

Gutachtliche Stellungnahme

zu den Staubemissionen und -immissionen durch den geplanten Betrieb eines Sand- und Kiesabbaus in Schalkholz - Zufahrt aus Süden

Auftraggeber:	Patzold, Köbke Engineers GmbH & Co. KG Ritscherstraße 5 21244 Buchholz i.d.N.
Betreiber:	Holcim Kies und Splitt GmbH Willy-Brand-Straße 69 20457 Hamburg
Standort:	Trockenabbau Schalkholz-West Gemarkung: Schalkholz Teilbereiche Flur 8, 9
TÜV-Auftrags-Nr.:	8000682175 / 222IPG093-2
Umfang des Berichtes:	47 Seiten inkl. Anhang
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Gorden Bruyn Tel.: 0511/ 998 62869 E-Mail: gbruyn@tuev-nord.de

Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Zusammenfassung.....	4
2	Aufgabenstellung	6
3	Beurteilungsgrundlage	7
4	Örtliche Verhältnisse	9
4.1	Umgebung und Nutzungsstruktur	9
4.2	Immissionsorte	10
5	Betriebsbeschreibung.....	12
5.1	Anlagenbetrieb allgemein	12
5.2	Betriebs- und Emissionszeiten.....	13
6	Emissionen	14
6.1	Allgemeines zur Emissionsermittlung	14
6.2	Berechnung der Staubemissionen	14
6.2.1	Emissionsminderungsmaßnahmen.....	14
6.2.2	Staubemissionen durch Abbau und Umschlag	15
6.2.3	Staubemissionen durch Fahrbewegungen.....	18
6.2.4	Staubemissionen durch Behandlung	22
6.2.5	Staubemissionen durch Abwehug.....	23
7	Immissionen.....	25
7.1	Ausbreitungsrechnung.....	25
7.1.1	Ausbreitungsmodell	25
7.1.2	Rechengitter	25
7.1.3	Berücksichtigung von Gebäudeeinflüssen	25
7.1.4	Berücksichtigung von Gelndeeinflüssen	26
7.1.5	Rauigkeitslänge	26
7.1.6	Genauigkeitsklasse	27
7.1.7	Korngrößenverteilung	27
7.1.8	Quellkonfiguration.....	28
7.2	Meteorologische Daten.....	31
7.3	Ergebnisse der Immissionsprognose	34
7.3.1	Immissionszusatzbelastung im Bereich der Immissionsorte.....	34
7.3.2	Vorbelastung Staub	38
7.3.3	Gesamtbelastung Staub - Jahresmittelwerte	39
7.3.4	Gesamtbelastung Staub - Tagesmittelwerte	40
7.4	Diskussion und Bewertung der Ergebnisse.....	40
7.5	Statistische Unsicherheit	41
7.6	Protokolldateien.....	41
8	Quellenverzeichnis.....	42

Anhang 1 Protokolldateien AUSTAL

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 3-1:	Immissionswerte Luftschadstoffimmissionen (TA Luft /1/, 39. BImSchV /7/)	8
Tabelle 4-1:	Immissionsorte	11
Tabelle 6-1:	Gewichtungsfaktoren (a) nach VDI 3790 Blatt 3 /2/	15
Tabelle 6-2:	Mengenverteilung und Materialeigenschaften der gehandhabten Stoffe	16
Tabelle 6-3:	Emissionen beim Umschlag (Gesamt-Staub)	17
Tabelle 6-4:	Anzahl Transportfahrten	19
Tabelle 6-5:	Anzahl Radladerfahrten	20
Tabelle 6-6:	Ermittlung der verkehrsbedingten Emissionen (1).....	21
Tabelle 6-7:	Ermittlung der verkehrsbedingten Emissionen (2).....	21
Tabelle 6-8:	Ermittlung der verkehrsbedingten Emissionen (3).....	21
Tabelle 6-9:	Emissionen Aufbereitungsanlage	22
Tabelle 6-10:	Abwehngsfaktoren in Abhängigkeit der Staubneigung	23
Tabelle 6-11:	Staubemissionen durch Abwehungen.....	24
Tabelle 7-1:	Rechengitter	25
Tabelle 7-2:	Korngrößenverteilung der Staubemissionen	28
Tabelle 7-3:	Quellkonfiguration - Rechenvariante „Abbaufeld 1“	29
Tabelle 7-4:	Quellkonfiguration - Rechenvariante „Abbaufeld 4“	30
Tabelle 7-5:	Ergebnisse Zusatzbelastung	34
Tabelle 7-6:	Jahresmittelwerte Partikelkonzentration PM ₁₀ , PM _{2,5} sowie Staubdeposition (DEP)	38
Tabelle 7-7:	Gesamtbelastung Staub	39

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 4-1:	Großräumige Lage des geplanten Abbaugbietes (ohne Maßstab).....	9
Abbildung 4-2:	Luftbild der näheren Umgebung um das Abbaugbiet	10
Abbildung 4-3:	Lageplan Beurteilungspunkte.....	11
Abbildung 5-1:	Abbauplan Kieswerk „Schalkholz West“ /3/	12
Abbildung 7-1:	Quellenplan – Rechenvariante „Abbaufeld 1“	29
Abbildung 7-2:	Quellenplan – Rechenvariante „Abbaufeld 4“	30
Abbildung 7-3:	Windrose der Windrichtungshäufigkeit und -stärke an der Station Itzehoe für das Jahr 2012	32
Abbildung 7-4:	Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeits- und Ausbreitungsklassen.....	33
Abbildung 7-5:	Zusatzbelastung PM ₁₀ -Konzentration [µg/m ³].....	35
Abbildung 7-6:	Zusatzbelastung Staubdeposition [g/(m ² *d)]	36
Abbildung 7-7:	Zusatzbelastung PM _{2,5} -Konzentration [µg/m ³].....	37

1 Zusammenfassung

Die Firma Holcim Kies und Splitt GmbH plant ein Trockenabbauvorhaben für Sand und Kies westlich der Ortslage Schalkholz („Schalkholz West“). Der Abbau soll in einer Tiefe von etwa 5 bis 10 m vorgenommen werden. Das Abbaumaterial kann einer Nassklassierung zugeführt werden. Durch die Abbautätigkeit, den Fahrverkehr, die Umschlagvorgänge, die Behandlung sowie durch Windeinflüsse können diffuse, bodennahe Staubemissionen entstehen.

Die TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG ist von der Patzold, Köbke Engineers GmbH & Co. KG beauftragt worden, die zu erwartenden Emissionen und Immissionen an Partikel durch den geplanten Anlagenbetrieb prognostisch zu ermitteln und zu bewerten. Mit der Betrachtung soll nachgewiesen werden, dass die immissionsschutzrechtlichen Anforderungen bezüglich Staubniederschlag und Partikelkonzentration erfüllt sind. Für die Beurteilung werden die relevanten gesetzlichen Regelwerke (BImSchG, TA Luft /1/, 39. BImSchV /7/, etc.) herangezogen.

Mit Datum vom 29.02.2024 erfolgte die Vorlage einer Gutachtlichen Stellungnahme zu den zu erwartenden Staubemissionen und -immissionen durch den geplanten Abbaubetrieb (Berichts-Nr.: 222IPG093-1). Hierbei wurde die Zufahrt zum Abbaugelände aus Osten über die „Hauptstraße“ betrachtet. In der nun vorliegenden Stellungnahme erfolgt die Betrachtung der Zufahrt aus südlicher Richtung über die Straße „Krim“.

Die Staubemissionen werden mit Hilfe von Emissionsfaktoren berechnet, die auf der Grundlage der VDI-Richtlinien 3790, Blatt 2 /5/, 3 /2/ und 4 /13/ für die einzelnen staubverursachenden Vorgänge zu bestimmen sind. Die Bezugsgröße ist die umgeschlagene Materialmenge. Für die Untersuchung und Beurteilung ist grundsätzlich der für die Luftreinhaltung ungünstigste bestimmungsgemäße Betrieb zu berücksichtigen. Zugleich ist für die Ermittlung von Immissions-Jahreskenngrößen ein Jahreszenario der Staubemissionen zu erstellen.

Für die Immissionsprognose wird das Rechenprogramm AUSTAL in der aktuellen Version 3.2.1-WI-x vom 01.08.2023 eingesetzt. Der Immissionsprognose wurden die meteorologischen Daten (Häufigkeitsverteilung der Parameter Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklasse) der Station des Deutschen Wetterdienstes „Itzehoe“ zugrunde gelegt, deren Repräsentativität für den Standort überprüft wurde.

Ergebnisse

Im direkten Umfeld der Emissionsquellen wurden 10 Beurteilungspunkte festgelegt. Die höchste Staubbelastung liegt im Bereich des Beurteilungspunktes BUP 8 vor. Hierbei handelt es sich um eine Wohnnutzung im Außenbereich, in relativer Nähe zur geplanten, südlichen Zufahrt zum Abbaubetrieb. An allen weiteren Immissionsorten finden sich niedrigere Belastungen.

Für die Gesamtzusatzbelastung durch das geplante Vorhaben ist festzustellen, dass am Immissionsort BUP 8 die Irrelevanzwerte für die Partikelkonzentration PM10 sowie für die Staubdeposition überschritten sind. Damit ist auch die Bestimmung von weiteren Immissionskenngrößen (Vorbeltung, Gesamtbelastung) bzw. die Betrachtung der Kurzzeitgrenzwerte für Partikel PM10 gemäß Nr. 4.1 TA Luft durchzuführen.

Unter Berücksichtigung der großräumig gemessenen Hintergrundbelastung berechnet sich die Gesamtbelastung am höchstbelasteten Beurteilungspunkt „BUP_8“ wie folgt:

18,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} -Schwebstaubkonzentration (Immissionswert 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

11,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\text{PM}_{2,5}$ -Schwebstaubkonzentration (Immissionswert 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

0,101 $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ Staubdeposition (Immissionswert 0,35 $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$).

Es kann für alle betrachteten Immissionsorte festgestellt werden, dass die Immissionswerte der TA Luft für die Partikelkonzentration PM_{10} von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, die Partikelkonzentration $\text{PM}_{2,5}$ von 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und für den Staubniederschlag von 0,35 $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ unterschritten werden.

Die zulässige Anzahl von 35 Überschreitungen des Tagesmittelwertes von 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{10} kann bei der berechneten Gesamtbelastung von maximal 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ eingehalten werden.

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

Dipl.-Ing. Gorden Bruyn

TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG
Consulting Region Hannover

Sachverständiger für Luftreinhaltung, Immissionsprognosen,
Gerüche und Anlagenbegutachtungen

2 Aufgabenstellung

Die Firma Holcim Kies und Splitt GmbH plant ein Trockenabbauvorhaben für Sand und Kies westlich der Ortslage Schalkholz („Schalkholz West“). Der Abbau soll in einer Tiefe von etwa 5 bis 10 m vorgenommen werden. Das Abbaumaterial kann einer Nassklassierung zugeführt werden. Durch die Abbautätigkeit, den Fahrverkehr, die Umschlagvorgänge, die Behandlung sowie durch Windeinflüsse können diffuse, bodennahe Staubemissionen entstehen.

Die TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG ist von der Patzold, Köbke Engineers GmbH & Co. KG beauftragt worden, die zu erwartenden Emissionen und Immissionen an Partikel durch den geplanten Anlagenbetrieb prognostisch zu ermitteln und zu bewerten. Mit der Betrachtung soll nachgewiesen werden, dass die immissionsschutzrechtlichen Anforderungen bezüglich Staubniederschlag und Partikelkonzentration erfüllt sind. Für die Beurteilung werden die relevanten gesetzlichen Regelwerke (BImSchG, TA Luft /1/, 39. BImSchV /7/, etc.) herangezogen.

Mit Datum vom 29.02.2024 erfolgte die Vorlage einer Gutachtlichen Stellungnahme zu den zu erwartenden Staubemissionen und -immissionen durch den geplanten Abbaubetrieb (Berichts-Nr.: 222IPG093-1). Hierbei wurde die Zufahrt zum Abbaugelände aus Osten über die „Hauptstraße“ betrachtet. In der nun vorliegenden Stellungnahme erfolgt die Betrachtung der Zufahrt aus südlicher Richtung über die Straße „Krim“.

Für die genannte Aufgabenstellung wird entsprechend der folgenden Schritte vorgegangen:

- Die Ermittlungen der Emissionsfaktoren erfolgen auf Grundlage der zur Verfügung gestellten Planungsunterlagen sowie Betriebsbeschreibungen des Anlagenbetreibers /3/, /4/.
- Für die Ermittlung der Staubemissionen durch Umschlag, Lagerung und Transport staubender Güter werden Emissionsfaktoren der VDI-Richtlinien 3790, Blatt 2 /5/, Bl. 3 /2/ und 4 /13/ sowie der amerikanischen Umweltschutzbehörde (EPA) verwendet.
- Auf Basis dieser Datenlage erfolgen Ausbreitungsrechnungen zur Ermittlung des Immissionsbeitrages der geplanten Anlage (Zusatzbelastung) durch Staub im Bereich der nächstgelegenen Immissionsorte mithilfe des Ausbreitungsmodells gemäß des Anhangs 3 der TA Luft /1/.
- Zur Beschreibung der meteorologischen Situation wird auf die vom Deutschen Wetterdienst (DWD) für die Station Itzehoe erhobenen Daten zurückgegriffen, deren zeitliche und räumliche Repräsentativität geprüft wurde /6/. Der Einfluss von Niederschlägen auf die Staubdeposition wird durch Verwendung des RESTNI-Datensatzes des Umweltbundesamtes berücksichtigt.
- Die Hintergrundbelastung wird durch Daten des Messnetzes der Lufthygienischen Überwachung Schleswig-Holstein wiedergegeben.
- Die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen werden anhand der Bewertungsmaßstäbe der TA Luft /1/ und der 39. BImSchV /7/ bewertet.

Die in // gestellten Zahlen beziehen sich auf das Quellenverzeichnis (Seite 40).

3 Beurteilungsgrundlage

In dieser Untersuchung wird die Gesamtzusatzbelastung durch Partikel und Staubniederschlag durch die geplante Anlage ermittelt. Die Beurteilung der Belastung für diese Stoffe erfolgt auf Grundlage der bestehenden Grenzwerte der 39. BImSchV /7/ für Partikel der Größenklassen PM₁₀ und PM_{2,5}, mit der die EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG /8/ in deutsches Recht umgesetzt wurde. Zusätzlich wird der Immissionswert der TA Luft Ziffer 4.3 /1/ für den Staubniederschlag herangezogen. Der Grenzwert der 39. BImSchV für PM₁₀ und PM_{2,5} ist dabei deckungsgleich mit den Vorgaben der TA Luft /1/. Es wird die Neufassung der TA Luft vom 18. August 2021 angewendet.

Partikel der Größenklasse PM₁₀ („PM“ ist hierbei die Abkürzung für „particulate matter“) sind Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lußeinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm einen Abscheidegrad von 50 % aufweist (39. BImSchV). Sie können im menschlichen Körper über die Atemwege bis in den oberen Bereich der Lunge gelangen (thorakaler Schwebstaub). Partikel der Größenklasse PM_{2,5} sind kleiner als 2,5 µm. Sie können im menschlichen Körper tief in die Atemwege bis zu den Bronchiolen der Lunge eindringen (alveolengängiger Schwebstaub).

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

Anmerkung:

TA Luft Nr. 2.2. /1/: Die Vorbelastung ist die vorhandene Belastung durch einen Schadstoff. Die Zusatzbelastung ist der Immissionsbeitrag des Vorhabens. Im Fall einer Änderungsgenehmigung kann der Immissionsbeitrag des Vorhabens negativ sein. Die Gesamtbelastung ergibt sich aus der Vorbelastung und der Zusatzbelastung durch die Anlagenänderung. Die Gesamtzusatzbelastung ist der Immissionsbeitrag, der durch die gesamte Anlage im Planzustand hervorgerufen wird. Bei Neugenehmigungen entspricht die Zusatzbelastung der Gesamtzusatzbelastung.

Irrelevanz der Zusatzbelastung

Für die in der TA Luft /1/ mit Immissionswerten geregelten Stoffe sind im Abschnitt 4.2.2 der TA Luft Irrelevanzschwellen für die Gesamtzusatzbelastung festgelegt. Sie betragen für Partikel PM₁₀ und PM_{2,5} jeweils 3 % des Immissionswertes. Wenn die Gesamtzusatzbelastung die Irrelevanzschwelle eines Luftschadstoffes nicht überschreitet, kann nach TA Luft davon ausgegangen werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können und die Ermittlung weiterer Kenngrößen wie die Vor- und Gesamtbelastung sind nicht erforderlich /1/. Es sei denn, es liegen im Einzelfall hinreichende Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung nach Nummer 4.8 vor.

Hinsichtlich Staubdeposition (Staubniederschlag ohne Inhaltsstoffe) ist in der TA Luft 4.3 ein Immissionswert zum Schutz vor erheblichen Belästigungen und Nachteilen von 0,35 g/(m²*d) festgelegt. Die Irrelevanzschwelle beträgt 10,5 mg/(m²*d), dies entspricht 3 % des Immissionswertes.

Hinsichtlich der in der TA Luft genannten Tagesmittelwerte für PM₁₀ ist zusätzlich zu den Immissionswerten für den Jahresmittelwert eine bestimmte Anzahl von Überschreitungen pro Jahr zulässig, die in **Tabelle 3-1** dargestellt ist.

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

Tabelle 3-1: Immissionswerte Luftschadstoffimmissionen (TA Luft /1/, 39. BImSchV /7/)

Schadstoff	Zeitbezug	Immissions-(grenz)wert	Zulässige Überschreitungen pro Jahr	Irrelevanz der Zusatzbelastung	Bemerkung
Partikel PM ₁₀	24 Stunden	50 µg/m ³	35 ¹⁾	--	TA Luft 39. BImSchV
	Jahresmittel	40 µg/m ³	--	1,4 µg/m ³	
Partikel PM _{2,5}	Jahresmittel	25 µg/m ³	--	0,9 µg/m ³	TA Luft 39. BImSchV
Staubnieder-schlag	Jahresmittel	0,35 g/(m ² -d)	--	0,0105 g/(m ² -d)	TA Luft

¹⁾ Bei einem Jahreswert von unter 28 µg/m³ kann der auf 24 Stunden bezogene Immissionswert als eingehalten gelten.

4 Örtliche Verhältnisse

4.1 Umgebung und Nutzungsstruktur

Das geplante Abbaugelände „Schalkholz-West“ befindet sich südwestlich der Ortslage der Gemeinde Schalkholz im Kreis Dithmarschen. Die großräumige Lage ist in **Abbildung 4-1** dargestellt.

Das Abbaugelände befindet sich naturräumlich im Bereich der Heide-Itzehoer Geest. Es handelt sich um eine schwach hügelige Moränenlandschaft. Im Ortsbereich von Schalkholz befindet sich eine ausgeprägte Stauchmoräne mit einer Höhe von bis zu 33 m ü. NHN. Nach Westen fällt das Gelände allmählich ab bis auf 0 m ü. NHN in 2 km Entfernung ab. Innerhalb des geplanten Abbaugeländes beträgt die Geländehöhe im südwestlichen Bereich etwa 2 m ü. NHN und im nordöstlichen Bereich etwa 20 m ü. NHN. Größere Erhebungen sind nicht vorhanden, weshalb lokale Einflüsse der Topografie auf die bodennahen Luftschichten nur eine untergeordnete Rolle spielen.

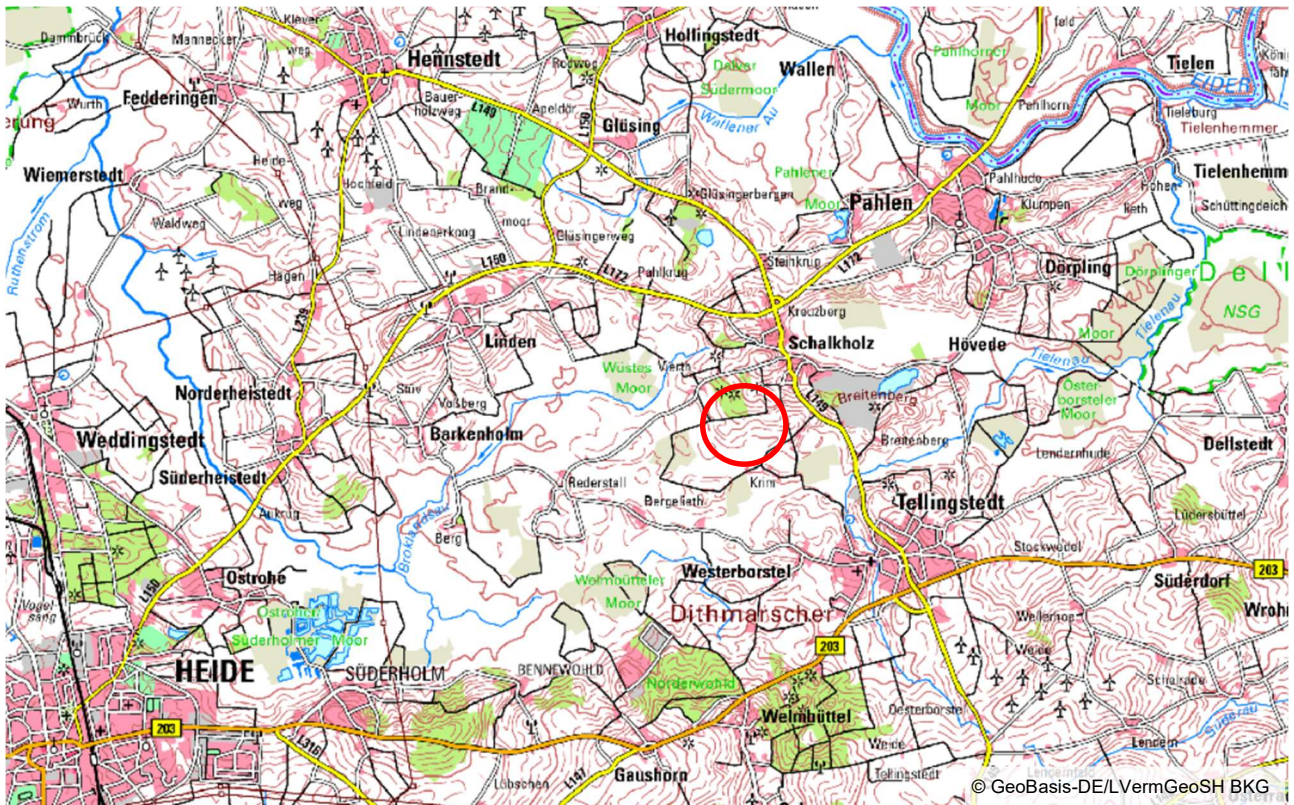


Abbildung 4-1: Großräumige Lage des geplanten Abbaugeländes (ohne Maßstab)

Im Bereich des geplanten Abbaugeländes findet derzeit hauptsächlich eine landwirtschaftliche Nutzung statt, im nördlichen Bereich befinden sich einzelne Waldflächen. Das weitere Umfeld wird vorwiegend landwirtschaftlich genutzt. In der **Abbildung 4-2** erfolgt eine Darstellung der näheren Umgebung.

Die Ortsbebauung von Schalkholz ist etwa 370 m vom östlichen Rand des Plangebietes entfernt. Hierbei handelt es sich um ausgewiesene Wohn- und Dorfgebiete. Nördlich und Südlich des Abbaubereichs befinden sich einzelne landwirtschaftliche Betriebe und einzelne Wohngebäude im Außenbereich.



Abbildung 4-2: Luftbild der näheren Umgebung um das Abbaugebiet

Östlich von Schalkholz befindet sich der genehmigte Abbaubetrieb „Kieswerk Schalkholz“ der Holcim Kies und Splitt GmbH. Die Gewinnung von Kies und Sand erfolgt in einem kombinierten Trocken- und Nassabbauverfahren. Der Betrieb des „Kieswerkes Schalkholz“ wird mit Inbetriebnahme des neuen Abbaubetriebes „Schalkholz-West“ eingestellt, die Gerätschaften zum Abbau werden in das neue Kieswerk umgesetzt.

Angrenzend an das „Kieswerk Schalkholz“ befindet sich ein weiteres Kieswerk im aktiven Abbaubetrieb. Die Gewinnung von Kies und Sand erfolgt im Trocken- und Nassabbauverfahren.

4.2 Immissionsorte

Maßgebende Immissionsorte für das Schutzgut Mensch sind nach TA Luft grundsätzlich alle Bereiche, in denen sich Menschen nicht nur vorübergehend aufhalten.

Die Beurteilung von Schadstoffeinwirkungen hat im Beurteilungsgebiet an festzulegenden Beurteilungspunkten zu erfolgen. Die Lage der Beurteilungspunkte entsprechend TA Luft, die einer Bewertung unterliegen, ist somit entscheidend. Beurteilungspunkte sind nach Maßgabe von Nr. 4.6.2.6 TA Luft so festzulegen, dass eine Beurteilung an den Punkten mit mutmaßlich höchster Belastung für dort nicht nur vorübergehend exponierte Schutzgüter ermöglicht wird.

Für die nächstgelegenen Wohnnutzungen im Außenbereich nördlich (entlang der Straße „Vierth“) und südlich (entlang der Straße „Krim“) des Abbaugbietes sowie östlich im Bereich der Ortslage

Schalkholz werden Beurteilungspunkte festgelegt. Auf Grund der Nähe zu den bodennahen Emissionsquellen sind in diesen Bereichen die höchsten Immissionen zu erwarten. In der **Tabelle 4-1** sowie der **Abbildung 4-3** werden die Beurteilungspunkte bzw. Immissionsorte aufgeführt.

Tabelle 4-1: Immissionsorte

Immissionsort	Rechtswert	Hochwert	Adresse	Nutzungsart
BUP_1	515320	6010441	Vierth 43	Wohnnutzung
BUP_2	515567	6010577	Vierth 33	Wohnnutzung
BUP_3	515752	6010683	Vierth 38	Wohnnutzung
BUP_4	516154	6010680	Vierth 15	Wohnnutzung
BUP_5	516639	6010554	Rehmsweg 16	Wohnnutzung
BUP_6	516953	6010322	Hauptstraße 1	Wohnnutzung
BUP_7	517006	6009968	Krim 7	Wohnnutzung
BUP_8	516797	6009718	Krim 15	Wohnnutzung
BUP_9	516463	6009305	Krim 37	Wohnnutzung
BUP_10	516199	6009271	Krim 38	Wohnnutzung

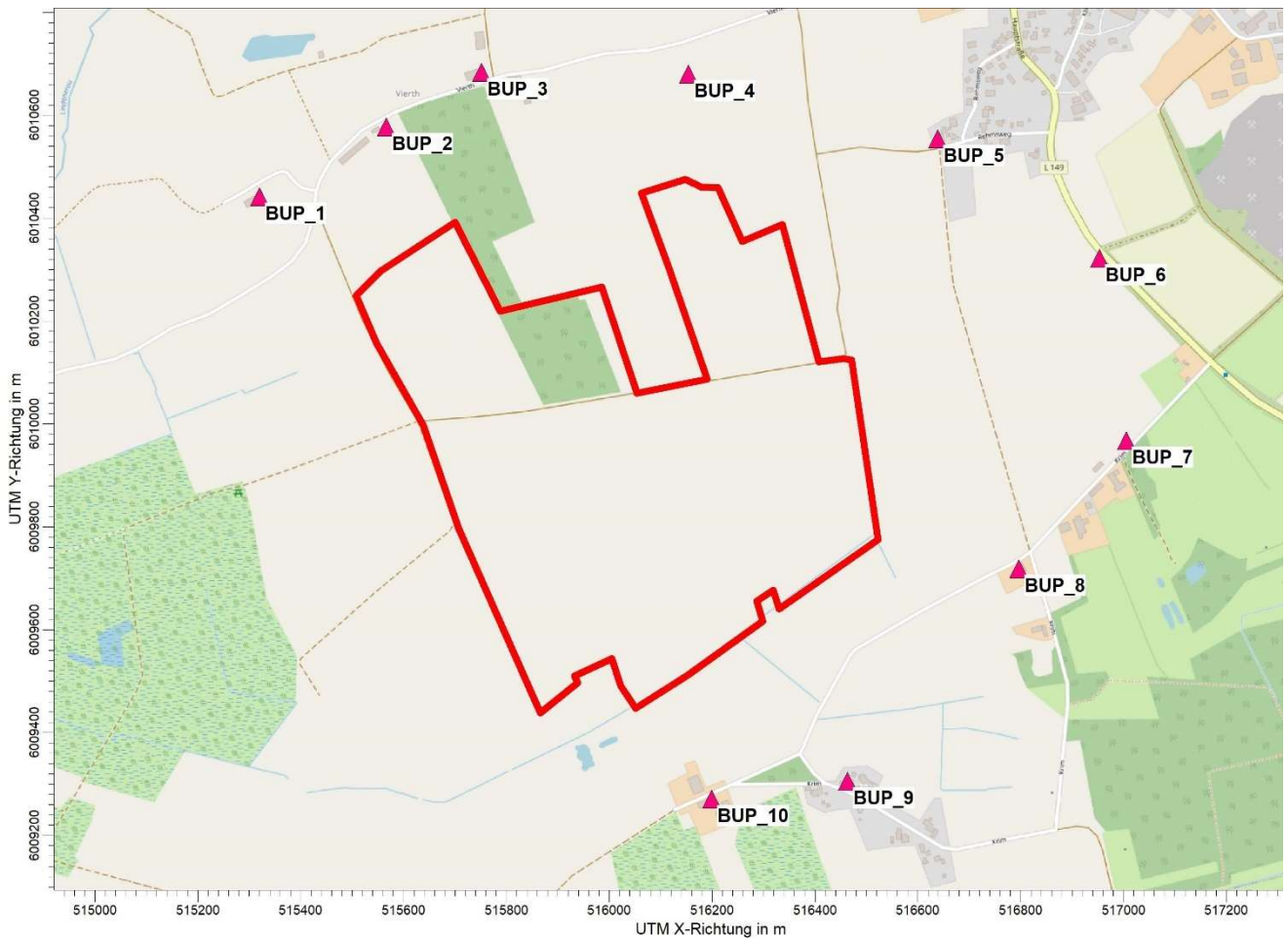


Abbildung 4-3: Lageplan Beurteilungspunkte

5 Betriebsbeschreibung

5.1 Anlagenbetrieb allgemein

Die Firma Holcim Kies und Splitt GmbH plant die Errichtung eines Bodenabbaubetriebes westlich der Ortslage Schalkholz. Der gewonnene Kiessand soll überwiegend als Zuschlagstoff für die Betonherstellung vermarktet werden. Bei dem Abbaubereich handelt es sich um bislang unverritzte Flächen. Der Abbau wird im Mittel ca. 5 – 10 m tief in den Untergrund eingreifen und zunächst vollumfänglich im Trockenschnitt durchgeführt.

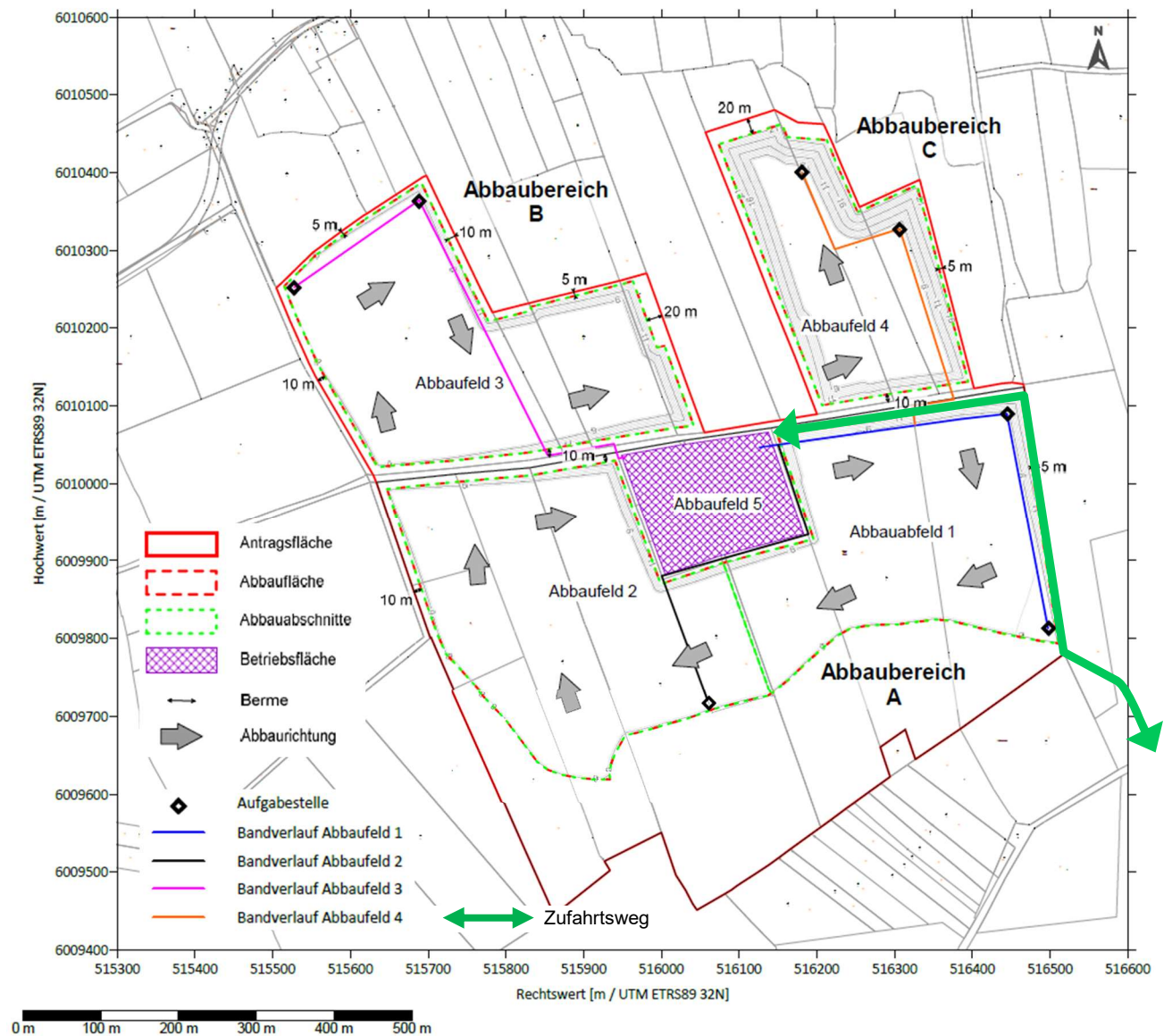


Abbildung 5-1: Abbauplan Kieswerk „Schalkholz West“ /3/

Zu Beginn der Abbautätigkeit wird die Betriebsfläche in etwa der Mitte des Abbaubereiches eingerichtet. Im Bereich der Betriebsfläche findet die Aufbereitung der abgebauten Kiese und Sande statt. Das in den einzelnen Abbaufeldern abgebaute Material wird über Förderbänder zur Betriebsfläche

befördert und nass aufbereitet. Zum Betrieb der Kieswäsche wird in direkter Nähe zur Aufbereitungsanlage ein Entnahmebrunnen abgeteuft. Weiterhin sind im Bereich der Betriebsfläche Lagerbereiche für die klassierten Materialien sowie Sozialraum, Gerätehallen usw. vorhanden. Die Abfuhr des aufbereiteten Materials erfolgt auf dem bestehenden Gemeindeweg in Richtung Osten, über eine neu herzurichtende, unbefestigte Betriebsstraße nach Süden zur öffentlichen Straße „Krim“.

Das geplante Kieswerk soll innerhalb von 5 Abbaublocken (Abbaublock 5 = Betriebsfläche) mit einer Jahresproduktion von durchschnittlich 300.000 t beantragt und umgesetzt werden. Von der Abbaufäche werden sukzessive nur Teilabschnitte in Anspruch genommen („wandernder Tagebau“). Nach Abschluss der Abbautätigkeiten in den einzelnen Abbaufeldern erfolgt ebenso eine sukzessive Rekultivierung. Der tatsächliche jährliche Flächenbedarf schwankt konjunkturbedingt.

Zu Beginn des Abbaus erfolgt der Abtrag des Mutterbodens bzw. des belebten Oberbodens mittels Radlader. Der Oberboden wird innerhalb des Abbaubereiches in Mieten aufgesetzt und gelagert, um für die Begrünung bei den anschließenden Rekultivierungsmaßnahmen wieder verwendungsfähig zu sein bzw. zum Verkauf zur Verfügung zu stehen.

Im nächsten Schritt erfolgt der Abbau der im Trockenanstand Kiese und Sande mittels Radlader und Bagger, Aufgabe auf ein Förderband über einen Aufgabetrichter und Bandtransport zur Betriebsfläche. Der Trockenabbau erfolgt bis zu einer Tiefe von 2 m bis max. 19 m unter GOK. Je nach abbaubarer Mächtigkeit erfolgt der Abbau in Strossen und mehreren Abbausohlen

Das abgebaute und unsortierte Material wird mittels Förderbänder zur Aufbereitungsanlage im Bereich der Betriebsfläche transportiert. Bei Bedarf kann das Material mittels Schwenkband auf einer Vorhalde zwischengelagert werden. Die Aufbereitungsanlage sieht die Klassierung des Rohstoffes in die Fraktion 0-2, 2-8, 8-16, 16-32 mm im Nassanstand vor. Das anfallende Überkorn > 32 mm wird über den vorhandenen Kegelbrecher gebrochen. Auch innerhalb der Aufbereitungsanlage erfolgt der Transport des Materials über Förderbänder

Die Klassierung erfolgt über zwei Siebmaschinen mit Kiessandwäsche. Das durch die Aufbereitungsanlage klassierte Material wird aufgehaldet und per Radlader auf LKW zum Abtransport verladen. Die Aggregate sind fest installiert und werden größtenteils aus dem „Kieswerk Schalkholz“ übernommen. Mit Rückbau der Betriebsfläche und dem Beginn der Abbautätigkeiten in diesem Bereich (Abbaufeld 5), erfolgt die Aufbereitung des Kiessandes dann über eine mobile Aufbereitungsanlage.

5.2 Betriebs- und Emissionszeiten

Als maximale Betriebszeiten des Kieswerkes sind Montag bis Freitag von 6:00 bis 22:00 Uhr beantragt. Nachtarbeit findet nicht statt. Unabhängig des Umstands, dass einzelne Arbeitsvorgänge auch in kürzeren Zeitabständen erfolgen können, wird für die Emissionsprognose davon ausgegangen, dass die verursachten Staubemissionen an 16 Stunden am Tag und 250 Tagen im Jahr stattfinden (entspricht 4.000 h/a). Staubemissionen aus Windabwehungen werden hingegen in Abhängigkeit der meteorologischen Verhältnisse ganzjährig berücksichtigt.

6 Emissionen

6.1 Allgemeines zur Emissionsermittlung

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

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

Grundsätzlich kommen folgende Bereiche für staubförmige Emissionen in Betracht:

- LKW-Umschlag mit Radlader und Bagger (Aufnahme/Abwurf mit Schaufel oder Greifer) sowie mittels Förderband
- Fahrwegemissionen durch LKW und Radlader
- Abwehungen von den offenen Zwischenlagerhalden
- Emissionen durch den Betrieb von Aufbereitungsaggregaten (Brecher, Siebanlagen)

Die Staubemissionen werden mit Hilfe von Emissionsfaktoren berechnet, die auf der Grundlage der VDI-Richtlinie 3790, Bl. 3 /2/ für die einzelnen staubverursachenden Vorgänge zu bestimmen sind. Die Fahrwegemissionen werden nach VDI 3790, Bl. 4 /2/ bestimmt. Darüber hinaus die Erkenntnisse aktueller Untersuchungen zu Emissionsfaktoren herangezogen /9/.

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

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

6.2 Berechnung der Staubemissionen

6.2.1 Emissionsminderungsmaßnahmen

Maßnahmen zur Minderung der Staubemissionen erfolgen durch betriebliche Regelungen und technische Einrichtungen. Entsprechend der guten fachlichen Praxis sollen hierbei alle Maßnahmen ergriffen werden, die übermäßige Emissionen bei staubverursachenden Tätigkeiten verhindern. Nachfolgend sind die Minderungsmaßnahmen genannt, die für die Emissionsprognose berücksichtigt werden.

- Die Fahrzeugführer sind angewiesen die Kipp- und Abwurfhöhen möglichst gering zu halten. Es wird eine Abwurfhöhe von < 1 m bei Abwürfen auf Halde betrieblich festgelegt.
- „Schrittgeschwindigkeit“ (≤ 10 km/h) für alle Fahrzeuge im Bereich des Betriebsgeländes
- Bei der Betriebsstraße wird empfohlen den ersten Streckenabschnitt von der Straße „Krim“ ausgehend befestigt auszuführen, um Staubaufwirbelungen zu reduzieren und eine ausreichende Abrollstrecke für die Transportfahrzeuge zu gewährleisten.
- Die Aufbereitungsanlage (Siebe und Brecher) werden ausschließlich mit Befeuchtungsvorrichtungen betrieben.
- Durch die Nutzung eines Förderbandtransportes entfallen entsprechende Transportfahrten mit Fahrzeugen, was zu einer erheblichen Minderung der Fahrwegemissionen beiträgt.

6.2.2 Staubemissionen durch Abbau und Umschlag

Die Staubemissionen beim Umschlag von staubenden Gütern werden in Genehmigungsverfahren in der Regel nach der VDI-Richtlinie 3790 Blatt 3 /2/ ermittelt. Hierbei ist die optische Staubneigung ein wichtiges Kriterium. Allerdings ist bei Abwurf eines Schüttgutes z. B. mit einem Greifer die Staubfreisetzung stoßartig und optisch oft eindrucksvoll, während bei kontinuierlichen Absetzverfahren weniger stark wahrnehmbare Staubemissionen ständig entstehen. Die Staubneigung eines Gutes ist also unabhängig von der Umschlagsmethode zu bestimmen.

Die Staubneigung wird in fünf Stufen unterteilt. In der **Tabelle 6-1** sind die dazugehörigen Gewichtungsfaktoren (a) für die Rechenansätze nach /2/ aufgeführt. Der Unterschied zwischen schwach und mittel staubend bedeutet ungefähr eine Verdreifachung der Staubemissionen.

Tabelle 6-1: Gewichtungsfaktoren (a) nach VDI 3790 Blatt 3 /2/

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

Im Anhang A und B der VDI 3790 Blatt 3 /2/ finden sich für eine Vielzahl von Schüttgütern Angaben zur optischen Staubneigung, jedoch nicht für alle staubenden Güter. Bei fehlenden Angaben erfolgt die Einstufung mit Annahmen zur sicheren Seite und auf der Grundlage von vergleichbaren Materialien, die im Anhang A und B der VDI 3790 Blatt 3 /2/ angegeben sind.

Durch den Abbaubetrieb werden jährlich etwa 300.000 t Kiese- und Sande gewonnen und aufbereitet /3/. Gemäß der VDI 3790 Blatt 3 kann die Staubneigung für Kiese- und Sande in Abhängigkeit der Materialfeuchte mit „nicht wahrnehmbar“ (Gewichtungsfaktor $a = 10$) bis „schwach staubend“ angegeben werden ($a = 32$). Für das direkt abgetragene Material kann von einer geringen Staubneigung ausgegangen werden. Da der folgende Aufbereitungsprozess nass erfolgt ist von einer noch geringeren Staubneigung auszugehen und es kann gemäß der VDI 3790 Blatt 3 eine Einstufung als „nasses Gut“ erfolgen (Gewichtungsfaktor $a = 1$).

Neuere messtechnische Untersuchungen zeigen insbesondere für Bodenabbaubetriebe, dass die Ansätze der VDI-Richtlinie 3790 Blatt 3 die tatsächlichen Staubemissionen deutlich überschätzen /10/, /11/. Auf Basis dieser Erkenntnisse wird in der österreichischen Technischen Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen vorgeschlagen für erdfeuchte und nass verarbeitete Kiese und Sande einen Gewichtungsfaktor $a = 1$ und für zwischengelagerte (trockene) Kiese und Sande einen Gewichtungsfaktor $a = 3,2$ anzusetzen /12/.

Unter Berücksichtigung dieser Vorgaben wird zur Klassifizierung der Staubneigung für alle Umschlagstätigkeiten grundsätzlich ein **Gewichtungsfaktor $a = 3,2$** angesetzt.

Die Schüttdichte kann in einem Bereich zwischen etwa 1,5 und 2,1 t/m³ angegeben werden /2/. Diese steht in Abhängigkeit der Zusammensetzung und der Feuchtigkeit des abgebauten Materials. Im Mittel wird eine Schüttdichte von 1,8 t/m³ abgeschätzt.

Der im Vorfeld des eigentlichen Abbaus stattfindende Abtrag es Oberbodens stellt prinzipiell einen weiteren staubverursachenden Vorgang dar. Da Staubneigung und Schüttdichte ähnlich einzustufen sind wir für Sand und Kies und der Vorgang des Oberbodenabtrags zeitlich begrenzt ist, wird auf eine separate Darstellung dieses Emissionsvorgangs verzichtet. Die Staubemissionen beim Oberbodenabtrag sind in den Betrachtungen des Abbauprozesses subsumiert.

In **Tabelle 6-2** werden die betrachteten Materialien hinsichtlich der zu erwartenden Menge und Materialeigenschaften aufgeführt.

Tabelle 6-2: Mengenverteilung und Materialeigenschaften der gehandhabten Stoffe

Material	gehandhabte Menge [t/a]	Schüttdichte [t/m ³]	Staubneigung (gemäß VDI 3790-3) trockener Zustand
Kiese und Sande*	300.000	1,8	„nicht wahrnehmbar“

* Incl. Oberboden

Die Abholung der Materialien erfolgt mittels Transport-LKW. Entsprechend Betreiberangaben kann je Fahrt von einer Transportmenge von ca. 25 t ausgegangen werden /3/.

Der Trockenabbau erfolgt mittels Radlader und Bagger. Das Material muss im Abbaufeld ggfs. über eine gewisse Entfernung von der Abbaustelle zum Förderband transportiert werden, was zu zusätzlichen Fahrwegemissionen führt. Der Einsatz des Baggers erfolgt quasistationär, so dass keine Fahrwegemissionen zu berücksichtigen sind. Im Bereich der Aufbereitung sowie zur Verladung der Materialien auf LKW werden Radlader eingesetzt. Für die Emissionsprognose wird vereinfachend nur der Einsatz des Radladers berücksichtigt.

Für den Radlader ist ein Schaufelvolumen von etwa 5 m³ anzunehmen /4/. Unter Berücksichtigung der mittleren Schüttdichte von 1,8 t/m³ berechnet sich eine Kippmasse von ca. 9 t je Schaufelladung bei 100 % Füllgrad.

Für den Transport des Materials vom Abbaufeld zur Betriebsfläche wird eine versetzbare Förderbandanlage eingesetzt. Für den Transport bis zur Aufbereitung werden vier Übergabestellen berücksichtigt.

Staubemissionen im Rahmen von Behandlungsvorgängen werden in Kapitel 6.2.4 beschrieben. In den Emissionsfaktoren zur Quantifizierung der Staubemissionen im Bereich der Aufbereitung sind die staubverursachenden Vorgänge von Aufgabe und Abwurf auf Zwischenlagerhalden bereits enthalten, so dass diese Vorgänge hier nicht zusätzlich zu betrachten sind.

Der Materialtransport im Bereich der Aufbereitung erfolgt i.d.R. mittels Förderband. Eine Teilmenge kann jedoch aus dem Prozess ausgeschleust und auf offenen Halden zwischengelagert werden. Die Wiederaufgabe in den Prozess erfolgt dann mittels Radlader. Dies ist z.B. bei der Zerkleinerung mittels Brecher der Fall. Entsprechend Betreiberangaben wird davon ausgegangen, dass etwa 5 % der Jahresabbaumenge (entspricht etwa 15.000 t/a) abgetrennt und anschließend mittels Brecher aufbereitet werden. Diese Menge wird nach einer Zwischenlagerung größtenteils wieder der Nassklassierung zugeführt.

Es wird davon ausgegangen, dass sämtliche Umschlag- und Behandlungsvorgänge im Freien erfolgen, wobei ein gewisser Windschutz durch Lagerhalden, Abbaukanten, etc. gegeben ist. Es wird in diesen Fällen von einem *Umfeldfaktor* k_U von 0,9 ausgegangen. Als *Gerätefaktor* k_G wird für die Abkippvorgänge (LKW) bzw. Abwurfvorgänge (Radlader) ein Wert von 1,5 angesetzt.

In der **Tabelle 6-3** sind die zu erwartenden Staubemissionen bei Umschlagvorgängen aufgeführt. Ausführliche Erklärungen zur der Bedeutung der aufgeführten Berechnungsgrößen wie „*Umfeldfaktor*“ und „*Gerätefaktor*“ sind in der VDI 3790 Bl. 3 /2/ enthalten.

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

Beschreibung Tätigkeit	Quelle-Nr	Gerätefaktor	Umfeldfaktor	Staubneigung a	Kontl-Faktor	Masse	Fallhöhe	Schüttdichte rho_s	Emissionsfaktor	Umschlagsmenge [tGut/a]	Emission [kg/a]	Betriebs-Stunden [h/a]	Emission pro Betriebsstunde [g/h]
		kG	kU			M [t/h]	H [m]		EF [g/ tGut]				
Abbau	2	1,5	0,9	3,2	2,7	9		1,8	1,62	300.000	486	4000	122
Abbau	2	1,5	0,9	3,2	2,7	9	1	1,8	1,47	300.000	441	4000	110
Förderband	2	1,0	0,9	3,2	83,3	75	0,2	1,8	1,40	300.000	421	4000	105
Förderband	2	1,0	0,9	3,2	83,3	75	0,2	1,8	1,40	300.000	421	4000	105
Förderband	4	1,0	0,9	3,2	83,3	75	0,2	1,8	1,40	300.000	421	4000	105
Förderband	4	1,0	0,9	3,2	83,3	75	0,2	1,8	1,40	300.000	421	4000	105
Umschlag	4	1,5	0,9	3,2	2,7	9		1,8	1,62	300.000	486	4000	122
Umschlag	4	1,5	0,9	3,2	2,7	9	1	1,8	1,47	300.000	441	4000	110
Behandlung/Brecher	4	1,5	0,9	3,2	2,7	9		1,8	1,62	15.000	24	4000	6
Behandlung/Brecher	4	1,5	0,9	3,2	2,7	9	1	1,8	1,47	15.000	22	4000	6

6.2.3 Staubemissionen durch Fahrbewegungen

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

Für die Festlegung eines Emissionsfaktors bezüglich der Aufwirbelung werden die empirischen Formeln der VDI Richtlinie 3790, Blatt 4 /13/ verwendet. Die Richtlinie ist für Industriebereiche in denen üblicherweise größere Fahrwege auf verunreinigten Wegen vorkommen, wie Eisen- und Stahlproduktion, Sand- und Kiesverarbeitung, Steinbrüche, Großbaustellen, Siedlungsabfalldeponien, etc. entwickelt. In Abhängigkeit der Beschaffenheit des Fahrbahnuntergrundes kommen zwei verschiedene Berechnungsansätze zum Tragen. Es wird hierbei in „unbefestigte“ oder „befestigte“ Fahrwege unterschieden.

Die in der VDI 3790 Blatt 4 angegebenen Formeln geben in Abhängigkeit der Staubbiladung des Fahrweges bzw. des Feinkornanteils im Fahrbahnbelag und des mittleren Gewichts der Fahrzeugflotte die Emissions-Faktoren für die Klassen PM_{2,5}, PM₁₀ und PM₃₀ aus. Außerdem geht die Anzahl der Regentage ein, da Niederschlag eine Reduzierung der Staubemission bedeutet. Die Fahrzeuggeschwindigkeit als emissionsbestimmender Faktor wird nicht direkt berücksichtigt. Die Wirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen kann über eine Erweiterung der Formel berücksichtigt werden.

Berechnungsansatz für „befestigte Fahrwege“ /13/:

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

mit:

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

k_{KGV} = korngößenabhängiger Faktor zur Berücksichtigung der Korngößenverteilung

sL = Flächenbeladung des befestigten Fahrwegs in g/m²

W = mittlere Masse der Fahrzeugflotte in t

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

k_m = Kennzahl für Wirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen

Berechnungsansatz für „unbefestigte Fahrwege“ /13/:

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

mit:

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

k_{KGV} = korngößenabhängiger Faktor auf Grund von Fahrbewegungen

a, b = Exponenten zur Berücksichtigung der Korngößenverteilung

s = Feinkornanteil des Straßenmaterials in %

W = mittlere Masse der Fahrzeugflotte in t

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

k_m = Kennzahl für Wirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen

In Deutschland ist über die drei o.g. Staubklassen hinaus für den Staubniederschlag auch der Schwebstaub bis 500 µm zu betrachten. Ausgehend von eigenen Korngrößenanalysen an Staubbelag und mineralischen Schüttgütern setzen wir ein Verhältnis PM₁₀ zu PM₅₀₀ von 10 % an. Dem entsprechend setzen wir die TA-Luft-Klassen pm-1, pm-2 und pm-3 gemäß EPA-Ergebnis an und kalkulieren für die TA-Luft-Klasse pm-4 die Differenz zwischen PM₃₀ und PM₅₀₀.

Die Partikel-Emissionen im Abgas von schweren Nutzfahrzeugen betragen gemäß Handbuch Emissionsfaktoren (HBEFA) /14/ für die ungünstigste Verkehrssituation „Stop&Go“ 0,0004 g/(m*FZ). Die Korngröße der Abgas-Emissionen liegt unter 2,5 µm und ist damit der Korngröße pm-1 gemäß TA Luft zuzurechnen. Im Vergleich zu den Emissionen durch die Aufwirbelung sind die Abgas-Emissionen vernachlässigbar und werden daher in den Berechnungen nicht explizit berücksichtigt.

Fahrzeugcharakteristik und Verkehrsaufkommen Transportfahrten

Die Abholung der Materialien erfolgt mittels LKW. Im Mittel ist von einem Gesamtgewicht von 40 t und einer Zuladung von 25 t je Fahrzeug /3/ auszugehen. Unter Berücksichtigung einer Leer- und einer Vollfahrt berechnet sich ein mittleres Fahrzeuggewicht **W** von ca. 28 t je LKW.

Unter Berücksichtigung der insgesamt zu transportierenden Massen und der anzusetzenden Zuladung /3/ berechnet sich die Anzahl an Transportfahrzeugen gemäß nachfolgender Tabelle.

Tabelle 6-4: Anzahl Transportfahrten

Bereich	Durchsatz [t/a]	Zuladung [t/Fzg.]	Anzahl LKW [Fzg/a]
Abholung Material	300.000	25	12.000

Die Zufahrt der Transportfahrzeuge zur Betriebsfläche erfolgt aus Süden von der Straße „Krim“ kommend nach Norden über einen neu einzurichtenden Fahrweg und dann über die vorhandene Gemeindestraße nach Westen. Es wird hierfür eine Entfernung von etwa 1.000 m abgeschätzt. Die Ausfahrt erfolgt auf dem gleichen Weg zurück, so dass für eine „Abholfahrt“ eine Fahrstrecke von ca. 2.000 m berücksichtigt werden muss. In einer konservativen Betrachtungsweise wurden alle Fahrwege im Sinne der VDI-Richtlinie 3790 Blatt 4 als „unbefestigt“ betrachtet. Unabhängig dessen sollte aus Gründen des Immissionsschutzes die Ausführung des Zufahrtsbereichs zur öffentlichen Straße „Krim“ „befestigt“ ausgeführt werden (asphaltiert), um eine Verschleppung von Verschmutzungen zu vermeiden.

Fahrzeugcharakteristik und Verkehrsaufkommen Radlader

Die Abbau- und Umschlagvorgänge erfolgen unter Nutzung von Radladern und/oder Hydraulikbaggern. Der Einsatz eines Baggers erfolgt quasi-stationär, so dass hier keine Fahrwegemissionen zu berücksichtigen sind. Zur Angabe von Fahrwegemissionen wird ausschließlich der Einsatz von Radladern angenommen. Es wird von einem Radlader mit einem Einsatzgewicht von im Mittel 24 t und einem Schaufelvolumen von 5 m³ ausgegangen /4/. Die Anzahl der Fahrbewegungen erfolgt unter Berücksichtigung der Transportmasse je Fahrt. Bei einer angenommenen, mittleren Schüttdichte von 1,8 t/m³ berechnet sich eine Kippmasse von ca. 9 t je Schaufelladung bei 100% Füllgrad.

Der Einsatz der Radlader erfolgt zum Ausbau der Kiese und Sande im Bereich der Abbaufelder. Das abgebaute Material wird von der Abbaustelle zum nächstgelegenen Aufgabepunkt der Förderbandanlage transportiert. Da das Förderband entsprechend dem Abbaufortschritt mitgeführt wird, wird eine mittlere Fahrstrecke von maximal 200 m abgeschätzt (hin- und zurück).

Weiterhin werden Radlader zur Verladung der Transportfahrzeuge sowie zur Beschickung der Brecheranlage eingesetzt. Hierbei werden nur geringe Fahrwege mit jeweils einer Fahrstrecke von 20 m abgeschätzt.

Es berechnet sich für den Radlader ein Fahrzeugaufkommen entsprechend **Tabelle 6-5**.

Tabelle 6-5: Anzahl Radladerfahrten

Vorgang	EQ	Transport- masse [t/a]	Anzahl Fahrzeuge [Fzg./a]	Fahrstrecke (hin- und zurück) [m]
Abbau	2	300.000	33.333	200
Umschlag	4	300.000	33.333	20
Behandlung/Brecher	4	15.000	1.667	20

Fahrwegemissionen

Die Berechnung der Fahrwegemissionen erfolgt für die unbefestigten Fahrwege entsprechend der VDI-Richtlinie 3790 Blatt 4 /13/.

Im Bereich der befestigten Fahrwege wird als Konventionswert eine *Flächenbelastung* s_L von 5 g/m² abgeschätzt (mäßige Verschmutzung) /9/. Für die unbefestigte Fahrwege wird der *Feinkornanteil* s im Fahrbahnbelag mit 4,8 % abgeschätzt was Fahrwegen im Bereich der Sand-/Kiesverarbeitung entspricht /15/.

Als Emissions-Minderungsmaßnahme gilt die Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit. Dies kann durch die Wahl eines entsprechenden Wertes für die *Maßnahmenwirksamkeit* k_m rechnerisch berücksichtigt werden. Im Bereich des Betriebsgeländes sind wegen der Platzverhältnisse nur niedrige Fahrgeschwindigkeiten zu erwarten. Für alle Fahrzeuge wird von „Schrittgeschwindigkeit“ (≤ 10 km/h) ausgegangen /3/. Die Berechnungsansätze gehen von einer mittleren Fahrgeschwindigkeit von etwa 30 km/h aus. Die VDI 3790, Blatt 4 stellt hierbei fest, dass eine Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit von 30 km/h auf 20 km/h mit einer *Maßnahmenwirksamkeit* k_m von 0,2 (also 20%) zu berücksichtigen ist. Eine weitere Reduzierung auf 10 km/h bedingt den Ansatz eines Wertes der *Maßnahmenwirksamkeit* k_m von 0,4. Dieser Wert wird auch von der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg empfohlen /9/.

Bei der Staubaufwirbelung spielt es eine erhebliche Rolle, ob die überfahrene Strecke trocken oder durch Niederschlagsereignisse feucht ist. Dies geht in die Betrachtungen über die Regentage ein, für die es in der VDI 3790, Blatt 4 /13/ regionsbezogene Angaben gibt. Die *Anzahl der Regentage* p (Tage pro Jahr mit mindestens 1 mm Niederschlag) beträgt im Bereich Schalkholz zwischen 140 und 150 /13/. Angesetzt werden 140 Regentage im Jahr.

Es berechnen sich die in den nachfolgenden Tabellen angegebenen verkehrsbedingten Emissionsfaktoren. Unter Berücksichtigung der jeweiligen Wegstrecke und der Betriebszeit (4.000 h/a) können für die einzelnen Korngrößenklassen die Fahrwegemissionen berechnet werden.

Tabelle 6-6: Ermittlung der verkehrsbedingten Emissionen (1)

Beschreibung Fahrweg	Quelle ID	Fahrweg befestigt/ unbefestigt	Fahrzeug-art	Gewicht Fahrzeug W [t]	Flächen- belastung SL [g/m ²]	Feinkorn- anteil im Belag s [%]	Wirksamkeit Min- derung kM [-]	Anzahl Regentage > 1mm p [d/a]	Emissions-Faktoren nach VDI 3790-4			
									PM2,5 [g/m ³ Fz]	PM10 [g/m ³ Fz]	PM30 [g/m ³ Fz]	Ges-Staub (Ansatz TNU) [g/m ³ Fz]
Transportverkehr	1A	unbefestigt	LKW	28	-	4,8	0,4	140	0,020	0,195	0,770	1,951
Transportverkehr	1B	unbefestigt	LKW	28	-	4,8	0,4	140	0,020	0,195	0,770	1,951
Abbau	2	unbefestigt	Radlader	24	-	4,8	0,4	140	0,018	0,182	0,718	1,820
Umschlag	4	unbefestigt	Radlader	24	-	4,8	0,4	140	0,018	0,182	0,718	1,820
Behandlung	4	unbefestigt	Radlader	24	-	4,8	0,4	140	0,018	0,182	0,718	1,820

Tabelle 6-7: Ermittlung der verkehrsbedingten Emissionen (2)

Beschreibung Fahrweg	Quelle ID	Fahrzeugart	Strecke Hin- und Rückfahrt [m]	Anzahl Fahrten [N]	Emissionsfaktor nach Klassen			
					pm-1 [g/m ³ Fz]	pm-2 [g/m ³ Fz]	pm-3 [g/m ³ Fz]	pm-4 [g/m ³ Fz]
Transportverkehr	1A	LKW	1.040	12.000	0,020	0,176	0,575	1,181
Transportverkehr	1B	LKW	960	12.000	0,020	0,176	0,575	1,181
Abbau	2	Radlader	200	33.333	0,018	0,164	0,536	1,102
Umschlag	4	Radlader	20	33.333	0,018	0,164	0,536	1,102
Behandlung	4	Radlader	20	1.667	0,018	0,164	0,536	1,102

Tabelle 6-8: Ermittlung der verkehrsbedingten Emissionen (3)

Beschreibung Fahrweg	Quelle ID	Betriebs- stunden [h/a]	Emission				Emission				
			pm-1 [g/s]	pm-2 [g/s]	pm-3 [g/s]	pm-4 [g/s]	pm-1 [kg/a]	pm-2 [kg/a]	pm-3 [kg/a]	pm-4 [kg/a]	pm1-pm-4 [kg/a]
Transportverkehr	1A	4.000	0,0169	0,1522	0,4982	1,0235	243	2.191	7.174	14.739	24.348
Transportverkehr	1B	4.000	0,0156	0,1405	0,4599	0,9448	225	2.023	6.622	13.605	22.475
Abbau	2	4.000	0,0084	0,0758	0,2483	0,5101	121	1.092	3.576	7.346	12.135
Umschlag	4	4.000	0,0008	0,0076	0,0248	0,0510	12	109	358	735	1.213
Behandlung	4	4.000	0,0000	0,0004	0,0012	0,0026	1	5	18	37	61

6.2.4 Staubemissionen durch Behandlung

Das abgebaute Material (300.000 t/a) wird mittels Förderbänder zur Aufbereitungsanlage im Bereich der Betriebsfläche transportiert. Die Aufbereitungsanlage sieht die Klassierung des Rohstoffes in die Fraktion 0-2, 2-8, 8-16, 16-32 mm im Nassen vor. Das anfallende Überkorn > 32 mm wird über den vorhandenen Kegelbrecher gebrochen. Die Klassierung erfolgt über 2 Siebmaschinen mit Kiessandwäsche. Das klassierte Material wird auf offene Halden abgeworfen, zwischengelagert und per Radlader auf LKW zum Abtransport verladen. Ein Teil des Materials wird aus dem Prozess abgetrennt, zwischengelagert und dem Brecher zugeführt. Das gebrochene Material wird mittels Radlader wieder der Klassierung zugeführt, die Aufgabe erfolgt mittels Radlader. Es wird hierfür von einer Materialmenge von etwa 15.000 t/a ausgegangen /4/.

Zur Beschreibung der Staubemissionen aus dem Brechvorgang wird auf die Ergebnissen des UFOPLAN-Projektes „Minderung diffuser Staubemissionen bei mobilen Brechern“ /16/ zurückgegriffen. Hierbei wird der Einsatz eines Prallbrechers für Beton und Ziegel sowie Emissionsminderungsmaßnahmen durch Befeuchtung berücksichtigt. In dem angegebenen Emissionsfaktor sind die Staubemissionen durch die Materialaufgabe, den Output-Abwurf sowie die Aufnahme des gebrochenen Materials durch einen Radlader bereits enthalten – eine separate Berücksichtigung dieser staubverursachenden Einzelvorgänge erfolgt deshalb nicht.

Der gesamt Klassierprozess erfolgt als „Nassabsiebung“, so dass davon auszugehen ist, dass keine relevanten Staubemissionen entstehen können. Dies betrifft auch die nach der Klassierung erfolgenden Materialabwürfe auf Halde. In einer konservativen Abschätzung wird von einem Emissionsfaktor ausgegangen, der etwa 10 % des Brechvorgangs entspricht.

Untersuchungen der Bauschutttaufbereitung durch das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie ergaben PM₁₀-Anteile am Schwebstaub von 25 % (unzerkleinertes Material) und 20 % (zerkleinertes Material) /17/. Allgemeine Empfehlungen des UBA nennen 20 %. Für die vorliegende Untersuchung wird ein PM₁₀-Anteil von 25 % angesetzt. Der Anteil PM_{2,5} an PM₁₀ wird mit 50% angesetzt.

Tabelle 6-9: Emissionen Aufbereitungsanlage

Aggregat	Quelle ID	Durchsatz [t/a]	Emissionsfaktor Gesamtstaub [g/t]	Betriebszeit	Staubemission				
					[kg/a]	[g/h]	Klasse-1 [g/s]	Klasse-2 [g/s]	Klasse-u [g/s]
Brecher	4	15.000	10	4.000	150	38	0,0013	0,0013	0,0078
Nassabsiebung	4	300.000	1	4.000	300	75	0,0026	0,0026	0,0156

6.2.5 Staubemissionen durch Abwehung

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

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

Im Auftrag der VGB PowerTech e.V. wurden an Steinkohlehalden umfangreiche Messungen durchgeführt /18/. Die Ergebnisse zeigen, dass die PM₁₀-Immissionen durchweg gering sind.

Die Staubneigung für feuchte Steinkohle wird in der VDI 3790 Blatt 3 als „nicht wahrnehmbar“ eingestuft. Für weitere Schüttgüter kann mit den Einstufungen nach Anhang A und B der VDI 3790 Blatt 3 die Haldenabwehungen abgeschätzt werden. Hierbei sind die folgenden Abwehungsfaktoren nach der jeweiligen Staubneigung anzusetzen. Die Abstufungen erfolgen gemäß **Tabelle 6-10**.

Tabelle 6-10: Abwehungsfaktoren in Abhängigkeit der Staubneigung

Materialeigenschaft optische Staubneigung	Abwehungsfaktor in g/(m ² h)
stark staubend	0,443
(mittel) staubend	0,140
schwach staubend	0,044
Staub nicht wahrnehmbar	0,014

Für die ausgebauten Kiese und Sande ist auf Grund der Materialstruktur, der Korngröße sowie der Materialfeuchte keine relevante Abwehungsneigung anzunehmen. Dies betrifft auch die Materialfraktionen nach der Aufbereitung durch die Nassklassierung. Dennoch besteht die Möglichkeit, dass durch Verschmutzung der Verkehrswege und Abtrocknungsvorgänge ein gewisses Angebot an abwehungsfähigem Material entsteht. Dies betrifft den jeweils aktuellen Abbaubereich (geschätzt ca. 12.000 m²) sowie Teilbereiche der Betriebsfläche (geschätzt ca. 4.000 m²). Bereiche ohne aktive Abbauvorgänge und Umschlagsprozesse sind nicht relevant für Windabwehungen.

Gemäß der Klassifizierung der gehandhabten Materialien kann ein Emissionsfaktor von 0,014 g/(m²*h) für PM₁₀ abgeschätzt werden.

Eine Befeuchtung durch Niederschläge oder künstliche Befeuchtung mindert die Staubfreisetzung. Dies wird hier jedoch nicht berücksichtigt.

Unterhalb einer Windgeschwindigkeit von ca. 4 m/s bis 5 m/s (gemessen in 10 m Höhe) kommt es praktisch zu keinen Abwehungen. Bei Jahresmittelwerten der Windgeschwindigkeit von weniger als 2 m/s bis 3 m/s kann der Anteil von Staubabwehungen an der Gesamtstaubemission in der Regel vernachlässigt werden /5/, /18/.

Gemäß der verwendeten Windstatistik ist am Standort in etwa 62 % der Jahresstunden mit Windgeschwindigkeiten > 2,4 m/s zu rechnen (siehe **Abbildung 7-4**). Die Emissionen werden für die Ausbreitungsrechnung über eine entsprechende „Meteo-Matrix“ wiedergegeben, d.h. nur in den zeitlichen Stundenabschnitten mit Windgeschwindigkeiten ab 2,4 m/s werden die ausgewiesenen Emissionen berücksichtigt.

Es ergeben sich die in **Tabelle 6-11** aufgeführten Staubemissionen. Es wird hierbei vereinfachend von einer kontinuierlichen Emission über das gesamte Jahr ausgegangen (8.760 h/a). Die resultierenden Emissionen werden zu jeweils 50 % auf die beiden Korngrößenklassen pm-1 und pm-2 aufgeteilt.

Tabelle 6-11: Staubemissionen durch Abwehungen

Beschreibung	Quelle ID	Relevante Oberfläche [m ²]	Häufigkeit Wind > 2,5 m/s [%]	Emissions- Faktor [g/(m ² *h)]	Emission [kg/a]	pm-1 [g/s]	pm-2 [g/s]
Abbaubereich	3	12.000	62%	0,014	912	0,023	0,023
Betriebsfläche	5	4.000	62%	0,014	304	0,008	0,008

7 Immissionen

7.1 Ausbreitungsrechnung

7.1.1 Ausbreitungsmodell

Die Ausbreitungsrechnungen wurden mit dem Programmsystem AUSTAL durchgeführt. Es wurde die Programmversion 3.2.1-WI-x vom 01.08.2023 verwendet. Das Modell berechnet die Ausbreitung von Spurenstoffen in der Atmosphäre, indem für eine Gruppe repräsentativer Stoffteilchen der Transport und die turbulente Diffusion auf dem Computer simuliert wird (Lagrange-Simulation). Es stellt das offizielle Referenzmodell der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) dar. Die verwendete AUSTAL-Programmversion 3 bezieht sich auf die TA Luft 2021 und ist Nachfolger von AUSTAL2000, welche sich noch auf die TA Luft 2002 bezieht.

7.1.2 Rechengitter

Gemäß Nr. 7 des Anhangs 3 der TA Luft umfasst das Rechengebiet das Innere eines Kreises um den Ort der Quelle, dessen Radius das 50fache der Schornsteinbauhöhe ist. Als kleinster Radius ist 1 km zu wählen. Tragen mehrere Quellen zur Zusatzbelastung bei, dann besteht das Rechengebiet aus der Vereinigung der Rechengebiete der einzelnen Quellen. Das Immissionsmaximum muss im Rechengebiet enthalten sein. Das Raster zur Berechnung von Konzentration und Deposition ist so zu wählen, dass Ort und Betrag der Immissionsmaxima mit hinreichender Sicherheit bestimmt werden können. Dies ist in der Regel der Fall, wenn die horizontale Maschenweite die Schornsteinbauhöhe nicht überschreitet. In Quellentfernungen größer als das 10fache der Schornsteinbauhöhe kann die horizontale Maschenweite proportional größer gewählt werden.

Im vorliegenden Fall sind auf Grund der bodennahen diffusen Emissionen die höchsten Immissionen in der näheren Umgebung der Anlage zu erwarten. Daraus folgt ein Beurteilungsgebiet mit einem Radius von mindestens 1.200 m um das Zentrum des Abbaubetriebes. Das gewählte Rechengitter beinhaltet das Untersuchungsgebiet sowie alle relevanten Quellen und Immissionsorte, den Ersatzanemometerstandort und den Ort des Immissionsmaximums. Das so erstellte Rechengitter hat die in **Tabelle 7-1** dargestellten Ausmaße.

Tabelle 7-1: Rechengitter

Stufe Nr.	Zentrum X Koord. [m] (x0)	Zentrum Y Koord. [m] (y0)	Anzahl Zellen X-Achse (nx)	Anzahl Zellen Y-Achse (ny)	Zellen-Grösse [m] (dd)	X-Länge [m]	Y-Länge [m]
1	516519,0	6010170,0	106	92	10,0	1060,0	920,0
2	516529,0	6010130,0	64	60	20,0	1280,0	1200,0
3	516129,0	6010050,0	64	60	40,0	2560,0	2400,0

(Koordinatenangaben UTM, WGS84)

7.1.3 Berücksichtigung von Gebäudeeinflüssen

Gebäude können die Luftströmung beeinflussen. Beim Anströmen eines Hindernisses wird die Luft nach oben und zur Seite abgedrängt. Bei der Umströmung bildet sich vor dem Hindernis ein Stauwirbel und hinter dem Hindernis ein Rezirkulationsgebiet. Wenn Abgase in diesen Bereichen emittiert werden oder auf dem Ausbreitungsweg in diesen Bereich gelangen, werden sie in Richtung

Erdboden transportiert, was zu einer Erhöhung der Konzentration von Luftbeimengungen in Bodennähe führen kann.

Einflüsse von Bebauung auf die Immissionen im Rechengebiet sind gemäß TA Luft, Anhang 2 Nr. 11 zu berücksichtigen. Maßgeblich für die Wahl der Vorgehensweise zur Berücksichtigung der Bebauung sind alle Gebäude, deren Abstand von der Emissionsquelle geringer ist als das 6fache der Schornsteinbauhöhe. Befinden sich die immissionsseitig relevanten Aufpunkte außerhalb des unmittelbaren Einflussbereiches dieser höheren Gebäude (beispielsweise außerhalb der Rezirkulationszonen gemäß VDI 3781, Blatt 4), können die Einflüsse der Bebauung auf das Windfeld und die Turbulenzstruktur mit Hilfe des in AUSTAL3.1 implementierten diagnostischen Windfeldmodells berücksichtigt werden.

Im Bereich um die betrachteten Emissionsquellen befinden sich keine Baukörper, die einen relevanten Einfluss auf die Ausbreitung der Luftschadstoffe nehmen könnten.

7.1.4 Berücksichtigung von Geländeeinflüssen

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

Entsprechend TA Luft, Anhang 3 Nr. 11 sind Geländeunebenheiten zu berücksichtigen, falls innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7fachen der Schornsteinbauhöhe und Steigungen von mehr als 1:20 (0,05) auftreten. Ein mesoskaliges diagnostisches Windfeldmodell (z.B. TALdia) kann i.d.R. eingesetzt werden, wenn die Steigung des Geländes den Wert 1:5 (0,20) nicht überschreitet und wesentliche Einflüsse von lokalen Windsystemen oder anderen meteorologischen Besonderheiten ausgeschlossen werden können.

Das Gelände im Rechengebiet ist überwiegend flach und es liegen Geländesteigungen von weniger als 1:20 vor. In einzelnen Bereichen sind Steigungen zwischen 1:20 und 1:5 vorhanden (maximal 1:7 – 0,15). Zur Berücksichtigung des Geländeeinflusses in den Ausbreitungsrechnungen wird ein digitales Geländemodell verwendet. Die Windfeldberechnungen werden mit dem diagnostischen Modell TALdia durchgeführt.

7.1.5 Rauigkeitslänge

Die Bodenrauigkeit des Geländes wird durch eine mittlere Rauigkeitslänge z_0 beschrieben. Sie ist nach Tabelle 15 in Anhang 2 der TA Luft /1/ aus den Landnutzungsklassen des Landbedeckungsmodells Deutschland (LBM-DE) für ein kreisförmiges Gebiet um den Schornstein zu bestimmen, dessen Radius das 15fache der Bauhöhe des Schornsteins beträgt. Als Mindestradius wird 150 m empfohlen. Sofern Gebäude modellhaft berücksichtigt werden (siehe nachfolgendes Kapitel) sollten

diese nicht für die Bestimmung der Rauigkeitslänge einbezogen werden. Die gemäß den „Landnutzungsklassen des Landbedeckungsmodells Deutschland“ festgelegten Werte sind entsprechend zu korrigieren.

Der Bereich des geplanten Abbaugebietes wird derzeit hauptsächlich landwirtschaftliche (Acker, Wiesen, Weiden) genutzt. Hierfür sind gemäß LBM-DE geringe Rauigkeitslängen von 0,10 m festzustellen. Für Abbauflächen sind ebenfalls geringe Rauigkeitslängen von 0,05 m anzusetzen. Direkt nördlich des Abbaugebietes befinden sich Waldflächen, hier liegen gemäß LBM-DE Rauigkeitslängen zwischen 1,5 m und 2,0 m vor. Die im Osten befindlichen Bereiche mit Wohngebäuden können mit einer Rauigkeitslänge von 1,0 m veranschlagt werden. Für eine Kreisfläche mit dem Radius von 800 m, welche das Abbaugebiet sowie die umliegenden Immissionsorte einschließt, kann eine mittlere Rauigkeitslänge von 0,24 m berechnet werden. Unter Berücksichtigung einer durch den fortschreitenden Abbaubetrieb zukünftig abnehmenden Bodenrauigkeit erscheint für die Ausbreitungsrechnungen der Ansatz einer Rauigkeitslänge von $z_0 = 0,20 \text{ m}$ als sachgerecht.

7.1.6 Genauigkeitsklasse

Die mittels Ausbreitungsrechnung mit Lagrange'schen Partikelmodellen ermittelten Immissionskenngrößen besitzen eine statistische Unsicherheit, die in direktem Zusammenhang mit der angesetzten Partikelzahl steht. Die berechneten Immissionswerte sind – mit Ausnahme der Maximalwerte – um diese statistische Unsicherheit zu erhöhen. Gemäß Anhang 3, Nr. 9 der TA Luft ist außerdem sicherzustellen, dass die statistische Unsicherheit 3,0 vom Hundert des Immissionsjahreswertes nicht überschreitet.

Der höchste statistische Stichprobenfehler, der vom Modellsystem AUSTAL ausgewiesen wird, liegt bei 100 % des jeweiligen Rechenwertes. Wenn bei Stoffen mit einer Irrelevanz von 3 vom Hundert des Jahres-Immissionswertes die Irrelevanzkriterien eingehalten sind, ist die maximal mögliche statistische Unsicherheit daher ebenfalls kleiner als 3 vom Hundert des Jahres-Immissionswertes. Die Anforderungen des Anhang 3, Nr. 9 der TA Luft sind also (bei Stoffen mit einer Irrelevanz von 3 vom Hundert) bei irrelevanter Zusatzbelastung eingehalten.

Die Partikelzahl wird über die Wahl der Qualitätsstufe der Ausbreitungsrechnung bestimmt. Als Genauigkeitsklasse wird der Wert $qs = 2$ gewählt. Dies ist aufgrund der Verteilung und der Anzahl der Quellen im Untersuchungsgebiet sachgerecht. Die Vorgaben zur statistischen Unsicherheit werden eingehalten (vgl. Kapitel 7.5).

7.1.7 Korngrößenverteilung

Der Anteil der Partikel $< 10 \mu\text{m}$ (PM_{10}) bei Schüttgütern wie sie hier betrachtet werden, beträgt an den Gesamtstaubemissionen lt. dem Hintergrundpapier zum Thema Staub/Feinstaub für den Schüttgutumschlag vom Umweltbundesamt allgemein 20 % /19/. Der PM_{10} -Anteil liegt in der Praxis bei Schüttgütern die hier in Rede stehen nach unserer Erfahrung deutlich darunter. Nachfolgend wird der Anteil an PM_{10} als Annahme zur sicheren Seite mit 20 % angesetzt.

Für die Klassierung nach TA Luft Anhang 3 Nr. 4 werden die Korngrößenklasse *unbekannt* (PM-u) mit 80 % und die Korngrößenklassen 1 und 2 (PM-1 und PM-2) mit jeweils 10 % angenommen.

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

Tabelle 7-2: Korngrößenverteilung der Staubemissionen

	pm-1	pm-2	pm-3	pm-4	pm-u
Bereich Korngröße in µm	< 2,5	2,5 – 10	10 – 50	> 50	-
Depositionsgeschwindigkeit ¹⁾ in m/s	0,001	0,01	0,05	0,2	0,07
Sedimentationsgeschwindigkeit ²⁾ in m/s	0,00	0,00	0,04	0,15	0,06
Einheit	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Umschlagvorgänge	10%	10%	-	-	80%
Behandlung	12,5	12,5	-	-	75%
Verkehr (befestigt/unbefestigt)	2/1	8/9	42/29	48/61	-
Windabwehungen	50%	50%	-	-	-

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

²⁾ Absinkgeschwindigkeit infolge der Schwerkraft

7.1.8 Quellkonfiguration

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

Der Abbauplan sieht vor, dass immer nur in begrenzten Abbaufeldern Betriebsvorgänge stattfinden. Entsprechend der im norddeutschen Raum vorliegenden Hauptwindrichtung aus Westen sind die höchsten Immissionen im Bereich der Beurteilungspunkte östlich der Emissionsquellen zu erwarten. Unter Berücksichtigung einer möglichst geringen räumlichen Nähe zwischen Immissionsort und Emissionsquellen sind die höchsten Staubbelastungen bei Betriebstätigkeiten in den Abbaufeldern 1 und 4 zu erwarten.

Es werden aus diesem Grund zwei Rechenvarianten betrachtet. Die Emissionsquellen zur Beschreibung der Emissionsvorgänge durch den Abbau (QUE_2 und QUE_3) liegen hierbei entweder im Südosten (Rechenvariante „Abbaufeld 1“) bzw. im Nordosten (Rechenvariante „Abbaufeld 4“).

In den nachfolgenden **Tabelle 7-3** und **Tabelle 7-4** sind für beide Rechenvarianten die Quellkonfigurationen im Hinblick auf örtliche Lage bzw. die Quellabmessungen dargestellt. Die örtliche Lage der Emissionsquellen ist aus den **Abbildung 7-1** und **Abbildung 7-2** ersichtlich.

Tabelle 7-3: Quellkonfiguration - Rechenvariante „Abbaufeld 1“

Quelle Nr.	Beschreibung	X-Koord. [m]	Y-Koord. [m]	Länge X-Richtg. [m]	Länge Y-Richtg. [m]	Länge Z-Richtg. [m]	Drehwinkel [Grad]	Emissionshöhe [m]
QUE_1A	Zufahrtsweg	516628,98	6009649,75	500,00	0,00	1,00	110	0,00
QUE_2	Abbaufeld	516375,89	6009757,62	150,00	200,00	3,00	15,61	0,00
QUE_3	Abwehng Abbaufeld	516388,43	6009927,94	150,00	80,00	1,00	287,53	0,00
QUE_4	Betriebsfläche	516075,60	6009911,37	100,00	140,00	3,00	14,04	0,00
QUE_5	Abwehng Betriebsfläch	516075,04	6010024,61	80,00	50,00	1,00	283,13	0,00
QUE_1B	Betriebsweg	516454,93	6010128,46	500,00	0,00	1,00	190	0,00

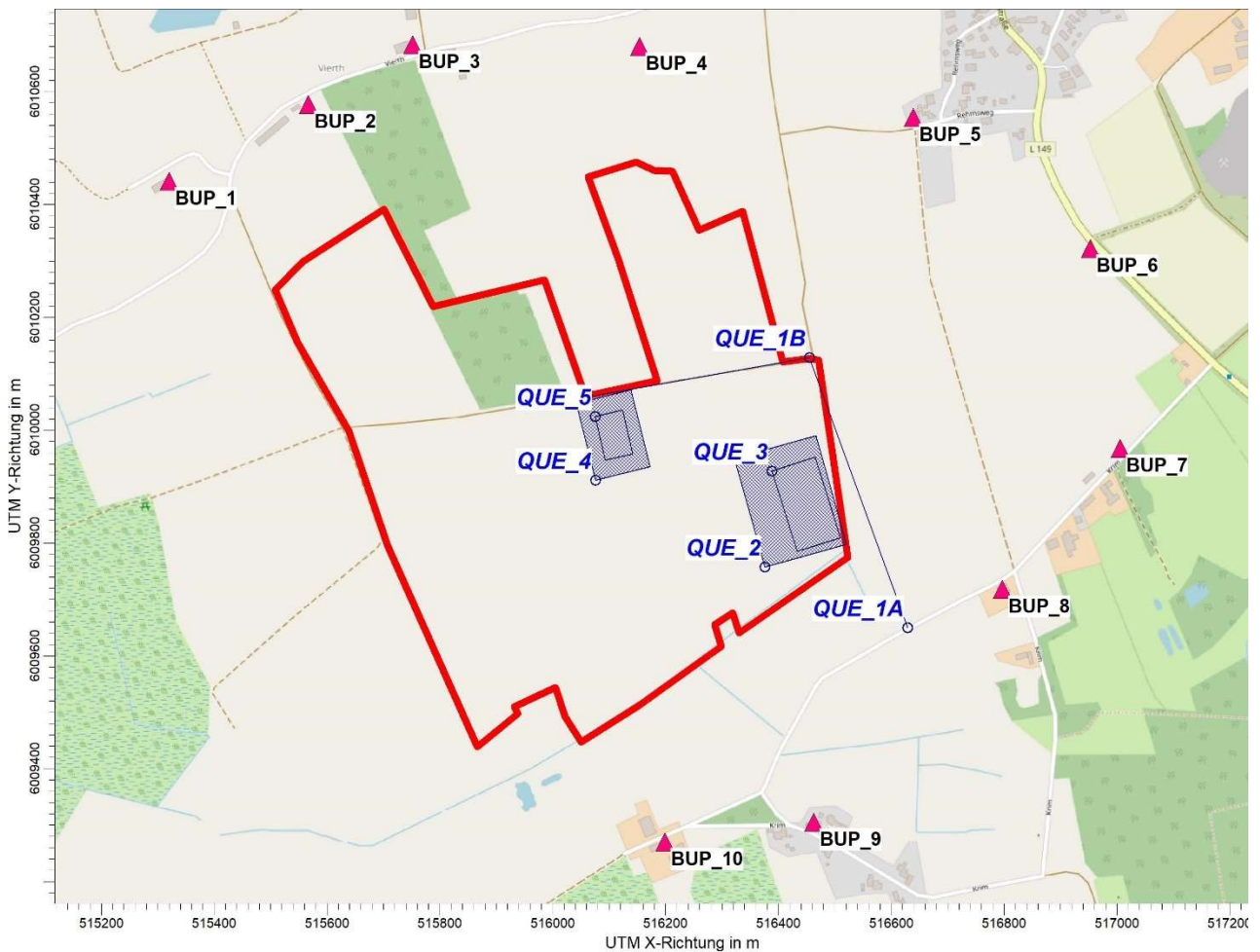


Abbildung 7-1: Quellenplan – Rechenvariante „Abbaufeld 1“

Tabelle 7-4: Quellkonfiguration - Rechenvariante „Abbaufeld 4“

Quelle Nr.	Beschreibung	X-Koord. [m]	Y-Koord. [m]	Länge X-Richtg. [m]	Länge Y-Richtg. [m]	Länge Z-Richtg. [m]	Drehwinkel [Grad]	Emissionshöhe [m]
QUE_1A	Einfahrtsbereich	516628,98	6009649,75	500,00	0,00	1,00	110	0,00
QUE_2	Abbaufeld	516144,05	6010239,04	150,00	200,00	3,00	15,61	0,00
QUE_3	Abwehng Abbaufeld	516122,95	6010405,56	150,00	80,00	1,00	287,53	0,00
QUE_4	Betriebsfläche	516075,60	6009911,37	100,00	140,00	3,00	14,04	0,00
QUE_5	Abwehng Betriebsfläch	516075,04	6010024,61	80,00	50,00	1,00	283,13	0,00
QUE_1B	Betriebsweg	516454,93	6010128,46	500,00	0,00	1,00	190	0,00

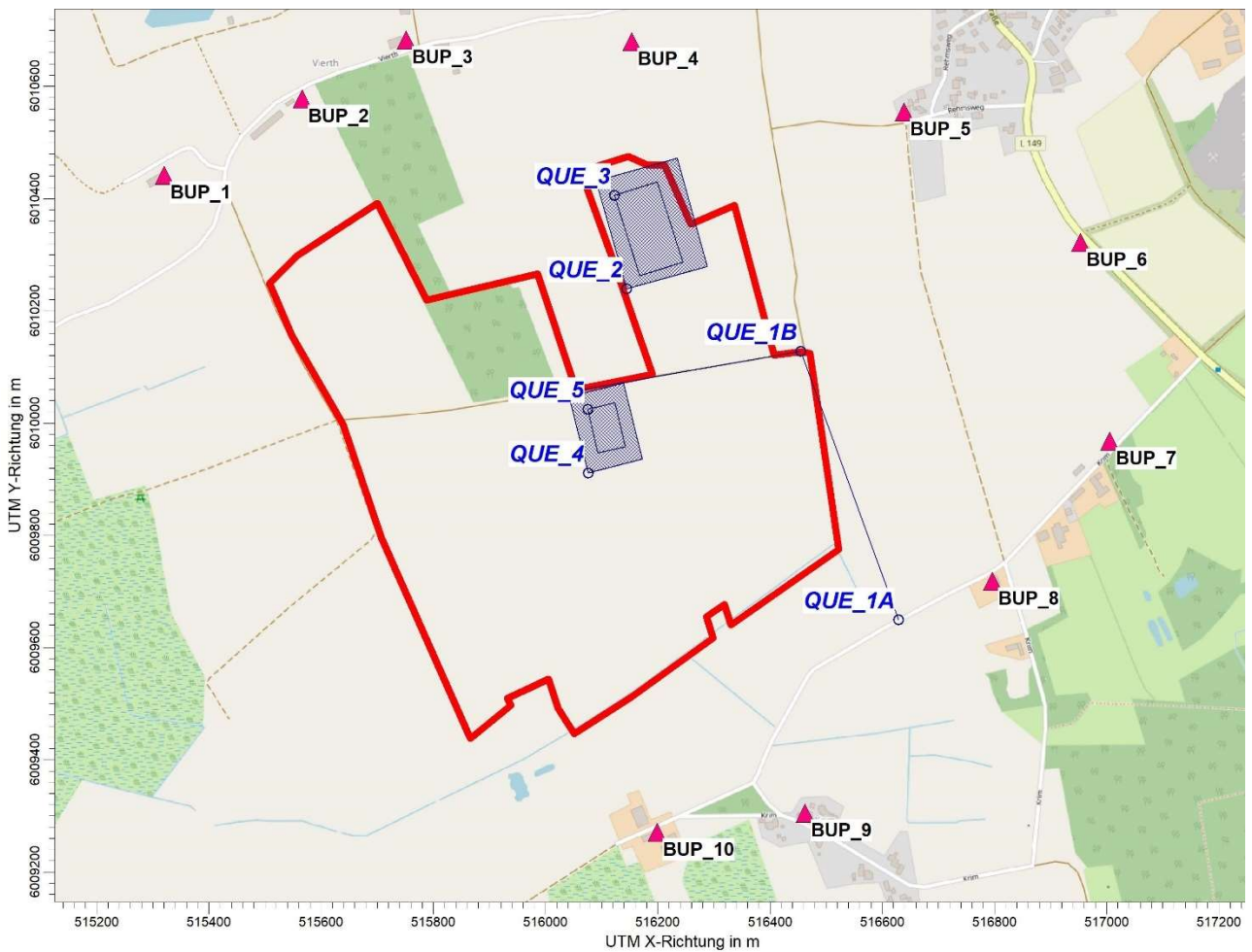


Abbildung 7-2: Quellenplan – Rechenvariante „Abbaufeld 4“

7.2 Meteorologische Daten

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

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

Im Auftrag der TÜV Nord Umweltschutz GmbH & Co. KG erfolgte durch die ifU GmbH eine detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft /6/. Im Ergebnis ist festzustellen, dass die Messdaten der Station des Deutschen Wetterdienstes (DWD) in Itzehoe nach den geprüften Kriterien am ehesten geeignet sind, die Windverhältnisse am Standort wiederzugeben. Zur Übertragung der Wetterdaten wurde im Bereich des Rechengebietes eine Ersatzanemometerposition bestimmt (UTM: 32.516750, 6010550).

Ebenfalls durch die ifU GmbH erfolgte die Ermittlung des repräsentativen Jahres für die ausgewählte Station. Als repräsentatives Jahr für die Station Itzehoe wurde aus einem Gesamtzeitraum vom 03.08.2007 bis zum 01.01.2016 das Jahr vom 01.01.2012 bis zum 31.12.2012 ermittelt.

Die Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen ist in **Abbildung 7-3** wiedergegeben, die Häufigkeitsverteilung von Windgeschwindigkeiten und Ausbreitungsklassen in **Abbildung 7-4**.

Die DWD Station Itzehoe befindet sich im Bereich des dortigen Flugplatzes „Hungrierer Wolf“ auf einer Höhe von 21 m ü. NN. Die Anemometerhöhe befindet sich 10 m über Grund. Das Umfeld der Wetterstation ist durch das Flugplatzgelände mit Rollplatz und Hangars sowie umliegende Ackerflächen geprägt, die mittlere Geländerauhigkeit wird mit 0,32 m angegeben. Die Landnutzung innerhalb des Rechengebietes wird hauptsächlich durch Weide- und Ackerflächen mit geringeren Rauigkeiten bestimmt, weshalb von etwas höheren Windgeschwindigkeiten gegenüber der Messstation auszugehen ist. Eine Korrektur der Anemometerhöhe für die Ausbreitungsrechnungen auf Grund unterschiedlicher Rauigkeiten im Rechengebiet und am Ort der Windmessung erfolgt entsprechend der Vorgabe der verwendeten Ausbreitungsklassenzeitreihe durch die Programmroutine von AUSTAL. Es wird die Anemometerhöhe **ha** von 7,8 m verwendet.

Auf Grund der kaum ausgeprägten Topografie im Umfeld des Anlagenstandortes ist davon auszugehen, dass sich lokale bodennahe Windsysteme (Kaltluftströmungen) nur schwachmächtig ausbilden. Auf die Ausbreitung von Staubemissionen durch die tagsüber stattfindenden Arbeitsvorgänge haben die lokalen Windsysteme keine Auswirkung.

Gemäß TA Luft ist neben der trockenen Deposition auch die feuchte Deposition (Staubniederschlag) zu bestimmen. Hierbei ist ein Datensatz zur stündlichen Niederschlagsmenge zu verwenden, der durch das Umweltbundesamt bereitgestellt wird (RESTNI-Datensatz). Zur Wiedergabe der Niederschläge wird auf die regionalisierten Niederschlagsmengen für den Standort 32.515942 und

6010133 im RESTNI-Datensatz zurückgegriffen. Um für die Jahreszeitreihe eine langjährige zeitliche Repräsentativität zu gewährleisten, wird jede gemessene stündliche Niederschlagsmenge mit einem Skalierungsfaktor multipliziert. Damit wird erreicht, dass die bereitgestellte Jahreszeitreihe in Summe die gleiche Niederschlagsmenge wie der langjährige Durchschnitt aufweist, die Niederschlagsereignisse aber dennoch stundengenau angesetzt werden können. Für den ausgewählten Jahreszeitraum beträgt die skalierte Niederschlagsmenge des Standortes 1.031 mm.

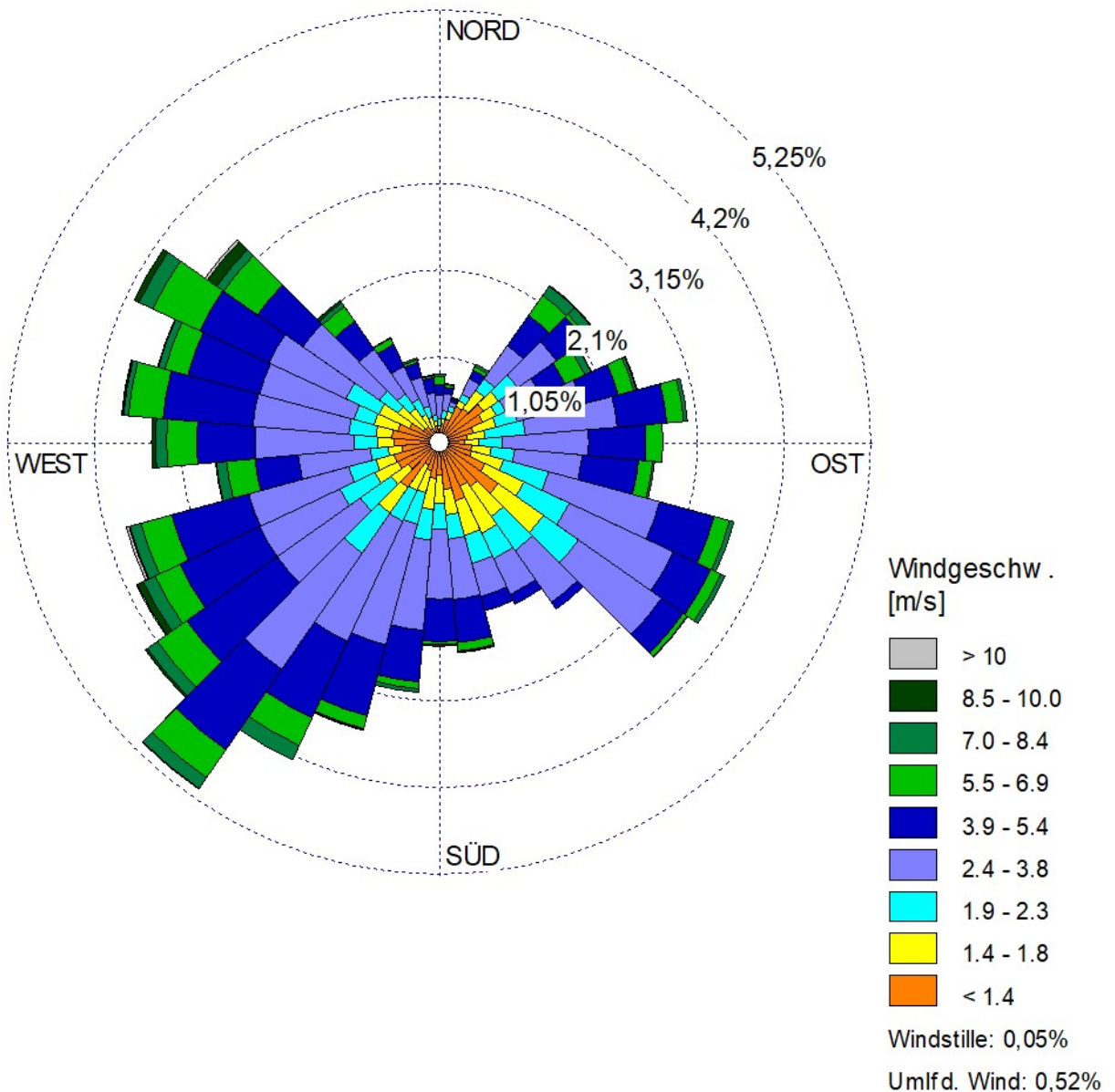


Abbildung 7-3: Windrose der Windrichtungshäufigkeit und -stärke an der Station Itzehoe für das Jahr 2012

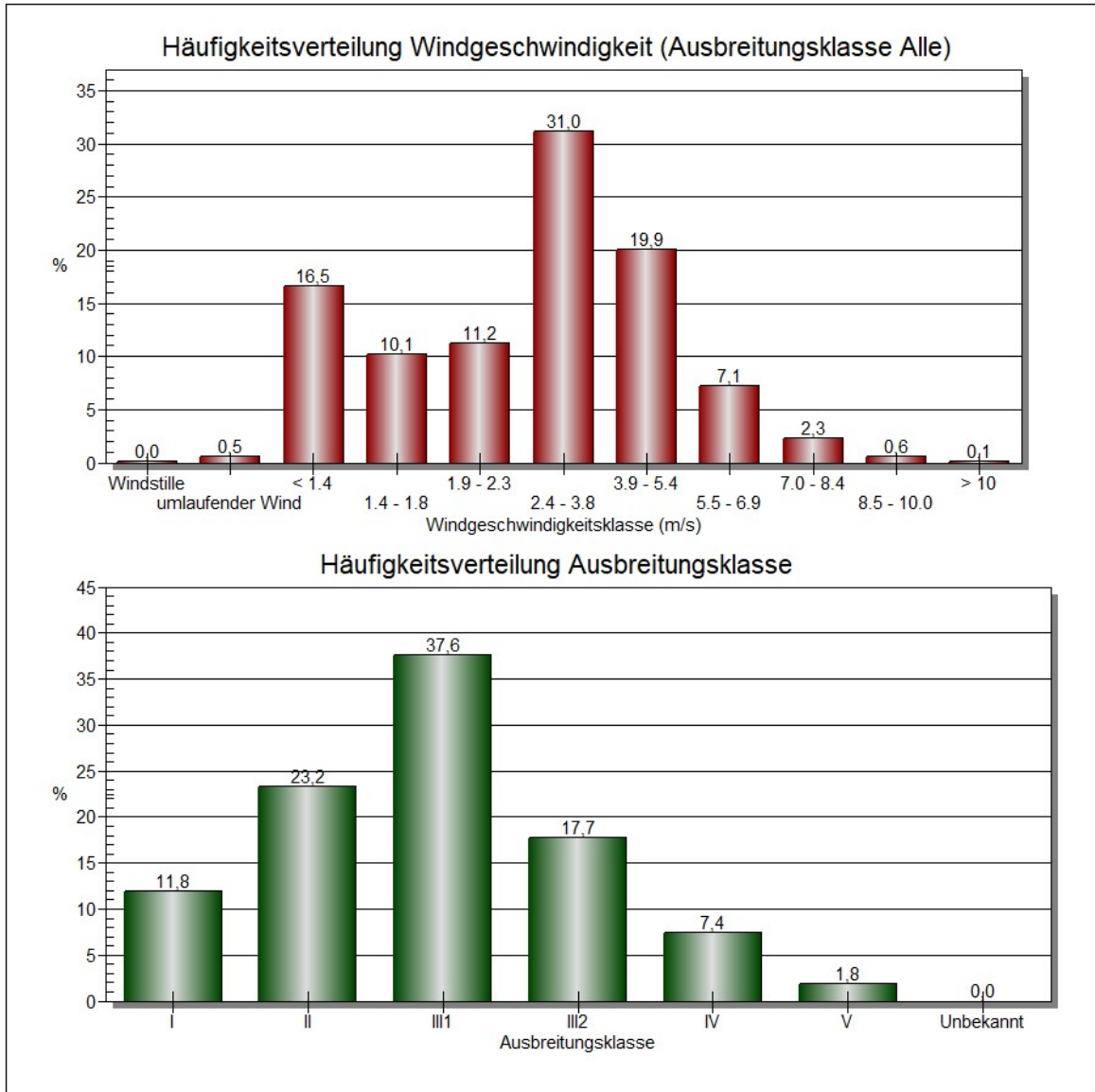


Abbildung 7-4: Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeits- und Ausbreitungsklassen der Station Itzehoe für das Jahr 2012

7.3 Ergebnisse der Immissionsprognose

7.3.1 Immissionszusatzbelastung im Bereich der Immissionsorte

Auf Basis der Berechnungsansätze für die Staubemissionen der Anlage erfolgten Ausbreitungsrechnungen mit dem Programm AUSTAL. Die Zusatzbelastungen am Immissionsort sind in **Tabelle 7-5** aufgeführt. Hierbei sind für die gemäß Kapitel 4.2 festgelegten Immissionsorte die jeweils höchsten Zusatzbelastungen aus beiden Rechenvarianten dargestellt. Zur Beurteilung der Gesamtzusatzbelastung erfolgt eine Gegenüberstellung der Immissionen mit den Immissionswerten aus Kapitel 3.

Die räumliche Verteilung der Immissionszusatzbelastung (Immissionsbeitrag Abbaubetrieb) ist in den nachfolgenden Abbildungen dokumentiert. Hierbei erfolgt nur eine Darstellung für die Rechenvariante „Abbaufeld 1“.

Tabelle 7-5: Ergebnisse Zusatzbelastung

Schwebstaub PM ₁₀	Beurteilungswert [µg/m ³]	Zusatzbelastung [µg/m ³]
BUP_1	40 (1,4)	0,4
BUP_2		0,6
BUP_3		0,7
BUP_4		1,1
BUP_5		1,0
BUP_6		0,7
BUP_7		0,9
BUP_8		2,0
BUP_9		0,2
BUP_10		0,2
Schwebstaub PM _{2,5}	Beurteilungswert [µg/m ³]	Zusatzbelastung [µg/m ³]
BUP_1	25 (0,9)	0,2
BUP_2		0,2
BUP_3		0,3
BUP_4		0,5
BUP_5		0,4
BUP_6		0,2
BUP_7		0,3
BUP_8		0,6
BUP_9		0,1
BUP_10		0,1
Staubdeposition	Beurteilungswert [g/(m ² * d)]	Zusatzbelastung [g/(m ² *d)]
BUP_1	0,35 (0,0105)	0,001
BUP_2		0,002
BUP_3		0,002
BUP_4		0,004
BUP_5		0,005
BUP_6		0,004
BUP_7		0,005
BUP_8		0,014
BUP_9		0,001
BUP_10		0,001

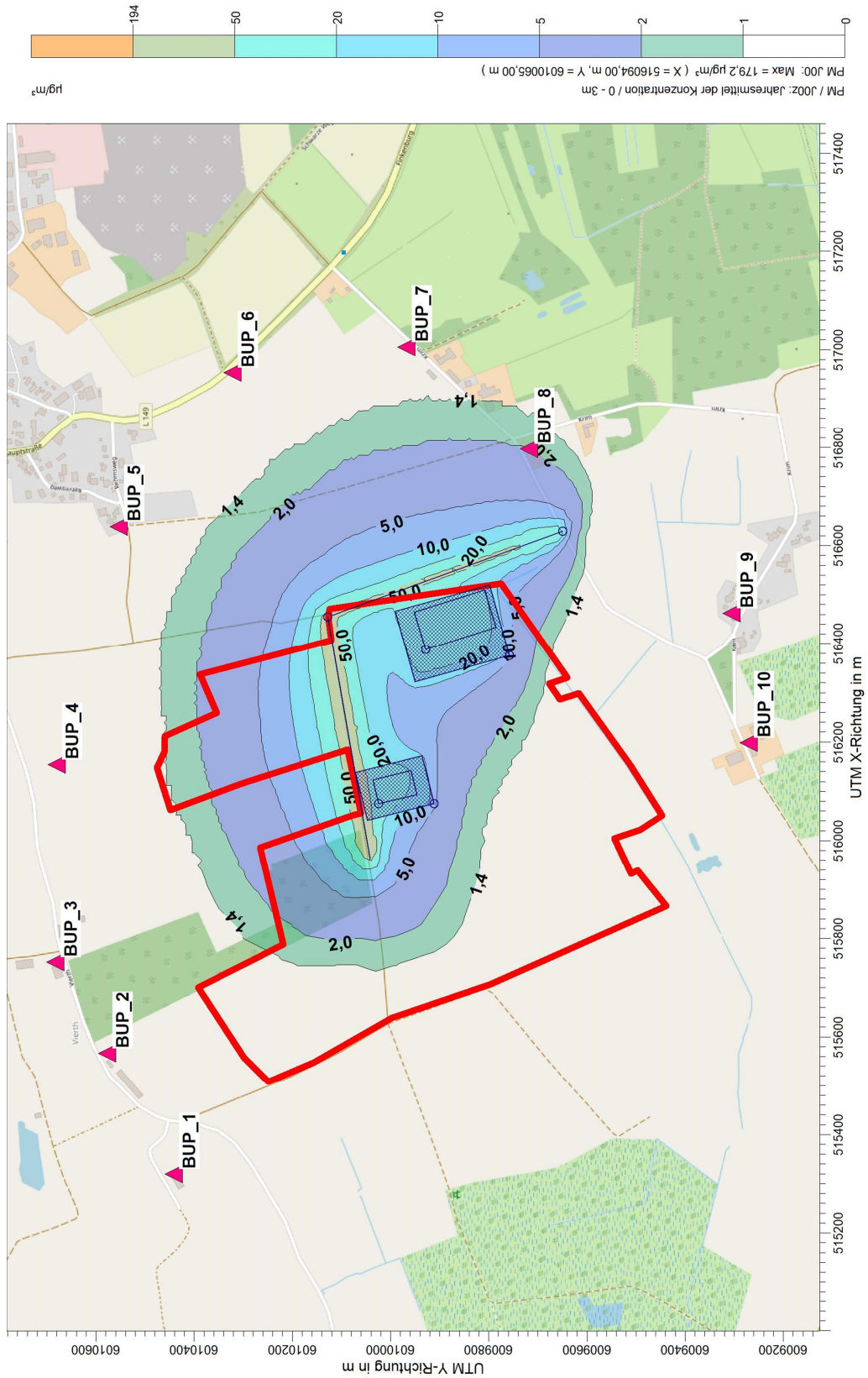


Abbildung 7-5: Zusatzbelastung PM₁₀-Konzentration [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Rechenvariante „Abbaufeld 1“

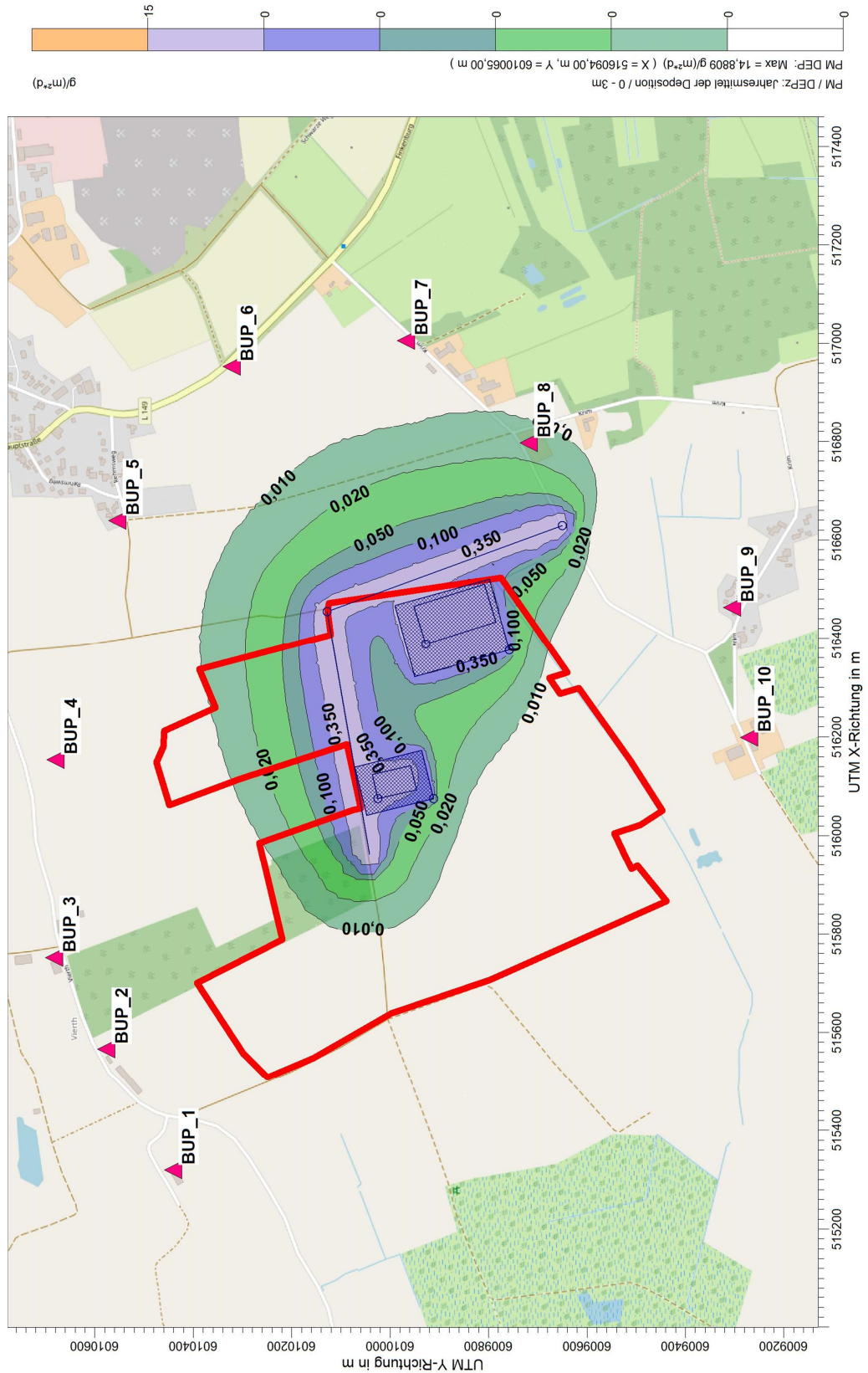


Abbildung 7-6: Zusatzbelastung Staubdeposition [g/(m²*d)]
 Rechenvariante „Abbaufeld 1“

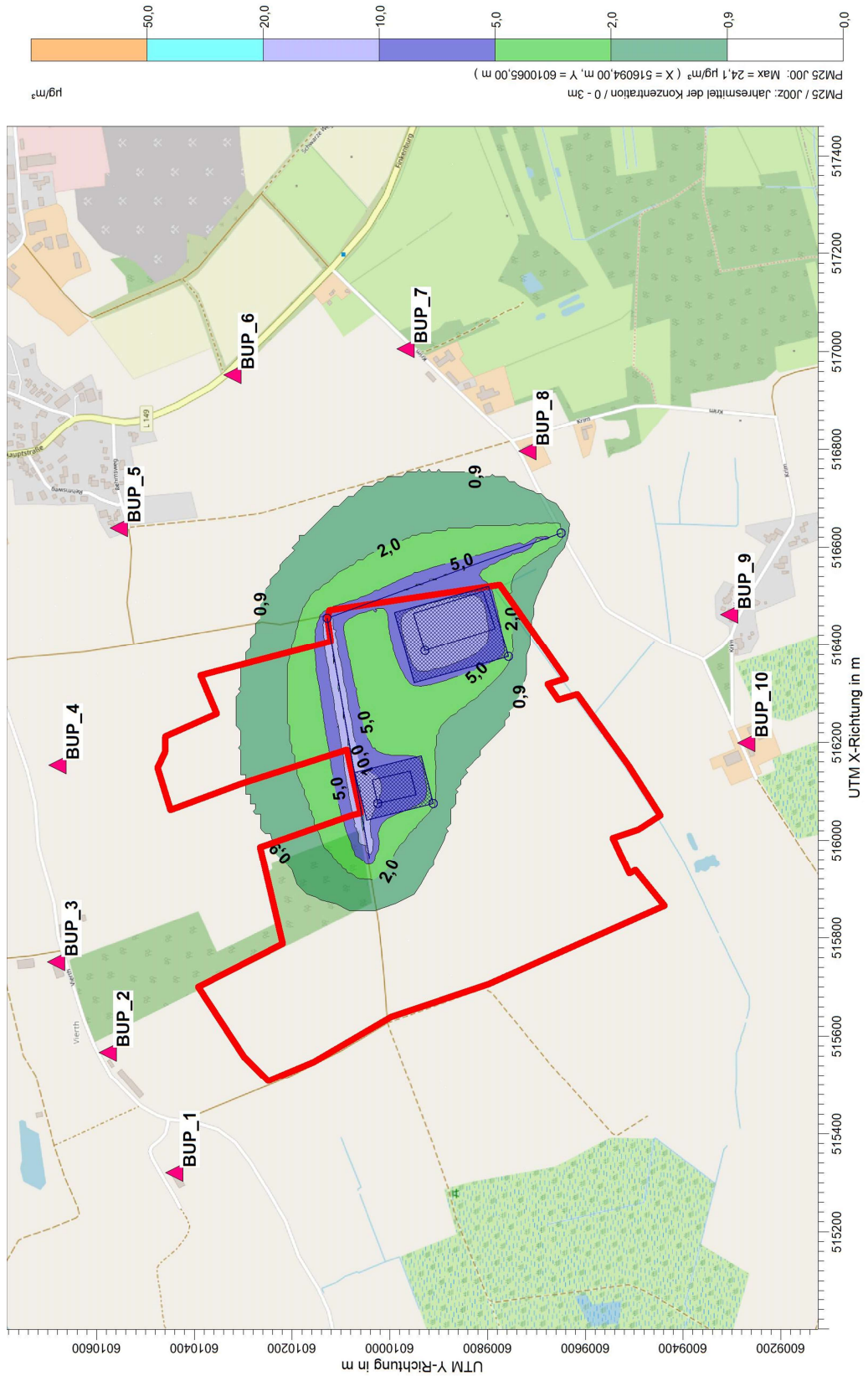


Abbildung 7-7: Zusatzbelastung PM_{2,5}-Konzentration [µg/m³]
 Rechenvariante „Abbaufeld 1“

Für die Gesamtzusatzbelastung durch das geplante Vorhaben ist festzustellen, dass am Immissionsort BUP 8 die Irrelevanzwerte für die Partikelkonzentration PM₁₀ sowie für die Staubdeposition überschritten sind. Es müssen demnach zusätzlich Aussagen zur Vor- und Gesamtbelastung erfolgen.

7.3.2 Vorbelastung Staub

Das Beurteilungsgebiet befindet sich naturräumlich im Bereich der Heide-Itzehoer Geest. Das nähere und weitere Umfeld um das Abbaugelände wird hauptsächlich durch land- bzw. forstwirtschaftliche Nutzung bestimmt. Die Belastungssituation im Bereich des geplanten Abbaubetriebes kann als „ländlich“ eingestuft werden.

In einer Entfernung von etwa 900 m östlich des geplanten Abbaustandortes befinden sich zwei weitere Kiesabbaubetriebe für die diffuse, bodennahe Staubemissionen anzunehmen sind, deren Auswirkungen jedoch auf den näheren Bereich um die Emissionsquellen beschränkt bleiben, so dass keine oder begrenzte Überschneidung der Immissionen zu erwarten ist. Im unmittelbaren Umfeld der betrachteten Immissionsorte mit Wohnnutzung sind keine relevanten Staubemissionsquellen bekannt. Um die Vorbelastungssituation zu beschreiben, erscheint es somit ausreichend, auf allgemeine Hintergrundmesswerte zurückzugreifen.

Messstationen zur Beschreibung der Vorbelastungssituation sind in unmittelbarer Nähe zu den Immissionsorten nicht vorhanden. Durch das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein erfolgt jedoch mit eigenen Messstationen die Erfassung der großräumigen Hintergrundbelastung. Messdaten wurden durch das Landesamt bis einschließlich dem Jahr 2020 veröffentlicht /20/.

Für den küstenfernen westlichen Bereich von Schleswig-Holstein können die Daten von zwei Messstationen herangezogen werden, um die großräumige Staub-Hintergrundbelastung im Bereich des Anlagenstandortes zu beschreiben. Die Messstation Itzehoe-Oelixdorfer Straße (DESH015) gibt eine städtisch geprägte Belastungssituation wieder. Die Messstation Eggebek (DESH056) bildet eine ländliche Hintergrundbelastung ab. Nachfolgend sind die betreffenden Messwerte für die letzten verfügbaren 5 Jahre wiedergegeben.

Tabelle 7-6: Jahresmittelwerte Partikelkonzentration PM₁₀, PM_{2,5} sowie Staubdeposition (DEP)

Jahr	Itzehoe-Oelixdorfer Straße (DESH015)			Eggebek (DESH056)		
	PM10 [µg/m³]	PM2,5 [µg/m³]	DEP [g/m²d]	PM10 [µg/m³]	PM2,5 [µg/m³]	DEP [g/m²d]
2020	14	8	-	13	8	0,060
2019	17	11	-	16	11	0,100
2018	18	12	-	18	11	0,072
2017	16	11	-	15	9	0,117
2016	16	12	-	-	-	-
Mittelwert	16	11	-	16	10	0,087

Zur Beschreibung der Vorbelastung wird für jeden Schadstoffparameter der jeweils höchste Mittelwert der Messergebnisse aus den letzten 5 verfügbaren Jahre übernommen. Dies erfolgt unabhängig einer Einstufung der Belastungssituation der jeweiligen Messstation. Demnach werden Partikelkonzentrationen PM₁₀ von 16 µg/m³ und PM_{2,5} von 11 µg/m³ als Hintergrundbelastung angesetzt. Für die Staubdeposition wird von einer Hintergrundbelastung von 0,087 g/(m²*d) ausgegangen.

7.3.3 Gesamtbelastung Staub - Jahresmittelwerte

Die für die Immissionsorte ermittelte Gesamtbelastung ist in der nachfolgenden **Tabelle 7-7** den jeweiligen Immissions(grenz)werten gegenübergestellt. Für jeden Immissionsort ist die höchste Zusatzbelastungskenngröße genannt.

Tabelle 7-7: Gesamtbelastung Staub

Schwebstaub PM ₁₀	Beurteilungswert [µg/m ³]	Zusatzbelastung [µg/m ³]	Hintergrundbelastung [µg/m ³]	Gesamtbelastung [µg/m ³]
BUP_1	40 (1,4)	0,4	16	16,4
BUP_2		0,6	16	16,6
BUP_3		0,7	16	16,7
BUP_4		1,1	16	17,1
BUP_5		1,0	16	17,0
BUP_6		0,7	16	16,7
BUP_7		0,9	16	16,9
BUP_8		2,0	16	18,0
BUP_9		0,2	16	16,2
BUP_10		0,2	16	16,2
Schwebstaub PM _{2,5}	Beurteilungswert [µg/m ³]	Zusatzbelastung [µg/m ³]	Hintergrundbelastung [µg/m ³]	Gesamtbelastung [µg/m ³]
BUP_1	25 (0,9)	0,2	11	11,2
BUP_2		0,2	11	11,2
BUP_3		0,3	11	11,3
BUP_4		0,5	11	11,5
BUP_5		0,4	11	11,4
BUP_6		0,2	11	11,2
BUP_7		0,3	11	11,3
BUP_8		0,6	11	11,6
BUP_9		0,1	11	11,1
BUP_10		0,1	11	11,1
Staubdeposition	Beurteilungswert [g/(m ² *d)]	Zusatzbelastung [g/(m ² *d)]	Hintergrundbelastung [g/(m ² *d)]	Gesamtbelastung [g/(m ² *d)]
BUP_1	0,35 (0,0105)	0,001	0,087	0,088
BUP_2		0,002	0,087	0,089
BUP_3		0,002	0,087	0,089
BUP_4		0,004	0,087	0,091
BUP_5		0,005	0,087	0,092
BUP_6		0,004	0,087	0,091
BUP_7		0,005	0,087	0,092
BUP_8		0,014	0,087	0,101
BUP_9		0,001	0,087	0,088
BUP_10		0,001	0,087	0,088

7.3.4 Gesamtbelastung Staub - Tagesmittelwerte

Für eine exakte Überprüfung dieser Anforderung sind die 365 im Planbereich berechneten Tagesmittelwerte der Immissionsbeiträge des untersuchten Betriebes mit den 365 Tagesmittelwerten der Hintergrundbelastung tageweise zu addieren und hinsichtlich der Anzahl der Werte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auszuwerten. Dabei müssen die berechneten und gemessenen Werte den selben meteorologischen Hintergrund haben, d.h. die den Berechnungen zugrundeliegenden stündlichen Wetterdaten müssen aus demselben Zeitraum stammen wie die Messwerte.

Da es eine funktionale Abhängigkeit der PM_{10} -Überschreitungshäufigkeit vom PM_{10} -Jahresmittelwert gibt, kann alternativ auch aus der Kenntnis der PM_{10} -Konzentration auf die Überschreitungshäufigkeit geschlossen werden. Die TA Luft stellt unter Ziffer 4.2.2 fest, dass bei einem Jahreswert von unter $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ der auf 24 Stunden bezogene Immissionswert als eingehalten gilt.

Die zulässige Anzahl von 35 Überschreitungen des Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{10} kann bei der berechneten PM_{10} -Gesamtbelastung von maximal $18,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ somit als eingehalten gelten.

7.4 Diskussion und Bewertung der Ergebnisse

Grundlage der Bewertung der Gesamtzusatzbelastungen ist der Anteil an den jeweiligen Immissionswerten. Für die Konzentrations-Gesamtzusatzbelastung von PM_{10} und die Gesamtstaub-Deposition ist in der TA Luft ein Irrelevanzkriterium festgelegt. Es beträgt 3 % des Immissionsjahreswertes. Dies entspricht einer PM_{10} -Konzentration von $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, einer für $\text{PM}_{2,5}$ -Konzentration von $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und einer Staub-Deposition von $0,0105 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ zur Bewertung der Irrelevanz.

Im direkten Umfeld der Emissionsquellen wurden 10 Beurteilungspunkte festgelegt. Die höchste Staubb Belastung liegt im Bereich des Beurteilungspunktes BUP 8 vor. Hierbei handelt es sich um eine Wohnnutzung im Außenbereich, in relativer Nähe zur geplanten, südlichen Zufahrt zum Abbau-betrieb. An allen weiteren Immissionsorten finden sich niedrigere Belastungen.

Für die Gesamtzusatzbelastung durch das geplante Vorhaben ist festzustellen, dass am Immission-sort BUP 8 die Irrelevanzwerte für die Partikelkonzentration PM_{10} sowie für die Staubdeposition überschritten sind. Damit ist auch die Bestimmung von weiteren Immissionskenngrößen (Vorbelastung, Gesamtbelastung) bzw. die Betrachtung der Kurzzeitgrenzwerte für Partikel PM_{10} gemäß Nr. 4.1 TA Luft durchzuführen.

Unter Berücksichtigung der großräumig gemessenen Hintergrundbelastung berechnet sich die Gesamtbelastung am höchstbelasteten Beurteilungspunkt „BUP_8“ wie folgt:

$18,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} -Schwebstaubkonzentration (Immissionswert $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

$11,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $\text{PM}_{2,5}$ -Schwebstaubkonzentration (Immissionswert $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

$0,101 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ Staubdeposition (Immissionswert $0,35 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$).

Es kann für alle betrachteten Immissionsorte festgestellt werden, dass die Immissionswerte der TA Luft für die Partikelkonzentration PM_{10} von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, die Partikelkonzentration $PM_{2,5}$ von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und für den Staubniederschlag von $0,35 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ unterschritten werden.

Die zulässige Anzahl von 35 Überschreitungen des Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{10} kann bei der berechneten Gesamtbelastung von maximal $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eingehalten werden.

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

7.5 Statistische Unsicherheit

Die berechneten Konzentrationswerte besitzen einen Stichprobenfehler, der beim Jahres-Immissionskennwert nach den Vorgaben der Nr. 9 des Anhangs 3 der TA Luft /1/ 3 Prozent des Jahres-Immissionswertes nicht überschreitet. Diese Aussage gilt für das gesamte Rechengebiet und außerhalb des Bereiches der Emissionsquellen.

7.6 Protokolldateien

Die Protokolldateien der beiden Rechenläufe des genutzten Ausbreitungsmodells AUSTAL sind im Anhang 1 dargestellt. Kennung: „Schalkhorst_04a“ für die Rechenvariante „Abbaufeld 4“ und „Schalkhorst_04b“ für die Rechenvariante „Abbaufeld 1“.

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

8 Quellenverzeichnis

- /1/ Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), 18.08.2021
- /2/ VDI-Richtlinie 3790 Blatt 3: Umweltmeteorologie, Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen, Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern. Düsseldorf, Januar 2010.
- /3/ Patzold, Köbke Engineers GmbH & Co. KG: Planungsunterlagen, Anlagen- und Betriebsbeschreibung, Stand Dezember 2023; Abbauplan Stand März 2024
- /4/ Patzold, Köbke Engineers GmbH & Co. KG: Mitteilungen zu Betriebsabläufen, Geräteinsatz, etc., Oktober 2023
- /5/ VDI-Richtlinie 3790 Blatt 2: Umweltmeteorologie, Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen, Deponien. Düsseldorf, Juni 2017.
- /6/ IfU GmbH: „Detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft an einem Anlagenstandort bei Schalkholz“, 08/2022
- /7/ 39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065).
- /8/ Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa.
- /9/ Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW): „Ermittlung von Emissionsfaktoren diffuser Stäube - Bereitstellung einer Arbeitshilfe für die Immissionsschutzbehörden in Baden-Württemberg“, 03.04.2020
- /10/ TU Clausthal, Lehrstuhl für Tagebau und internationaler Bergbau, „Erfassung repräsentativer Staube-missionsfaktoren in Betrieben der Gesteinsindustrie“, IGF-Vorhaben 17771 N, 24.08.2016
- /11/ Strobl A., et. al., Amt der Tiroler Landesregierung: „PM10 Emissionsmessprogramm diffuser Staubquellen Aufbereitungs- und Betonmischanlagen“ September 2011
- /12/ Österreichisches Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend: „Technische Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen“, 2013
- /13/ VDI-Richtlinie 3790 Blatt 4: Umweltmeteorologie, Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen, Staubemissionen durch Fahrzeugbewegungen auf gewerblichem/industriellem Betriebsgelände. Düsseldorf, September 2018.
- /14/ INFRAS (2010): HBEFA 3.1 Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Bern, 30. Januar 2010.
- /15/ US-EPA, Compilation of Air Pollutant Emission Factors AP-42, 1995, 1997, 1998, 2006
- /16/ Umweltbundesamt: Innovative Techniken: Beste verfügbare Techniken (BVT) in industriellen Bereichen, Teilvorhaben 06 Minderung diffuser Staubemissionen bei mobilen Brechern; UFOPLAN-Nr. 20644304/06 Schlussbericht vom 26.11.2009
- /17/ Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Ermittlung des PM10-Anteils an den Gesamtstaube-missionen von Bauschutttaufbereitungsanlagen, HLUG-Eigenveröffentlichung, 2010
- /18/ Ermittlung von Emissionsfaktoren für die Lagerung und den Umschlag von Kohle: Steinkohle vom 28. Juni 2011, VGB PowerTech e. V., Projekt- Nr.: 09-04_07-FR
- /19/ Umweltbundesamt (UBA), Hintergrundpapier zum Thema Staub/Feinstaub (PM), Berlin, März 2005
- /20/ Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein: Luftqualität in Schleswig-Holstein – Jahresübersicht“; Berichte der Jahre 2016 bis 2020

Anhang 1 – Protokolldatei Austal

Protokolldatei austal.log (Auszüge)

2023-12-11 17:05:06 -----

TalServer:D:\Projekte_R\IPG_2023\GBruyn\222IPG093_Schalkholz\Schalkholz_04a

Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.2.1-WI-x
 Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2023
 Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2023

Arbeitsverzeichnis: D:/Projekte_R/IPG_2023/GBruyn/222IPG093_Schalkholz/Schalkholz_04a

Erstellungsdatum des Programms: 2023-08-01 07:39:04
 Das Programm läuft auf dem Rechner "H02TNUTS".

```

===== Beginn der Eingabe =====
> ti "Schalkholz_01"           'Projekt-Titel
> ux 32515964                 'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 6010037                  'y-Koordinate des Bezugspunktes
> z0 0.20                     'Rauigkeitslänge
> qs 2                        'Qualitätsstufe
> az "..\ltzeho.akterm"      'AKT-Datei
> xa 786.00                   'x-Koordinate des Anemometers
> ya 513.00                   'y-Koordinate des Anemometers
> ri ?
> dd 10.0    20.0    40.0    'Zellengröße (m)
> x0 25.0    -75.0    -1115.0 'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 106     64      64      'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -327.0  -507.0  -1187.0 'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 92      60      60      'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
> gh "Schalkholz_04a.grid"    'Gelände-Datei
> xq 664.98  180.05  158.95  111.60  111.04  490.93
> yq -387.25  202.04  368.56  -125.63 -12.39  91.46
> hq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> aq 500.00  150.00  150.00  100.00  80.00  500.00
> bq 0.00    200.00  80.00   140.00  50.00  0.00
> cq 1.00    3.00    1.00    3.00    1.00  1.00
> wq 110.00  15.61   287.53  14.04  283.13  190.00
> dq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00  0.00
> vq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00  0.00
> tq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00  0.00
> lq 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
> rq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00  0.00
> zq 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
> sq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00  0.00
> pm-1 ?    ?    ?    ?    ?    ?
> pm-2 ?    ?    ?    ?    ?    ?
> pm-3 ?    ?    0    ?    0    ?
> pm-4 ?    ?    0    ?    0    ?
> pm-u ?    ?    0    ?    0    0
> pm25-1 ?  ?    ?    ?    ?    ?
> xp -643.88 -397.27 -212.23  190.07  674.89  989.26  1041.56  832.61  498.94  234.73
> yp 404.41  540.44  646.21  642.82  517.39  284.79  -69.39  -318.86  -731.71  -766.50
> hp 1.50    1.50    1.50    1.50    1.50    1.50    1.50    1.50    1.50    1.50
===== Ende der Eingabe =====
    
```

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.
 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 h_q der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 6 beträgt weniger als 10 m.
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.11 (0.11).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.15 (0.11).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.14 (0.14).
 Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.
 Die Zeitreihen-Datei "D:/Projekte_R/IPG_2023/GBruyn/222IPG093_Schalkholz/Schalkholz_04a/zeitreihe.dmna" wird verwendet.
 Es wird die Anemometerhöhe h_a=7.8 m verwendet.
 Die Angabe "az ..\ltzhoek.akterm" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL d4279209
 Prüfsumme TALDIA 7502b53c
 Prüfsumme SETTINGS d0929e1c
 Prüfsumme SERIES a0b34019
 Gesamtniederschlag 1031 mm in 1346 h.
 ...

Auswertung der Ergebnisse:

=====

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

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

Maximalwerte, Deposition

=====

PM DEP : 14.8802 g/(m²*d) (+/- 0.1%) bei x= 130 m, y= 28 m (1: 11, 36)
 PM DRY : 14.8715 g/(m²*d) (+/- 0.1%) bei x= 130 m, y= 28 m (1: 11, 36)
 PM WET : 0.0092 g/(m²*d) (+/- 0.1%) bei x= 170 m, y= 38 m (1: 15, 37)

=====

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

=====

PM J00 : 180.2 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= 130 m, y= 28 m (1: 11, 36)
 PM T35 : 307.8 µg/m³ (+/- 1.3%) bei x= 130 m, y= 28 m (1: 11, 36)
 PM T00 : 509.7 µg/m³ (+/- 0.8%) bei x= 150 m, y= 28 m (1: 13, 36)
 PM25 J00 : 24.5 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= 130 m, y= 28 m (1: 11, 36)

=====

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

=====

PUNKT	01	02	03	04	05	06	07	08
09	10							
xp	-644	-397	-212	190	675	989	1042	833
499	235							
yp	404	540	646	643	517	285	-69	-319
-732	-767							
hp	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
1.5	1.5							

-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----

PM DEP	0.0012	1.1%	0.0015	1.0%	0.0017	1.0%	0.0042	1.0%	0.0050	1.4%	0.0035	1.7%
0.0042	1.6%	0.0110	1.0%	0.0006	1.6%	0.0005	1.9%	g/(m ² *d)				
PM DRY	0.0012	1.1%	0.0014	1.1%	0.0016	1.1%	0.0040	1.0%	0.0048	1.5%	0.0033	1.8%
0.0041	1.6%	0.0109	1.0%	0.0006	1.6%	0.0005	1.9%	g/(m ² *d)				

PM WET	0.0000 0.5%	0.0001 0.5%	0.0001 0.5%	0.0002 0.3%	0.0003 0.3%	0.0002 0.4%
0.0001 0.5%	0.0001 0.6%	0.0000 1.7%	0.0000 1.3%	g/(m²*d)		
PM J00	0.4 0.6%	0.6 0.5%	0.7 0.5%	1.1 0.4%	1.0 0.6%	0.7 0.7%
1.7 0.3%	0.2 0.9%	0.1 1.1%	µg/m³			
PM T35	1.3 4.8%	1.9 4.6%	2.5 3.7%	3.4 3.3%	3.0 4.7%	2.1 6.2%
5.6 4.1%	0.6 8.6%	0.6 10.9%	µg/m³			
PM T00	4.2 4.1%	4.7 3.4%	6.3 2.6%	10.0 2.6%	5.7 5.5%	6.2 6.4%
11.5 2.2%	3.3 4.1%	3.1 5.1%	µg/m³			
PM25 J00	0.2 0.6%	0.2 0.5%	0.3 0.4%	0.5 0.4%	0.4 0.6%	0.2 0.8%
0.4 0.3%	0.1 0.9%	0.0 1.0%	µg/m³			

2023-12-13 08:11:16 AUSTAL beendet.

2023-12-11 17:10:47 -----

TalServer:D:\Projekte_R\IPG_2023\GBruyn\222IPG093_Schalkholz\Schalkholz_04b

Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.2.1-WI-x
 Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2023
 Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2023

Arbeitsverzeichnis: D:/Projekte_R/IPG_2023/GBruyn/222IPG093_Schalkholz/Schalkholz_04b

Erstellungsdatum des Programms: 2023-08-01 07:39:04
 Das Programm läuft auf dem Rechner "H02TNUTS".

```

===== Beginn der Eingabe =====
> ti "Schalkholz_01"           'Projekt-Titel
> ux 32515964                 'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 6010037                  'y-Koordinate des Bezugspunktes
> z0 0.20                     'Rauigkeitslänge
> qs 2                        'Qualitätsstufe
> az ".\ltzehoe.akterm"      'AKT-Datei
> xa 786.00                   'x-Koordinate des Anemometers
> ya 513.00                   'y-Koordinate des Anemometers
> ri ?
> dd 10.0    20.0    40.0      'Zellengröße (m)
> x0 25.0    -75.0    -1115.0   'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 106     64      64        'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -327.0  -507.0  -1187.0   'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 92     60      60        'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
> gh "Schalkholz_04b.grid"    'Gelände-Datei
> xq 664.98  411.89  424.43    111.60  111.04  490.93
> yq -387.25 -279.38 -109.06  -125.63 -12.39  91.46
> hq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> aq 500.00  150.00  150.00  100.00  80.00   500.00
> bq 0.00    200.00  80.00   140.00  50.00   0.00
> cq 1.00    3.00    1.00    3.00    1.00    1.00
> wq 110.00  15.61   287.53   14.04   283.13  190.00
> dq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> vq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> tq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> lq 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
> rq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> zq 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
> sq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> pm-1 ?    ?      ?      ?      ?      ?
> pm-2 ?    ?      ?      ?      ?      ?
> pm-3 ?    ?      0      ?      0      ?
  
```

```

> pm-4 ?      ?      0      ?      0      ?
> pm-u ?      ?      0      ?      0      0
> pm25-1 ?    ?      ?      ?      ?      ?
> xp -643.88  -397.27 -212.23  190.07  674.89  989.26  1041.56  832.61  498.94  234.73
> yp 404.41   540.44  646.21  642.82  517.39  284.79  -69.39   -318.86 -731.71 -766.50
> hp 1.50     1.50     1.50     1.50     1.50     1.50     1.50     1.50     1.50     1.50
===== Ende der Eingabe =====

```

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.
 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 maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.11 (0.11).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.15 (0.11).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.14 (0.14).
 Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.
 Die Zeitreihen-Datei "D:/Projekte_R/IPG_2023/GBruyn/222IPG093_Schalkholz/Schalkholz_04b/zeitreihe.dmna" wird verwendet.
 Es wird die Anemometerhöhe ha=7.8 m verwendet.
 Die Angabe "az ..ltzehoe.akterm" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL d4279209
 Prüfsumme TALDIA 7502b53c
 Prüfsumme SETTINGS d0929e1c
 Prüfsumme SERIES fb8b98ff
 Gesamtniederschlag 1031 mm in 1346 h.
 ...

Auswertung der Ergebnisse:
 =====

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

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

Maximalwerte, Deposition
 =====

```

PM   DEP : 14.8809 g/(m²*d) (+/- 0.1%) bei x= 130 m, y= 28 m (1: 11, 36)
PM   DRY : 14.8722 g/(m²*d) (+/- 0.1%) bei x= 130 m, y= 28 m (1: 11, 36)
PM   WET : 0.0092 g/(m²*d) (+/- 0.1%) bei x= 170 m, y= 38 m (1: 15, 37)
=====

```

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m
 =====

```

PM   J00 : 179.2 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= 130 m, y= 28 m (1: 11, 36)
PM   T35 : 307.8 µg/m³ (+/- 1.3%) bei x= 130 m, y= 28 m (1: 11, 36)
PM   T00 : 509.7 µg/m³ (+/- 0.8%) bei x= 150 m, y= 28 m (1: 13, 36)
PM25 J00 : 24.1 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= 130 m, y= 28 m (1: 11, 36)
=====

```

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

PUNKT		01	02	03	04	05	06	07	08	09
10										
xp		-644	-397	-212	190	675	989	1042	833	
499	235									
yp		404	540	646	643	517	285	-69	-319	-
732	-767									
hp		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
1.5										

PM DEP		0.0011 1.1%	0.0011 1.1%	0.0009 1.2%	0.0017 1.2%	0.0036 1.5%	0.0038 1.8%			
0.0050	1.5%	0.0136 0.9%	0.0008 1.6%	0.0006 1.7%	g/(m ² *d)					
PM DRY		0.0010 1.1%	0.0011 1.1%	0.0009 1.2%	0.0016 1.3%	0.0034 1.6%	0.0036 1.9%			
0.0048	1.6%	0.0135 0.9%	0.0008 1.6%	0.0006 1.8%	g/(m ² *d)					
PM WET		0.0000 0.6%	0.0000 0.5%	0.0000 0.5%	0.0001 0.3%	0.0002 0.3%	0.0002 0.4%			
0.0001	0.4%	0.0001 0.5%	0.0000 1.2%	0.0000 1.5%	g/(m ² *d)					
PM J00		0.4 0.6%	0.4 0.6%	0.5 0.6%	0.6 0.6%	0.8 0.7%	0.7 0.7%	0.9 0.7%		
2.0	0.3%	0.2 0.9%	0.2 1.0%	µg/m ³						
PM T35		1.2 4.7%	1.5 5.8%	1.5 6.1%	1.7 4.3%	2.4 4.8%	2.2 12.5%	2.8 6.9%		
7.0	1.8%	0.5 9.5%	0.6 7.2%	µg/m ³						
PM T00		5.1 4.0%	4.4 4.0%	5.4 3.0%	5.4 3.7%	5.0 5.8%	7.2 5.3%	10.3 5.0%		
17.0	1.6%	4.4 3.6%	3.2 4.6%	µg/m ³						
PM25 J00		0.1 0.7%	0.1 0.6%	0.2 0.6%	0.2 0.6%	0.2 0.7%	0.2 0.8%	0.3 0.7%		
0.6	0.3%	0.1 1.0%	0.1 1.0%	µg/m ³						

2023-12-13 07:22:58 AUSTAL beendet.