

Stand 02.05.2024

**Verlegung der Bauschutttaufbereitung
auf einen neuen Standort in Uedem**
Immissionsprognose nach TA Luft 2021

Loock Transport und Recycling GmbH
Projekt-Nr.: 9122-22-002

Impressum

Auftraggeber: Heinr. Looock Transport – und Recycling GmbH

Auftragnehmer: **Sweco GmbH**

Postfach 30 01 06
50771 Köln

Graeffstraße 5
50823 Köln

Bearbeitung: Dr.-Ing. Christian Weiler, Dipl.-Ing. Deborah Franz

Bearbeitungszeitraum: Oktober 2022 – November 2022, Mai 2024

Stand: 02.05.2024

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen	1
1.1	Situation und Aufgabenstellung	1
1.2	Vorgehensweise	1
1.3	Beschreibung des Standorts	2
1.4	Betriebsbeschreibung	5
2	Beurteilungsgrundlagen - TA Luft 2021 und 39. BImSchV	6
3	Emissionen - Luftschadstoffe	8
3.1	Materialtransport – Staubaufwirbelung auf den Wegen durch internen Betriebsverkehr (befestigte Straße)	10
3.1.1	Materialtransport mittels LKW und PKW	10
3.1.2	Materialtransport durch Radlader	11
3.2	Materialumschlag	13
3.2.1	Abkippen Input - Material vom LKW	15
3.2.2	Aufnehmen Input-Material mittels Radlader zur Aufbereitung	16
3.2.3	Abwurf Input-Material von Radlader auf Sieb 1	16
3.2.4	Abwurf des gesiebten Materials vom Sieb 1	17
3.2.5	Aufnehmen des gesiebten Materials mittels Radlader nach Sieb 1	18
3.2.6	Abwurf des Input-Materials mittels Radlader zur Aufbereitung (Brecher)	18
3.2.7	Abwurf des gebrochenen Materials aus Brecher auf Sieb	19
3.2.8	Abwurf des gebrochenen & gesiebten Materials von Sieb 2	19
3.2.9	Aufnehmen des gebrochenen & gesiebten Materials mittels Radlader	20
3.2.10	Abwurf behandeltes Material vom Radlader auf Output - Lagerfläche	21
3.2.11	Aufnehmen Output-Material mittels Radlader	21
3.2.12	Abkippen Output-Material vom Radlader auf LKW	22
3.3	Emissionen aus der Aufbereitung	22
3.3.1	Siebvorgänge	22
3.3.2	Brecheranlage Boden	23
3.4	Motoremissionen	24
3.4.1	LKW-Verkehr	24
3.4.2	Radlader für den internen Betriebsverkehr	24
3.4.3	Brecher- und Siebanlagen	25
3.5	Offene Lagerflächen - Verwehung	25
3.6	Zusammenstellung der diffusen Staubemissionen	26

4	Emissionen – Geruch	Seite 29
5	Freisetzungshöhen und Eingaben ins Rechenprogramm	30
6	Überprüfung der Notwendigkeit der Bestimmung von Immissionskenngrößen	31
7	Ausbreitungsrechnung	33
7.1	Quellen	33
7.1.1	Linienquellen	33
7.1.2	Flächenquellen	33
7.1.3	Punktquellen	34
7.2	Rechenmodell	35
7.3	Beurteilungsgebiet	35
7.4	Meteorologische Daten	36
7.5	Berücksichtigung von Gebäuden und Bewuchs	37
7.6	Berücksichtigung von Geländeunebenheiten	37
7.7	Rauhigkeitslänge	38
7.8	Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit	38
8	Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung	39
8.1	Luftschadstoffe - Immissionsmaxima	39
8.2	Luftschadstoffe - Zusatzbelastungen an den Beurteilungspunkten	40
9	Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse	46
10	Literatur	47
11	Anhang	49
11.1	Ergebnisprotokoll Austal-Berechnung austal2000.log	49
11.2	TALdia.log	54
11.3	Übertragungsgutachten für Wetterdaten für den Anlagenstandort Uedem	58

	Seite
Abbildungsverzeichnis	
Abbildung 1: Übersicht Standort Uedem (rot = geplanter Standort der Anlage, blau nächstgelegenen Immissionsaufpunkte (Wohnnutzungen)) [Geoportal, 2022]	3
Abbildung 2: Anlagenlayout Uedem	4
Abbildung 3: Lage der Emissionsquellen, Gebäude und Lagerflächen (siehe auch Tabelle unten)	9
Abbildung 4: Aufwirbelung hinter einem Fahrzeug auf einer Baustelle bei trockener Witterung	30
Abbildung 5: Beurteilungsgebiet nach TA Luft (rot) und mit der Lage der Beobachtungspunkte (blaues Dreieck = Anemometerstandort)	36
Abbildung 6: Windrichtung/ -geschwindigkeit Station Wesel-Feldmark [Argusim Doku, 2022]	37
Abbildung 7: Immissionen Staub (PM10-Konzentration) im Untersuchungsgebiet	41
Abbildung 8: Immissionen (Deposition) PM im Untersuchungsgebiet	42
Abbildung 9: Immissionen (Konzentration) SO ₂ im Untersuchungsgebiet	43
Abbildung 10: Immissionen (Konzentration) NO ₂ im Untersuchungsgebiet	44
Abbildung 11: Immissionen (Konzentration) NO _x als NO ₂ im Untersuchungsgebiet	45
Tabellenverzeichnis	
Tabelle 1: Lage der Beobachtungspunkte	3
Tabelle 2: Jahresimmissionswerte und Irrelevanzschwellen nach TA Luft und 39. BImSchV	6
Tabelle 3: Quellen	9
Tabelle 4: Staubemissionen durch Aufwirbelungen auf befestigten Fahrtwegen durch LKW	11
Tabelle 5: Staubemissionen durch Aufwirbelungen auf befestigten Fahrtwegen durch Radlader	12
Tabelle 6: Annahmen für die Umschlagprozesse	13
Tabelle 7: Emissionen aus den Motorabgasen der LKW	24
Tabelle 8: Zusammenfassung der Emissionen (Staub) und Vergleich mit Bagatellmassenstrom	26
Tabelle 9: Zusammenfassung der Emissionen (NO ₂ , NO _x sowie SO ₂) und Vergleich mit Bagatellmassenstrom	28
Tabelle 10: Vergleich der maximalen diffusen Emissionen mit den in der TA Luft genannten Bagatellmassenströmen	32
Tabelle 11: Linienquellen - Verkehrswege	33

Tabelle 12:	Flächenquellen	Seite 33
Tabelle 13:	Punktquellen	34
Tabelle 14:	Berechnungsgitter der Prognose	35
Tabelle 15:	Maximale Immissionszusatzbelastungen	39
Tabelle 16:	Zusatzbelastungen und Bewertung der Beurteilungspunkte	40

1 Grundlagen

1.1 Situation und Aufgabenstellung

Die Heinr. Looock Transport- und Recycling GmbH (im folgenden auch „Looock“ genannt) betrieb bis August 2022 im Raum Kleve eine Bauschuttzubereitungsanlage zur Annahme, Lagerung und Aufbereitung von Bauschutt, Straßenaufbruch, Beton und Baum- und Strauchschnitt.

Da die Anlage auf dem derzeitigen Gelände im Gebiet der Gemeinde Bedburg-Hau, Ortsteil Louisendorf nicht mehr geduldet ist, wird ein neuer Standort für die Aufbereitung gesucht.

Dafür hat der AG bereits ein Grundstück in Uedem erworben. Derzeit befindet sich auf dem Grundstück eine Bebauung aus mehreren Hallen, welche für die weitere Nutzung zum Großteil zurückgebaut werden sollen.

Sweco ist dazu beauftragt, die generelle Machbarkeit an dem gewählten Standort zu prüfen und die Fachbeiträge und die Anlagenbeschreibung für die Bauleitverfahren zur Verfügung zu stellen.

Hierfür ist eine Immissionsprognose für Staub und Luftschadstoffe für den Betrieb der Bauschuttzubereitungsanlage nach den Vorgaben der TA Luft 2021, Anhang 2 sowie der Richtlinie VDI 3783 Blatt 13 zu erstellen.

Der Immissionsprognose sollen eine Ausbreitungsrechnung mit dem nach TA Luft 2021, Anhang 2 beschriebenen Verfahren der Richtlinie VDI 3945 Blatt 3 sowie standortrepräsentative meteorologische Daten zugrunde gelegt werden. Es sollen die Kenngrößen der Stoffe Schwebstaub (PM-10, PM-2,5), Staubbiederschlag sowie Stickoxide ermittelt werden. Die Beurteilung der ermittelten Kenngrößen erfolgt anhand der Immissionswerte der TA Luft 2021, Nr. 4.

1.2 Vorgehensweise

Im Anschluss an eine kurze Beschreibung des Standortes und der Aufbereitungsanlage werden die Emissionsquellen (gefasste sowie diffuse Staubquellen aus Betrieb und Verkehr sowie Umschlag) und die zu beantragenden Emissionswerte dargestellt.

Unter Zugrundelegung der Emissionsdaten und Ableitbedingungen werden anschließend die resultierenden Immissionsbelastungen (Kenngröße der Zusatzbelastung) im Einwirkungsbereich des Standortes für Luftschadstoffe (v.a. Staub) berechnet und anhand der TA Luft 2021 beurteilt.

Für die folgenden Ausführungen sind nachfolgend aufgeführte Unterlagen (z.B. Gesetze, Richtlinien, Anweisungen und Gutachten) verwendet worden.

- BImSchG: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundesimmissionsschutzgesetz – BImSchG).
- TA Luft: Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), vom 18. August 2021.
- VDI 3790 Blatt 3, Umweltmeteorologie, Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern, 2010

Die Ausbreitungsrechnung und die Immissionsprognose werden mit der Software AustalView der ArguSoft GmbH & Co. KG (Version 10.0.1) mit dem Kern Austal2000 (Vers. 3.1.2) sowie TALdia (Vers. 3.1.2) zur Berechnung mit Gebäudeumströmung durchgeführt. AustalView baut auf der Software Austal2000 des Ingenieurbüros Janicke (www.austal2000.de) auf, die konform mit der Richtlinie VDI 3945 Blatt 3 ist. Die Immissionsprognose umfasst alle gefassten und diffusen Quellen der Maßnahme. Die Maßnahme ist geprägt durch eine zeitliche Charakteristik der Emissionen, d. h. die wesentlichen Emissionen treten nicht kontinuierlich über 24 Stunden auf, sondern nur während der üblichen Betriebszeiten (z. B. nur über 13 Stunden). Bei der Bestimmung der Immissionsbelastung für Schadstoffe nach [TA Luft, 2021] kann dann der tatsächliche Emissionsmassenstrom über die Emissionsdauer gewichtet und über eine Ausbreitungs-klassenzeitreihe die Immissionsbelastung bestimmt werden [LANUV, 2006]. Wenn diese Wichtung durchgeführt wird, können nur **Jahresmittelwerte** bestimmt werden. Dies ist in der TA Luft 2021 auch entsprechend so vorgesehen. Für das Emissionsgebiet (= Anlagenstandort und Zufahrt) wird der Betriebszustand berücksichtigt, bei dem die größtmögliche Emission erfolgt. Bei den zu betrachtenden Emissionsquellen handelt es sich um diffuse Quellen, von denen kein Wärmestrom und keine Ausströmgeschwindigkeit ausgehen. Die entsprechenden Werte werden bei der Eingabe in das Berechnungsprogramm AustalView zu Null gesetzt. Hierdurch erfolgt wegen der real vorhandenen Wärme der Motorabgase und deren Austrittsgeschwindigkeit eine Überschätzung der Immissionen. Die Quellstärke einer Staubemission berechnet sich allgemein nach der VDI Richtlinien 3790, Blatt 3 2010 zu:

$$\dot{Q} = c \times \dot{V}$$

Die Quellstärke diffuser Quellen lässt sich auf diese Art nicht beschreiben, da ein Volumenstrom, der zusammen mit der betrachteten Komponente die Quelle verlässt, meistens nicht definiert ist. Hierbei ist c die Stoffkonzentration (in g/m^3) im Abgas und der Abgasvolumenstrom \dot{V} wird in (m^3/h) angegeben.

Die Quellstärke \dot{Q}_i einer diffusen Quelle berechnet sich wie folgt:

$$\dot{Q}_i = q_i \times \dot{M}$$

Hierbei ist q_i [g/t] der Emissionsfaktor, der das Verhältnis aus dem Massenstrom eines freigesetzten (emittierten) Stoffes (Staub) zu dem eingesetzten Massenstrom eines Ausgangsstoffes angibt. \dot{M} [t/h] ist die Umschlagleistung des eingesetzten Stoffes. Der Index i steht für die Art der Staubemission, z.B. bei Transport (T), Umschlag (U) oder Lagerung (L) des Materials.

Bei der Ermittlung der Feinstaubemission für die einzelnen Prozesse wird der Wert für die Staubemission mit den durchschnittlichen Feinstaubanteilen FA multipliziert. Für den Feinstaub PM_{10} gilt dann die Gleichung:

$$\dot{Q}_{i,PM_{10}} = q_i \times \dot{M} \times FA$$

1.3 Beschreibung des Standorts

Der geplante Standort liegt südöstlich des Stadtzentrums am Ortrand von Uedem. Nördlich des Standorts verläuft die Straße Boxteler Bahn, südlich die Molkereistraße, die auch als Zufahrt dient. Angrenzend an diese Straßen sowie östlich und westlich liegen Felder.

Die nächsten Wohnbebauungen liegen ca. 270 m nordöstlich (Rother Berg 72), 300 m südwestlich (Molkereistraße 70) sowie 195 m nordwestlich (Kiefernweg 24a) von der Standortgrenze entfernt.

Der Standort mit den zu betrachtenden Beobachtungspunkten ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

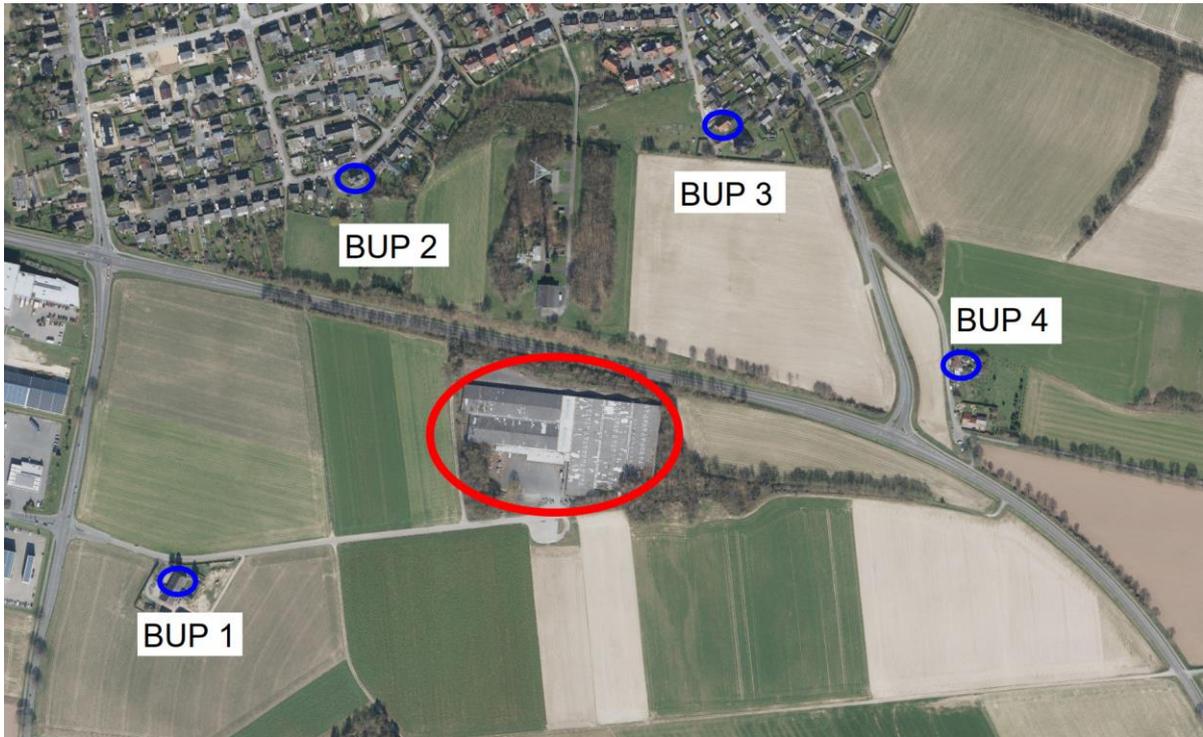


Abbildung 1: Übersicht Standort Uedem (rot = geplanter Standort der Anlage, blau nächstgelegenen Immissionsaufnahme (Wohnnutzungen)) [Geoportal, 2022]

In der folgenden Tabelle sind genaue Angaben zu den Beobachtungspunkten aufgeführt. Es handelt sich hierbei um Wohnnutzungen.

Tabelle 1: Lage der Beobachtungspunkte

Beobachtungspunkt	Entfernung zur Standortgrenze	Koordinaten UTM E:	Koordinaten UTM N:
BUP 1 – Molkereistraße 70	ca. 300 m südwestlich	311704,84	5726438,44
BUP 2 – Kiefernweg 24a	ca. 195 m nordwestlich	311886,55	5726864,92
BUP 3 – Rother Berg 70	ca. 270 m nördlich	312298,16	5726894,42
BUP 4 – Bergstraße 101	Ca. 310 m östlich	312523,08	5726665,25

Die Aufteilung der Lagerboxen und Anlagenaufstellung ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

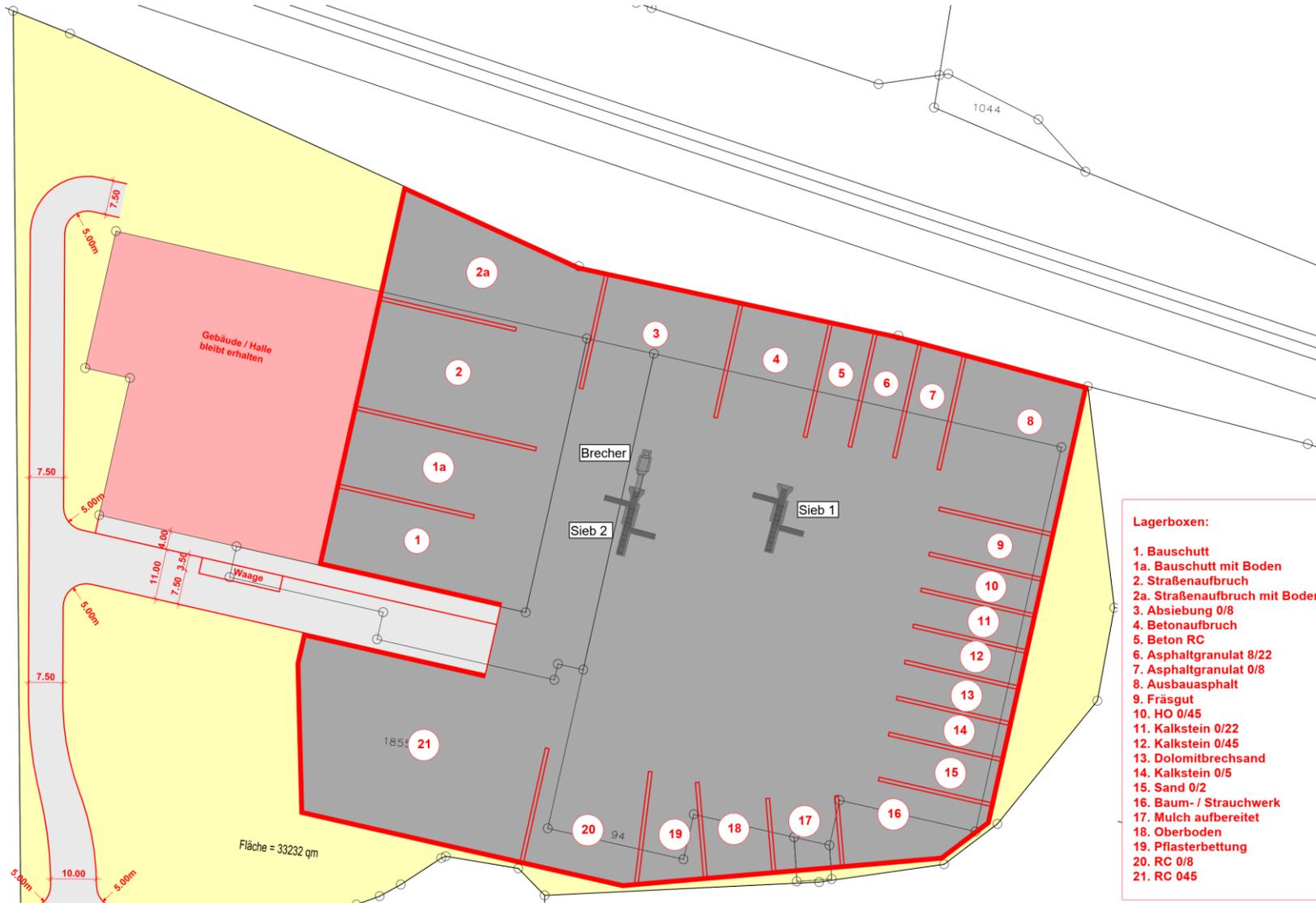


Abbildung 2: Anlagenlayout Uedem

1.4 Betriebsbeschreibung

Das Input-Material wird mit LKWs angeliefert und in die jeweiligen Lagerboxen abgekippt (652 t/Tag (150.000 t/a / 230 d/a)). Dort wird es mittels Radlader aufgenommen und zum ersten Aufbereitungsschritt transportiert.

Die Fraktionen Bauschutt (Lagerbox 1), Straßenaufbruch (2) und Beton (4) jeweils **ohne Boden** werden gebrochen und anschließend gesiebt (1 x Brecher, 1 x Sieb). Als Output-Material entsteht RC 0/8 (20), RC 0/45 (21) und Pflasterbettung (19) bzw. Beton RC (5) bei der Betonfraktion.

Die Fraktionen Bauschutt (Lagerbox 1a), Straßenaufbruch (2a) und Beton (4) jeweils **mit Boden** werden zuerst gesiebt und anschließend gebrochen und nochmals gesiebt (2 x Sieb, 1 x Brecher). Als Output-Material entsteht Absiebung 0/8 (3), RC 0/8 (20), RC 0/45 (21) und Pflasterbettung (19) bzw. Beton RC (5) bei der Betonfraktion.

Die Fraktion Ausbauasphalt (8) wird einmal gebrochen und anschließend gesiebt (1 x Brecher, 1 x Sieb). Als Output-Material entsteht Asphaltgranulat 0/8 (7) und 8/22 (6).

Die Fraktion Fräsgut (9) wird gesiebt, gebrochen und nochmals gesiebt (2 x Sieb, 1 x Brecher). Als Output-Material entsteht ebenfalls Asphaltgranulat 0/8 (7) und 8/22 (6).

Die Fraktion Baum- & Strauchschnitt (16) wird mittels Holzhäcksler zerkleinert und anschließend gesiebt (1 x Brecher, 1 x Sieb). Als Output-Material entsteht Mulchmaterial (17).

Der Transport des Überkorns zum Brecher erfolgt mittels Radlader.

Die Fraktionen HO 0/45 (Lagerbox 10), Kalkstein 0/22 (11), Kalkstein 0/45 (12), Dolomitbrechsand (13), Kalkstein 0/5 (14), Sand 0/2 (15) sowie Oberboden (18) werden nicht aufbereitet und lediglich in die jeweilige Lagerbox vom LKW abgekippt (500 t/Monat = ca. 26 t/Tag).

Die Aufbereitung (652 t/Tag - 26 t/Tag = 626 t/Tag) findet tageweise statt (eine Fraktion einige Tage am Stück). Auf eine Woche mit hohen Staubemissionen kann also z. B. eine Woche mit geringen Emissionen folgen. Da für die einzelnen Fraktionen keine separaten Durchsatzmengen beantragt werden, wird für die Immissionsprognose angenommen, dass die Aufbereitung zu 40 % aus Brechen und Sieben (250 t/Tag) besteht und zu 60 % aus Sieben, Brechen, Sieben (376 t/Tag).

Das Output-Material wird mittels Radlader auf LKW zum Abtransport verladen.

2 Beurteilungsgrundlagen - TA Luft 2021 und 39. BImSchV

Die der Beurteilung zu Grunde zu liegenden Immissionswerte für die hier betrachteten Schadstoffkomponenten ergeben sich aus den Vorschriften der TA Luft [TA Luft, 2021] sowie der 39. BImSchV [39. BImSchV, 2010]. Sie sind für die verschiedenen Schutzziele in nachfolgender Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 2: Jahresimmissionswerte und Irrelevanzschwellen nach TA Luft und 39. BImSchV

Schadstoff	Literaturquelle	Konzentrationswert [µg/m³]	Statistische Definition	Bedeutung / Zweck
SO ₂	39. BImSchV	350	1 Stunde (24 zugelassene Überschreitungen im Kalenderjahr)	Grenzwert / Schutz der menschlichen Gesundheit
	39. BImSchV	125	Tagesmittelwert (3 zugelassene Überschreitungen im Kalenderjahr)	Grenzwert / Schutz der menschlichen Gesundheit
	TA Luft 4.2.2	50	Jahresmittelwert	Schutz der menschlichen Gesundheit
	TA Luft 4.2.2	1,5	Irrelevanzschwelle	Schutz der menschlichen Gesundheit
	39. BImSchV	20	Jahresmittelwert	Kritischer Wert / Schutz der Vegetation
	TA Luft	2	Irrelevanzschwelle	Schutz vor erheblichen Nachteilen, insb. Schutz der Vegetation und von Ökosystemen
NO ₂	39. BImSchV	200	1 Stunde (18 zugelassene Überschreitungen im Kalenderjahr)	Grenzwert / Schutz der menschlichen Gesundheit
	39. BImSchV	40	Jahresmittelwert	Grenzwert / Schutz der menschlichen Gesundheit
	TA Luft 4.2.2	1,2	Irrelevanzschwelle	Schutz der menschlichen Gesundheit
NO _x	39. BImSchV	30	Jahresmittelwert	Kritischer Wert / Schutz der Vegetation
	TA Luft 4.4.3	3	Irrelevanzschwelle	Schutz vor erheblichen Nachteilen, insb. Schutz der Vegetation und von Ökosystemen

Schadstoff	Literaturquelle	Konzentrationswert [µg/m³]	Statistische Definition	Bedeutung / Zweck
Schwebst. PM ₁₀	39. BImSchV	50	90,4%-Wert (Tagesmittelwert, der nicht öfter als 35x /Jahr überschritten werden darf)	Grenzwert / Schutz der menschlichen Gesundheit
	39. BImSchV	40	Jahresmittelwert	Grenzwert / Schutz der menschlichen Gesundheit
	TA Luft 4.2.2	1,2	Irrelevanzschwelle	Schutz der menschlichen Gesundheit
Schwebst. PM _{2,5}	39. BImSchV	25	Jahresmittelwert	Grenzwert / Schutz der menschlichen Gesundheit
	TA Luft 4.2.2	0,75	Irrelevanzschwelle	Schutz der menschlichen Gesundheit

Für die Bewertung der Feinstaubimmission in seinen Fraktionen PM_{2,5} und PM₁₀ wird zur Beurteilung die 39. BImSchV herangezogen. Zum Schutz der menschlichen Gesundheit liegt der zulässige Jahresmittelwert der Immission für PM_{2,5} seit dem 1. Januar 2015 bei 25 µg/m³.

3 Emissionen - Luftschadstoffe

Die zu betrachtenden Staubemissionen aus diffusen Quellen entstehen bei folgenden Vorgängen:

- **Materialtransport**
(interner Betriebsverkehr auf befestigten Transportwegen)
- **Materialumschlag** (Aufladen und Abkippen des Materials vom und auf LKW, betriebsbedingter Umschlag durch Radlader)
- **Motoremissionen** der LKW, des Radladers und der Aufbereitungsaggregate sowie der PKW
- **Offene Lagerflächen** (Verwehungen und Geruch)

Die Emission von Staub erfolgt aus offenen Lagerflächen sowie aus Aktivitäten (Transport, Umschlag etc.), die nur während der Betriebszeiten stattfinden.

Anlieferung, Abtransport und Aufbereitung sollen zu folgenden Zeiten stattfinden:

Anlieferung & Abtransport:	Montag bis Freitag Samstag	06:00 – 19:00 Uhr 06:00 – 14:00 Uhr
Aufbereitung (2 Siebe, 1 Brecher):	Montag bis Freitag Samstag	07:00 – 19:00 Uhr 06:00 – 14:00 Uhr

Der Betrieb und die Anlieferung sind an maximal **230 Tage pro Jahr** 6 Tage pro Woche für max. 13 h vorgesehen.

Eine Wichtung der einzelnen Emissionsquellen wird in den jeweiligen Kapiteln beschrieben. Die Wichtung erfolgt über die Betriebstage und die Stunden eines Jahres. Die Immissionsprognose liefert dann einen Jahresmittelwert der Konzentration und Deposition, der dem worst-case Betriebszustand entspricht.

Zur Ermittlung der Emissionen aus diffusen Quellen wird die VDI-Richtlinie „VDI 3790 Blatt 1-3“ verwendet. Die Abschätzung der PM_{2,5}-Immissionen wird entsprechend der verschiedenen Stoffe mit unterschiedlichen Anteilen von PM_{2,5} an PM₁₀ gerechnet, was in den jeweiligen Kapiteln erläutert ist. Bei den Angaben zu PM_{2,5} kann es sich natürlich nur um Abschätzungen in erster Näherung handeln, da das Programm Austal View nach TA Luft zwischen PM_{2,5} und PM₁₀ in der Berechnung der Immissionen nicht differenziert. Andererseits ist aber PM_{2,5} in den Immissionen von PM₁₀ mit enthalten. Die Emissionsquellen liegen auf dem gesamten Betriebsgelände.

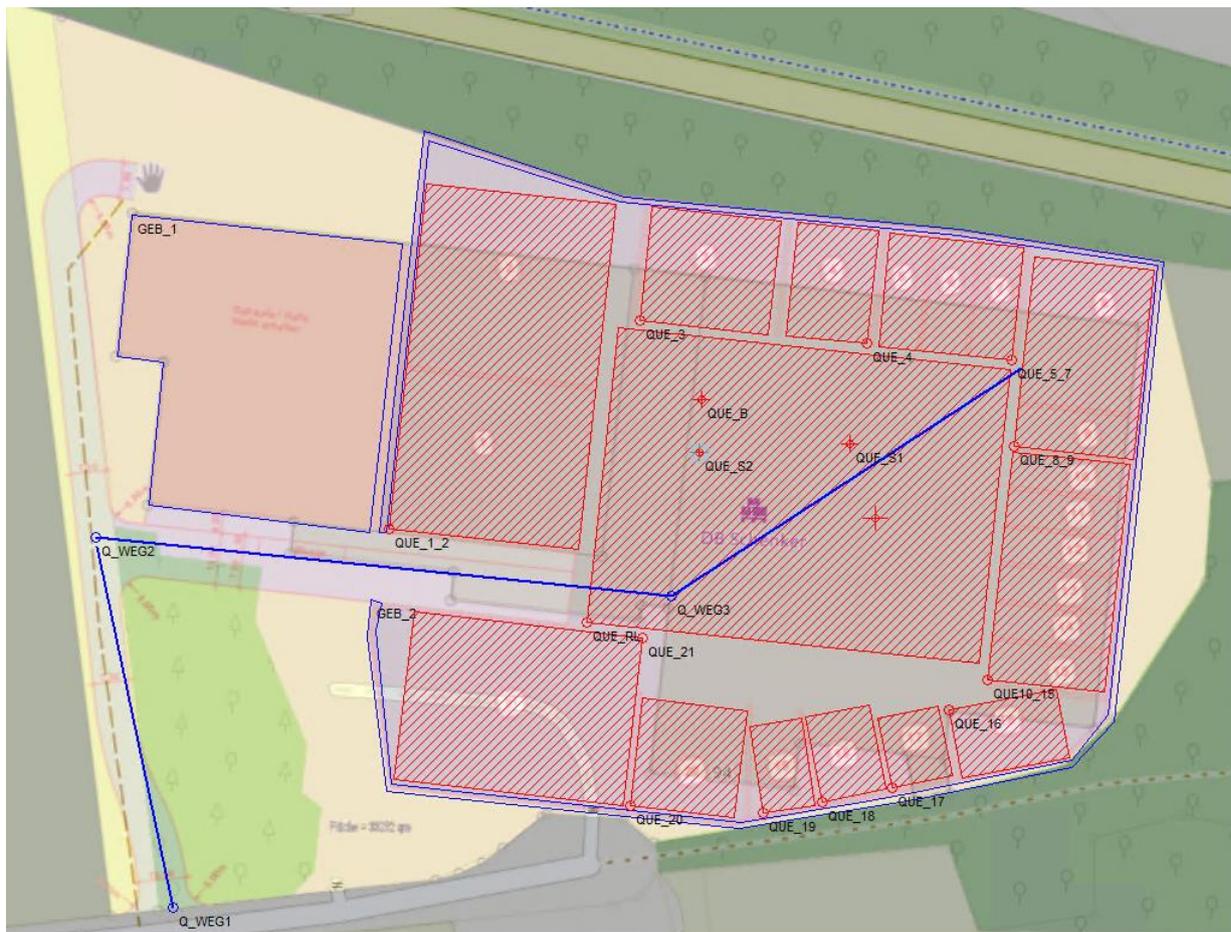


Abbildung 3: Lage der Emissionsquellen, Gebäude und Lagerflächen (siehe auch Tabelle unten)

Tabelle 3: Quellen

Bezeichnung Quelle	Beschreibung	Quellart (& Größe)	Relevante Emissionen
Q_Weg1 – Q_Weg3	Zufahrt Anlieferung & Abtransport	Linien (blau) (ca. 285 m Länge)	Staubaufwirbelung & Motoremissionen (Q_Weg3 exemplarisch als längster Weg)
QUE_1 – QUE_21	Lagerflächen teilweise zusammengefasst	Flächen (rot schraffiert) (gemäß Lageplan)	Umschlag und Verwertung (Emissionen werden über m ² anteilig auf Flächenquellen verteilt)
QUE_S1 & QUE_S2	Sieb 1 & 2	Punkt (rot)	Umschlag & Aufbereitung am Sieb
QUE_B	Brecher	Punkt (rot)	Umschlag & Aufbereitung am Brecher
QUE_RL	Wege Radlader	Fläche (wird in der Mitte vom Standort als Flächenquelle modelliert)	Staubaufwirbelung & Motoremissionen

3.1 Materialtransport – Staubaufwirbelung auf den Wegen durch internen Betriebsverkehr (befestigte Straße)

3.1.1 Materialtransport mittels LKW und PKW

Der interne Betriebsverkehr gliedert sich in Transportvorgänge für Anlieferung und den Abtransport. Es wird von einem LKW-Aufkommen von 60 LKW/Tag (120 LKW-Bewegungen pro Tag) ausgegangen. Bei einer Betriebsstundenanzahl von max. 13 Stunden bedeutet dies ca. 10 Fahrzeugbewegungen pro Stunde. Es wird von einer mittleren Zuladung von 18 Mg/LKW sowie von einem Leergewicht von ca. 15 Mg ausgegangen, sodass sich ein mittleres Gewicht von ca. 24 Mg/Fahrzeug ableiten lässt.

Die Gesamt-LKW-Fahrstrecken bis zum und auf dem Betriebsgelände verlaufen über asphaltierte (befestigte) Zuwegungen mit ca. 285 m Fahrweg:

Nach [VDI 3790 Blatt 3, 2010] ist die Berechnung für befestigte Fahrwege mit der von der EPA hergeleiteten Formel durchzuführen [EPA, 2006]:

$$E = k \times (sL)^{0,91} \times (W)^{1,02}$$

E = Partikelemissionsfaktor (g/km)

k = Partikelgrößenmultiplikator

sL = Fahrbahn Schluff Belastung (g/m²)

W = durchschnittliches Gewicht der LKW (t)

Die einzelnen eingesetzten Parameter werden der U.S. Environmental Protection Agency (EPA) entnommen [EPA, 2006].

k = in Tabelle 13.2.1-1 [EPA, 2006] ist der Wert für PM₁₀ und die Einheit g/km mit **0,62** angegeben

sL = der silt loading parameter ist in Tabelle 13.2.1-3 [EPA, 2006] angegeben. Hier werden Richtwerte angegeben. Für den vorliegenden Fall sind keine Angaben getroffen worden, demnach wird von einer hier angegebenen Hausmülldeponie ausgegangen. Die Messwerte liegen hier zwischen 1,1 g/m² und 32 g/m². Da die Fahrwege in regelmäßigen Abständen gesäubert werden, wird für diesen Fall ein Wert von **3 g/m²** angenommen.

W = beschreibt die Tonnage des LKW im Mittel. Durchschnittsgewicht der LKW von 10,4 t. Da es sich bei der Formel um eine amerikanische Formel handelt, müssen die Tonnen noch in SI-Einheiten umgerechnet werden.

1 metrische Tonne = 1,10231 amerikanische Tonnen

Der Emissionsfaktor für PM₁₀ für den internen Transport des Materials berechnet sich demnach zu:

$$E = 0,62 \times (3)^{0,91} \times (24 \times 1,1)^{1,02} = 47,59 \text{ g/km}$$

Daraus berechnet sich die Quellstärke der Emission durch den internen Transport auf den befestigten Wegen für PM₁₀ (**Hin- und Rückfahrt**) unter Berücksichtigung der stündlichen und jährlichen **Wichtung** (230 Arbeitstage) ((Q/13) * (230/365)) zu:

$$Q_{PM10} = 0,0476 \frac{\text{g PM}_{10}}{\text{m}} \times \text{Länge Weg} \frac{\text{m}}{\text{LKW}} \times \text{Anzahl} \frac{\text{LKW}}{\text{Tag}} \times \frac{230}{13 \cdot 365 \cdot 1000} = \frac{\text{g PM}_{10}}{\text{Tag}} \times \frac{230}{13 \cdot 365 \cdot 1000} = \frac{\text{kg PM}_{10}}{\text{h}}$$

Es wird weiterhin konservativ angenommen, dass ca. **10 % des emittierten Gesamtstaubes Feinstaub PM₁₀** ist (FA = 0,1) [LANUV, 2000], [LANUV, 2006], [LANUV, 2010], [Kauffmann, 2008]. Somit teilt sich der Gesamtstaub in 10 % Q_{PM10} und 90 % Q_{PMu}. Q_{PMu} stellt den 10-fachen Wert von Q_{PM10} dar. Damit gilt weiter:

$$Q_{PMu} = \frac{Q_{PM10}}{0,1} - Q_{PM10} = \frac{\text{kg PM}_u}{h}$$

Weiterhin werden die Fahrwege bei trockener Witterung regelmäßig berieselt und feucht gehalten. Hierdurch ergibt sich eine Reduktion der Emissionen an PM10-Staub um mindestens 90 % (2 Std. nach Berieselung jeweils feucht und 0,9 h pro Tag trocken aus organisatorischen und wetterbedingten Gründen; ergibt sich aus der Gleichung 15 VDI 3790 Blatt 3; bei 120 Niederschlagstagen (1 mm)). Hierbei wird unterstellt, dass die Feuchte auch bei trockener Witterung für im Mittel 2 Stunden erhalten bleibt. Es wird aber auch unterstellt, dass in 10 % der Jahresstunden dann doch keine Feuchte auf den Wegen organisatorisch und witterungsbedingt erzielt werden kann.

Tabelle 4: Staubemissionen durch Aufwirbelungen auf befestigten Fahrtwegen durch LKW

Abschnitt	E [g PM ₁₀ /m]	einfache Länge [m]	Fahrzeuge / Tag (einfach)	PM10 nach Wichtung und Befeuchtung [kg PM ₁₀ /h] (90% Reduktion)	PM _u nach Wichtung und Befeuchtung [kg PM _u /h]
Q_Weg1	0,0476	77,55	60	0,002147	0,019321
Q_Weg2	0,0476	121,08	60	0,003352	0,030167
Q_Weg3	0,0476	87,27	60	0,002416	0,021743
gesamt		237,93		0,007915	0,071231
			gesamt	0,079145	

3.1.2 Materialtransport durch Radlader

Mit einem Schaufelvolumen von 4 m³ des Radladers und einer Dichte von 1,65 t/m³ des Materials kann der Radlader ca. 6,6 t pro Fahrt transportieren. Für die 626 t/Tag, die zur Aufbereitung und anschließend in die Output-Lagerboxen transportiert werden müssen, benötigt der Radlader also ca. 95 Fahrten. Eine Fahrt (Input-Lagerfläche – Aufbereitung – Output-Lagerfläche) ist ca. zwischen 80 und 250 m lang. Es wird im Mittel eine Entfernung von 160 m/Fahrt angenommen. Auf dem Gelände sind also ca. 15.180 m an befestigten Wegen durch den Radlader zurückzulegen.

Nach [VDI 3790 Blatt 3, 2010] ist die Berechnung für befestigte Fahrwege mit der von der EPA hergeleiteten Formel durchzuführen [EPA, 2006]:

$$E = k \times (sL)^{0,91} \times (W)^{1,02}$$

E = Partikelemissionsfaktor (g/km)

k = Partikelgrößenmultiplikator

sL = Fahrbahn Schluff Belastung (g/m²)

W = durchschnittliches Gewicht der LKW (t)

Die einzelnen eingesetzten Parameter werden der U.S. Environmental Protection Agency (EPA) entnommen [EPA, 2006].

k = in Tabelle 13.2.1-1 [EPA, 2006] ist der Wert für PM₁₀ und die Einheit g/km mit **0,62** angegeben

sL = der silt loading parameter ist in Tabelle 13.2.1-3 [EPA, 2006] angegeben. Hier werden Richtwerte angegeben. Für den vorliegenden Fall sind keine Angaben getroffen worden, demnach wird von einer hier angegebenen Hausmülldeponie ausgegangen. Die Messwerte liegen hier zwischen 1,1 g/m² und 32 g/m². Da die Fahrwege in regelmäßigen Abständen gesäubert werden, wird für diesen Fall ein Wert von **3 g/m²** angenommen.

W = beschreibt die Tonnage des Radladers im Mittel. Mit einer max. Beladung von 6,6 t und einem Leergewicht von ca. 20 t hat der Radlader ein mittleres Gewicht von ca. 23 t. Da es sich bei der Formel um eine amerikanische Formel handelt, müssen die Tonnen noch in SI-Einheiten umgerechnet werden.
1 metrische Tonne = 1,10231 amerikanische Tonnen

Der Emissionsfaktor für PM₁₀ für den internen Transport des Materials berechnet sich demnach zu:

$$E = 0,62 \times (3)^{0,91} \times (23 \times 1,1)^{1,02} = 45,57 \text{ g/km}$$

Daraus berechnet sich die Quellstärke der Emission durch den internen Transport auf den befestigten Wegen für PM₁₀ (**Hin- und Rückfahrt**) unter Berücksichtigung der stündlichen und jährlichen **Wichtung** (230 Arbeitstage) ((Q/13) * (230/365)) zu:

$$Q_{PM10} = 0,0456 \frac{\text{g PM}_{10}}{\text{m}} \times \text{Länge Wege m} \times \frac{230}{13 \cdot 365 \cdot 1000} = \frac{\text{g PM}_{10}}{\text{Tag}} \times \frac{230}{13 \cdot 365 \cdot 1000} = \frac{\text{kg PM}_{10}}{\text{h}}$$

Es wird weiterhin konservativ angenommen, dass ca. **10 % des emittierten Gesamtstaubes Feinstaub PM₁₀** ist (FA = 0,1) [LANUV, 2000], [LANUV, 2006], [LANUV, 2010], [Kauffmann, 2008]. Somit teilt sich der Gesamtstaub in 10 % Q_{PM10} und 90 % Q_{PMu}. Q_{PMu} stellt den 10-fachen Wert von Q_{PM10} dar. Damit gilt weiter:

$$Q_{PMu} = \frac{Q_{PM10}}{0,1} - Q_{PM10} = \frac{\text{kg PM}_u}{\text{h}}$$

Weiterhin werden die Fahrwege bei trockener Witterung regelmäßig berieselt und feucht gehalten. Hierdurch ergibt sich eine Reduktion der Emissionen an PM10-Staub um mindestens 90 % (2 Std. nach Berieselung jeweils feucht und 0,9 h pro Tag trocken aus organisatorischen und wetterbedingten Gründen; ergibt sich aus der Gleichung 15 VDI 3790 Blatt 3; bei 120 Niederschlagstagen (1 mm)). Hierbei wird unterstellt, dass die Feuchte auch bei trockener Witterung für im Mittel 2 Stunden erhalten bleibt. Es wird aber auch unterstellt, dass in 10 % der Jahresstunden dann doch keine Feuchte auf den Wegen organisatorisch und witterungsbedingt erzielt werden kann.

Tabelle 5: Staubemissionen durch Aufwirbelungen auf befestigten Fahrtwegen durch Radlader

Abschnitt	E [g PM ₁₀ /m]	Länge [m]	Radlader/Tag	PM10 nach Wichtung und Befeuchtung [kg PM ₁₀ /h] (Reduktion 90%)	PM _u nach Wichtung und Befeuchtung [kg PM _u /h]
QUE_RL	0,0456	15.180	1	0,003352	0,030170

3.2 Materialumschlag

Das Material wird zur Reduzierung von Staubemissionen bei trockener Witterung mittels Sprühnebel befeuchtet. Daher wird bei den Umschlagsvorgängen im Freien eine Reduzierung der Emissionen von 95 % angesetzt. In den einzelnen folgenden Kapiteln ist dies aber auch nochmal aufgeführt.

Es werden folgende Umschlagvorgänge betrachtet:

1. Abkippen des Input-Materials vom anliefernden LKW (652 t/Tag)
2. Aufnehmen des Input-Materials mittels Radlader (626 t/Tag)
3. Abwurf des Input-Materials mittels Radlader zur Aufbereitung (Sieb 1) (376 t/Tag)
4. Abwurf des gesiebten Materials vom Sieb 1 (376 t/Tag)
5. Aufnehmen des Materials an Sieb 1 mittels Radlader (wie 2., 376 t/Tag)
6. Abkippen des Input-Materials mittels Radlader zur Aufbereitung (Brecher) (wie 3., 626 t/Tag)
7. Abwurf des gebrochenen Materials vom Brecher auf Sieb 2 (626 t/Tag)
8. Abwurf des gebrochenen & gesiebten Materials vom Sieb 2 (wie 4., 626 t/Tag)
9. Aufnehmen des gebrochenen & gesiebten Materials mittels Radlader (wie 2.)
10. Abwurf des aufbereiteten Materials vom Radlader in Lagerboxen
11. Aufnehmen des Output-Materials mittels Radlader aus Lagerboxen (wie 2., 652 t/Tag)
12. Abkippen des Output-Materials vom Radlader auf abtransportierenden LKW

Für die Umschlagprozesse werden folgende Annahmen in Anlehnung an [TÜV Nord, 2014] vorgenommen.

Tabelle 6: Annahmen für die Umschlagprozesse

Parameter	Annahme
Staubneigung	Schwach staubend
Schüttdichte (Input / Output)	1,65 t/m ³ Input 2,0 t/m ³ Output
Umfeldfaktor	Umschlagvorgänge Halde = 0,9 alle anderen Vorgänge = 1,0
Empirischer Korrekturfaktor (k _{Gerät})	diskontinuierliche Vorgänge = 1,5 kontinuierliche Vorgänge = 1,0
Freie Fallhöhe	Abladen LKW und Abwurf Radlader = 1,0 m Abwurf Aggregate = 0,5 m

Berechnungsformeln allgemein:

Beim **Abkippen des Materials** entsteht eine Staubeentwicklung, die wie folgt abgeschätzt werden kann. Die Feinstaubbelastung durch Materialumschlag lässt sich nach den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 (2010) bestimmen. Der Emissionsfaktor für das Absetzen von Material berechnet sich mit der Gleichung 10 und 11 der Richtlinie wie folgt:

$$q_{Ab} = q_{norm,korr} \times \rho_s \times k_U = q_{norm} \times k_H \times 0,5 \times k_{Gerät} \times \rho_s \times k_U$$

Der normierte Emissionsfaktor q_{norm} in g/t_{Gut} x m³/t berechnet sich wie folgt:

Bei kontinuierlichen Abwurfverfahren:

$$q_{norm} \approx a \cdot 83,3 \cdot \dot{M}^{-0,5} \quad (7a)$$

Bei diskontinuierlichen Abwurfverfahren:

$$q_{norm} \approx a \cdot 2,7 \cdot M^{-0,5} \quad (7b)$$

a = Gewichtungsfaktor (dimensionslos) zur Berücksichtigung der Stoffe hinsichtlich ihrer Neigung zum Stauben (gemäß Tabelle 3) = 31,62 für schwach staubend

Materialeigenschaft	a
stark staubend	$\sqrt{10^5}$
(mittel) staubend	$\sqrt{10^4}$
schwach staubend	$\sqrt{10^3}$
staub nicht wahrnehmbar	$\sqrt{10^2}$
außergewöhnlich feuchtes/staubarmes Gut	$\sqrt{10^0}$

M = Abwurfmasse diskontinuierlicher Verfahren in t/Hub

\dot{M} = Massenstrom kontinuierlicher Absetzverfahren in t/h

Der Korrekturfaktor k_H berechnet sich zu:

$$k_H = \left(\frac{H_{frei} + H_{Rohr} \times k_{Reib}}{2}\right)^{1,25} = \left(\frac{1}{2}\right)^{1,25} = 0,42 \text{ für das Abwerfen von LKW und Radlader (freie Fallhöhe max. 1,0 m)}$$

$$k_H = \left(\frac{H_{frei} + H_{Rohr} \times k_{Reib}}{2}\right)^{1,25} = \left(\frac{0,5}{2}\right)^{1,25} = 0,18 \text{ für das Abwerfen von Aufbereitungsaggregaten (freie Fallhöhe max. 0,5 m)}$$

Der Gerätekorrekturfaktor liegt nach der VDI Richtlinie für das diskontinuierliche Abkippen von LKW und Radlader bei $k_{Gerät} = 1,5$, für kontinuierlich arbeitende Transportbänder bei $k_{Gerät} = 1,0$. Weiter wird angenommen, dass das Material im Mittel eine Schüttdichte von $s = 1,65 \text{ t/m}^3$ (Input) bzw. $2,0 \text{ t/m}^3$ (Output) hat. Der Umfeldfaktor k_U liegt bei 0,9 (Halde) bzw. bei 1,0 (Trichter nicht abgesaugt, praktisch ohne Seitenwände sowie LKW geöffnet).

Bei der **Aufnahme des Materials** entsteht eine Staubeentwicklung, die wie folgt abgeschätzt werden kann. Die Feinstaubbelastung durch Materialumschlag lässt sich nach den Vorgaben der VDI-Richtlinie

3790, Blatt 3 (2010) bestimmen. Der Emissionsfaktor für das Aufnehmen von Material berechnet sich mit der Gleichung 8 der Richtlinie wie folgt:

$$q_{Auf} = q_{norm} \times \rho_s \times k_U$$

Der normierte Emissionsfaktor q_{norm} beim Aufnehmen des Materials mittels Schaufellader beträgt für schwach staubende Materialien $9 \text{ g/t}_{Gut} \times \text{m}^3/\text{t}$ (gemäß Tabelle 11 der VDI-Richtlinie). Weiter wird angenommen, dass das Material im Mittel eine Schüttdichte von $s = 1,65 \text{ t/m}^3$ hat. Der Umfeldfaktor k_U liegt bei 0,9 (Halde) bzw. bei 1,0 (Trichter nicht abgesaugt, praktisch ohne Seitenwände sowie LKW geöffnet).

Beim Umschlag diverser mineralischer Produkte wird in (Pregger, T. (2006)) der PM_{10} -Anteil mit $\text{FA} = 35\%$ der Gesamtstaubemission [VDI 3790 Blatt 3] angegeben.

3.2.1 Abkippen Input - Material vom LKW

$$q_{Ab,LKW} = q_{norm} \times k_H \times 0,5 \times k_{Gerät} \times \rho_s \times k_U$$

Der normierte Emissionsfaktor beim Abkippen vom LKW (18 Mg pro Abkippvorgang) beträgt für diesen Fall $20,1 \text{ g/t}_{Gut} \times \text{m}^3/\text{t}$.

$$q_{norm} = a \times 2,7 \times M^{-0,5} = 31,62 \times 2,7 \times 18^{-0,5} = 20,1$$

$$k_H = 0,42$$

$$k_{Gerät} = 1,5$$

$$k_U = 0,9$$

$$20,1 \frac{\text{g}}{\text{t}_{Gut}} \times \frac{\text{m}^3}{\text{t}} \times 0,42 \times 0,5 \times 1,5 \times 1,65 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times 0,9 = 9,41 \frac{\text{g}}{\text{t}_{Gut}}$$

Durchschnittlich werden pro Tag 652 Mg Input-Material vom LKW abgekippt. Für diese Emission gilt dann:

$$652 \frac{\text{t}_{Gut}}{\text{Tag}} \times 9,41 \frac{\text{g}}{\text{t}_{Gut}} = 6,14 \frac{\text{kg}}{\text{Tag}}$$

$$\dot{Q}_{Ab,LKW,PM10} = 6,14 \frac{\text{kg}}{\text{Tag}} \times 0,35 = 2,148 \frac{\text{kg PM}_{10}}{\text{Tag}}$$

$$\dot{Q}_{Ab,LKW,PMU} = 6,14 \frac{\text{kg}}{\text{Tag}} \times 0,65 = 3,99 \frac{\text{kg PM}_U}{\text{Tag}}$$

Daraus ergibt sich nach Wichtung über das Jahr eine Feinstaubemission durch Abkippen des Input-Materials von $0,1041 \text{ kg PM}_{10}/\text{h}$ und $0,1934 \text{ kg PM}_U/\text{h}$ (Wichtung erfolgt zur Bestimmung der Jahresmittelwerte über die Stunden eines Jahres, $((Q/13) \times (230/365))$).

Weiterhin wird eine Reduktion der Staubemissionen durch den Einsatz eines Sprühnebelgerätes berücksichtigt. Hierdurch ergibt sich eine Reduktion der Emissionen an PM_{10} -Staub um mindestens 95 %. Daraus ergeben sich als Eingabegrößen **0,005206 kg PM_{10}/h** und **0,009669 kg PM_U/h** .

3.2.2 Aufnehmen Input-Material mittels Radlader zur Aufbereitung

$$q_{Auf} = q_{norm} \times \rho_S \times k_U$$

$q_{norm} = 9 \text{ g/t}_{Gut} \times \text{m}^3/\text{t}$ (gemäß Tabelle 11 der VDI-Richtlinie)

$k_U = 0,9$

$$9 \frac{\text{g}}{\text{t}_{Gut}} \times \frac{\text{m}^3}{\text{t}} \times 1,65 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times 0,9 = 13,37 \frac{\text{g}}{\text{t}_{Gut}}$$

Durchschnittlich werden pro Tag 626 Mg zur Aufbereitung aufgenommen. Für diese Emission gilt dann:

$$626 \frac{\text{t}_{Gut}}{\text{Tag}} \times 13,37 \frac{\text{g}}{\text{t}_{Gut}} = 8,37 \frac{\text{kg}}{\text{Tag}}$$

$$\dot{Q}_{Auf,1,PM10} = 8,37 \frac{\text{kg}}{\text{Tag}} \times 0,35 = 2,928 \frac{\text{kg PM}_{10}}{\text{Tag}}$$

$$\dot{Q}_{Auf,1,PMU} = 8,37 \frac{\text{kg}}{\text{Tag}} \times 0,65 = 5,438 \frac{\text{kg PM}_U}{\text{Tag}}$$

Daraus ergibt sich nach Wichtung über das Jahr eine Feinstaubemission durch Aufnehmen des Input-Materials von 0,1419 kg PM₁₀/h und 0,2636 kg PM_U/h (Wichtung erfolgt zur Bestimmung der Jahresmittelwerte über die Stunden eines Jahres, ((Q/13) x (230/365))).

Weiterhin wird eine Reduktion der Staubemissionen durch den Einsatz eines Sprühnebelgerätes berücksichtigt. Hierdurch ergibt sich eine Reduktion der Emissionen an PM₁₀-Staub um mindestens 95 %. Daraus ergeben sich als Eingabegrößen **0,007097 kg PM₁₀/h** und **0,01318 kg PM_U/h**.

3.2.3 Abwurf Input-Material von Radlader auf Sieb 1

$$q_{Ab,RL1} = q_{norm} \times k_H \times 0,5 \times k_{Gerät} \times \rho_S \times k_U$$

Der normierte Emissionsfaktor beim Abkippen vom Radlader beträgt für diesen Fall 33,2 g/t_{Gut} x m³/t (bei 6,6 t/Abwurf - für einen Radlader mit 4 m³ Schaufelvolumen).

$$q_{norm} = a \times 2,7 \times M^{-0,5} = 31,62 \times 2,7 \times 6,6^{-0,5} = 33,2$$

$k_H = 0,42$

$k_{Gerät} = 1,5$

$k_U = 1,0$ für nicht abgesaugte Trichter mit praktisch keinen Seitenwänden.

$$33,2 \frac{\text{g}}{\text{t}_{Gut}} \times \frac{\text{m}^3}{\text{t}} \times 0,42 \times 0,5 \times 1,5 \times 1,65 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times 1,0 = 17,27 \frac{\text{g}}{\text{t}_{Gut}}$$

Durchschnittlich werden pro Tag 3762 Mg Material vom Radlader auf Sieb 1 abgekippt. Für diese Emission gilt dann:

$$376 \frac{\text{t}_{Gut}}{\text{Tag}} \times 17,27 \frac{\text{g}}{\text{t}_{Gut}} = 6,49 \frac{\text{kg}}{\text{Tag}}$$

$$\dot{Q}_{Ab,RL1,PM10} = 6,49 \frac{kg}{Tag} \times 0,35 = 2,271 \frac{kg PM_{10}}{Tag}$$

$$\dot{Q}_{Ab,RL1,PMU} = 6,49 \frac{kg}{Tag} \times 0,65 = 4,217 \frac{kg PM_U}{Tag}$$

Daraus ergibt nach Wichtung über das Jahr eine Feinstaubemission durch Abwurf des Materials auf Sieb 1 von 0,1101 kg PM₁₀/h und 0,2044 kg PM_U/h (Wichtung erfolgt zur Bestimmung der Jahresmittelwerte über die Stunden eines Jahres, ((Q/13) x (230/365))).

Weiterhin wird eine Reduktion der Staubemissionen durch den Einsatz eines Sprühnebelgerätes berücksichtigt. Hierdurch ergibt sich eine Reduktion der Emissionen an PM₁₀-Staub um mindestens 95 %. Daraus ergeben sich als Eingabegrößen **0,005504 kg PM₁₀/h und 0,010221 kg PM_U/h.**

3.2.4 Abwurf des gesiebten Materials vom Sieb 1

$$q_{Ab,Sieb1} = q_{norm} \times k_H \times 0,5 \times k_{Gerät} \times \rho_S \times k_U$$

Der normierte Emissionsfaktor beim Abwurf kontinuierlicher Verfahren beträgt für schwach staubende Materialien 340,1 g/t_{Gut} x m³/t (bei einem mittleren Durchsatz von ca. 60 t/h bei 8 h Laufzeit der Aufbereitungsaggregate).

$$k_H = 0,18$$

$$k_{Gerät} = 1,0$$

$$k_U = 0,9$$

$$340,1 \frac{g}{t_{Gut}} \times \frac{m^3}{t} \times 0,18 \times 0,5 \times 1,0 \times 1,65 \frac{t}{m^3} \times 0,9 = 44,64 \frac{g}{t_{Gut}}$$

Durchschnittlich werden pro Tag 376 Mg Material von Sieb 1 abgeworfen. Für diese Emission gilt dann:

$$376 \frac{t_{Gut}}{Tag} \times 44,64 \frac{g}{t_{Gut}} = 16,77 \frac{kg}{Tag}$$

$$\dot{Q}_{Ab,Sieb1,PM10} = 16,77 \frac{kg}{Tag} \times 0,35 = 5,868 \frac{kg PM_{10}}{Tag}$$

$$\dot{Q}_{Ab,Sieb1,PMU} = 16,77 \frac{kg}{Tag} \times 0,65 = 10,898 \frac{kg PM_U}{Tag}$$

Daraus ergibt sich nach Wichtung über das Jahr eine Feinstaubemission durch das Abwerfen des gesiebten Materials vom Sieb 1 von 0,2844 kg PM₁₀/h und 0,5282 PM_U/h (Wichtung erfolgt zur Bestimmung der Jahresmittelwerte über die Stunden eines Jahres, ((Q/13) x (230/365))).

Weiterhin wird eine Reduktion der Staubemissionen durch den Einsatz eines Sprühnebelgerätes berücksichtigt. Hierdurch ergibt sich eine Reduktion der Emissionen an PM₁₀-Staub um mindestens 95 %. Daraus ergeben sich als Eingabegrößen **0,014222 kg PM₁₀/h und 0,026411 kg PM_U/h.**

3.2.5 Aufnahmen des gesiebten Materials mittels Radlader nach Sieb 1

Wie 3.2.2., 376 Mg/Tag

Durchschnittlich werden pro Tag 376 Mg nach dem Sieb 1 aufgenommen. Für diese Emission gilt dann:

$$376 \frac{t_{Gut}}{Tag} \times 13,37 \frac{g}{t_{Gut}} = 5,02 \frac{kg}{Tag}$$

$$\dot{Q}_{Auf,2,PM10} = 5,02 \frac{kg}{Tag} \times 0,35 = 1,757 \frac{kg PM_{10}}{Tag}$$

$$\dot{Q}_{Auf,2,PMU} = 5,02 \frac{kg}{Tag} \times 0,65 = 3,263 \frac{kg PM_U}{Tag}$$

Daraus ergibt sich nach Wichtung über das Jahr eine Feinstaubemission durch Aufnahmen des Materials von 0,0852 kg PM₁₀/h und 0,1582 kg PM_U/h (Wichtung erfolgt zur Bestimmung der Jahresmittelwerte über die Stunden eines Jahres, ((Q/13) x (230/365))).

Weiterhin wird eine Reduktion der Staubemissionen durch den Einsatz eines Sprühnebelgerätes berücksichtigt. Hierdurch ergibt sich eine Reduktion der Emissionen an PM₁₀-Staub um mindestens 95 %. Daraus ergeben sich als Eingabegrößen **0,004258 kg PM₁₀/h** und **0,007908 kg PM_U/h**.

3.2.6 Abwurf des Input-Materials mittels Radlader zur Aufbereitung (Brecher)

Wie 3.2.3, 626 t/Tag

Durchschnittlich werden pro Tag 626 Mg Material vom Radlader auf den Brecher abgekippt. Für diese Emission gilt dann:

$$626 \frac{t_{Gut}}{Tag} \times 17,27 \frac{g}{t_{Gut}} = 10,81 \frac{kg}{Tag}$$

$$\dot{Q}_{Ab,RL3,PM10} = 10,81 \frac{kg}{Tag} \times 0,35 = 3,785 \frac{kg PM_{10}}{Tag}$$

$$\dot{Q}_{Ab,RL3,PMU} = 10,81 \frac{kg}{Tag} \times 0,65 = 7,029 \frac{kg PM_U}{Tag}$$

Daraus ergibt nach Wichtung über das Jahr eine Feinstaubemission durch Abwurf des Materials auf den Brecher von 0,1835 kg PM₁₀/h und 0,3407 kg PM_U/h (Wichtung erfolgt zur Bestimmung der Jahresmittelwerte über die Stunden eines Jahres, ((Q/13) x (230/365))).

Weiterhin wird eine Reduktion der Staubemissionen durch den Einsatz eines Sprühnebelgerätes berücksichtigt. Hierdurch ergibt sich eine Reduktion der Emissionen an PM₁₀-Staub um mindestens 95 %. Daraus ergeben sich als Eingabegrößen **0,009173 kg PM₁₀/h** und **0,017035 kg PM_U/h**.

3.2.7 Abwurf des gebrochenen Materials aus Brecher auf Sieb

$$q_{Ab,Brecher} = q_{norm} \times k_H \times 0,5 \times k_{Gerät} \times \rho_S \times k_U$$

Der normierte Emissionsfaktor beim Abwurf kontinuierlicher Verfahren beträgt für schwach staubende Materialien $340,1 \text{ g/t}_{Gut} \times \text{m}^3/\text{t}$ (bei einem mittleren Durchsatz von ca. 60 t/h bei 8 h Laufzeit der Aufbereitungsaggregate).

$$k_H = 0,18$$

$$k_{Gerät} = 1,0$$

$$k_U = 1,0$$

$$340,1 \frac{\text{g}}{\text{t}_{Gut}} \times \frac{\text{m}^3}{\text{t}} \times 0,18 \times 0,5 \times 1,0 \times 1,65 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times 1,0 = 50,5 \frac{\text{g}}{\text{t}_{Gut}}$$

Durchschnittlich werden pro Tag 626 Mg Material vom Brecher auf Sieb 2 abgeworfen. Für diese Emission gilt dann:

$$626 \frac{\text{t}_{Gut}}{\text{Tag}} \times 50,5 \frac{\text{g}}{\text{t}_{Gut}} = 31,61 \frac{\text{kg}}{\text{Tag}}$$

$$\dot{Q}_{Ab,Brecher,PM10} = 31,61 \frac{\text{kg}}{\text{Tag}} \times 0,35 = 11,065 \frac{\text{kg PM}_{10}}{\text{Tag}}$$

$$\dot{Q}_{Ab,Brecher,PMU} = 31,61 \frac{\text{kg}}{\text{Tag}} \times 0,65 = 20,549 \frac{\text{kg PM}_U}{\text{Tag}}$$

Daraus ergibt sich nach Wichtung über das Jahr eine Feinstaubemission durch das Abwerfen des gebrochenen Materials auf das Sieb von $0,5363 \text{ kg PM}_{10}/\text{h}$ und $0,9960 \text{ kg PM}_U/\text{h}$ (Wichtung erfolgt zur Bestimmung der Jahresmittelwerte über die Stunden eines Jahres, $((Q/13) \times (230/365))$).

Weiterhin wird eine Reduktion der Staubemissionen durch den Einsatz eines Sprühnebelgerätes berücksichtigt. Hierdurch ergibt sich eine Reduktion der Emissionen an PM_{10} -Staub um mindestens 95 %. Daraus ergeben sich als Eingabegrößen **0,026816 kg PM_{10}/h** und **0,049802 kg PM_U/h** .

3.2.8 Abwurf des gebrochenen & gesiebten Materials von Sieb 2

$$q_{Ab,Sieb2} = q_{norm} \times k_H \times 0,5 \times k_{Gerät} \times \rho_S \times k_U$$

Der normierte Emissionsfaktor beim Abwurf kontinuierlicher Verfahren beträgt für schwach staubende Materialien $340,1 \text{ g/t}_{Gut} \times \text{m}^3/\text{t}$ (bei einem mittleren Durchsatz von ca. 60 t/h bei 8 h Laufzeit der Aufbereitungsaggregate).

$$k_H = 0,18$$

$$k_{Gerät} = 1,0$$

$$\text{Dichte } s = 2,0 \text{ t/m}^3$$

$$k_U = 0,9$$

$$340,1 \frac{g}{t_{Gut}} \times \frac{m^3}{t} \times 0,18 \times 0,5 \times 1,0 \times 2,0 \frac{t}{m^3} \times 0,9 = 54,10 \frac{g}{t_{Gut}}$$

Durchschnittlich werden pro Tag 626 Mg Material von Sieb 2 abgeworfen. Für diese Emission gilt dann:

$$626 \frac{t_{Gut}}{Tag} \times 54,10 \frac{g}{t_{Gut}} = 33,87 \frac{kg}{Tag}$$

$$\dot{Q}_{Ab,Sieb2,PM10} = 33,87 \frac{kg}{Tag} \times 0,35 = 11,854 \frac{kg PM_{10}}{Tag}$$

$$\dot{Q}_{Ab,Sieb2,PMU} = 33,87 \frac{kg}{Tag} \times 0,65 = 22,015 \frac{kg PM_U}{Tag}$$

Daraus ergibt sich nach Wichtung über das Jahr eine Feinstaubemission durch das Abwerfen des gebrochenen und gesiebten Materials vom Sieb 2 von 0,5746 kg PM₁₀/h und 1,0671 kg PM_U/h (Wichtung erfolgt zur Bestimmung der Jahresmittelwerte über die Stunden eines Jahres, ((Q/13) x (230/365))).

Weiterhin wird eine Reduktion der Staubemissionen durch den Einsatz eines Sprühnebelgerätes berücksichtigt. Hierdurch ergibt sich eine Reduktion der Emissionen an PM₁₀-Staub um mindestens 95 %. Daraus ergeben sich als Eingabegrößen **0,028730 kg PM₁₀/h und 0,053356 kg PM_U/h.**

3.2.9 Aufnahmen des gebrochenen & gesiebten Materials mittels Radlader

$$q_{Auf} = q_{norm} \times \rho_s \times k_U$$

$q_{norm} = 9 \text{ g/t}_{Gut} \times \text{m}^3/\text{t}$ (gemäß Tabelle 11 der VDI-Richtlinie)

Dichte $s = 2,0 \text{ t/m}^3$

$k_U = 0,9$

$$9 \frac{g}{t_{Gut}} \times \frac{m^3}{t} \times 2,0 \frac{t}{m^3} \times 0,9 = 16,20 \frac{g}{t_{Gut}}$$

Durchschnittlich werden pro Tag 626 Mg zur Aufbereitung aufgenommen. Für diese Emission gilt dann:

$$626 \frac{t_{Gut}}{Tag} \times 16,20 \frac{g}{t_{Gut}} = 10,14 \frac{kg}{Tag}$$

$$\dot{Q}_{Auf,2,PM10} = 10,14 \frac{kg}{Tag} \times 0,35 = 3,549 \frac{kg PM_{10}}{Tag}$$

$$\dot{Q}_{Auf,2,PMU} = 10,14 \frac{kg}{Tag} \times 0,65 = 6,592 \frac{kg PM_U}{Tag}$$

Daraus ergibt sich nach Wichtung über das Jahr eine Feinstaubemission durch Aufnahmen des Input-Materials von 0,1720 kg PM₁₀/h und 0,3195 kg PM_U/h (Wichtung erfolgt zur Bestimmung der Jahresmittelwerte über die Stunden eines Jahres, ((Q/13) x (230/365))).

Weiterhin wird eine Reduktion der Staubemissionen durch den Einsatz eines Sprühnebelgerätes berücksichtigt. Hierdurch ergibt sich eine Reduktion der Emissionen an PM₁₀-Staub um mindestens 95 %. Daraus ergeben sich als Eingabegrößen **0,008602 kg PM₁₀/h und 0,015976 kg PM_U/h.**

3.2.10 Abwurf behandeltes Material vom Radlader auf Output - Lagerfläche

$$q_{Ab,RL3} = q_{norm} \times k_H \times 0,5 \times k_{Gerät} \times \rho_S \times k_U$$

Der normierte Emissionsfaktor bei Abkippen vom Radlader beträgt für diesen Fall 33,2 g/t_{Gut} x m³/t (bei 6,6 t/Abwurf - für einen Radlader mit 4 m³ Schaufelvolumen).

$$k_H = 0,42$$

$$k_{Gerät} = 1,5$$

$$\text{Dichte } s = 2,0 \text{ t/m}^3$$

$$k_U = 0,9$$

$$33,2 \frac{g}{t_{Gut}} \times \frac{m^3}{t} \times 0,42 \times 0,5 \times 1,5 \times 2,0 \frac{t}{m^3} \times 0,9 = 18,84 \frac{g}{t_{Gut}}$$

Durchschnittlich werden pro Tag 626 Mg Material vom Radlader auf die Output-Lagerfläche abgeworfen. Für diese Emission gilt dann:

$$626 \frac{t_{Gut}}{Tag} \times 18,84 \frac{g}{t_{Gut}} = 11,80 \frac{kg}{Tag}$$

$$\dot{Q}_{Ab,RL3,PM10} = 11,80 \frac{kg}{Tag} \times 0,35 = 4,129 \frac{kg PM_{10}}{Tag}$$

$$\dot{Q}_{Ab,RL3,PMU} = 11,80 \frac{kg}{Tag} \times 0,65 = 7,668 \frac{kg PM_U}{Tag}$$

Daraus ergibt sich nach Wichtung über das Jahr eine Feinstaubemission durch Abkippen des Output-Materials von 0,2001 kg PM₁₀/h und 0,3717 PM_U/h (Wichtung erfolgt zur Bestimmung der Jahresmittelwerte über die Stunden eines Jahres, ((Q/13) x (230/365))).

Weiterhin wird eine Reduktion der Staubemissionen durch den Einsatz eines Sprühnebelgerätes berücksichtigt. Hierdurch ergibt sich eine Reduktion der Emissionen an PM₁₀-Staub um mindestens 95 %. Daraus ergeben sich als Eingabegrößen **0,010006 kg PM₁₀/h** und **0,018583 kg PM_U/h**.

3.2.11 Aufnehmen Output-Material mittels Radlader

Wie 3.2.9, 652 Mg/Tag

Durchschnittlich werden pro Tag 652 Mg Output-Material aufgenommen. Für diese Emission gilt dann:

$$652 \frac{t_{Gut}}{Tag} \times 16,20 \frac{g}{t_{Gut}} = 10,56 \frac{kg}{Tag}$$

$$\dot{Q}_{Auf,4,PM10} = 10,56 \frac{kg}{Tag} \times 0,35 = 3,697 \frac{kg PM_{10}}{Tag}$$

$$\dot{Q}_{Auf,4,PMU} = 10,56 \frac{kg}{Tag} \times 0,65 = 6,866 \frac{kg PM_U}{Tag}$$

Daraus ergibt sich nach Wichtung über das Jahr eine Feinstaubemission durch Aufnehmen des Output-Materials von 0,1792 kg PM₁₀/h und 0,3328 kg PM_U/h (Wichtung erfolgt zur Bestimmung der Jahresmittelwerte über die Stunden eines Jahres, ((Q/13) x (230/365))).

Weiterhin wird eine Reduktion der Staubemissionen durch den Einsatz eines Sprühnebelgerätes berücksichtigt. Hierdurch ergibt sich eine Reduktion der Emissionen an PM₁₀-Staub um mindestens 95 %. Daraus ergeben sich als Eingabegrößen **0,008960 kg PM₁₀/h und 0,016639 PM_U/h.**

3.2.12 Abkippen Output-Material vom Radlader auf LKW

Wie 3.2.10, 652 t/Tag

Durchschnittlich werden pro Tag 652 Mg Material vom Radlader auf die LKW abgeworfen. Für diese Emission gilt dann:

$$652 \frac{t_{Gut}}{Tag} \times 18,84 \frac{g}{t_{Gut}} = 12,29 \frac{kg}{Tag}$$

$$\dot{Q}_{Ab,RL4,PM10} = 12,29 \frac{kg}{Tag} \times 0,35 = 4,300 \frac{kg PM_{10}}{Tag}$$

$$\dot{Q}_{Ab,RL4,PMU} = 12,29 \frac{kg}{Tag} \times 0,65 = 7,986 \frac{kg PM_U}{Tag}$$

Daraus ergibt sich nach Wichtung über das Jahr eine Feinstaubemission durch Abkippen des Output-Materials von 0,2084 kg PM₁₀/h und 0,3871 PM_U/h (Wichtung erfolgt zur Bestimmung der Jahresmittelwerte über die Stunden eines Jahres, ((Q/13) x (230/365))).

Weiterhin wird eine Reduktion der Staubemissionen durch den Einsatz eines Sprühnebelgerätes berücksichtigt. Hierdurch ergibt sich eine Reduktion der Emissionen an PM₁₀-Staub um mindestens 95 %. Daraus ergeben sich als Eingabegrößen **0,010422 kg PM₁₀/h und 0,019355 kg PM_U/h.**

3.3 Emissionen aus der Aufbereitung

3.3.1 Siebvorgänge

In Anlehnung an [TÜV Nord, 2014] werden für den Siebvorgang von Boden 0,0125 kg/t für Gesamtstaub und 0,0043 kg/t für Feinstaub (PM₁₀) angesetzt.

Die Tagesleistung liegt bei 376 Mg an Sieb 1 und 626 Mg an Sieb 2.

Für die Gesamtstaub-Emissionen der Siebvorgänge am Standort gilt dann:

$$376 \frac{t_{Gut}}{Tag} \times 0,0125 \frac{kg}{t_{Gut}} = 4,695 \frac{kg}{Tag}$$

$$626 \frac{t_{Gut}}{Tag} \times 0,0125 \frac{kg}{t_{Gut}} = 7,825 \frac{kg}{Tag}$$

Für die Emission an Feinstaub (PM10) der Siebvorgänge am Standort gilt analog:

$$376 \frac{t_{Gut}}{Tag} \times 0,0043 \frac{kg}{t_{Gut}} = 1,6151 \frac{kg PM10}{Tag}$$

$$626 \frac{t_{Gut}}{Tag} \times 0,0043 \frac{kg}{t_{Gut}} = 2,6918 \frac{kg PM10}{Tag}$$

Somit folgt

$$\dot{Q}_{Sieben,1,PMU} = 4,695 \frac{kg}{Tag} - 1,6151 \frac{kg}{Tag} = 3,0799 \frac{kg PM_u}{Tag}$$

$$\dot{Q}_{Sieben,2,PMU} = 7,825 \frac{kg}{Tag} - 2,6918 \frac{kg}{Tag} = 5,1332 \frac{kg PM_u}{Tag}$$

Daraus ergibt sich nach Wichtung über das Jahr eine Feinstaubemission durch das Sieben des Materials an Sieb 1 von 0,0783 kg PM₁₀/h und 0,1493 kg PM_u/h und an Sieb 2 von 0,1305 kg PM₁₀/h und 0,2488 kg PM_u/h (Wichtung erfolgt zur Bestimmung der Jahresmittelwerte über die Stunden eines Jahres, ((Q/13) x (230/365))).

Weiterhin wird eine Reduktion der Staubemissionen durch den Einsatz eines Sprühnebelgerätes berücksichtigt. Hierdurch ergibt sich eine Reduktion der Emissionen an PM10-Staub um mindestens 95 %. Daraus ergeben sich als Eingabegrößen an Sieb 1 **0,0039 kg PM₁₀/h und 0,0075 kg PM_u/h** sowie an **Sieb 2 0,0065 kg PM₁₀/h und 0,0124 kg PM_u/h**.

3.3.2 Brecheranlage Boden

Nach [TÜV Nord, 2014] werden die Emissionen für die Aufbereitung von Steinen mit 0,0027 kg/t Gesamtstaub und 0,0012 kg/t für Feinstaub (PM10) angenommen.

Die Tagesleistung liegt bei 626 Mg.

Für die Emission an Gesamtstaub des Brechervorgangs am Standort gilt dann:

$$626 \frac{t_{Gut}}{Tag} \times 0,0027 \frac{kg}{t_{Gut}} = 1,69 \frac{kg}{Tag}$$

Für die Emission an Feinstaub (PM10) des Brechervorgangs am Standort gilt analog:

$$626 \frac{t_{Gut}}{Tag} \times 0,0012 \frac{kg}{t_{Gut}} = 0,75 \frac{kg PM10}{Tag}$$

Somit folgt

$$\dot{Q}_{Brecher,PMU} = 1,69 \frac{kg}{Tag} - 0,75 \frac{kg PM10}{Tag} = 0,939 \frac{kg PM_u}{Tag}$$

Daraus ergibt sich nach Wichtung über das Jahr eine Feinstaubemission durch das Brechen des Materials von 0,0364 kg PM₁₀/h und 0,0455 kg PM_u/h (Wichtung erfolgt zur Bestimmung der Jahresmittelwerte über die Stunden eines Jahres, ((Q/13) x (230/365))).

Weiterhin wird eine Reduktion der Staubemissionen durch den Einsatz eines Sprühnebelgerätes berücksichtigt. Hierdurch ergibt sich eine Reduktion der Emissionen an PM10-Staub um mindestens 95 %. Daraus ergeben sich als Eingabegrößen **0,00182 kg PM₁₀/h** und **0,00227 kg PM_U/h**.

3.4 Motoremissionen

3.4.1 LKW-Verkehr

Die Bestimmung der Emissionen aus dem Fahrverkehr erfolgt entsprechend dem Handbuch der Emissionsfaktoren HBEFA 4.2 (Stand 24.02.2022). Hierbei wird von einem fließenden Verkehr auf der gesamten Strecke im Bezugsjahr 2020 ausgegangen. Die LKW sind der Klasse **SNF** (Schwere Nutzfahrzeuge) und einer Geschwindigkeit von max. ca. **30 km/h** zuzuordnen. Auf dem Gelände gilt eine Höchstgeschwindigkeit von 10 km/h. Das Handbuch der Emissionsfaktoren setzt allerdings eine Mindestgeschwindigkeit von 30 km/h an. Daher werden hier die 30 km/h zugrunde gelegt. Die Verkehrszusammensetzung wurde mit **Flottenmix gewichtete E-Faktoren** gewählt. Der Verkehr findet in einer urbanen Gegend (Erschließungsstraße) statt. Da das Betriebsgelände relativ eben ist, wird die mittlere Längsneigung mit **0% (flach)** angenommen. Dadurch ergeben sich die folgenden Emissionsfaktoren aus HBEFA 4.2:

- NO₂ (LKW): 0,345 g/km
- NO_x als NO₂ (LKW): 2,869 g/km
- SO_x als SO₂ (LKW) 0,003 g/km
- PM (LKW): 0,041 g/km

Weiterhin wird von einem LKW-Aufkommen von max. 60 LKW / Tag während der 13 h Anlieferverkehr ausgegangen. Es ergeben sich für die unterschiedlichen Weglängen folgende Emissionen.

Tabelle 7: Emissionen aus den Motorabgasen der LKW

Abschnitt	einfache Länge [m]	NO ₂ [kg/h]	NO _x [kg/h]	SO ₂ [kg/h]	PM [kg/h]
Q_Weg1	77,55	2,47E-04	2,05E-03	2,15E-06	2,93E-05
Q_Weg2	121,08	3,86E-04	3,21E-03	3,35E-06	4,58E-05
Q_Weg3	26,84	2,78E-04	2,31E-03	2,42E-06	3,30E-05
	gesamt	9,10E-04	7,57E-03	7,92E-06	1,08E-04

3.4.2 Radlader für den internen Betriebsverkehr

Der interne Betriebsverkehr (Umschlagprozesse) erfolgt z.B. mittels Radlader, die wie Baumaschinen emissionstechnisch betrachtet werden können.

Die Emissionen pro Fahrweg ergeben sich aus HBEFA 4.2 (angenommen analog zum LKW-Verkehr):

- NO₂: 0,345 g/km
- NO_x als NO₂: 2,869 g/km
- SO_x als SO₂: 0,003 g/km
- PM: 0,041 g/km

Bei einer Fahrstrecke von angenommenen 15.180 m während der 13 h ergeben sich nachfolgende Emissionen pro Stunde:

- NO₂: 4,03E-04 kg/h
- NO_x als NO₂: 3,35E-03 kg/h
- SO_x als SO₂: 3,50E-06 kg/h
- PM: 4,79E-05 kg/h

Die Emissionsfrachten werden als Flächenemissionsquelle im Rechenmodell dargestellt.

3.4.3 Brecher- und Siebanlagen

Für die Partikelemissionen aus den Dieselmotoren der Aufbereitungsaggregate werden hier gemäß der VDI 2095 Ziffer 6 für nicht genehmigungsbedürftige Anlagen die Emissionsbegrenzungen der Richtlinie 28. BImSchV in Verbindung mit der Verordnung (EU) 2016/1628 [1628, 2016] berücksichtigt.

Anlage	Leistung der Dieselmotoren [kW]	Emissionen PM [g/kWh]	Emissionen PM [g/h]	Emissionen PM [kg/a] (mit 8 h / Tag und 230 Tage / Jahr)	Emissionen PM [kg/h] (auf das Jahr verteilt)
Brecher	310	0,015	4,65	8,556	0,000976712
Siebanlage	97	0,015	1,455	2,677	0,000305616
				gesamt	0,001282329

Diese Emissionen werden nach der Laufzeit der Aggregate für maximal 8 h berücksichtigt.

3.5 Offene Lagerflächen - Verwehung

Die Emissionen aus Verwehungen von der offenen Lagerfläche werden zeitlich nicht gewichtet, da diese Emissionen kontinuierlich auftreten.

In der Regel kann der Anteil der Winderosion an der Gesamtemission von Staub vernachlässigt werden. In Analogie zur VDI-Richtlinie 3790, Blatt 2 wird hier jedoch von einer jährlichen Winderosion von maximal 150 kg/ha und Jahr ausgegangen. Daraus berechnet sich der Emissionsfaktor durch Winderosion zu:

$$q_{\text{Wind}} = 0,0171 \text{ kg}/(\text{h} \cdot \text{ha}) = 1,71233\text{E-}06 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$$

Bei einer offenen liegenden Fläche von insgesamt ca. 8,720 m² liegt als Eingabegröße für die Immissionsprognose die Emission dann bei maximal:

$$Q_{\text{Wind}} = 0,0148 \text{ kg PM}/\text{h}$$

Der Feinstaubanteil aus Winderosionen liegt bei 50 % (FA = 0,5). Daraus resultiert als Eingabegröße für die Immissionsprognose eine PM₁₀-Emission von:

$$\dot{Q}_{\text{Wind,PM}_{10}} = 0,007467 \frac{\text{kgPM}_{10}}{\text{h}}$$

$$\dot{Q}_{\text{Wind,PM}_U} = 0,007467 \frac{\text{kgPM}_U}{\text{h}}$$

3.6 Zusammenstellung der diffusen Staubemissionen

Im Folgenden werden die obigen Ergebnisse für die diffusen Staubemissionen nochmals zusammenfassend dargestellt. Die Emissionen der Umschlagvorgänge werden anteilig analog zur Flächengröße der einzelnen Lagerflächen auf die einzelnen Flächenquellen verteilt.

Tabelle 8: Zusammenfassung der Emissionen (Staub) und Vergleich mit Bagatellmassenstrom

Quelle		Vorgänge	PM ₁₀ [kg/h]	PM _u [kg/h]
Q_Weg1	LKW	Staubaufwirbelung Motoremissionen	0,002173	0,019324
Q_Weg2	LKW	Staubaufwirbelung Motoremissionen	0,003393	0,030171
Q_Weg3	LKW	Staubaufwirbelung Motoremissionen	0,002446	0,021746
QUE_1_2	Input	Abkippen LKW Aufnehmen Aufbereitung Verwehung	0,010010	0,016094
QUE_3	Output	Abkippen RL Aufnehmen für Output Abkippen auf LKW Verwehung	0,004712	0,008222
QUE_4	Input	Abkippen LKW Aufnehmen Aufbereitung Verwehung	0,001375	0,002211
QUE_5_7	Output	Abkippen RL Aufnehmen für Output Abkippen auf LKW Verwehung	0,004712	0,008222
QUE_8_9	Input	Abkippen LKW Aufnehmen Aufbereitung Verwehung	0,003179	0,005112
QUE_10_15	nur Umschlag	Abkippen LKW Aufnehmen für Output Abkippen auf LKW Verwehung	0,006030	0,010311
QUE_16	Input	Abkippen LKW Aufnehmen Aufbereitung Verwehung	0,001216	0,001955
QUE_17	Output	Abkippen RL Aufnehmen für Output	0,001374	0,002398

Quelle		Vorgänge	PM ₁₀ [kg/h]	PM _u [kg/h]
		Abkippen auf LKW Verwehung		
QUE_18	nur Umschlag	Abkippen LKW Aufnehmen für Output Abkippen auf LKW Verwehung	0,001231	0,002105
QUE_19	Output	Abkippen RL Aufnehmen für Output Abkippen auf LKW Verwehung	0,001669	0,002912
QUE_20	Output	Abkippen RL Aufnehmen für Output Abkippen auf LKW Verwehung	0,003730	0,006509
QUE_21	Output	Abkippen RL Aufnehmen für Output Abkippen auf LKW Verwehung	0,011976	0,020898
QUE_S1	Sieb 1	Abwurf in Sieb 1 Sieben Abwurf vom Sieb 1 Aufnehmen nach Sieb 1 Motoremissionen	0,028173	0,052032
QUE_S2	Sieb 2	Sieben Abwurf vom Sieb 2 Aufnehmen nach Sieb 2 Motoremissionen	0,044132	0,119133
QUE_B	Brecher	Abwurf in Brecher Brechen Abwurf von Brecher auf Sieb 2 Motoremissionen	0,038689	0,069200
QUE_RL	Radlader	Staubaufwirbelung Motoremissionen	0,003395	0,030174
Summen PM ₁₀ und PM _u			0,173614	0,428731
Summe Gesamtstaub			0,602345	
Bagatellmassenstrom Gesamtstaub			0,1	

Tabelle 9: Zusammenfassung der Emissionen (NO₂, NO_x sowie SO₂) und Vergleich mit Bagatellmassenstrom

Quelle [kg/h]	NO ₂ [kg/h]	NO _x [kg/h]	SO ₂ [kg/h]
Q_Weg1	0,000247	0,002054	2,15E-06
Q_Weg2	0,000386	0,003207	3,35E-06
Q_Weg3	0,000278	0,002311	2,42E-06
QUE_RL	0,000403	0,003349	3,50E-06
Summe	0,001313	0,010921	1,14E-05
Bagatellmassenströme	1,5		1,5

4 Emissionen – Geruch

In der Anlage wird Baum- und Strauchwerk angenommen (Lagerbox 16) und mittels Holzhäcksler zerkleinert. Es entsteht Mulch, der in den Lagerboxen 17 kurzzeitig gelagert wird.

Bei dem Baum- und Strauchwerk handelt es sich um max. 700-800 Mg pro Jahr und besteht im Wesentlichen aus holzigem Material. Dieses wird sehr zeitnah geshreddert, anschließend gesiebt und der Siebüberlauf nochmals gehäckselt und gesiebt. Als Output entsteht Mulch (Lagerbox 17). Das entstandene Produkt wird im Zuge der Rekultivierungen der drei betriebseigenen Abgrabungen im Kreis Kleve als Mulchmaterial für Pflanzflächen verwendet.

Bei dem Baum- und Strauchwerk und Mulch mit maximal 800 Mg/Jahr Durchsatz handelt es sich nur um schwach Geruch freisetzendes Material, dessen geruchliche Wahrnehmbarkeit sich auf 30 m um den Lagerstandort beschränkt und jenseits der 8 m hohen Lärmschutz-Wand nicht wahrnehmbar sein wird.

5 Freisetzungshöhen und Eingaben ins Rechenprogramm

Inzwischen weisen alle anliefernden Fahrzeuge fast ausnahmslos am Führerhaus hochgezogene Auspuffrohre auf, diese führen für die Motorabgase zu Freisetzen von deutlich über 3 m. Dies trifft auch auf Radlader zu. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass der größte Anteil der Emissionen durch Aufwirbelungen hinter den Fahrzeugen bei trockenem Straßenbelag entsteht. Derartige Aufwirbelungen werden nicht auf einer Minimalhöhe von 0,5 sondern real auf Höhen von ca. 3 m im Bereich der Höhe der Zuladung bzw. der Fahrzeugkanten der Ladeflächen freigesetzt. Dies zeigt beispielhaft das Foto von einer Deponie bei trockener Witterung ohne Befeuchtung.



Abbildung 4: Aufwirbelung hinter einem Fahrzeug auf einer Baustelle bei trockener Witterung

Auch die Staubbefreiung im Rahmen des Abkippvorgangs führen zu Freisetzen in der Höhe des Schüttkegels und der Höhe der Zuladung auf dem LKW. Auch dies sind im Mittel in etwa 3 m. Entsprechend wurden die abschließenden Berechnungen mit den realen Freisetzungshöhen von 3 m im Mittel durchgeführt. Die im Rahmen dieser Rechenläufe erzielten Ergebnisse entsprechen den real zu erwartenden Zusatzbelastungen.

6 Überprüfung der Notwendigkeit der Bestimmung von Immissionskenngrößen

Gemäß Nr. 4.1 der TA Luft hat die zuständige Behörde bei der Prüfung, ob der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen sichergestellt ist, zunächst den Umfang der Ermittlungspflichten festzustellen. Danach soll bei Schadstoffen, für die Immissionswerte in den Nummern 4.2 bis 4.5 der TA Luft festgelegt sind, die Bestimmung von Immissionskenngrößen entfallen:

- a) wegen geringer Emissionsmassenströme (siehe Nr. 4.6.1.1 der TA Luft),
- b) wegen einer geringen Vorbelastung (siehe Nr. 4.6.2.1 der TA Luft) oder
- c) wegen einer irrelevanten Zusatzbelastung.

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

Im Folgenden erfolgt eine detaillierte Darstellung der zuvor genannten Punkte. Hierbei wird auch auf die entsprechenden Nummern der TA Luft Bezug genommen. Die Prüfung, ob der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen gewährleistet ist, ist für die Schadstoffe durchzuführen, für die in der TA Luft Emissionsgrenzwerte festgelegt sind.

a) Überprüfung der Emissionsmassenströme

Gemäß Nr. 4.6.1.1 der TA Luft ist die Bestimmung der Immissionskenngrößen im Genehmigungsverfahren für den jeweils emittierten Schadstoff nicht erforderlich, wenn

- (i) die über Schornsteine abgeleiteten Emissionen die in Tabelle 7 der TA Luft festgelegten Bagatellmassenströme nicht überschreiten und
- (ii) die nicht über Schornsteine abgeleiteten Emissionen (diffusen Emissionen) 10 % der Bagatellmassenströme nicht überschreiten,

soweit sich nicht wegen der besonderen örtlichen Lage oder besonderer Umstände etwas anderes ergibt. In die Ermittlung des Massenstroms sind die Emissionen der gesamten Anlage einzubeziehen.

Prüfung von (i) und (ii)

Zur Beurteilung der Notwendigkeit der Durchführung einer Immissionsprognose ist es erforderlich, alle von einer Anlage ausgehenden Emissionen mit dem Bagatellmassenstrom nach TA Luft zu vergleichen.

Nachfolgend werden zunächst die diffusen Emissionen, die aus dem Betrieb der Recyclinganlage resultieren, vorgestellt und anschließend die Summe mit den Bagatellmassenströmen der TA Luft verglichen. Gefasste Emissionen resultieren aus dem Betrieb der Anlage nicht.

Die in Kapitel 3 ermittelten diffusen Emissionsmassenströme der Anlage werden in der nachfolgenden Tabelle den Bagatellmassenströmen aus Tabelle 7 der Nr. 4.6.1.1 der TA Luft gegenübergestellt.

Tabelle 10: Vergleich der maximalen diffusen Emissionen mit den in der TA Luft genannten Bagatellmassenströmen

Schadstoffe	Emissionsmassenstrom [kg/h]		Bagatellmassenstrom nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft [kg/h]	
	gefasst	diffus	gefasst	diffus
Gesamtstaub PM10	-	0,56	1,0	0,1
Schwefeloxide, angeg. als SO ₂	-	1,14E-05	15	1,5
Stickstoffoxide, angeg. als NO ₂	-	0,0013	15	1,5
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, angegeben als NO _x	-	0,011	15	1,5

Ergebnis:

Wie sich zeigt, werden für den Betrieb der geplanten Anlage die Bagatellmassenströme nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft für alle Stoffe unterschritten, außer für Staub aus diffusen Quellen. Bei Unterschreitung der Bagatellmassenströme muss im Genehmigungsverfahren keine Immissionsprognose erstellt werden, da die Emissionen nur gering sind und keine Umweltauswirkungen haben.

Für den Parameter Staub ist daher eine Immissionsprognose nach TA Luft erforderlich, um die Umwelteinwirkungen zu ermitteln. Für die anderen Parameter ist dies nicht erforderlich.

Die übrigen Parameter werden daher nur der Vollständigkeit halber bestimmt.

7 Ausbreitungsrechnung

Zur Ausbreitungsrechnung nach TA Luft mit Hilfe des Programms Austal2000 und der Rahmensoftware AustalView wurde eine Berechnung mit nachfolgend aufgeführten Randbedingungen durchgeführt.

7.1 Quellen

In die Ausbreitungsrechnung gehen für jede Quelle entsprechend folgende Daten ein.

7.1.1 Linienquellen

Tabelle 11: Linienquellen - Verkehrswege

	Q_Weg1	Q_Weg2	Q_Weg3
X-Koordinate [m]	312010,12	311993,87	312114,33
Y-Koordinate [m]	5726500,93	5726578,86	5726566,62
Emissionshöhe über Grund [m]	3	3	3
Länge [m]	77,55	121,08	87,27
Drehwinkel [°]	101,76	354,20	33,17

7.1.2 Flächenquellen

Tabelle 12: Flächenquellen

	QUE_1_2	QUE_3	QUE_4	QUE_5_7
Beschreibung	Fläche 1 - 2 Input	Fläche 3 Input	Fläche 4 Input	Flächen 5 - 7 Output
X-Koordinate [m]	312055,22	312107,75	312155,18	312185,46
Y-Koordinate [m]	5726580,75	5726624,59	5726619,68	5726616,20
Emissionshöhe über Grund [m]	3	3	3	3
Länge in X-Richtung [m]	40	27	24	24
Länge in Y-Richtung [m]	73	24	17	28
Drehwinkel [°]	353,84	353,70	84,18	84,06
	QUE_8_9	QUE10_15	QUE_16	QUE_17
Beschreibung	Flächen 8 - 9 Input	Flächen 10 – 15 nur Umschlag	Fläche 16 Input	Fläche 17 Output
X-Koordinate [m]	312185,88	312180,46	312172,35	312160,44
Y-Koordinate [m]	5726598,02	5726548,99	5726542,67	5726526,06

Emissionshöhe über Grund [m]	3	3	3	3
Länge in X-Richtung [m]	25	24,5	14,6	13
Länge in Y-Richtung [m]	40	48	23	15
Drehwinkel [°]	353,73	353,60	280,81	11,86
	QUE_18	QUE_19	QUE_20	QUE_21
Beschreibung	Fläche 18 nur Umschlag	Fläche 19 Output	Fläche 20 Output	Fläche 21 Output
X-Koordinate [m]	312145,92	312133,54	312105,62	312108,39
Y-Koordinate [m]	5726523,18	5726520,82	5726522,39	5726557,63
Emissionshöhe über Grund [m]	3	3	3	3
Länge in X-Richtung [m]	13,6	11	22	28
Länge in Y-Richtung [m]	18	18	23	36
Drehwinkel [°]	11,63	8,47	353,23	173,3
	QUE_RL			
Beschreibung	Fläche Radlader			
X-Koordinate [m]	312096,58			
Y-Koordinate [m]	5726561,06			
Emissionshöhe über Grund [m]	3			
Länge in X-Richtung [m]	82,5			
Länge in Y-Richtung [m]	62			
Drehwinkel [°]	353,97			

7.1.3 Punktquellen

Tabelle 13: Punktquellen

	QUE_S1	QUE_B	QUE_S2
	Sieb 1	Brecher	Sieb 2
X-Koordinate [m]	312151,67	312120,58	312120,17
Y-Koordinate [m]	5726598,56	5726608,02	5726596,79

	QUE_S1	QUE_B	QUE_S2
Emissionshöhe über Grund [m]	3	3	3

7.2 Rechenmodell

Zur Verringerung der statistischen Unsicherheit der Immissionsergebnisse aus AUSTAL2000 wurde die Qualitätsstufe der Berechnung mit $qs = 0$ festgesetzt. Eine hohe Qualitätsstufe bedeutet, dass die Freisetzungsrate von Partikeln erhöht wird, was zum einen die statistische Unsicherheit, also die Streuung um den Faktor $1/\sqrt{2}$, verringert, zum anderen aber auch die Rechenzeit bei sonst unveränderten Randbedingungen um den Faktor 2 erhöht. In der nachfolgenden Tabelle wird das geschachtelte Gitter beschrieben, wobei das Gitter 1 der Austal-Konvention entsprechend, das feinste Gitter ist.

Tabelle 14: Berechnungsgitter der Prognose

Gitter	Zellen-größe	Anzahl Zellen			x-Länge [m]	y-Länge [m]
		x	y	z		
1	4	74	64	6	368	240
2	8	46	46	22	416	352
3	16	64	56	22	1.152	896
4	32	56	52	22	1.920	1.664
5	64	38	36	22	2.560	2.304

7.3 Beurteilungsgebiet

Die Anlage hat keinen Schornstein, wonach die Größe des Beurteilungsgebiets (50 x Schornsteinhöhe) bestimmt werden könnte. Daher wird ein Mindestuntersuchungsgebiet nach TA Luft mit einem Radius von 1.000 m um den Emissionsschwerpunkt festgelegt.

Der Mittelpunkt des resultierenden Untersuchungsgebietes liegt bei (UTM-Koordinaten):

X-Koordinate: 312157
Y-Koordinate: 5726583

In diesem Untersuchungsgebiet sind alle maßgeblichen Immissionsorte mit enthalten.

Eine Übersicht zur Lage des Standortes und des ermittelten Untersuchungsgebiets ist der folgenden Abbildung zu entnehmen.

Für die Modellierung wird der Anemometerstandort (blaues Dreieck in folgender Abbildung) nach den Empfehlungen in der qualifizierten Prüfung der Wetterdaten (siehe Anhang) am bzw. nahe am Anlagenstandort positioniert (siehe auch Abbildung 5).

In der folgenden Abbildung ist die verwendete repräsentative Windrichtungsverteilung der Station Wesel-Feldmark für das Jahr 2013 dargestellt.

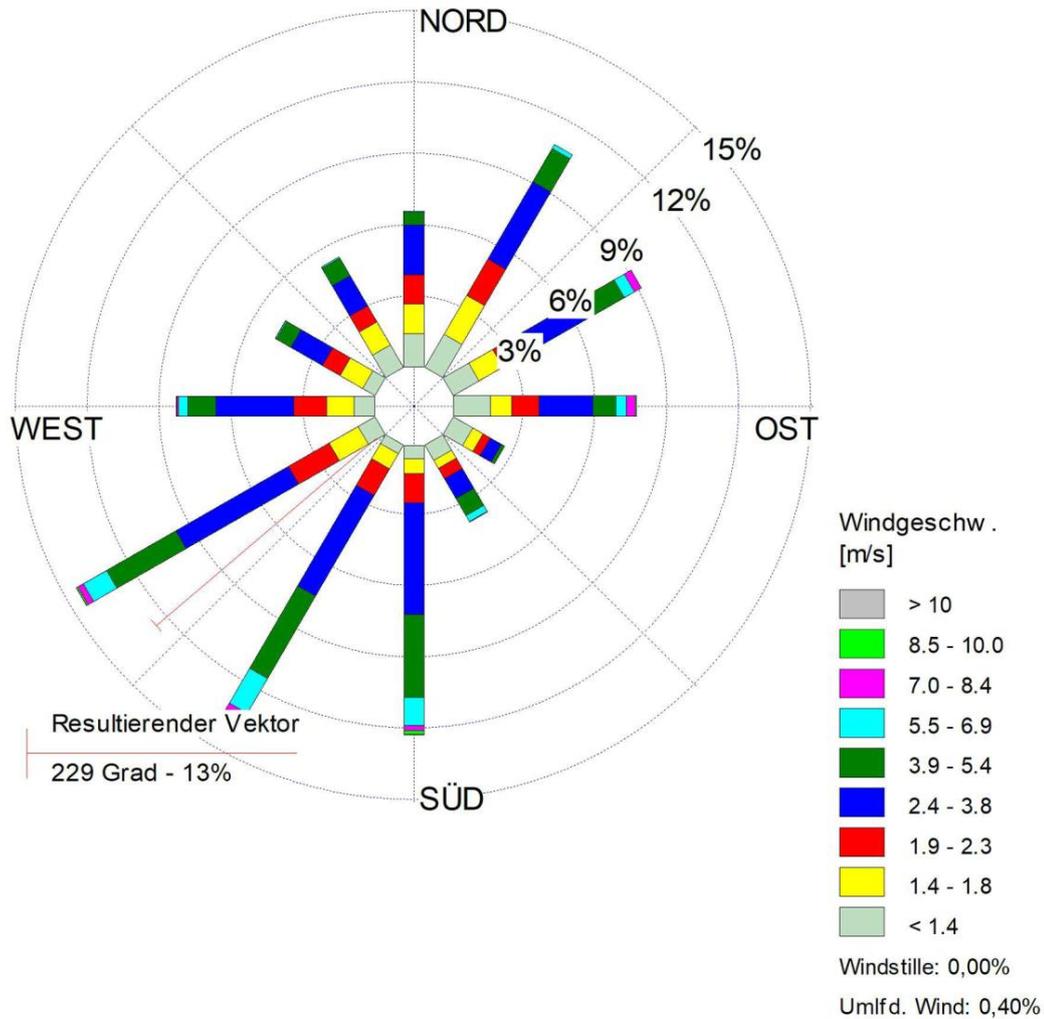


Abbildung 6: Windrichtung/ -geschwindigkeit Station Wesel-Feldmark [Argusim Doku, 2022]

7.5 Berücksichtigung von Gebäuden und Bewuchs

Als Gebäude werden die geplante Halle (westlich) sowie die 8 m hohe Lärmschutzwand in der Ausbreitungsrechnung berücksichtigt.

7.6 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten

Nach Anhang 2 Nr. 12 der TA Luft sind Unebenheiten des Geländes nur zu berücksichtigen, falls innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7-fachen der Schornsteinbauhöhe und Steigungen von mehr als 1:20 auftreten. Die Steigung ist dabei aus der Höhendifferenz über

eine Strecke zu bestimmen, die dem 2-fachen der Schornsteinbauhöhe entspricht. Diese Vorschrift ist bei der geplanten Anlage nicht anzuwenden, da keine Mindestschornsteinhöhen wegen der bodennah emittierenden Linien- und Flächenquellen zu bestimmen sind.

Geländeunebenheiten können in der Regel mit Hilfe eines mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodells berücksichtigt werden, wenn die Steigung des Geländes den Wert 1:5 (0,2) nicht überschreitet und wesentliche Einflüsse von lokalen Windsystemen oder anderen meteorologischen Besonderheiten ausgeschlossen werden können. Meteorologische Besonderheiten liegen für den Anlagenstandort nicht vor.

Laut Übertragbarkeitsgutachten [Argusim, 2022, S. 13] ist „die berechnungsrelevante Umgebung um den Standort im Sinne der TA Luft durch vernachlässigbare Steigungen gekennzeichnet“.

Die Berechnung erfolgt im ebenen Gelände.

7.7 Rauigkeitslänge

Die Rauigkeitslänge oder Bodenrauheit, angegeben als Corine-Länge, beeinflusst die Prognoseergebnisse insofern, dass sich je nach Bodenrauheit auf Grund unterschiedlicher Turbulenzen in Bodennähe unterschiedliche Strömungsmuster einstellen. Diese wiederum sind einflussgebend auf den Transport und die Ausbreitung, also auf die Immission der Schadstoffe im Betrachtungsgebiet.

Die Bodenrauheit geht im Rahmen der Ausbreitungsrechnung über das in der Software implementierte Landnutzungskataster CORINE LandCover2000 (CLC-2000) ein.

Der mittlere Corine-Wert liegt nach der Ermittlung in AUSTAL2000 bei $z_0^* = 0,628$ m und wird auf eine repräsentative Rauigkeitslänge von $z_0 = 0,5$ m gerundet.

7.8 Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit

Die mit dem Lagrangeschen Partikelmodell ermittelten Immissionszusatzbelastungswerte besitzen aufgrund der statistischen Natur des Verfahrens eine statistische Unsicherheit. Gemäß Anhang 2, Nr. 10, der TA Luft ist darauf zu achten, dass die modellbedingte statistische Unsicherheit, berechnet als statistische Streuung des berechneten Wertes, bei der Immissionsjahreszusatzbelastung 3 % des Immissionsjahreswertes und 30 % beim Tagesimmissionswert nicht überschreitet. Gegebenenfalls ist die statistische Unsicherheit durch eine Erhöhung der Partikelzahl zu reduzieren.

Wie das Ergebnisprotokoll im Anhang zeigt, sind die maximalen statistischen Streuungen der berechneten Jahresmittelwerte kleiner als 3 % und die der Tagesmittelwerte kleiner als 30 %. Die verwendete Qualitätsstufe ist somit ausreichend.

Die statistischen Unsicherheiten wurden bei der Ermittlung der Zusatzbelastungen außerhalb der Immissionsmaxima berücksichtigt.

8 Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung

8.1 Luftschadstoffe - Immissionsmaxima

Tabelle 15: Maximale Immissionszusatzbelastungen

Schadstoff	Max. Zusatzbelastung [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Irrelevanzwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] / Irrelevant?		Lage des Immissionsmaximums
Staub (PM ₁₀)	374,1	1,2	(nein)	X: 312119,00; Y: 5726597,00 Anlagengelände
Staub (PM _{2,5}) ¹⁾	112,23	0,75	(nein)	X: 312119,00; Y: 5726597,00 Anlagengelände
NO ₂	0,546	1,2	ja	X: 312143,00; Y: 5726585,00 Anlagengelände
SO ₂	0,0044	1,5	ja	X: 312143,00; Y: 5726585,00 Anlagengelände
NO _x als NO ₂	4,702	3	(nein)	X: 312143,00; Y: 5726585,00 Anlagengelände
Staubniederschlag (SN) [$\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]	2,934	0,0105	(nein)	X: 312119,00; Y: 5726597,00 Anlagengelände

¹⁾ Abschätzung in erster Näherung über Ansatz der Emissionen ca. 30 % der PM₁₀-Emissionen

Die Immissionsmaxima für Staub und gasförmige Luftschadstoffe (Konzentrationen) liegen unmittelbar auf dem Anlagengelände. Diese Maxima sind daher in einer Bewertung in Bezug auf die Irrelevanz der Zusatzbelastung **nicht heranzuziehen**, da hier die Anforderungen des Arbeitsschutzes an Arbeitsstätten einzuhalten sind (vgl. § 1 Nr. 20 der 39. BImSchV) (Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW): Staub: einatembare Fraktion (PM₁₀): 10 mg/m³, alveolengängige Fraktion (PM_{2,5}): 1,25 mg/m³, SO₂: 2,7 mg/m³; NO: 2,5 mg/m³; NO₂ 0,95 mg/m³) [TRGS 900, 2006]. **Diese werden eingehalten.**

Für SO₂ und NO₂ ist bereits das Immissionsmaxima auf dem Anlagengelände irrelevant (SO₂: 0,004 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ < 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, NO₂ = 0,496 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ < 1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nach TA Luft Nr. 4.4.3).

8.2 Luftschadstoffe - Zusatzbelastungen an den Beurteilungspunkten

Tabelle 16: Zusatzbelastungen und Bewertung der Beurteilungspunkte

Schadstoff	Zusatzbelastung	Beurteilungswert	Irrelevante Zusatzbelastung	Irrelevant?
BUP 1: Molkereistr. 70 (SW) (Wohnnutzung)				
Staub (PM ₁₀) [µg/m ³]	2,45E-01	40	1,2	Ja
Staub (PM _{2,5}) ¹⁾ [µg/m ³]	7,35E-02	25	0,75	Ja
NO ₂ [µg/m ³]	2,84E-03	40	1,2	Ja
SO ₂ [µg/m ³]	1,62E-05	50	1,5	Ja
NO _x als NO ₂ [µg/m ³]	3,17E-02	30	3	Ja
Staubniederschlag (SN) [g/(m ² *d)]	8,96E-04	0,35	0,0105	Ja
BUP 2: Kiefernweg 24a (NW) (Wohnnutzung)				
Staub (PM ₁₀) [µg/m ³]	1,72E-01	40	1,2	Ja
Staub (PM _{2,5}) ¹⁾ [µg/m ³]	5,17E-02	25	0,75	Ja
NO ₂ [µg/m ³]	1,92E-03	40	1,2	Ja
SO ₂ [µg/m ³]	1,10E-05	50	1,5	Ja
NO _x als NO ₂ [µg/m ³]	2,16E-02	30	3	Ja
Staubniederschlag (SN) [g/(m ² *d)]	5,04E-04	0,35	0,0105	Ja
BUP 3: Rother Berg 70 (N) (Wohnnutzung)				
Staub (PM ₁₀) [µg/m ³]	4,28E-01	40	1,2	Ja
Staub (PM _{2,5}) ¹⁾ [µg/m ³]	1,28E-01	25	0,75	Ja
NO ₂ [µg/m ³]	3,16E-03	40	1,2	Ja
SO ₂ [µg/m ³]	2,06E-05	50	1,5	Ja
NO _x als NO ₂ [µg/m ³]	3,09E-02	30	3	Ja
Staubniederschlag (SN) [g/(m ² *d)]	2,32E-03	0,35	0,0105	Ja
BUP 4: Bergstraße 101 (O) (Wohnnutzung)				
Staub (PM ₁₀) [µg/m ³]	3,30E-01	40	1,2	Ja
Staub (PM _{2,5}) ¹⁾ [µg/m ³]	9,91E-02	25	0,75	Ja
NO ₂ [µg/m ³]	2,71E-03	40	1,2	Ja
SO ₂ [µg/m ³]	1,63E-05	50	1,5	Ja
NO _x als NO ₂ [µg/m ³]	2,84E-02	30	3	Ja
Staubniederschlag (SN) [g/(m ² *d)]	1,27E-03	0,35	0,0105	Ja

¹⁾ Abschätzung, Ansatz der PM_{2,5}-Emissionen ca. 30 % der PM₁₀-Emissionen

Auch die Irrelevanzschwelle für SO₂ von 2 µg/m³ für empfindliche Ökosysteme wird überall deutlich unterschritten und ist daher in obiger Tabelle nicht enthalten.

Wie somit der obigen Tabelle entnommen werden kann, sind die Zusatzbelastungen, die bei dem Vorhaben entstehen, außerhalb des Anlagengeländes irrelevant.

Die räumliche Verteilung der Immissionen in der Umgebung der Anlage ist in den folgenden Abbildungen dargestellt.

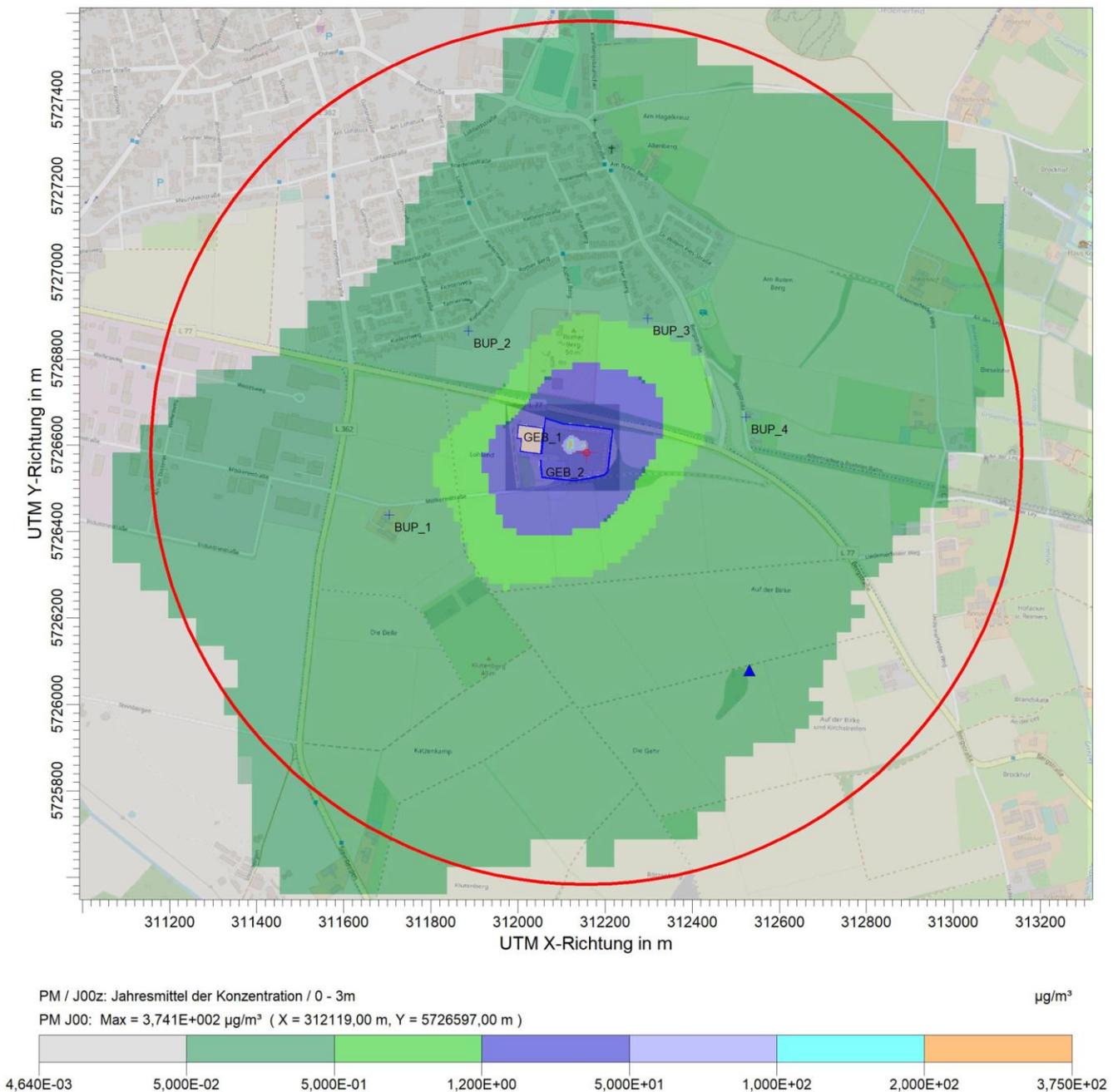


Abbildung 7: Immissionen Staub (PM10-Konzentration) im Untersuchungsgebiet

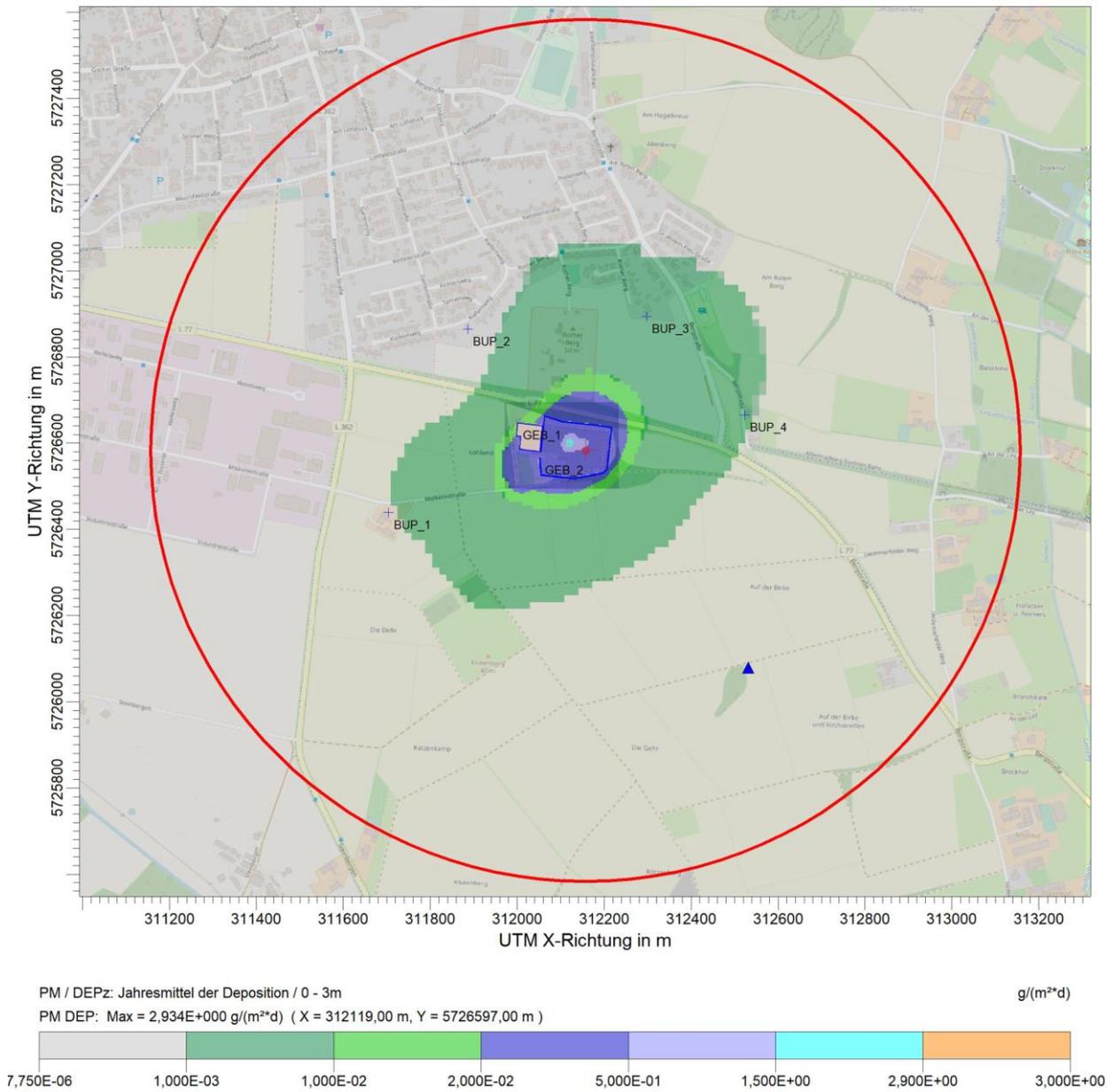


Abbildung 8: Immissionen (Deposition) PM im Untersuchungsgebiet

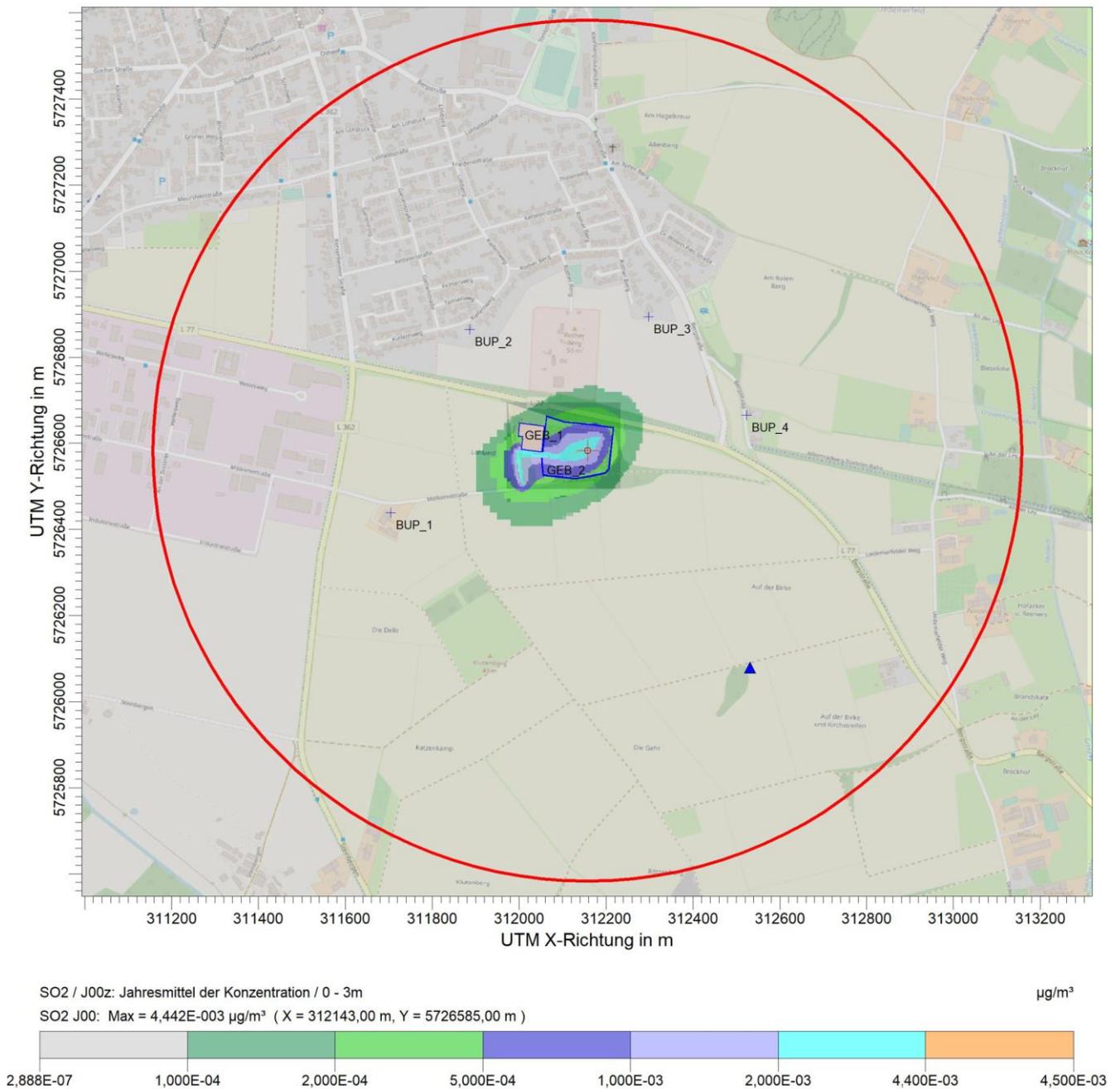


Abbildung 9: Immissionen (Konzentration) SO₂ im Untersuchungsgebiet

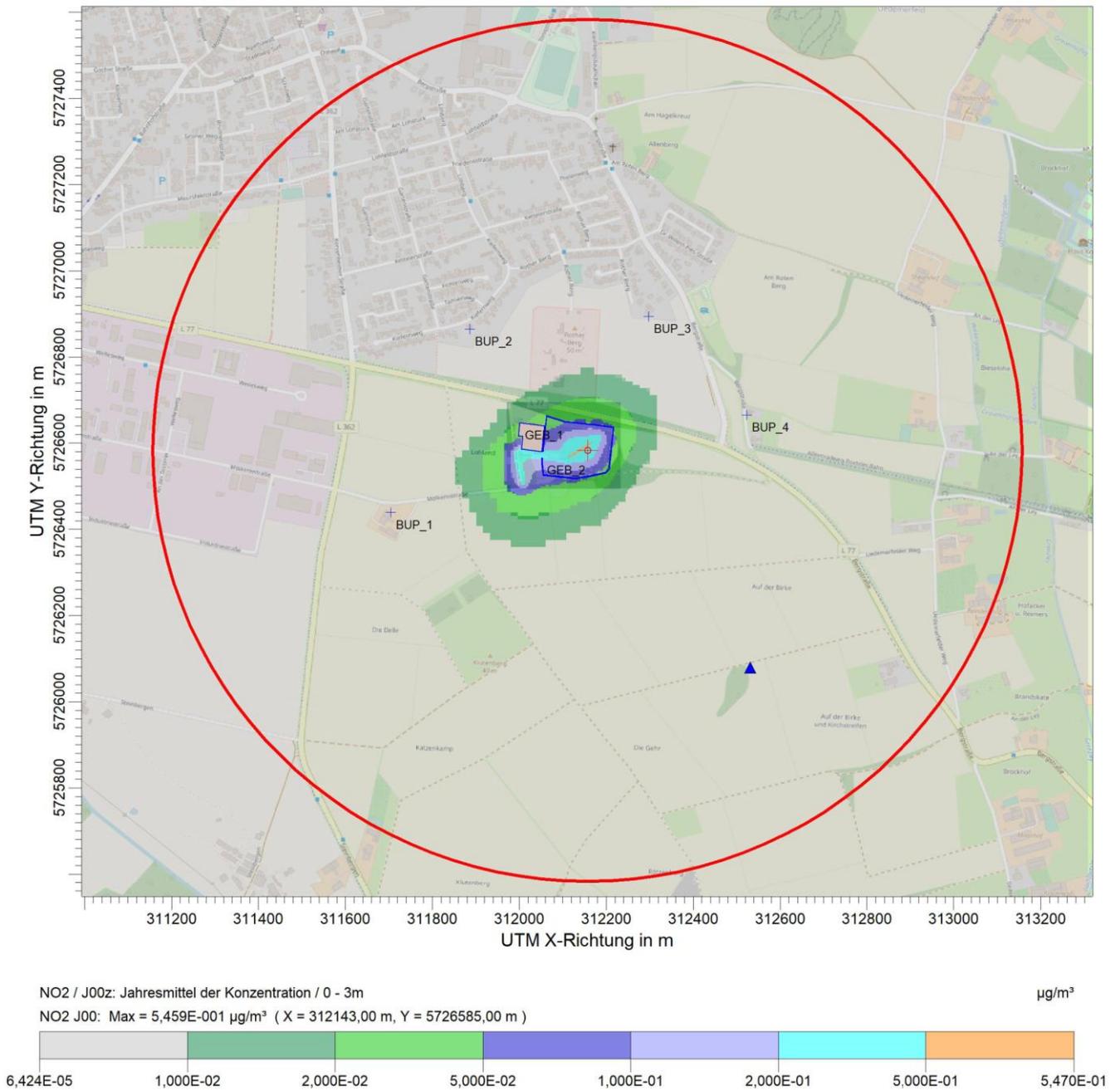


Abbildung 10: Immissionen (Konzentration) NO₂ im Untersuchungsgebiet

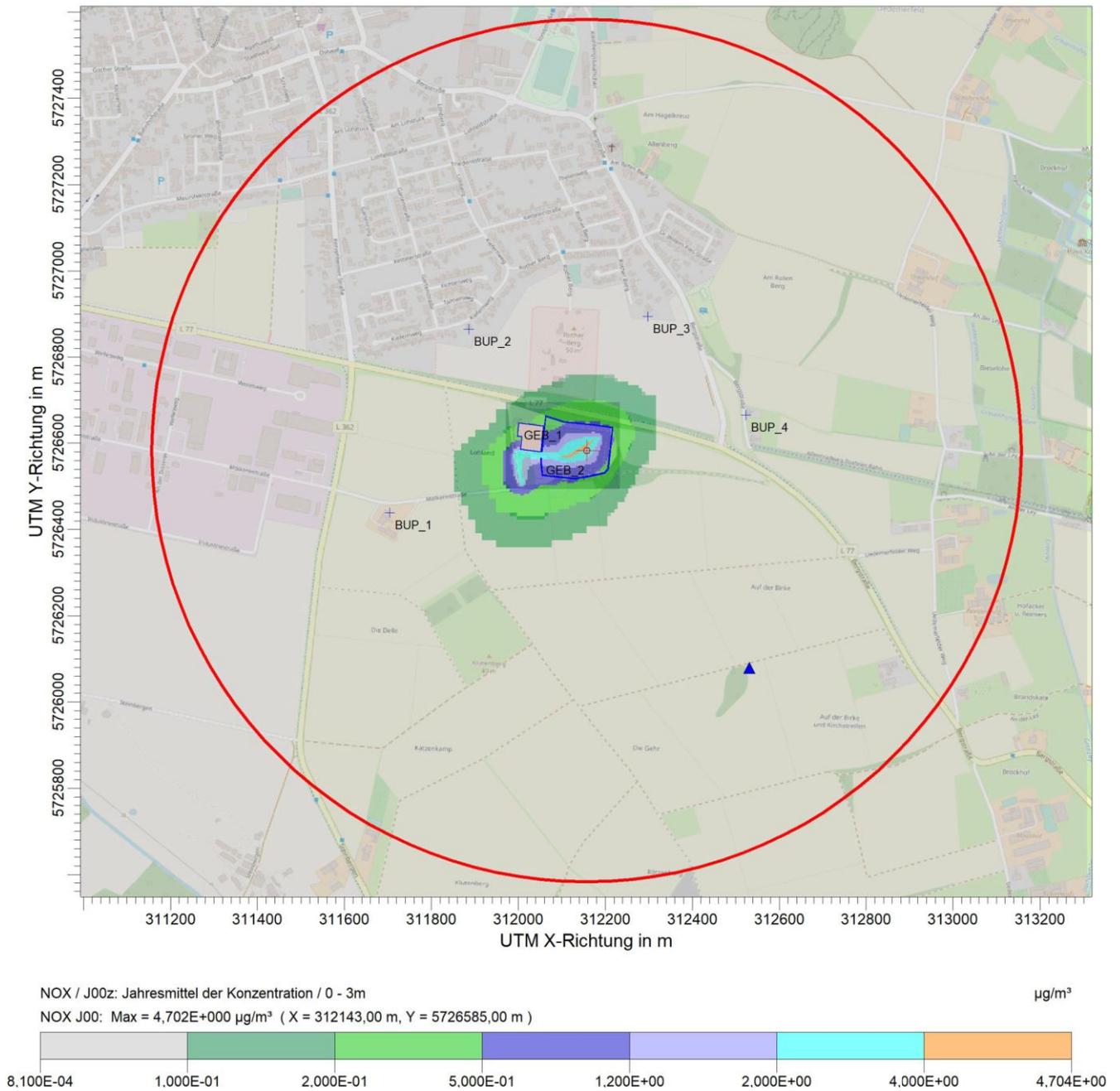


Abbildung 11: Immissionen (Konzentration) NOx als NO₂ im Untersuchungsgebiet

9 Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse

Die Zusatzbelastungen, die bei dem Vorhaben entstehen, sind an allen Beobachtungspunkten außerhalb des Anlagengeländes irrelevant.

Eine erhebliche, also relevante Beeinträchtigung der nächstgelegenen Wohnnutzungen durch das Vorhaben und den zu erstellenden Bebauungsplan kann daher ausgeschlossen werden.

Dem Abstandsgebot nach § 50 BImSchG wird bei Realisierung des Vorhabens nach Erstellung eines Bebauungsplans entsprochen.

Köln, den 02.05.2024

Sweco GmbH



i.V. Dr.-Ing. C. Weiler



i.A. Dipl.-Ing. D. Franz

10 Literatur

[1628, 2016]

VERORDNUNG (EU) 2016/1628 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 14. September 2016 über die Anforderungen in Bezug auf die Emissionsgrenzwerte für gasförmige Schadstoffe und luftverunreinigende Partikel und die Typgenehmigung für Verbrennungsmotoren für nicht für den Straßenverkehr bestimmte mobile Maschinen und Geräte, zur Änderung der Verordnungen (EU) Nr. 1024/2012 und (EU) Nr. 167/2013 und zur Änderung und Aufhebung der Richtlinie 97/68/EG

[Argusim, 2022]

Gutachten – Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten gemäß VDI Richtlinie 3783 Blatt 20 für ein Prüfgebiet bei Uedem im Auftrag von Sweco GmbH, Proj. U22-1-935-Rev00, 11.11.2022

[Argusim Doku, 2022]

Dokumentation eines Wetterdatensatzes zur Verwendung in Ausbreitungsrechnungen Wesel-Feldmark (LANUV WESE), 15.11.2022

[39. BImSchV, 2010]

Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV), vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), zuletzt geändert am 19.06.2020 (BGBl. I S. 1328)

[EPA, 2006]

Environmental Protection Agency, AP 42, 5th edition, Vol. 1, Chapter 13: Miscellaneous Sources, Chapter 13.2.1: Paved Roads, November 2006

[Geoportal, 2022]

Geoportal.NRW.de, <https://www.geoportal.nrw/?activetab=map>

[Kauffmann, 2008]

Ergänzende Immissionsprognose für Staub an der stillgelegten Deponie Bornheim Hersel, Kauffmann Grontmij GmbH, 2008

[LANUV, 2000]

Umwelt NRW. Kapitel 3 - Luft. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen 2000. <http://www.lanuv.nrw.de/ubweb/ubnrw/kap%203.pdf>

[LANUV, 2006]

Leitfaden zur Erstellung von Immissionsprognosen mit AUSTAL2000 in Genehmigungsverfahren nach TA Luft und der Geruchsimmisions-Richtlinie. Merkblatt 56. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen 2006. <http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/merkbl/merk56/merk56.pdf>

[LANUV, 2010]

Staubemissionen aus Kraftwerken in Nordrhein-Westfalen. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, 2010: <http://www.lanuv.nrw.de/emissionen/staub.pdf>

[TA Luft, 2021]

Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 18. August 2021

[TRGS 900, 2006]

Technische Regeln für Gefahrstoffe - Arbeitsplatzgrenzwerte - TRGS 900, Ausgabe: Januar 2006, BAaBI Heft 1/2006 S. 41-55, zuletzt berichtigt: GMBI 2018 S. 9 [Nr. 1] (v. 29.1.2018)
https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/pdf/TRGS-900.pdf?__blob=publicationFile

[TÜV Nord, 2014]

Gutachterliche Stellungnahme für die Emissionen und Immissionen (Staub und Geruch) zur zeitweiligen Lagerung und Aufbereitung von Grünschnitt auf dem Wertstoffhof Bochum Sepke, TÜV-Auftrags-Nr. 8000648051/214UBP050, TUN-UBP H / DHZ, Hannover, 24.11.2014

[VDI 3790 Blatt 3, 2010]

Verein Deutscher Ingenieure, Umweltmeteorologie; Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen. Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern. Januar 2010

11 Anhang

11.1 Ergebnisprotokoll Austal-Berechnung austal2000.log

2022-11-29 12:20:17 -----

TalServer:C:/Austal/Projekte/9122-22-002_Look_652Mg_d_neu/

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

Arbeitsverzeichnis: C:/Austal/Projekte/9122-22-002_Look_652Mg_d_neu

Erstellungsdatum des Programms: 2021-08-09 08:20:41

Das Programm läuft auf dem Rechner "DE0000668".

===== Beginn der Eingabe =====

```
> ti "9122-22-002_Look"          'Projekt-Titel
> ux 32312157                   'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5726583                    'y-Koordinate des Bezugspunktes
> qs 0                          'Qualitätsstufe
> az "C:\Austal\Projekte\9122-22-002_Look_652Mg_d_neu\Wetterdaten\Wesel-Feldmark_LA-
NUV_WESE_2013-20221116.akterm" 'AKT-Datei
> xa 374.00                     'x-Koordinate des Anemometers
> ya -504.00                    'y-Koordinate des Anemometers
> os +NESTING+SCINOTAT
> xq -101.78  -49.25  23.46  -146.88  -163.13  -42.67  -5.33  -36.42  -36.83  -1.82
28.46  28.88  15.35  3.44  -11.08  -23.46  -51.38  -48.67  -60.42
> yq -2.25   41.59  -34.01  -82.07  -4.14   -16.38  15.56  25.02  13.79  36.68
33.20  15.02  -40.33  -56.94  -59.82  -62.18  -60.61  -25.29  -21.94
> hq 3.00    3.00    3.00    3.00    3.00    3.00    3.00    3.00    3.00    3.00    3.00
3.00    3.00    3.00    3.00    3.00    3.00    3.00    3.00
> aq 40.00   27.00   24.53   77.55   121.08   87.27   0.00   0.00   0.00   24.00
24.00   25.14   14.65   13.00   13.62   10.97   21.94   48.20   82.54
> bq 73.00   24.00   48.23   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   17.00
28.00   40.14   22.95   15.00   18.12   18.49   22.76   35.56   62.26
```

```

> cq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

> wq 353.84 353.70 353.60 101.76 354.20 33.17 0.00 0.00 0.00 84.18
84.06 353.73 280.81 11.86 11.63 8.47 353.23 173.30 353.97

> dq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

> vq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

> tq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

> lq 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

> rq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

> zq 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

> sq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

> so2 0 0 0 5.9653889E-7 9.3138333E-7 6.7130833E-7 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 9.7280556E-7

> no2 0 0 0 6.8601944E-5 0.00010710917 7.7200278E-5 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0.0001118725

> nox 0 0 0 0.00057048972 0.00089071417 0.00064199389 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0.00093032583

> pm-1 0.00083412528 0.00039265472 0.000502515 0.00018110139 0.00028275639 0.00020380028
0.0023477172 0.0032240472 0.0036776372 0.00011456944 0.00039265472 0.0002649575
0.00010132167 0.00011452444 0.00010257944 0.00013906528 0.00031085167 0.00099799778
0.00028293722

> pm-2 0.0019462919 0.00091619472 0.001172535 0.00042257 0.000659765 0.00047553417
0.0054780067 0.0075227769 0.0085811539 0.00026732889 0.00091619472 0.00061823389
0.00023641722 0.00026722333 0.00023935222 0.00032448556 0.00072532083 0.0023286614
0.00066018694

> pm-u 0.0044705464 0.0022839494 0.0028641506 0.0053678203 0.0083808597 0.0060406147
0.014453419 0.019222284 0.033092586 0.00061404278 0.0022839494 0.0014200558 0.00054304
0.00066615194 0.00058466556 0.00080889889 0.0018081267 0.0058050381 0.0083817586

> xp -452.16 -270.45 141.16 366.08
> yp -144.56 281.92 311.42 82.25
> hp 1.50 1.50 1.50 1.50
> qb 0 'Qualitätsstufe
> rb "poly_raster.dmna" 'Gebäude-Rasterdatei
===== Ende der Eingabe =====

```

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.

Die Höhe h_q der Quelle 1 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 6 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 7 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 8 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 9 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 10 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 11 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 12 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 13 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 14 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 15 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 16 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 17 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 18 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe h_q der Quelle 19 beträgt weniger als 10 m.
 Die maximale Gebäudehöhe beträgt 8.0 m.

Festlegung des Vertikalrasters:

0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 25.0 40.0
 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0
 1000.0 1200.0 1500.0

 Festlegung des Rechennetzes:

dd 4 8 16 32 64
 x0 -184 -208 -576 -960 -1280
 nx 74 46 64 56 38
 y0 -120 -176 -448 -832 -1152
 ny 64 46 56 52 36
 nz 6 22 22 22 22

 Standard-Kataster z0-utm.dmna (e9ea3bcd) wird verwendet.
 Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 0.628 m.

Der Wert von z0 wird auf 0.50 m gerundet.

AKTerm "C:/Austal/Projekte/9122-22-002_Look_652Mg_d_neu/Wetterdaten/Wesel-Feldmark_LA-NUV_WESE_2013-20221116.akterm" mit 8760 Zeilen, Format 3

Es wird die Anemometerhöhe ha=11.4 m verwendet.

Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 99.2 %.

Prüfsumme AUSTAL 5a45c4ae

Prüfsumme TALDIA abbd92e1

Prüfsumme SETTINGS d0929e1c

Prüfsumme AKTerm 511fb451

Bibliotheksfelder "zusätzliches K" werden verwendet (Netze 1,2).

Bibliotheksfelder "zusätzliche Sigmas" werden verwendet (Netze 1,2).

=====

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "so2"

TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 0)

TMT: Datei "C:/Austal/Projekte/9122-22-002_Look_652Mg_d_neu/so2-j00z01" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Austal/Projekte/9122-22-002_Look_652Mg_d_neu/so2-j00s01" geschrieben.

...

TQL: Datei "C:/Austal/Projekte/9122-22-002_Look_652Mg_d_neu/no2-s00z05" geschrieben.

TQL: Datei "C:/Austal/Projekte/9122-22-002_Look_652Mg_d_neu/no2-s00s05" geschrieben.

TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "so2"

TMO: Datei "C:/Austal/Projekte/9122-22-002_Look_652Mg_d_neu/so2-zbpz" geschrieben.

TMO: Datei "C:/Austal/Projekte/9122-22-002_Look_652Mg_d_neu/so2-zbps" geschrieben.

TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "nox"

TMO: Datei "C:/Austal/Projekte/9122-22-002_Look_652Mg_d_neu/nox-zbpz" geschrieben.

TMO: Datei "C:/Austal/Projekte/9122-22-002_Look_652Mg_d_neu/nox-zbps" geschrieben.

TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "no2"

TMO: Datei "C:/Austal/Projekte/9122-22-002_Look_652Mg_d_neu/no2-zbpz" geschrieben.

TMO: Datei "C:/Austal/Projekte/9122-22-002_Look_652Mg_d_neu/no2-zbps" geschrieben.

TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm"

TMO: Datei "C:/Austal/Projekte/9122-22-002_Look_652Mg_d_neu/pm-zbpz" geschrieben.

TMO: Datei "C:/Austal/Projekte/9122-22-002_Look_652Mg_d_neu/pm-zbps" geschrieben.

=====

Auswertung der Ergebnisse:

=====

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

WARNUNG: Eine oder mehrere Quellen sind niedriger als 10 m.

Die im folgenden ausgewiesenen Maximalwerte sind daher
möglicherweise nicht relevant für eine Beurteilung!

Maximalwerte, Deposition

=====

- SO2 DEP : 1.072e-02 kg/(ha*a) (+/- 0.3%) bei x= -14 m, y= 2 m (1: 43, 31)
- NO2 DEP : 4.187e-01 kg/(ha*a) (+/- 0.3%) bei x= -14 m, y= 2 m (1: 43, 31)
- PM DEP : 2.934e+00 g/(m²*d) (+/- 0.1%) bei x= -38 m, y= 14 m (1: 37, 34)

=====

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

=====

- SO2 J00 : 4.442e-03 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= -14 m, y= 2 m (1: 43, 31)
- SO2 T03 : 9.897e-03 µg/m³ (+/- 2.6%) bei x= -42 m, y= -14 m (1: 36, 27)
- SO2 T00 : 1.319e-02 µg/m³ (+/- 2.4%) bei x= -38 m, y= -14 m (1: 37, 27)
- SO2 S24 : 2.347e-02 µg/m³ (+/- 8.4%) bei x= -70 m, y= -14 m (1: 29, 27)
- SO2 S00 : 3.919e-02 µg/m³ (+/- 4.1%) bei x= -50 m, y= -18 m (1: 34, 26)
- NOX J00 : 4.702e+00 µg/m³ (+/- 0.2%) bei x= -14 m, y= 2 m (1: 43, 31)
- NO2 J00 : 5.459e-01 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= -14 m, y= 2 m (1: 43, 31)
- NO2 S18 : 3.468e+00 µg/m³ (+/- 8.9%) bei x= -146 m, y= -6 m (1: 10, 29)
- NO2 S00 : 5.297e+00 µg/m³ (+/- 2.8%) bei x= -50 m, y= -18 m (1: 34, 26)
- PM J00 : 3.741e+02 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= -38 m, y= 14 m (1: 37, 34)
- PM T35 : 6.973e+02 µg/m³ (+/- 1.1%) bei x= -38 m, y= 14 m (1: 37, 34)
- PM T00 : 1.022e+03 µg/m³ (+/- 0.9%) bei x= -38 m, y= 14 m (1: 37, 34)

=====

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

```
=====
```

PUNKT		01	02	03	04
xp		-452	-270	141	366
yp		-145	282	311	82
hp		1.5	1.5	1.5	1.5

```
-----+-----+-----+-----+-----
```

SO2	DEP	4.700e-05	1.7%	3.192e-05	2.3%	6.332e-05	1.3%	4.748e-05	1.6%	kg/(ha*a)
SO2	J00	1.597e-05	1.2%	1.078e-05	1.6%	2.083e-05	0.9%	1.612e-05	1.1%	µg/m³
SO2	T03	1.249e-04	7.3%	1.097e-04	8.3%	1.012e-04	14.3%	9.912e-05	10.9%	µg/m³
SO2	T00	1.376e-04	6.9%	1.563e-04	13.6%	1.103e-04	9.4%	1.287e-04	8.6%	µg/m³
SO2	S24	5.397e-04	15.1%	4.457e-04	29.4%	3.665e-04	16.5%	5.164e-04	16.9%	µg/m³
SO2	S00	1.112e-03	17.3%	8.956e-04	29.0%	9.608e-04	31.5%	9.358e-04	19.5%	µg/m³
NOX	J00	3.131e-02	1.3%	2.119e-02	1.7%	3.058e-02	1.0%	2.802e-02	1.2%	µg/m³
NO2	DEP	2.572e-03	1.8%	1.754e-03	2.3%	2.936e-03	1.4%	2.468e-03	1.7%	kg/(ha*a)
NO2	J00	2.805e-03	1.2%	1.886e-03	1.6%	3.128e-03	0.9%	2.679e-03	1.1%	µg/m³
NO2	S18	1.358e-01	19.5%	1.110e-01	31.6%	7.607e-02	28.3%	1.175e-01	30.0%	µg/m³
NO2	S00	2.496e-01	13.0%	2.071e-01	26.2%	2.031e-01	23.3%	1.930e-01	14.6%	µg/m³
PM	DEP	8.811e-04	1.7%	4.918e-04	2.4%	2.296e-03	1.0%	1.255e-03	1.5%	g/(m²*d)
PM	J00	2.417e-01	1.3%	1.692e-01	1.9%	4.245e-01	0.8%	3.269e-01	1.0%	µg/m³
PM	T35	9.440e-01	6.3%	5.412e-01	13.8%	1.194e+00	7.6%	1.023e+00	12.8%	µg/m³
PM	T00	2.816e+00	10.1%	3.417e+00	10.5%	2.864e+00	8.6%	2.781e+00	7.1%	µg/m³

```
=====
```

2022-11-29 21:13:16 AUSTAL beendet.

11.2 TALdia.log

```
2022-11-16 20:26:55 -----
TwnServer:C:/Austal/Projekte/9122-22-002_Look
TwnServer:-B~../lib
TwnServer:-w30000
```

2022-11-16 20:26:55 TALdia 3.1.2-WI-x: Berechnung von Windfeldbibliotheken.
 Erstellungsdatum des Programms: 2021-08-09 08:20:50
 Das Programm läuft auf dem Rechner "DE0000668".

```

===== Beginn der Eingabe =====
> ti "9122-22-002_Look"          'Projekt-Titel
> ux 32312157                   'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5726583                    'y-Koordinate des Bezugspunktes
> qs 0                          'Qualitätsstufe
> az "C:\Austal\Projekte\9122-22-002_Look\Wetterdaten\Wesel-Feldmark_LANUV_WESE_2013-
20221116.akterm" 'AKT-Datei
> xa 374.00                     'x-Koordinate des Anemometers
> ya -504.00                    'y-Koordinate des Anemometers
> os +NESTING
> xq -101.78  -49.25  23.46  -146.88  -163.13  -42.67  -31.48  17.62  18.95  -1.82
28.46  28.88  15.35  3.44  -11.08  -23.46  -51.38  -48.67  -60.42
> yq -2.25  41.59  -34.01  -82.07  -4.14  -16.38  17.46  7.11  20.13  36.68
33.20  15.02  -40.33  -56.94  -59.82  -62.18  -60.61  -25.29  -21.94
> hq 3.00  3.00  3.00  3.00  3.00  3.00  3.00  3.00  3.00  3.00  3.00  3.00
3.00  3.00  3.00  3.00  3.00  3.00  3.00  3.00
> aq 40.00  27.00  24.53  77.55  121.08  87.27  0.00  0.00  0.00  24.00
24.00  25.14  14.65  13.00  13.62  10.97  21.94  48.20  82.54
> bq 73.00  24.00  48.23  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  17.00
28.00  40.14  22.95  15.00  18.12  18.49  22.76  35.56  62.26
> cq 0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00
0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00
> wq 353.84  353.70  353.60  101.76  354.20  33.17  0.00  0.00  0.00  84.18
84.06  353.73  280.81  11.86  11.63  8.47  353.23  173.30  353.97
> dq 0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00
0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00
> vq 0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00
0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00
> tq 0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00
0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00
> lq 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
> rq 0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00
0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00
> zq 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
> sq 0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00
0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00
> so2 0  0  0  5.9653889E-7 9.3138333E-7 6.7130833E-7 0  0  0
0  0  0  0  0  0  0  0  7.0551667E-7
> no2 0  0  0  6.8601944E-5 0.00010710917 7.7200278E-5 0  0  0
0  0  0  0  0  0  0  0  8.1134444E-5
> nox 0  0  0  0.00057048972 0.00089071417 0.00064199389 0  0  0
0  0  0  0  0  0  0  0  0.00067470917
> pm-1 0.00075361722 0.00030109444 0.00042107139 6.7985556E-5 0.00010614694 7.6506667E-5
0.0017068269 0.0023583339 0.0026734661 0.00010351167 0.00030109444 0.00023938444
9.1542222E-5 8.7819167E-5 8.5954167E-5 0.00010663778 0.00023836639 0.00076528194
0.00020519722
> pm-2 0.0017584406 0.00070255389 0.0009825 0.00015863306 0.00024767611 0.00017851583
0.0039825961 0.0055027792 0.0062380878 0.00024152694 0.00070255389 0.00055856333
0.00021359889 0.00020491167 0.00020056 0.00024882111 0.00055618861 0.0017856581
0.00047879389

```

```
> pm-u 0.0039721647 0.0017171478 0.0023599761 0.0019743461 0.0030825767 0.0022218075
0.010471115 0.013947471 0.024002154 0.00054558861 0.0017171478 0.0012617464 0.00048250111
0.00050083472 0.00048174722 0.00060815639 0.0013594086 0.0043644169 0.0060787833
> xp -452.16 -270.45 141.16 366.08
> yp -144.56 281.92 311.42 82.25
> hp 1.50 1.50 1.50 1.50
> qb 0 'Qualitätsstufe
> rb "poly_raster.dmna" 'Gebäude-Rasterdatei
===== Ende der Eingabe =====
```

Die Höhe hq der Quelle 1 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 6 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 7 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 8 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 9 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 10 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 11 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 12 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 13 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 14 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 15 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 16 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 17 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 18 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 19 beträgt weniger als 10 m.
 Die maximale Gebäudehöhe beträgt 8.0 m.

Festlegung des Vertikalrasters:
 0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 25.0 40.0
 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0
 1000.0 1200.0 1500.0

 Festlegung des Rechnernetzes:
 dd 4 8 16 32 64
 x0 -184 -208 -576 -960 -1280
 nx 74 46 64 56 38
 y0 -120 -176 -448 -832 -1152
 ny 64 46 56 52 36
 nz 6 22 22 22 22

Standard-Kataster z0-utm.dmna (e9ea3bcd) wird verwendet.
 Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 0.619 m.
 Der Wert von z0 wird auf 0.50 m gerundet.

AKTerm "C:/Austal/Projekte/9122-22-002_Look/Wetterdaten/Wesel-Feldmark_LANUV_WESE_2013-20221116.akterm" mit 8760 Zeilen, Format 3
 Es wird die Anemometerhöhe ha=11.4 m verwendet.
 Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 99.2 %.

Prüfsumme AUSTAL 5a45c4ae

Prüfsumme TALDIA abbd92e1
Prüfsumme SETTINGS d0929e1c
Prüfsumme AKTerm 511fb451
2022-11-16 20:26:56 Restdivergenz = 0.000 (1001 11)
2022-11-16 20:26:56 Restdivergenz = 0.000 (1001 21)
2022-11-16 20:26:57 Restdivergenz = 0.000 (1001 31)
2022-11-16 20:26:57 Restdivergenz = 0.000 (1001 41)
DMK: Durch Testen bestimmt Rj=0.95627213 (0.98409897)
2022-11-16 20:26:59 Restdivergenz = 0.000 (1001 51)
2022-11-16 20:26:59 Restdivergenz = 0.000 (1002 11)
2022-11-16 20:27:00 Restdivergenz = 0.000 (1002 21)
...
2022-11-16 20:35:13 Restdivergenz = 0.000 (6036 31)
2022-11-16 20:35:13 Restdivergenz = 0.000 (6036 41)
2022-11-16 20:35:14 Restdivergenz = 0.001 (6036 51)
Eine Windfeldbibliothek für 216 Situationen wurde erstellt.
Der maximale Divergenzfehler ist 0.001 (6036).
2022-11-16 20:35:14 TALdia ohne Fehler beendet.

11.3 Übertragungsgutachten für Wetterdaten für den Anlagenstandort Uedem