H_{frei} = 2,0$ m).

In der folgenden Tabelle 9 sind die, auf Basis der jeweiligen erwartenden Umschlagmengen, berechneten Staubemissionen pro Betriebsstunde bei maximaler Durchsatzleistung aus den beschriebenen Umschlagvorgängen dargestellt.

Die sich aus den in Kapitel 5.1 aufgeführten emissionsverursachenden Betriebsvorgängen (EBV) in Verbindung mit den in Kapitel 5.2 und 5.3 aufgeführten Materialeigenschaften ergebenden Emissionen in Bezug auf Umschlagvorgänge sind in den folgenden Tabellen dargestellt⁸.

Tabelle 9. Emissionsprognose Umschlagvorgänge – Aufnahme.

EBV	Quelle	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 Bagger	(33)	1	100	1,7	0,9	--	--	0,41	2,5	18	500.000	3.673
mit Radlader	(38)	2	100	1,7	0,9	--	--	0,41	2,5	18	56.000	411
mit Radlader	(44a)	3	100	1,7	0,9	--	--	0,41	2	10	285.000	1.177
mit Radlader	(44b)	8	100	1,7	0,9	--	--	0,41	2	10	191.000	789
<i>Aufnahme Abraum (diskontinuierlich)</i>												
mit Bagger	(1)	1	100	1,6	0,9	--	--	0,39	2	10	140.000	544
mit Bagger bei Siebanlage	(7)	1	100	1,6	0,9	--	--	0,39	2	10	40.000	156
mit Bagger bei Siebanlage	(11)	1	100	1,6	0,9	--	--	0,39	2	10	40.000	156
mit Bagger bei Siebanlage	(16)	1	100	1,6	0,9	--	--	0,39	2	10	20.000	78
mit Bagger bei Siebanlage	(20)	1	100	1,6	0,9	--	--	0,39	2	10	20.000	78
mit Bagger bei Siebanlage	(24)	2	100	1,6	0,9	--	--	0,39	2	10	20.000	78
mit Bagger bei Siebanlage	(28)	2	100	1,6	0,9	--	--	0,39	2	10	20.000	78
mit Radlader	(47a)	1	100	1,6	0,9	--	--	0,39	2	10	120.000	467
mit Radlader	(47b)	2	100	1,6	0,9	--	--	0,39	2	10	20.000	78

Unterteilung der EBV ausschließlich für Aufteilung auf Quellen im Ausbreitungsmodell erfolgt.

⁸ Die Nummern in der ersten Spalte geben die laufende Nummerierung des EBV wieder.

Tabelle 10. Emissionsprognose Umschlagvorgänge – Abwurf (diskontinuierlich).

	EBV	Quelle	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>Abwurf Gesteinsbruch (diskontinuierlich)</i>												
von Bagger auf SKW	(34)	1	12	1,7	0,9	1,5	1,0	0,38	2,5	18	500.000	3.358
von SKW auf Halde	(36)	2	60	1,7	0,9	1,5	1,0	0,17	2,5	18	56.000	167
von Radlader auf Vorbrecher	(39)	2	10	1,7	0,8	1,5	1,5	0,60	2,5	18	56.000	599
von SKW auf Vorbrecher	(40)	2	60	1,7	0,8	1,5	1,5	0,25	2,5	18	444.000	1.959
von SKW auf Halde	(42a)	3	60	1,7	0,9	1,5	1,0	0,17	2,5	18	285.000	852
von SKW auf Halde	(42b)	8	60	1,7	0,9	1,5	1,0	0,17	2,5	18	191.000	571
von Radlader auf LKW	(45a)	3	10	1,7	0,9	1,5	1,0	0,41	2	10	285.000	1.162
von Radlader auf LKW	(45b)	8	10	1,7	0,9	1,5	1,0	0,41	2	10	191.000	779
<i>Abwurf Abraum (diskontinuierlich)</i>												
von Bagger auf SKW	(2)	1	12	1,6	0,9	1,5	1,0	0,36	2	10	140.000	498
von SKW auf Halde	(4)	1	60	1,6	0,9	1,5	1,0	0,16	2	10	100.000	158
von SKW bei Siebanlage	(6)	1	60	1,6	0,9	1,5	1,0	0,16	2	10	40.000	63
von Bagger auf Siebanlage	(8)	1	12	1,6	0,8	1,5	1,5	0,52	2	10	40.000	210
von Bagger auf SKW	(12)	1	12	1,6	0,9	1,5	1,0	0,36	2	10	40.000	142
von SKW bei Siebanlage	(15)	1	60	1,6	0,9	1,5	1,0	0,16	2	10	20.000	32
von Bagger auf Siebanlage	(17)	1	12	1,6	0,8	1,5	1,5	0,52	2	10	20.000	105
von Bagger auf SKW	(21)	1	12	1,6	0,9	1,5	1,0	0,36	2	10	20.000	71
von SKW bei Siebanlage	(23)	2	60	1,6	0,9	1,5	1,0	0,16	2	10	20.000	32
von Bagger auf Siebanlage	(25)	2	12	1,6	0,8	1,5	1,5	0,52	2	10	20.000	105
von Bagger auf SKW	(29)	2	12	1,6	0,9	1,5	1,0	0,36	2	10	20.000	71
von Radlader auf LKW	(48a)	1	10	1,6	0,9	1,5	1,0	0,38	2	10	120.000	461
von Radlader auf LKW	(48b)	2	10	1,6	0,9	1,5	1,0	0,38	2	10	20.000	77

Tabelle 11. Emissionsprognose Umschlagvorgänge – Abwurf (kontinuierlich) sowie Summe.

	EBV	Quelle	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>Abwurf Abraum (kontinuierlich)</i>												
von Sieb auf Halde	(10)	1	500	1,6	0,9	1	2,0	2,68	2	10	40.000	1.073
von Sieb auf Halde	(19)	1	500	1,6	0,9	1	2,0	2,68	2	10	20.000	536
von Sieb auf Halde	(27)	2	500	1,6	0,9	1	2,0	2,68	2	10	20.000	536
											Gesamtemission in kg/a:	21.380
											Betriebsstunden pro Jahr:	2.100
											Emission in kg/Betriebsstunde:	10,18
											durchschnittliche Emission in kg/Jahresstunde:	2,44

5.4.2 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 40 % 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

Im Steinbruch Gehrenberg erfolgen nach Mitteilung des Betreibers ca. 60 - 100 Sprengungen im Jahr, bei denen jeweils zwischen 5.000 und 20.000 t Gesteinsmaterial anfallen.

Die Abschlaghöhe soll auf der Erweiterungsfläche in der Regel zwischen 10 m und 20 m betragen. Das abgesprengte Gesteinsvolumen pro Sprengung wird mit im Mittel 6.250 t angesetzt. Bei einem Jahresleistungsvolumen von ca. 500.000 t ergeben sich entsprechend 80 Sprengungen im Jahr.

Es ergeben sich in Summe daraus insgesamt 1.210 kg/a an Gesamtstaub. Diese Emissionen werden im Folgenden der Quelle 4 „Sprengung“ zugeordnet.

5.4.3 Fahrbewegungen auf befestigten und unbefestigten Fahrwegen

Die Fahrbewegungen des Baggers sowie Bohrgerätes im Abbaubereich und des Radladers beim Vorbrecher sind aufgrund der geringen Fahrgeschwindigkeit (keine Aufwirbelung) und der kurzen Fahrstrecken nicht emissionsrelevant.

Zur Abschätzung von Staubaufwirbelungen durch Fahrbewegungen für den Steinbruch sind – ausgehend von den jeweiligen Umschlagmengen – die in Tabelle 12 und Tabelle 13 aufgeführten Fahrten zu betrachten⁹. Die Lademengen betragen 60 t/Fahrt in Bezug auf die SKW und 25 t/Fahrt in Bezug auf die LKW.

Für unbefestigte Werkstraßen in Steinbrüchen ist in [10] der Feinkornanteil des Straßenmaterials *s* mit 10 % als Anhaltswert angegeben. In [11] wird für unbefestigte Fahrwege ein Wert von 5,2 % genannt. Diese Angaben beziehen sich jeweils auf trockene Fahrstrecken mit entsprechendem Emissionspotenzial.

In Tabelle 12 und Tabelle 13 sind die Fahrbewegungen zusammengefasst. Dieser sind auch die Fahrweglängen in Summe für die Hin- und Rückwege aufgeführt.

Tabelle 12. Fahrbewegungen SKW und LKW – unbefestigte Fahrwege.

	EBV	Quelle	<i>s</i>	<i>W</i>	<i>p</i>	Fahrten (einfach) pro Jahr	Fahrweg (gesamt) (m)	Minderung <i>k_{M,Bewäss.}</i> (1)	Minderung <i>k_{M,Geschwind.}</i> (1)	Emission <i>PM_{2,5}</i> (kg/a)	Emission <i>PM₁₀</i> (kg/a)	Emission <i>PM₃₀</i> (kg/a)
			(%)	(t)	--							
Fahrweg SKW Abraum zum Zwischenlager	(3)	1	10	83	120	1.667	1.000	0,5	0,3	65	653	2.217
Fahrweg SKW Abraum zum Sieb Zwischenlager	(5)	1	10	83	120	667	500	0,5	0,3	13	131	443
Fahrweg SKW Abraum zum Sieb Zwischenlager	(13)	1	10	83	120	333	500	0,5	0,3	7	65	222
Fahrweg SKW Abraum zum Sieb Zwischenlager	(14)	1	10	83	120	333	100	0,5	0,3	1	13	44
Fahrweg SKW Abraum zum Sieb Zwischenlager	(22)	1	10	83	120	333	600	0,5	0,3	8	78	266
Fahrweg SKW Abraum zum Sieb Zwischenlager	(30)	1	10	83	120	333	200	0,5	0,3	3	26	89
Fahrweg SKW Gesteinsbruch zum Vorbrecher	(35a)	1	10	83	120	8.333	1.500	0,5	0,3	488	4.900	16.631
Fahrweg SKW Gesteinsbruch zum Vorbrecher	(35b)	5	10	83	120	8.333	600	0,5	0,3	195	1.960	6.652
Fahrweg Abraum (Abholverkehr)	(49a)	5	10	28	120	2.000	600	0,5	0,3	29	287	974
Fahrweg Abraum (Abholverkehr)	(49b)	6	10	28	120	2.333	400	0,5	0,3	22	223	757
Gesamtemission in kg/a:										78	784	28.296
Betriebsstunden pro Jahr:										2.100	2.100	2.100
Emission in kg/Betriebsstunde:										0,04	0,37	13,47
durchschnittliche Emission in kg/Jahresstunde:										0,01	0,09	3,23

Unterteilung der EBV ausschließlich für Aufteilung auf Quellen im Ausbreitungsmodell erfolgt.

Tabelle 13. Fahrbewegungen SKW und LKW – befestigte Fahrwege.

	EBV	Quelle	<i>sL</i>	<i>W</i>	<i>p</i>	Fahrten (einfach) pro Jahr	Fahrweg (gesamt) (m)	Minderung <i>k_{M,Bewäss.}</i> (1)	Minderung <i>k_{M,Geschwind.}</i> (1)	Emission <i>PM_{2,5}</i> (kg/a)	Emission <i>PM₁₀</i> (kg/a)	Emission <i>PM₃₀</i> (kg/a)
			(g/m ²)	(t)	--							
Fahrweg SKW Splitte/Sande zu Lager	(41a)	3	1	83	120	4.750	150	0,0	0,0	9	39	204
Fahrweg SKW Splitte/Sande zu Lager	(41b)	7	1	83	120	3.183	500	0,0	0,0	21	87	455
Fahrweg Splitte/Sande (Abholverkehr)	(46a)	3	1	28	120	5.150	300	0,0	0,0	7	28	144
Fahrweg Splitte/Sande (Abholverkehr)	(46b)	7	1	28	120	5.150	500	0,0	0,0	11	46	240
Fahrweg Splitte/Sande (Abholverkehr)	(46c)	8	1	28	120	3.183	100	0,0	0,0	1	6	30
Fahrweg Abraum (Abholverkehr)	(49c)	3	1	28	120	2.333	200	0,0	0,0	2	8	43
Fahrweg Abraum (Abholverkehr)	(49d)	7	1	28	120	2.333	500	0,0	0,0	5	21	109
Gesamtemission in kg/a:										57	235	1.224
Betriebsstunden pro Jahr:										2.100	2.100	2.100
Emission in kg/Betriebsstunde:										0,03	0,11	0,58
durchschnittliche Emission in kg/Jahresstunde:										0,01	0,03	0,14

Unterteilung der EBV ausschließlich für Aufteilung auf Quellen im Ausbreitungsmodell erfolgt.

⁹ Die Nummern in der ersten Spalte geben die laufende Nummerierung des EBV wieder.

Die entstehenden Motoremissionen während der Fahrbewegungen sind im Vergleich zu den sonstigen Staubemissionen so gering, dass sie in der vorliegenden Betrachtung vernachlässigt werden können.

5.4.4 Lagerung

Innerhalb des Betriebsgeländes kann eine mögliche Abwehung von auf Freiflächen gelagerten gebrochenen Fertigmateriale sowie zwischengelagerten Materialien z. B. von Halden erfolgen.

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

Bei der Berechnung werden windgeschwindigkeitsabhängige Emissionsraten mit der Auftrittshäufigkeit der Windgeschwindigkeitsklassen kombiniert. Beträgt die momentane Windgeschwindigkeit weniger als 4-5 m/s (in 10 m Höhe) findet keine Abwehung statt [8]. Bei Standorten mit Jahresmitteln der Windgeschwindigkeit unter 2-3 m/s (in 10 m Höhe) kann die Emission durch Winderosion vernachlässigt werden [8]. Außerdem ist zu beachten, dass Ereignisse mit starkem Wind häufig mit Regen verbunden sind, der die Menge abwehbaren Materials wieder verringert.

Gemäß dem Amtlichen Gutachten (QPR) des Deutschen Wetterdiensts (DWD) [29] sind am ca. 1,5 km nordwestlich des Anlagenstandortes in relativ freier Kuppenlage mittlere jährliche Windgeschwindigkeiten von 2,9 bis 3,1 m/s zu erwarten. Weiterhin werden insbesondere die Freilager mit feinkörnigen Brechsanden berieselt und teilweise durch Wände abgeschirmt.

Die Staubemissionen durch Abwehung sind daher gegenüber den Umschlagemissionen von untergeordneter Bedeutung und werden nicht weiter berücksichtigt.

5.4.5 Mechanische Aufbereitungsanlagen

Staubemissionen entstehen durch das Sieben von Gesteinsbruch.

Die Siebvorgänge erfolgen in weitgehend geschlossenen Aggregaten, so dass hierbei Staubemissionen nur bei Undichtigkeiten und an den Übergabestellen auftreten können.

Die Größenordnung der durch mechanische Aufbereitungsanlagen (hier: Sieben) verursachten Staubemissionen hängt stark von der Staubungsneigung des Gutes, von der Durchfeuchtung sowie der Art des Verfahrens ab. Für diese Vorgänge stehen nach Richtlinien VDI 3790 Blatt 3 und 4 keine Berechnungs- oder Schätzmethode

wie für Lagerung, Umschlag und Fahrverkehr zur Verfügung, so dass hier eine Emissionsmodellierung mit Emissionsfaktoren erfolgt.

Für das Sieben von Baustoff-Recyclingmaterial, gemischte Bau- und Abbruchabfälle, Kalkstein, Mischgestein, Sand und Kies sowie Straßenaufbruch (Altasphalt) werden in [15] 15 g/t (Gesamtstaub) inkl. 5,25 g/t für PM₁₀ sowie 1,5 g/t für PM_{2,5} angegeben. Für die Behandlung von nassem Sand und Kies werden die Emissionsfaktoren jeweils um den Faktor 5 reduziert.

In [11] wird für „Manipulation durch Sieben und Brechen“ ein Emissionsfaktor von 14 – 16 g/t (PM₁₀) für Bauschutt mit einer Staubungsneigung von „stark staubend“ angegeben ([11], Seite 22, Tabelle 12 Emissionsfaktoren), sowie ein PM₁₀-Anteil von 25 % bzw. für PM_{2,5} von 5,3 % für Baurestmassen ([11] Seite 19). Korrigiert auf die Staubungsneigung „schwach staubend“ (Faktor 3) ergibt sich ein Emissionsfaktor von 5 g/t (PM₁₀); korrigiert auf Gesamtstaub (Faktor 4) ein Emissionsfaktor von 20 g/t (Gesamtstaub).

Verwendet wird ein Emissionsfaktor von 15 g/t für Gesamtstaub für das Sieben von Abraum.

Mit einer maximalen Durchsatzmenge von insgesamt 80.000 t/a errechnet sich damit eine Emission von 1.200 kg/a.

Tabelle 14. Staubemissionen der mechanischen Aufbereitungsanlagen.

	EBV	Quelle	Emissionsfaktor (g/t)	Umschlag (t/a)	Emission (kg/a)
<i>Abraum</i>					
Sieben (Erstabsiebung)	(9)	1	15,0	40.000	600
Sieben (Nachsiebung)	(18)	1	15,0	20.000	300
Sieben (Veredelung)	(26)	2	15,0	20.000	300
Gesamtemission in kg/a:					1.200
Volllastbetriebsstunden pro Jahr:					2.100
Emission in kg/Betriebsstunde:					0,57
durchschnittliche Emission in kg/Jahresstunde:					0,14

5.5 Beurteilung der Emissionen anhand der Bagatellmassenströme

Die berechneten Staubemissionen sind, mit Ausnahme der Emissionen aus den mechanischen Aufbereitungsprozessen, vollständig als diffuse Emissionen einzustufen. Mit den o. g. Emissionen ergibt sich eine Jahresemission an Gesamtstaub von ca. 60.912 kg. Tabelle 15 zeigt, wie sich die Jahres-Emissionsmenge in die Kategorien Umschlag, Brechvorgänge, Fahrweg befestigt und Fahrweg unbefestigt verteilt.

Tabelle 15. Zusammenfassung der Emissionsvorgänge und entsprechende Emissionen pro Jahr bzw. pro Betriebsstunde.

Emission	Umschlag- prozesse	Siebvorgänge	Sprengung	Fahrweg
[kg/a]	21.380	1.200	1.210	29.520
[kg/h]	10,18	0,57	0,58	14,06

Nach Nr. 4.6.1.1 der TA Luft wird für diffuse, d. h. nicht nach Nr. 5.5 TA Luft abgeleitete Emissionen an Staub als Bagatellmassenstrom 0,1 kg/h festgesetzt (vgl. Tabelle 1). Dieser Bagatellmassenstrom bezieht sich nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft auf eine Kalenderwoche maximaler Emission (Betriebsstunden einer Kalenderwoche mit den bei bestimmungsgemäßem Betrieb für die Luftreinhaltung ungünstigsten Betriebsbedingungen).

Bei Mittelung über die Betriebsstunden (2.100 h/a) überschreiten die diffusen Emissionen (ca. 25,39 kg/h) den Bagatellmassenstrom gemäß Nr. 4.6.1.1 Buchstabe b) TA Luft. Daher ist die Ermittlung der Immissionskenngrößen Zusatzbelastung durch Schwebstaub (PM₁₀) und Staubniederschlag erforderlich.

5.6 Angesetzte Betriebszeiten und Betriebszustände

Die Emissionen der innerbetrieblichen Transport-/Umschlag- und Aufbereitungsvorgänge im Steinbruch erfolgen von 06:00 Uhr - 22:00 Uhr. Die Emissionen werden bei der Immissionsprognose gleichmäßig auf 2.100 h/a verteilt.

Die Sprengungen erfolgen 60 bis 100 Mal im Jahr. Es wurden entsprechend den Angaben des Betreibers zur Jahreskapazität sowie einer angesetzten mittleren Sprengmenge von 6.250 t jeweils 80 Sprengungen pro Jahr angenommen und diese zufällig auf die Betriebszeit verteilt.

5.7 Modellierung der Emissionsquellen

Die Emissionsquellen wurden als Volumenquellen modelliert.

In der nachfolgenden Abbildung 2 ist die Lage der berücksichtigten Emissionsquellen für die Ausbreitungsrechnung dargestellt.

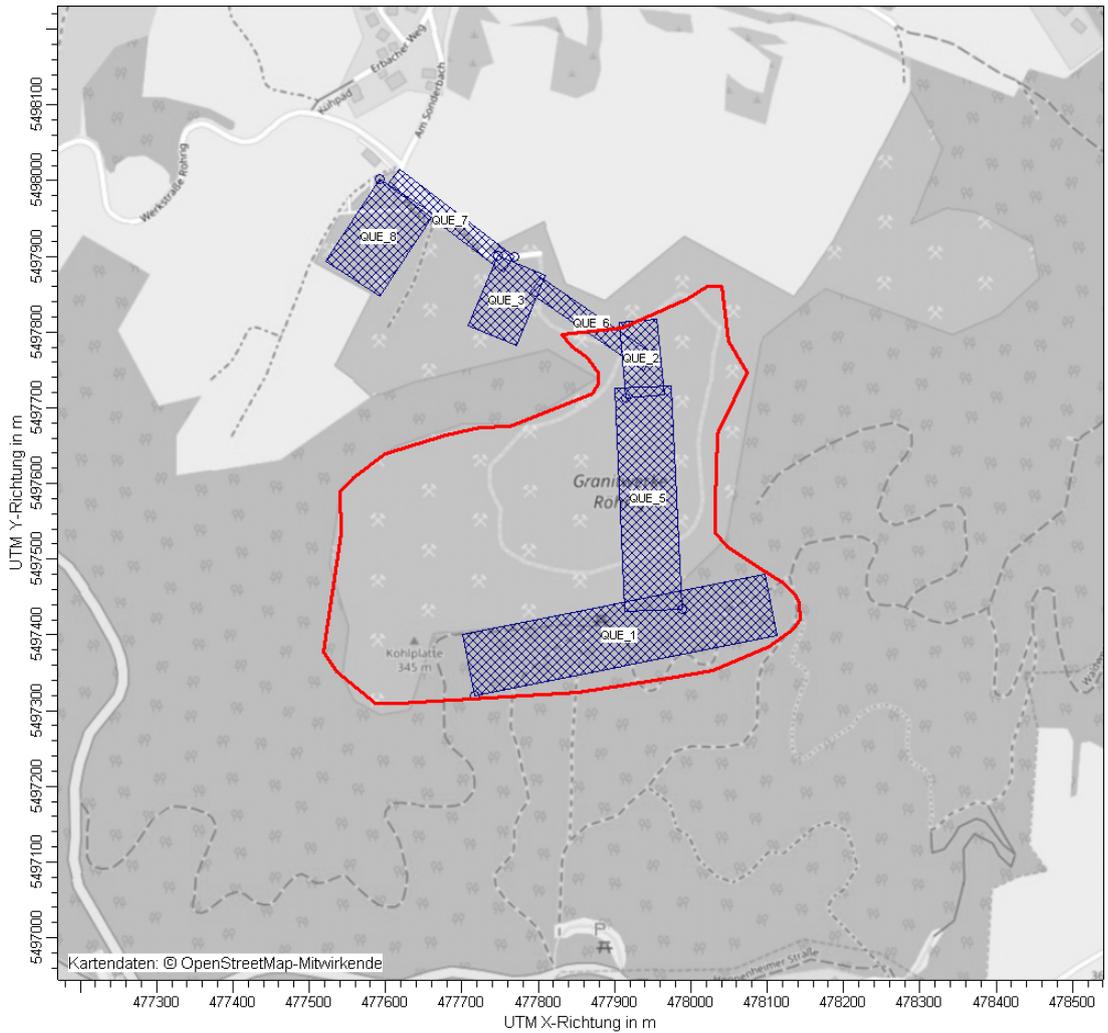


Abbildung 2. Lage der Emissionsquellen.

Hinweis: Lage QUE_1 (Abbau) und QUE_4 (Sprengung) sind identisch.

Tabelle 16. Zuordnung der Emissionsquellen und entsprechende Emissionsmassenströme.

Quellnr.	Höhe [m]	„Ort“ (Vorgänge)	Emission [kg/h]
QUE_1	0-20	Abbau (Umschlag, Fahrweg, Aufbereitung)	15,56
QUE_2	0-5	Vorbrecher (Umschlag, Aufbereitung)	2,14
QUE_3	0-5	Edelsplittwerk (Umschlag, Fahrweg)	1,71
QUE_4	0-20	Sprengung	15,12
QUE_5	0-3	Fahrweg 1 (von Abbau bis Vorbrecher)	3,63
QUE_6	0-3	Fahrweg 2 (von Vorbrecher bis Edelsplittwerk) ¹⁾	0,36
QUE_7	0-3	Fahrweg 3 (von Edelsplittwerk bis Einfahrt)	0,38
QUE_8	0-5	Einfahrt (Umschlag, Fahrweg)	1,03

1) Nur Transport von Felsenkies („Abraum“)

5.8 Partikelgrößenverteilung der Staubemissionen

Fahrbewegungen:

Für Fahrwegemissionen wurden die Anteile von PM_{2,5} (< 2,5 µm) und PM₁₀ (< 10 µm) gemäß der in Kapitel 5.2.3 dargestellten Berechnungsgrundlagen ermittelt.

Umschlagvorgänge:

Zur Berechnung der diffusen Emissionen für Umschlagvorgänge gibt die VDI-Richtlinie 3790 Formeln zur Berechnung des Gesamtstaubes an, nicht aber für PM₁₀ und PM_{2,5}.

In der Veröffentlichung *Technische Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen 2013, Revision 1* [11] 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 TSP¹⁰ oder PM₃₀.

In Anlehnung an [11] können daher folgende Korngößenverteilungen angenommen werden:

Tabelle 17. Angesetzte Partikelgrößenverteilung der diffusen Emissionen.

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

¹⁰ TSP Total Suspended Particles, ggf. durch PM₇₅ oder PM₃₀ repräsentiert

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

Tabelle 18. 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 %

Die Korngrößenverteilung wurde in Bezug auf $\text{PM}_{2,5}$, PM_{10} und $> \text{PM}_{10}$ in der Ausbreitungsrechnung durch die Sedimentations- (v_s) und Depositionsgeschwindigkeiten (v_d) nach Anhang 3 der TA Luft abgebildet.

Es gilt für:

- pm-1 ($\leq 2,5 \mu\text{m}$): $v_s = 0 \text{ m/s}$ und $v_d = 0,001 \text{ m/s}$,
- pm-2 ($> 2,5 \mu\text{m}$ und $\leq 10 \mu\text{m}$): $v_s = 0,00 \text{ m/s}$ und $v_d = 0,01 \text{ m/s}$ und
- pm-u ($> 10 \mu\text{m}$): $v_s = 0,06 \text{ m/s}$ und $v_d = 0,07 \text{ m/s}$.

5.9 Überhöhung

Für die diffusen Emissionen aus dem Betrieb des Steinbruches wird keine Überhöhung berücksichtigt.

6 Meteorologische Eingangsdaten

6.1 Auswahlkriterien und Eignung

Zur Durchführung der Ausbreitungsrechnung wird entsprechend den Anforderungen des Anhangs 3 der TA Luft eine meteorologische Zeitreihe (AKTerm) mit einer stündlichen Auflösung verwendet.

Im vorliegenden Fall ist aufgrund der im Rechengebiet vorherrschenden Geländesteigungen und Höhenunterschiede die Anwendung eines prognostischen Windfeldmodells zur Abbildung der Strömungsverhältnisse erforderlich. Hierfür werden meteorologische Daten verwendet, die möglichst gut und eindeutig den übergeordneten Antrieb des Modells repräsentieren und auf einen Aufpunkt in der südlich des Standorts gelegenen Randhöhenzone übertragen werden können. Nach dem Amtlichen Gutachten (QPR) des Deutschen Wetterdiensts (DWD) [29] sind diese Daten der gut 42 km südsüdwestlich des Standorts gelegenen Station Waibstadt [30] (DWD-Station 107330, 237 m ü. NN, Windgeberhöhe 10 m). Als neues repräsentatives Jahr wurde für diese Station und den Bezugszeitraum 2009 - 2019 das Jahr 2016 bestimmt [30].

Aus gutachtlicher Sicht ist der verwendete Datensatz für das aktuelle repräsentative Jahr 2016 in Verbindung mit der prognostischen Windfeldbibliothek eine geeignete Datenbasis für die vorliegende gutachtliche Untersuchung.

6.2 Beschreibung der meteorologischen Eingangsdaten

Abbildung 3 zeigt die Windrichtungshäufigkeitsverteilung der DWD-Station Waibstadt. Die Windrose weist zwei deutlich ausgeprägte Maxima aus südwestlichen und ostnordöstlichen Richtungen auf. Höhere Windgeschwindigkeiten sind zum überwiegenden Teil an die ostnordöstlichen Windrichtungen gekoppelt. Die durchschnittliche Windgeschwindigkeit im repräsentativen Jahr beträgt ca. 2,9 m/s.

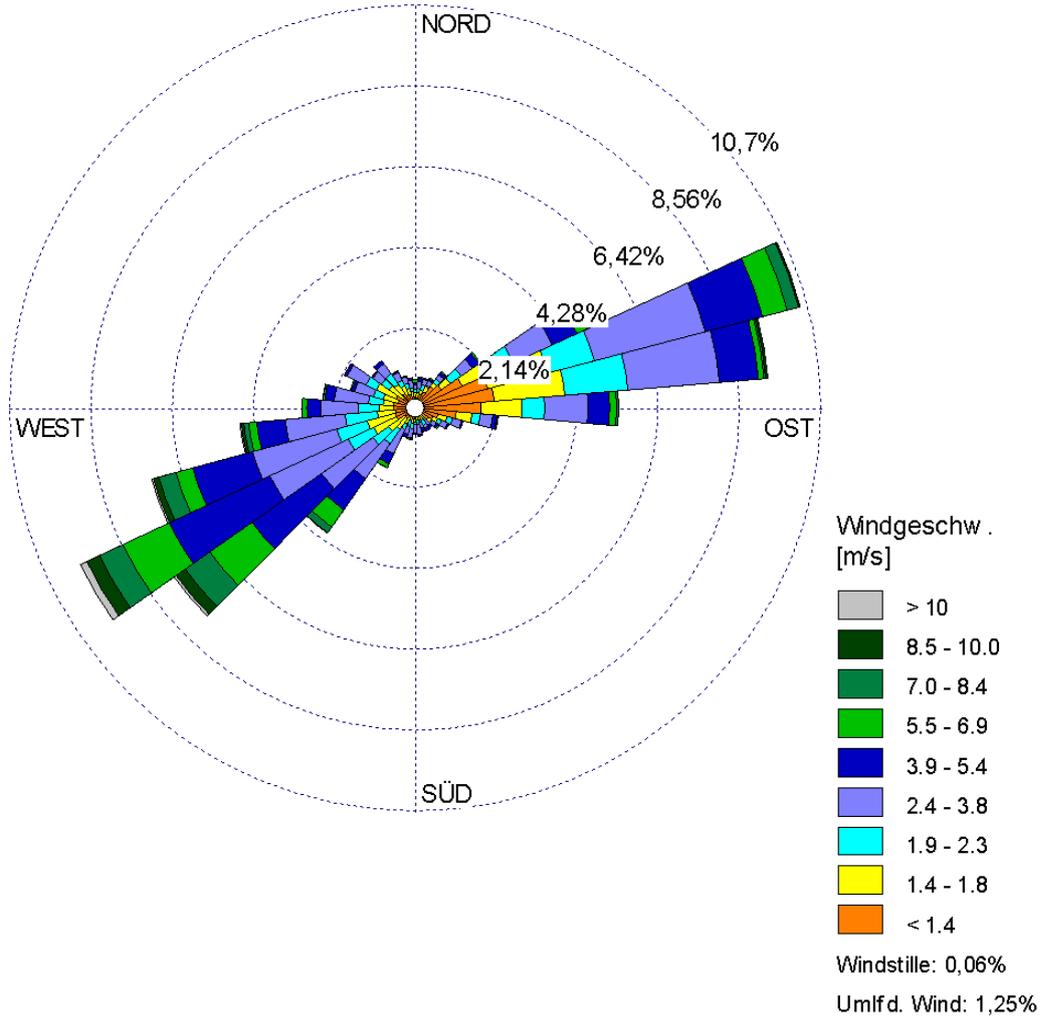


Abbildung 3. Windrichtungshäufigkeitsverteilung der DWD-Station Waibstadt, 2016 [30].

Abbildung 4 zeigt die Windgeschwindigkeitsverteilung sowie die Häufigkeit der Ausbreitungsklassen nach TA Luft für das Jahr 2016. Stabile Schichtungen der Atmosphäre (Klasse I und Klasse II) treten in 31,6 % der Jahresstunden auf. Die Häufigkeit von Windstillen und Schwachwinden (Windgeschwindigkeit < 1,4 m/s) sowie umlaufender Winde beläuft sich auf ca. 23,3 % der Jahresstunden.

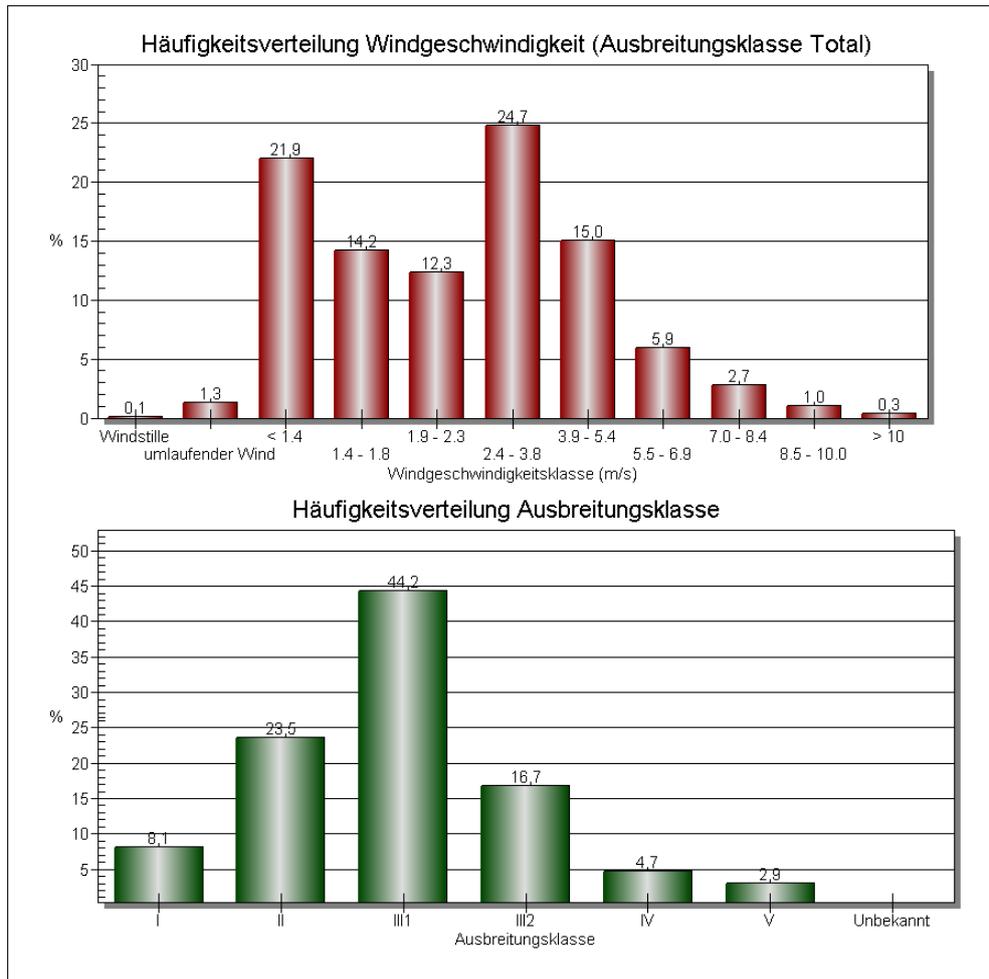


Abbildung 4. Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten und der Ausbreitungsklassen, Waibstadt, 2016 [30].

Die Anemometerposition wurde abweichend von den Empfehlungen des Deutschen Wetterdienst [29] unter Anwendung der Richtlinie VDI 3783 Blatt 16 (vgl. Dokumentation Windfeldmodellierung [31]) auf einer Kuppe in einem Gebiet um den „Steinkopf“ südwestlich des Standorts (siehe Abbildung 5 auf Seite 40) mit den folgenden Koordinaten platziert. Eine Abweichung von der DWD-Empfehlung ist notwendig, da der genannte Anemometerstandort nicht in der prognostischen Windfeldbibliothek verwendet werden kann [29]. In einer Stellungnahme wird durch den DWD die Eignung der gemäß VDI 3783 Blatt 16 gewählten Anemometerposition bestätigt [32].

x-Koordinate: 32U 476710, y-Koordinate: 5497110.

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.

Die Topographie kann infolge von Umlenkungs- oder Kanalisierungseffekten einen Einfluss auf das örtliche Windfeld und damit auf die Ausbreitungsbedingungen haben. Diese Einflussfaktoren werden durch ein der Ausbreitungsrechnung vorgeschaltetes prognostisches Windfeldmodell berücksichtigt, welches die genannten Effekte abbildet (siehe Kapitel 7.3 sowie als Anhang beiliegende Dokumentation).

7 Weitere Eingangsgrößen der Ausbreitungsrechnung

7.1 Rechengebiet und räumliche Auflösung

Das Rechengebiet nach TA Luft ist die Fläche, die sich vollständig innerhalb eines Kreises um den Emissionsschwerpunkt mit einem Radius befindet, der dem 50fachen der tatsächlichen Schornsteinhöhe entspricht. Bei einer Austrittshöhe von weniger als 20 m über Flur gilt dieses mit der Maßgabe, dass der Radius mindestens 1 km beträgt.

Als Rechengebiet dient ein Quadrat mit einer Kantenlänge von 4.480 m (linke untere Ecke UTM-Koordinaten x-Koordinate: 32U 475574, y-Koordinate: 5495574), das damit weit über die Mindestanforderungen der TA Luft hinausgeht. Diese Vorgehensweise wurde gewählt, um in der prognostischen Windfeldmodellierung (siehe Kap. 5.6 und 7.3) ergebnisrelevante Randeffekte im Beurteilungsgebiet nach TA Luft zu minimieren.

Es wurde ein 2fach geschachteltes Rechengitter mit Gitterweiten von 16 m und 32 m verwendet. Im Umkreis bis zur 10-fachen Schornsteinhöhe um die gefassten Quellen beträgt die Gitterweite weniger als die Quellhöhe, so dass die räumliche Auflösung den Anforderungen im Anhang 3, Nr. 7 der TA Luft genügt. In größerer Entfernung wurden die Gitterweiten proportional größer gewählt. Ort und Betrag der Immissionsmaxima und die Höhe der Zusatzbelastungen an den relevanten Beurteilungspunkten können bei diesem Ansatz mit hinreichender Sicherheit bestimmt werden.

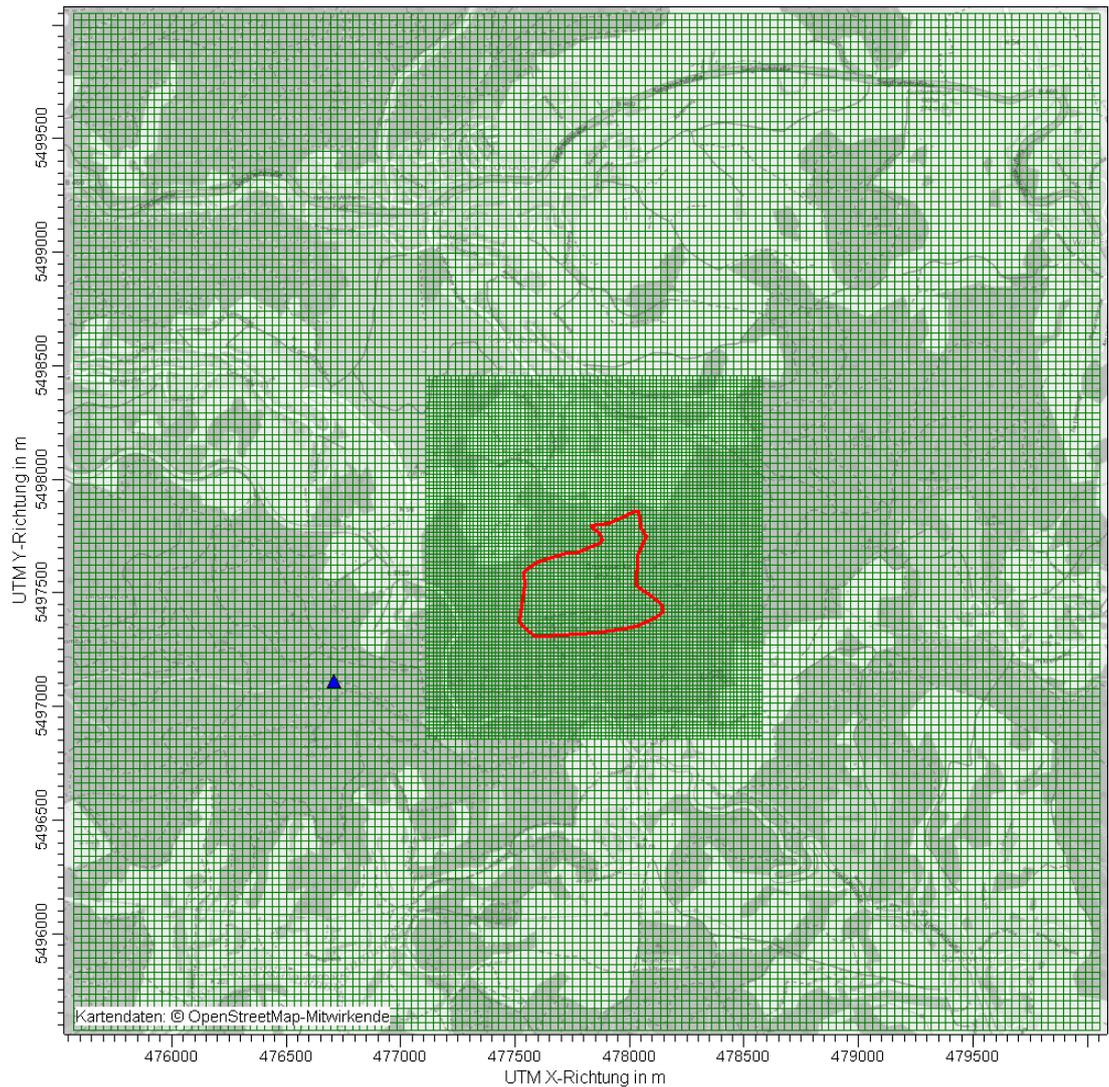


Abbildung 5. Rechengitter der Ausbreitungsrechnung (Abbaugrenze neu = rot umrandet; Anemometerstandort = blaues Dreieck).

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.

7.2 Rauigkeitslänge

Die Bodenrauigkeit des Geländes wird bei diagnostischer Windfeldmodellierung im gesamten Rechengebiet einheitlich durch eine mittlere Rauigkeitslänge z_0 beschrieben. Sie ist nach Tabelle 14 in Anhang 3 der TA Luft [4] aus den Landnutzungsclassen des CORINE-Katasters zu bestimmen. Die Rauigkeitslänge wird dabei gemäß TA Luft für die kreisförmigen Gebiete um die Quellen festgelegt, deren Radien das 10fache der Quellhöhen betragen.

Im vorliegenden Fall kommt ein prognostisches Windfeldmodell zum Einsatz, bei dem in jeder Gitterzelle die prozentualen Landnutzungsanteile und damit u. a. die lokale Rauigkeitslänge sowie deren Einfluss auf das Windfeld berücksichtigt wird [31].

Um eine systematische rauigkeitsbedingte Über- oder Unterbewertung der Windgeschwindigkeit zu vermeiden, ist in den Ausbreitungsrechnungen nicht die nach TA Luft für die Quellumgebung (s. o.) ermittelte mittlere Rauigkeitslänge (s. o.), sondern die Rauigkeit in der Umgebung des Anemometerstandorts (Ersatzanemometerposition, ca. 200 m Radius) vorzugeben [31] (und in Abhängigkeit von dieser die rauigkeitsbewertete Anemometerhöhe).

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

7.3 Berücksichtigung von Bebauung und Gelände

7.3.1 Bebauung

Bei der Berücksichtigung der Bebauung im Rahmen der Ausbreitungsrechnung ist zunächst der Wirkungsbereich potenzieller Strömungshindernisse im Verhältnis zur Schornsteinbauhöhe zu ermitteln. Gemäß TA Luft (Anhang 3, Nr. 10) sind bei dieser Prüfung, ob und in welcher Art Gebäude zu berücksichtigen sind, alle Gebäude, deren Abstand von der jeweiligen Emissionsquelle geringer ist als das 6-fache ihrer Höhe, in die weitere Prüfung mit einzubeziehen.

Innerhalb der Wirkungsbereiche können Gebäude über die Rauigkeitslänge z_0 bzw. die Verdrängungshöhe d_0 berücksichtigt werden, wenn die Schornsteinhöhen größer sind als das 1,7-fache der Gebäudehöhen (TA Luft, Anhang 3, Nr. 10, Buchstabe a) ist.

Gebäude innerhalb des Wirkungsbereiches, aus deren Sicht die Schornsteinbauhöhe weniger als das 1,7-fache, aber mehr als das 1,2-fache ihrer Höhe beträgt, können mit Hilfe eines diagnostischen Windfeldmodells für Gebäudeumströmung berücksichtigt werden (TA Luft, Anhang 3, Nr. 10, Buchstabe b).

Für diffuse und bodennahe Emissionsquellen ist Nr. 10 in Anhang 3 der TA Luft nicht ohne weiteres anzuwenden. Durch Vergleichsrechnungen mit Windkanaldaten und durch verschiedene Validierungsuntersuchungen konnte die Anwendbarkeit des hier eingesetzten diagnostischen Windfeldmodells TALdia aber auch außerhalb des in der TA Luft genannten Anwendungsbereiches nachgewiesen werden [22], [23], [24].

Eine relevante Bebauung liegt im Bereich des Steinbruchs nicht vor. Weiterhin sind die bestehenden Gebäude im Bereich es Edelsplittwerkes nicht relevant für die Abströmung der bodennah diffus emittierten Stäube. Es ist daher im vorliegenden Fall ausreichend, mit den Ruhigkeitslängen zu arbeiten.

Die Ausbreitung der diffusen Emissionen wird von sonstigen Gebäuden außerhalb des Anlagengeländes nicht relevant beeinflusst. Gebäude wurden daher in der Windfeldmodellierung insgesamt nicht explizit berücksichtigt.

7.3.2 Gelände

Gemäß TA Luft, Anhang 3, Nr. 10 müssen Geländeunebenheiten berücksichtigt werden, wenn die resultierenden Steigungen den Wert von 0,05 überschreiten und im Rechengebiet Höhendifferenzen von mehr als der 0,7-fachen Schornstein- bzw. Quellhöhe vorliegen.

Das Gelände des Untersuchungsgebietes ist aufgrund seiner Lage am Westrand des Odenwaldes komplex strukturiert (siehe Abbildung 6).

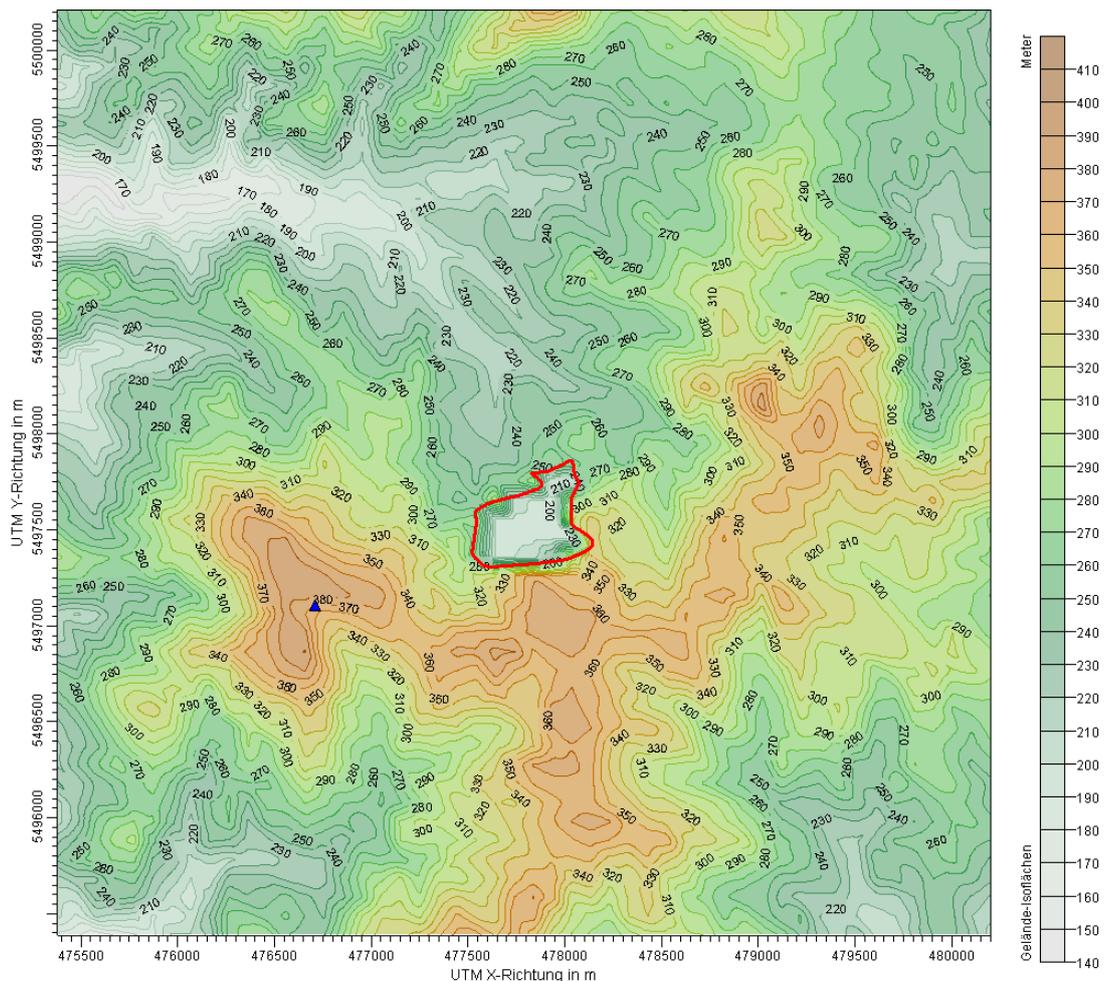


Abbildung 6. Geländehöhen im Rechengebiet (Abbaugrenze neu = rot umrandet; Anemometerstandort = blaues Dreieck) [34][35].

Im gesamten Rechengebiet dominieren stärkere Steigungen über 1:5 (60,2 % der Gesamtfläche). Geringe Steigungen von unter 1:20 (0,9 % der Gesamtfläche) treten untergeordnet auf. Moderate Steigungen zwischen 1:20 und 1:5 sind auf 38,9 % der Fläche zu finden (siehe Abbildung 7).

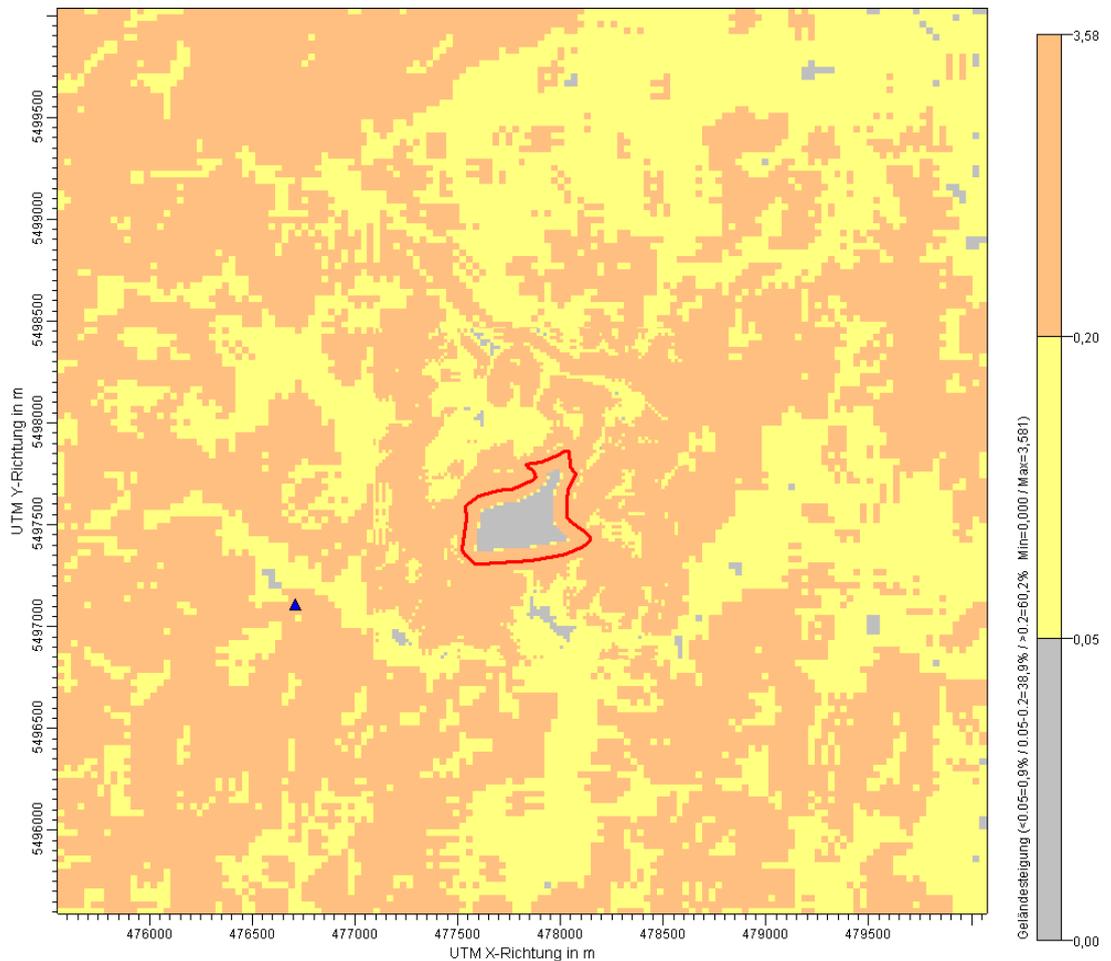


Abbildung 7. Geländesteigungen im Rechengebiet (Abbaugrenze neu = rot umrandet; Anemometerstandort = blaues Dreieck).

Aufgrund der oben beschriebenen Höhenunterschiede und Steigungen sind nach Nr. 11 in Anhang 3 der TA Luft die Geländeunebenheiten in die Ausbreitungsrechnungen einzubeziehen. Zur Berücksichtigung der Orographie bei der Berechnung der Windfelder wurden die Höhendaten im Rechengebiet in Form eines Digitalen Geländemodells (DGM) in einer Rasterauflösung von 10 m [34] sowie 5 m des Betreibers für den südlich gelegenen Abbaubereich in der letzten Ausbaustufe [35] zugrunde gelegt [38].

Da im Rechengebiet in den Hanglagen wie im benachbarten Steinbruch Steigungen von mehr als 0,2 auftreten (vgl. Abbildung 7), ist die Anwendbarkeit eines diagnostischen Windfeldmodells für den vorliegenden Anwendungsfall zu prüfen. Im vorliegenden Fall wurde daher mit einem prognostischen Windfeldmodell Metras-PC generierten Windfelder als Grundlage für die Ausbreitungsrechnung gerechnet.

Grundlagen, Methodik und Ergebnisse der prognostischen Windfeldmodellierung werden in einem eigenen Bericht dokumentiert [31].

7.3.3 Einfluss möglicher Kaltluftabflüsse

Der Einfluss möglicher Kaltluftabflüsse wird im amtlichen Gutachten des DWD [29] (S. 6 und 10) wie folgt zusammenfassend bewertet:

Aus der topographischen Lage des Zielortes und der Abschätzung von Kaltluftbildung und Kaltluftabfluss bei nächtlichen Strahlungswetterlagen ergibt sich, dass Kaltluftflüsse aufgrund der kuppenartigen Lage des Zielortes keinen relevanten Einfluss auf das horizontale Ausbreitungsverhalten von Emissionen haben.

Eine explizite Berücksichtigung instationärer Situationen mit der Ausbildung thermischer Windsysteme im Rahmen der prognostischen Windfeldmodellierung war daher nicht erforderlich.

7.4 Verwendetes Ausbreitungsmodell

Es wurde mit dem Programm AUSTAL2000 [20] gearbeitet, welches den Anforderungen der TA Luft (Anhang 3) sowie der VDI Richtlinie 3945 Bl. 3 [19] entspricht.

7.5 Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit

Durch Wahl einer ausreichenden Partikelzahl (Qualitätsstufe 2, entspricht einer Teilchenrate = 8 s^{-1}) bei der Ausbreitungsrechnung wurde darauf geachtet, dass die modellbedingte statistische Unsicherheit des Berechnungsverfahrens, berechnet als statistische Streuung des berechneten Wertes, beim Immissions-Jahreswert weniger als 3 vom Hundert des Immissions-Jahreswertes betragen hat.

8 Darstellung der Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung

8.1 Beurteilungspunkte

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) nicht nur vorübergehend exponiert ist.

Es wurden die nachfolgend aufgeführten Beurteilungspunkte festgelegt:

Tabelle 19. Beurteilungspunkte.

BuP	Bezeichnung / Adresse	x-Koord.	y-Koord.	hp [m]
1	Nächstgelegene Bebauung in Sonderbach	32U 477663	5498117	1,5
2	Ortsmittelpunkt in Sonderbach	32U 477612	5498346	1,5
3	Wohnbebauung im Nordosten in Sonderbach	32U 477970	5498288	1,5
4	Bebauung Juhöhe	32U 478095	5496926	1,5
5	Asphaltnischanlage	32U 477717	5497885	1,5

In der nachfolgenden Abbildung 8 ist die Lage der Beurteilungspunkte dargestellt:

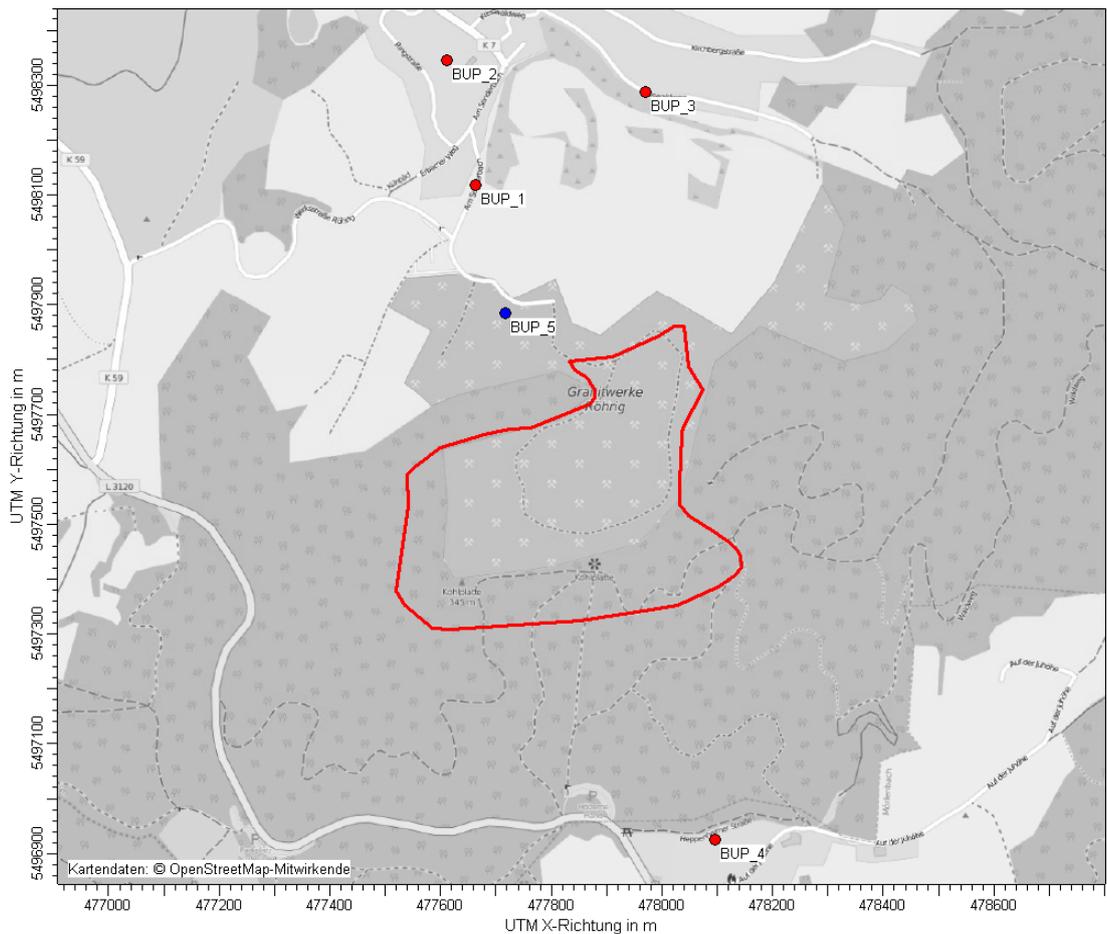


Abbildung 8. Lage der Beurteilungspunkte (Wohngebiet = rote Punkte; Asphaltmischanlage = blauer Punkt).

Wohngebiet, Beurteilungspunkte 1 - 4

Die Beurteilungspunkte 1 und 3 beschreiben jeweils die nächste Wohnbebauung in Sonderbach in nördlicher bzw. nordöstlicher Richtung vom Anlagengelände aus. Der Beurteilungspunkt 2 liegt ungefähr in der Mitte des Ortes.

Weiterhin wird der Beurteilungspunkt 4 am nördlichen Rand von Juhöhe festgelegt, das südlich der Anlage sowie des Steinbruches liegt.

Beurteilungskriterien sind jeweils die Immissionswerte und Irrelevanzkriterien der TA Luft (siehe Kapitel 2).

Asphaltmischanlage, Beurteilungspunkt 5

Unmittelbar nordwestlich des Betriebsgeländes wird eine Asphaltmischanlage betrieben.

Für den Beurteilungspunkt Asphaltmischanlage ist davon auszugehen, dass

- Arbeitnehmer dauerhaft vor Ort beschäftigt werden, und
- die Öffentlichkeit keinen Zugang hat.

Es wurde ein Beurteilungspunkt auf dem Asphaltmischanlagengelände festgelegt.

Da an dieser Anlage selbst staubende Güter, d. h. Gesteinskörnungen gehandhabt werden, sind als Beurteilungskriterien die Arbeitsplatzgrenzwerte nach TRGS 900 heranzuziehen (siehe Kapitel 2).

Staubniederschlag wird für die Asphaltmischanlage, an der ebenfalls mit staubenden Gütern umgegangen wird, nicht betrachtet.

Tabelle 20. Beurteilungspunkte und -kriterien.

BuP	Bezeichnung	Schwebstaub (PM ₁₀)	Schwebstaub (PM _{2,5})	E-/A-Staub	Staubnieder- schlag
		TA Luft	39. BlmSchV	TRGS 900	TA Luft
1 - 4	Wohngebiete	x	x		x
5	Asphaltmischanlage			x	

8.2 Immissions-Zusatzbelastung

Die Zusatzbelastung durch den erweiterten Steinbruch wurde mittels Ausbreitungsrechnung prognostiziert. Die Ergebnisdatei der Berechnung (austal2000.log) befindet sich im Anhang.

8.2.1 Schwebstaub PM₁₀

Die nachfolgende Abbildung 9 zeigt die räumliche Verteilung der Zusatzbelastungen an Schwebstaub PM₁₀ im Jahresmittel. Das Immissionsmaximum tritt auf dem Betriebsgelände auf. Mit zunehmender Entfernung von den Quellen nimmt die Immissions-Jahres-Zusatzbelastung rasch ab.

Beurteilungsrelevant sind nach Nr. 4.6.2.6 der TA Luft Orte mit nicht nur vorübergehender Exposition. Dies sind im vorliegenden Fall die in Kapitel 8.1 aufgeführten Beurteilungspunkte.

Die Zusatzbelastung inklusive Berücksichtigung der modellbedingten Unsicherheit durch Schwebstaub PM₁₀ an dem Beurteilungspunkt 1 liegt bei 1,6 µg/m³. An den weiteren Beurteilungspunkten 2 bis 4 liegt diese bei maximal 0,4 µg/m³ und hält somit die 3,0 %-Irrelevanzschwelle (entspricht 1,2 µg/m³) ein. Die Zusatzbelastung durch Schwebstaub PM₁₀ ist an diesen Beurteilungspunkten damit irrelevant im Sinne der Nr. 4.1 Buchstabe c) der TA Luft.

Eine Bestimmung weiterer Immissionskenngrößen ist daher für die Beurteilungspunkte 2 bis 4 nicht erforderlich.

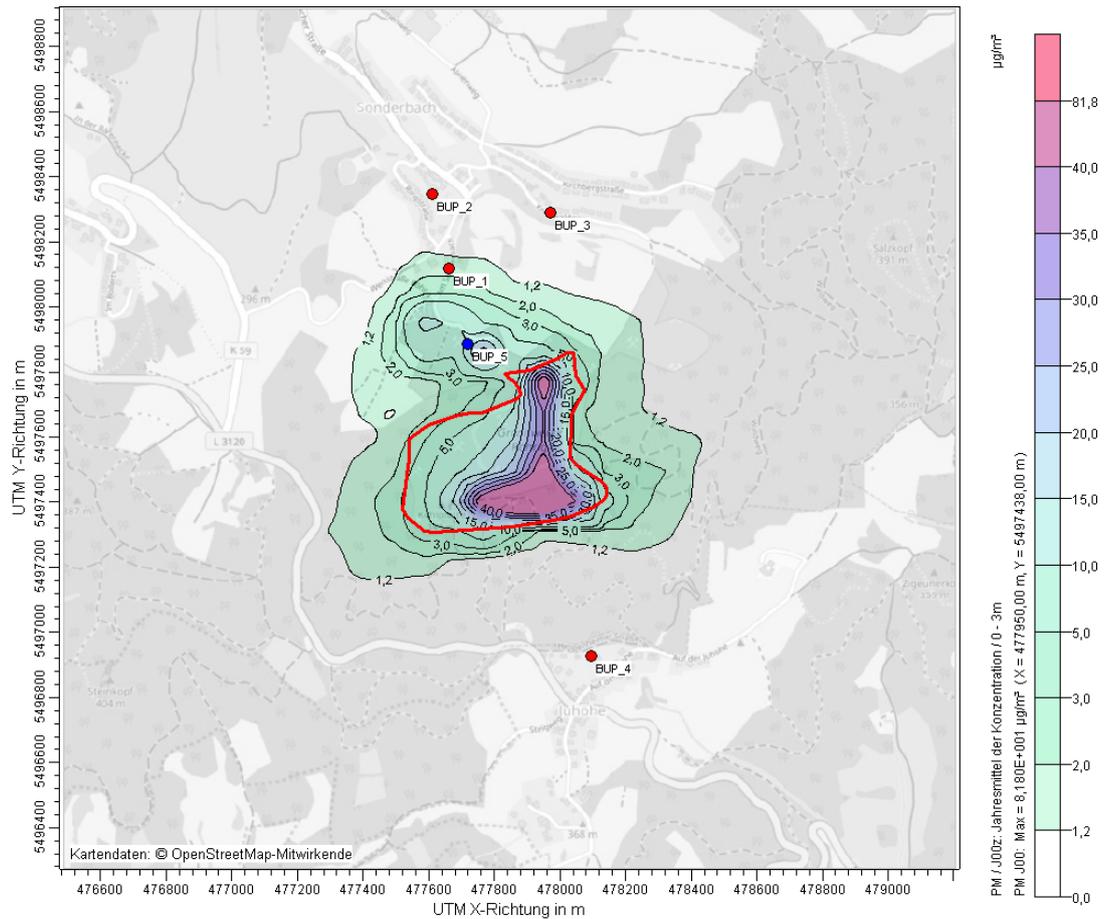


Abbildung 9. Zusatzbelastung durch Schwebstaub (PM₁₀) im Jahresmittel. Die Irrelevanzschwelle gem. TA Luft beträgt 3,0 % vom Immissions-Jahreswert (entsprechend ca. 1,2 µg/m³). Auf farblich nicht hinterlegten Flächen ist die Zusatzbelastung irrelevant im Sinne der Nr. 4.2.2 TA Luft.

Tabelle 21. Immissions-Jahreszusatzbelastung durch Schwebstaub (PM₁₀) an den Beurteilungspunkten mit Bewertung nach TA Luft; relevante Immissionszusatzbelastungen sind rot hinterlegt.

BuP	IW	IJZ	Unsicherheit s	IJZ + s	Anteil IJZ + s am IW
	µg/m ³	µg/m ³	%	µg/m ³	%
1	40	1,5	0,9	0,0	3,9
2	40	0,4	1,9	0,0	1,0
3	40	0,3	1,7	0,0	0,8
4	40	0,2	3,0	0,0	0,4

8.2.2 Schwebstaub PM_{2,5}

Die nachfolgende Abbildung 10 zeigt die räumliche Verteilung der Zusatzbelastungen an Schwebstaub PM_{2,5} im Jahresmittel. Das Immissionsmaximum tritt auf dem Betriebsgelände auf. Mit zunehmender Entfernung von den Quellen nimmt die Immissions-Jahres-Zusatzbelastung rasch ab.

Beurteilungsrelevant sind nach Nr. 4.6.2.6 der TA Luft Orte mit nicht nur vorübergehender Exposition. Dies sind im vorliegenden Fall die in Kapitel 8.1 aufgeführten Beurteilungspunkte.

Die Zusatzbelastung inklusive Berücksichtigung der modellbedingten Unsicherheit durch Schwebstaub PM_{2,5} an den Beurteilungspunkten 1 bis 4 bei maximal 0,4 µg/m³ und hält somit die vorgeschlagene 3,0 %-Irrelevanzschwelle (entspricht 0,75 µg/m³) ein. Die Zusatzbelastung durch Schwebstaub PM_{2,5} ist an diesen Beurteilungspunkten damit irrelevant im Sinne der Nr. 4.1 Buchstabe c) der TA Luft.

Eine Bestimmung weiterer Immissionskenngrößen ist daher für die Beurteilungspunkte 1 bis 4 nicht erforderlich.

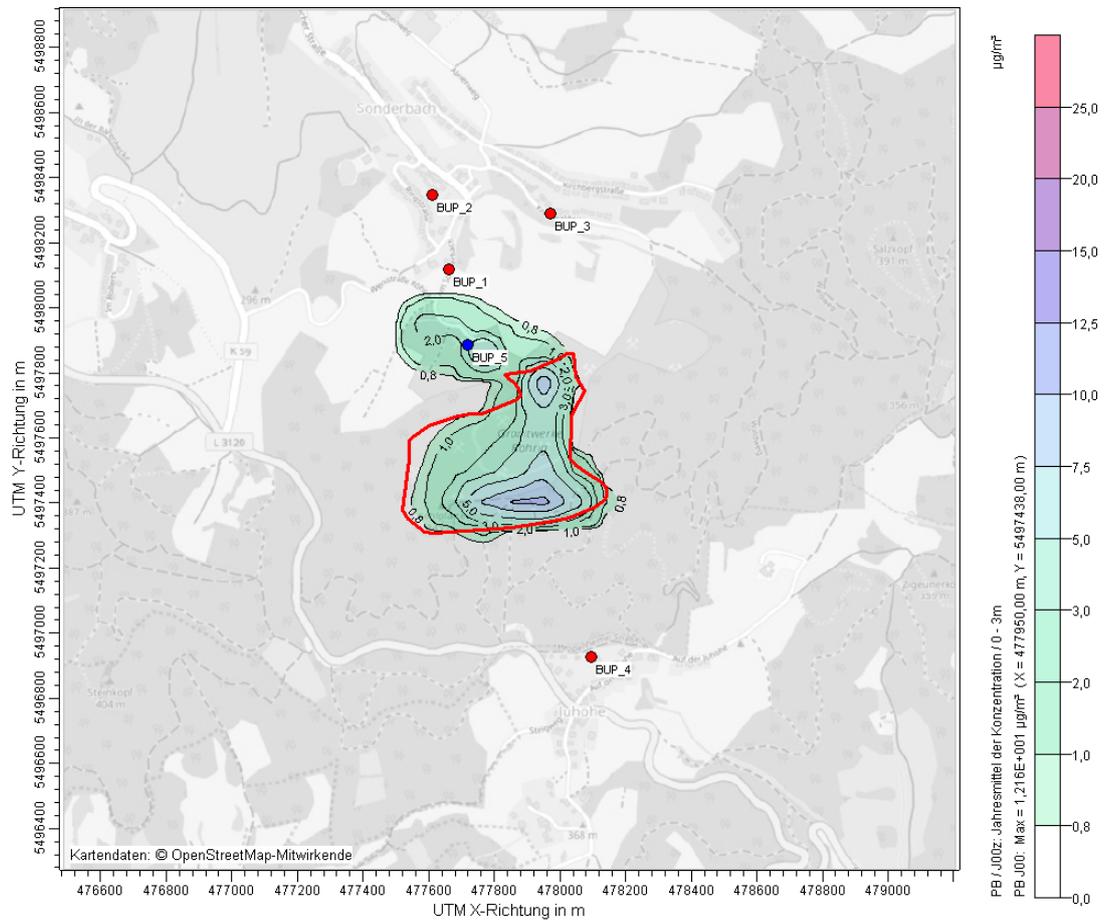


Abbildung 10. Zusatzbelastung durch Schwebstaub (PM_{2,5}) im Jahresmittel. Die analog TA Luft vorgeschlagene Irrelevanzschwelle beträgt 3,0 % vom Immissions-Jahreswert (entspricht ca. 0,75 µg/m³). Auf farblich nicht hinterlegten Flächen ist die Zusatzbelastung irrelevant im Sinne der Nr. 4.2.2 TA Luft.

Tabelle 22. Immissions-Jahreszusatzbelastung durch Schwebstaub (PM_{2,5}) an den Beurteilungspunkten mit Bewertung nach TA Luft; relevante Immissionszusatzbelastungen sind rot hinterlegt.

BuP	IW ¹⁾	IJZ	Unsicherheit s	IJZ + s	Anteil IJZ + s am IW
	µg/m ³	µg/m ³	%	µg/m ³	%
1	25	0,4	0,9	0,0	1,8
2	25	0,1	1,9	0,0	0,5
3	25	0,1	1,8	0,0	0,4
4	25	0,0	3,0	0,0	0,1

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

8.2.3 A- und E-Staub

An dem Beurteilungspunkt 5 (Asphaltmischanlage) sind nach [3], [28] die Arbeitsplatzgrenzwerte nach TRGS 900 [25] das maßgebliche Beurteilungskriterium, hier ergeben sich folgende Zusatzbelastungen:

Tabelle 23. Zusatzbelastung für 8-Stunden-Schichtmittelwert durch E-Staub und A-Staub, für den Beurteilungspunkt mit Bewertung nach Arbeitsplatzgrenzwerten (AGW).

BuP	AGW	IJZ	Unsicherheit s	IJZ + s	Korrekturfaktor	IJZ + s korrigiert	Anteil IJZ + s am AGW
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%
5	10000 ¹⁾	7,39	0,4	0,030	7,42	15	111,3
5	1250 ²⁾	7,39	0,4	0,030	7,42	4	29,7

¹⁾ Arbeitsplatzgrenzwert 10 mg/m³ (AGW) für die einatembare Staubfraktion (E-Staub)

²⁾ Arbeitsplatzgrenzwert 1,25 mg/m³ (AGW) für die alveolengängige Staubfraktion (A-Staub)

An dem betrachteten Beurteilungspunkt 5 ist die einatembare und die alveolengängige Staubfraktion (E- und A-Staub) irrelevant, d. h. liegt unter 3,0 % des AGW (in Kapitel 2.3 als Irrelevanzschwelle vorgeschlagen) von 10 mg/m³ für E-Staub und von 1,25 mg/m³ für A-Staub. Analog TA Luft wäre die Ermittlung der Kenngrößen für die Gesamtbelastung nicht erforderlich.

8.2.4 Staubniederschlag

Für Staubniederschlag ergibt sich eine ähnliche Verteilung der Zusatzbelastung. Auch hier tritt das Maximum der Zusatzbelastung auf dem Betriebsgelände auf.

Die räumliche Verteilung der Immissions-Jahres-Zusatzbelastung ist in der Abbildung 11 dargestellt.

Die Zusatzbelastung inklusive Berücksichtigung der modellbedingten Unsicherheit durch Staubniederschlag liegt an den Beurteilungspunkten 1 bis 4 bei maximal 8,8 mg/(m² × d) und hält somit den Irrelevanzwert von 10,5 mg/(m² × d) ein. Die Zusatzbelastung durch Staubniederschlag ist damit an diesen Beurteilungspunkten irrelevant im Sinne der Nr. 4.1 Buchstabe c) der TA Luft.

Eine Bestimmung weiterer Immissionskenngrößen ist daher für die Beurteilungspunkte 1 bis 4 nicht erforderlich.

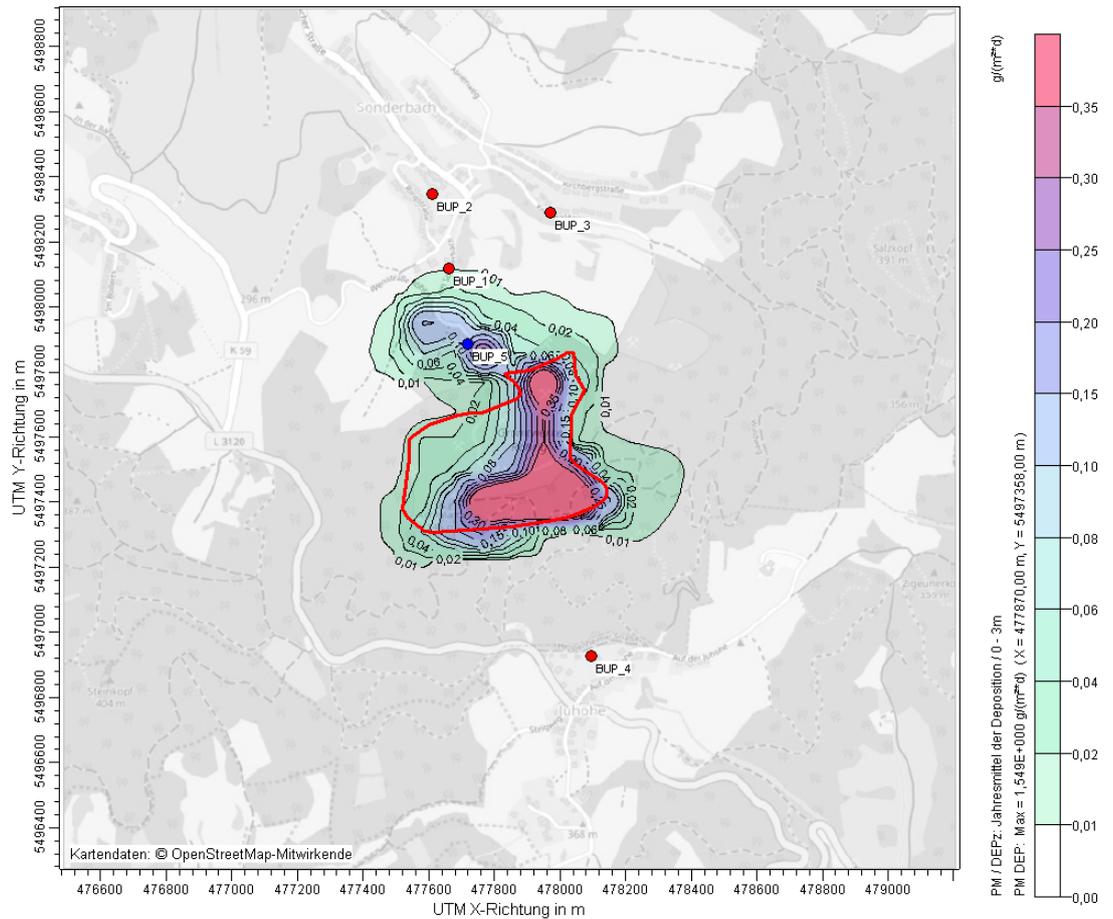


Abbildung 11. Zusatzbelastung durch Staubbiederschlag im Jahresmittel. Die Irrelevanzschwelle gem. TA Luft beträgt 10,5 mg/(m² × d). Auf farblich nicht hinterlegten Flächen ist die Zusatzbelastung irrelevant im Sinne der Nr. 4.2.2 TA Luft.

Tabelle 24. Immissions-Jahreszusatzbelastung durch Staubbiederschlag (nicht gefährdender Staub) an den Beurteilungspunkten mit Bewertung nach TA Luft; relevante Immissionszusatzbelastungen sind rot hinterlegt.

BuP	IW	IJZ	Unsicherheit s	IJZ + s	Anteil IJZ + s am IW	
	g/(m ² × d)	g/(m ² × d)	%	g/(m ² × d)	%	
1	0,35	0,0087	1,1	0,0001	0,0088	2,5
2	0,35	0,0010	3,0	0,0000	0,0010	0,3
3	0,35	0,0019	2,0	0,0000	0,0020	0,6
4	0,35	0,0007	3,9	0,0000	0,0007	0,2

9 Vor- und Gesamtbelastung

9.1 Vorbelastung

Da die Zusatzbelastung für Schwebstaub (PM₁₀) an einem der zur beurteilenden Immissionsorte (BuP 1) nicht als irrelevant im Sinne der Nr. 4.2.2 TA Luft eingestuft werden kann, ist eine Betrachtung der Gesamtbelastung notwendig. Diese setzt sich zusammen aus der Zusatzbelastung (durch die Steinbrucharanlage) und der Vorbelastung.

Zur Erfassung der Vorbelastungssituation, wird auf die kontinuierlich betriebenen Messstationen des HLNUG zurückgegriffen. Dabei werden im vorliegenden Fall die Daten der Messstation Fürth/Odenwald für die Betrachtung herangezogen, die ca. 9 km entfernt in ostnordöstlicher Richtung liegt [39]. Die Station Fürth/Odenwald spiegelt die regional zu erwartende ländliche Hintergrundbelastung, wider.

In der nachfolgenden Tabelle 25 sind die an der Station ermittelten Werte für die Jahre 2015 bis 2018 dargestellt:

Tabelle 25. Vorbelastung (regionaler ländlicher Hintergrund) im Untersuchungsgebiet [39].

Schwebstaub (PM ₁₀) – Messstation Fürth/Odenwald		
Jahr	Jahresmittel [µg/m ³]	Anzahl an Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von 50 µg/m ³
2018	12	1
2017	12	2
2016	12	0
2015	13	1

Die Werte für die Schwebstaub (PM₁₀)-Belastung bewegen sich an der Station Fürth/Odenwald im Bereich von 12 µg/m³ bis 13 µg/m³. Wie aus der Tabelle hervorgeht, wurde an dieser Station die zulässige Anzahl an Überschreitungen (max. 35/Jahr) eines Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ sicher eingehalten.

Für den Immissionsbeitrag des regionalen ländlichen Hintergrunds werden entsprechend ein Jahresmittel von 13 µg/m³ und eine mittlere Überschreitungshäufigkeit des Tagesmittelwertes von einem Tag pro Jahr abgeleitet.

Des Weiteren ist die Vorbelastung durch das Asphaltmischwerk (Südhessische Asphalt-Mischwerke GmbH & Co. KG), das Edelsplittwerk (Röhrig granit GmbH) sowie den Steinbruch Lärche (Röhrig granit GmbH) zu berücksichtigen.

Asphaltmischwerk

Auf Basis von Emissionsberechnungen für vergleichbare Anlagen kann ein Erfahrungswert für die Emissionshöhe durch das Asphaltmischwerk bestimmt werden. Unter Verwendung des vorliegenden Ausbreitungsmodelles wird entsprechend die Vorbelastung aus dieser Anlage ermittelt.

Für den maßgeblichen Immissionsort (BuP 1) wurde über diese Abschätzung eine Vorbelastung durch die Asphaltmischanlage von ca. 3 µg/m³ ermittelt.

Edelsplittwerk

Für das Edelsplittwerk liegt eine Emissionsberechnung inkl. Immissionsprognose vor (M121049/02 [36]). Unter Verwendung des aktuellen Ausbreitungsmodelles wird bei ansonsten unveränderten Emissionsdaten entsprechend die Vorbelastung aus dieser Anlage durch Ausbreitungsrechnung ermittelt.

Für den maßgeblichen Immissionsort (BuP 1) wurde bei dieser Aktualisierung eine Vorbelastung durch das Edelsplittwerk von $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt.

Steinbruch Lärche

Aufgrund der Entfernung des Steinbruches Lärche zu dem maßgeblichen Immissionsort (ca. 0,6 km) wird die Vorbelastung mit $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeschätzt. Unter Berücksichtigung der vergleichsweise geringen Jahresmenge (72.000 t/a) und der Windrichtungsverteilung ist dieser Ansatz als konservativ anzusehen.

Gesamtvorbelastung

Insgesamt kann daher am maßgeblichen Immissionsort (BuP 1) von einer Vorbelastung durch die umliegenden Betriebe von (aufgerundet) ca. $5,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ausgegangen werden, sodass sich eine Gesamtvorbelastung von $18,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel ergibt.

9.2 Gesamtbelastung**9.2.1 Jahresmittelwert**

Die Zusatzbelastung der Staubkonzentration an dem relevanten Immissionsort (BuP 1) beträgt $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Zusammen mit der ermittelten Vorbelastung von insgesamt $18,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Gesamtvorbelastung ergibt sich zu $20,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wird der zulässige Immissions-Jahreswert für Schwebstaub (PM_{10}) zum Schutz der menschlichen Gesundheit von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eingehalten.

9.2.2 Tagesmittelwert

Auf der Grundlage der statistischen Auswertung von Immissionsmessdaten lässt sich ableiten, dass die zulässige Überschreitungshäufigkeit eines Tagesmittelwertes der PM_{10} -Konzentration von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ von 35 Ereignissen pro Jahr im Allgemeinen dann eingehalten wird, wenn der Jahresmittelwert nicht mehr als 28 bis $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ beträgt [40]. Weiterhin ist diesbezüglich in dem Referentenentwurf der TA Luft (Stand 16.07.2018) [5] ein Jahresmittel von $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ genannt.

Für den relevanten Beurteilungspunkt (BuP 1) wird eine Gesamtbelastung von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel prognostiziert. Die Einhaltung der maximal zulässigen Anzahl von Überschreitungstagen kann somit für diesen Immissionsort aus dem Jahresmittelwert abgeleitet werden.

10 Grundlagen des Berichts (Literatur)

Für das Gutachten wurden folgende Unterlagen zugrunde gelegt:

Immissionsschutzrecht

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge – Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt geändert am 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771).
- [2] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Mai 2017 (BGBl. I S. 1440).
- [3] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchst-mengen 39. BImSchV) vom 02. August 2010 (BGBl. I S. 1065), zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 18. Juli 2018 (BGBl. I S. 1222).
- [4] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), GMBI Nr. 25-29 S. 511 vom 30. Juli 2002.
- [5] Referentenentwurf zur Anpassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), Entwurf Stand 16.07.2018.
- [6] Begründung zum Referentenentwurf der TA Luft, Entwurf Stand 16.07.2018.

Emissionsberechnung

- [7] VDI 3790 Blatt 1: Umweltmeteorologie – Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Grundlagen. 2015-07.
- [8] VDI 3790 Blatt 2: Umweltmeteorologie – Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Deponien. 2017-06.
- [9] VDI 3790 Blatt 3: Umweltmeteorologie – Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern. 2010-01.
- [10] VDI 3790 Blatt 4 „Umweltmeteorologie – Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Staubemissionen durch Fahrzeugbewegungen auf gewerblichem/industriellem Betriebsgelände. 2018-09.
- [11] Technische Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen 2013, Revision 1, Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Österreich.
- [12] Emission Factor Documentation for AP-42 Section 13.2.2 - Unpaved Roads - Final Report, U. S. Environmental Protection Agency. Office of Air Quality Planning and Standards Emission Factor and Inventory Group, September 1998.

- [13] Kühn, G. (2002): Experimentelle Untersuchungen zur Entstehung und Ausbreitung von Staubfahnen hinter Kraftfahrzeugen. Dissertation, Fachbereich Physik der Universität Hannover.
- [14] Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA), Version 3.3, 24. April 2017, Update vom 02.05.2017, INFRAS Bern/Zürich, <http://www.hbefa.net>.
- [15] UMEG (2005): Emissionsfaktoren-Handbuch Emissionserklärung 2004 Baden-Württemberg. Bericht Nr. 4-02/2005, Zentrum für Umweltmessungen, Umwelterhebungen und G10erätesicherheit Baden Württemberg.
- [16] Zeitreihe „Tageswerte der DWD-Station Mannheim sowie Beerfelden“ (u. a. Niederschlag) für die Jahre 2009 – 2018; Download von <http://www.dwd.de/>.

Immissionsprognose

- [17] VDI 3782 Blatt 3: Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre – Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung. 1985-06.
- [18] VDI 3783 Blatt 13: Umweltmeteorologie – Qualitätssicherung in der Immissionsprognose – Anlagenbezogener Immissionsschutz – Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft. 2010-01.
- [19] VDI 3945 Blatt 3: Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Partikelmodell. 2000-09.
- [20] AUSTAL2000, Programmbeschreibung zu Version 2.6.11, Ing.-Büro Janicke im Auftrag des Umweltbundesamtes, 26. Juni 2014.
- [21] AUSTALView (TG): Benutzeroberfläche für das Ausbreitungsmodell AUSTAL2000 (TA Luft), ArguSoft GmbH & Co KG, (Version 9.5.21).
- [22] 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.
- [23] 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).
- [24] ArguSoft GmbH (2009): 3. Austal View Anwender-Workshop. 21. und 22. September 2009 in Köln.

Immissionswerte, Schwebstaub, Staubniederschlag

- [25] Technische Regeln für Gefahrstoffe, Reihe 900 (TRGS 900), Arbeitsplatzgrenzwerte. Ausgabe: Januar 2006 zuletzt geändert und ergänzt am 04. November 2016 (GMBI Nr. 7 S. 886-889).
- [26] DIN EN 481: Arbeitsplatzatmosphäre – Festlegung der Teilchengrößenverteilung zur Messung luftgetragener Partikel. 1993-09.
- [27] DIN ISO 7708: Luftbeschaffenheit – Festlegung von Partikelgrößenverteilungen für die gesundheitsbezogene Schwebstaubprobenahme. 1996-01.
- [28] M. Mattenklott, N. Höfert, April 2009, Stäube an Arbeitsplätzen und in der Umwelt – Vergleich der Begriffsbestimmungen, in Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 69 (2009).

Meteorologie Anlagenstandort

- [29] Qualifizierte Prüfung der Übertragbarkeit einer Zeitreihe von Ausbreitungs-klassen (AK-Term) nach der TA Luft (Stand 2002) auf einen Standort in 64646 Heppenheim-Sonderbach, Deutscher Wetterdienst, Abteilung Klima- und Umweltberatung, Essen, Gz.: KU1 EM/2919-2015, vom 09.03.2016.
- [30] Meteorologische Zeitreihe (AKTerm) der DWD-Station Waibstadt im Zeitraum 01.01.2016 - 31.12.2016. Erstellt durch Müller-BBM auf Basis von Eingangsdaten (Winddaten, Bedeckungsgraddaten) des Deutschen Wetterdiensts (DWD), Download über Climate Data Center.
- [31] Dokumentation Erstellung prognostisch berechneter Windfeldbibliotheken zur Verwendung in Immissionsprognosen nach TA Luft für die Röhrig granit GmbH, Werk Sonderbach, METCON Umweltmeteorologische Beratung Dr. Klaus Bigalke, Pinneberg, April 2016.
- [32] Stellungnahme DWD zu Ersatzanemometerposition (EAP) für Standort Heppenheim-Sonderbach, Gz.: KU1EM/2919-2015, vom 08.04.2016.

Anlage und Standort

- [33] Unterlagen und Angaben des Antragstellers/Auftraggebers
- [34] Geländedaten DGM 10, Hessisches Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation, FDGM10_475390_5495400, zur Verfügung gestellt als xyz-Datei, vom 07.04.2015.
- [35] Geländedaten Abbaubereich. Endmodell mit Erweiterung bis 198,5 m NHN, Auflösung 5 m. Zur Verfügung gestellt von SST Prof. Dr.-Ing. Stoll & partner Ingenieurgesellschaft mbH, Mail vom 30.09.2015.
- [36] Müller-BBM (2015): Röhrig granit GmbH, Staubimmissionsprognose für den Betrieb des Edelsplittwerks am Standort Heppenheim-Sonderbach, Bericht Nr. M121049/02 vom 07.04.2015, zuletzt geändert am 22.06.2015.

- [37] Müller-BBM (2015): Röhrig granit GmbH, Staubimmissionsprognose für die Emissionsquelle EQ06 im Edelsplittwerk am Standort Heppenheim-Sonderbach, Bericht Nr. M121046/06, vom 02.06.2016.

Sonstiges

- [38] GlobDEM50 – Deutschland, digitales Höhenmodell für Deutschland, Auflösung 50 m; metSoft GbR, Heilbronn 2004-2006.
- [39] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLNUG), Lufthygienische Jahresberichte 2015 – 2017 sowie Lufthygienischer Jahreskurzbericht 2018, Daten für Schwebstaub PM₁₀, Station „Fürth/Odenwald“.
- [40] 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.

11 Anhang: Auszug Rechenlaufprotokoll (austal.log)

2019-05-24 12:08:40 -----
 TalServer:C:\Austal\Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05

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/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05

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

```
===== Beginn der Eingabe =====
> ti "Roehrig"                'Projekt-Titel
> ux 32477814                 'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5497846                  'y-Koordinate des Bezugspunktes
> z0 1.50                     'Rauigkeitslänge
> qs 2                        'Qualitätsstufe
> az "Waibstadt_2016_DWD_13674.akt" 'AKT-Datei
> ha 22.50                    'Anemometerhöhe (m)
> xa -1104.00                 'x-Koordinate des Anemometers
> ya -736.00                  'y-Koordinate des Anemometers
> dd 16          32           'Zellengröße (m)
> x0 -704          -2240      'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 92            140        'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -992          -2272      'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 100           140        'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 19            19         'Anzahl Gitterzellen in Z-Richtung
> os +NOSTANDARD+SCINOTAT
> 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 "gelaendetest_lst.grid"   'Gelände-Datei
> xq -97.06    101.01    -66.72    -97.06    173.96    137.45    -44.43
-221.56
> yq -526.09   -132.85    54.20    -526.09   -411.57   -75.92    53.74
156.43
> hq 0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
0.00
> aq 403.54    50.00     100.00    403.54    295.00    180.00    190.00
130.00
> bq 82.46     100.00    67.68     82.46     75.00     25.00     25.00
85.00
> cq 20.00     5.00      5.00      20.00     3.00      3.00      3.00
5.00
> wq 11.25     5.19      -112.72   11.25     92.56     145.64    142.89
-123.34
> vq 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
> qq 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
> lq 0.00000   0.00000   0.00000   0.00000   0.00000   0.00000   0.00000
0.00000
> rq 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
> pm-1 ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?
?
> pm-2 ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?
?
?
```

\\S-FRA-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\147\M147295\M147295_02_BER_4D.DOCX:27. 06. 2019

```

> pm-u ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?
?
> pb-1 ?           ?           ?           ?           ?           ?           ?
?
> xp -151.00      -202.00      156.00      281.00      -97.00
> yp 271.00       500.00       442.00      -920.00     39.00
> hp 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 maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 4.03 (3.58).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 2.84 (2.35).
 Die Zeitreihen-Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/zeitreihe.dmna"
 wird verwendet.
 Die Angabe "az Waibstadt_2016_DWD_13674.akt" wird ignoriert.

```

Prüfsumme AUSTAL  524c519f
Prüfsumme TALDIA  6a50af80
Prüfsumme VDISP   3d55c8b9
Prüfsumme SETTINGS fdd2774f
Prüfsumme SERIES  6b3008b5

```

```

=====
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm"
TMT: 366 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pm-j00z01"  geschrieben.
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pm-j00s01"  geschrieben.
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pm-t35z01"  geschrieben.
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pm-t35s01"  geschrieben.
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pm-t35i01"  geschrieben.
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pm-t00z01"  geschrieben.
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pm-t00s01"  geschrieben.
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pm-t00i01"  geschrieben.
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pm-depz01"  geschrieben.
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pm-deps01"  geschrieben.
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pm-j00z02"  geschrieben.
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pm-j00s02"  geschrieben.
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pm-t35z02"  geschrieben.
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pm-t35s02"  geschrieben.
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pm-t35i02"  geschrieben.
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pm-t00z02"  geschrieben.
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pm-t00s02"  geschrieben.
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pm-t00i02"  geschrieben.
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pm-depz02"  geschrieben.
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pm-deps02"  geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pb"
TMT: 366 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pb-j00z01"  geschrieben.
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pb-j00s01"  geschrieben.
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pb-depz01"  geschrieben.
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pb-deps01"  geschrieben.
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pb-j00z02"  geschrieben.
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pb-j00s02"  geschrieben.
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pb-depz02"  geschrieben.
TMT: Datei "C:/Austal/Pl_22617_2019-05-24_bra_m147295_05/pb-deps02"  geschrieben.
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL2000_2.6.11-WI-x.

```

\\S-FRA-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\147\M147295\M147295_02_BER_4D.DOCX:27. 06. 2019

